

**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

T 37713

Digitized by Google

Digitized by Google

collationné et trouvé complet (cette édition est en 3 vol. in folio. c'est la 1re)

la page 645 est transposée, la page 523 gâtée par le haut —

~~traités~~.

~~12 — coupe des pierres ..... en 5 livres ..... page 1re~~
~~13 — architecture militaire ..... 7 livres .....~~
~~14 — de fontibus et fluviis ..... 1. .....~~
~~15 — de machinis hydrolicis ..... 1. .....~~
~~16 — navigatio ..... 6 .....~~
~~17 —~~

## 10 traités contenus dans ce 2d volume.

10 traités.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12ème | Coupe des pierres | en 5 livres | page 1re |
| 13e | architecture militaire | 7 | 75. |
| 14 | hydrostatique | I | 160. |
| 15 | de fontibus et fluviis | 1. | 177. |
| 16 | de machinis hydrolicis | I | 212 |
| 17 | navigatio ..... (cet article très estimé) | 6 | 237 |
| 18 | optica | 3. | 342. |
| 19 | perspectiva | 6. | 462 |
| 20 | Caloptrique | 3. | 533. |
| 21 | dioptrique | 3. | 608. |

manière de tailler les verres de lunettes astronomiques et autres, page. 695.

manière d'assortir et combiner les verres de lunettes composées, page 656

Digitized by Google

T 377/3

R.P.CLAVDII FRANCISCI

# MILLIET

# DECHALES

né 1621.
mort 1678.

CAMBERIENSIS

E SOCIETATE IESV.

# CVRSVS

## SEV MVNDVS MATHEMATICVS

## TOMVS SECVNDVS

*COMPLECTENS TRACTATVM DE SECTIONE LAPIDVM, Architecturam militarem, Hydrostaticam, Tractatum de fontibus, & fluuiis, Tractatum de machinis Hydraulicis, Nauigationem, Opticam, Perspectiuam, Catoptricam, & Dioptricam.*

NVNC PRIMVM IN LVCEM PRODIT.



LVGDVNI,
Ex Officina ANISSONIANA.

ECOLE SAINTE GENEVIÈVE
B.D.J.

M. DC. LXXIV.

CVM PRIVILEGIO REGIS.

Digitized by Google




Digitized by Google

# INDEX
## TRACTATVVM, LIBRORVM, & Propositionum, quæ in Tomo secundo continentur.

# TRACTATVS XII.
# DE LAPIDVM SECTIONE.

## LIBER PRIMVS
### FVNDAMENTALIS.
### Terminorum & rerum explicatio.


PROP. I. *Si ab extremitate ichnographiæ, alicuius lineæ horizontalis, ad ichnographiam alterius lineæ horizontalis, ducatur perpendicularis, hæc similiter eam secabit, ac perpendicularis ducta ab extremitate lineæ ad aliam* 4

2. *Lineæ parallelæ, & æquales, inchnographias habent aut parallelas, & æquales; aut in in eandem lineam conuenientes, & æquales* ibid.

3. *Datis duabus extremitatibus linearum parallelarum & æqualium, datis item earum ichnographiis; & inclinatione ad horizontem determinare; quantùm perpendicularis ab extremitate vnius, ad aliam ducta, distet ab alterius extremitate.* ibid.

4. *Datis tribus exemplaribus, in angulum solidum coeuntibus, planorum inclinationes inuenire.* 5

5. *Datâ inclinatione duorum planorum, ex puncto dato in vno, ductâ lineâ ad datum punctum lineæ in alio plano existentis, determinare angulum quem hæ duæ lineæ comprehendunt.* 6

6. *Si duo plana parallela, axe aliquo peruaduntur, ex aliquo eiusdem axis puncto, ducatur planum sectiones faciens parallelas; si ex puncto axis in priori plano sumpto per extremitates communis eius sectionis, ducantur lineæ, vsque ad parallelam axi, ductam ab extremitate sectionis remotioris plani; hæ intercipient lineam æqualem sectioni remotioris.* ibid.

7. *Datis lateribus parallelogrammi, item datô in vno latere puncto in quod cadit perpendicularis parallogrammum perficere.* 7

8. *Superlineâ datâ frontem arcûs simplicis describere.* ibid.

9. *Super lineâ datâ, frontem arcûs Elumbis seu depressi describere.* ibid.

10. *De Arcu Elumbi.* 9

11. *De Arcu pedum inæqualium.* 10

12. *De arcu in polygona degenerante.* ibid.

13. *De arcu in lineam rectam degenerante.* ibid.

14. *De arcu in alias figuras degenerante.* 11

15. *De arcuum impulsu.* ibid.


## DE LAPIDVM SECTIONE
### LIBER II.
### De Arcubus & fornicibus cylindricis.


1. *De Arcubus, Portis, & compluviis rectis.* 12

2. *Arcum simplicem, elumbem aut pedum inæqualium in pariete in pternam proiectò efformare.* 13

3. *Arcus simplex, arcus Elumbis, & arcus pedum inæqualium, compluvium perstringentes.* 14

4. *Arcus simplex, elumbis & pedum inæqualium Recti, ex vna parte; Et obliqui ex alia,*






Digitized by Google

# Index Tractatuum


*Idem item arcus perſtringentes obliquè complu-*
*uium.* 14
5. *Arcus ſimplex, Elumbis, & pedum inaqua-*
*lium ex vna parte rectâ, perſtringentes tur-*
*rim rotundam, item ijdem perſtringentes for-*
*nicem ſphæricam.* 15
6. *Arcus circularis Elumbis, aut pedum inæqualium*
*vtriuſque frontis obliqua.* 16
7. *Arcus ſimplex Elumbis aut pedum inæqualium*
*in angulo.* 17
8. *Arcus circularis, Elumbis, pedum inæqualium in*
*turri rotunda, cuius murus exterior in pternam*
*aſcendit.* 18
9. *Arcum circularem, elumbem, & pedum inæqua-*
*lium, in turri rotunda obliquè efformare.*
19.
10. *Arcus rectus, circularis, Elumbis, aut pedum*
*inæqualium inter duo compluuia.* *ibid.*
11. *Cornu Bouinum, ex vna tantum parte,* 20
12. *Cornu bouinum ex vtraque parte.* *ibid.*
13. *Arcus obliquus perfectus,* biais paſſé. 21
14. *Arcum ſimplicem, Elumbem, pedum inæqualium*
*aut quemlibet alium, obliquum deſcribere.*
*ibid*
15. *Arcus obliquus circularis elumbis aut pedum ina-*
*qualium: inter duo compluuia, item cuius*
*vnus murus in pternam decreſcat.* 22
16. *Arcum circularem, elumbem, aut pedum ina-*
*qualium, obliquum in turri rotunda effor-*
*mare.* 23
17. *Arcus quicumque Rectâ deſcendens, deſinens*
*in compluuium.* *ibid.*
18. *Arcus quicumque deſcendens, rectus in anterio-*
*ri parte, obliquus in poſteriori.* 24
19. *Arcus rectâ deſcendens, oblique ſecans vtram-*
*que parietis ſuperficiem.* 26
20. *Arcus rectâ deſcendens in Turri Rotundâ*
27.
21. *Arcus rectâ deſcendens incidens obliquè in*
*compluuium.* 28
22. *De Arcu rectâ deſcendente, formatô in turri*
*rotunda & perſtringente teſtudinem ſphæricam.*
29.
23. *Arcus obliquus inclinatus.* *ibid.*
24. *Arcus obliquus, inclinatus per proiectionem.*
30.
25. *De eodem arcu obliquô, & inclinatô in muro in*
*pternam decreſcente.* 31
26. *De arcu obliquo, inclinato incurrente in com-*
*pluuium; aut teſtudinem ſphæricam.* 32
27. *Arcus obliquus, & inclinatus inter duo com-*
*pluuia, inter ſe parallela, aut etiam non para-*
*rella.* *ibid.*
28. *Porta in turri rotunda, in obliquum vndique*
*diuaricata.* 33
29. *Porta in pariete obliquo, diuaricata, & in-*
*clinata.* 35
30. *Arcus obliquus, inclinatus, diuaricatus.* 36
31. *De ſecundariâ arcuatione vulgò dictâ Maſilien-*
*ſi*, Arriere volſure de Marſeille. 27
32. *De ſecundaria arcuatione regulata.* 38
33. *De Secundaria Arcuatione ſancti Antonij.* *ibid.*


## SECTIONIS LAPIDVM.

### LIBER III.

### De Fornicibus conicis.


PROP. I. *DE Teſtudine conica rectâ.* 40
2. *De conicâ teſtudine quadratâ.* *ibid.*
3. *De Sphærica teſtudine.* 41
4. *Teſtudo conica circularis, aut elumbis in fronte.*
42.
5. *Teſtudo conica, in rectangulo altera parte lon-*
*giore.* 43
5. *Teſtudo conica cuius ichnographia circularis*
*conuexa, vel concaua.* 44
6. *Teſtudo, conica, cuius ichnographia Polygona.*
45.
7. *De teſtudine conica, cuius ichnographia vn-*
*dulata, aut figura cuiuſcumque irregularis.*
46.
8. *Teſtudo conica pedum inæqualium, cuius ichno-*
*graphia erit quantumlibet irregularis, &*
*exemplaria frontis æqualia.* *ibid.*
9. *Teſtudo conica in pternam decreſcens, aut in com-*
*pluuium deſinens.* 47
10. *Teſtudo conica pedum inæqualium vtrinque.* 48
11. *Teſtudo ſemiſphærica in loculum efformata niche*
*ibid.*
12. *Teſtudo ſphærica in loculum efformata, in angulo.*
49.
13. *Teſtudo ſphærica in loculum efformata, In turri*
*concaua, conuexa, aut ſupra quodcumque*
*horizontale planum.* *ibid.*
14. *Teſtudo in loculum efformata cuius arcus primi-*
*genius eſt elumbis.* 50
15. *Teſtudo in loculum efformata cuius arcus primi-*
*genius, pedes habet inæquales.* *ibid.*
16. *De Arcubus rectis, & angulis inclinationum in*
*teſtudinibus conicis.* 51


## SECTIONIS LAPIDVM.

### LIBER IV.

### De Fornicibus principalibus.


PROP. I. *CYlindricè decuſſata Teſtudo*, Voute
d'areſte. 52
2. *De duobus arcubus in vnum coaleſcentibus.* 54
3. *De triplici arcu, ſupra triangulum æquilaterum*
*deſcripto.* *ibid.*
4. *Arcus æquales in polygonô æquilaterô.* 55
5. *Teſtudo decuſſata elumbis.* 56
6. *Teſtudo decuſſata obliqua.* *ibid.*
7. *Teſtudo decuſſata cuius in medio Tholus planus eſt*
*ibid.*
8. *Teſtudo Parallelogramma in arcum Clauſtralem*
*efformata* Arc de Cloiſtre. 57
9. *Hemiſpherium deſcribere.* *ibid.*
10. *Teſtudo elumbis.* 58
11. *Teſtudinem Sphæricam, cuius commiſſurarum*
*veſtigia horizontalia, in lineas parallelas*
*excurrant.* *ibid.*
13. *Teſtitudo ſphærica, cuius commiſſurarum veſtigia*
*horizon*


Digitized by Google

horizontalia in triangulum, quadratum, aut quodlibet polygonum efformantur. 59
14. Testudo Spherico quadrata. 60
15. Testudo spherico quadrata cuius polus vnicus. 61
16. Regula generalis ad formandas testudines sphaericas. ibid.
17. Testudines variè quadrario lapide decussata. 62
18. Spiraliter testudinem efformare. ibid.
19. Testudo clausiralis in quolibet polygono. 63

## SECTIONIS LAPIDVM

### LIBER V.

### De Testudinibus helicoeidibus.

PROP. I. ARcum in orbem seu coronam conformatum Describere. 64
2. Arcum Ellyptica corona imponere. 65
3. Semiarcum circa quadratum ex vna tantum parte terra insistentem, construere. ibid.
4. Intra Turrim Rotundam semiarcum in helicem ascendentem, externis parietibus innixum construere, 66
5. Eadem testudo cum suis omnibus exemplaribus. 67.
6. De helice sancti Ægidy quadrata. 68
7. Segmentum helicis, suspensum. 69
8. Scala suspensa, cuius testudo Clausiralis. 70.
9. Aliud genus scalarum firmius priore. ibid.
10. Scala quadrata, instructa conicis testudinibus quadratis, in quatuor scilicèt angulis. 71.
11. Scala ex parte inferiori suspensa in turri rotunda 72.
12. Scala interiori parte suspensa in turri Ellyptica. 73.

# TRACTATVS XIII.

# ARCHITECTVRA MILITARIS.

## ARCHITECTVRÆ MILITARIS.

### LIBER I.

### Principia vniuersalia Architecturæ Militaris.

AXIOM. I. NVllus sit locus, in munitione, non defensus. 79
2. Maxima defensionis Linea 120, 130 aut 140 exapedas ne superet. ibid.
3. Arx tota equaliter muniatur. 80
4. Moles Eostibus obiecta tormentis bellicis resistant. ibid.
5. Linea semicolli 18 circiter exapedas habeat. ibid.
6. Ala totidem. ibid.
7. Sit Ratio sesquialtera inter cortinam, & faciem ibid.
8. Cortina 80 exapedis ne sit longior, nec minor 40. ibid.
9. Angulus defensus ne sit minor gradibus 60. 81.
10. Partes centro propriores altiores sint. 82
11. Opera externa ex aliqua statione videantur ibid.
12. Ala propugnacula, ne cortina alam omnino respuat. ibid.
13. Angulus cortinæ & stringentis, ne sit minor grad. 15. 83
14. Angulus cortinæ, & stringentis sit Rectus ibid.
15. Propugnacula ne sint separata. 84
16. Facies propugnaculorum ne in orbem flectantur. ibid.
17. Cortina rectè sint. ibid.
18. Altitudo valli sit mediocris. ibid.
19. Vallum promurale, planitiem agri suburbani ne superet. 85
20. Latitudo fossæ maximarum arborum longitudinem excedat, & An fossa sicca, plena prestes. ibid.
21. Via tecta sit faciebus parallela. 86
22. Propugnacula plena vacuis præferuntur. ibid.
23. Multiplicata defensio præferenda. 87
24. Alarum tectarum forma. ibid.
25. De Cortinis. 88
26. De Loricis, & suggestis. ibid.
27. De fossa. 89
28. De fossa Erismate. ibid.
29. Antiqua methodus Gallica. ibid.
30. Methodus muniendi Italica. 90
31. Methodus Hollandica. ibid.

## ARCHITECTVRÆ MILITARIS.

### LIBER II.

### De munitionibus regularibus

1. Circulo Polygonum regulare inscribere. 92
2. Inuenire angulum centri, cuiuscumque polygoni regularis. ibid.

3. Angu

Digitized by Google

# Index Tractatuum


3. *Angulum circumferentiæ in quolibet polygono reperire.* 93
4. *Supra lineam datam, polygonum quodcumque regulare describere.* ibid.
5. *Polygonum quodcumque methodo Italicâ munire* ibid.
6. *Munitionem in charta exaratam, eucumque mensuræ adaptare.* 94
7. *Supra datum latus externi polygoni, munitionem Italicam describere.* ibid.
8. *Munitionem describere methodô Gallicâ recenti.* 95.
9. *Polygonum munire secundùm antiquam methodum Gallicam.* ibid.
10. *Polygonum, quodcumque munimentis suis instruere, methodô Hollandicâ, hoc est datâ ratione cortinæ ad faciem, angulô defensô, & alæ determinatore.* 96
11. *Supra datum latus externi polygoni; munitionem Hollandicam describere.* 97
12. *Hollandicam munitionem describere super datâ lineâ defensionis figente.* ibid.
13. *Datô latere internô munitionem Hollandicam describere* ibid.
14. *Polygonum munire methodô Gallicâ, ope anguli dirigentis.* 98
15. *Exemplum munitionis Gallicæ supra datum latus internum, ope anguli dirigentis, cum lineâ defensionis stringente, aut figente.* ibid.
16. *Datô latere externô munimentum Gallicum excitare.* 99
17. *Vsus tabularum in describendis munitionibus.* ibid.
18. *Methodus muniendi Comitis de Pagan.* ibid.
19. *Alarum, & stationum Dispositio.* 100
20. *Dispositio partium propugnaculi secundùm mentem comitis de Pagan.* 101
21. *Vestigium valli, fossæ, viæ tectæ, erismatis extimi in charta describere.* 102
22. *Munitionis regularis diagramma verticale describere.* ibid.
23. *Angulum defensum inuenire.* 104
24. *Angulum capitalis, & colli inuestigare.* ibid.
25. *Angulum capitalis, & faciei inuestigare.* ibid.
26. *Angulum stringentis & cortinæ.* ibid.
27. *Angulum faciei, & alæ, seu angulum humeri inuestigare.* ibid.
28. *Angulum stringentis, & alæ inuestigare.* ibid.
29. *Angulum defendentem inuenire seu, angulum decussationis.* ibid.
30. *Angulum determinantem alam inuestigare.* ibid.
31. *Angulum oppositum faciei investigare.* 105
32. *Angulum oppositum capitali invenire.* ibidem.
33. *Datâ facie propugnaculi, invenire frontem BL, & productionem alæ.* ibid.
34. *Datâ facie invenire capitalem.* ibid.
35. *Datâ capitali invenire distantiam polygonorum; latus interius, lineam semicolli, & alam,* ibid.
36. *Cognitâ alâ, & angulis, cognoscere complementum cortinæ, & liberum stringentis.* 106.
37. *Cognitâ Polygonorum distantiâ & fronte, inuestigare lineam defensionis maximam.* ibid.
38. *Datô semilatere polygoni radium cognoscere.* ibid.
39. *Munitionem in solo describere.* 117
40. *Munitionis iam factæ, aut faciendæ situm in campo explorare, & exploratum in chartâ adumbrare.* 118
41. *Situm in Campo Explorare.* ibid.
42. *Soliditatem munitionis expendere.* 120
42. *Secundus modus minùs exactus metiendæ soliditatis.* 123


## ARCHITECTVRÆ MILITARIS.

## LIBER III.

### De operibus externis, seu prætenturis.


1. *De Parmulis.* 125
2. *Cassides seu lunulæ.* 126
3. *De cornutis.* 127
4. *Coronatæ.* 128
5. *De Forcipibus.* ibid.
6. *Transversæ.* 129
7. *Propugnaculi exterius vallum.* ibid.
8. *De Vallo Externo Comitis de Pagan.* 130
9. *Secunda dispositio prætenturarum propositæ à Comite De Pagan.* ibid.
10. *De prætenturis in genere.* 131
11. *De munitiunculis.* ibid.
12. *De munitiunculis triangularibus.* ibid.
13. *Secundus modus muniendi trianguli.* 132
14. *Tertius modus muniendi trianguli.* ibid.
15. *Quartus modus muniendi trianguli.* ibid.
16. *Quintus modus muniendi trianguli.* ibid.
17. *Methodus facilis pro munitiuncula quadrata cuius latus 30 exapedarum aut saltem 20.* 133
18. *Secundus modus muniendi quadratum.* ibid.
19. *Quomodo muniendæ sunt domus particularium.* ibid.


## ARCHITECTVRÆ MILITARIS.

## LIBER IV.

### De munitionibus irregularibus


1. *Diuersi modi minùs apti, muniendi loca irregularia.* 135
2. *Verus modus muniendi locum irregularem.* ibid.
3. *Munire loca irregularia methodô Gallicâ, aut Italicâ.* 136
4. *Alia methodus muniendi angulum aptum* 137
5. *Angulum duobus inæqualibus lateribus comprehensum methodo Hollandicâ munire.* ibid.
6. *Interius munitionem irregularem perficere datô exteriori latere.* ibid.
7. *Datô polygonô exteriori, munitionem absoluere methodo comitis De Pagan.* 138
8. *Datô polygono interiori munitionem absoluere.* ibid.


9. De

Digitized by Google

9. *De figuris ineptis ad munitionem.* 139
10. *De angulis internis muniendis.* 140
11. *Angulum acutiorem munire.* ibid.
12. *Lineam breuiorem munire.* ibid.
13. *Lineam longiorem munire.* 141
14. *Supra lineam datam, partem polygoni conuenientem describere.* ibid.
15. *Modus muniendi vrbes, mœnibus cinctas.* 142
16. *Munitiones in montibus, aut prope montes excitare.* ibid.
17. *De locis insularibus muniendis.* 143
19. *De arcibus.* ibid.

## ARCHITECTVRÆ MILITARIS.

### LIBER V.

### Vrbium oppugnatio.

PROP. I. *DE Castrametatione in genere.* 144
2. *Vnius legionis castrametatio.* 145
3. *Castrametatio equitatûs.* 146
4. *Castrametatio generalis exercitûs integri.* ibid.
5. *Munitiones castrorum seu quarterij.* 147
6. *De circumuallatione.* ibid.
6. *De munitionibus in circũuallatione extruendis.* 148
7. *De tormentorum Suggestis.* 149
8. *Accessus obsidionales.* 150
9. *Plurima incommoda quibus obnoxia sunt linea accessuum.* 151
10. *De persodienda fossa crepidine.* ibid.
11. *Modus transmittenda fossa, dum plena est.* ibid.
12. *De cuniculis.* 152
13. *De oppugnatione praeturarum.* ibid.

## ARCHITECTVRÆ MILITARIS.

### LIBER VI.

### Defensio.

PROP. I. *NOnnulla opera ad irritandas hostium repentinas irruptiones.* 153
2. *Defensio contra tormentum bellicum.* 154
3. *Contraobsidionales linea.* ibid.
4. *Derescissionibus internis, notisq; munitionibus.* 154
5. *De anticuniculis.* 156
6. *Arce.* ibid.
7. *De Vacerris, palis, repagulis.* 157

## ARCHITECTVRÆ MILITARIS.

### LIBER VII.

### Perspectiua militaris.

PROP. I. *MVros verticales, supra ichnographiam Geometricam erigere* 157
2. *Muros exhibere supra ichnographiam geometricam, simul cum erismatibus* ibid.
3. *Exhibere vallum integrum munitionis cuiuscumque.* 158
4. *Diagramma fossa, & erismatum* ibid.
5. *Integra munitionis diagramma describere.* ibid.
6. *De Vmbris.* 159

# TRACTATVS XIV.

# HYDROSTATICA.

PROP. I. *EA corpora grauia, in aqua mergũtur, quorum momentum maius est momento aquæ, sursum impellendæ, aut sustentandæ.* 161
2. *Dum aqua ambiens, æqualis est prismati demersô: moles aquæ ascendens minor est parte corporis demersâ.* ibid.
3. *Vt se habet superficies aquæ ambientis prisma demersum, ad superficiem totius aquæ ante demersionem; ita se habet aqua ascendens, ad partem prismatis demersam.* ibid.
4. *Dum mergitur corpus, eleuatio aquæ supra superficiem pristinam se habet, ad descensum prismatis, vt basis prismatis ad superficiem aquæ circumfusæ* ibid.
5. *Parum aquæ est in æquilibrio cum multa aqua, quoties scilicet sunt in eâdem lineâ horizontali.* 162
6. *Si pars corporis immersa, æqualis sit in molè, aquæ, quæ toti corpori æquiponderet, erit æquilibrium.* ibid.
7. *Corpus in specie grauius aquâ, non mergetur totum.* 163
8. *Corpus in specie grauius aquâ totum mergitur* ibid
9. *Corpus æqualis grauitatis cum aquâ totum mergetur, indifferens tamen erit ad quemlibet locum in aquâ obtinendum.* ibid.
10. *Corpus in specie leuius aquâ; à quantumlibet paruâ aquâ sustentari potest.* ibid.
11. *Quodcumque corpus leuius aquâ tàm benè sustentatur in aquâ profundâ, quam in non profundâ; nec magis in vnâ, quam in alia mergitur.* ibid.
12. *Corpus in specie grauius aquâ, nec à toto mari sustentari potest.* 164
13. *Prisma leuius aquâ in specie, positum in vase, non ascendet, donec tanta infundatur aqua, vt ita se habeat altitudo prismatis, ad altitudinem aquæ, vt grauitas specifica aquæ, ad grauitatem specificam prismatis.* ibid.
14. *Liquores leuiores leuitate specificâ, aliis grauioribus supernatant.*
15. *Fieri potest vt nauis in mari supernatet, in aquâ fluuiatili demergatur.* ibid.



Digitized by Google

16. *Vas metallicum plenum aqua mergitur, vacuum supernatat.* 165
17. *Idem corpus, modò aqua supernatat modò mergitur.* 166
18. *Naviculam construere, quæ ad libitum aut magis, aut minus mergatur, imò nonnumquam tota sub aquis lateat.* ibid.
19. *Thermometrum construere.* ibid.
20. *Quomodo Intelligatur nauium magnitudo quàm per dolia metimur.* 167
21. *Cognitô nauis, aut cuiuscumque solidi pondere, determinare quantùm in aquâ mergatur.* ibid.
22. *Eadem virtus requiritur ad sustentandam aquam in aëre, quæ necessaria est ad vas aliquod vacuum eiusdem aquæ capax, in aquam immergendum.* ibid.
23. *Demersas naues extrahere.* ibid.
24. *Cur aquæ profundiores bolide explorari non possint.* 168
25. *In humidis diuersis, partes eiusdem corporis solidi leuioris demersæ, se habent reciprocè, vt grauitates specificæ humidorum.* ibid.
26. *Explorare an aqua vna, aliâ sit leuior & magis aut minus saturata sale.* ibid.
26. *Quantum salis contineat qualibet aqua inuestigare.* 169
27. *Inuenire grauitatem aquæ.* ibid.
28. *Corpus in aquâ leuius est, quàm in aëre, ponderat aqua, sibi in mole æqualis.* ibid.
29. *Propositô corpore, quod sit grauius aquâ, assignare pondus aquæ ipsi æqualis in mole.* 170
30. *Vt pondus corporis solidi in aëre Existentis ad id quod amittit in humido, ita grauitas specifica eiusdem, ad grauitatem specificam liquidi.* ibid.
31. *Aliter inuestigare, quantum aqua salis contineat.* 171.
32. *De corona Archimedis, seu examinare aurum Hydrostaticè.* ibid.
33. *Adulteratam monetam, item auri qualitatem hydrostatice cognoscere.* 172
34. *Stateram brachiorum æqualium ita componere, vt vna libra aquæ centum libras attollat.* 173.
34. *Figura præcisè nihil facit, vt corpora mergantur, vel non mergantur.* 174
35. *Figura ex accidenti aliquid efficere potest, vt corpus mergatur, vel supernatet.* 175
36. *Figura multùm confert vt corpora velocius, aut tardius in humido descendant.* ibid.
37. *Lamina lignea, quò latior erit, eò etiam tardius ascendet ex aquâ.* 176
38. *Corpus humidô leuius, citiùs ascendit ex humido grauiori:* ibid.
39. *De Cingulis pneumaticis.* ibid.
40. *De nauibus sub aqua natantibus.* ibid.
41. *Aqua est grauitatis homogeneæ: nec aqua inferior sensibiliter est densior superiore.* ibid.

# TRACTATVS XV.

# DE FONTIBVS

## Naturalibus, & Fluminibus

PROP. 1. *VNa libra aquæ, mille libris aquiponderat, sivtriusque superficies sit in eâdem horizontali linea.* 178
2. *Vna libra aquæ, præponderat mille libris aquæ; si eius superficies sit altior earum superficie.* ibid.
3. *In tubis etiam inclinatis communicantibus, vna libra erit in æquilibrio cum mille libris; si eandem lineam horizontalem attingant.* ibid.
4. *In quibuslibet tubis, quomodocumque dispositis, aquæ erunt in æquilibrio, si eandem horizontalem lineam attingant.* 179
5. *Fontes genio suo relicti, non possunt ascendere supra scaturiginem suam.* ibid.
6. *Fluidum per lineam decliuem, suam exercet grauitationem, æqualem tamen præcisè grauitationi perpendiculari eiusdem altitudinis* ibid.
7. *In syphonibus, & tubis communicantibus, in parte superiori, vna libra aquæ, erit in æquilibrio cum centum libris, si ad eandem lineam horizontalem perueniant.* 180.
8. *Si duo liquores in duobus tubis communicantibus contineantur, erit vt grauitas specifica vnius, ad grauitatem specificam alterius; ita reciprocè altitudo vnius liquoris, in suo vase, ad altitudinem alterius.* 181
9. *Si aer grauitet, tota aërea regio se habet per modum vasis, & tubus parte superiori clausus per modum alterius tubi communicantis.* 182.
10. *In Fluidis grauitatio perpendicularis prævalet.* ibid.
11. *Nonnunquam ex accidenti in minutioribus tubis ab æquilibrio humidum exhorbitat.* 183
12. *Ascensus aquæ supra libellam, in munitoribus tubis nihil confert ad motum perpetuum* 185.
13. *De fontium origine.* ibid.
14. *Fontem naturalem construere.* 188
15. *Fons Altacombanus & fons Puigrossensis statis tantum vicibus decurrentes.* ibid.
16. *Libellatio.* 190
17. *In linea horizontali duo puncta æqualiter à puncto contactûs, seu puncto perpendiculi remota, æquè alta sunt; inæqualiter remota diuersam habent altitudinem.* 192.
18. *Si libella applicetur in vno extremo; maiorem in alio extremo altitudinem indicabit.* 193
19. *Dum*

Digitized by Google

19. *Dum plures instituuntur libellationes ; libellâ in medio signorum collocatâ describitur polygonum terræ concentricum.* 193
20. *Aqua fluere potest, etiamsi terminus à quo, sit infra lineam horizontalem termini ad quem multo magis si fuerit supra.* 194
21. *Si terminus ad quem fuerit infra lineam horizontalem termini a quo, non semper aqua poterit deduci.* ibid.
22. *Alueus longior, in lineam rectam extensus, ineptus est ad deriuadam aquam.* ibid.
23. *Cognitâ distantiâ libellæ, à termino à quo, & angulo inclinationis, determinare an sit altior & quantum ipsâ libellâ.* ibid.
24. *Idem per se error sequitur, siue plures siue vnica fiat libellatio.* 195
25. *Fontium deriuatio.* ibid.
26. *Si duo vasa per lumina æqualia eôdem tempore aquam effundant, erit eorum altitudo in duplicatâ ratione aquæ fluentis.* 197
27. *Datâ proportione aquæ fluentis, ex duobus tubis per æquale lumen, eôdem tempore & data vnius altitudine, alterius altitudinem inuenire* 198
28. *Datâ tuborum altitudine ; inuenire rationem aquæ fluentis, per æquale lumen in vtroque factum.* ibid.
29. *Quantùm aqua fluat ex tubo inclinato.* 199
30. *In tubis æque altis per se loquendo, aquæ fluentes, se habent vt lumina.* ibid.
31. *Quomodo collocanda sint lumina in Piscina.* ibid.
32. *Tempora quibus tubi æque alti, per æquale lumen exhauriuntur se habent, vt bases.* 200.
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.* 201
35. *Varia experientia circa tuborum vacuationem.* ibid.
36. *Verticalium salientium altitudo, per se æqualis est, aquæ perpendiculo.* ibid.
37. *Impedimenta præter quæ salientium verticalium altitudo, non adæquat aquæ perpendiculum.* 202.
38. *Salientes horizontales sunt in subduplicata ratione perpendiculorum.* 203
39. *Quamdiu fluvius in eôdem statu permanet, æqualis aqua per omnes illius sectiones fluit.* 204.
40. *Quomodo mittenda fluminis velocitas* ibid.
41. *Si duæ sectiones fluminis, aut duo foramina æquali tempore æqualem aquam tribuant ; erit reciprocè vt sectio ad sectionem, ita velocitas, ad velocitatem* 205
42. *Aqua fluens per vnam sectionem, ad aquam fluentem per aliam, est in ratione compositâ, ex rationibus sectionis, ad sectionem, & velocitatis, ad velocitatem.* ibid.
43. *Velocitas fluminis influentis in alium, ad velocitatem quam habet in alieno alueo habet rationem compositam, ex ratione latitudinis 2. alvei ad latitudinem 1. & ex ratione intumescentiæ 2 ad altitudinem primi.* ibid.
44. *Augmenta fluuij, ab eadem aquâ immissâ, à torrente aucti, se habent in reciproca ratione velocitatum in flumine acquisitarum.* 206
45. *De causis intumescentiæ fluminis.* ibid.
46. *Auctô fluuiô, quantitas aquæ fluentis, ad quantitatem priſtinam habet rationem compositam, ex ratione altitudinis, & ratione velocitatis.* 207.
47. *Quomodo aqua fundum excauent.* ibid.
48. *Quomodo deriuatione minuantur fluminum aquæ ; & exsiccentur paludes.* ibid.
49. *De cadentia fluvij vt aqua currat.* 208
50. *Quando flumen excrescit in altitudinem viuam, velocitas noua, ad velocitatem priſtimam, est in ſubduplicatâ ratione altitudinis* ibid.
51. *Quando flumen excrescit in altitudinem viuam, 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, vt fluuius vnô pede crescat, respectiue ad aquam fluentem.* 209.
53. *Datâ altitudine vivâ fluminis ; & aquæ quantitate per eius alueum defluentis, aut eius velocitate ; & sectione ; datâ insuper quantitate aquæ fluentis æquali tempore in torrente influente, seu datô eius alueô, & velocitate ; scire quanta sit, futura fluminis intumescentia.* ibid.
54. *Quomodo mensuranda aqua per camales inclitos.* 210
55. *Applicatio præsentis, doctrinæ peculiari materiæ.* ibid.
56. *Vt se habet superficies vasis, aut lacûs ad sectionem alvei, per quem exoneratur ; ita velocitas aquæ in prædictô alueo, ad decrementum aquæ in lacu, aut vase.* ibid.



Digitized by Google

# Index Tractatuum

## TRACTATVS XVI.

# DE MACHINIS HYDRAVLICIS.


PROP. I. Attractio seu aëris grauitatio. 212
2. Syphon inuersus variè interruptus 213
3. Salientem in vitreo vase exhibere, qui scaturiginis altitudinem superet. ibid.
4. Fontis alicuius dimidiam aquam supra scaturiginem attractione attollere. 214
5. Fontis aliquam partem, ad quamcunque altitudinem attollere. ibid.
6. Duo vasa ita constituere, vt per attractionem tantumdem precisè vini, ex vno hauries, quantum aquæ in aliud infuderis ibid.
7. Fluxus liquidorum per attractionem impeditur. 215.
8. Fontis Heronis. Constructio. 216
9. Dimidiam fontis aquam supra scaturiginem attollere per vim Expulsiuam. ibid.
10. Salientem aliô modo exhibere. 217
11. Tertiam aquæ partem ad duplam altitudinem euehere expulsione. ibid.
12. Vasa concordia. ibid.
13. Duo vasa quorum vnum tantum vini profundet, quantùm aquæ in alterum infuderis. ibid.
14. Vas construere quod quamdiu infunderis aquam, illam excipit, semel desinens non amplius excipit. 218
15. Vas construere è quo vinum fluet per vnum canalem, si aquam infundamus cessabit influxus, & aqua per duos canales fluet, quâ cessante rursus fluet vinum ibid.
16. Vas construere in quo quantumlibet hauries, manebit tamen liquor in eadem altitudine. ibid.
17. Tertium Fontis partem ad altitudinem duplam, vtrâque vi expulsiuâ, & attractiuâ attollere. 219.
18. Fontem in quo auiculâ totam aquam sorbet vi expulsiuâ, & attractiua construere. ibid.
19. Vi rarefactiua ignis, salientem efformare. ibid.
20. Memnonis statua, aut auicula. 220
21. Fons perpetuus, rarefactionem, immò & motus perpetuus. 221
22. Thermometrum multiplex. ibid.
23. Tygrometrum multiplex. ibid.
24. Æolipilæ. 222
25. Fonticulus per compressionem aëris. ibid.
26. Nauicula seipsa mobilis 223
27. Sclopetum pneumaticum construere. ibid.
28. Alij fontes per compressionem aëris aut aquæ. ibid
29. Fonticulus per aëris dilatationem. 224
30. Clepsydram construere ibid.
31. Varia clepsydræ, & horologia hydraulica. ibid.
32. De arenariis 226
33. De tympano semel intra horam volubili. ibid.
34. Aquâ ventum producere 227
35. Situlæ automatæ dimidiam fontis aquam altiùs eleuantes. 228
36. Organa Pythaulica. 229
37. Auiculas tum cantum hydraulicè producere. ibid.
38. Rotæ situlis instructæ. 230
39. Catenæ situlis instructæ. ibid
40. Rota Bremensis. 231
41. Rota helicibus instructa. ibid.
42. Helix circa cylindrum. ibid.
43. Rosarium. 232
44 Varij modi situlis aquam attollendi. ibid.
45. De Cochleari. 233
46. De Anthliis ibid.
47. De machinis ad restinguenda incendia. 235
48. Salientem anthliis efficere ibid.
49. De Anthliis, follibus serris cæterisque quæ aquæ cursu agitantur. 236
50. Varia fontium ornamenta. ibid.


## TRACTATVS XVII.

# NAVIGATIO

### LIBER PRIMVS

### NOTIONES VNIVERSALES


PROP. I. Nauium mensura, & magnitudo. 242
2. Nauium proportio. 243
3. Remigatio. ibid.
4. De gubernaculo seu temone. 244
5. Velificatio. 245
6. An ventus posticus obliquo sit optabilior ibid
7. Quot venti obliqui sint vtiles. 246
8. De Anchoris 247
9. Fluvium sine vlla remigatione naui transmittere. ibid.
10. Aduersô fluviô sine velis, sine remis, sine vllâ animalium tractione nauigare ibid.
11. Ab vno fluvio in alium nauiculas traiicere. 249




Digitized by Google

# Librorum & Propositionum.

## NAVIGATIONIS.

### LIBER II.

### De Pixide Magneticâ, eiusque Vsu.


PROP. I. De plagis, & earum numero. 249
2. In singulis locis cognoscere plagas Septentrionem, Austrum, orientem, occidentem. 251
3. Compassum nauticum componere. 252
4. Vsus compassi nautici. ibid.
5. Alia instrumenta ad inueniendas plagas & eorum vsus 253
6. De magneticorum declinatione. 254
7. Principium vniuersale omnium instrumentorum quibus Syderum eleuationem obseruamus. 255.

*Instrumenta ad obseruandam, In mari Syderum eleuationem.* 255

8. De Astrolabio in gradus diuisô. ibid.
9. De quadrato in gradus diuiso. 256
10. De instrumento imitante formam litterae Tau. ibid
11. Quadrans circuli. 257
12. De errore ex horizonte proueniente. 259
13. De quandrante Anglico. ibid.
14. De quadrato. 261
15. De cruce Geometrica. ibid.
16. De dimidiata cruce Geometricâ. 262
17. Primus modus inuestigandi Magneticam declinationem. ibid.
18. Secundus modus inueniendi declinationem Magneticam 263
19. Tertius modus vnicâ obseruatione, Magnetis declinationem inueniendi ibid.
20. Quartus modus inueniendi declinationem Magnetis. 264
21. Quintus modus inueniendae declinationis Magneticae ope amplitudinum ortiuarum. ibid.
22. Declinationem magnetis per altitudinem Syderum meridianam. 269

Tabula amplitudinum Ortivarum. 265

23. Sextus modus inueniendae declinationis magneticae. ibid.
24 Cognitâ magnetis declinatione compassum nauticum corrigere. 270
25. De modo magnete vtendi, nulli declinationi obnoxio. ibid.
26. De inuentione magnetica pixidis. 271
27. Cur qui ad orientem mediterranei maris, nauigant, Ad dextram quartâ venti integrâ deflectere cogantur. ibid.




## NAVIGATIONIS.

### LIBER III.

### De Rhombis.


PROP. I. Quid sint Rhombi & quam lineam decurrat nauigium eidem rhombo insistens. 274
2. Navis vtens rhombis, Nord & Sud, meridianum percurrit. 275
3. Nauis sub aequinoctiali posita, & directa per Rhombum Lestis, aut Loüestis, aequinoctialem percurrit. ibid.
4. Navis sub parallelo quolibet posita, & directa per lineas Lestis, aut Loüestis, parallelum percurrit. ibid.
5. Nauis per eundem rhombum, exceptô meridianô, Rhombo orientali, & occidentali directa circulum non describit, sed aliam lineam, spiralem, quam deinceps Loxodromiam vocabimus. 276
6. Nulla loxodromia in polum se inducit. 277
7. Loxodromia secatur in partes aequales à parallelis aequaliter inter se distantibus. 278
8. Vt sinus totus ad sinum complementi inclinationis loxodromiae; ita loxodromiae quantitas in milliaribus, ad variationem latitudinis, in milliaribus seu minutis. 279
9. Vt secans anguli inclinationis loxodromiae, ad sinum totum; ita loxodromiae quantitas in milliaribus, ad variationem latitudinis in minutis. ibid.
10. Datâ variatione latitudinis, & angulô inclinationis scire iter confectum, aut conficiendum. ibid.
11. Datâ variatione latitudinis, & itinere confecto inuenire angulum inclinationis nauigij. 280
12. De variatione longitudinis, & inuentione cruris mecodynamici. ibid.
13. Inuenire variationem longitudinis ex angulo loxodromico, & quantitate loxodromiae. ibid.
14. Datâ variatione latitudinis, incipiendo à dato parallelo; & angulo loxodromiae, inuenire variationem longitudinis. 281
15. Datâ tam longitudine, quàm latitudine terminorum à quo, & ad quem; inuenire angulum loxodromiae, & itineris quantitatem. ibid.
16. Datô angulô inclinationis loxodromiae, differentiâ longitudinis, & latitudine vnius termini; variationem latitudinis. & quantitatem loxodromiae definire. ibid.
17. Tabularum constructio. 282

Tabula Loxodromica. 283
Tabula milliariorum Italicorum in gradibus parallelorum. 61. 291
18. Datis latitudinibus terminorum & Rhombo inuenire per tabulas quantitem itineris, & variationem longitudinis. 292
19. Data vtrâque latitudine, nempe termini à quo, & ad quem; cum differentia longitudinis, Rhombum & quantitatem itineris conficiendi per tabulas inuenire. ibid.




Digitized by Google

# Index Tractatuum


20. Datô Rhombô, & Itineris quantitate, cum latitudine termini à quo: per tabulas inuenire, locum ad quem peruenit nauis, nempe latitudinem eius, & longitudinis differentiam. ibid.
21. Datâ latitudine vtriusque termini, & quantitate itineris; Inuenire Rhombum, & differentiam longitudinis per tabulas. ibid.
22. Datâ vnius termini latitudine longitudinis differentiâ, & itineris quantitate, inuenire Rhombum, & alterius latitudinem per tabulas. 293
23. Datô Rhombô, differentiâ longitudinis, & latitudine vnius termini; alterius latitudinem & itineris quantitatem per tabulas inuenire. ibid.
24. Loxodromia ad sensum æqualis est hypothenusæ trianguli plani rectanguli, cuius vnum crus est æquale differentiæ latitudinum, aliud autem differentiæ longitudinum, sumptæ in parallelo medio ibid.
25. De Naui atione circulari per Trigonometriam peragenda. ibid.
26. Comparatio Nauigationis Loxodromicæ, cum nauigatione circulari. 294
27. Error ex loxodromia pro circulo positionis. assumpta. 295


# NAVIGATIONIS.

## LIBER IV.

## De mappis Hydrographicis.


PROP. I. Discrimen mapparum Hydrographicarum à Geographicis. 295
2. De globi materialis commodis, & incommodis. 296.
3. De Nauigatione circulari per mappas peragenda. ibid.
4. De mappis hydrographicis planis earumque erroribus. 297
5. De mappis per Rhombos & distantias compositis. 298.
6. De mappis reductis. 299
7. Vera & commoda mapparum reductio. 300
8. In mappis reductis Rhombi, per lineas rectas proprium, cum meridianis omnibus angulum comprehendentes, describuntur. 302
9. De scala distantiarum in mappis reductis. ibid.
10. Datis, latitudine vtriusque termini, & Rhombo inuenire per mappam reductam, quantitatem itineris, & variationem longitudinis, seu locum ad quem peruentum est. 303
11. Datâ vtrâque latitudine, & differentiâ longitudinis, Rhombum, & quantitatem itineris conficiendi per mappam reductam inuenire. ibid.
12. Datis terminis à quo, & ad quem, inuenire Rhombum per quem nauigandum est. ibid.
13. Datô Rhombô, & itineris quantitate & locô profectionis, aut saltem eius latitudine, locum ad quem peruenit nauis; per mappam reductam inuenire. 304
14. Datâ latitudine vtriusque termini, & quantitate itineris per vnicam loxodromiam confecti; inuenire Rhombum per mappam reductam. ibid.
15. Datâ, vnius termini latitudine, & longitudinis variatione, & quantitate itineris, inuenire Rhombum & latitudinem alterius termini per mappam reductam. 304
16. Datâ latitudine vnius termini, Rhombo, & differentia longitudinis, alterius termini latitudinem & itineris quantitatem, per tabulas reductas inuenire ibid.
17. Compositio quadrati reductionis. 305
18. Datâ longitudine & latitudine vtriusque termini; determinare Rhombum, & itineris quantitatim ope quadrati reductionis. ibid.
19. Datâ latitudine termini à quo Rhombô & quantitate itineris, latitudinem & longitudinem termini ad quem, seu differentiam latitudinis, & longitudinis inuenire. 306
20. Datâ latitudine vtriusque termini, & Rhombo; inuenire longitudinis differentiam, quantitatem & locum ad quem peruenit nauis. ibid.
21. Datâ differentiâ latitudinis, & itinere: inuenire Rhombum. ibid.
22. Datis latitudine vnius termini, cum variatione longitudinis, & itineris quantitate: inuenire alterius termini latitudinem, & Rhombum. Vel datâ latitudine alterutrius termini cum variatione longitudinis, & Rhombo inuenire reliqua. ibid.
23. Modus conficiendæ mappæ aut corrigendæ. 307


# NAVIGATIONIS.

## LIBER V.

## De bonâ itineris æstimatione.


PROP. I. Quid sit milliare. 308
2. Primus modus æstimandi itineris. 309.
3. Secunda methodus æstimandi itineris. ibid.
4. Anglica æstimandi itineris methodus. ibid.
5. Quartus modus æstimandi itineris. 310
6. Quintus modus æstimandi itineris. ibid.
7. Modus obseruanda altitudinis. 311
Tabula declinationis Eclyptica. 312
Tabulæ declinationum Solis. 315
8. Ex altitudine meridiana Solis quôlibet die inuenire altitudinem poli. 323
9. Ex altitudine meridiana Stellæ latitudinem loci inuenire. ibid.
10. Per stellam polarẽ, venari latitudinẽ regionis. ibid.
11. Inuenire latitudinem per amplitudines ortiuas. 324.
12. Latitudinem inuenire duplici altitudine meridianâ stellæ. 325
13. Datâ verâ lineâ meridianâ, declinatione syderis, ad primam altitudinem obseruatam latitudinem regionis inuenire. ibid.
14. Obseruare latitudinem, per occasum aut ortum duarum stellarum. ibid.
15. Latitudinem eruere ab occasu, aut ortu stellarum non simultaneo. 326
17. Cognoscendo tempus quod intercedit ad occasu stellæ, donec alia stella sit in meridiano, latitudinem regionis inuenire. 327


18. Obser

Digitized by Google

18. *Obseruare latitudinem per amplitudines ortiuas duarum stellarum.* ibid.
19. *Cognoscere latitudinem obseruando altitudinem, duarum stellarum.* ibid.
20. *Eleuationem poli inuenire per magnetem* 328.
21. *De correctione æstimationis in cursu simplici.* ibid.
22. *De correctione æstimationis; in cursu composito.* 329.
23. *Quanti momenti sit longitudo, è cœlo obseruanda.* 330.
24. *Primus modus obseruandæ longitudinis.* ibid.
25. *Secundus modus obseruandæ longitudinis.* ibid.
26. *Tertius modus obseruandæ longitudinis.* ibid.
27. *Verus modus inueniendæ longitudinis.* 331
28. *Alius modus inueniendæ longitudinis.* ibid.
29. *Aliquæ notæ circa horas ad inueniendam longitudinem* ibid.
30. *Data altitudine & declinatione syderis, & latitudine regionis, circulum horarium Trigonometricè concludere.* 332
31. *Verus modus vtendi pendulo ad longitudinem inueniendam.* ibid.

## NAVIGATIONIS.

### LIBER VI.

### Variæ obseruationes Nauigationi perutiles.

PROP I. *De notis diurnis.* 333
2. *De Diario.* 334
3. *Methodus describendi alicuius littoris.* ibid.
4. *Scenographia littorum, & montium.* 335
5. *De errore cursûs nauigij propter occultum maris fluxum* ibid.
6. *De fluxu Periodico.* 336
7. *De ventis periodicis.* 337
8. *De æstu maris.* 338
9. *Tempus aptum variis nauigationibus.* 340
10. *Signa mutationis temporis.* ibid.

# TRACTATVS XVIII.

# OPTICA.

## LIBER PRIMVS

### Suppositiones, de Visione in communi.

PROP I. *In oculi fundo obiectorum imagines depinguntur.* 344
2. *Imagines obiectorum depinguntur in retinâ inuerso situ* 346
3. *Rationem reddere cur ita compositus sit oculus.* 350.
4. *In qua parte oculi fiat visio.* 351
5. *Obiectum licet per plures radios in eadem parte retinæ collectos visum, vnicum apparet.* 353.
6. *Quæ sub maiori angulo videntur maiora apparent.* 357.
7. *Ad distinctam visionem requiritur, vt retina radios ab eadem parte obiecti prodeuntes, excipiat præcise in puncto concursûs.* 358
8. *Vt obiecta viciniora distinctè videantur, debet aut coarctari christallinus, fierique sectio minoris sphæræ, aut retina remoueri à cristallino.* ibid.
9. *Quomodo vnus oculus videat distantiam.* 359.
10. *Fabrica oculi materialis cui ea omnia accidant quæ naturali conueniunt.* ibid.
11. *Quid accidat in oculo nostro dum videmus obiecta.* 360.
12. *Presbytæ retinam nimis habent christallino propinquam, aut christallinum non satis conuexum.* 361
13. *Cur presbytæ melius obiecta paulò remotiora vident; quam valde propinqua.* ibid.
14. *Presbytæ maiori luce indigent, vt legant.* 362.
15. *Adhibitâ lente conuexa obiectum maius videtur, & confusius quô magis ab oculo hæc lens remouetur, in certâ distantiâ confusissimè; post quam rursus distinguitur, & apparet inuerso situ.* ibid.
16. *Si presbytæ obiectum minutum valde lucidum respiciant, videbunt illud rotundum cum aliquo capillitio radiorum quorum si intercipiantur sinistri, videbuntur occultari dextri.* 363.
17. *Ratio cur oculus seipsum non videat.* 364
18. *Quare non videmus defectus nostri christallini in quôcumque obiecto.* ibid.
19. *Quibus adempta est cataracta, vix habent christallinum conuexum.* 365
20. *Myopes, retinam à christallino nimis remotam habent, aut christallinum nimis conuexum.* ibid.
21. *Quare myopes meliùs obiecta viciniora videant; quam remota.* 366
22. *Myopes minori luce indigent vt legant.* 367.
23. *Quare myopes meliùs videant per exiguum foramen.* ibid.
24. *Adhibitâ lente concauâ obiecta minora apparent; & quô magis lens ab oculo remouetur eo minora apparent.* 368
25. *Myopes obiecta lucida à longè posita vident maiora rotunda, maculis infecta.* ibid.
26. *De capillitio stellarum.* 369



Digitized by Google

26. Melius & distinctius oculus videt per axem Opticum 370
27. Quem effectum producat in oculo lens polyedra, seu polygono plana. 971
29. Quem effectum in oculo producat tubus Opticus. 372.
30. De oculorum suffusionibus, muscis & aliis huiusmodi. ibid.
31. De radiis qua videntur ex facibus erumpere. 373.
32. Pupilla variatio. 374
33. Res quelibet per radios aliquos ante oculum decussatos videtur. ibid.
34. Obiectum vno oculo multiplicari potest. 375
35. Obiectum libere intuitu, & vno oculo multiplicari potest. 378
36. Obiecta minuta opaca, oculo nimis admota, diaphana & mutato situ & maxima apparent. ibid.
37. Obiecta alba dissita, maiora videntur, nigra videntur minora. 379
38. Cur duo oculi geminatum non videant obiectum 380
39. Axes Optici concurrunt in vnum idemque obiectum. 381
40. Duo oculi communiter melius vident, quam vnus tantum. 382
41. Duo obiecta simul non videntur distincte. 383
42 Caco visum tribuere. 384

# OPTICÆ.

## LIBER II.

## De Visione duorum oculorum:

PROP. I. EX inclinatione axium Opticorum vtriusque oculi; obiecti distincte visi; distantia aliquô modô dignosci potest. 366
2. Quo maior est obiecti distantia ab oculo, eo melius vi duplicis visionis, iudicium ferimus de illius distantia. 387
3. De obiecti oblique spectati distantia minus certum iudicium ferri potest, quam de distantia directe spectati 388
4. Corpus opacum axibus opticis comprehensum nullam partem obiecti omninò tegit, aliquam tamen nonnihil obscurat.
5. Si corpus opacum excedat axes opticos; Aliquid obiecti latebit, aliquid vnô tantum oculo videbitur, & aliquid ambobus. 389
6. Corpus opacum minus, quam sit interuallum axium opticorum, ita tegit obiectum, vt partes media, & extremæ obiecti, ab vtroque oculo spectentur, reliqua ab alterutro. ibid.
7. Si corpus opacum minus fuerit lineâ coniungente centra oculorum, quo proprius fuerit oculis, eò minorem partem obiecti teget: eò maiorem, quo ab oculis remouebitur. ibid.
7. Si corpus opacum maius fuerit oculorum distantia, quo proprius erit oculis; eo maiorem teget obiecti partem ibid.
8. Distantiam obiecti ab oculo, etiam vnus per vicina corpora cognoscit. 390
9. Ex nota rei magnitudine distantiam colligimus. & vicissim ibid.
10. Magnitudinum aqualium, & similiter oculo oppositarum qua minus distat maior apparet. ibid.
11. Magnitudines similiter oculo oppositæ & apparenter aquales, se habent vt distantiæ. 391
12. Eiusdem quantitatis partes aquales, & aqualiter à perpendiculari distantes aquales apparent; inaqualiter vero à perpendiculari distantes, inaquales; & qua magis distat minor apparet ibid.
13. Si aquales quantitates ex inequali distantia videantur, aliquando maior erit ratio, distantiæ maioris ad minorem, quam apparentis magnitudinis, quantitatis remotioris ad magnitudinem apparentem quantitatis vicinioris, aliquando eadem erit ratio. ibid.
14. Qua sub insensibili angulo videntur insensibilem habent apparenter magnitudinem. 392.
15. Qua in magna distantia distingui non possunt, in parua distinguuntur. 394
16. Quodcumque obiectum minutum à quôcumque oculô distingui non potest. 395
17. Oculi quorum christallinus, est minoris Sphæræ segmentum, obiecta minutiora melius distinguunt, quam alij. ibid.
18. Nullum obiectum tantùm est, vt in qualibet ab oculo distantia distingui possit. ibid.
19. Si oculus collocetur in linea per centrum circuli ducta, & ad eius planum recta, omnes diametri, & semidiametri illius circuli aquales apparebunt. 396
20. Si oculus distet à centro circuli distantiâ, qua sit aqualis semidiametro, omnes diametri aquales apparebunt. ibid.
21. Si linea ab oculo ad centrum circuli ducta cum duabus diametris aquales angulos faciat; illa apparebunt aquales, si inaquales angulos comprehendat, illa apparebit maior cum qua angulum rectum faciet, modo sit maior semidiametro circuli. ibid.
22. Si linea ab oculo ad centrum circuli oblique ducta, minor fuerit semidiametro eiusdem circuli, ea diameter ad quam perpendicularis fuerit minima apparebit, & in quam diametrum magis oblique incidet, ea maior videbitur. 397
23. Si spectata magnitudo ad planum circuli recta, moueatur supra eius circumferentiam, & oculus sit in centro circuli; semper aqualis apparebit spectata magnitudo. ibid.
24. Si magnitudo in centro circuli erecta sit perpendiculariter, & oculus moueatur in circumferentia circuli, magnitudo semper apparebit aqualis. 398
25. Si linea ad planum circuli fuerit obliqua; moueaturque in eius circumferentia semper ibi ipsi parallela, oculo in centro consistente; eò apparentiam maiorem habebit hac linea quò remouebitur magis à diametro cum qua minorem angulum facit. ibid.
26. Obiectum potest vicinius esse oculo, & aquale, immò minus apparere. 399
27. Immota magnitudo aqualis apparet, aliquando appropinquante ad eam oculô. ibid.
28. Ex eodem loco duæ magnitudines aquales inaquales apparent. ibid.

29. Inaquales

# Librorum & Propositionum.


29. *Inæquales magnitudines ex vno eodemque loco aliquando apparent æquales.* 400

30. *Si in intersectione diametrorum sit linea ad planum quadrati recta; & excitetur linea obliqua sed æqualis semidiametro æquales apparebunt diametri.* ibid.

31. *An apparentes magnitudines sint minores veris, hoc est an obiecta maiora sint, quam appareant.* ibid.

32. *De visione figura & consequentibus figuram.* 402.

33. *An oculus fallatur.* 403

33. *Æqualium interuallorum in eadem linea collocatorum, quæ ita dissita sunt vt de distantia iudicare non possimus, minora apparent.* 404.

34. *Spatia parallela coarctari videntur.* ibid.

35. *Si duo corpora in eadem fere linea oculo obiciantur, nullumque sit visibile corpus inter vtrumque interiectum, in distantia maiori, hæc corpora coniungi videntur.* 405

36. *Distantia ex obiectorum distinctione, & colorum vi percipitur.* 406

37. *Linea directe oculo obiecta, apparet punctum; superficies, vt linea; corpus aliquando vt superficies, oblique vero, vt linea, supercies, & corpus* 407

38. *Eadem quantitas oviiquidis visa in eadem tamen distantia; sed maiori quam sit ipsa quantitas minor apparet.* ibid.

39. *Figura multilatera in magna distantia apparent rotundæ.* ibid.

40. *Linea curua, in plano per oculum descripta. recta apparet, quando distantia distingui non potest.* 408

41. *Vnus oculus videt minùs quam dimidiam partem Sphæræ, & id quod videtur circulo comprehenditur.* ibid.

42. *Sphæra eminus spectata apparet circulus.* 409.

43. *Oculo ad sphæram accedente illius minor pars detegitur, qua tamen maior apparet.* ibid.

34. *Duo oculi immoti, ex sphæra cuius diameter æqualis sit distantiæ oculorum inter se, minus quam hemisphærium vident. Si tamen moueantur circa communem axem; hemisphærum totum successiue spectabunt.* 410

45. *Si oculorum distantia maior fuerit diametro circuli, ab vtroque oculo circa communem axem perpendiculariter moto plusquam hemisphærium videbitur.* ibid.

46. *Quæcumque videntur, in horopterem transferuntur.* 411

47. *Nullum obiectum in horoptere positum, geminum apparet.* 412

48. *Instrumentum conficere quô quæcumque de horoptere dicuntur, experiri possimus.* ibid.

49. *Obiectum extra horopterem positum, geminum apparet.* 413

50 *Duo obiecta vnum obiectum apparere possunt.* 413.

51. *Si obiecta extra horopterem assumpta, non sint in duobus radiis in horoptere concurrentibus; quodlibet duplicatum apparebit, & quatuor videbuntur.* ibid.

52. *Si obiectum fuerit in axe communi; loca illius visa in horoptere sumpta, æque distabunt ab obiecto clare viso: cum horo fuerit axis ad coniungentem obliquus, locus vnus magis distare videbitur ab obiecto principali, quam alius.* ibid.

53. *Si duo obiecta æqualiter ab horoptere dissita, geminata videantur; loca apparentia vtriusque æqualiter ab inuicem distabunt.* 414

54. *Obiecti inter horopterem & oculos positi, locus visus ab oculo dextro, est sinisterior, obiecti vltra horopterem positi locus visus sinisterior, respondet oculo sinistro.* ibid.

55. *Si duo obiecta in axe communi statuantur, & alternatim in ipsa axes defigantur; erunt loca apparentia vnius, æque distantia apparenter inter se ac loca apparentia alterius.* ibid.

56. *Obiecta extra planum axium Opticorum posita, habent apparentias etiam extra horopteris lineam positas, & illi parallelas.* ibid.

57. *Si axes Optici in nullo proposito obiecto conueniant; omnia geminari videntur.* 415

58. *Si alternatim claudantur oculi; & aperiantur quæcumque sunt in horopteris plano immota apparebunt; obiecta vero extra horopteris planum sita, apparenter mouebuntur.* 417

59. *Quomodo motus videatur.* ibid.

60. *Quæ velocissime mouentur, nisi sint valde lucida nullo modo videntur.* ibid.

61 *Quæ celerrimè feruntur si tamen videantur, totum per quod feruntur spatium complere videntur.* 418

62. *Nauigantibus nauis stare, & littora moueri videntur.* 420

63. *Si duo mobilia æqualiter moueantur; quod longius ab oculo distat minus moueri videbitur.* ibid.

64. *Quæ celerrimè mouentur, in maxima distantia quiescere videbuntur.* 421

65. *Inter ea quæ moueri videntur, ob aspicientis motum, propinqua magis moueri in contrarias partes videntur, quam remota.* ibid.

66. *Oculo moto, & aduertente ad suum motum. obiecta proxima immota videntur, & remota in easdem partes moueri.* ibid.

67. *Si corpus tenebrosum moueatur prope lucidum, lucido motus tribuetur.* 422

68. *Qui in orbem aliquandiu moti sunt, omnia in orbem moueri vident.* ibid.

69. *Tessellatas, imagines construere.* ibid.

70. *In plana superficie, imaginem diformem delineare, quæ ex certo & determinato loco, omnibus suis partibus absoluta videatur.* 424.

71. *In superficie conuexa globi imaginem deformatam delineare.* 425

72. *In superficie conuexa cylindri imaginem deformatam delineare.* ibid.

53. *In superficie conuexa coni, imaginem deformem delineare.* ibid.

74. *In pyramide quadrilatera, imaginem deformem delineare.* ibid.


OPTICÆ:

Digitized by Google

# Index Tractatuum

## OPTICÆ.

## LIBER III.

### De propagatione Luminis.


DIGRES. I. QVid sit Lumen. 426

2. An lumen medij aliud lumen producat. 430

3. Lumina in eodem subiecto à diuersis agentibus producta, nec se impediunt, nec se proprie iuuant ad aliquam actionem communem eliciendam. 432

4. De opaco, & diaphano. 433

5. Quid sint colores. 436

6. An præter lumen dentur alia colorum species impressæ. 437

7. Quam probabilitatem habeat ea sententia quæ visionem per extramissionem fieri asserit 442

PROP. I. Perpendiculares radij intensiùs, quam inclinati planum illuminant. 445

2. Sole minus eleuatô, terra minùs illuminatur. ibid.

3. Passum magis distans à lucido, minus illuminatur. ibid.

4. Lumen decrescit in proportione duplicata distantiarum a lumin so reciproce. 447

5. Si duo lucida, aut duo lucidi eiusdem puncta, æqualiter distent à duobus spatiis, lumina in illis producta se habebunt in duplicata ratione distantiarum reciproce. 448

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

7. Punctum spatij minus distans à lucido sibi propiori, quam aliud ab alio lucido æquali, magis illuminatur. ibid.

8. Si inæqualia sint luminaria minimum lumen infirmiori propinquius erit. 449

9. Sphæra actiuitatis decrescentiam numeris exhibere. ibid.

10. Si duo lucida in vnum coalescant, non agent ad distantiam duplo maiorem. ibid.

11. Aliquando quod à luminoso magis distabit, minus, aut æqualiter illuminabitur. 450

12. In lumine solari per exiguum foramen transmisso, se habent lumina post foramen producta, quo ad intensionem, in duplicata ratione distantiarum à foramine reciproce. 451

13. Si per foramen diuisibile transmittatur lumen solare, partes luminis circa axem à toto sole illuminatæ se habent quo ad intensionem in ratione duplicata distantiarum, non ab ipso foramine, sed ab ipso sole. 452

14. Explicatio virgarum in nubibus, si lumen solare per foramen traiiciatur, augebitur spatium illuminatum vndique per angulum 15. minutorum. ibid.

15. Si punctum solum radiet per foramen, figura lucis excepta plano parallelo feneſtra, figuram induet ipsius feneſtræ. 453

16. Si vnicum lucidi punctum immensè à foramine distans per illud radiet, excipiaturque continue radiatio duobus planis ad eam rectis, duæ figuræ similes & Physicè æquales generabuntur. ibid.

17. Quò radius solaris per foramen quodcumque transmissus in maiori à foramine distantia, plano ad ipsum recto excipietur; eò magis ad circulum accedet. 454

18. Si foramen aliquâ sui parte tegatur, non mutatur figura radij in maiori distantia excepti, sed minus lucidus erit, mutabitur figura in minori distantia. ibid.

19. Si corpus opacum inter foramen & solem opponatur; quod impediat aliquam tantum solis partem in totum foramen radiare; radius in conuenienti distantia exceptus, figuram partium radiantium imitabitur. 455

20. Pauciores sunt digiti in solis radio per foramen excepto, quam in cælo & macula minores apparent quam reuera sint. ibid.

21. Cur radius solaris per foramen transmissus videatur in loco vmbroso, alibi non videatur. 456.

22. Solis diametrum visibilem metiri radiô per foramen immissô. ibid.

22. Sphæra luminosa opaca æqualis: eius dimidiam partem illuminat. 457

23. Sphæra opaca minoris lucidâ, plusquam hemisphærium illuminatur; Pars vero lucida illuminans, minor est hemisphærio. ibid.

24. Sphæra luminosa maior, opaca minori propior, maiorem eius partem illuminat, quam si remotior esset. 458

25. Tot sunt vmbræ eiusdem corporis opaci quot lucida. ibid.

26. Vmbra corpori opaco propinquior, ex accidenti potest fieri obscurior, apparet tamen semper obscurior. 459

26. Linea oppositæ directe lucido indiuisibili vmbra est linea infinita, oblique erit superficies etiam infinita; superficiei directe oppositæ, vmbra est superficies item infinita oblique oppositæ est figura solida. ibid.

28. Vmbra totalis corporis Spharici æqualis lucido Spharico, non augetur. 460

29. Opaci Sphærici lucidô Sphærico maioris, vmbra totalis semper crescit, minoris semper minor euadit. ibid.

30. Vmbra totalis superficiei alicuius excepta plano ipsi parallelo, non est semper figura similis. 461


TRACTA

Digitized by Google

# Librorum & Propositionum.

# TRACTATVS XIX.

# PERSPECTIVA

## Seu de radio directo.

## LIBER PRIMVS

### Fundamenta perspectiuæ.

PROP. I. *Apparentia lineæ obiectiuæ æquidistantis tabellæ, est eidem lineæ parallela* 465.

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

3. *Si linea in parallelas incidens transuersis lineis, ab vno puncto vnius parallelorum ad diuisiones alterius ductis diuidatur: simili modò diuidetur, si duæ aliæ parallelæ per eius extremitates ductæ easdem habeant diuisiones* ibid.

4. *Si dentur duæ lineæ obiectiuæ, tabellæ æquidistantes & inter se parallelæ; habebunt apparentias inter se parallelas, aut eandem.* 466

5. *Si linea obiectiua, fuerit parallela, alteri lineæ in tabella ductæ, eius apparentia, eidem parallela erit.* ibid.

6. *Lineæ verticales obiectiuæ, habent apparentias in tabellâ verticales.* ibid.

7. *Linea obiectiua tabellæ æquidistans, & ad verticalem inclinata: habet apparentiam similiter ad verticalem inclinatam.* ibid.

8. *Quæcumque figuræ obiectiuæ, descriptæ in planis tabellæ parallelis, habent apparentias sibi similes.* 467

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

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

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

12. *Apparentia cuiuscumque lineæ obiectiuæ ad tabellam rectæ, transit per punctum visûs; seu per punctum principale.* 468

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

14. *Lineæ obiectiuæ horizontales inter se parallelæ, & non parallelæ tabellæ, habent apparentias concurrentes in eodē puncto lineæ horizōtalis.* ibid.

15. *Lineæ obiectiuæ non æquidistantes tabellæ & parallelæ inter se ductæ in plano ad tabellam rectō, habent apparentias concurrentes in aliquo puncto lineæ ductæ per punctum principale, & parallelæ communi sectioni plani, & tabellæ.* 469

16. *Circa omne planum obiectiuum ad tabellam rectum, eôdem modô operandum est ac circa horizontale.* ibid.

17. *Lineæ obiectiuæ perpendiculariter insistentes, plano obiectiuo, ad tabellam rectō, habebunt apparentias, perpendiculares ad communem sectionem plani & tabellæ.* ibid.

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

19. *Linea obiectiua perpendiculariter insistens plano ad tabellam inclinato, habet apparentiam concurrentem, cum perpendiculari ductâ à puncto principali ad communem tabellæ, & plani inclinati sectionem & in punctum illius in quod cadit linea per oculum ducta, & perpendicularis ad planum parallelum.* 470

20. *Ad diuisionem apparentiæ lineæ quæ pro obiectiua substituitur, eandem habeat habitudinem ad ipsam quam obiectiua* ibid.

21. *Linea ducta ad punctum distantiæ, abscindit in radio, apparentiam lineæ æqualis segmento lineæ terræ intercepto inter ipsum & radium.* 471

22. *Diuisiones vnius radij, per lineas parallelas lineæ terræ in alios transferuntur.* 472

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

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

## PERSPECTIVÆ.

## LIBER II.

### Ichnographia proiecta.

PROP. I. *Quadratum directe oppositum describere.* 473

2. *Quadratum ex angulo visum describere.* 474

3. *Quadratum directe visum delineare, diuidere, & sub diuidere in alia quadrata inscripta visa ex angulo.* ibid.



Digitized by Google

4. Circulum describere. 474
5. Triangulum distans à linea terra in tabella perspectiuè delineare. ibid.
6. Pentagoni apparentiam inuenire. 475
7. Eptagonum delineare. 476
8. Duplicem circulum concentricum describere. 477.
9. Pauimentum quadratorum oblique positorum. ibid.
10. Pauimentum ex quadratis directè positis cum limbo, & aliis quadratis oblique collocatis. 478.
11. Pauimentum quadratis oblique visis constans limbô quadratorum directorum interruptum describere. ibid.
12. Pauimentum exagonis constans. ibid.
13. Pauimentum quadratis directè positis constans. 479.
14. Pauimentum octogonis, & quadratis constans. ibid.
15. Hortum in areolas diuidere. ibid.
16. Geometricam templi ichnographiam in perspectiuam transmutare. ibid.
17. Ichnographiam quamcumque irregularem Geometricam perspectiuè delineare. 480
18. Cuiuscumque puncti horizontalis apparentiam in tabella inuenire. ibid.
19. Quadratum perspectiuè, sine vlla Geometrica descriptione describere. 481
20. Eadem profunditas exhibetur si 6 pedes, spectentur ex distantia 4 pedum, ac si duodecim pedes videantur ex distantia octo pedum. ibid.
21. Dimidius radius est apparentia lineæ æqualis, distantiæ, oculi à tabella. 482
22. Diagonales ducere sine punctis distantiæ. ibid.
23. Praxes omnes supra tradita, valent in omni plano horizontali. 483
24. Omnes praxes supra tradita pro planis horizontalibus, vim suam obtinent in planis verticalibus ad tabellam rectis excepto primario. 484.
25. Praxes omnes huius libri vim suam obtinent in omni plano, ad tabellam recto, etiam ad horizontem inclinato. ibid.

# PERSPECTIVÆ.

## LIBER III.

## Scenographia.

PROP. I. Linea omnis parallela lineæ terræ & radiis diuisa in partes æquales, est mensura, omnium altitudinum in eâ erigendarum; immò & omnium linearum in planô verticali per eam ductô existentium. 485
2. Duæ lineæ in eodem puncto horizontalis lineæ concurrentes, in verticalibus, abscindunt apparentias linearum æqualium. 485
3. Cubum perspectiuè delineare. ibid.
4. Corpus exagonum delineare. 487
5. Paraſtades directè oculo oppositas, perspectiuè delineare. ibid.
6. Paraſtades oblique visas delineare. 488
7. Crucem duplicem delineare. ibid.
8. Multa parallelepipeda directè visa delineare. 489.
9. Parallelepipeda quomodocumque obliquè visa delineare. ibid.
10. Ianuas & fenestras in ædibus apte collocare. 490.
11. Plurimos arcus in planis tabellæ parallelis delineare. 491
12. Fornices in plano ad tabellam recto delineare. ibid.
13. Decussatum fornicem delineare. 492
14. Fornicem polygonum delineare. ibid.
15. Cubiculum cum caminis delineare. ibid.
16. De gradibus & scalis. 493
17. Alterius generis gradus. ibid.
18. Gradus rotundos delineare. 494
19. De Aperturis portarum, fenestrarum, Abacorum, & arcarum. ibid.
20. De mensarum, & sedilium descriptione caterorumque mobilium. 495
21. Tectorum delineatio. ibid.
22. De hortorum ambulacris. 496
23. Altitudo figurarum. ibid.
24. Corporis solidi apparentiam sint vlla Ichnographia delineare. 497
25. Corpora extantia, seu ante tabellam posita delineare. 498
26. Apparentiam cuiuscumque puncti assignare. ibid.

# PERSPECTIVÆ.

## LIBER IV.

## De Punctis accidentalibus, & corporum quomodocúmque inclinatorum apparentiis.

PROP. I. Linea cuiuscumque obiectiua in plano horizontali ducta, apparentiam inuenire. 499
2. In puncto data apparentia, linea horizontalis obiectiua, apparentiam cuiuslibet anguli inuenire. ibid.
3. Ichnographiæ Geometricæ apparentiam inuenire per puncta accidentalia. 500
4. Apparentiam cuiuslibet lineæ horizontalis diuidere. ibid.
5. Apparentiam corporis quomodolibet declinantis inuenire. 501
6. De Inclinatione tabellæ parallelæ. ibid.
7. Inclinare prisma, insistens angulô, inclinatione tabellæ parallelâ. 502
8. Fulcra corporum inclinatorum inclinatione parallela tabellæ, inuenire. ibid.
9. De planis ad horizontem iuclinatis, & ad tabellam rectis. ibid.
10. De inclinatione ad tabellam recta. 503
11. Omnes apparentias inuenire quoties tabella est inclinata. 504
12. Praxis superioris doctrina. 505
13. De Plano magis eleuato quam horizontale planum in quamcúmque partem voluerimus. 506
14. Praxis precedentis propositionis. 507
15. Datâ apparentiâ lineæ quomodolibet inclinatæ, & eius puncto accidentali, assignare apparentias omnium linearum, angulum rectum componentium, cum ea & earum puncta accidentalia. ibid.

16. Datis

Digitized by Google

16 *Datis punctis accidentalibus ductum linearum, angulum rectum comprehendentium; inuenire punctum accidentale, tertiæ lineæ cum vtrâque angulum rectum comprehendentis. seu qua sit recta ad planum per eas ductum.* 508.
17. *Nulla apparentia lineæ quantumlibet productæ, peruenire potest ad punctum suum accidentale, licet magis ac magis ad illud possit accedere.* 509.
18. *Quid sit Ichnographia, solidi inclinati, quid Orthographia.* ibid.
19. *Parallelepipedi declinantis gradibus 30. & inclinati gradibus 50. apparentiam delineare.* ibid.
20. *Prismatis declinantis & inclinati item horizontem in angulo tangentis, apparentiam delineare* 511
21. *Prismatis exagoni declinantis, & inclinati innixi alteri prismati hexagono, apparentiam inuenire.* ibid.
22. *Pyramidis quadrangularis inclinatæ declinantis, cubo innixæ, apparentiam inuenire.* 512
23. *De Corporibus in aere suspensis.* 513
24. *De suspensionis puncto.* ibid.

## PERSPECTIVÆ.

### LIBER V.

### De Laquearibus & fornicibus.

PROP. I. *INtabulato horizontali quadratum parastadibus item quadratis instructum delineare.* 515
2. *Circularis specula parastadibus quadratis, aut columnis ornata, apparentiam in superiori contignatione delineare.* 516
3. *Coronidibus huiusmodi speculas ornare.* ibid.
4. *Aperturam contignationis quadratam coronide, parastadibus, & mutulis ornare.* 517
5. *Speculam seu aperturam in contignatione, quadratam, polygonam, aut circularem delineare, cum punctum principale non est eius centrum.* ibid.
6. *Principium vniuersale ad delineandas quascúmque apparentias in contignationibus.* 518
7. *Omnem picturam verticalem, in horizontalem mutare.* ibid.
8. *De fornicibus & planis irregularibus.* 519
9. *De Perspectiuis, in planis horizontalibus superiori loco spectatis.* 520
10. *De correctione adium.* 521
11. *De correctione aulæ, quæ quinque habet latera.* ibid.
12. *De Correctione adium, in quibus inuenitur murus ad horizontem inclinatus.* 522
13. *De correctione contignationum nimis humilium* ibid.
14. *De Correctione contignationum inclinatarum.* ibid
15. *Aulam & porticum maiorem reddere.* 523
16. *Ædificium integrum ita delineare, vt omnes eius partes etiam interiores appareant.* ibid.

## PERSPECTIVÆ.

### LIBER VI.

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

PROP. I. *SCenarum dispositio.* 524
2. *De Puncto principali tabellarum separatarum.* 525
3. *De Scenarum mutatione.* ibid.
4. *De Reflexione.* ibid.
5. *Datâ luminosi, & corporis opaci apparentia, inuenire in quolibet plano, vmbræ apparentiam.* 526
6. *Apparentias vmbrarum solarium exhibere.* ibid
7. *Parallelogrammi delineatorij constructio.* 528
8. *Partium parallelogrammi delineatorij varij motus.* 529
9. *Dispositio centri immobilis, graphij, & Indicis peruersa.* ibid.
10. *Si centrum, graphium, & index, secundum eandem rectam lineam semel constituantur, in parallelogrammo delineatorio; semper in directum iacebunt, distantiaque nouæ, prioribus proportionales erunt.* 530
11. *Index & graphium paralelogrammi delineatorij, in directum cum centro immobili iacentia, figuras similes describunt.* 531
12. *Varij vsus parallelogrammi delineatorij.* ibid.



Digitized by Google

# Index Tractatuum

# TRACTATVS XX.

# CATOPTRICA

## Seu de radio Reflexo.

### LIBER PRIMVS

#### de Sepeculis planis. 537


PROP. I. Specula ab omni puncto reflectunt, à qualibet obiecti, aut lucidi parte emissos radios. 540

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

3. *Linea diuidens bifariam angulum quem comprehendunt radij incidens, & reflexus, perpendicularis est ad superficiem speculi.* 541.

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

5. *Radij ab eadem obiecti, aut lucidi parte emissi, non reflectuntur ad idem punctum, à diuersa speculi plani parte.* ibid.

7. *In speculo plano idem accidit quod in foramine, ita vt in magna distantia a speculo, radius solaris remissus sit rotundus, & amplietur.* 542.

8. *In speculis obiectum videtur in concursu radij reflexi cum catheto incidentiæ.* ibid.

9. *In speculis planis, locus in quo videtur obiectum, tantùm immersus est intra profunditatem speculi, quantùm obiectum exta: supra superficiem speculi.* 543

10. *Dato loco obiecti, & oculo, assignare punctum reflexionis.* ibid.

11. *In speculis planis catheti incidentiæ, & reflexionis radius incidentiæ, & reflexionis item distantiæ cathetorum à puncto reflexionis sunt proportionales.* ibid.

12. *Distantia imaginis ab oculo, componitur ex radiis incidentiæ, & reflexionis.* 544

13. *In sepeculis planis horizontalibus, altitudines verticales euersæ apparent.* ibid.

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

15. *Magnitudines realiter ad speculum inclinatæ, reflexe spectatæ, ad idem speculum inclinatæ apparent.* ibid.

16. *Eamdem omnino obiectum habet magnitudinem apparentem & partium dispositionem dum reflexè spectatur, ac si directe spectaretur ex puncto catheti reflexionis æque distante à speculo ac oculus; nisi quod dextra in ordine ad respicientem sint sinistra.* 546

17. *Obiectum eôdem modô radiat reflexè, ac directè radiaret, si mutaret locum cum sua imagine.* ibid.

18. *Si speculi plani inclinatio varietur vno gradu; radius reflexus, eiusdem & immoti radij incidentis, duobus gradibus mutabitur.* 547

19. *Moto in orbem speculo; apparenter mouetur obiectum, in orbem; illiusque motus duplus est motus speculi* 548

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

21. *Quoties obiectum per plures reflexiones videtur; eius distantia ab oculo, æqualis est omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis simul sumptis* ibid.

22. *Specula ita disponere, vt imago sublimis, & volans videatur.* 549

23. *Vno speculô multiplicari potest obiectum.* ibid.

24. *In speculis vitreis, solis radius duplicatur.* 550.

25. *In speculo fracto obiectum aliquando multiplicatur, aliquando verò non.* 551

26. *In speculis planis secundum conuexitatem dispositis, respectu oculi, non videtur obiectum nisi semel.* ibid.

27. *In speculis planis secundùm concauitatem dispositis; respectu oculi, potest multiplicari obiectum pro numero speculorum.* 552

28. *In eodem speculo plano, potest idem obiectum videri pluries.* ibid.

29. *Duobus speculis, obiectum quinquies, aut sexies multiplicare.* ibid.

30. *Duobus speculis obiectum infinities multiplicare.* 553

31. *In reflexionibus planorum speculorum imparibus dextra apparent sinistra, & in numero paribus, dextra apparent dextra.* 554

32. *Specula ita disponere, vt iis simul motis eiusdem obiecti imago vna accedat, alia recedat.* 555. ibid.

33. *Variæ deformationes.* ibid.

34. *Obiectorum species per foramen emissas in cubiculum clausum speculô planô erigere.* 556.


### CATOPTRICÆ:

### LIBER II.

#### De Speculis conuexis.


PROP. I. Linea ducta à centro speculi, per punctum reflexionis, diuidit bifariàm angulum comprehensum à radiis incidentia, & reflexionis. 559


2. Solis

2. Solus Cathetus incidentiæ in seipsum reflectitur. ibid.
3. Punctum reflexionis in speculis Sphæricis est inter cathetos incidentiæ, & reflexionis. 560.
4. Radius reflexus in conuexis Sphæricis cum cathetο incidentiæ concurrit, & vicissim radius incidentiæ cum cathetο reflexionis. ibid.
5. Radius incidentiæ, cum cathetο reflexionis, & radius reflexionis cum cathetο incidentiæ concurrunt infra tangentem ductam per punctum reflexionis, & supra centrum. ibid.
6. Ab eodem obiecti puncto ad eundem oculum, ab vnico tantum speculi Sphærici conuexi puncto fieri potest reflexio. 561
7. Radij reflexi in speculis conuexis, magis dispergũtur, quam in speculis planis ibid.
8. Speculô Sphæricô conuexô defectum myopum corrigere. 562
9. Speculum conuexum minoris Sphæræ segmentum, magis dispergit radios reflexos, quàm speculum quod est maioris sphæræ segmentum. ibid
10. Quô speculum conuexum propiùs oculo admobitur, eò tardius radij ad idem obiectum pertinentes post cæteri allinum vnientur 563
11. Si obiectum, & oculus æqualiter a speculô distent: punctum reflexionis æqualiter distat ab vtrâque cathetο. ibid.
12. Eadem est ratio totius cathetι incidentiæ ad lineam interceptam, inter centrum speculi, & concursum radij reflexionis, cum cathetο incidentiæ. ibid.
13. Locus imaginis in speculis Sphæricis conuexis. 564.
14. Maior est distantia imaginis à centro; quàm à puncto reflexionis. 566
15. Maior est distantia obiecti ad speculum conuexum, quam imaginis ad idem speculum. ibid.
16. Distantia imaginis à centro maior est dimidiâ parte semidiametri. ibid.
17. Puncti remotioris a speculo in eadem cathetο incidentiæ assumpti imago vicinior est centro, quam puncti minùs remoti. 567
18. Locus imaginis aliquando intra speculum, aliquando in superficie speculi, & aliquando extra speculum apparet. ibid.
19. In speculis conuexis, imagines obiectorum ipsis obiectis minores apparent. ibid.
20. In minori speculo conuexo, imagines apparent minores, quàm in maiori. 569
21. Oculô immotô si obiectum ad speculum accedat; maior illius apparebit imago. ibid.
22. Oculo ad speculum conuexum accedente imagines minus distant à superficie speculi; & maiores apparent. ibid.
23. In speculis conuexis dextra apparent sinistra. 570.
24 Obiecta æqualiter à centro speculi, & ab oculo distantia, habent imagines, æqualiter à centro speculi distantes. ibid.
25. Obiectorum æqualiter à speculo conuexo distantium, imago vicinioris oculo, vicinior est centro speculi. ibid.
26. Circulus speculo concentricus ita spectatus, vt linea ducta ab oculo ad centrum speculi sit ad illius planum recta, apparet vt circulus etiam concentricus. 571
27. Linea per centrum circuli, transeuntis imago est linea recta ibid.
28. Circulus speculo concentricus; ita spectatus vt linea ab oculo, ad eius centrum ducta, obliquè incidat in eius planum; circularem habet imaginem, sed excentricam. ibid.
29. Circulus in cuius plano centrum speculi, & minus conuexus, quam circulus concentricus habet imaginem conuexam 572
30. Omnis linea speculum non secantis imago, est conuexa. ibid.
31. Omnis circulus cuius conuexitas speculum respicit, imaginem habet conuexam. ibid.
32. Imago circuli in cuius plano centrum speculi conuexa non existit, curuilinea est. ibid.
33. Linea speculum secans, aliquando vt punctum, aliquando vt recta linea, vel vt tantisper à recta deflectens apparet. ibid.
34. Idem obiectum per multiplicem reflectionem in speculis conuexis factam, videri potest. 573.

---

De speculis conuexis cylindricis, & conicis. 573

35. Vnius obiecti, ad eundem oculum, in cylindricis conuexis; vnicum est punctum reflexionis. 574.
36. Linea obiectiua, axi parallela, habet omnia puncta reflexionis quibus ad eundem oculum reflectitur in eadem linea speculi cylindrici, axi parallela 575
37. Linea in plano basis cylindrici ducta: & cum ea angulum æqualiter comprehendens, illi quem recta à puncto perpendiculariter respondente ipsi oculo ad eam ducta cum eadem basi comprehendit, ita ad oculum reflectitur vt eius puncta reflectionis sint in linea axi parallela ibid.
38. Si cuiuslibet linea 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. 576
39. De loco imaginis in speculis cylindricis conuexis. ibid.
40. Imaginem deformem delineare, quæ in speculo cylindrico conuexo, conformis prototypo appareat. 577
41. Si oculus altior fiat locô destinatô, crescent imagines in longitudinem, si depressior fiat, decrescent. 578
42. Imaginem deformatam in plano verticali delineare quæ in speculo cylindrico conuexo spectata perfecta appareat. ibid.
43. Omnis linea concurrens, cum vertice coni & cum axe comprehendens angulum acutum, habet puncta reflexionis, in eadem lineâ longitudinis. 578
44. Deformatam imaginem in plano horizontali describere, quæ ab oculo in axe coni producta



Digitized by Google

ducto ; existente reflexe perfecta videatur. 580.

## CATOPTRICÆ.

### Liber III.

Prop. 1. Linea à centro speculi concaui Sphæricis ad punctum reflexionis ducta, angulum comprehensum à radiis incidentia, & reflexionis bifariam diuidit. ibid.
2. In sphæricis concauis, solus cathetus incidentiæ per centrum transiens, in seipsum reflectitur. ibid.
3. In speculis sphæricis concauis, punctum reflexionis est inter catheros incidentiæ, & reflexionis. 581.
4. In speculis concauis, radij reflexi minus dispergiuntur quam in planis. ibid.
5. Speculo concauo defectus Presbytum corrigitur. ibid.
6. Speculum concauum, minoris Sphæræ segmentum, magis reflexos, vnit radios, quam speculum quod est maioris sphæræ segmentum. 582
7. Quò speculum concauum propiùs oculo admouebitur, eò tardius radij ad idem obiectum pertinentes, post cristallinum vnientur. ibid.
8. Radij insidentes, paralleli diametro speculi Sphærici concaui, reflexi vniuntur cum eâdem diametro, ante quartam eius partem à superficie speculi. 583.
9. Determinare puncta concursûs radiorum reflexorum cum diametro secundum variam inclinationem. ibid.
10. Radij solares speculô concauô collecti, ignem generare possunt. ibid.
11. Specula quæ sunt minoris Sphæræ segmenta, aptiora sunt ad comburendum, quam quæ maioris. 584
12. Non potest fieri speculum concauum, combustiuum ad quamcumque distantiam. 585
13. Commentum est quod de Archimedis, & Procli speculo concauo narratur. ibid.
14. Speculum Sphæricum concauum, lucidi in quarta parte diametri existentis radios remittit parallelos. ibid.
15. Specula concaua minoris sphæræ segmenta, aptiora sunt ad reflectendum lumen per lineas parallelas. 586
16. Flammam candelæ in puncto foci, alicuius speculi immotam detinere. ibid.
17. Lucidum vicinius speculo concauo, quam punctum foci, radiat reflexe, per lineas diuergentes. 587
18. Lucidum existens inter centrum speculi, & punctum foci, radiat reflexe per lineas concurrentes cum axe vltra centrum, & vicissim. ibid.
19. Lucidum in centro speculi concaui Sphærici positum, in seipsum tantum reflexe radiat. 588.
20. Modus describendi lineam parabolicam. ibid.
21. Parabola vnit radios omnes axi parallelos in puncto foci. 589
22. Diuersa methodi, ad descriptionem parabolæ. 590.
23. Annulum causticum componere. 591
24. Linea victoria infinita. ibid.
25. Descriptio Ellypsis. 592
26. Ad maximam distantiam characteres legendos exhibere. ibid.
27. Lucidi in vno Ellypsis foco positi radij, in alio foco colliguntur. 593
28. Alij modi describendi Ellypsin. ibid.
29. Data Ellypsi, inuenire duo puncta focorum. 594.
30. In quocùmque loco oculus positus sit, seipsum videt in speculô Sphærico concauo tantum per diametrum ibid.
31. Obiecti extra speculum positi, & magis distantis à diametro quam oculus, punctum reflexionis, non est in ea parte speculi in qua oculus, & obiectum versantur. 595
32. Obiectum inter centrum, & peripheriam speculi concaui positum, aliquando per plures lineas reflexionis ab eodem oculo videtur. ibid.
33. Obiectum in superficie speculi concaui positum, videri potest ab eodem oculo per plures radios reflexos. ibid.
34. Locus imaginis in speculis concauis in genere. 596.
35. In speculis concauis, communiter locus imaginis est in catheto incidentiæ, seu in communi concursu catheti incidentiæ & linea reflexionis. ibid.
36. Obiectum vicinius speculo concauo, quartâ parte diametri, habet imaginem vltra speculum. 597
37. Cùm imago est extra speculum, maior est distantia imaginis à speculo, quam obiecti ab eodem speculo. ibid.
38. Obiectum vicinius speculo, imaginem vltra speculum apparentem, viciniorem habet. ibid.
39. Obiectum cuius imago vltra speculum est quò magis à speculo remouebitur; eò maius apparebit; modò sit intra speculum, & centrum. ibid.
40. Obiecti cuius imago vltra speculum apparet, & positi inter centrum, & speculum partes dextra sinistra apparent. 598
41. Obiecti in puncto foci positi imago est confusa, vixque vllus assignari potest illius locus. ibid.
42. Obiecti inter focum, & centrum speculi positi, sicut & in centro existentis, imago est confusa, respectu oculi ante concursum radiorum positi. ibid.
43. Obiecti inter focum & centrum positi, imago est ante speculum, magis distans à speculo quam centrum. 599
44. Quò obiectum inter centrum, & focum positum, erit vicinius foco; eò imago erit remotior à speculo. ibid.
45. Obiectum totale inter focum, & centrum positum, habet imaginem ante speculi centrum apparentem, euersam quo ad situm ibid.
46. Obiectum magis distans à superficie concaua, quam centrum speculi, imaginem habet inter centrum & focum respectu oculi magis distantis à speculo, quam imago. ibid.
47. Obiectum totale remotius à speculo, quàm eius centrum, habet imaginem quo ad situm euersam

Digitized by Google

*sam respectu oculi magis distantis à speculo, quàm imago ab eodem distet.* 600.

48. *Obiectum totale magis remotum à centro specui, quam punctum foci, habet imaginem se minorem.* ibid.

49. *Obiectorum imagines per reflexionem ad speculum concauum, in charta distinctissime depinguntur, in loco præcipue obscuro.* ibid.

50. *Duobus speculis concauis, obiectorum imagines erigere.* 601

51. *Imagines obiectorum in cubiculo clauso, inuerso situ exhibitas speculô concauô erigere.* ibid.

52. *Presbyta uti non potest speculo concauô, nisi ad distinguenda obiecta, quæ sunt circa focum.* 602.

53. *Speculum concauum, Sphæræ minimæ segmentum, res paruas amplificat, seu microscopium est.* ibid.

54. *Telescopium ex duobus speculis concauis componere, quô obiectum inuersum videbitur.* ibid.

55. *Oculus inter focum, & speculum concauum positus, obiecta remota videt erecto situ.* 603.

54. *Telescopium ex speculis concauô, & conuexo componere, in quo obiecta videantur erectô situ.* ibid.


## DE CONCAVIS CYLINdricis, & conicis


56. *Oculo existente in superficie, aut intra superficiem speculi cylindrici, aut conici à quolibet puncto speculi potest fieri aliqua reflexio.* 604

57. *Oculo existente extra speculum concauum cylindricum; potest fieri reflexio ad illum à plusquam dimidiâ parte superficiei.* ibid.

58. *Si linea parallela axi, sit communis sectio plani reflexionis, & superficiei concauæ cylindri, aut coni, ab vno puncto obiecti, vnicus tantum radius reflexus ad oculum perueniet.* ibid.

59. *Si communis sectio plani reflexionis, & superficiei conicæ, aut cylindricæ concauæ sit circulus, aut alia figura curua; ab eodem obiecto, ad oculum plures radij reflexi peruenire possunt.* ibid.

60. *Si speculum cylindricum concauum, ita soli opponatur, vt radius solaris sit ad axem rectus, omnes radij colligentur in linea axi parallela, & ab ea distante quarta parte diametri.* 605

61. *Si conus ita soli opponatur, vt radius solaris cum axe coincidat; omnes radij solares in axe vnientur.* ibid.

62. *Si obiectum sit in axe cylindri, videbitur ab oculo in altiori loco posito in alio puncto eiusdem axis.* ibid.

63. *De reflexionibus in corporibus scabris.* 606.

64. *Lunare corpus politum non est; sed scabrum.* ibid.

65. *An in reflexionibus corporum non læuium proportio decrescentis luminis sit in duplicata ratione distantiarum luminosi, an verò corporis reflectentis.* ibid.


# TRACTATVS XXI.

# DIOPTRICA

## Seu de radio refracto.

## LIBER PRIMVS

### De Refractione & specillis separatis.


DIGRESSIO. *De causis physicis refractionis.* 609.

SUPPOSITIO I. *Superficies refractionis est ad superficiem communem vtriusque diaphani recta.* 615

PRO. I. *Si duo radij diuersimodè inclinati in iisdem diaphanis refringantur; erit eadem ratio sinûs anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, in vtraque refractione.* 616.

2. *Proportionem sinus anguli inclinationi, ad sinum anguli refracti, organice ostendere; in refractionibus ab aëre in quam factis.* 618.

3. *Refractiones ab aëre in vitrum metiri.* 621.

4. *Quotiescumque refractio fit per duos radios in duobus diaphanis existentes, reciprocè fit per eosdem.* 622

5. *Nullus est angulus inclinationis, in raro cui in denso non correspondeat angulus refractus; est tamen aliquis angulus inclinationis in denso, cui in raro nullus respondet angulus refractus.* ibid.

6. *Quenam, si vera proportio inter sinum anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, in refractione facta ab aëre, in aquam.* 623.

7. *Refractio nec vinida est, nec ordinata nisi superficies*


Digitized by Google

perficies communis diaphanorum sit polita. 624.

8. Radij a diuersis lucidi punctis prodeuntes, & in idem secundi diaphani punctum incidentes, se intersecant. ibid.

9. Radij paralleli axi sphæræ densioris in eius superficiem incidentes, cum axe concurrunt vltra centrum. ibid.

10. Radius ex medio densiori sphærico erumpens, in medium rarius, & incidens in concauam eius superficiem; concurrit cum axe cui parallelus est. 625

11. Cum Radius in diaphanum sphæricum incidit, & cum axe concurrit; Est vt sinus anguli refractionis, ad sinum anguli inclinationis; ita sinus totus ad radium refractum, sumptum vsque ad concursum cum diametro. ibid.

12. In quo sphærici diaphani puncto, radij paralleli vniantur, & an in eodem examinare. ibid.

13. Si vsque ad 20. graduum inclinationis, in ingressu ab aëre in vitrum, refractionis angulus, sit tertia pars inclinationis; in egressu à vitro in aërem, angulus refractionis, erit media pars inclinationis. 626

14. In semilentibus, seu vitris conuexo planis, Radij axi paralleli cum axe concurrent, in extremitate diametri sua conuexitatis, quomodocumque obvertantur. 627

15. Sphæra integra soli exposita, radios vnit ad distantiam quartæ partis diametri proximè. 628.

17. Tabulam refractionum ab aëre in vitrum, & vicissim a vitro in aërem pro singulis gradibus inclinationis construere. ibid.

17. Lente plano conuexa soli exposita ignem possibile est generari. 629

18. Si flamma sit in axe lentis plano conuexa, & ab ea distet tota diametro, radij remittentur paralleli. ibid.

19. In lente plano conuexa, si lucidum in axe positum minus distet ab ea quam totâ diametro radij in lentem incidentes, post refractionem diuergent, minus tamen quam lente sublata. ibid.

20. Si lucidum magis distet à semilente, quam diametro sphæræ cuius ipsa est segmentum, radij omnes incidentes in eodem physice puncto concurrent. 630

21. Sphæra vitrea, obiecta dissita alterno situ depingit, ad distantiam quartæ partis diametri. ibid.

21. Lens vtrinque similiter conuexa radios axi parallelos vnit, circa centrum sua conuexitatis. 631.

22. Lens plano conuexa minor, æquinalet lenti conuexo-conuexa duplo maiori. ibid.

22. Lentis conuexo conuexæ inæqualium sphærarum focum determinare. 632

24. Vt aggregatum radiorum conuexitatum, ad radium conuexitatis obuersæ ad parallelos, ita diameter reliqua, ad distantiam foci. ibid.

25. Lens conuexo concava, cuius concauitatis, diameter, tripla est diametri conuexitatis, vnit radios, parallelos ad distantiam sesquidiametri conuexitatis. 633

26. Datâ quâcumque lentis conuexitate, inuenire concauitatem quæ illi addita ex alia parte radios parallelos ad quamcumque distantiam vniat. ibid.

27. In menisci si radius concauitatis æqualis fuerit radio conuexitatis; radius per secundam refractionem restituitur parallelus, si minor radius sit diuergens. 634

28. Si menisci cuius concauitatis radius triplus est radij conuexitatis, concauitatem obuertat ad parallelos, distantia foci erit æqualis radio concauitatis. 635

29. In menisci quibuscumque ita est differentia inter radios conuexitatis & concauitatis, ad radium conuexitatis vt diameter concauitatis ad distantiam foci. ibid.

30. In menisci si semidiameter concaui, ad parallelos obuersi, fuerit triens semidiametri conuexi focus virtualis erit in centro conuexi. 636.

31. In specillis plano concauis, focus virtualis est ni distantia diametri concauitatis. 637

32. In specillis concauo concauis æqualium concauitatum, radij paralleli habent focum virtualem ad distantiam semidiametri. 638

33. Specilli sphærici vtrinque quomodocumque concaui focum virtualem reperire. ibid.

34. Vt aggregatum semidiametrorum concauitatum in specillis concauo concauis, ad semidiametrum cauitatis obuersæ ad parallelos, ita diameter integra reliqua, ad distantiam foci virtualis à lente. 639

35. Ellypsin describere, quæ radios omnes axi parallelos in eodem præcisè puncto, vniat vi refractionis. ibid.

36. Varias lunulas siue menisci Ellypticas describere, quibus radij paralleli, in vnum punctum coeant aut vicissim. 640

37. Describere lentem Elliptico-concauam quæ radios parallelos remittat, diuergentes quasi ab eodem puncto procederent. 641

38. Descriptio hyperbolæ. ibid.

39. In hyperbola definire tangentem, & alias proprietates. 642

40. Hyperbolam describere in quam radij incidentes, paralleli axi, concurrant in puncto foci contrapositæ hyperbolæ. ibid.

41. Lens conuexo plana hyperbolica, radios omnes parallelos axi in vnum præcisè punctum cogit & vicissim. 643

42. Myoptrum hyperbolicum radios axi parallelos ita disgregat; ac si ex puncto comparationis contrapositæ hyperboles procederent. ibid.

43. Lens hyperbolica, vtrinque conuexa, radios ab vnius foco prodeuntes in punctum foci alterius remittit. 644

44. Menistus hyperbolica radios prodeuntes à puncto foci vnius; remittit eôdem modò, ac si directe procederent à puncto foci alterius. ibid.

45. Moyptrum hyperbolicum vtrinque concauum radios ad focum vnius hyperbolæ tendentes ita remittit, ac si directe à foco alterius procederent seu ex convergentibus reddit diuergentes. ibid.


OBSER

Digitized by Google

## OBSERVATIO magni momenti.

PR. 46. *IN lentibus conuexo conuexis, radij ab extremitate diametri prodeuntes, in alterius diametri extremitate vniuntur.* 645.

47. *In plano conuexis ita est excessus distantiæ obiecti à lente, supra diametrum, ad diametrum, vt distantia obiecti à lente, ad distantiam foci.* 646

48. *In lente plano conuexa, si obiectum ponatur inter focum, & lentem ita erit distantia obiecti à centro lentis, ad diametrum lentis, vt distantia eius à lente, ad distantiam foci imaginarij* 647

49. *In Lente plano concaua, si punctum ad quod conuergit radius fuerit distans à lente plus quam diametro lentis, ita erit excessus distantiæ supra diametrum, ad diametrum, vt distantia puncti illius ad distantiam alterius foci imaginarij, à quo scilicet diuerget radius.* ibid.

50. *In plano concauis si punctum ad quod conuergunt radij, fuerit vicinius lenti quam diametrô ita erit excessus diametri, supra eius distantiam à lente, ad diametrum vt eius distantia à lente, ad distantiam foci veri & realis à lente.* 648.

51. *Cum medij densioris superficies sunt inter se parallelæ; post duplicem refractionem radius restituitur parallelus.* 649

52. *In lentibus plano conuexis, aut plano concauis, radij incidentes per verticem transeuntes, remittuntur paralleli post duplicem refractionem.* ibid.

53. *In lentibus conuexo conuexis, concaua concauis. Et concauo conuexis aliquis radius non longe à vertice in lentem obliquè incidens, habet refractum correspondentem post duplicem refractionem, sibi parallelum.* ibid.

54. *In lente plano conuexa, radij paralleli oblique incidentes vniuntur in aliquo puncto ad distantiam diametri.* 650

55. *In lentibus conuexo conuexis, radij paralleli quicumque inter se concurrunt ad æqualem circiter foci principalis distantiam.* ibid.

56. *Lentes conuexa omnes imaginem obiecti inuerso situ depingunt ad distantiam sui foci; & concaua virtualem pariter in distantia sui foci non inuersam.* 651

57. *Vt distantia obiecti à lente, ad distantiam imaginis, ita diameter magnitudinis obiecti ad diametrum obiecti.* 652

58. *Punctum combustionis lentis conuexæ soli expositæ, non est indiuisibile: sed est imago solis maior in lentibus maioris sphæricitatis.* 653

59. *Similes lentes inæqualium sphærarum, æqualem luminis intensionem efficiunt.* ibid.

60. *Si luminosum diuisibile in puncto foci statuatur; radij omnes non remittentur paralleli* 654

61. *Detectô maiore Lentis segmento; imago maior non est; sed intensior, & paulo confusior.* ibid.

62. *Obiecti cuiuscumque imago, in opposita pariete distincte depingi potest quâcumque lente.* 655

63. *Minimi prototypi vnicâ lente amplificatam imaginem in pariete exhibere.* ibid.

64. *Imago in ipsa lente depicta, potest ad aliquam distantiam, exhiberi æqualis, aut maior prototypo.* ibid.

## DIOPTRICES

### LIBER II.

### Variæ specillorum combinationes.

PROP. I. *SI lens conuexa post alteram ante punctum concursus foci adhibeatur, acceleratur concursus penicillorum, sitquè imago distincta obiectorum distantiam minor.* 656

2. *In eodem casu, quò magis secunda lens remouebitur a prima, eo maior erit imago; sed semper minor quam qua per solam primam lentem exhiberetur.* ibid.

3. *Si post lentem conuexam maiorem adhibeatur lens conuexa minor; fieri poterit vt imago vtriusque simul posita maior sit, imagine minoris lentis.* 657

4. *Basis distinctionis duarum simul lentium minùs distat ab vltima lente quam basis distinctionis illius solitarie sumpta.* ibid.

5. *Si dua lentes conuexa modò suprà dicto iungantur, quò magis secunda à prima distabit, eò minus imago distabit à secunda lente.* 658

6. *Si lens conuexa statuatur in puncto foci alterius, seu in basi distinctionis; nulla poterit imago distincta ab vtraque sic iuncta exprimi.* ibid.

7. *Si lens conuexa, tantùm distet à basi distinctionis prima, quanta est distantia foci eius, etiam tunc erit confusio nullaque ab vtraque lente, sic iuncta efformabitur imago.* 659.

8. *Si lens conuexa statuatur post basis distinctionis alterius, ita vt sit maior distantia ab ea basi, quam sit distantia propria basis; necessario duabus illis lentibus in aliqua distantia, depingetur distincta obiecti imago* ibid.

9. *Si oculus magis distet à lente conuexa, quam eiusdem lentis basis distinctionis; ita vt obiecta euersa videat, quò lens erit maioris sphæræ segmentum eò maius videbitur obiectum.* 660

10. *Quò magis lens ab oculo remouebitur, eò minus videbitur obiectum inuersum.* ibid.

11. *De loco apparenti obiecti in præcitto casu.* 661.



Digitized by Google

# Index Tractatuum


12. *Si lens conuexa fuerit maius suæ sphæræ segmentum, plura simul ab eodem oculo spectabuntur, in eo situ in quo videntur distincte euersa.* 661

13. *Dum obiecta per lentem conuexam euersô situ spectantur; quô lens fuerit minoris sphæræ portio cæteris paribus, eò plura simul obiecta videbuntur.* 662

14. *Obiectum in puncto foci vnius lentis constitutum, adhibita secunda lente, aliquam potest habere imaginem.* ibid.

15. *Quô lens prima fuerit minoris sphæræ portio maius obiectum apparebit, & ita demonstratur microscopium.* 663

16. *Obiectum propriùs lenti admotum, quam sit focus eius adhibitâ secundâ lente, aliquam potest imaginem habere.* ibid.

17. *Quò lens, prima fuerit minoris sphæræ portio, eò maius cæteris paribus, apparebit obiectum, & hoc modo demonstratur microscopium.* 664

18. *Si obiectum paulò magis distet à lente, quam focus eius, admotâ secundâ lente, aliquam potest habere imaginem distinctam.* ibid.

19. *Quò lens Prima fuerit minoris sphæræ portio, eò cæteris paribus imago obiecti maior erit, & demonstratur adhuc microscopium.* 665.

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

21. *Telescopium duabus lentibus conuexis constans.* 667

22. *Telescopium tribus conuexis constans, obiecta euersa exhibens.* 669

23. *Telescopium tribus conuexis constans obiecta erecta exhibens.* ibid.

24. *Telescopium quatuor conuexis constans.* 670.

25. *Telescopium quinque conuexis constans.* 671.

26. *Telescopium in Engyscopium conuertere.* 672.

27. *Telescopium binoculum.* ibid.

28. *Microscopium duabus lentibus conuexis constans.* 673

29. *Engiscopium tribus conuexis constans.* ibid.

30. *Aliud engiscopium tribus conuexio constans plures simul obiecti partes detegens.* ibid.

31. *Si oculo lens concaua adhibeatur; obiecta minora apparebunt.* 674

32. *Specillum concauum immediate lenti conuexæ præpositum si eius concauitas minoris est sphæræ portio quam conuexitas lentis aut etiam æqualis, impedit omnimodum imaginem.* ibid.

33. *Specillum concauum, cuius concauitas ad eandem sphæram pertineat ad quam conuexitas lentis, si ab ea remoueatur non impediet quominus post lentem exprimatur aliqua obiecti imago.* 675

34. *Ex Engyscopio Telescopium facere.* ibid.

35. *Specillum concauum, lenti conuexæ præpositum retardat penicillorum Concursum.* ibid.

36. *Myopes obiecta dissita specillô, concauo distinguere possunt quæ minora apparebunt.* 676.

37. *Si duobus specillis inæqualibus obiectum idem distincte videatur maius videbitur per specillum quod erit maioris sphæræ segmentum.* ibid.

38. *Quò magis idem specillum ab oculo remouebitur eo minus apparebit obiectum.* 677

39. *De Loco apparenti obiecti per specillum concauum.* ibid.

40. *Specillum concauum post lentem conuexam positum aliquando imaginem maiorem, & ad maiorem distantiam exprimit.* ibid.

41. *Specillum concauum, post lentem conuexam aliquando penicillorum radios parallelos remittit aliquando diuergentes.* ibid.

42. *Telescopium Hollandicum seu Galilæanum lente conuexa, & specillô concauô constans.* 678.

43. *Quò magis aperietur lens conuexa eò cum maiori lumine videbantur obiecta, confusius tamen.* 679

44. *Quantum detegi debeant lentes, conuexæ pro varia longitudine Telescopiorum* 680

45. *Quodnam specillum concauum adhiberi debeat post quamlibet lentem conuexam.* ibid.

46. *In Telescopiis Galilæanis pauca simul obiecta deteguntur.* ibid.

47. *Si duo obiecta non multum dissita, sine telescopio appareant sub eodem angulo, quod minus distabit adhibitô telescopiô maius apparebit.* 681

48. *Telescopium duobus conuexis, & vno concauo constans.* ibid.

49. *Quomodo solares maculæ obseruandæ Telescopiô Galileano, item solstitia.* 682

50. *Oculare cauum in Telescopio auget obiecti apparentiam, extra telescopium minuit.* 683

51. *Oculus post lentem conuexam positus intra basin distinctionis, obiectum remotum confusè maius, & quo magis ab eadem lente remotus fuerit; eò maius videbit.* ibid.

52. *Oculus post speccillum concauum positus, obiecta minora videt, & quo magis à specillo recesserit, eò minora videbit. Potest tamen aliquod obiectum etiam remotum distincte videri.* 684

53. *Variæ conditiones & habitudines ocularis concaui, & lentis obiectiua conuexæ.* 685

54. *Quantum Telescopium quodcumque diametrum apparentem obiecti cuiuscumque augeat & de sphæra cuiuslibet lentis.* 686.

55. *Si lens conuexa Alteri conuexa ante radiorum concursum addatur oculusque statuatur ante basin distinctionis maius videbitur obiectum per vtramque lentem, quam per vnicam.* 687

56. *Variæ telescopiorum species.* ibid.

57. *Telescopio duobus conuexis constante speculum planum addere, vt obiecta situm naturalem obtineant.* 689

58. *Microscopiorum variæ species.* ibid.

59. *Vsus varij telescopiorum.* 690

60. *De Linea Vstoria infinita.* 691

61. *De Polyedris conuexis.* ibid.

62. *Plures radios solares exhibere.* 692

63. *Specilla*


Digitized by Google

63. *Specilla Polyedra concaua radios multiplicant.* 693
64. *Imaginem non continuam ita efformare vt per tubum spectata appareat continua.* ibid.
65. *Modus multiplicandorum colorum Iridis, aut amplicandorum.* 694
66. *De rerum imaginibus in cubiculo clauso apparentibus.* ibid.

# DIGRESSIO MECHANICA

## Methodus Elaborandorum specillorum.

PROP. I. *QVi dicti, & lances elaborandis conuexis lentibus requirantur.* 695
2. *Quomodo elaboranda lentes obiectiua.* 696.
3. *Quomodo elaboranda lentes oculares conuexa* 698.
4. *Quomodo elaboranda specilla concaua.* 699.
5. *Meniscum Elaborare.* 700
6. *Modus perfectior elaboranda lentis obiectiua.* ibid.

## DIOPTRICES

### LIBER III.

### De Loco imaginis, & refractionibus coloratis.

PROP. I. *OBiectum in aquâ ab vtroque oculo refracte spectatum videtur in catheto, aut non longe.* 701
2. *Si vterque oculus fuerit in eadem superficie refringente, poterit fieri vt obiectum appareat extra perpendicularem ductam, ab ipso ad communem vtriusque diaphani superficiem.* 702
3. *Baculus media parte sub, in aëre, & alia in aqua existens, si sit ad superficiem aquæ rectus communiter apparebit rectus, licet pars que in aqua est brevior appareat.* ibid.
4. *Baculus oblique in aquam immersus videtur non constituere vnam rectam lineam cum parte extra aquam posita.* ibid.
5. *Si obiectum sit parallelum superficiei corporis refringentis & oculus fuerit in perpendiculari ducta à medio obiecti ad superficiem illius corporis, imago obiecti maior apparebit obiecto & propior.* 703.

### SVPPOSITIO.

### Ad naturam refractionum coloratorum explicandam.

DIGRES. I. *EXperientia varia circa colores apparentes.* 704
2. *Quid sint colores apparentes.* 706
PROP. I. *In prismate triangulari, ad magnam distantiam, viuidiores apparent colores, quàm ad paruam.* 711
2. *Si partem faciei prismatis vitrei tegas corpore opaco in longum porrectô, in parua distantia repetetur bis, aut ter idem orde colorum, in magna vnicus erit ordo.* 712.
3. *Generantur per prisma triangulare colores apparentes non secundum aliquam inclinationum consistentem in aliquo gradu, sed in maxima etiam latitudine.* ibid.
4. *Quomodo se habeant radij transmissi per trigonum in variis inclinationibus.* ibid.
5. *Color determinatur non sibi vendicat determinatum angulum.* 713
6. *Quilibet radius determinatur à vicinis, vt potiùs vnum colorem exhibeat, quam alium.* ibid.
7. *Obiecta illustria satis magna non apparent colorata nisi in extremitatibus, aut in medio fiat aliqua vmbra.* 614
8. *Singuli ordines à luce pura, ad limbum siue rubeum, siue caruleum non obtinent dimidiatum gradum.* 715.
9. *Si obiectum illustre trans trigonum vitreum, spectatum; variis vmbris interrumpatur, color rubens in singulis eandem partem obtinebit.* ibid.
10. *Radij colorati lente concaua excepti dilatantur, lente polyoptra separantur retinentque suum colorem lente verò conuexa, in ipso foco suum amittunt colorem, eumque post focum recuperant* ibid.
11. *Radij solares inæqualiter disperguntur circa angulum gr. 41. min. 30.* 717
12. *Radij solares circa alios angulos præter circa angulum graduum 41. d. sperguntur æqualiter post vnicam reflexionem, & duplicem refractionem.* 618
13. *Post duplicem in Sphæra aquea refractionem & reflexionem*

Digitized by Google

& reflexionem, radius ſolaris circa angulum 54. diſpergitur inaqualiter circa reliquos æqualiter. ibid.
14. Radius ſolaris, poſt duplicem in gutta Sphærica refractionem ſine vlla reflexione, colores Iridis repreſentat circa angulum graduum 23. 719
15. Si gutta Sphærica Sole illuſtretur tres effundet ſuperficies conicas coloratas. 720
16. Sole lucente & minus quam grad 41. Elevatô ſi pluat iris neceſſario apparet ad ſenſum circularis. ibid.
17. Iris non orietur ex nubis alicuius totalis reflione. 722
18. Quilibet oculus ſuam ſibi peculiarem in rorida nube Iridem vendicat. 723
19. Licèt Iris ſemper circularis appareat; reuera tamen ſæpe hyperbolica, parabolica Ellyptica eſt. 724
20. Iris ſecundaria, à reflexione primaria non generatur. ibid.
21. De Coronis. 725
22. Coronæ lucernarum in ipſis oculis efformantur. 726.
23. De Parheliis. 727
24. De Virgis. 728
25. Poſſunt Iridis eſſe extraordinariæ. 729
26. Cur Sol prope horizontem, & maior & ouatis figura appareat. ibid.
27. De Crepuſculo, & aurora. 730
28. Determinare altitudinem athmoſphæræ, ex duratione aurorę & crepuſculi. ibid.



TOMVS

Digitized by Google

# TOMVS SECVNDVS.

## TRACTATVS XII.

## DE LAPIDVM SECTIONE.

*VARIA totô hôc tractatu ædificiorum genera explicanda proponimus, quæ latomis noſtris negotium ſolent faceſſere, vt pote quæ robur, & firmitatem ex geometriæ principiis mutuantur. Ea autem ſunt, variæ ſpecies teſtitudinum, & fornicum, quæ licet ex materia ſolida, & graui, nempe ex lapidibus conſtent, in aëre tamen pendent, & vi innatæ grauitatis, à caſu prohibentur, mutua partium complicatio, certaque diſpoſitio hanc illis firmitatem addit, vt in decurſu ſatis conſtabit. In quinque libros hunc tractatum diuidimus. Primus fundamentalis erit. Secundus, De cylindricis fornicibus aget. Tertius, De conicis, ſeu vt vocant Tubis* (Trompes.) *Quartus, De ſphæricis. Quintus denique de helicoïdibus, pro gradibus & ſcalis.*

---

## LIBER PRIMVS FVNDAMENTALIS.

*Terminorum & rerum explicatio.*

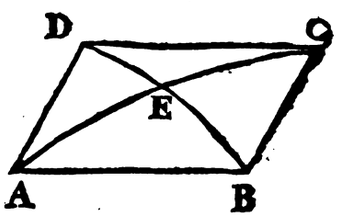
### DEFINITIO PRIMA.

COMPLVVIVM, ſeu compluviata, & arcuata teſtudo, fornix eſt, in ſemicylindrum efformata, aut ſemicylindrum imitata, & quia dari poſſunt cylindri recti, & obliqui, nempe quorum axis ad planum circuli qui baſis eſt cylindri, vel rectus eſt, vel obliquus; ita etiam poſſunt dari teſtudines arcuatæ, rectæ; vel obliquæ. Poſſunt item cylindri recti, à parietum prima ſuperficie, oblique, vel ad angulos rectos ſecari, quod eorum naturam non mutat, ſed tantum in parietum ſuperficie, aliam figuram producit, Ellypticam nempe. aliud igitur eſt cylindrum rectum obliquè ſecari, aliud cylindrum obliquum eſſe; cylindrici autem arcus, vel ſunt paralleli horizonti, vel ad horizontem inclinati. quod repere, & reptare dicitur, *berceaux rampants.* denique vel murus cui inſiſtunt verticalis eſt, vel in pternam exilit, ex quibus omnibus, variæ exurgunt compluviorum ſpecies, infra ſecundô librô explicandæ. ad cylindricos arcus, reuocandi, ſunt Ellyptici, & polygoni, qui exurgunt, ſi ſupra Ellypſin aut polygonam baſin, excitentur plurimæ lineæ parallelæ.

2. Dum ad compluviorum latera, alij formantur arcus cylindrici incurrentes, ſiue ad feneſtrarum lumina, ſiue ob aliam quamcumque cauſam, hi ſecundarij arcus conſpicilia nominantur Gallicè *des Lunettes*, primariique arcus, dicuntur conſpiciliis inſtrui, *des Berceaux à lunettes.*

3. Poſticæ arcuationes (*arriere Vouſure*) ſunt arcus in poſtica feneſtrarum, & portarum ſuperficie efformati, vel vt poſtes facilius aperiantur, vel vt maior lumini adytus fiat. vnde hinc inde, vt plurimum obliquantur.

4. Fornices arcuatæ clauſtrales Gallicè (*à Arc de cloiſtre*) partes ſunt cylindrorum, quæ à parietibus incipientes ſenſim in angulum, & apicem eundem deſinunt. vt ſi ex parietibus in quadratum horizontale diſpoſitis, aſſurgant partes cylindrorum, verbi gratia ſupra parietes AB, BC,




CD, AD intelligantur ſegmenta cylindrorum BCE, AEB, & alia ſimilia, concurrentia in puncto E.

5. Striatæ teſtudines (*Voûtes à areſtes*) formantur ex concurſu plurimorum, vt ſi cylindrico compluvio, aptentur hinc inde, duo conſpicilia illi omnino æqualia.

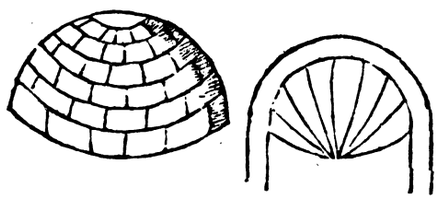


Digitized by Google

6. Sphæricæ teſtitudines, ſunt ſphæræ alicuius portiones, ſuntque duplicis generis, vel enim lapidũ



ordines in circulos parallelos horizonti digeruntur, quorum polus, eſt ipſe Tholus, ſeu vmbilicus, & hæ dicuntur teſtitudines clibanariæ, ſeu Gallice (*à cul de four*) vel lapidum ordines digeruntur in circulos verticales, quorum poli plurimi ſunt in ipſo horizonte, ſeu in plano teſtudini ſubiecto, & hæ dicuntur teſtudines, pendentes, ſeu Gallicè (*en pendentif*) habentque Tholos ſeu vt vocant trompillons, in



circulorum polis. ichnographia ſingulorum ordinum in plano horizontali, in lineas porrigitur, & quadrilatera trigona, pentagona efformat.

7. Conchæ fotulorum, (*coquille des niches*) ſunt ſphæræ ſegmenta vt plurimum, Tholus autem omnium ordinum eſt in plano horizontali.

8. Conicæ fornices, ſeu Tubæ (vt vocant) *des trompes*, dimidiam coni partem continent, cuius axis, eſt horizontalis, apex qui Gallicè dicitur *trompillion*, in eodem horizonte ſitus. harum fornicum plurimæ ſunt ſpecies, inferiùs deſcribendæ.

9. Arcus in corona, erit ſi coronæ imponatur arcus, qui totum eius ambitum circumeat, relictô in medio, ſpatiô vacuô.

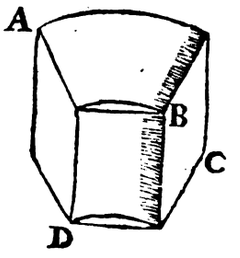
10. Arcus helicoidis, ſeu vt vocant helix S. Ægidij, *la vis Saint Gilles*, eò quòd in Abbatia S. Ægidij prope Arelatem talis arcus conſtructus ſit. eſt arcus coronæ impoſitus, ſed repens, circa cylindrum.

Ex combinatione harum fornicum, aliæ ſpecies mixtæ oriri poſſunt.

11. Teſtudines planæ, *plate bandæ*, curuitatem reſpuunt, quamvis omnes earum lapides, ad commune aliquod centrum conuergant. dicuntur autem lapides teſtudinis planæ. clauĩ *des clavaux*.

Fornicis autem lapides dicuntur, Arcuati lapides. ſeu camerati, aut fornicarij *vouſoir*.

12. Cuiuſcumque fornicis, præcipue verò cylindricæ, lapides ſex habent ſuperficies, quarum quæ interior eſt, & concaua eſt, dicitur ſuperficies concauitatis, *de douëlle interieure*, illi oppoſita dicitur, ſuperficies conuexitatis, *de douëlle exterieure*. Et hæc ſuperficies vt plurimum non elaboratur, eo quod intra murum arcubus impoſitum lateat. Duæ ſuperficies quæ communiter in arcubus cylindricis verticales ſunt, præcipuè verò ſi appareant, dicuntur facies lapides, ſeu frons, *face*, quarum vna anterior dicitur, alia poſtica, reſtant duæ, hinc inde ſuperficies, quæ dicuntur ſuperficies commiſſuratum Gallice, *joincts, & licts de joincts*, vt in appoſita figura ſuperficies AB, dicitur frons, ſuperficies BC erit commiſſura, ſuperficies BD, quæ plana non eſt, ſed concaua, dicitur ſuperficies concauitatis. hæc

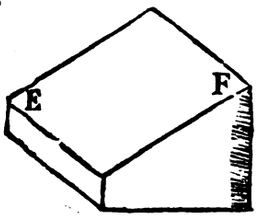



ſæpe fit plana, facilioris operationis gratiâ, exinde excauatur. cum ſegmento circuli. ſeu Gallice *la cherche*.

13. Quælibet lapidis facies, ſuum exemplar habere debet, quod erit quaſi prototypus in materia tenui, vt in aſſerculo, ferri lamina, craſſiori charta exciſus. vt ad illius inſtar lapidi ſimilis ſuperficies inducatur. quare communiter quæritur vnum exemplar frontis, ſi nempe aduerſæ ſuperficies, & æquales ſint, exemplar commiſſuræ vtriuſque, exemplar item concauitatis; quod duplici modô dari poteſt, vel aut ſolis rectis lineis comprehendatur, vel ita vt duas habeat lineas curuas. docebimus autem poſtea methodum lapidem exeidendi, cuius tria dantur exemplaria, in angulum ſolidum coëuntia. & hæc methodus dicitur procedere per exemplaria, ad diſtinctionem alterius, quæ per quadrationem procedit, ſupponendo lapidem in cubum, aut parallelepipedum efformatum, ex quo nonnulla ſuperflua reſecantur. quæ methodus licèt intellectu facilior communiter tamen repudiatur, vt diſpendioſa, & temporis, & materiæ.

15. Dantur item, & exemplaria columnarum, ſeu paraſtadum quibus arcus imponuntur, *les paneaux des pieds droicts*.

16. Puluinar erit incumba ad horizontem inclinata, cui arcus item inclinatus imponitur. *le couſſinet* tale eſt priſma EF.




17. Segmentum conuexitatis, aut cõcauitatis. Eſt exemplar præferens, conuexitatem, aut concauitatem arcûs, hæc Gallicè dicitur *la cherche*.

18. Gnomon, ſeu ſquadra, duabus regulis ad angulum rectum coagmentatis conſtat.

19. Gnomon mobilis, Gallice *la ſauterelle*, ex duabus regulis, circa centrum mobilibus componitur, eſtque inſtrumentum, quô angulum quemcumque transferre, & lapidibus inducere poſſumus; huius duæ dantur ſpecies. Prima illa erit cuius brachia rectis regulis conſtant. Secunda cuius crus alterum erit curvum. nempe conuexum, aut concavum, quod dicitur Gallicè *vn Buveau* quô etiam nomine dicitur angulus inclinationis duorum planorum, aut duarum ſuperficierum, eò quòd tali inſtrumentô ſoleamus communiter, hunc angulũ metiri, & transferre.

20. Libella inſtrumentum eſt, in cuius medio perpendiculum apponitur vt nempe linea, aut planum quodcumque horizontale reddatur. vnde linea quæcumque horizontalis, ad libellam dicitur exigi *à niveau*.

21. Perpendiculum funis eſt aut filum cui pondus appenditur, ex quo fit vt linea quæcumque

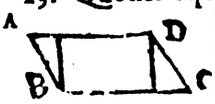
vertica

Digitized by Google

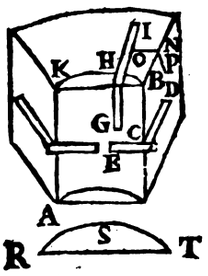
verticalis, dicatur ad perpendiculum, (*vn aplon*)

22. Dantur & alia exemplaria apud artifices, nempe vt ornamenta coronidum determinentur, & lapidibus inducantur. vocantur hæc (*des moules*) ad distinctionem exemplarium.

23. Quoties lapides vnâ suâ parte ita protuberant, vt excedant angulum rectum, dicuntur lapides pinguescere, (*Engraisser*) è contra si deficiãt dicuntur macri vt lapis ABCD in A dicitur pinguior, in D. macer.




24. Duplex communiter methodus agnoscitur à latomis, ad formandum quemcumque lapidem, Prima & præcipua, per exemplaria procedit, & angulos inclinationum planorum, quos ex ipsis exemplaribus eruemus vt infra docebimus. Supponantur ergo data alicuius lapidis tria exẽplaria, & cogniti anguli inclinationis planorum, ostendo lapidem facile perfici posse. Primo lapidi inducatur superficies plana cui applicatur exemplar conueniens, vt recẽsentur quæ superflua sunt, si incipias ab exemplari concauitatis, supponi debet esse superficies plana. ita ergo incipiendum, primò




lapidi inducatur superficies plana AB, cui applicetur exemplar conueniens. exinde formatô angulo recto ECB, fiat in lapide crena aliqua CD, ad latus BC pariter perpendicularis, ita vt angulus ECD, sit angulus inclinationis, plani concauitatis cum plano commissuræ, qui angulus ope Gnomonis mobilis acceptus, in lapidẽ trãsfertur, itaque excauatur crena CD, donec Gnomonis secundùm prædictum angulum aperti, brachium CD, cum crena congruat, aliô brachiô EC, superficiei AB incumbente, tum resecentur ex lapide superflua, donec superficies BF, tota perficiatur, nullumque amplius vestigiũ crenæ CD appareat.

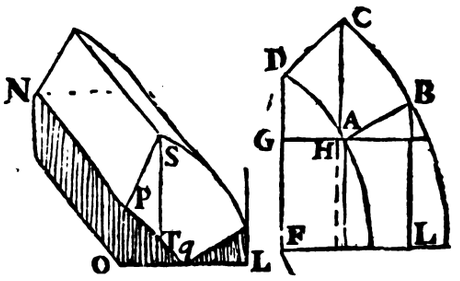
Idem fiat ex alia parte. ducatur item linea GH, ad lineam KB perpendicularis, pariter excauetur crena HI, ad lineam KB perpendicularis, ita vt Gnomon mobilis secundum angulum inclinationis planorum AB, KL apertus, secundum brachiũ HG, designatæ perpendiculari, respondeat & brachiô HI factæ crenæ incumbat. tum explanetur tota superficies KL, donec nullum extet vestigiũ crenæ GH. poterat eadem superficies KL designari ducta linea NP ad BL, perpendiculari, & excauata linea NO, ad eandem BL perpendiculari, sed tunc habendus esset angulus inclinationis planorum KL, BF. Denique segmento circuli RST excauanda esset, concauitas AB. quæ operationis causa, plana fuerat designata.

Poteramus incipere à fronte KL, tum procedere ad superficiem commissuræ BF, tum ad aduersam frontem, & tunc designata inueniretur tam concauitas, quam superficies aduersæ commissuræ.

In cylindricis fornicibus, quibuscumque, siue rectis siue obliquis, communes sectiones concavitatis, & commissurarum item conuexitatis. & commissurarum, quales in præsenti exemplo sunt AK, PF, extenduntur secundum longitudinem cylindri, suntque parallelæ axi, inde fit vt si intelligatur planum quodcumque ita secare cylindrum, vt ad illud axis rectus fit, omnes prædictæ communes sectiones, erunt pariter ad illud planum rectæ (*per* 31. 11.) eruntque communes sectiones illius plani, & superficiei concauitatis, item & superficiei commissurarum ad prædictas lineas rectæ, quare si habeatur communis sectio illius plani, & cylindri cuiuscumque, illa communis sectio continebit inclinationes. planorum commissurarum, cum plano concauitatis. hæc communis sectio dicetur arcus rectus. quem tantoperè quærunt architecti in qualibet cylindrica fornice, vt pote continens duas inclinationes. nempe commissuratum cum plano concauitatis, quæ tantum obiter indinata velim. Immo si benè perpendamus, si haberetur arcus rectus, nempe secans cylindrum perpendiculariter ad axem, exhiberet angulos omnes inclinationis necessarios, nam cognitô angulo EDC, plani concauitatis cum plano commissuræ, cognitô item aliô angulô inclinationis plani concavitatis, cum alia commissura, facilè formabitur lapis. cum applicatis vtrinque exemplaribus commissurarum, vtraque facies designetur. atque adeo necessarius non est angulus inclinationis GHI,

25. Secunda Methodus per quadraturam, aut quadrationem procedit, *par Esquarrissement*. Supponendo aliquam superficiẽ, quæ deinde in opere non remanet. quod in exemplo meliùs patebit, sit lapis formandus, cuius exemplar frontis sit ABCD, eius ichnographia sit parallelogrammum FE, denotata à perpendicularibus ductis ex singulis eius angulis. ducatur linea horizontalis GH. quæ pro linea FL accipiatur.

Primò lapidi inducitur superficies plana LM NO, æqualis & similis ichnographiæ FE tum in-




ducitur secunda superficies OS, vt plurimum ad rectos angulos, tum in ichnographia OM, designatur linea OQ, quæ casus dicitur (*la retombée*) æqualis lineæ AG, excitata perpendiculari OP æquali lineæ GD; idem fiat in lineis TS, LR habebiturque exemplar QPSR, idem fiat in aduersa facie. tum resecentur POO, QLR secundum longitudinem lapidis. perfectumque erit opus. aliæ cautiones adhibendæ essent, si planum OS, rectũ non esset ad ichnographiam OM. sed de hoc suo loco. tantùm hæc dicta sunto, vt habeatur notitia aliqua quamvis rudis huius methodi. quàm rarò admodum adhibemus, neque enim quoties opus hac praxi fieri poterit, propterea id indicabimus, cùm in hoc opere copiam non affectemus, sed facilitatem, & cùm artifices nostri, non sint cuiuscumque rei capaces. nec praxes intricatas addiscere possint, vnde semper in hac materia, faciliores & planiores, intricatioribus, subtilioribus licèt præferendas censui.



Digitized by Google

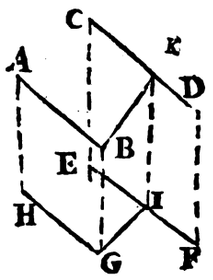
Idem lapis duabus fornicibus communis esse potest, & in vtriusque concauitate, superficiem aliquam habere. vt si porticus arcuata & cylindrica, in testitudinem sphæricam incurrat; ille incursus dicitur Gallicè *racheter*; quod benè dici posset incurrere, perstringere, ita dicitur communiter fornix arcuata. & inclinata, formata scilicèt ad scalas, perstringit compluvium, verbi gratia, compluviatam testudinem cellæ vinariæ, ( *vn Arc de descente de caue rachete vn berceau, rachete vne voute à cul de four.* ) Huius rei exemplum habemus communiter in Ecclesiis, in quibus sæpe duo compluvia, aut potius quatuor, decussatam, seu striatam testudinem componunt, si alterum minus esset, posset dici tale compluvium, minus, seu conspicilium (*lunette*) incurrit in maius compluvium, ( *rachete ce berceau*, ) eiusque lapides superficiem vnam habent in concauitate illius compluvij, hoc est (*font pauement à ce berceau.* )

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*Si ab extremitate ichnographiæ, alicuius lineæ horizontalis, ad ichnographiam alterius lineæ horizontalis, ducatur perpendicularis: hæc similiter eam secabit, ac perpendicularis ducta ab extremitate lineæ, ad aliam.*

Sint duæ lineæ horizontales AB, CD quamvis non in eodem plano horizontali, à quibus




demittantur perpendicula AH, BG, CE, DF, sintque linearum AB, CD, vestigia in eodem plano horizontali HG, EF, ducaturque ad EF perpendicularis GI, item ex puncto B ad CD perpendicularis BK, dico lineas IF, KD æquales esse. ducatur linea KI. parallela lineæ FD, quæ necessariò cadet in K.

Demonstratio lineæ IK, FD parallelæ sunt, item KD IF, igitur KD, & IF æquales sunt, erit item planum BGIK verticale, cum lineæ BG, IK. sint verticales, eruntque GI, & BK in eodem plano, sed ad illud planum linea FI est recta, cum sit recta tam ad lineam IK, quàm ad lineam IG, igitur & DK illi parallela, ad idem planum recta erit, & angulus DKB rectus, quare perpendicularis ducta ad lineam CD, cadit in punctum K, in quod cadit verticalis linea IK. sunt que lineæ IF, BK æquales, quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

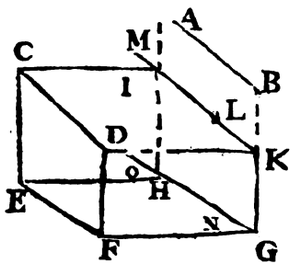
Hæc propositio vniuersalis est siue lineæ AB, CD sint parallelæ, siue non; valetque siue accipiantur vestigia linearum in plano horizontali, siue in alio quocumque. vt si ex singulis punctis alicuius lineæ cadant in planum verticale lineæ ad illud rectæ; formabuntur vestigia verticalia.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Lineæ parallelæ, & æquales, ichnographias habent, aut parallelas, & æquales; aut in eandem lineam conuenientes, & æquales.*

Sint duæ lineæ AB, CD, parallelæ, & æquales; quarum ichnographiæ EF, GH; dico primò eas esse æquales, tum si in directum non iaceant, eas esse parallelas. intelligantur duci perpendicula, quibus indicatæ sunt ichnographiæ EF




GH, sintque GK & FD æquales, & per punctum K ducatur in plano GA, linea KI parallela lineæ CD. aut AB coniunganturque CI, DK.

Demonstratio cum lineæ FD, KG sint parallelæ, vt pote rectæ ad idem planum horizontale, erunt DK & FG parallelæ, & æquales, item cum AB, & IK sint parallelæ, item AI, BK. erunt AB, IK æquales; cum ergo DK CI æquales sint, & parallelæ; erunt CI, DK, parallelæ & æquales, sed DK est horizonti æquidistans, quare CI erit etiam horizonti æquidistans, sed linea EH in eodem plano existens cum CI, in horizonte existens, illi parallela erit, & æqualis, cum lineæ CE, IH sint etiam parallelæ, quare à primo ad vltimum lineæ EH, FG parallelæ erunt æquales, & consequenter E F, G H parallelæ erunt, & æquales. vides in eadem figura lineas AB, IK eandem habere ichnographiam HG, item AB, ML æquales, & parallelas, tàm inter se, quàm cum linea CD; habere ichnographias HG, NO æquales ichnographiæ EF; ergo & inter se.

Hæc propositio erit vtilis ad inclinatas & obliquas fornices.

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

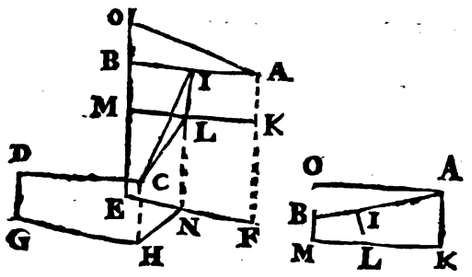
*Datis duabus extremitatibus linearum parallelarum. & æqualium, datis item earum ichnographiis; & inclinatione, ad horizontem, determinare; quantùm perpendicularis ab extremitate vnius, ad aliam ducta, differt ab alterius extremitate.*

Sint lineæ AB, CD parallelæ quidem, sed quantúmlibet ad horizontem inclinatæ: quarum dentur ichnographiæ EF, GH, productæ, seu potiùs terminatæ à perpendiculis AF, BE, CH, DG, cognoscatur inclinatio, quàm hæ lineæ habent ad

hori-

Digitized by Google

horizontem, intelligatur duci perpendicularis CI; ad lineam AB; quæritur longitudo lineæ BI, item longitudo lineæ AI. ducatur ex puncto H, ichnographiæ GH, linea HN perpendicularis



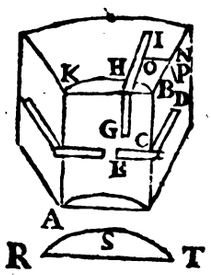

ad EF, ichnographiam lineæ AB: tum in charta separata fiat MK, æqualis lineæ EF & KL æqualis NF, sitque KA perpendicularis æqualis sibi correspondēti in prima figura, nempe æqualis excessui perpendiculi AF, supra perpendiculū CH. per punctum A figuræ separatæ, ducatur AO parallela æqualis linea MK. coniugaturque linea OM, fiat angulus O A B æqualis inclinationi cognitæ lineæ A B. ex puncto L ducatur perpendicularis LI; dico si in prima figura AI æqualis fuerit sibi correspondenti, in secundà, fore vt linea CI, perpendicularis sit ad AB. Intelligatur enim in prima figura FK æqualis lineæ CH, sitque ducta in plano FO, linea KM parallela lineæ EF, sitque KL æqualis lineæ FN, ducatur linea CL, & ex L ducatur L I perpendicularis ad AB. denique iungatur C I.

Demonstratio linea HN est recta ad planum FO, cum hæc horizontalis sit, & planum EO verticale, sitque perpendicularis ad communem sectionem FE. & cùm CL sit illi parallela; erit etiam recta ad planum F O, quare (*per* 18. 11.) planum trianguli CLI rectum est ad planum FO, & cum ad communem sectionem LI, linea AI perpendicularis sit, erit recta ad idem planum, & perpendicularis ad CI. In figura separata idem obseruauimus, ducta enim est linea MK æqualis sibi correspondenti, habeturque punctum eius L, sit item AK æqualis alteri sibi simili, & AO tùm ducitur AB cum inclinatione, quàm habet, & ducta est perpendicularis LI. igitur punctum I illud est in quod cadit perpendicularis quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO IV.

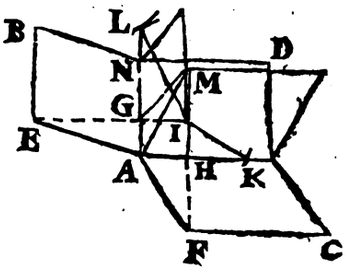
### Problema.

*Datis tribus exemplaribus in angulum solidum coëuntibus, planorum inclinationes inuenire.*




Prima methodus solvendi istud Problema mechanica erit, si enim tria exemplaria in materiâ solidâ descripta, coniungantur in angulum solidum Gnomone mobili licebit inclinationem planorum accipere. Vt in figurâ Defin. 14. coniuncta intelligantur in angulum solidum B, exemplaria AB, KL, B D. Si ductis perpendicularibus EC, CD, ad communem sectionem BC applicentur brachia habebitur angulus inclinationis duorum planorum, neque mihi difficilius videtur talem angulum in coniunctis exemplaribus accipere, quam aliunde desumptum in lapides transferre; nisi quod tria plana cum aliqua difficultate cohæreant. sit ergo hæc prima methodus.

Secunda methodus erit geometrica. Sint plana




AB, AC, AD coniungenda in angulum solidum A; quæraturque angulus inclinationis plani AD, cum plano AC, & eiusdem plani AD, cum plano AB. describantur hæc tria exemplaria in eodem plano; ita vt conueniant. Secundùm latera AL, AK, ex punctis E, & F ad latera AK, AL ducantur perpendiculares EG, FH, quæ producantur donec concurrant in puncto I, ex puncto I interuallô HF fiat arcus K, ducaturque linea IK, dico angulum HIK, esse angulum inclinationis planorum AC, AD, pariter si ex puncto I intervallô lineæ GE, fiat arcus L, hoc est linea I L, æqualis sit lineæ E G, erit angulus L I G æqualis angulo inclinationis planorum AB, AD, intelligantur volui plana AC, AB supra lineas AK, A L; donec lineæ AF, AE coalescant in vnum latus AM, cæteris immotis permanentibus, eruntque lineæ MG, MH perpendiculares, eædem ac EG, HF. ducatur linea MI.

Demonstratio cum linea LG, sit perpendicularis ad lineas GM, GI, erit (*per* 4. 11.) recta ad planum trianguli MGI: & planum AD per illam ductum rectum erit ad planum trianguli MGI; & viciſſim. Eôdem modô ostendam planum trianguli MIK, rectum esse ad planum AD, vnde (*per* 19. 11. *Eucl.*) linea MI recta erit, ad planum AD; quare triangulum MIH rectangulum est in puncto I, estque angulus MHI angulus inclinationis planorum. cui æqualem contendo angulum HIK, nam triangula IMH, IKH sunt omni modô æqualia. cùm habeant latus IH commune, latera IK, & MH seu HF æqualia. quare anguli IHM, HIK æquales erunt, quod erat demonstrandum. ita ostendam GIL æqualem esse angulo inclinationis MGI.

Notandum autem fieri posse, vt punctum I cadat extra rectangulum AD, eadem tamen perseuerat demonstratio. hoc est si ex puncto concursûs, aptetur linea æqualis primæ perpendiculari. si haberetur aliud exemplar applicari posset supra lineam ND.



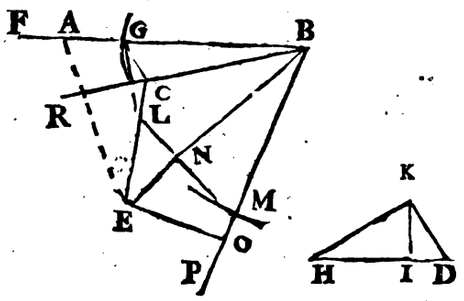
Digitized by Google

## PROPOSITIO V.

### Problema.

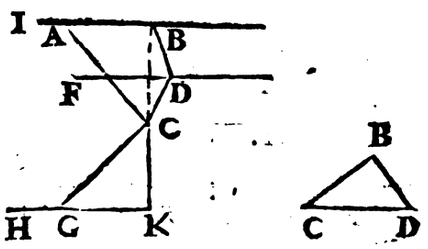
*Datâ inclinatione duorum planorum, ex puncto dato, in vno, ductâ lineâ ad datum punctum lineæ in alio plano existentis; determinare angulum quem hæ duæ lineæ comprehendunt.*

Sint duo plana ABC, CBE quorum inclinatio nota sit, & æqualis angulo D, sitque datum




punctun E in plano CBE, & punctum A in linea AB, ductâ lineâ EA, quæritur angulus EAF; nempe quinam sit, hoc est exhibere illi angulum æqualem, sit communis sectio vtriusque plani, linea CB, cum quâ, linea AB, vel concurrit, vel non concurrit. ponatur primò concurrere; eritque primus casus. ex puncto E ad communem sectionem CB ducatur perpendicularis E C, sitque item C G perpendicularis ad eandem CB; tum in charta separata fiat linea HD æqualis lineæ EC; tum angulus HDK æqualis angulo inclinationis planorum, seu angulo ECG, & linea KD, æqualis lineæ CG, ex puncto K demittatur KI perpendicularis ad HD, & fiat linea CL æqualis lineæ ID, coniungatur linea EB; ad quam cadat perpendicularis, LN. ex pûcto B vt centrô interuallô BG describatur circulus, secans perpendiculârem LM in puncto M, ducatur linea BMOP sitque BO æqualis lineæ BA iungatur EO; dico angulum EOP æqualem esse angulo FAE.

Demonstratio intelligatur circa lineam EB volui triangulum EBO, ostendere debeo punctum M coincidere cum puncto G, & O cum A. iungatur linea GN. quæ non apparet in figura; linea GL est perpendicularis ad CL, cum angulus L C G, factus sit æqualis angulô D, & D K æqualis lineæ C G. Item cum ad lineam R C perpendiculares sint C G, & E C, erit R C recta ad planum trianguli L G C, quare omne planum per illam ductum, quale est planum RBE, erit rectum ad planum trianguli GLC, & cum ad communem sectionem CE cadat perpendicularis GL, hæc erit ad planum RBE recta; omne ergo planum per illam ductum quale est GLN ad idem planum rectum erit & viciſſim: est autem communis sectio talis trianguli GLN, & plani RBE linea LN, ad quam ducta est perpendicularis NB, quare NB erit ad tale planum recta; igitur angulus BNG rectus est. In triangulis BNM, BNG, cum latus BN commune sit anguli BNM, BNG recti, & latera BM. BG æqualia, reliqua erunt æqualia, ideoque si voluatur triangulum BNM circa lineam BN immotam, punctum M, conueniet cum puncto G. & punctum O cum puncto A, linea EA cum EO; & angulus POE cum angulo FAE quod ostendendum erat,



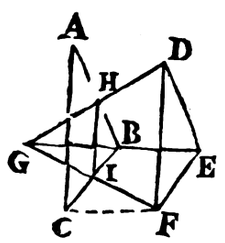

Secundus casus ita erit sit datum punctum A in linea A B, sitque assignatum punctum C in alio plano, sitque communis sectio planorum linea FD, quæritur angulus æqualis angulo IAC. supponuntur autem lineæ AB, & FD communis sectio planorum, esse, parallelæ, ducatur CD ad FD perpendicularis, item DB, ad eandem FD perpendicularis, tum in charta separata fiat CD, æqualis sibi correspondenti, & angulus CDB æqualis, angulo inclinationis planorum, & linea BD pariter æqualis sibi correspondenti BD eritque CB æqualis sibi correspondenti in figura (*per* 4. 1.) ducatur linea CK, fiatque æqualis lineæ CB, per punctum K ducatur perpendicularis, sitque KG, æqualis lineæ AB, coniunctâ lineâ C G dico angulos I A C, C G H æquales esse.

Demonstratio cum linea FD sit perpendicularis ad lineas BD, CD erit recta ad plarum BDC, & AB illi parallela, erit ad idem planum recta, quare angulus ABC rectus erit. In triangulis autem CBD, CKG cum anguli CKG, CBA recti sint, linea CK facta sit æqualis lineæ CB, & KG ipsi AB, erunt triangula omnino æqualia (*per* 4.1) & anguli CKG, CAB æquales erunt, item anguli CAI, CGH quod ostendendum erat.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Si duo plana parallela, axe aliquô peruaduntur ex aliquo eiusdem axis puncto, ducatur planum sectiones faciens parallelas, si ex puncto axis, in priori planô sumpto, per extremitates communis eius sectionis ducantur lineæ vsque ad parallelam axi ductam, ab extremitate sectionis remotioris plani; intercipient lineam æqualem sectioni remotioris.*




Sint duo plana ABC, DEF parallela inter se, quæ axe GBE peruadantur; tum ex puncto G ducatur planum GDF, sectiones faciens HI, DF, ex puncto B in plano ABC, ducantur lineæ BHA BIC, tum ex puncto F, ducatur FC parallela axi, secans BC in C, & per punctum C ducatur linea CA,

Digitized by Google

CA; parallela lineæ HI, dico lineas AC, DF æquales esse.

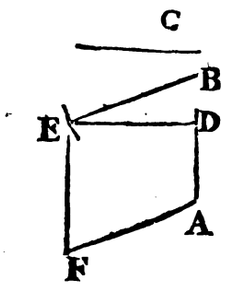
Demonstratio cum lineæ BC, EF parallelæ sint, eò quòd planum GEF secet plana parallela ABC, DEF, erunt istæ omnes lineæ parallelæ HI, AC; HI, DF, quare (*per* 4. 6.) erit vt IH, ad AC, ita BI, ad BC seu EF; vt autem BI, ad EF, ita GI, ad GF, & vt GI ad GF, ita IH ad DF, igitur vt HI, ad AC, ita IH ad DF, & consequenter AC, DF æquales erunt. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Datis lateribus parallelogrammi, item datô, in vno latere punctô, in quod cadit perpendicularis, parallelogrammum perficere.*

Sit parallelogrammum perficiendum quod sub lateribus AB & C comprehendatur, sitque punctum D, illud in quod cadit perpendicularis ducta ab alio angulo, seu ab extremitate alterius lateris excitetur in puncto D perpendicularis DE, tum ex puncto B vt centrô interuallô lateris C, fiat arcus circuli E, secans perpendicularem DE, in puncto E, secabit autem alicubi modò lineâ BD maior non sit latere C, si enim maior esset; foret casus impossibilis, tum ductâ lineâ BE perficiatur parallelogramum, hoc est ducatur linea EF, parallela & æqualis lateri AB, tum iungatur AF, dico factum esse quod iubebatur.

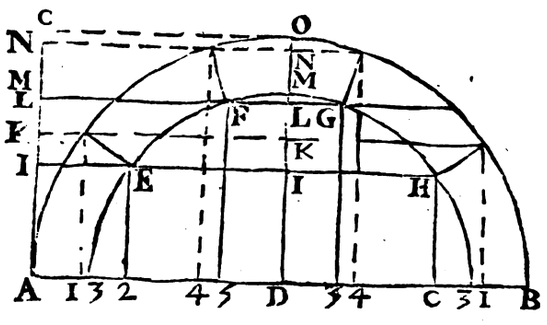



Demonstratio clarum est latus BE, æquale esse lineæ propositæ C cum arcus E descriptus supponatur ex puncto B, vt centro interuallo lineæ C, item perpendicularis est linea ED.

## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*Super lineâ data Frontem arcûs simplicis describere.*




Sit linea data AB supra quam describendus est arcus simplex, quem vocant plenô arcu, (*à plein cintre*) diuidatur linea AB bifariam in D, tum ex puncto D, vt centro, interuallô BA, describatur semicirculus exterior AOB, abscindatur linea A 3, æqualis crassitiei arcûs, seu soliditati eius, hoc est sit D 3, semidiameter vacuitatis arcûs, eôdemque centrô D, interuallô D 3, describatur semicirculus interior 3 M 3 diuidêdus in quotcumque partes; solent tamen in partes æquales & numero impares diuidere; illum diuidimus in quinque partes vt nempe in medio habeatur clauis, vt vocant, seu Tholus, & vmbilicus FOG. ex centro D, per singula diuisionum puncta ducantur lineæ rectæ, quæ erunt lineæ commissurarum, ducantur item subtensæ 3 E, E F, FG, GH, H 3, pro lineis concauitatum, quia ad praxes communes pro arcu supponitur polygonum, & curuitas concauitatis omnibus aliis designatis inducitur.

Ex singulis commissurarum punctis, tam interioris arcûs, quàm exterioris, cadant in diametrum horizontalem AB; lineæ perpendiculares, ita vt quæ cadunt ab exterioribus signentur lineis punctuatis, exhibeantque puncta 1, 4, 4, 1, quæ ab interioribus, notentur lineis plenis, tribuantque puncta, 2552. clarissimum est per puncta huiusmodi, transire ichnographiam, seu vestigium commissurarum in plano horizontali.

Pariter ex iisdem commissurarum punctis; ducantur lineæ parallelæ horizonti, secantes semidiametrum verticalem DO, in punctis I, K, L, M, N, O, similiterque ab exterioribus procedentes punctuatis lineis notentur; plenis vero quæ ab interioribus, pro linea DO, vtemur ferè semper linea AC ne fiat confusio in linea DO, aut AC, erit vestigium punctorum commissuratum in plano verticali sæpe in decursu huius operis vtemur linea AB, quasi super ea descriptus esset arcus, diuisus in suas partes, ne scilicèt semper eandem praxin cogamur repetere. pariter dum opus erit accersemus ex hac figura, lineam DO, aut AC, supponendo scilicet hâc methodô eam diuisam esse in suas partes.

Quod verò descripta sit frons arcus simplicis, satis per se patet, si bene intelligatur, quid significemus per frontem arcus simplicis, nempe sectionem cylindri recti, ad axem recta.

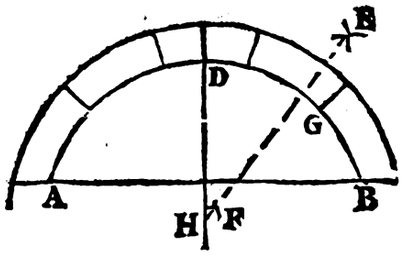
## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Super lineâ datâ, frontem arcûs Elumbis seu depressi describere.*

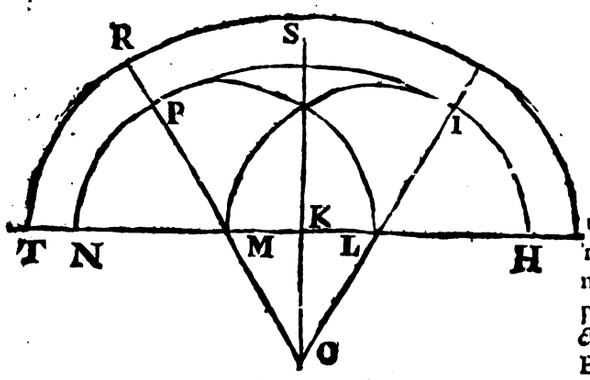
Sit proposita linea AB supra quam describendus, sit arcus, depressus seu humilior, quàm vt semicirculum adæquet, sitque linea AB diuisa bifariâ in C, sitque linea CD altitudo arcûs, minor semidiametro AC, posset quidem vt multi imperiti faciunt per tria puncta A, D, B describi segmentum circuli facti, ex punctis D, & B quocumque interuallô, eôdem tamen; arcubus, se intersecantibus in E, & F; linea FE exhibebit centrum G, vt (*per primam* 3.) ostendi potest. hæc tamen methodus censetur imperfecta duplicem ob causam, prima est quod oculos lædat, eò quòd

quòd lapides incumbæ immediate superpositi illi non insistant ad rectos angulos; secunda quod




cum singuli lapides habeant, & figuram, & vim cunei, superiores facilius loco moueant inferiores, & eos ad latera propellant. quare admittitur communiter hoc principium, vt arcus subtensæ suæ, seu chordæ, insistant ad angulos rectos, clarum autem est, lineam curuam GB inclinatam esse ad AB.

Vt recensitis incommodis obuiam eatur, adhibentur communiter ellypses figuræ; quarum descriptionem accuratam cum artifices nesciant immò nec illius capaces sint, segmentis circulorum eam imitantur sufficienter quidem ad institutum nostrum. Sit iterum linea NH, & sagit-

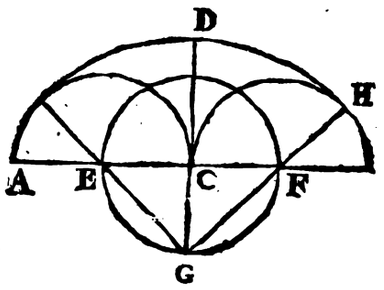



ta KS seu altitudo, contineat tantum tres quadrantes lineæ KN, diuiditur linea NH in tres partes in punctis L, M. tum ex punctis L, M, vt centris interuallô LM, fiant duo circuli se intersecantes in puncto O, ex puncto O, per centrum L. ducatur linea recta OLI, tùm ex O vt centro intervallo OI, describatur arcus IS & ex L, interuallô LI arcus IH, & perfectum erit opus. quæ praxis coincidit cum communi: volunt enim, vt diuisà NH in tres partes æquales in punctis L & M, & ex iis, vt centris interuallô, HL, arcus HI, tum ex puncto M, interuallô MN, fiat arcus NP, ducatur linea IL, hæc producta exhibebit centrum O, ex quo intervallô OI describitur arcus IS.

Si addendus sit circulus exterior, ex puncto M intervallô MT describitur arcus TR. vsque ad lineam OMR, & ex puncto O interuallo OR absoluitur. obseruandum autem est quod si ducendæ sint commissuræ in arcu HI, debeant ad centrum L dirigi, si vero in arcu SI, tendere debeant ad centrum O.

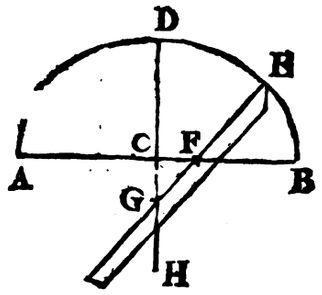
Secunda praxis ad formandam Ellypsin talis erit. quoties, sagitta seu linea CD continebit duas tertias semidiametri longioris AC. diuidatur linea AB in quatuor partes æqua-

les, nempe in punctis E, & F, fiantque tres




circuli eódem interuallô, & ex puncto G, ducitur linea CFH, ex centro F interuallô FC, fit arcus BH: item ex centro G interuallô GH, fit arcus HD. cætera ex figura satis internoscuntur.

Tertia praxis iam probata est alibi, præcipue in Geometria, sit ergo data linea AB, pro maiori diametro arcus Ellyptici, & CD pro minori semidiamètro, in regula separata verbi gratiâ, in regula chartacea, notentur ambæ semidiame-

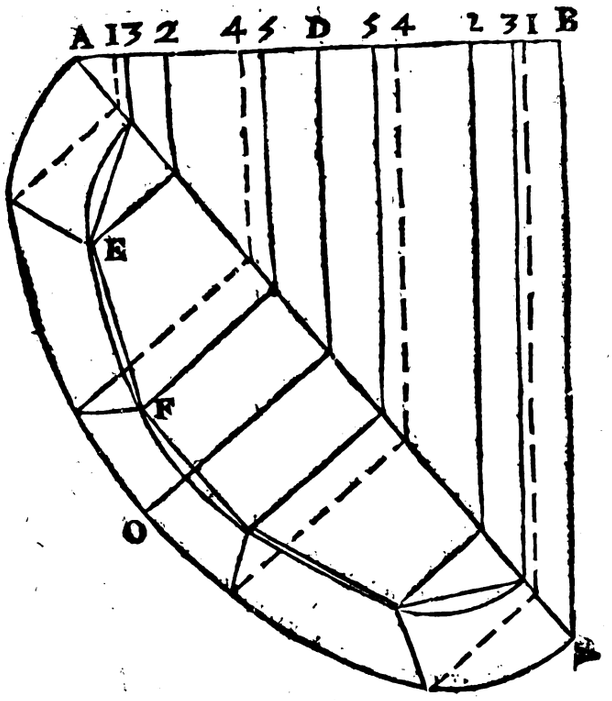



tri, nempe sit linea GE æqualis maiori semidiametro CB; & linea FE æqualis minori semidiametro DC: Tum ita moueatur hæc regula, vt punctum F insistat semper diametro CB, & punctum G semidiametro CD productæ. extremitas E describet ellypsin. quæ methodus valet etiam si DC esset horizontalis, & BC verticalis; hoc est fieret arcus cuius altitudo superaret latitudinem.

Quarta methodus vtilissima in hac materia, ita se habebit. Sit describendus arcus cuius altitudo æqualis lineæ DO, figuræ, propositionis 8. sed chorda seu subtensa debeat esse longe maior, nempe æqualis est linea AP, repetatur hîc linea AB figuræ illius, cum omnibus suis diuisionibus, & cyphris. Tum per singulas ducantur lineæ parallelæ inter se, siue perpendiculares sint, siue non. Tum aptetur linea AP, ita vt eam secent istæ omnes parallelæ. & per puncta diuisionum lineæ AP, excitentur perpendiculares, singulæ æquales sibi correspondentibus in figura primigenia, seu propositionis octauæ, si extremitates perpendicularium coniungantur lineâ curuâ, formabitur Ellypsis, cuius altitudo erit linea DO, subtensa verò linea AP.

Demonstratio cogitetur triangulum ABP esse in plano horizontali; & supra lineam AB excitatus intelligatur verticaliter arcus, figuræ primigeniæ, in propositione præcedenti descriptus, intelligatur item supra lineam AP, planum verticale, tum ex singulis arcûs primigenij punctis commissuratum, intelligantur duci lineæ ad eius planum rectæ, quæ formabunt cylindrum rectum,

Digitized by Google



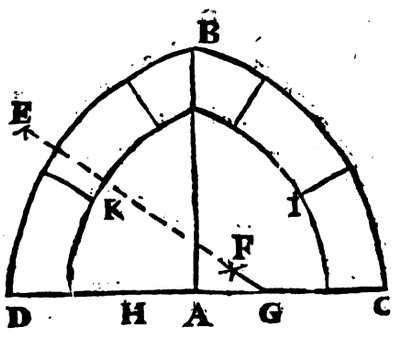

rectum, qui cylindrus ſecatur à plano, ſuprà lineam AA excitato, formabitque Ellypſin ex principiis cylindrorum; ſed ne accerſam alienam materiam formabitur figura AOA, nam verbi gratiâ cum in punctis D excitatæ ſint perpendiculares DO æquales, & parallelæ, ſi à puncto O arcus primigenij, in punctum O iſtius arcûs ducatur linea recta, hæc æquidiſtabit lineæ DD, & horizontalis erit, & in cylindri recti ſuperficie producta, quare vere punctum O ità inuentum eſt in communi ſectione cylindri recti producti, & plani verticalis ſupra lineam AA excitati, ità oſtendam reliqua puncta ad talem communem ſectionem pertinere, igitur bene deſcriptus eſt arcus propoſitus.

Hæc praxis diligenter notanda eſt tanquam fundamentalis, & quam ſæpe tantum, indicabimus, vt fiat frons arcus ellyptici, emanantis ab aliquo ſimplici primigenio, ſicut viciſſim poſſemus ab aliquo Ellyptico regredi ad primigenium.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

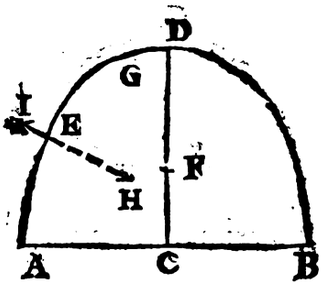
*De Arcu Elatiori.*




Arcum elatiorem eum voco cuius ſagitta lon-

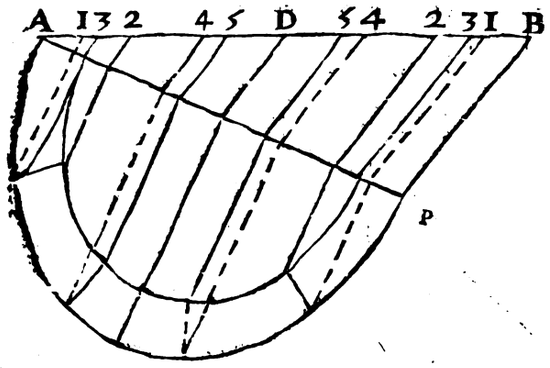
gior eſt ſemichordâ, ſit ergo ſagitta AB, maior ſemichordâ AC, poterunt ex B & D fieri eôdem interuallô, duo arcus ſe interſecantes in punctis E, & F; linea EF dabit centrum G, ex quo ducetur arcus DB, & interior illi reſpondens, aſſumatur ex alia parte linea AH, æqualis lineæ AG, & ex puncto H vt centrô deſcribetur alter arcus CB. hæc ſpecies arcûs dicitur ex tertio puncto procedere, hoc eſt Gallicè (*à tiers point*) & eâ Gothi vt plurimum vtebantur, duos continet defectus, primus eſt quod nonnihil oculos offendat. Secundus quod verſus partes K & I arcus hic ſit aliquantulum infirmior, præcipuè ſi claui B validum pondus non imponatur, commodus tamen quod muros minimè exterius impellat.

Vt vtrique incommodo obuiam eamus, Ellypſi vtemur, vt ſi daretur chorda AB, ſagitta CD,




quæ maior eſſet; ex centro F deſcriberetur apex D, & ex punctis A, & B tanquam centris alij arcus maioris circuli: occurrentes minori circulo, in quo nulla eſt peculiaris difficultas, ſed adhiberi poſſunt praxes ſupra allatæ. vnum tamen monebo ſi data eſſet oualis figura, cuius ignorarentur centra, ducenda tamen eſſet commiſſura quæ communiter ad centrũ ducitur, quia volunt vt linea commiſſuræ, faciat angulos rectos, cum arcûs concauitate, (quantùm linea recta, cum linea curua, angulũ rectum poteſt comprehendere)

ideo si ducenda sit linea commissuræ, in puncto E, assumantur duo arcus AE, EG æquales inter se, & centris A & G æquali interuallô, seu eâdem circini apertura, describantur duo arcus se intersecantes in puncto H, linea HE1 erit linea commissuræ.




Poteris item ex primogenio arcu proposito ar-

cum elatiorem efformare; repetatur linea AB atcûs propositi descripti, propositione octaua, cum suis diuisionibus sic describendus arcus cuius altitudo eadem sit, sed chorda AP sit minor, coniungatur linea AP in angulum aliquem PAB, ducaturque linea BP, cui per reliqua diuisionum puncta ducantur parallelæ, quæ (*ex quarta sexti Eucl.*) diuident lineam AP proportionaliter. Supra singula puncta diuisionum lineæ AP excitentur perpendiculares, singulæ æquales sibi correspondentibus, in arcu primogenio, & descriptus erit arcus, qualem inquirimus. lineæ enim parallelæ, sunt vestigia seu ichnographiæ linearum parallelarum axi, cylindri obliqui, quem cogitare possumus supra arcum primigenium, tanquam supra basin descriptum esse, planum autem verticale supra lineam AP excitatum hunc cylindrum oblique secat; facitque ellypsin sectionem, & in eo lineæ verticales ad planum horizontale demissæ æquales sunt, sibi correspondentibus in arcu primigenio.

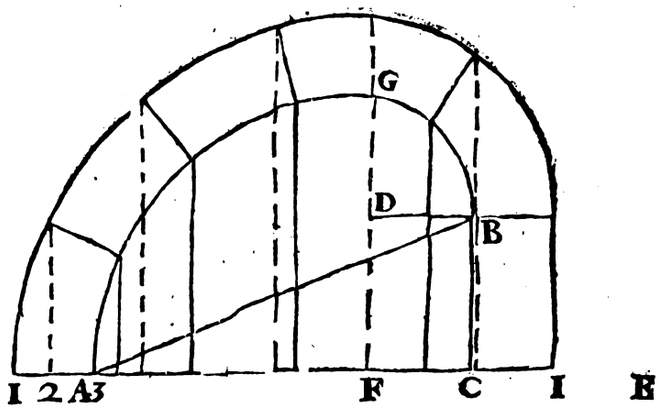
## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*De Arcu pedum inæqualium.*

Arcus pedum inæqualium, quem vocant communiter reptantem, (*vn Arc rempant*,) ita fiet, est linea AB supra quam describendus est talis arcus, posset quidem supra lineam AB simplex describi semicirculus, sed is horizontaliter non insisteret, quod tamen requiritur, tàm ad firmitatem totius operis, quàm ad decorem. subjiciatur linea horizontalis AC; alia item horizontalis BD. addatur lineæ AC in directum linea CE, æqualis rectæ BC, tota AE, diuidatur bifariam in F, exciteturque perpendicularis FD, tum ex centro F interuallo FA describatur quadrans circuli AG, item ex puncto D interuallô DB, describatur alius quadrans BG: qui occurret alteri quadranti in puncto G, cum enim lineæ FE, & FG, sint æquales, item FD, seu CB & CE factæ sint æquales; iis subtractis restant DG, FC seu DB esse æquales.

Omnes commissuræ quæ ducuntur in quadrante AG diriguntur ad centrum F, quæ verò ducuntur in quadrante BG; centrum D respicient. denique ex singulis commissuratum punctis in lineam horizontalem AC, demittantur perpendiculares quæ suis cyphris insigniantur. Poterimus enim illarum ope, arcus Elumbes, seu depressos, inæqualium pedum describere. eôdem pactô quô fecimus. nempe sub eâdem altitudine arcum inæqualium pedum describere, cuius chorda, seu subtecta horizontalis AC longe sit maior. aut etiam minor prout libitum fuerit. immò immediate poterimus arcum elumbem describere, si nempe locô quadrantum BG, AG describerentur quadrantes Ellypsium,




## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*De Arcu in polygona degenerante.*

Non tantùm circulares fiunt arcus, ellyptici, compositi ex duobus circulis inæqualium diametrorum, vt in figura præcedenti, sed etiam in varias figuras degenerare possunt, & primò quidem polygona omnia semicirculo inscriptibilia, eâdem methodô describi poterunt, & totam suam firmitatem ex arcu mutuari; quod facillimum est, nam in communibus arcubus, antequam concauitatem circularem inducamus, polygonum describimus tot laterum, quot requiruntur lapides, atque hôc modô, iam habemus polygona omnis generis.

## PROPOSITIO XIII.

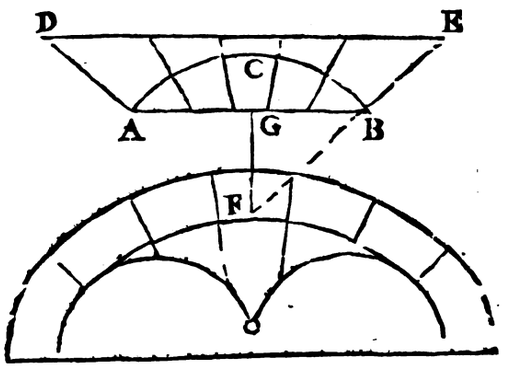
### Problema.

*De Arcu in lineam rectam degenerante.*

In lineam rectam degenerat arcus, quo-

ties

ties ex plurimis lapidibus opus aliquod in lineam rectam exporrectum ædificandum est, ita dicimus fasciam planam & æquam Gallicè (*vne platte bande*) sit ergo superior pars fenestræ, aut portæ quadratæ, & simplicis, ex plurimis lapidibus componenda, siue ob defectum longiorum lapidum; siue propter aliam rationem nempe propter firmitatem, satiùs enim est opus simile ex plurimis partibus componere, quàm ex vno lapide integro, quia sæpe suomet pondere fatiscit, & frangitur lapis oblongior, & sæpe inconcinnè, opus autem ita compositum ex minoribus partibus, non frangitur, suasque tantum ex arte commissuras habet. Sit ergo supra lineam A B delineanda




æqua fascia, seligatur centrum aliquod F, dimidiatâ linea AB ab ea distans, ita vt angulus ABF semirectus sit, tum centrô F, interuallô FB describatur arcus A C B, diuidendus in partes æquales numero impares, & per singula diuisionum puncta, ducantur radij ad centrum F, qui terminentur lineâ rectâ D E, parallela ipsi AB, & delineata erit facies, seu frons æquæ, seu planæ fasciæ. monendum tamen necessarium esse vt lapides extremi bene coërceantur, ne retrocedere possint. cum enim internedij in cuneos acutiores desinant, facile vicinos ad latera propellent, nisi valide contineantur, quare hoc genus adhibendum non est nisi dum continuantur ædificia. clarissimum autem est totum opus habere posse firmitatem quia impossibile est, vt lapides qui sunt latiores in venice, descendant quin vicinos locô moueant, quod cum fieri non possit, eo quod contineantur opus totum consistere necesse est.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*De arcu in alias figuras degenerante.*

Alia multa fingere poterimus in hunc modum: vt si duo arcus ex vna parte coalescente & quasi pendentes efformandi sint, id efficitur ope alterius arcus elumbis, vtrumque arcum amplectentis, fiunt autem lapides circa medium longiores, ita vt ad minores arcus pertingant, immo si lapides satis longi non occurrant, ferreis vncis annectuntur. in hoc autem negotio perinde est vel Tholum, seu clauim onerare superimposito onere, vel annexo & subiecto. figura satis rem totam demonstrat.

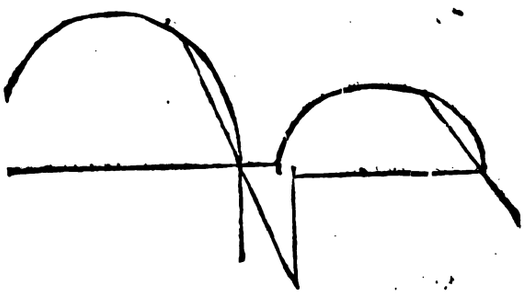


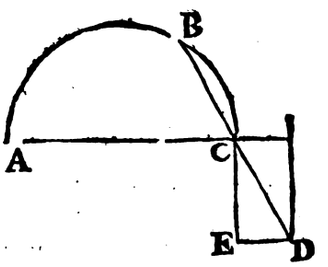
## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*De arcuum impulsu.*

Cum arcuum partes in cuneum desinant, haud dubie magnam vim habebunt ad impellenda corpora vicina, ex quo fit vt nisi parietes ipsis adhærentes aut quibus imponuntur, sint satis firmi, periculum sit ne disiiciantur. ædificia subterranea eo periculo vacant, cum enim parietes vndique terrâ aggestâ contineantur, facile resistent viribus arcuum, & fornicum. ædificia altiora minus resistent, eo quod pars murorum quæ solo insistit habeat vicem hypomoclij; quò autem longiores sunt parietes, eò vectis fit longior, minorque requiritur ad eos locô mouendos, impulsus, vt igitur huic incommodo obuiàm eatur muros crassiores efficiunt, regulamque communiter afferunt, vt murorum crassities determinetur.



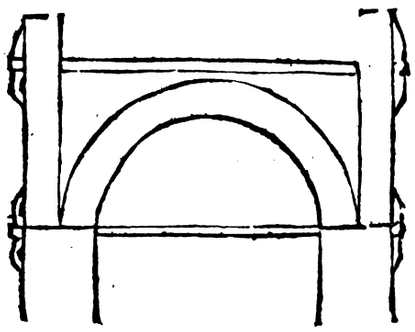



Sint ergo arcus quicumque ABC, siue integri, siue imperfecti, circulares, aut Ellyptici, diuidatur eorum circumferentia in tres partes æquales, sitque arcus BC, tertia pars, ducatur linea BC vlterius producenda in D, sintque BC, CD æquales; per puncta C, & D ducantur perpendiculares CE, DF, volunt vt crassities murorum arcum continentium, sit æqualis lineæ ED quod cum sine ratione afferatur; sed tantum ab experientia desumatur, existimo opus esse distinctione; aliter enim impellet muros, fornix ex quadratis lapidibus constructa, quam si ex pumice, aut lateribus perficeretur. quare in his omnibus cum cautela procedendum est, consulendique in singulis regionibus artis periti, ij nempe qui circumstantiarum variarum & accidentium habent diuturnam experientiam.

In multis Italiæ locis in; quibus lignorum, ad contignationes copia non suppetit, coguntur pro laquearibus, fornices cubiculis



Digitized by Google



imponere, & aliunde muri non multum firmi, vt pote ex lateribus constructi, parum habent firmitatis, solent singulis fornicibus ferream clauem vt vocant addere, nempe virgam ferream duos digitos aut etiam tres crassam, quæ murum vtrumque peruadat, & exterius illi addantur aliæ ferreæ virgæ, quibus continetur murus. eidem arcui nonnunquam binæ adhibentur, vna supra fornicem alia verò in radice, hoc figura satis ostendit.

# DE LAPIDVM SECTIONE.

## LIBER SECVNDVS

## De Arcubus, & fornicibus cylindricis.

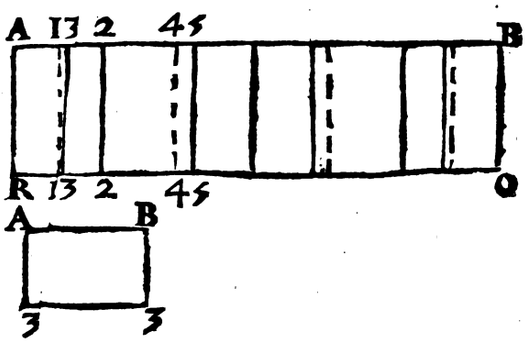
*SVPERIORI librô fundamenta totius operis iecimus, quibus præsuppositis ad praxin descendendum est, & quia faciliores videntur arcus, aut cylindrici, aut à cyliudricis non alieni, ideo ab iis initium faciendum est, sub hoc nomine cylindricornm arcuum, seu compluuiorum comprehendo Ellypticos, sicut enim cylindrici satis benè intelligentur, si semicirculus secundùm axem centro infixus currere, & moueri cogitetur, idem de Ellypsi fingendum est. sub hac etiam nomenclatura comprehendo arcus pedum inæqualium, immò & fascias planas, modò in longum tantùm procedant, & secundum lineam rectam, siue rectè siue obliquè parum interest, vnde in hoc libro, rectos & obliquos arcos, horizontales, & inclinatos explicabimus.*

### PROPOSITIO I.

#### Problema.

*De Arcubus, Portis, & compluviis rectis.*

Voco hîc arcum rectum, omnique obliquitate carentem, cuius omnis linea axi parallela, ad planum basis recta est, voco hic basin semicirculum verticalem, si perfectus arcus proponatur, vel semi-ellypsin pariter verticalem, si arcus Elumbis est, vel arcum quemcũque inæqualium pedum, quoties enim nulla inerit obliquitas, facilè ex sola descriptione superficiei, traditâ, superiori libro, soliditatem eius absoluemus. sit ergo propositus arcus rectus supra lineam AB describendus. vel potius sit eius ichnographia integra ABOR. sitque diuisa linea AB (*methodô prop.* 8. *libri superioris*) apponanturque eædem cyphræ, ne toties eandem praxin repetere cogamur. quare intelligi debet supra lineam AB descriptus duplex semicirculus in suas commissuras diuisus, ex quibus demissa sint perpendicula, quæ notauerint puncta 1, 2, 4, 5, &c. Sit linea RO parallela lineæ AB, & AR denotet longitudinem arcus, seu crassitiem muri in quo construitur talis arcus, si longior esset, maior etiam esset linea AR: per singula diuisionum puncta ducantur perpendiculares. vocabimus arcum primigenium illum, qui lineæ AB insistere dicitur. Dico ergo facilè ex arcu primigenio, nostrum opus absoluturos. nam exemplar frontis singulorum lapidum, habetur in arcu primigenio, quare in lapide, secundùm exemplar frontis superficies vna apterur, habebunturque lineæ commissurarum, superficies autem commissuræ, sit recta ad superficiem frontis, vnde sola squadrâ inducetur superficies vtriusque commissuræ. Si quis tamen vellet exemplar superficiei commissuræ, deberet rectangulum construere cuius vnum latus æquale esset lineæ AR, aliud verò æquale lineæ R 3, quæ est distantia circuli interioris ab exteriori, exemplar concauitatis habebit




Digitized by Google

bebit pro vno latere, eandem lineam AR, & pro alio vnam ex subtensis, arcûs primigenij supra descripti.

Eâdem praxi vtendum est, in describendis arcubus elumbibus & depressis; item in arcubus pedum inæqualium, immo & in fasciis planis, quoties scilicet nulla alia subest irregularitas, sed recti sunt huiusmodi arcus. vtendum enim est tantummodo exemplaribus frontis, ad designandum frontem cuiuslibet lapidis, cætera perficientur ope Gnomonis, seu squadræ.

Notandum tamen est in arcubus elumbibus, idem exemplar non posse esse vtile ad designandos omnes lapides, sicut in circularibus. pariter in arcubus pedum inæqualium, constantibus, duobus quadrantibus inæqualium circulorum, quamdiu versamur in vno quadrante, tamdiu vtendum est exemplari eruto ab eo circulo, in alio quadrante altero pariter vtendum est.

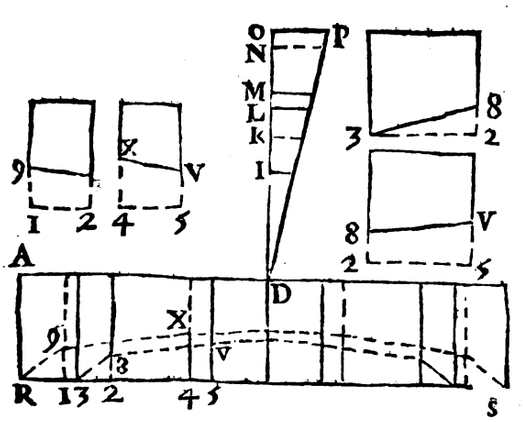
Totam hanc praxin ita claram existimo, vt alia demonstratione opus non esse censeam.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Arcum simplicem, elumbem, aut pedum inæqualium, In pariete in pternam proiecto, efformare.*

Sit paries cuius crassities sensim ex vna parte decrescat, quod voco in pternam proiici, sitque arcus simplex, hoc est circularis, aut Elumbis, aut pedum inæqualium in eo pariete efformandus. Sine alia irregularitate; quòd vt intelligatur, concipe semicylindro horizontaliter dispositio, occurrere parietem cuius crassities sensim decrescat. Sit ergo primò circularis arcus in eo pariete efformandus, repetatur tota figura arcûs primogenij, & ex ea desumatur diameter AB cum




suis diuisionibus. Item semidiameter verticalis DO. cum suis item diuisionibus, tum ducatur linea DP, quæ sit inclinatio tali, seu pternæ, hoc est murus in superiori parte nempe in O, decreuerit lineâ OP, hoc est versus incumbam, seu initium arcûs, seu in D murus habeat crassitiem AR in summitate crassities decreuerit, lineâ OP, sitque ille defectus versus partes A ducantur lineæ II, KK, LL, MM, NN, OP. dico in punctis H & E arcûs primigenii iam murum decreuisse secundum lineam I, I, in punctis F & G eiusdem primigenij arcûs, murum decreuisse secundum lineam LL, intuere figuram propositionis 8. libri primi. quare cùm ex E descendat perpendiculum E 2, & linea 22 si murus non decresceret esset ichnographia lineæ commissuræ parallelæ axi, abscinde ex linea 22, lineam 28 æqualem lineæ II; & hoc vtrinque ex lineis I, lineam æqualem rectæ KK, & ita de cæteris habebuntur que ichnographia decurtata propter muri imminutionem, poteris eas coniungere duabus lineis curuis quarum vna pertineat, ad interiorem circulum, alia ad exteriorem. primò exemplaria commissurarum horizontalium non mutantur, quia adhuc murus non decreuit. sintque AR 55, desideretur exemplar commissuræ E, cuius ichnographiæ sunt I, & 2 separatim ducantur lineæ II 22, distantes inter se quantum distat arcûs primigennij circulus interior ab exteriori; hoc est, secundum lineam A3, & ex linea 22 abscindatur 28, & ex II. 19 erit trapezium reliquum exemplar commissuræ E. aut H. pro commissuris F & G, assumendæ sunt lineæ 44, 55, & abscindendum ex iis quod necessarium est, debet autem linea 45 esse æqualis lineæ A3.

Exemplaria concauitatis ita fient quæratur primò exemplar concauitatis 3E quia in puncto 3 non decreuit murus; linea 33, repetatur integra sitque linea 32 æqualis lineæ 3E; ponatur autem linea 22 non integra sed decurtata secundum imminutionem inuentam pro exemplari concauitatis EF primigenij arcûs. ponantur pro punctis E & F. eorum ichnographiæ 22, 55, sed decurtatæ, sitque linea 25 æqualis subtensæ EF. ita fient omnia exemplaria consule figuram propositionis 8.

Si quis vellet exemplaria frontis, certum est pro superficie respondente lineæ AB, quia ex ea parte murus integer est, certum est (inquam) nihil immutari ex primigenio arcu; si quis autem vellet exemplaria frontis pro superficie inclinata respondente lineæ RS, deberet supra diuisiones lineæ RS, (quæ eadem sunt cum diuisionibus lineæ AB, excitari perpendiculares paulo maiores perpendicularibus arcûs primigenii, nempe pro perpendiculari AO, excitanda esset æqualis lineæ AP, & ita de reliquis, sumendæ essent eârum longitudines in linea inclinata AP.

Demonstratio tota petitur, ex eo quòd murus decrescat prout assurgit, ita vt in partibus superioribus magis decrescat, quare lineæ quæ cumque parallelæ axi sunt minores. quò sunt altiores, quare benè inuenta sunt decrementa talium linearum, quæ notata sunt in suis ichnographiis.

Exemplaria item frontis inclinatæ bene inuenta sunt, quia perpendiculares supra lineam RS ductæ; debent postea inclinari secundum muri inclinationem, ergo debent esse paulo longiores, vt attingant circumferentiam cylindri recti.

His omnibus paratis rursus indico modum lapides concinnandi. Primò applicari potest ex vna parte exemplar frontis, non inclinatæ, tum læuigatâ vt par est, & complanatâ eâ superficie, squadrâ, inducendæ sunt superficies commissurarum, quibus applicabuntur exemplaria conuenientia, neque opus video exemplaribus concauitatis.



Digitized by Google

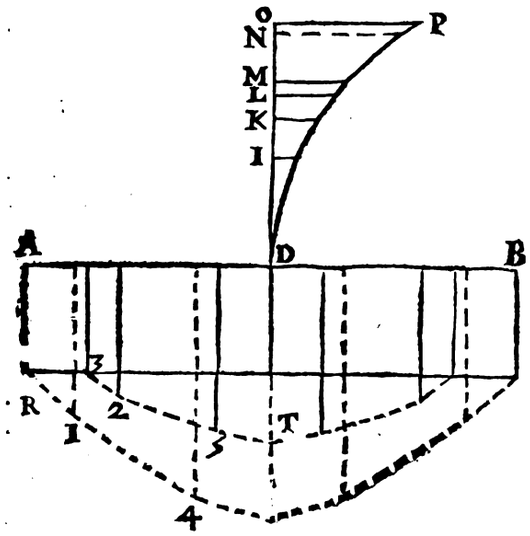
Hæc methodus valet etiam pro arcubus elumbibus, & depressis, si arcum elumbem sumas pro primogenio, ducasque ad diametrum horizontalem perpendicula, item ex singulis commissurarum punctis, tàm interioribus, quàm exterioribus, ducasque pariter lineas horizontales ad semidiametrum verticalem. cætera absoluentur vt in hoc exemplo. Immò arcus inæqualium pedum similiter absolui poterit in muro in pternam proiecto, si perpendicula demittantur, vsque ad lineam horizontalem infimam, subiectam toti operi. omnia pariter polygona, & æqua, seu plana fascia, in muro decrescente eâdem methodô absolui poterunt,

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Arcus simplex, arcus Elumbis, & arcus pedum inæqualium, compluvium perstringentes.*

Arcum ex vna parte simplicem describo, qui ita in compluvium definit, vt lapides; vnam faciem in arcu habeant, aliam verò in compluvio,




nempe supra lineam AB descriptus sit arcus, cuius crassities, seu longitudo secundùm axem sumpta sit secundum lineam DT, at verò compluuium in quod definit, sit aliter dispositum, nempe axis eius sit parallelus lineæ AB quia ergo compluvium, in arcum efformatur; in partibus superioribus recedet à linea RS, seu à plano verticali supra lineam RS erecto, arcus igitur quem describemus extendi debet donec attingat flexuram compluuij. Repetatur sicut priùs linea AB cum suis diuisionibus, & cyphris, item linea DO cum suis item diuisionibus & cyphris. repetatur item ichnographia totius arcus, quæ clauderetur lineis AB, RS, nisi arcus extendi deberet, vsque ad compluvium, quod perstringit, linea DO, intelligatur pro muro excitato supra lineam RS, ducaturque arcus DP repræsentans partem aliquam compluuij, tum ex singulis diuisionibus lineæ DO, ducantur lineæ parallelæ, ipsi AB, vsque ad arcum DP. augeantur singulæ lineæ ichnographicæ, longitudine transuersalis sibi correspondentis, verbi gratia linea D T ichnographia commissuræ per punctum O transeuntis, augeatur linea TV quæ sit æqualis lineæ OP ratio clara est, quia compluvium excitatum supra lineam RS sinuatur, & ab ea recedit, eô modô quô sinuatur arcus DP, igitur vt commissura DT, illud attingat debet produci secundum lineam OP, ita lineæ 4. debet addi linea æqualis lineæ N & ita de reliquis, si puncta extrema coniungas lineis curuis fiet nonnunquam fere circularis linea.

Ad formanda omnia exemplaria notandum est quia arcus noster secundum lineam AB rectus est, ideo omnia exemplaria vnâ extremitate esse rectangula, quamuis aliâ desinant in trapezium; habentur autem omnia exemplaria frontis AB in arcu simplici recto propositionis 8 libri superioris, & in eo habentur omnes inclinationes, planorum concauitatis, cum planis commissuratum. est enim arcus rectus. sed exemplaria tam concauitatis; quàm commissuratum fiunt longiora. ita autem habebuntur: exemplar commissuræ horizontalis erit rectangulum RS.

Exemplar respondens commissuræ E arcus recti, rectangulum est vna sui parte; haberque pro basi lineam æqualem lineæ A3, & latera 11, 22. sequentis commissuræ F exemplar eandem basin habet, & pro lateribus lineas 44, 35, eadem exemplaria valent pro alia parte.

Exemplaria concauitatis 3E, arcus recti, pro basi habet subtensam 3E latera lineæ 33, 22. sequentis concauitatis EF, basis erit subtensa EF & latera perpendiculariter excitata erunt lineæ 22, 44.

Opus non erit alterius frontis exemplar describere, qui tamen illud desideraret assumeret separatim lineam RS cum suis diuisionibus, supra quas excitaret perpendiculares, hôc modô supra diuisionem respondentem numero 2 exitaretur perpendicularis æqualis non lineæ DI, sed arcui DI, supra diuisionem I excitaretur perpendicularis æqualis arcui DK, & ita de cæteris. deberet autem totus describi in materia flexibili, ita vt eius diameter applicaretur lineæ RS; totusque arcus superficei compluuij.

Non dissimili ratione formaretur arcus Elumbis, nempe si pro primigenio arcu, vteremur arcu elumbi, diuiso in suas partes, ductisque perpendiculis in eius diametrum, diuisiones transferremus in lineam AB, cætera eôdem modô peraguntur Arcus pedum inæqualium pariter formaretur, si diuisiones basis eius horizontalis transferremus in lineam AB.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Arcus simplex, elumbis & pedum inæqualium Recti, ex vna parte; Et obliqui ex alia.*

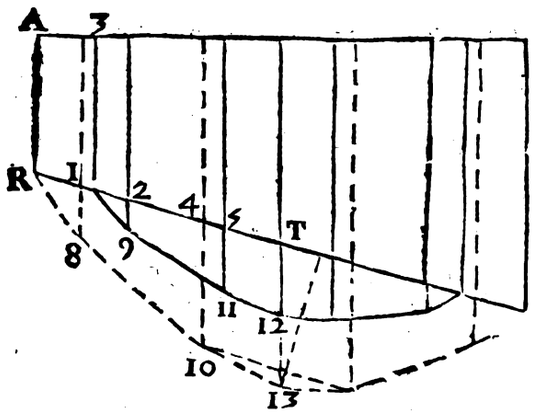
*Iidem item arcus perstringentes obliquè compluuium.*

Sit murus inæqualis crassitiei AB SR in quo efformandus sit arcus rectus quidem secundum superficiem AB, qui si continuetur rectà, vsque ad superficiem RS; obliquè ab ea secabitur, fietque sectio obliqua seu frons eius RS obliqua; ideoq; poterit dici hic arcus licèt in se vere rectus

seu

Digitized by Google

seu pars cylindri recti, poterit dici quoad frontem RS, frontis obliquæ,




Primò omnia exemplaria frontis AB habentur in arcu primigenio, siue is sit simplex, siue elumbis, siue pedum inæqualium.

Exemplaria commissarum ita habentur, basis omnium, æqualis est lineæ A 3, quia latera angulum rectum comprehendunt. pro commissura E arcus primigenij vtendum est lateribus 11, 22. pro commissura F lateribus 44, 55. pro comissura G, aliis longioribus lateribus 44, 55. pro commissura H aliis adhuc longioribus 22, 11.

Exemplaria concauitatis sunt item rectangula, in basi, basis autem concauitatis 3E arcus primigenij, erit subtensa 3E; latera 33 22 breuiora concauitatis EF, basis erit eadem EF, latera 22 55 & ita de reliquis.

Si quis vellet exemplaria frontis RS, deberet supra diuisiones lineæ RS excitare perpendiculares, æquales perpendicularibus arcus primigenij, quia supponimus esse cylindrum, cuius axis est æquidistans horizonti. In arcu primigenio habentur omnes anguli inclinationum in singulis lapidibus.

Vt ijdem arcus perstringant compluvium obliquè, cogitetur linea R esse latus compluuij recti, sit autem compluvium, exceptâ eâ obliquitate dispositum sicut in figura. producantur ichnographiæ commissurarum quantùm opus fuerit, verbi gratiâ producatur linea 12, itaque aptetur linea æqualis ipsi OP figuræ præcedentis, vt sit perpendicularis ad R; & attingat lineam 12 productam, talis erit linea 13 quæ est æqualis lineæ OP & est perpendicularis ad RS ita aptentur perpendiculariter cæteræ, nempe NN. MM, LL, KK, II, singulæ in suis ichnographiis. ducanturque lineæ coniungentes earum extremitates habebitur ichnographia arcûs perstringentis obliquè compluvium. Ratio autem cur linea OP cæteræque ponantur perpendiculariter ad lineam R, est quia hæ lineæ sunt recessus compluuij à plano verticali, secundum lineam perpendicularem sumptus, in eleuatione cuiuscumque perpendicularis DI, DK DO cæterisque, ergo etiam in ichnographia perpendiculariter disponi debet.

Exemplaria frontis AB habetur in arcu primigenio.

Exemplaria commissurarum sunt rectangula, secundùm superficiem AB, exemplar commissuræ E, in figura arcûs primigenij habebit pro basi lineam, A3, seu illi æqualem, pro lateribus lineas 1,8, 2,9. commissura F basin habebit A3, latera 2, 9, 5. 11. & ità de reliquis.

Eadem latera formabunt exemplaria concauitatis, assumptis subtensis pro basibus, & vtendo iisdem lateribus.

Si desiderarentur exemplaria frontis supra lineã R excitandæ essent perpendiculares, æquales arcubus propositionis præcedentis: sed non ponendo vt prius, in diuisionibus factis à lineis 22, 44, 55, & cæteris sed in punctis in quæ cadunt perpendiculares verbi gratia in puncto X esset excitanda perpendicularis æqualis arcui DP & ita in aliis, sed sine his exemplaribus poterit totum negotium absolui: quia in arcu primigenio habentur omnes anguli inclinationum planorum.

## PROPOSITIO V.

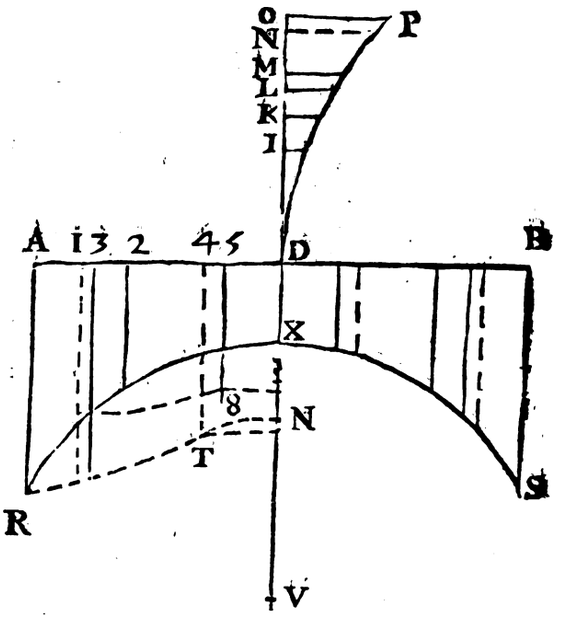
### Problema.

*Arcus simplex, Elumbis, & pedum inæqualium ex vna parte recti, perstringentes Turrim rotundam, item ijdem perstringentes fornicem sphæricam.*

Sint paritet ijdem arcus recti quidem secundùm lineam AB, sed producti primò vsque ad concauitatem turris rotundæ RS. transferatur in lineam AB diuisio diametri arcûs ptimigenij, seu propisitionis 8. libri præcedentis, & per eas ducantur lineæ perpendiculares pertingentes vsque ad concauitatem turris, dico haberi ea omnia quæ requiruntur ad formanda exemplaria.

Primò exemplaria frontis rectæ AB, habentur in arcu primigenio, siue is fuerit circularis simplex; siue elumbis. aut pedum inæqualium eôdem enim modô praxis procedet.

Exemplaria commissurarum facilè habebuntur, vt prius; commissura incumbæ erit A 3 3 R.




exemplar commissuræ E arcûs primigenij, pro basi habebit lineam A3, pro lateribus lineas 11 22, quæ cum basi angulum rectum comprehendant, commissura F habet eamdem basin, &

pro

pro lateribus lineas 44. 55, & ita de reliquis si plures nempe existant.

Exemplaria concauitatis simili methodô formabuntur nempe basis erit subtensa 3F, latera 33, 22. quæ cum ea angulum rectum comprehendant. secundæ concauitatis EF, basis erit subtensa EF, latera 22, 55, & ita de reliquis.

Si quis vellet exemplaria frontis concauæ RS; deberet lineam RS extendere in lineam rectam cum suis diuisionibus in quibus excitarentur perpendiculares æquales perpendieularibus arcûs primigenij, quicumque ille sit, absolueturque arcus, qui videbitur Ellypticus, debet autem describi in materia flexibili, quæ aptari possit curuitati Turris.

Si circulo RS intelligeretur imponi sphærica testudo, in quam incurrere posset arcus noster, eamque perstringere. deberet excitari ex more perpendicularis DO, & arcus DP describi nempe segmentum maximi circuli illius sphæræ, qui diuersimode describi poterit, prout arcus propositus diuersimode incurret in testudinem nostram; ducatur transuersalis OP, linea NN ita aptetur lineæ 44; incipiendo à circumferentia circuli maximi vt ad eam sit perpendicularis, seu tendat ad centrum, hoc est linea Tz quæ producta tendit ad centrum V æqualis sit linæ NN, ita aptabis singulas transuersales lineis perpendicularibus, quibus respondent, & ita habebis latera omnium exemplarium, tam commissurarum, quàm concauitatis, quæ exemplaria fiunt eôdem modô, quô in superioribus exemplis. habebit enim hæc exemplaria pro basi, vel subtensis arcûs primigenij: si sint exemplaria concauitatis, vel lineam A3, si sint exemplaria commissurarum, pro lateribus assumentur linea 4T, & aliæ vsque ad punctum in iis vltimô locô notatum. sunt item omnia exemplaria rectangula ex vna parte, cum supponatur arcus rectus esse secundum lineam AB.

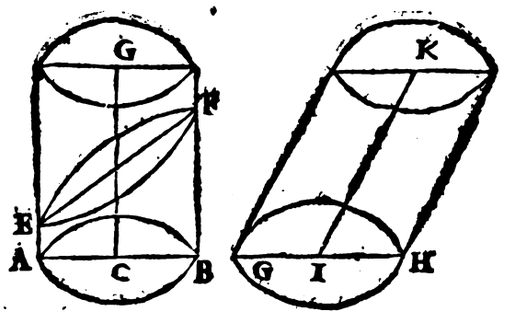
Si quis desideraret exemplaria frontis concauæ RS, extendi deberet in longum circumferentia RS, & in punctis, in eâ vltimo notatis, quale est punctum X, excitandi essent arcus circuli maximi & æquales arcubus DI, DK cæteriſque tum per extremitates illorum arcuum ducenda linea curua duplex, quæ ducet omnia exemplaria frontis concauæ. ratio huius rei est quia si per punctum X & alia similia intelligantur circuli maximi, contenientes in polo, illi omnes occurrent lineis commissurarum arcûs descripti, & singuli dabunt arcus æquales arcubus DI, DK, DL, cæteriſque. hi autem circuli angulum rectum faciunt, & ducendi essent eô modô, quô in plano aptantur plurimi circuli vt sphæram conponant, quia tamen sine talibus exemplaribus res perfici potest, & res est alioquin satis intricata; non immoror diutiùs. eâdem methodô arcum rectum formare possumus, qui perstringat turrim rotundam, cuius murus interior in æternam decrescat, si loco arcus DP duceremus lineam inclinationis muri, cætera eôdem modô fierent.

## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*Arcus circularis, Elumbis aut pedum inæqualium vtriusque frontis obliqua.*

Vt meliùs intelligatur obliquitas, quæ in arcubus inueniri potest, explicanda est natura cylindrorum, quorum aliqui ex natura sua obliqui sunt, alij verò licèt, ex se recti sint, secantur tamen obliquè, sectioneſque exhibent Ellypticas, si cylindri circulares sint, volo enim dari cylindros etiam Ellypticos rectos, item & pedum inæqualium. cogitetur enim circulus




AB in cuius centro C infigatur axis ad planum AB rectus, perficiaturque cylindrus, ductis lateribus parallelis axi, is cylindrus rectus erit; poterit tamen secari obliquè planô EF, qui hôc modô recti sunt & oblique secantur dicuntur obliqui in fronte *biais par teſte*. sit item circulus GH cui oblique insistat axis IK, perficiaturque cylindrus, is dicetur simpliciter obliquus, arcus qui ex se rectus est, oblique tamen secatur, conuenientior est, quia concauitatem habet meliùs efformatam. sicut autem dedimus cylindrum rectum, cuius basis AB circulus est, ita etiam cogitari potest cylindrus Ellypticus, si nempe pro circulo AB, cogitaretur Ellypsis in cuius medio axis, deinde eius superficies assurgeret vndique axi parallela. idem dico de cylindro cuius basis sit arcus pedum inæqualium.

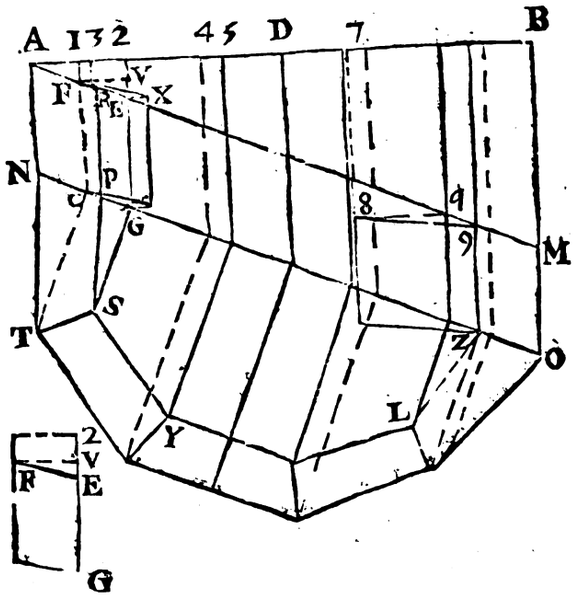
His positis facilè intelligetur sensus tituli huius propositionis. volumus enim formare cylindrum rectum in se, qui cum secetur obliquè, ab vtraque superficie muri in quo supponitur, vtramque frontem obliquam habet. In sequentibus propositionibus talem cylindrum cogitabimus, qui incurrat in murum obliquum, vel in duos parietes angulum comprehendentes, in turrim rotundam, directè vel obliquè oppositam, formabiturque primò arcus obliquæ frontis, *biais par teſtes*, arcus seu porta in angulo, porta in turri rotunda, directe, vel obliquè oppositа, siue parietum superficies verticalis fuerit, siue in talum projecta sit, incipiamus ab arcu frontis obliquæ.

Repetatur diameter horizontalis arcûs recti, siue circularis is fuerit siue elumbis, aut pedum inæqualium. sit talis diameter AB cum diuisionibus factis à perpendiculis cadentibus à singulis commissuris arcûs primigenij; per has diuisiones ducantur perpendiculares, quæ producantur quantùm opus erit, fietque area, seu ichnographia arcus

Digitized by Google

arcus recti omninò. In eam aream incurrant obliquè duæ lineæ parallelæ AM, NO, quæ denotent basin seu ichnographiam parietum, qui secant oblique arcum.

Hæc sufficiunt ad formanda omnia exemplaria. Primò proponantur exemplaria frontis su-




pra altervtram lineam verbi, gratiâ NO (perinde enim est si parallelæ sint, excitentur in singulis eius diuisionibus, perpendiculares æquales perpendicularibus arcûs primigenij; extremitates harum perpendicularium exhibebunt exemplaria frontis vtriusque. Si lineæ AM, NO fuerint parallelæ. Sin minus supra vtramque lineam idem præstandum erit; vt habeantur exemplaria vtriusque frontis.

Exemplaria commissurarum ita formantur. primo commissuræ horizontalis seu incumbæ exemplar erit A N P R. ad sequentem commissuram vtendum erit lineis FC, EG, illis enim æquales sunt lineæ commissurarum. Sed hæ lineæ non satis distant inter se, quia linea 1. 2 minor est linea A 3, quæ est distantia inter circulum interiorem, & exteriorem arcûs primigenij; tribus praxibus hoc exemplar formabimus, quæ sunt praxes vniuersales diligenter notandæ. Sumatur separatim linea 1.2, paulò maior quàm linea 1.2 figuræ maioris, nempe æqualis lineæ A 3, tum ducantur perpendiculares 1 C, 2 G, æquales suis correspondentibus; & pariter 1 F, 2 G; habebitur pro exemplari primæ commissuræ parallelogrammum FG inuenietúrque linea FE æqualis, lineæ ST. Ratio huius praxis est quod si intelligatur arcus incipere à linea AB, & extendi vsque ad lineam NO, erit arcus rectus perstringens murum obliquum; pariter si extendatur tantum vsque ad lineam AM, erit arcus similiter rectus perstringens murum obliquum. in singulis autem exemplaribus si auferatur, id quod pertinet ad minorem arcum, restabit id quod comprehenditur intra duos parietes.

Secunda praxis erit si ducatur perpendicularis FV. nam (*per primam 1. huius*) perpendicularis ducta ab extremitate lineæ cuius FC, est ichnographia, abscindet in linea cuius E G est ichnographia, lineam æqualem ipsi V E; quare ducatur separatim FC, & illi perpendicularis FV; & VG parallela, abscindatur VE æqualis sibi correspondenti. ita perficietur totum parallelogrammum.

Tertia praxis erit si ducas perpendicularem EX, tum illi aptetur linea FX æqualis lineæ TS, quæ est distantia exterioris, & interioris arcûs. ita formabuntur cætera exemplaria, vtendo lineis 4,5 pro sequenti.

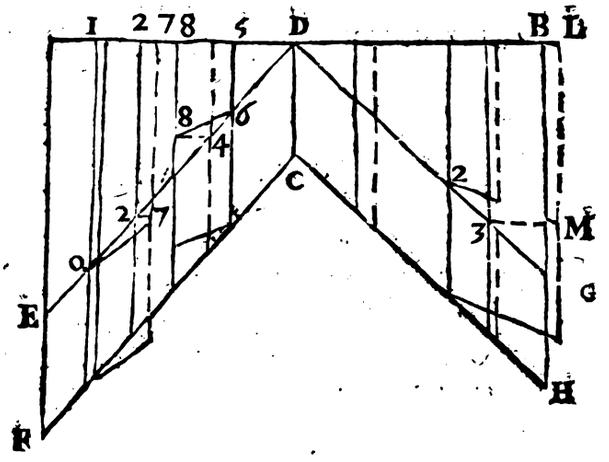
Non dissimili ratione formantur exemplaria concauitatis Z L. ex puncto q ducatur perpendicularis q 8, cui ex puncto 9. aptetur linea 9,8 æqualis subtensæ L Z. absolueturque totum parallelogrammum. vel sit linea 37 æqualis subtensæ arcûs primigenij, ductáque perpendiculari 78 vlteriùs producenda, abscindatur hæc linea 78 æqualis lineæ 2 q, & absoluatur parallelogrammum, quæ praxes in idem recidunt. ita absoluentur omnia exemplaria. Secunda praxis procedit per compositionem arcûs recti perstringentis murum obliquum.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Arcûs simplex, Elumbis, aut pedum inæqualium in angulo.*

Quotiescumque arcus simplex construendus est in angulo; necessarium est, vt angulus minor non sit rectô. Secundò muri habeant crassitiem conuenientem, alioquin periculum erit, ne totum opus concidat. repetatur diameter horizontalis arcûs construendi, sitque




linea AB; muri autem in angulum coëuntes sint E D G F C H. producantur perpendiculares ex singulis diuisionibus lineæ AB, & perduadant vtrumque murum, sicque exurgit ichnographia, totius arcûs continuati, vsque ad extremitatem muri.

Exemplaria frontis habebuntur, si separatim supra linea ED diuisiones, excites perpendiculares, æquales perpendicularibus arcûs primigenij, sic enim habebis, semiarcum, habebis item alium semiarcum, si supra lineam DG idem præ-

ſtes. nolui exhibere figuram, quia per ſe ſatis intelligitur.

Exemplaria commiſſurarum, ducentur iiſdem praxibus, quas in ſuperiori propoſitione explicuimus, fiat linea 17. æqualis lineæ A 3, tum auferatur linea 77. æqualis lineæ 22. ducaturque linea O 7, & perficiatur parallelogrammum; id erit exemplar commiſſuræ ſecundæ, nam prima ſeu horizontalis, erit parallelogrammum F 9. ad tertiæ commiſſuræ exemplar; ſit linea 58 æqualis lineæ A 3, ducaturque parallela lineæ S, ex qua abſcinde lineam 88 æqualem lineæ 44. perficiaturque parallelogrammum & habebitur exemplar tertiæ commiſſuræ.

Exemplar primæ concauitatis, ita habetur. Sit linea 2 L, æqualis vni ſubtenſæ arcûs primigenij, ducaturque perpendicularis LM, æqualis lineæ 33, perficiaturque parallelogrammum, habebitur exemplar concauitatis primi lapidis. Hæc praxis fundata eſt in eo quòd, ſupponitur arcus rectus ſupra linem AB, qui intelligitur continuari vſque ad lineas DG, CH: abſcinditur autem, illius pars vſque ad lineam DG.

Anguli inclinationum planorum concauitatis, commiſſurarum habentur omnes in arcu recto, & ſeu primigenio.

Si quis deſideraret vt arcus qui reſultant in lineis ED, GD eſſent perfecti, ab iis incipiendum eſſet, nempe ſeparatim, ſupra lineas ED, DG deſcribendi eſſent quadrantes, diuidendi in quotcumque lapides; tum ex ſingulis diuiſionibus ducenda eſſent perpendicula, & ex diuiſionibus ducendæ lineæ parallelæ lineæ AF, quæ diuiderent lineam AB paulo aliter quam diuiſa ſit modò. Supra ſingula diuiſionum puncta excitarentur perpendiculares, æquales perpendicularibus arcûs, ſupra ED, DG deſcripti, ſicut enim ex arcu rectô ſupra AB deſcripto, eruimus arcum obliquum ſupra ED, GD, deſcribendum, ita etiam ex quocumque arcu ſupra ED, DG, deſcripto, eruimus arcum rectum ſupra AB deſcribendum.

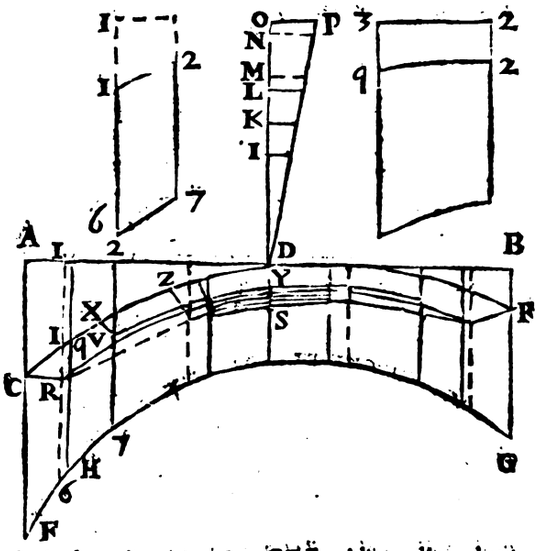
## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*Arcus circularis, Elumbis, pedum inæqualium in turri rotunda, cuius murus exterior in pternam aſcendit.*

Sit deſcribendus arcus quicumque in turri rotunda repetatur diameter horizontalis arcûs recti, ſitque AB cum ſuis omnibus diuiſionibus. excitetur, & ſemidiameter verticalis cum ſuis item diuiſionibus, tum ſi murus verticalis non eſt, ducatur linea DP, inclinationis muri, ducantur omnes tranſverſales, continuentur item lineæ perpendiculares donec peruadant totum murum turris rotundæ.

Primo conſtruendus ſit arcus, nullâ habitâ ratione decrementi muri. Ad formanda exemplaria frontis conuexæ CF; extendatur alicubi in lineam rectam circumferentia CDF, & in punctis diuiſionum, factis à perpendicularibus; excitentur totidem perpendiculares æquales perpendicularibus arcûs primigenij, & habebuntur omnia exemplaria frontis conuexæ CDF, idem dicendum eſſet pro exemplaribus frontis concauæ FG. Sed hæc in materia flexibili deſcribenda eſſent.




Exemplaria commiſſurarum facile ita habebuntur. commiſſuræ horizontalis exemplar, erit trapezium CFHQ. exemplar ſecundæ commiſſuræ fiat eôdem modô, ac ſi fieret exemplar pro arcu recto perſtringente concauitatem FG, tum ex ſingulis exemplaribus aliquid detrahes, nempe pro ſecunda commiſſura, abſcindes 11, 22. ſeu in figura ſeparata fiat linea 12 æqualis lineæ A 3, diſtantiæ circuli exterioris ab interiori. tum excitentur lineæ perpendiculares æquales perpendicularibus magnæ figuræ; ex quibus detrahes lineas 11, 22, & abſolutum erit exemplar ſecundæ commiſſuræ.

Eodem modo fient exemplaria concauitatis; pro baſi; ſumendo ſubtenſas arcûs primigenij, qui ſemper intelligitur deſcriptus eſſe ſupra lineam AB. vt ſi ſeparatim ducatur linea 32 æqualis ſubtenſæ 3E arcus primigenij; excitenturque duæ perpendiculares deſumptæ ex figurâ, tum ab iis abſcindas lineas 3 q, 22 abſolutum erit exemplar modò lineæ extremæ nempe q 2 ſint nonnihil incuruæ, vnde multi, ex mediis concauitatibus demittunt perpendicula, vt exactiùs habeatur curua linea q 2. idem dicito de oppoſita.

Si murus exterior CDF, in pternam proiectus ſit, lineæ OP, NN, MM, transferantur in lineam DS, incipiendo ſemper à puncto D, ita DS æqualis ſit lineæ OP. tum poſitô pede circini in centro Turris, & alio pede circini extenſo vſque ad diuiſiones lineæ DS, deſcriptis arcubus transfetes eas diuiſiones in perpendiculares, ſibi reſpondentes eaſque nonnihil decurtabis, verbi gratia linea 2V ſit decurtata vſque ad V. denique duces lineas per huiuſmodi puncta, qualis eſt linea V X.

Vt habeantur exemplaria frontis: ſupra diuiſiones circumferentiæ CDF vltimò factas, nempe puncta XZ cæteraque excitandæ eſſent perpendiculares æquales perpendicularibus arcûs primigenij, & habebuntur exemplaria frontis, ſi nempe priùs circumferentia CDF extenſa fuerit in lineam rectam. vt verum tamen fatear erit aliquis error, eò quod turris abeat in conum, & vt duceretur baſis coni, inuenienda eſſet longitudo coni, vbi nempe ſuperficies deſineret in apicem, ſed hæc nimis minuta ſunt.

Exempla

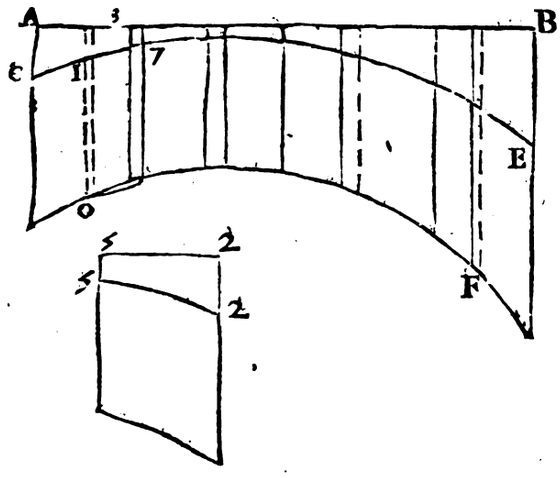
Digitized by Google

Exemplaria cætera eôdem modo fiunt quò priùs, ſed paulò plus ex lineis perpendicularibus reſecandum eſt. v g. priùs reſecuimus lineam 22. at verò eò quòd decreuerit paries, reſecabimus lineam 225, & ita in aliis ſemper auferre debemus vſque ad punctum in lineis perpendicularibus inuentum vltimò; nempe per lineas tranſuerſales OP, NN, &c. quæ oſtendunt quantum in ſingulis altitudinibus decreuerit turris.

## PROPOSITIO IX.

### Problema.

*Arcum circularem, elumbem & pedum inæqualium, in turri rotunda obliquè efformare.*




Supponatur ſemper arcus ſupra lineam AB deſcriptus, ex cuius commiſſuris demiſſa ſint more conſuetô perpendicula, quæ continuentur donec peruadant murum turris rotundæ, obliquè poſitum.

Vt habeantur exemplaria frontis conuexæ I E, extendatur circumferentia I E in lineam rectam, cum ſuis omnibus diuiſionibus, in quibus excitabuntur perpendiculares, ſingulæ æquales perpendicularibus ſibi correſpondentibus in arcu primigenio, & per extremitates earum ducatur linea curua; hæc dabit exemplaria omnia frontis conuexæ I E, debent tamen ſaltem ſingula in materia flexibili delineari, vt aptari poſſint conuexitati turris.

Exemplaria commiſſuratum fiant more conſuetô, Exemplar commiſſuræ horizontalis erit ex vna parte trapezium mixtum C 10, ex alia trapezium E F. exemplar ſecundæ commiſſuræi taformatur. ſit linea 17. æqualis lineæ A 3, ductaque perpendiculari 7. ab ea abſcindatur linea 77 æqualis lineæ 22, ſitque linea 17 nonnihil inflexa, idem fiat in parte inferiori, & habebis exemplar ſecundæ commiſſuræ. idem ex alia parte facies.

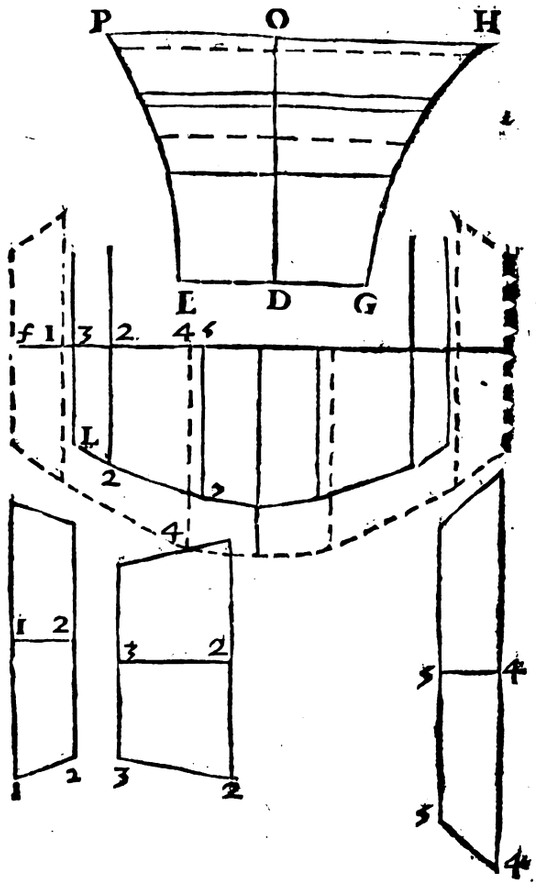
Exemplaria concauitatis ita formantur. ſit verbi gratia formandum exemplar ſecundæ concauitatis, reſpondens concauitati H G arcûs primigenij, ſumendæ ſunt perpendiculates 2. 5. ſit ergo linea recta 52 ſeparatim ducta, æqualis ſubtenſæ H G arcûs primigenij, excitenturque perpendiculares æquales ſibi correſpondentibus in figura maiori, ex iis reſecentur lineæ 5, 22, æquales ſibi correſpondentibus, & perfectum erit exemplar ſi tamè extrema puncta cõiungas lineâ curuæ.

Potuiſti animaduere in his omnibus exemplis ſupponi arcum rectum, ſuper lineam AB excitatum, qui continuetur quantum opus erit, à quo deinde reſecentur partes inutiles ad opus ſuſceptum. vnde præcipuæ eius menſuræ, ab eo arcu primigenio deſumendæ ſunt, quem tamen non repetij, ne figuras tot lineis confunderem. quare characteres lineæ AB repeti debent ex figura propoſitionis 8. libri præcedentis. obliquitas quæ in propoſitis exemplis accidit, non eſt in arcu, ſed in muris arcum oblique ſecantibus, tota igitur obliquitas in frontes refunditur; quare ſi muro verbi gratiâ turris coniunctum eſſet compluuium, aut ſphærica teſtudo, facile ex ſuperioribus arcum formaremus ad ea omnia extenſum, ſeu ea perſtringentem.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Arcus Rectus, circularis, Elumbis, aut pedum inæqualium inter duo compluuia.*




Sint duo compluuia EP, GH; ſitque interuallum inter illa quale figura exprimit, quod diuidatur bifariam perpendiculari D O. ſitque arcus conſtruendus quicumque, cuius diameter horizontalis A B, ſupra quam intelligatur deſcriptus & diuiſus, arcus primigenius. item ex ſingulis commiſſuris, cadant perpendicula, item linea DO æqualis ſit ſemidiametro verticali, quæ diuidatur eô modô quo eſt diuiſa in arcu primigenio propoſitionis 8. præcedentis libri; ducanturque per ſingulas diuiſiones, lineæ horizonti parallellæ. denique ſupra diuiſiones lineæ A B excitentur perpendiculares, hinc inde



Digitized by Google

singulæ æquales suis correspondentibus, in figura superiori. Et absoluta erit figura ex qua omnia eruemus exemplaria, arcus rectus habetur qui nempe descriptus intelligitur supra lineam AB, & is continet inclinationes planorum exemplarium commissurarum, cum exemplaribus concauitatis.

Vt describantur exemplaria frontis, nam arcus supra AB descriptus fictitiæ frontis rationem habet, cum sit in medio opere) debebunt supra diuisiones lineæ AB, excitari perpendiculares maiores perpendicularibus arcus primigenij; hoc est æquales singulis arcubus in GH contentis. ratio clara est quia frons vtraque cylindrica est, eiusque omnia perpendicula in arcus flectentur.

Vt habeantur exemplaria commissurarum primò rectangulum KL est exemplar commissuræ horizontalis, quia in horizonte non creuit adhuc spatium ex receſlu compluviorum. Exemplar secundæ commissuræ ita fiet, separatim sit linea 12 æqualis lineæ A 3, (nempe distantiæ circuli primigenij exterioris, ab interiori) transferanturque lineæ 11, 22, vtrinque perpendiculariter. pariter sit linea 45 æqualis linea A 3, transferanturque hinc inde perpendiculariter lineæ 54, 55.

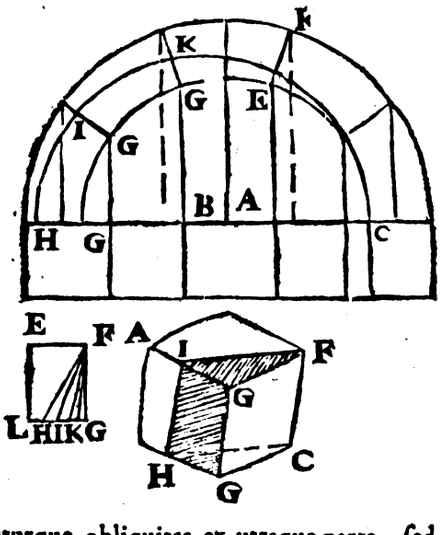
Pro exemplaribus concauitatis sit linea 32 æqualis subtensæ arcûs primigenij, transferanturque hinc inde perpendiculariter lineæ 33. 22. ita fient reliqua exemplaria. Ratio istius praxis est quod coniungantur in lineam AB, duo arcus recti perstringentes compluvium, ideoque praxes traditæ hinc inde duplicandæ sunt.

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Cornu Bouinum. ex vna tantum parte.*

Cornu Bouinum duobus modis peragitur. Primò supponitur arcus quicumque rectus, siue circularis sit, siue Elumbis, aut pedum inæqualium omninò perfectus. cui ex vnâ tantum parte tribuitur obliquitas, quæ totum arcum persuadat. Secundò supponitur idem arcus perfectus,




daturque obliquitas ex vtraque parte, sed quæ mediam crassitiem arcûs non excedat. hic dabimus primum modum. Sit ergo centrô A descriptus arcus rectus & perfectus, in suos lapides diuisus, à quibus cadant perpendicula in diametrum horizontalem. ex alio centro B, interuallô BC, describatur alius circulus denotans obliquitatem, quæ tribui debet huic arcui. Plurimi solent per quadrationem vt vocant (*par Esquerrissement*) totum opus absoluere, sed etiam methodô communi, & per exemplaria illud exequemur.

Exemplaria frontis aduersæ, & intactæ, nam ex vna parte supponitur arcus intactus, habentur ex simplici descriptione arcûs, secundum methodum communem. Exemplaria frontis imminutæ, habentur in figura; ostendit enim secundus circulus, quid auferendum sit ex singulis exemplaribus frontis imminutæ.

Exemplaria commissurarum ita habentur, sit linea EF, æqualis vni commissuræ; sit item FG æqualis crassitiei muri, omnia exemplaria commissurarum essent æqualia rectangulo EG, nisi aliquid ex singulis resecandum esset. abscindatur GH, æqualis sibi correspondenti, in magna figura, eritque trapezium EFHL exemplar primæ commissuræ; EFIL exemplar secundæ; & ita de cæteris.

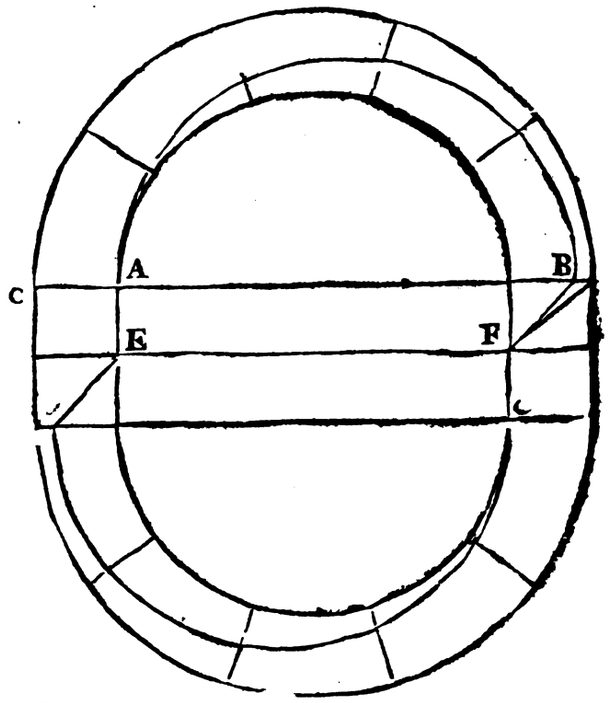
Exemplaria concauitatis non sunt necessaria; cum sine illis perfici possit totum opus. nam exequatâ primâ superficie, extenditur supra illam exemplar frontis integræ, deinde ope squadræ inducuntur superficies commissurarum, supra quas applicantur exemplaria propria.

Per quadrationem facillimè perficietur totum opus, sit enim lapis AC, formatus pro arcu simplici, abscindantur GH, GI desumptæ ex figura, ducantur lineæ IF, HC auferaturque cuneus IFCHI, & paratus erit lapis, idem præstandum est in aliis.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

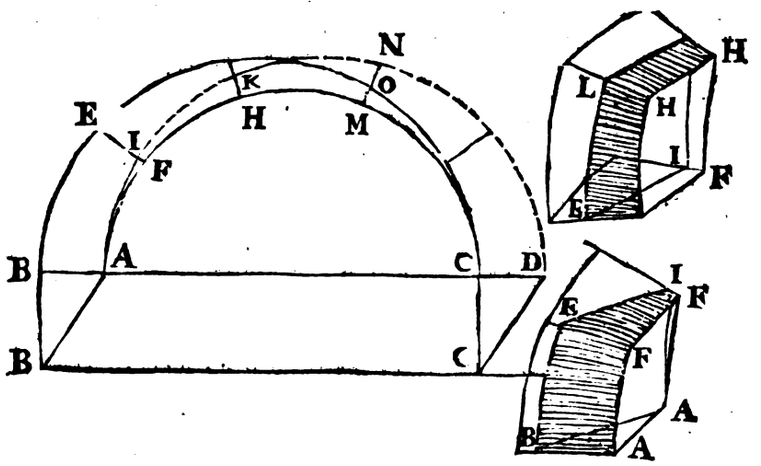
*Cornu Bouinum ex vtraque parte.*




Dixi supra cornu Bouinum, si ex vtraque parte

Digitized by Google

te fiat, non debere excedere medietatem crassitiei, alioquin degenerabit in aliam speciem, quam vocant, (*biais passé*) quasi obliquum perfectum. quare ex superiùs traditâ praxi, facile illud perficiemus. Sit enim eius ichnographia ABCD diuisa per medium lineâ E F, obliquitas in vnâ medietate, est ad lævam, in alia ad dexteram, praxis eadem quæ superioris propositionis, siue fiat per exemplaria; siue per quadrationem, in quo notandum est exemplaria commissurarum semiquadrangula esse, & semitrapezia; qualis est figura AEDC, facile autem habebuntur, si quasi diuidas arcum in duos, & exemplaria commissurarum vtriusque simul coniungas, habebuntur integra exemplaria. idem dico de exemplaribus concauitatis, aptiùs tamen hoc opus absoluitur per quadrationem, faciliusque hôc modô ab artificibus intelligitur. qui bene conceperit praxin superioris propositionis, in hac non laborabit.




## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Arcus obliquus perfectus*, biais passé.

Hæc species arcûs communiter per quadrationem seu suffurationem (*derobement*) absoluitur, sit ergo ichnographia arcûs describendi ABCD, ducantur duæ perpendiculares BB, CC. primò interuallô AC, describatur circulus quasi primigenius, tum diuisâ lineâ BC bifariàm; describetur alius arcus item diuisâ AD bifariàm alius arcus describatur, diuidatur arcus AC in suos lapides, & ex eius centro ducantur lineæ commissurarum: debent autem intelligi tàm circulus AC, quàm BC, descripti in parte anteriori arcûs, seu supra lineam BC, inferiorem; item alij duo arcus descripti, in postica fronte, seu supra lineam AD, ideoque circulum AD punctuatim describis, vt ostenderem eum pertinere ad partem positicam arcû:. Sit ergo primus lapis ABEF abscindatur linea AB æqualis sibi respondenti in magna figura: item EF, in parte superiori, in parte postica in puncto A nihil abscindatur, in superiori parte abscindatur FI æqualis sibi respondenti; ducanturque lineæ EI, BA auferendum erit ex lapide proposito cuneus ABEIA.

Supponatur secundus lapis perfectus quasi pro arcu recto, cuius circulus interior AFH, in parte anteriori abscinde lineas FE, HL æquales sibi correspondentibus; in parte postica FI, HK, appliceturque pars arcûs exterioris, ex secundo igitur lapide abscindes partem FLHI.

Pro claui seu umbilico in anteriori facie abscinde HK, MO, in posticâ HK, NO applicatâque concauitate maioris circuli, notabis partem auferendam ex claui, quæ propterea detortâ nonnihil erit; In lapidibus alterius partis eôdem modô procedendum est.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Arcum simplicem, Elumbem, pedum inæqualium aut quemlibet alium, obliquum describere.*

Aliam speciem arcûs obliqui aggredimur, nempe cylindri omninò obliqui.

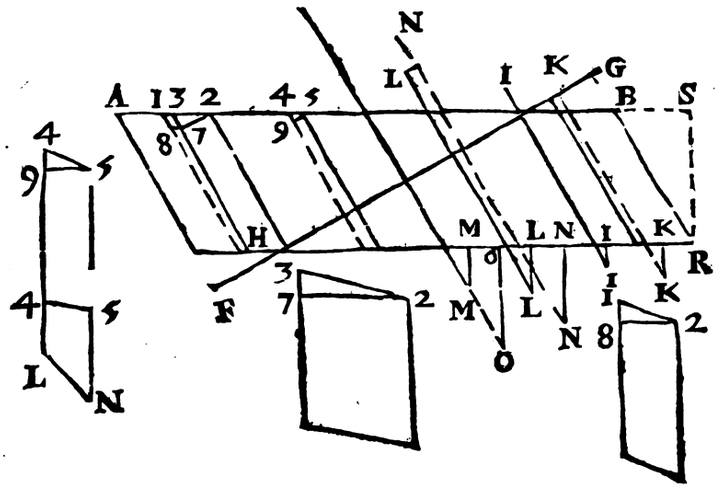
Hoc est qui non tantùm secetur obliquè, sed etiam in seipso talem obliquitatem habeat, vt si supra lineam AB intelligatur describi semicirculus, cuius centro, infigatur axis obliquus, lineæ commissurarum concipiantur esse axi parallelæ talem. arcum hic describimus. quare supra A B subintelligatur descriptus arcus primigenius, ex cuius commissuris cadant perpendicula, tum ducatur axis, notans obliquitatem cylindri, huic parallelæ sint omnes ichnographiæ, ducatur item linea FG secans, ad angulos rectos omnes lineas parallelas seu perpendicularis ad axem.

Exemplaria frontis vtriusque habentur omnia, in arcu primigeniô. Si quis desideret arcum rectum, qui habeat omnes angulos inclinationum planorum concauitatis, cum planis commissurarum; supra diuisiones lineæ FG excitet perpendiculares æquales perpendicularibus arcûs primigenij, & per earum extremitates ducat lineam curuam, quæ erit arcus rectus, in quo habebuntur anguli inclinationum; cum ad eius planum rectus sit axis, & omnes lineæ parallelæ axi.

Exemplaria commissurarum ita describentur. Primæ commissuræ seu horizontalis, exemplar habetur in ichnographia, estque parallelogrammum AH. exemplar secundæ commissuræ, habet



Digitized by Google




latera 1, 2, ſed quæ non ſatis inter ſe diſtant, quia linea 12. minor eſt lineâ A 3 quæ eſt diſtantia circuli exteriotis, ab interiori, in arcu primigenio. quare ducatur linea 28 perpendicularis ad 18, tum in charta ſeparata ducatur linea 18. æqualis lineæ 1, ichnographiæ per punctum 8 ducatur perpendicularis 82, apteturque linea 12 æqualis lineæ A 3, perficiaturque parallelogrammum 1221, hôc erit exemplar ſecundæ commiſſuræ. Exemplar tertiæ quod pro lateribus habet lineas 45, ita componitur. ductâ perpendiculari 59. ſeparatim ducatur linea 44. æqualis ſibi correſpondenti, abſcindatur 49 ducatur perpendicularis 95, cui aptetur linea 45, æqualis lineæ A 3 & perfectum erit exemplar.

Exemplaria concauitatis non diſſimili ratione componentur, primum exemplar concauitatis latera habet lineas 3, 2, ducatur perpendicularis 27, ſeparatim ducatur linea 33, è qua abſcindes lineam 37, excitabiſque perpendicularem 72. denique aptabis lineam 32, æqualem vni ſubtenſæ arcûs primigenij; & abſolutum erit exemplar. ſi bene operatus & in vtroque exemplo perpendicularis 72 æqualis erit vni ſubtenſæ arcus recti deſcripti ſupra lineam FG; ſicut perpendiculares 95, 82 in exemplaribus æquales ſunt diſtantiæ circuli interioris, & exterioris deſcripti ſupra lineam FG ex quo deduci poterat alia praxis.

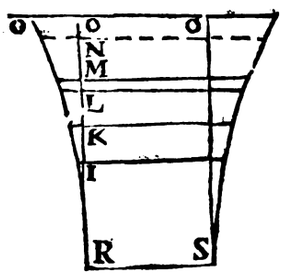
Demonſtratio ( *per primam primi huius* ) perpendicularis cadens ab extremitate inchnographiæ 22, ad ichnographiam II eam ſimiliter ſecat, ac ſi duceretur hæc perpendicularis in lineis, quarum ſunt ichnographiæ, quare benè in exemplaribus aſſumpſimus eiuſdem diuiſiones, & per ſeptimam primi huius abſoluimus parallelogramum.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Arcus obliquus, circularis, elumbis, aut pedum inæqualium, inter duo compluuia: item cuius vnus murus in pternam decreſcat.*

Sit diſtantia perpendicularis inter duo compluuia linea RS æqualis lineæ RS, ſuperioris figuræ: ſupra quam ſint deſcripti arcus compluviorum. excitentur perpendiculares RO SO, æquales ſemidiametro verticali, , arcûs primi-




genij, & ſimiliter diuiſæ, ducanturque per ſingulas diuiſiones lineæ parallelæ. OO. NN MM. aptentur autem ſingulæ lineæ ſuis correſpondentibus in figura præcedenti, ſecundum lineam perpendicularem ad eas augendas vt figurâ ſatis oſtendit. verbi gratiâ aptetur perpendicularis OO ad augendam lineam mediam; LL ad producendam lineam 4. quia hoc deerat his lineis vt ad compluvium peruenirent.

Primò ſi duplex ſit compluvium id præſtandum erit ex alia parte. quibus paratis, ita habebimus exemplaria.

Primò arcus rectus idem perſeuerat nempe ſupra lineam FG deſcribendus.

Exemplaria frontis in materia flexibili deſcribi debent, quæ aptari poſſit concauitati compluviorum; ita autem formabuntur ſupra lineæ RH diuiſiones factas à perpendicularibus, nempe in punctis M, O, L, N, I, K, excitentur perpendiculares æquales ſegmentis arcuum compluuiorum ſibi reſpondentium, vt in puncto K, excitetur perpendicularis æqualis arcui RK, in puncto I æqualis arcui RI, & ita de cæteris; tum per extremitates perpendicularium ducatur linea curua, formans arcum in quo inuenies exemplaria frontis, aptanda concauitati compluviorum.

Ad formanda exemplaria commiſſuratum, vtere iam factis, quaſi nulla eſſent compluvia quibus deinde addes exceſſus inuentos; vt exemplari cuius latera erant 44, 55, adde lineas 4 L, 5 N æquales ſibi correſpondentibus in magna figura, idem præſtandum eſſet, ex alia parte habereturque totum exemplar illius commiſſuræ. exemplar primæ commiſſuræ, nempe horizontalis

Digitized by Google

horizontalis idem perseuerat nempe parallelogrammum AH.

Exemplaria concauitatis eôdem modô perficientur, per additionem excessuum inuentorum, vel si ea velis immediate perficere, vtendum esset subtensis inuentis in arcu frontis vltimò descriptô, vtendo praxi communi, nempe ducendo in prima figura, perpendicularem ab extremitate vnius ichnographiæ ad aliam.

Poteramus & ea perficere per arcum rectum, vtendo subtensis in eo inuentis; & hinc inde excitando perpendiculares, æquales ichnographiis excessu inuentô auctis.

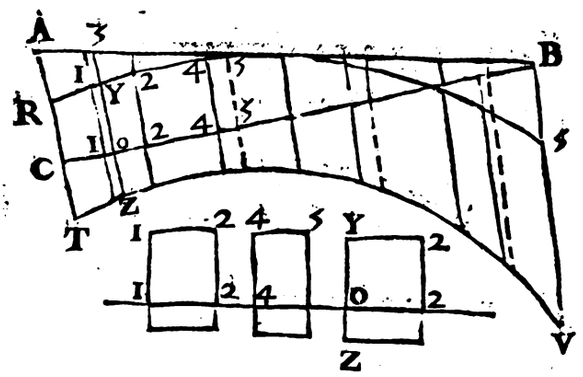
Si loco compluuiorum occurreret murus in pternam proiectus, & decrescens, isti excessus addendi non essent, lateribus exemplarium; sed demendi.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Arcum circularem, elumbem aut pedum inæqualium obliquum in Turri Rotundâ Efformare.*

Aliam speciem describimus in hâc propositione quàm quæ superiùs explicata est propositione 8. nam ibi proposuimus cylindrum naturâ suâ rectum, quem turris rotunda obliquè secaret, hic verò ponimus cylindrum naturâ suâ obliquum repetatur linea AB, diameter horizontalis arcûs primigenij; cum omnibus suis diuisionibus per quas ducantur lineæ parallelæ axi obliquo quæ incurrant in turrim rotundam.




Ducatur linea BC, perpendicularis ad axem, & consequenter ad omnes parallelas. supra puncta in quibus linea BC secatur à parallelis, excitentur perpendiculares, æquales perpendicularibus arcûs primigenij, & habebitur arcus rectus, in quô scilicèt inueniuntur anguli inclinationis, & commissurarum.

Si quis velit exemplaria frontis conuexæ RS, debebit supra circumferentiâ RS extensam in lineam rectam, excitare perpendiculares singulas æquales, perpendicularibus sibi correspondentibus in arcu primigenio; idem dicendum est de fronte concauâ TV. ratio clara est quia si supra lineam AB intelligatur excitatus verticaliter arcus, ex cuius commissuris ducantur latera axi parallela, perpendiculares ad subiectum planum horizontales erunt æquales, si ab eodem latere, seu linea axi & consequenter horizonti parallelâ, demittantur. Pro exemplaribus commissurarum, ducatur separatim linea 12. æqualis non lineæ A5, distantiæ arcûs interioris ab exteriori, in arcu primigenio; sed lineæ CO distantiæ eiusdem in arcu recto; ductisque perpendicularibus transferantur lineæ 11, 22, pro tertia commissura sit linea 45 æqualis eidem lineæ CO, ductisque perpendicularibus abscindantur hinc inde perpendiculares 44, 55. æquales correspondentibus in prima figura.

Exemplar primæ commissuræ, seu horizontalis erit figura TY.

Exemplaria concauitatis ita fient, sit linea O2, æqualis vni subtensæ arcûs recti, & ductis perpendicularibus abscindantur hinc inde perpendiculares æquales sibi correspondentibus; nempe OY, 22, 22. pro aliis exemplaribus vtendum eâdem subtensa, sed aliis lateribus vt 22, & 55. & ita de cæteris.

Eô modô quô formauimus arcum obliquum in turri rotunda simplici, formari poterat in eadem turri cuius murus in pternam decresceret; tunc enim lineæ obliquæ intra muros turris interceptæ nonnihil decurtandæ essent. Eâdem praxi vti possemus ad formandum arcum obliquum, in angulo. neque in eo formando occurrit noua difficultas.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Arcus quicumque Rectà descendens, desinens in compluuium.*

Sequentes arcus duplici modo sumi possunt, vel ita vt in se obliqui sint, vel ita vt licèt in se recti sint, oblique tamen parietibus verticalibus secentur.

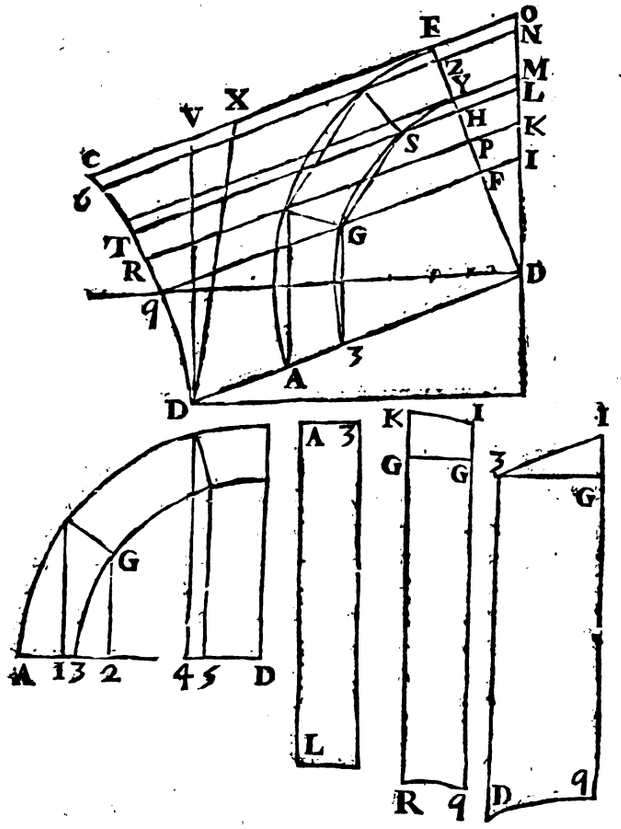
Ponamus ergo superficiem muri esse basin cylindri inclinati, qui consequenter in se obliquus erit, & hæc erit arcus primigenius continens exemplaria frontis, qualem descripsimus initiô huius libri: sit illius diameter verticalis linea DO, cùm suis omnibus diuisionibus, quales diximus produci à lineis horizonti parallelis, sit axis eius linea DD, cui reliqua latera fiant parallela, sit arcus DC, sectio compluuij. Ex puncto D ducatur linea DE perpendicularis ad omnia latera inclinata.

Quæratur primò arcus rectus, cuius semidiameter erit linea DE, abscindantur hinc inde lineæ FG, HS æquales lineis transuersalibus sibi correspondentibus in arcu primigenio, & habebitur arcus rectus cuius medietatem tantum posui in figura. vel repetatur semidiameter horizontalis arcûs primigenij qui sit AD, cum suis diuisionibus, in quibus excitentur perpendiculares, non æquales lineis DI, DK, DL &c. sed æquales lineis DF, DH. cæterisque.

Pro exemplaribus commissurarû ita operaberis. commissura horizontalis rectangula cuius vnum latus est A5, aliud linea AL æqualis lineæ DD; pro secundâ commissurâ incipe à lineâ GG commissuræ arcûs recti; & ductis perpendicularibus abscinde lineam GK, æqualem lineæ PK, & lineam GK æqualem lineæ PR, item GI, GQ æquales lineis FI, FQ, hoc est figura K R Q I esset exemplar illius commissuræ, si latera

KR,

Digitized by Google




Qui desideraret exemplaria frontis concauæ, compluvij DC deberet, supra diuisiones diametri horizontalis, arcûs primigenij excitare perpendiculares, æquales non lineis DI, DK, DL, &c. sed arcubus Dq, DR, DT, idem dicendum, si murus in pternam proiectus esset.

Si primus murus nempe planus in pternam decresceret; loco lineæ DO verticalis, posset eadem DO, cum suis iisdem diuisionibus nonnihil inclinari versus partes E, & cætera fieri eôdem modô.

RK, qI distarent ab inuicem secundum lineam GG. ita fiet exemplar alterius commissuræ.

Ad exemplar concauitatis G 3, sumatur separatim linea G3, ductisque perpendicularibus, sit linea 3D æqualis lineæ DD, figuræ primæ, item sint lineæ GI, Gq æquales lineis FI, Fq, figuræ maioris; hoc est trapezium 1qDD figuræ maioris esset tale exemplar si eius latera distarent secundum lineam G3: hoc est. Si linea FD esset æqualis lineæ G3. ita trapezium LTq1 esset exemplar concauitatis GS. si linea HF æqualis esset lineæ GS.

Exemplar concauitatis pro vmbilico rectangulum est cuius, vnum latus est linea HS duplicata, latera verò æqualia sunt lineæ LT.

Si nullum esset compluvium, sed murus esset æqualis crassitiei, sumendæ essent longitudines laterum vsque ad lineam DV. Si verò murus ex parte postica esset in pternam decrescens; sumenda esset longitudo laterum secundùm lineam DX.

Vt autem meliùs intelligatur natura istorum arcuum; poteramus incipere ab arcu recto, qui fieret simpliciter, haberetque vicem primigenij, sed tunc eius semidiameter verticalis disponenda esset cum ea inclinatione, quam, habet linea DE, vt deinde inueniremus arcum frontis. nam ex diuisionibus lineæ DE, ductis lateribus inclinatis, habentur diuisiones lineæ DO; quæ exhibent longitudinem perpendicularium excitandarum, supra diuisiones diametri horizontalis.

Quod autem diximus de arcu simplici, intelligi potest de arcu Elumbi, aut pedum inæqualium, praxis enim mutanda non est, sed tantùm pro primigenio arcu, assumendus est arcus Elumbis, aut pedum inæqualium.

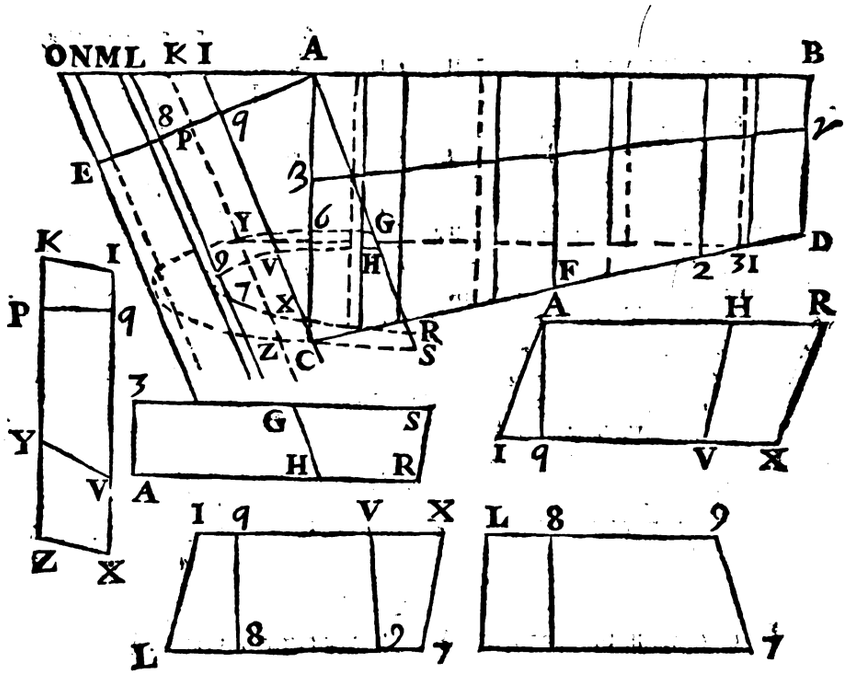
## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

*Arcus quicumque descendens, rectus in anteriori parte; obliquus in posteriori.*

Praxin hic vniuersalem trademus, quæ benè intellecta, pluribus exemplis aptari poterit, supponatur ergo arcus primigenius descriptus, sicut in præcedenti, cum lateribus axi inclinato parallelis: ducta item perpendicularis DE, quâ formabitur arcus rectus, hoc enim habent commune istæ omnes praxes. repetatur item diameter horizontalis arcûs primigenij, cum suis diuisionibus, sitque AB, per illius diuisiones ducantur perpendiculares, vsque ad superficiem parietis obliquam. habebunturque lineæ quæ sunt vestigia horizontalia laterum cylindri; notandum autem est, quamlibet lineam inclinatam, duo latera repræsentare, quod quidem etiam verum erat in superiori figurâ; quia tamen ex vtraque parte æquales erant non aduertimus, immò infima DD quatuor linearum vices gerebat; nempe duarum è circulo exteriori prodeuntium, & duarum è circulo interioti, in hoc autem casu in quo quæ sunt ad dextram sunt breuiores, propter inæqualem muri crassitiem, aliter operandum est. Repetatur vt priùs diameter horizontalis AB, cum suis diuisionibus, sitque linea CD ostendens obliquitatem, alterius superficiei, muri in quo formandus est arcus inclinatus; repetatur item semidiameter verticalis arcûs primigenij, sitque AO, in eandem lineam extensus cum AB, habeat etiam suas diuisiones, ducanturque lineæ inclinatæ secundam propositam inclinationem. Sit AE perpendicularis ad omnia latera inclinata, ex singulis punctis lineæ obliquæ CD, ducantur parallelæ

Digitized by Google




rallelæ ipſi A B ſingulæ vſque ad latus inclinatum ſibi reſpondens, in quo notabitur punctum. verbi gratia ex puncto D ducta parallela dabit in latere inclinato A G punctum G, ex puncto I, ducta parallelâ dat punctum Y in latere K Y, quia tam latus K quam linea I ab eodem puncto arcûs primigenij generatur, punctum 3; aliud punctum H in latere A H exhibebit &. ita de cæteris, non duxi autem has parallelas vitandæ confuſionis gratiâ. quibus poſitis cætera facile abſoluemus.

Primò arcus rectus formatur ſicut priùs; hoc eſt ſupra diuiſiones lineæ A B excitentur perpendiculares deſumptæ non ex linea A O ſicut in arcu primigenio, ſed ex linea A E, in eo arcu habentur anguli inclinationum exemplarium concauitatis, & commiſſurarum. hunc arcum non deſcribo quia iam ſimilem praxin ſupra dedimus.

Secundò exemplaria frontis A B ſunt in arcu primigenio.

Exemplaria commiſſuræ primæ quæ modò inclinata eſt, duplex haberi debet, id eſt ex vtraque parte vnum, quia breuius eſt vnum aliô. Sit ergo linea A 3 ſeparatim ducta, æqualis diſtantiæ inter circulum exteriorem & interiorem arcûs recti, ductiſque perpendicularibus, ſint latera 3 G, A H æqualia lineis A G, A H; eritque trapezium A H exemplar commiſſuræ primæ verſus B. factis item lineis A R, 35, æqualibus lineis AR, AS magnæ figuræ erit trapezium A S exemplar commiſſuræ primæ verſus A.

Pro ſecunda commiſſura fiat linea P q, æqualis lineæ ſecundæ commiſſuræ in arcu recto, ductiſque perpendicularibus transferantur lineæ PK, q1, PY, PZ, qV, qX, eritque KV exemplar commiſſuræ ſecundæ verſus partes D, & K X exemplar ſecundæ commiſſuræ verſus partes A.

Ita tranſlatis diuiſionibus, laterum L & N incipiendo ab arcu recto nempe à linea A E, habebuntur exemplaria tertiæ commiſſuræ & ita deinceps.

Exemplar primæ concauitatis ita formatur, ſit linea A q ſeparatim, ducta, æqualis primæ ſubtenſæ arcûs recti, ductiſque perpendicularibus addatur linea q 1 æqualis ſibi correſpondenti, fiant item A H, A R, q V, q X, æquales ſibi correſpondentibus in prima figura, eritque trapezium I H exemplar concauitatis breuioris, nempe verſus B, & trapezium IR exemplar longioris verſus A.

Pro ſecunda concauitate eôdem modô operandum eſt, ſit linea q 8 æqualis ſecundæ ſubtenſæ arcûs recti, tranſlatiſque diuiſionibus linearum 1 X, L 7 erit trapezium L X exemplar concauitatis longioris verſus A, & L V breuioris.

Tertia concauitas clauis, ita habetur, ſit linea 8 æqualis ſubtenſæ clauis in arcu recto, ductiſque perpendicularibus addatur 8L, 8L, & 89, 87. eritque trapezium L 7 exemplar commiſſuræ Tholi ſeu vmbilici.

Reſtant exemplaria frontis obliquæ ſupra C D. aut certe ſupra aliam lineam illi ſubiectam. Sumantur lineæ A 3, B 7, æquales diſtantiæ punctorum G & S à linea A C, quæ diſtantia ſumatur perpendiculariter, ducaturque linea 3 3 ſupra quam incipiendo ab eius diuiſionibus excitentur lineæ verticales, ſeu perpendiculares ad A B, æquales perpendicularibus arcûs primigenij, & habebis arcum pedum inæqualium, erit enim punctum 7, altius puncto 3; hic arcus continebit exemplaria frontis obliquæ.

Demonſtratio. Intelligatur primò ſupra horizontali A C, excitata linea A O verticaliter; eô dem modô ſe habebit reſpectu lineæ A C, quô modô ſe habet, & in tali caſu ducta per punctum C verticalis linea C S, abſcindet punctum S in latere A S. quod punctum S eſſet terminus in quo latus A 3 tangeret parietem ſupra C D excitatum.

Supponatur linea A I excitata verticaliter

supra lineæ AB punctum 2 quod non est notatum & ductum esse latus 1X inclinatum, si ex alio extremo lineæ 2 ducatur linea verticalis quæ consequenter parallela erit lineæ A1, hæc attinget punctum X lineæ 1X, quod consequenter erit in pariete supra CD excitato, quia autem difficile esset excitare singulas lineas perpendiculares supra singula puncta lineæ AB, parallelæ occultæ eadem puncta exhibent, quare puncta in lateribus inclinatis, per parallelas inuenta benè ostendunt puncta, in quibus hæc latera occurrunt parieti supra CD excitato. ideoque benè in formatione exemplarium longitudo laterum Sumitur à linea AE, vsque ad huiusmodi puncta. nam linea AE ostendit puncta in quibus arcus rectus secat latera inclinata.

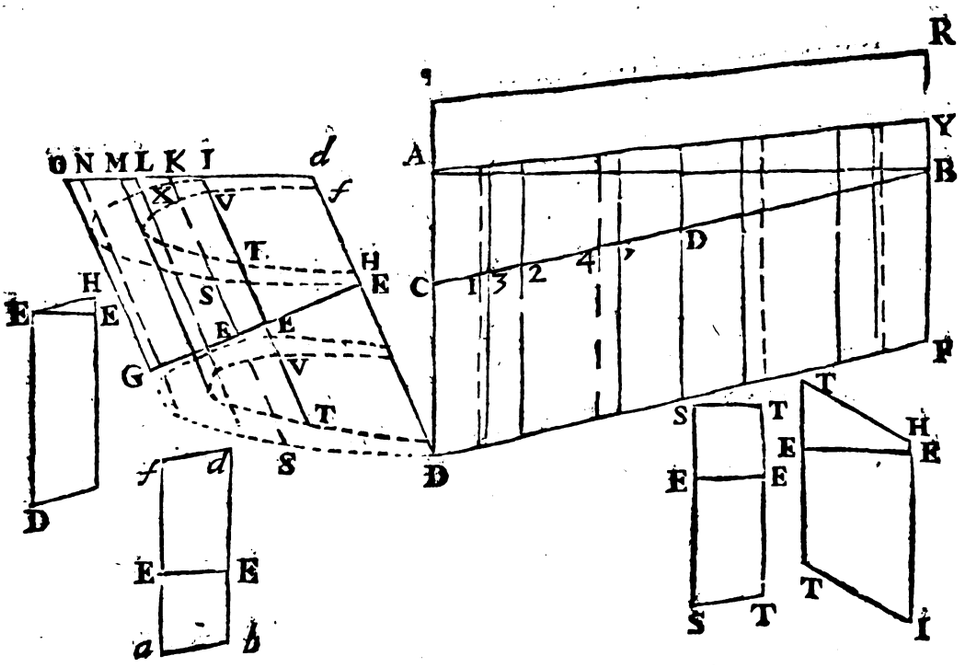
Restat linea 3γ quam ostendo esse lineam inclinatam in qua rectangulum per axem productum, attingit parietem obliquum. nam latus AS. descendit infra lineam horizontalem AC, secundum linea A3, quod si in puncto B latus similiter inclinatum poneretur; descenderet infra lineam horizontalem BD, secundum lineam æqualem lineæ Bγ, ideoque bene linea 3γ eô modô inclinata est, quò ea in qua rectangulum per axem attingit parietem obliquum, certum est autem quod communis sectio totius arcûs, cum eo pariete obliquo, habet lineas verticales parallelas & æquales perpendicularibus arcûs primigenij, quare excitatis huiusmodi lineis verticalibus benè generatur arcus ille, qui ex vna parte depressior erit quam ex alia.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Arcus rectà descendens, obliquè secans vtramquè parietis superficiem.*

Semicylindrum describimus, qui habeat prò basi circulum verticalem, rectà autem descen-




dat, sed oblique secetur ab vtroque pariete BC, DF. vtemurque praxi superioris propositionis, quia supponitur linea BC esse obliqua. ponatur linea AB directa, esse diameter horizontalis, arcûs primigenij. Sit linea Dd, comprehendens cum linea AD angulum inclinationis. addatur ei in directum linea dO, diameter verticalis eiusdem arcûs primigenij. ducantur per diuisiones lineæ AB, factas à perpendiculis, lineæ perpendiculares peruadentes vtrumque murum, tum per diuisiones lineæ DO, ducantur parallelæ lineæ d D, quæ denotent omnia latera commissurarum axi parallela. per singulas diuisiones lineæ CB ducantur occultè parallelæ lineæ AB, noteturque punctum in quo singulæ secant latus inclinatum sibi respondens. verbi gratiâ parallela procedens ex puncto I secabit latus KS in puncto S. quod notetur. ex punctis C, 1, 4, D, 4, 1, B, formabitur quasi circulus exterior; ex 3, 2, 5, D, 5, 2, 3, formabitur interior. idem præsta pro linea D F. denique ducatur vtcumque linea EC perpendicularis ad omnia latera inclinata.

Primò ita formabis arcum rectum; supra lineæ AB diuisiones, excitabis perpendiculares desumptas non ex linea dO, sed ex linea GE. in eo arcu recto sunt inclinationes exemplarium, commissurarum, & concauitatis.

Exemplar commissuræ C3 ita habetur. fit separatim linea EE æqualis distantiæ interioris, & exterioris circuli arcûs recti, tum ductis perpendcularibus fiant EI, EH æquales sibi correspondentibus. idem fiat ex

alia

alia parte E D ; trapezium D H erit exemplar talis commiſſuræ. pro commiſſura B 3, ſit pariter EE æqualis vni commiſſuræ arcûs recti. ſintque lineæ Ef, Ea, Ed, Eb, æquales ſibi correſpondentibus, & exurget exemplar propoſitum.

Commiſſura 1, 2, ad partes C, ſimiliter fiet vtendo punctis TT, SS ab ea commiſſura prouenientibus, & punctis XX, VV pro commiſſura 1, 2. ad partes B.

Pro concauitate 32, ad partes C, ſit linea EE æqualis ſubtenſæ arcûs recti, transferanturque lineæ E H, El item ET, ET. & factum eſt exemplar concauitatis 32 ad partes C. exemplar concauitatis 32 ad partes B ſimiliter fiet ; ſi vtamur punctis f & a in vno latere; item punctis VV pro alio, eôdem modô operaberis pro aliis concauitatibus 25, & 55.

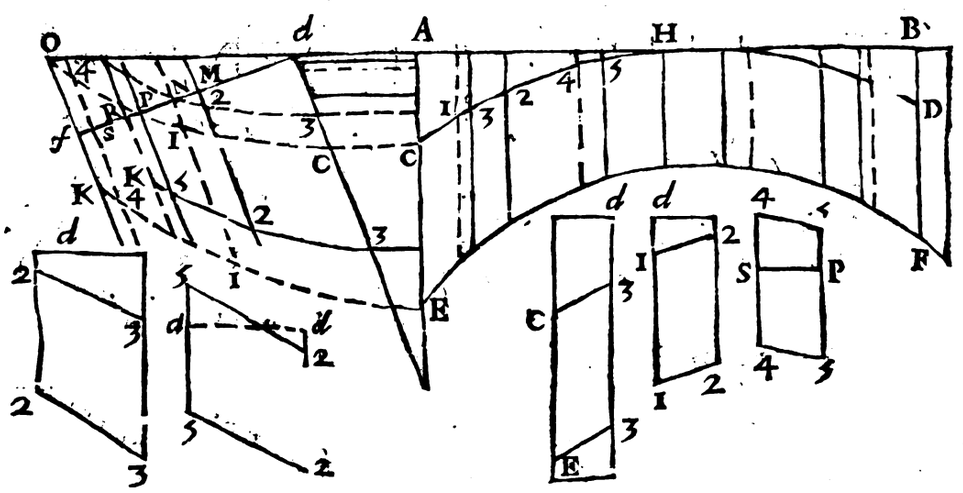
Reſtant exemplaria frontis obliquæ B C, quamvis ſine iis abſolui poſſit totum opus. ponatur linea AD repræſentare planum horizontale toti operi ſubſtratum, diameter noſtri arcûs primigenij, tranſit per punctum d, diſtatque ab linea AD, ſecundum lineam Ad, huic ſit æqualis linea BR, in puncto C deſcenderit iam rectangulum per axem, ita vt diſtet a linea AD, ſecundum lineam EC, cui ſit æqualis linea Aq, ducatur linea Rq, quæ diuidetur à perpendicularibus productis. hæc linea Rq oſtendit inclinationem lineæ BC, quare ſi ſupra diuiſiones lineæ Rq, abſcindantur in lineis ichnographicis lineæ æquales perpendicularibus arcûs primigenij: habebitur arcus frontis obliquæ BC, pro fronte obliqua DF, ſi ſint parallelæ lineæ BC, DE; idem arcus erit vſui, ſi parallelæ non eſſent, rectangulum per axem in puncto D attingit lineam A D, in puncto verò reſpondente puncto F ab ea diſtat; hæc diſtantia transferatur in BY, ducaturque linea A Y quæ diuidetur à perpendicularibus productis; pariter abſcinde in lineis ichnographicis lineas æquales perpendicularibus arcûs primigenij, & habebitur arcus frontis obliquæ DF, nam linea AY oſtendit inclinationem ad horizontem lineæ D F.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

*Arcus rectà deſcendens in Turri Rotundâ.*

Repetatur vt priùs diameter horizontalis, arcûs primigenij ſitque AB, & turris CD, EF, du-




cantur perpendiculares ſingulis diuiſionibus lineæ AB, peruadentes totam turrim CD, EF; ſit linea Ad quæcumque ; ſitque d O diameter verticalis arcûs primigenij, per cuius diuiſiones ducantur latera inclinata, & linea d f perpendicularis ad ea. Ex punctis C, 1, 3. 2, 4, 5, lineæ curuæ CD, ducantur parallelæ lineæ AB, ſingulæ vſque ad latus inclinatum ſibi reſpondens; idem fiat pro EF. & ſiquidem arcus recta peruadat turrim, hoc eſt turris ſit directe oppoſita, parallelæ ductæ ex punctis C, 1, 3, 4, 5, coincident cum parallelis alterius partis D, atque adeò ſufficiet, habere puncta in lateribus inclinatis pro vna tantum parte.

Arcus rectus ita habebitur, ſupra lineæ AB, diuiſiones, excitentur perpendiculares deſumptæ ex lineâ d f & habebitur arcus rectus continens angulos inclinationum, exemplarium commiſſuratum, & concauitatum.

Exemplaria commiſſurarum ita formantur ſit linea d d æqualis diſtantiæ circuli exterioris ab interiori, in arcu recto; ductiſque perpendicularibus fiant latera d 3, d 3. dc, dE æqualia ſibi correſpondentibus in lateribus inclinatis. & trapezium c 3, erit exemplar primæ commiſſuræ. pariter ſit linea ſecunda dd, æqualis lineæ ſecundæ commiſſuræ, in arcu recto; ſintque latera d 1, d 1, d 2, d 2 æqualia lineis M 2, M 2, N 1, N 1. ſibi reſpondentibus in lateribus inclinatis, incipiendo ſemper à linea df, & habebis ſecundæ commiſſuræ exemplar trapezium 12.

Ita formabis exemplar tertiæ commiſſuræ, linea arcûs recti in medio erit, quia linea d f, diuidit latera 44, 55.

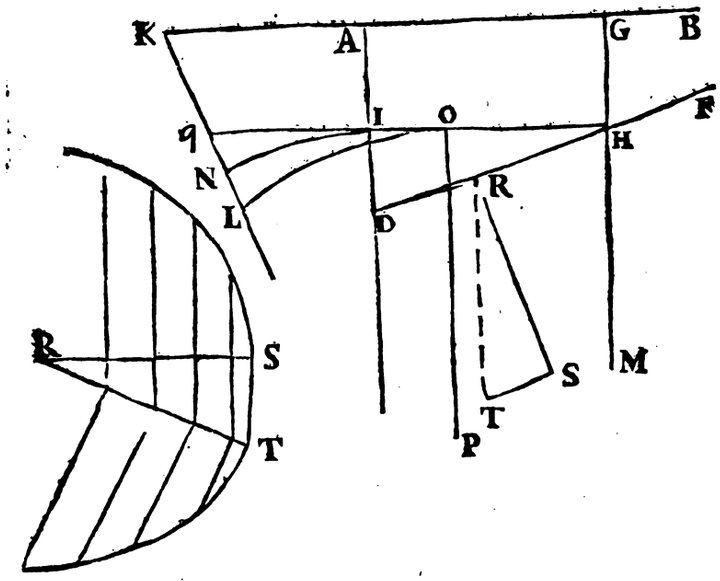
Exemplar concauitatis primæ ita fiet. linea dd æqualis eſt primæ ſubtenſæ arcûs recti; transferendaque ſunt latera inclinata d 3, d 3, d 2, d 2, Secundæ concauitatis pariter; ſit linea dd æqualis ſecundæ ſubtenſæ arcûs recti, tranſlatis lateribus d 5, d 5, d 2, d 2, habebitur trapezium 52, pro concauitate ſecunda. Tertia concauitas rectangula eſt, eſt enim clauis; latera illius ſunt 55.

Eâdem praxi arcum rectà deſcendentem efformare poteris, etiamſi turris oblique eum ſecet; ſed tunc puncta ad partes D poſita,

non coïncident cum punctis ad partes C, verbi gratiâ linea parallela lineæ AB ducta per punctum D non cadet in punctum C, atque adeo duplicanda erit praxis, aliaque in lateribus inclinatis puncta exhibebuntur pro parte dextrâ, alia pro parte sinistrâ.

Non dissimili methodo formare poteris arcum descendentem in angulo, vt si loco circumferentiarum CHD EKF, ducerentur lineæ rectæ in angulum dispositæ, nempe si ducerentur rectæ CH, HD item EK, KF, comprehendentes angulos in punctis H & K, praxis eadem adhiberi posset ad id præstandum.

Demonstratio harum omnium praxium in eo consistit, quod latera inclinata verbi gratia D3 intelligatur in eodē plano verticali cum linea AE, ad quam pertinet, & tunc ductis lineis verticalibus, seu perpēdiculis ex punctis extremis, verbi gratia ex puncto C, habetur punctū C, in latere inclinato D3 quia tamen in aëre non operamur, idem punctum C, habebitur ductâ in eodem plano lineâ CO quæ sit parallela lineæ AB. idem dicendum de aliis, vt inueniantur in lateribus inclinatis, puncta respondentia punctis 2, 2, ichnographiæ. intelligitur tota figura A O E, (quæ est sectio verticalis complouij, seu arcûs inclinati) transferri supra lineam ichnographicam 2, 2, in tali situ per puncta 2, 2 excitandæ essent lineæ verticales, vt haberentur puncta, in quibus turris rotunda secat, hunc arcum: sed eadem puncta habentur, ducendo parallelas lineæ AB. idem intellige in reliquis omnibus.




## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*Arcus rectâ descendens incidens oblique in compluuium.*

Supra propositionibus 17, 18, 19 ostendimus modum, quô formaretur arcus rectà descendens, & peruadens murum obliquum, ponamus eum incidere in compluuium extensum, secundùm lineam DF figuræ 19 propositionis, quia autem casus multiplex esse potest; nos etiam distinguere debemus, vel enim arcus incipit sursum inflecti in linea DF, quam volumus esse in plano horizontali toti operi substrato, vel incipit inflecti infra DF, quod sciri necessarium est. secundò cognosci debet natura illius arcûs, & semidiameter eius. Tertiò an sit rectus an obliquus, ponamus arcum obliquum esse, ita vt sit eius semidiameter ED, & sectio eius obliqua, sit circularis. nam in cylindro obliquo sectio licet obliqua aliquando circularis est; in tali casu ita operaberis, sit latus inclinatum KL cuius longitudo exquiritur, sit linea GH, originem ducens ab eâdem commissura, iubebamur in tali propositione, ducere lineam HI, parallelam lineæ AB, eamque producere, vsque ad latus inclinatum KL; quia nempe supponebatur murus in puncto H excitatus perpendiculariter, atque adeo in puncto I quod subit vices puncti H, excitabamus perpendicularem ad lineam AD, sed hic murus inflectitur in arcum, arcus autem supponitur esse circularis, secundùm lineam HM, quia in se obliquus est, quare assumptô intra pedes circini, semidiametro, fiat circulus eô interuallô, per punctum I, ita vt centrum sit in linea D I, describatur igitur Arcus IN, punctum N illud in quo latus KL occurrit tali arcui quod si arcus incipiebat infra lineam DH. tantundem distet linea OP, à linea DI quantum arcus incipit, infra lineam DF, in linea OP quærendum est centrum, circuli transeuntis, non per punctum I, vt priùs: sed per punctum O. Si arcus non inciperet inflecti in linea DF sed supra eam, paritet alia linea supra DI, ad partes L. eique parallela ducenda esset.

Si tamen arcus supra lineam DF descriptus obliquus non esset, sed circularis, ita vt sectio eius perpendicularis, qualis est RS circularis esset, & consequenter, sectio eius TR obliqua, aut DE illi parallela Elliptica inueniretur, ita habebitur, hæc Ellypsis sit linea RS separatim repetita, supra quam describatur quadrans diuidendus in quot volueris partes, à quibus cadant perpendicula vlteriùs producenda; fiat angulus rectus RST, ducaturque linea RT, quæ à perpendiculis diuidetur, supra eius diuisiones excitentur perpendiculares, æquales prioribus perpendiculis, & habebis Ellypsin descriptam, quam in materia separata habebis. Illius punctum I applicabis in puncto I, lineam RT supra lineam IE, & notabitur punctum in quo

Digitized by Google

quo talis Ellypsis, secabit latus KL, vel si arcus incipiat infra D F, Ellypsis applicanda erit in puncto O.

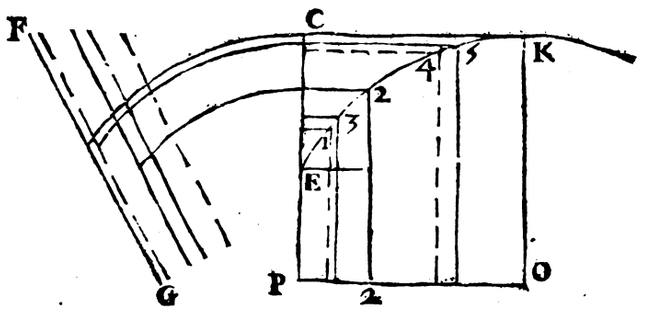
Demonstratio pariter perficietur, si totum planum A K L intelligatur erigi verticaliter supra lineam AE. quæ linea AE, vicem obit omnium sibi parallelarum, cum in eam transferantur. omnes aliæ.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*De Arcu rectà descendente, formatô in Turri Rotunda, & perstringente testudinem sphæricam.*

In propositione penultima descripsimus arcum rectà descendentem; inuenimus autem puncta in quibus latera inclinata incurrerent, in superficiem conuexam turris, ope parallelarum, singulis respondentium, quæ praxis locum habet etiam in hac propositione, quoad conuexitatem turris, quia vero supponimus in concauitate, formandam esse testudinem sphæricam, quam perstringat arcus describendus; repetatur concaculus quasi horizontalis sphæricæ testudinis, incipit infra circulum K 4 3. & in ea linea 22, centra omnium circulorum coincidunt cum puncto 2. inferiori.




uitas turris K 4 E, diuisa vt priùs, ducantur parallelæ quæ diuidant lineam CE. Sit O centrum sphæræ, per quod ducatur O P parallela, ex puncto P vt centro, per singulas diuisiones lineæ PC describantur arcus, vsque ad latera inclinata orta ex eadem commissura, dico abscindi in lateribus inclinatis puncta in quibus secant testitudinem sphæricam, si nempe testudo incipiat inflecti in plano horizontali, quod voluimus substratum esse toti operi.

Demonstratio supponit, lineam CP obire vices linearum KO 5. 4. 2. 3. 1. certum est autem, quod si latus FG, seruando suam inclinationem esset in plano verticali lineæ KO, quod ex puncto O, interuallo K O describendus esset circulus maximus sphæræ, qui attingeret latus FG in superficie concaua testudinis.

Sed ex puncto P idem præstatur: describitur enim circulus interuallô P C. igitur idem punctum in vtroque casu attingitur. idem dicendum est in reliquis lineis, nisi quod describendi sint minores circuli, nempe paralleli, nam sphæra habet circulos minores parallelos circulo maiori cuius semidiameter KO.

Quod si sphærica testudo inciperet, curuari non à circulo K 4 3, sed ab alio inferiori cuius nota esset distantia à circulo K 4 3, assumenda esset alia linea, vice lineæ PC, verbi gratiâ linea 22, tantùm distans à linea PC, quantum circulus quasi horizontalis sphæricæ testudinis, incipit infra circulum K 4 3. & in ea linea 22, centra omnium circulorum coincidunt cum puncto 2. inferiori.

## PROPOSITIO XXIII.

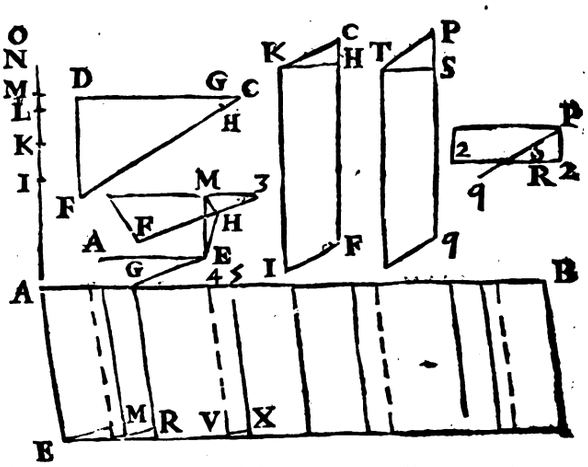
### Problema.

*Arcus obliquus inclinatus.*

Aliam speciem arcûs, hic describimus. volumus enim hunc arcum, frontem habere rectam, siue sit circularis, siue sit elumbis, siue pedum inæqualium parùm interest. Supponatur ergo descriptus arcus primigenius methodô communi, à cuius commissuris, cadant perpendicula, habeanturque diuisiones, quales sunt in linea AB, ducantur lineæ obliquæ quæ ostendant obliquitatem arcûs, sintque quasi ichnographiæ omnium laterum inclinatorum. latera inclinata maiora erunt suis ichnographiis; debet autem primò quæri longitudo lateris, quæ est æqualis in omnibus, cum eandem habeant inclinationem, claudanturque parallelis planis, (supponuntur enim superficies parietis parallelæ) ita igitur habebitur longitudo lateris inclinati. separatim ducatur linea DC æqualis lineæ A E, fiatque angulus D C F. æqualis inclinationi arcûs, ducaturque linea DF perpendicularis, erit linea F C longitudo cuiuslibet lateris, vt satis per se patet. his positis omnia exemplaria facile habebimus.

Exemplaria frontis habentur in arcu primigenio.

Exemplaria commissurarum, ha-




bent pro vno latere distantiam circuli exterioris ab interiori in arcu primigenio, pro alio latere lineam CF, sit ergo prima commissura, quæ haberet latera AE, 33 si nulla in arcu esset inclinatio, ducatur ad latus 33 perpendicularis EM, tum linea M3 fiat æqualis CG, & ex puncto G ducatur perpendicularis ad F C; quæ sit GH; dico CH esse lineam, qua exemplar propositum deficit à rectangulo, quod ita demonstro.

Demonstratio. sint separatim lineæ AE, 33 item aliæ EG, 3 F inclinatæ secundùm inclinationem propositam, ex puncto E, ad lineam



Digitized by Google

33 ducatur perpendicularis EM, tum ex puncto M ad lineam 3F ducatur perpendicularis MH, dico lineam EH perpendicularem esse ad 3F nempe in ipso opere. nam cum lineæ AE, 33 sint in horizontali plano, linea EM in eodem erit, intelligatur per lineam 33, ductum planum verticale in quo & linea 3F inclinata inuenietur, cum linea 33 sit eius ichnographia; erit ergo linea, EM recta ad planum verticale, omneque planum per illam ductum, erit rectum ad planum verticale 33F, (*per* 18. 11) cum ergo trianguli ENM planum, sit rectum ad planum verticale, & ad communem sectionem HM ducta sit perpendicularis N3, hæc recta erit ad idem planum; quare perpendicularis erit ad HE quod erat demonstrandum. atque hôc modô operandum pro primo exemplari, quia latera illud comprehendentia incipiunt ab eodem plano horizontali, hoc est habent sua initia in punctis E & 3.

Pro exemplari secundæ commissuræ, aliter operandum est nempe praxis propos. 3. libri primi huius accersenda est hôc modô; ducatur in ichnographia linea IR perpendicularis ad lineam 22, tum seperatim ducatur linea 22, cum puncto R inuento. sit linea 2P æqualis lineæ 1K, sumptæ in linea AO, est enim differentia quæ est differentia altitudinis vtriusque puncti commissuræ, per punctum P ducatur linea PQ, cum sua inclinatione, ducatur & ex puncto R linea perpendicularis RS, in S punctum cadit perpendicularis. quare si fiat seperatim linea PQ æqualis lateri inclinato CF iam inuento, item repetatur linea PS, & per S ducatur perpendicularis ST, tum aptetur linea PT æqualis distantiæ circuli exterioris, ab interiori in arcu primigenio, perficiaturque parallelogrammum TQ, illud erit exemplar secundæ commissuræ. Pro exemplari tertiæ commissuræ vtendum erit lineis horizontalibus 45 ducendo perpendicularem VX, & pro differentia altitudinis laterum, seu pro linea P2, vtendum erit linea LN.

Non dissimili ratione formabis exemplaria concauitatum, quorum vnum latus erit semper æquale subtensæ arcûs primigenij; quare sicut in exemplaribus commissurarum aptata est linea KC, aut TP æqualis lineæ A3, in exemplaribus concauitatis aptanda est, vna ex subtensis. pro prima concauitate vtendum erit ichnographiis 32, & differentia altitudinis sumpta in linea AO, erit AI, pro secundo exemplari, vtendum erit lineis ichnographicis 2, 5 & differentia altitudinis erit IL pro cuius vtendum erit lineis ichnographicis 5.5. sine vlla differentia altitudinis, vt fecimus in exemplari primæ commissuræ.

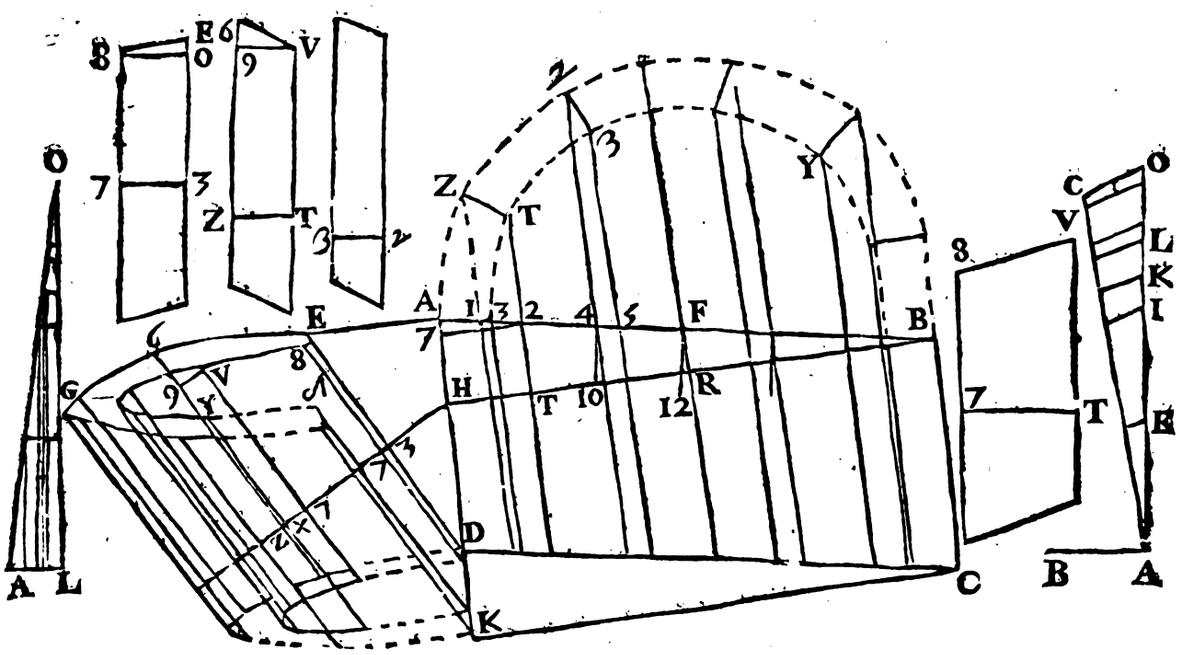
Eadem exemplaria valent pro alia parte si inuertantur. Opus non est habere arcum rectum, quia quoties habentur tria diuersi generis exemplaria, facilè per propos. 4. libri primi, habere possumus angulos inclinationis planorum.

## PROPOSITIO XXIV.

### Problema.

*Arcus obliquus inclinatus per proiectionem.*

Quia praxis superior videtur nonnihil difficiliot quamuis eius demonstratio sit intellectu facilis; aliam praxin faciliorem subjiciemus petitam ex difficiliori demonstratione. sit ergo ichnographia totius




operis ABCD, intelligaturque supra AB descriptus arcus simplex, à cuius commissuris cadant perpendicula in diametrum AB talem arcum non descripsimus in figurâ, sed suppossuimus. à singulis diuisionibus arcûs, ducantur lineæ obliquæ, ostendentes ichnographiam totius operis. sit item linea EO, semidiameter verticalis, arcûs primigenij, cui addatur AE, altitudo puluinaris: volumus enim planum horizontale ABCD esse substratum toti operi, ideoque rectangulum per axem finiet in DC, (ex punctis A, 1, 3, 2 &c. lineæ AB, ducantur occultæ perpendiculares ad lineam AD, vlteriùs producendæ, ita vt exteriùs à linea AD, accipiatur longitudo in linea AO, incipiendo ab A verbi gratia, perpendicularis AE, sit æqualis lineæ AE seperatæ; perpendicularis quæ procedit à puncto F, & desinit in G, ita vt inter G & lineam AD intercipiatur linea æqualis ipsi AO: perpendicularis

perpendicularis procedens ex puncto 5 vltra AD ſit æqualis lineæ AL, & ita de cæteris habebunturque initia laterum inclinatorum. idem fiat in punctis lineæ DC, ita tamen vt perpendiculares non incipiant à puncto A lineæ AO, ſed à puncto E, & habebis alium terminum ſingulorum laterum inclinatorum. coniunges autem lineâ rectâ duo puncta pertinentia ad idem latus inclinatum. perpendicularis quæ procedit ex puncto B notetur, ſitque BH, ex puncto H ad latera inclinata ducatur perpendicularis HK.

Ita formabis arcum rectum ſupra lineam BH, produces ex ſingulis diuiſionibus lineæ BH, lineas perpendiculares, quæ iam inchoatæ ſunt, ſingulaſque facies æquales, diſtantiæ ſingulorum laterum à puncto H. vt verbi gratiâ, excitandâ ſit perpendicularis RS æqualis lineæ HK, in puncto T excitanda eſt perpendicularis TI æqualis lineæ H7 quia latus inclinatum V7 procedit ex perpendiculari puncti 2, quod eſt in in linea AF. pariter in puncto X excitabitur perpendicularis XY æqualis lineæ HX, quia latus inclinatum XY originem ſuam ducit ex puncto 2, quod eſt in linea BF. Atque hoc diligenter aduertendum eſt, ne inconcinne transferantur huiuſmodi perpendiculares, ita perficies arcum rectum, qui erit neceſſariò pedum inæqualium, altiorque ad partes B, quàm ad partes A.

Hic perfectis ita abſolues exemplaria commiſſuratum, nam exemplaria vtriuſque frontis, habentur in arcu primigenio. Exemplar primæ commiſſuræ D3 duplici modò formabis, vel aſſumendo lineam commiſſuræ 73, ductiſque perpendicularibus hinc inde, æqualibus partibus laterum inclinatorum, huic exemplari conuenientium, ſunt autem ED cum vicino vel ducendo perpendicularem 8, in ipſis lateribus inclinatis, ductô ſeparatim latere E3 vſque ad D transferetur item diſtantia à puncto E, ad perpendicularem 8. quæ ſit EO per punctum O ducatur perpendicularis O8 & aptetur linea E8 æqualis diſtantiæ circuli interioris ab exteriori, nempe lineæ A3 aſſumptæ in arcu primigenio, & abſolutum erit Exemplar.

Pro ſecunda commiſſurâ, Aſſumatur linea 7Z, commiſſuræ arcûs recti, cui ſit æqualis T2, ſeparatim ducta, factiſque perpendicularibus transferes hinc inde partes laterum inclinatorum, quibus fient æquales TV, Z6 &c. & perfectum erit exemplar.

Pro tertia commiſſura aſſumatur linea 3Y, æqualis commiſſuræ arcûs recti.

Exemplaria concauitatum ſimiliter fiant. verbi gratiâ concauitatis 3T, arcûs recti, ſit linea 7T æqualis ſubtenſæ 3T, ductiſque perpendicularibus ponantur latera 78, TV æqualia ſibi reſpondentibus & habebitur exemplar concauitatis. in quo ſi bene operatus es, erit linea 8V æqualis ſubtenſæ arcûs primigenij. poterat idem exemplar formari ſine arcu recto, ducendo ex puncto 8 perpendicularem ad latus VT, & aptando ſubtenſam arcûs primigenij, ita perficies alia exemplaria.

Demonſtratio huius praxis tota dependet ex proiectione ſupra lineam AD, quæ horizontalis ſupponitur. intelligatur erigi planum verticale AGD & ex ſingulis punctis, laterum Arcûs, duci perpendiculares ad tale planum, dico formandam eſſe figuram AGD, in qua habentur omnia latera, cum, ea habitudine quam habent inter ſe. nam ſupra AB intelligatur ſtare verticaliter arcus primigenius, erit eius altitudo æqualis lineæ AO, ſeparatim ductæ, in puncto A intelligatur ducta linea verticalis æqualis lineæ AO, cum omnis linea verticalis, ſit perpendicularis, ad lineam AD in horizonte iacentem, verè in tali ſitu exhibebitur punctum G, pro ſummitate arcûs, ita oſtendam reliqua puncta methodô data, bene aſſignari & latera inuenta ita ſe habere, vt oſtendi propoſ. 1. 1. libri ichnographias ſe habere, ſunt enim hæc latera quaſi ichnographiæ verticales, vnde eadem methodus, quâ à perpendicularibus ductis ad ichnographias horizontales, procedimus ad perpendiculares laterum ipſorum; ita etiam in hoc caſu, vnde probata manet methodus exemplaria formandi per perpendicularem, vt in perpendiculari 8 oſtendemus.

Quod verò arcus rectus bene formatus ſit ità oſtendo. in eo ſitu in quo erigeretur planum AGD verticaliter ſupra lineam AD, cum linea HZ ſit perpendicularis ad omnia latera inclinata, aut ſaltem veſtigia eorum in plano verticali, & aliunde linea BH, horizontalis, ſit perpendicularis ad AD conſequenter rectâ ſit ad planum verticale; erectum ſupra eandem AD, erit in tali ſitu angulus BHK rectus. quare ſi in punctis T, R, X lineæ BH, excitentur perpendiculares cum ſint parallelæ lineæ HK, diuident perpendiculariter ipſa latera, inuenieturque eadem diſtantia à puncto T lineæ AB ad latus, ſibi reſpondens quæ inuenitur inter H & T, lineæ HK. Hæc vt clarè demonſtrari poſſent indigerent innumeris figuris, ſed hæc ſufficiant ad indicandam demonſtrationem. quam quilibet facere poterit imaginando ſibi opus perfectum.

## PROPOSITIO XXV.

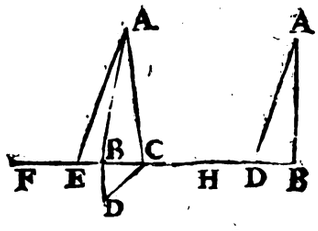
### Problema.

*De Eôdem arcu obliquô, & inclinatô in muro in pternam decreſcente.*

Multis modis fieri poteſt, vt formetur arcus obliquus & inclinatus in muro inclinato. Primus modus erit, ſi intelligatur arcus, obliquus & inclinatus, quaſi profectus ex arcu primigenio verticaliter erecto, incidere & continuari, vſque ad murum inclinatum. Secundus modus erit ſi immediate arcus primigenius intelligatur applicari muro in pternam inclinato. Prima autem difficultas quæ occurrit in eo conſiſtit, quod inclinatio muri quæ cognita eſſe debet, ſequatur perpendiculares in horizonte & muro ductas ad communem ſectionem; ſecundum leges ordinarias inclinationum planorum. quærendus autem eſſet angulus, quem faceret linea BC, præcedentis figuræ cum communi ſectione plani verticalis ſupra BC erecti, & muri inclinati ſupra AB erecti. Sit ergo angulus ABC, angulus inclinationis muri cum horizonte, fiat angulus BCD iſtius figuræ æqualis angulo ABH, figuræ præcedentis; nempe complemento anguli HAB, ſitque BD perpendicularis ad BC, eritque angulus BDC æqualis angulo DAB. fiat linea EC æqualis lineæ CD, ducaturque linea EA, erit angulus FEA

angula

ægulus inclinationis muri sūptus, secundū lineas obliquas AD, quibus præparatis ita operaberis.




Primò ductis vt in propositione præcedenti perpendiculis ex singulis commissuris arcûs primigenij in diametrum AB, tum ductis, ex punctis diametri AB perpendicularibus occultis ad lineam AD, habeatur in charta separata linea AO, hempe EO semidiameter verticalis arcûs primigenij, & AE altitudo puluinaris. Fiat angulus BAC æqualis angulo FEA proxime inuento, in hac propositione, & per puncta diuisionum lineæ AO ducantur lineæ inclinatæ secundùm inclinationem totius arcûs tum in punctis lineæ AD, locô perpendicularium quæ excitabantur, ducentur lineæ quæ cum AD faciunt angulum æqualem angulo BAC, longitudo autem earum sumetur non in linea AO, sed in linea AC. & habebis puncta in quibus incipere debent latera inclinata, pro muro inclinato in pternam.

In tali casu arcus primigenius non exhibet exemplaria frontis; nam arcus primigenius supponitur verticaliter erectus, frons autem in tali pariete inclinata est. vt describatur arcus, qui aptari possit parieti inclinato, supra lineam AB, & eius diuisiones excitari debent non perpendiculares, sed lineæ ad AB nonnihil inclinatæ: habebis autem hôc modo inclinationem requisitam, in figura huius propositionis fiat triangulum ex tribus lineis AB, AE, BD, hoc est ita vt AD æqualis sit ipsi AE, erit angulus ADH, ille quem lineæ supra diametrum AB excitandæ cum eâ facere debent. quarum longitudo non penes lineam AO, figuræ superioris propositionis, sed penes lineam AC ipsi adiunctam sumi debent. ratio est quia in prima figurâ huius; si duceretur linea AD; esset angulus ADB is qui quæritur, & linea DB repræsentaret lineam AB propositionis superioris.

Si pariter supra lineam DC superioris propositionis intelligeretur excitatus paries, in pternam inclinatus; ductis ex punctis diuisionum lineæ DC perpendicularibus occultis ad lineam AD, pariter excitandæ essent lineæ, supra puncta, inuenta in linea AD, non perpendiculares vt priùs, sed lineæ quæ facerent angulum BAC qualem adiunximus separatim lineæ, AO, & hoc in eam partem in quam murus inclinat.

Secundus modus quô talem arcum describemus erit, si arcus primigenius intelligatur applicatus ipsi muro, & consequenter nonnihil inclinatus, tunc linea AO inclinanda est vt vides separatim & à singulis eius diuisionibus ducendæ perpendiculares ad basin. tum ad singulas diuisiones lineæ AB, ducendæ sunt perpendiculares æquales segmentis basis, sibi correspondentibus; vt in puncto F, figuræ propositionis præcedentis, ducenda esset perpendicularis F12. æqualis basi AL figuræ separatæ, seu æqualis toti basi AL. in punctis 4.4. ducendæ duæ perpendiculares 4,10, 4,13 æquales secundo segmento basis, incipiendo semper à puncto A. omnibus inuentis perpendicularibus earum puncta ostendunt ichnographiam singulorum punctorum arcûs primigenij inclinati, nempe 10. 12. &c. à quibus ad lineam AD ducendæ sunt perpendiculares occultæ, & ex punctis lineæ AD, excitandæ perpendiculares, quarum longitudo non sumatur vt priùs, in linea AO, sed in perpendicularibus ductis à diuisionibus lineæ AO, ad basin AL.

Hôc modô habebuntur & latera inclinata, & eorum longitudo, si murus inclinatus erectus esset supra CD, perpendiculares vt priùs desumptæ ex basi AL, essent excitandæ, in eam partem in quam murus inclinat, cætera eôdem modô perficienda.

Demonstratio petitur ex eô quod, intelligantur ex singulis commissuris arcûs inclinati, cadere perpendiculares in subiectum planum horizontale, quæ facile inueniuntur propositâ praxi. vt patet si per ea puncta quasi per proiectionem ducantur perpendiculares ad AD, rursusque excitentur perpendiculares prioribus æquales, bene inuenitur punctum, in plano verticali supra AD erecto, respondens singulis punctis arcûs inclinati. quæ ad inuentionem exemplarium pertineat similiter fiunt, vt in præcedenti propositione.

## PROPOSITIO XXVI.

### Problema.

*De arcu obliquo inclinato, incurrente in compluuium, aut testitudinem sphæricam.*

Eâdem fere praxi, quam supra docuimus, in arcu recta descedente, sed obliquè incurrente in compluuium; arcum obliquum, & inclinatum formabimus, incurrentem in compluuium. In figura penultimæ propositionis, intelligatur compluuium sensim curuari, hoc est murum lineæ CD impositum, non esse verticalem, sed sinuari in arcum, duplici modo id accidere potest, vel ita vt compluuium rectum sit, eiusque sectio circularis sumenda sit penes lineam perpendiculariter ductam ad lineam DC, vel ita vt diameter sectionis, circularis, sit in linea AD producta. si hoc vltimum, assumptô semidiametrô compluuij, fient arcus per puncta inuenta, in linea DK; ita tamen vt centrum semper sit in linea DK, si nempe compluuium incipit curuari in linea DC, vel infra. si verò compluuium est ita rectum, vt sectio eius secundum lineam DK facta, sit Ellyptica, debet fieri illa Ellypsis, applicarique successiue singulis punctis lineæ DK. denique obseruentur eæ omnes cautiones, quas in arcu rectâ descendente, sed obliquè incidente in compluuium diximus.

## PROPOSITIO XXVII.

### Problema.

*Arcus obliquus, & inclinatus inter duo compluuia inter se parallela, aut etiam non parallela.*

Eôdem prorsus modô, quô arcum obliquum inclinatum, ita formauimus vt incurreret in complu

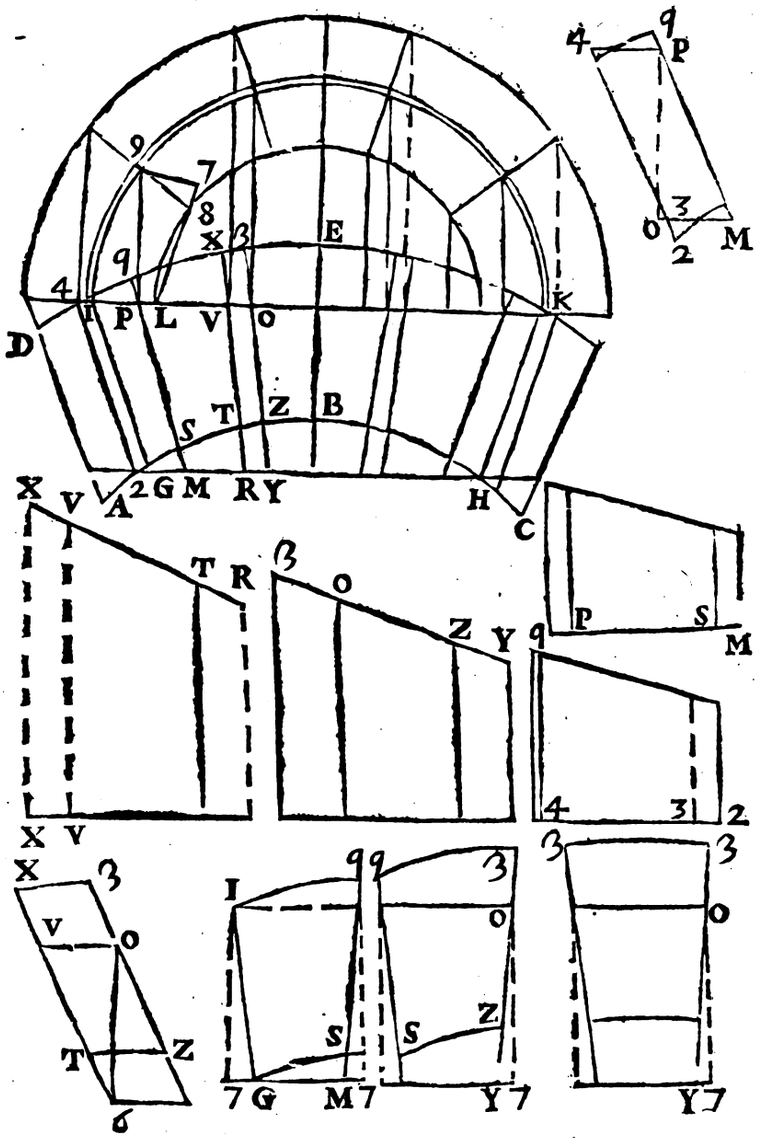
Digitized by Google

compluuium, ex vna parte, possumus illud ita efformare, vt hinc inde duo habeat compluuia, sibi inuicem parallela, vt in fig. prop. 24. si supra lineam AB ita erigi intelligatur paries; vt sinuetur in arcum, hoc est ita vt linea A B, sit vnum ex lateribus arcûs, seu extendatur arcus secundum lineam A B, producenda erit linea H A, in eaque erunt omnia centra illius, si sectio in tali compluuio facta, secundum lineam H A productam circularis sit, si verò sit Ellyptica hæc habenda erit, & applicanda singulis punctis inuentis in linea H A. nam concursus singulorum arcuum, aut singularum Ellypsium, cum latere inclinato sibi respondente, dat initium illius lateris. vide quæ ibi dicta sunt de arcu recto inclinato incurrente in compluuium. quô etiam modô facilè formabis arcum obliquum inclinatum, incurrentem in testudinem sphæricam.

## PROPOSITIO XXVIII.

*Porta in turri Rotunda, in obliquum vndiquè diuaricata.*

Aliam in hoc, & sequentibus exemplis viam tentabimus, cùm enim in superioribus




latera arcuum, seu commissuras concauitatis horizontales, in horizontali plano per proiectionem vt vocant descripserimus, inclinatas in plano verticali sibi æquidistante notauerimus, in his exemplis in verticali plano directè oppositò, seu plano frontis, lineas commissurarum frontis delineabimus.

Sit ergo concauitas turris circulus A B C, conuexitas D E F; C H K I sit ichnographia interioris portæ, in obliquum diuaricatæ. supra lineas G H, I K, describantur duo circuli interiores, cum suis exterioribus, sintque diuisi more consuetò, & in diametros cadant perpendicula, & per puncta diuisionum in vtraque diametro sibi respondentia, ducantur lineæ, nempe ichnographiæ laterum, seu commissurarum concauitatis, quæ producantur vsque ad conuexitatem DEF. vtrumque circulum descripsi supra lineam IK. Primò quæratur longitudo laterum, seu commissurarum concauitatis. In punctis, P, M, & aliis ducantur lineæ MSPq. RTVX. & aliæ quæ separatim repetantur, tum in punctis M, & P excitentur perpendiculares, æquales perpendiculis à quibus procedunt, hoc est in puncto M perpendi-

cularis æquales perpendiculo minoris circuli, & in puncto P æqualis perpendiculo maioris, linea S q, erit latus quæſitum, quia ſi ſupra lineam horizontalem qM, excitentur perpendiculares, puncta S & q inuenientur in ſuperficie turris idem fiat in reliquis.

Deſcribatur eôdem centrô quô maior arcus deſcriptus eſt, minor circulus eôdemque modô diſtribuatur, tum ab extremitate ſubtenſæ maioris arcûs ad ſubtenſam minoris ducatur perpendicularis 97, verbigratiâ à puncto 9, ad lineam L 8, idem fiat, in aliis. omnibus. ſufficiet autem in vna pro omnibus. his poſitis

Primò exemplaria frontis vtriuſque habebuntur, ſi circumferentiam DEF, extendas in lineam rectam, & ſupra eius diuiſiones, excites perpendiculares æquales perpendicularibus inuentis S S, T T, & aliis. idem fiat ſupra circumferentiam concauam A B C, excitando perpendiculares q, 3, cæteraſque, iam priùs inuentas.

Exemplaria commiſſurarum ita fiant, commiſſuræ horizontalis ſeu primæ exemplar erit, trapezium AGID.

Pro ſecundâ commiſſurâ ſeparatim duc lineam O 3 M æqualem lineæ 98, & 3 M æqualem lineæ commiſſuræ, duc perpendicularem 3 P, tum apta lineam M P æqualem lateri MP, iam inuento; perficiaturque parallelogrammum, eritque exemplar commiſſuræ ab vno arcu ad alium. reſeca à latere M P lineam M S in latere M q inclinato inuentam, eique adde Pq. fiat pariter linea 234 lateri inuento, ſimiles cyphras preferenti æqualis, duc lineas curuas 4 q, 2 S, & perfectum erit opus.

Exemplar tertiæ commiſſuræ pariter fiet. ſit linea 6 ſeparatim ducta æqualis lineæ 98. tum in puncto 6 excitetur perpendicularis 60, contra quam aptetur linea YO æqualis lateri inclinato YO, cui addatur O 3, & ab ea reſecetur Y Z, perficiatur parallelogrammum Y O V 6, quod eſſet exemplar commiſſuræ, ſi non in turri rotunda, ſed in pariete plano deſcriberetur arcus diuaricatus. quare huic lineæ 6 V adde lineam V X æqualem lineæ V X lateris inclinati, ducantur lineæ non nihil curuæ X 3 ſecundum conuexitatem turris, & T Z ſecundum concauitatem figura Z 3 XT, erit exemplar tertiæ commiſſuræ. deeſt in figura littera V.

Exemplaria concauitatum, ita fient. ſit linea G M 7 æqualis chordæ L 8 7 arcûs minoris, ad quam ducta eſt perpendicularis 8 9 7 in punctis 7, 7 excitentur perpendiculares occultæ, quibus aptabis, ex puncto G lineam GI, æqualem lineæ G I, figuræ maioris, & in puncto M. lineam MP æqualem lateri inclinato quod reſpondet lineæ MP, fietque figura GIPM exemplar concauitatis, ſi porta eſſet in pariete plano, & non in turri rotunda, quare adde lateri M P, reliquum Pq, & ab eo auſer M S, pariter ſumptam, in latere inclinato, & duc curuas I q, G 5 ſecundum conuexitatem, & concauitatem turris, & exurget figura G S q; pro exemplari concauitatis L 8.

Pro ſecunda concauitate, repetatur linea MY, æqualis, ſubtenſæ concauitatis, cui addatur hinc inde M 7, Y 7 æqualis linea 8 7. deeſt in figura littera M. in punctis autem 7 & 7. excitentur perpendiculares occultæ, quibus aptentur in puncto M latus inclinatum M P, cui addes, vt priùs P q, & abſcindes M S, vt habes ſeparatim in latere inclinato, in puncto autem Y aptabis latus inclinatum Y O, cui addes reliquum O 3, & abſcindes Y 2, ductiſque curuis q 3, 52, dabitur figura S q 3 2 pro exemplari concauitatis ſecundæ.

Ad exemplar concauitatis Tholi ſeu clauis, ſit Y æqualis ſubtenſæ concauitatis, cui adde hinc inde Y 7, æqualem lineæ 87 figuræ primigeniæ, excitatis perpendicularibus 70, 70 aptabis latus inclinatum Y O hinc inde, quia in claui duo latera concauitatis, ſeu commiſſuræ concauitatis æqualia ſunt. addes pariter O 3, & detrahes Y 2; ductis lineis curuis Z Z 33. habebitur exemplar concauitatis Tholi.

Demonſtratio primò conſtat inuenta latera inclinata Z 3. T X S q 24, qualia inueniuntur cum ſua inclinatione in figuris peculiaribus, bene eſſe inuenta, nam excitatis in punctis Y, O perpendicularibus æqualibus perpendiculis à quo prodierunt, puncta Y & O habentur vt puncta arcuum, quæ ſi coniungantur lineâ rectâ peruadetur turris ab illa linea. quæ puncta inueniuntur excitando in punctis Z 3 alias perpendiculares. quare Z 3 in linea inclinata eſt vera longitudo lateris inclinati, à concauitate turris ad eiuſdem conuexitatem; idem oſtendam de aliis omnibus inclinatis lateribus inuentis ſecundum praxin propoſitam.

Quod ſpectat ad exemplaria, cum arcus minor applicatus ſit ad maiorem, in plano minoris punctum 9, eſt illud in quod cadit linea ad ipſum recta à puncto extremo commiſſuræ maioris, nempe à puncto 9, ſpectatô in plano maioris; bene ergò ſeparatim excitamus perpendiculares in punctis O, N, 6. quæ repræſentant punctum 9. quærimus autem primò exemplaria commiſſurarum, pro arcu facto in muro ſimplici, cuius ſuperficies ambæ parallelæ ſunt, exemplar autem ſecundæ commiſſuræ eſſet parallelogrammum 3 4 P M, quia autem concauitas recedit à puncto M verſus vnam partem, & à puncto 2 verſus aliam, addimus illi aliquid verſus punctum 2, & auferimus verſus punctum M, & ita de cæteris.

Pro concauitatis exemplaribus, cum punctum 9 in plano minoris arcûs, ſit illud in quod cadit perpendicularis à puncto 9 in plano maioris arcûs, & à puncto 9 in plano minoris arcûs ducta ſit perpendicularis 97 ad ſubtenſam L 8. (*per* 9. 11.) ſi à puncto 9 in plano maioris arcûs; ad punctum 7 in plano minoris, ducatur linea 97 hæc etiam perpendicularis erit, quare cum in exemplaribus concauitatis, coniungantur ſubtenſæ arcûs minoris, cum ſubtenſis minoris, ſciemus obliquitatem laterum ex perpendiculari inuenta.

Coroll. Primum potuit huiuſmodi arcus facile fieri primò in turri in pternam decreſcente, ſi enim fieret ſeorſim figura imminutionis, cum habeatur altitudo ſingulorum laterum, poterunt imminui facile, pro ratione ſuæ altitudinis.

Coroll. Secundum, eâdem praxi hunc arcum efformabis, in duobus parietibus angulum continentibus, deſcriptis pariter duobus arcubus, qui paralleli ſupponantur. Item in turri rotunda, ſed obliquè in eum incurrente,

in

Digitized by Google

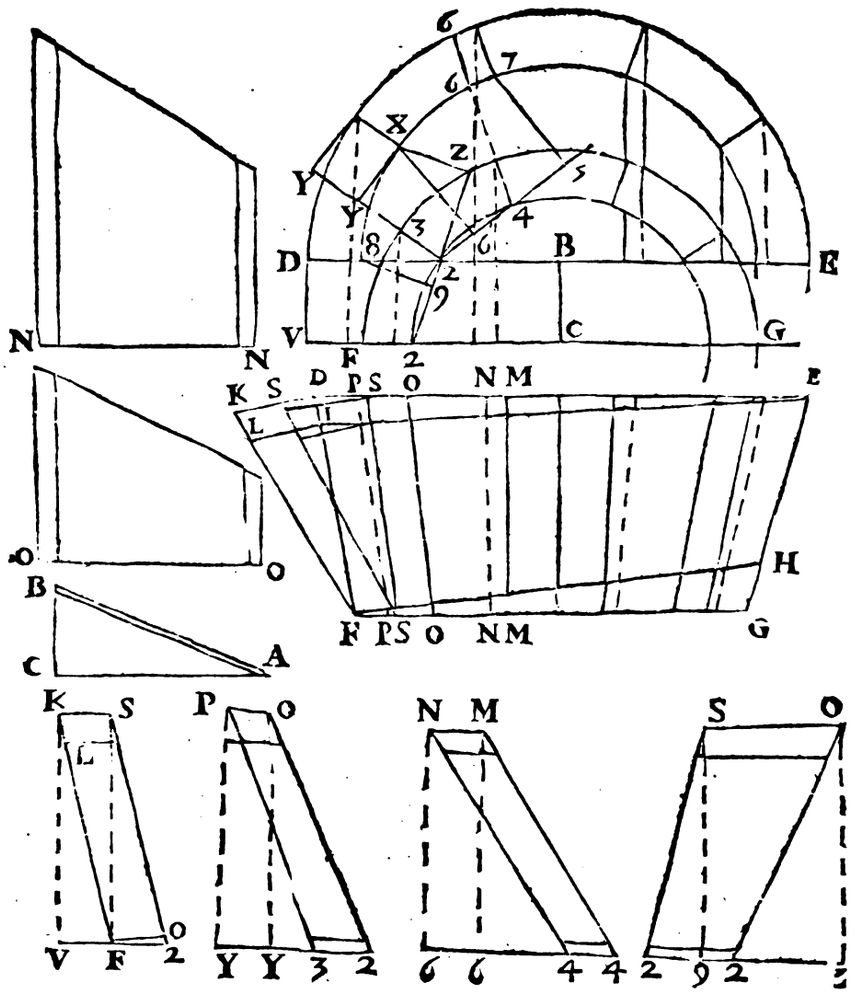
in pariete item obliquè eum secante, siue parietis superficies fuerint parallelæ, siue non. Item poterit hic arcus incurrere in compluuiũ, tunc autem augenda erunt latera istius arcûs, propter flexuram arcûs. quæ omnia satis facile ex superioribus intelligi possunt. vt autem praxis istius vniuersalitas meliùs pateat, quæ videtur viam aperire, testudinibus conicis, duo adhuc exempla proponemus. Primum, arcum similem inclinatum proponet. Secundum, arcum inclinatum & declinantem explicabit; ostendetque hâc vnicâ praxi, ferè omnia quæ hactenus dicta sunt absolui potuisse.

## PROPOSITIO XXIX.

### Problema.

*Porta in pariete obliquo, diuaricata, & inclinata.*

Supponimus dari arcum, cuius vnus semicirculus minor sit aliô, & linea centra connectens inclinata, plana autem semicirculorum esse inter se parallela, volo item nullam esse obliqui-




tatem. Sit ergo quasi axis connectens centra circulorum linea AB, inclinata ad horizontem AC, sitque centrum maioris arcûs punctum B, & minoris punctum A, & in plano maioris punctum C, sit illud cui perpendiculariter respondet centrum minoris circuli, quae describantur duo semicirculi maior ex centro B; minor ex puncto C diuidantur in suos lapides, & ex commissuris cadant perpendicula in diametrum, DE, FG, repetantur eædem dianerri ita vt DE GF sit in eodem plano horizonali, habeatque vicem ichnographiæ totius operis. Connectantur diuisiones vtriusque diameri, & habebuntur ichnographiæ laterum inclinaorum. intelligatur paries obliquus comprehensus lineis IE, FH secare oblique talem arcum. habenda sunt primò latera inclinata. quare separatim repetantur ichnographiæ NN. OO, &c. supra cuius extrema excitabis duas perpendiculares vnam æqualem perpendiculo minoris arcûs tibi respon-



di; aliam æqualem perpendiculo maioris arcûs sumpto vsque ad lineam FG, coniunganturque puncta extrema perpendicularium, excitenturque aliæ perpendiculares in punctis in quibus murus obliquus secat huiusmodi ichnographias, hæ vltimæ perpendiculares debentur diuisionibus obliquis IE. FH. pariter pro ichnographia DF, cum in puncto F arcus minor nullum habeat perpendiculum, at verò in puncto D arcus maior, sit iam eleuatus supra planum horizontale toti operi subiectum, secundum lineam BC; sit DK perpendicularis ad DF æqualis ipsi BC, ducatur linea KF, tùm in puncto I in quo paries obliquus secat ichnographiam FD, perpendicularis IL, hæc debetur puncto I parietis obliqui. idem faciendum esset pro linea SS, in qua etiam minor circulus attingit horizontale planum. hâc praxi inuenietmus pro singulis lineis ichnographicis, latera imposita respondentia parieti obliquo, & insuper perpendiculares respondentes



Digitized by Google

punctis in quibus paries obliquus secat huiusmodi ichnographias. quibus positis facile omnia perficiemus.

Exemplaria frontis pro pariete obliquo, ita formantur. supra diuisiones lineæ obliquæ IE, excitentur perpendiculares diuisionibus singulis competentes, petitæ ex singulis figuris, nempe in puncto I, perpendicularis IL, pro aliis diuisionibus accipiantur, in figuris particularibus; & sic formabitur arcus nonnihil detortus continens omnia exemplaria frontis IE, in puncto E erit perpendicularis æqualis lineæ BC.

Idem fiat supra lineam FH, in cuius puncto F, nulla est perpendicularis, sunt autem perpendiculares lineæ FH paulò maiores, sed non multùm perpendiculis arcûs minoris.

Ad exemplaria commissurarum primò requiritur, vt ex punctis X & 7 commissurarum maioris arcûs, ducantur perpendiculares XY, 76, ad commissuras arcûs minoris productas; idem intelligatur fieri in aliis. Pro prima commissura repetatur linea commissuræ arcûs minoris, quæ est 2 F, & quia perpendicularis demissa ex puncto 8, cadit in F, excitetur perpendicularis F S; cui aptetur linea 2 S æqualis lineæ inclinatæ S S. perficiatur parallelogrammum, vel si exactiùs velis procedere, assumatur linea F V, cum ex D maioris figuræ cadat perpendicularis in V, excitetur perpendicularis VK, cui aptetur linea F K, æqualis lineæ inclinatæ maioris figuræ, eritque F 2 S K exemplar commissuræ, duobus arcubus parallelis inter se terminatum, à quo resecandum est aliquid, vt fiat exemplar eiusdem commissuræ, terminatum duobus parietibus obliquis, versus punctum 2 ex linea 2 S aliquid aufer, item aufer lineam K L, eritque figura O L exemplar quæsitum.

Pro secunda commissura repetatur linea 2 3 Y Y, in quam cadunt duæ perpendiculares in punctis Y Y, quare in iis excitentur perpendiculares Y P, Y O. aptabisque latera inclinata linearum P P, O O, cum suis diuisionibus, quæ ostendent quantum auferendum erit, vt ab exemplari, pro arcubus parallelis, fiat exemplar cõmissuræ pro parietibus obliquis.

Ad tertiæ commissuræ exemplar, repetatur separatim linea 4 4 6 6 & quia cadunt perpendiculares in puncta 6 6. excitentur in iis perpendiculares, aptenturque lineæ 4 N, 4 M æquales lateribus inclinatis respondentibus, lineis M M, N N, transferantur item eæ partes quæ resecandæ, sunt vt fiat exemplar commissuræ pro parietibus obliquis.

Pro prima concauitate 2 2, ex punctis 8 & X maioris arcûs, cadant ad subtensam 2 2 productam, duæ perpendiculares 8 9. X 2. tum repetatur separatim hæc subtensa 2 9 2 7, & in punctis 9 & Z excitentur perpendiculares, quibus aptentur lineæ 2 S, 2 O æquales lateribus inclinatis S S, & lateri respondenti lineæ O O, transferantur item diuisiones eorumdem laterum, & habebitur exemplar concauitatis, respondens arcubus, habebis item id quod lateribus auferendum est, vt habeatur exemplar commissuræ, interceptum intra superficies muri.

Pro secunda concauitate, ad subtensam 24 minoris arcûs, ex punctis X & 7 maioris, ducantur perpendiculares X 6. 7 5. ad formandum exemplar vtere lineâ 2 6 4 5. excitando perpendiculares in punctis 6 & 5 & aptando latera respondentia lineis O O, M M cum suis diuisionibus.

Exemplaria partis dextræ, inseruiunt sinistræ si inuertantur.

Demonstratio. Primò supponitur arcus minor, esse in loco inferiori, atque adeo nos descripsisse, in quadrilatero D E G E ichnographiam totius operis, in plano in quo est diameter minoris circuli. vnde demissis ab vtroque arcu perpendiculis, ita vt perpendicula maioris arcûs continuentur, vsque ad planum horizontale in quo est diameter minoris, si coniungantur extremitates perpendiculorum in vtrâque diametro, habebis lineas ichnographicas laterum inclinatorum, voco latera inclinata, lineas commissurarum in concauitate arcûs. vt autem habeantur ea latera, benè separatim eorum ichnographias repetiimus, ereximusque perpendiculares lineas, æquales perpendiculis. bene item hâc praxi inueniuntur perpendiculares, quæ erigi debent, in parietibus obliquè talem arcum secantibus, vt habeantur exemplaria vtriusque frontis.

Ostendo item, si ex puncto 8, arcûs minoris, ducatur perpendicularis vsque ad lineam commissuræ V F, sumptam in arcu minori, ostendo inquam eam cadere in punctum E, quia enim punctum 8 sumptum in plano maioris circuli, respondet perpendiculariter, puncto 8 sumpto in plano arcûs minoris, (*per* 9. 11) & à puncto 8 in plano minoris, ducta est perpendicularis 8F, erit linea 8F, ducta à puncto 8 existente in plano maioris circuli, ad lineam F 2, existentem in plano minoris; ita ostendam perpendiculares ductas, in vno plano, etiam esse perpendiculares cum ducuntur ab vno plano, ad aliud, ideoque benè ostenderem obliquitatem exemplarium, tam concauitatis, quàm commissurarum,

### COROLLARIVM I.

Ex hoc colliges methodum describendi arcum inclinatum, & diuaricatum, in pariete directè opposito, cum primò fiant exemplaria perinde ac si arcus primi genij essent inuicem paralleli, & directe inter se oppositi. hanc praxin qui bene intellexerit fere omnes arcus superiores perficiet.

### COROLLARIIVM II.

Tam facile, arcum cylindricum, hoc est non diuaricatum facere poteramus, immò multò faciliùs.

## PROPOSITIO XXX.

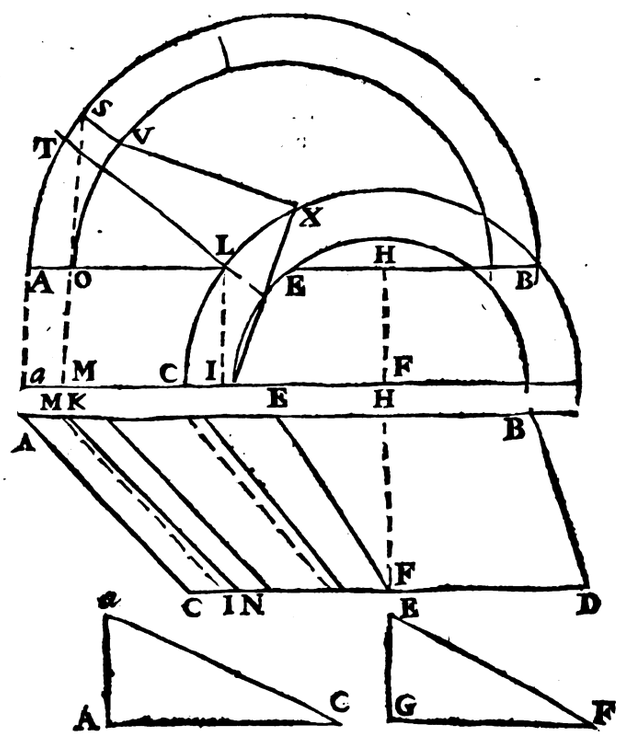
### Problema.

*Arcus obliquus, inclinatus, diuaricatus.*

Intelligantur duo semicirculi inuicem paralleli, quorum vnus maior, alter qui & minor sit in situ depressiore. eorum diametri sint AB, CD, ichnographia A B C D separatim ducta. sitque inclinatio anguli E F G, ita vt diameter maioris, sit altior diametro minoris secundùm lineam E G, ex F ichnographia centri minoris, ducatur ad AB ichnographiam diametri maioris circuli, perpendicularis F H. ita minor circulus describatur; vt linea F H in superiori figura æqualis sit lineæ E G, & lineæ E H in vtraque æquales sint. tunc minor circulus descriptus ex puncto F occupabit locum

Digitized by Google

locum in plano circuli maioris, cui respondet perpendiculariter, intelligantur ex maioris semicirculi diuisionibus, demissa perpendicula, vsque ad diametrum minoris, item ducta esse perpendicula, ex diuisionibus minoris in propriam diametrum. quærantur primo singula latera inclinata, quæ inuenientur eâdem methodô, quâ in superiori propositione inuenta sunt hôc modô. sit inueniendum latus inclinatum respondens, lineæ ichnographicæ, AC, repetatur separatim AC, in puncto A excitetur perpendicularis Aa æqualis lineæ Aa, seu distantiæ plani horizontalis in quo est diameter CD, ab eo plano horizontali, in quo est diameter AB, in puncto C nulla excitetur perpendicularis, eritque CA, latus inclinatum, coniungens puncta C & A. Pariter si seorsum assumeretur linea ichnographica NK, in puncto N nulla excitaretur perpendicularis, & in puncto K excitaretur æqualis perpendiculari Aa. pro linea IM in puncto M excitanda esset perpendicularis, æqualis perpendiculo MS, & in puncto I æqualis perpendiculo IL, & ita de cæteris, aduertendo semper perpendicula maioris circuli sumenda esse vsque ad lineam. CE.




Exemplaria frontis vtriusque iam habentur in arcubus primigeniis, Exemplaria commissurarũ fiunt eâdem methodô, ducendo ex lineis commissurarum maioris arcûs, lineas perpendiculares, ad lineas commissurarum productas, vt vides in ST. similiter exemplaria concauitatis fient, si ab extremis subtensarum maioris arcûs, cadant perpendiculares ad subtensas minoris, productas, vt vides ductam esse VX, perpendicularem ad NX. praxis autem formandi exemplaria eadem est quæ in superiori exemplo.

COROLLARIVM.

Vides tam facile, posse perfici totum arcum, etiamsi duo semicirculi æquales essent, aut inferior maior esset, item etiamsi ambo semicirculi essent elumbes, aut vnus elumbis, alter plenus; aut etiamsi ambo essent pedum inæqualium: ideo hæc praxis est vniuersalissima.

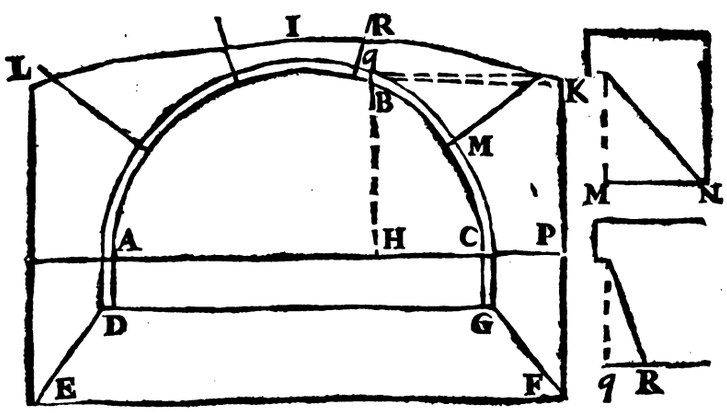
## PROPOSITIO XXXI.

### Problema.

*De secundariâ arcuatione vulgò dictâ Massilienſi, Arriere voſſure de Marſeille.*

Secundarias arcuationes vocamus, eos arcus, qui aliis præcipuis aptantur, ideo autem adhibentur, vt paulò maior apertura fiat, siue ad maius lumen intromittendum, siue vt aperiantur fores faciliùs, sintque patentiores. hanc communiter adhibent, vt fores etiam arcuatæ aperiri possint, quod fieri non posset si arcus esset simplex, & non aliquantulum diuaricaretur.

Sit ergo arcus interior ABC, sitque eius ichnographia ADEFG. In punctis D, & G sit retinaculum (*feuillure*) cui postes incumbunt, sitque DE, GF, obliquatio arcûs, cui æqualis sit




CH; ducatur perpendicularis HB, & per punctum B, parallela BK, ex puncto F ducatur perpendicularis FK, cui sit æqualis EL, ducatur arcus KIL & absolutum erit opus, Applicatio huius diagrammatis talis erit, quia hic arcus rectus est, & exceptâ diuaricatione eius, omnes anguli recti sunt, sufficiet habere exemplaria commissurarum. quare exemplar primæ commissuræ erit PCGF. Pro secunda commissura ab extremitate retinaculi ducatur perpendicularis M,



Digitized by Google

quasi vellemus continuare totum exemplar ; ita vt habeat totam crassitiem requisitam, sitque M N, æqualis simili lineæ, in magno diagrammate existenti, eritque factum exemplar secundæ commissuræ.

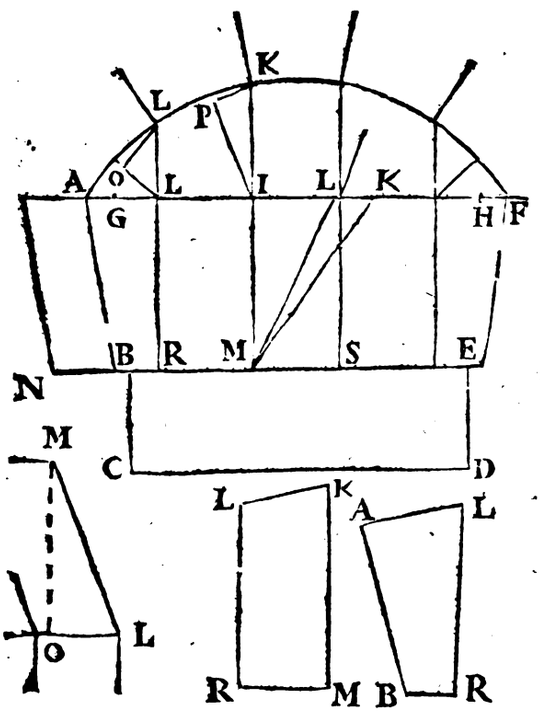
Exemplar tertiæ fiat similiter nempe vt eius linea q R, æqualis sit simili lineæ diagrammatis maioris.

Vnum tamen notare velim in puncto K, non abscindi omninò lapides vsque ad retinaculum, sed quasi in arcum, qualem vides exprimi in puncto K.

## PROPOSITIO XXXII.

### Problema.

*De secundaria arcuatione regulata.*




Supponitur hic porta, aut fenestra quadrata, quare secundaria arcuatio in lineam desinit, excipit enim, superliminarium retinaculum. potest autem accidere, vt superliminare ex vno lapide conficiatur, vnde secundaria arcuatio regulata, ita incipiet à superliminari, vt illius nulla ratio haberi debeat, vel superliminare in totidem partes diuiditur, in quot ipse arcus, vtrumque casum persequemur, in hac propositione. sit ergo ichnographia portæ aut fenestræ ABCDEF, tabella vt vocant BD, obliquatio diuaricata ABEF, retinaculum (*feuilleure*) B, & E. debet describi arcus supra lineam A F, qui continuetur vsque ad BE, sit ergo descriptus talis arcus, integer, elumbis, aut partialis, parùm interest. distribuatur hic arcus in suas partes ; à quibus cadant perpendicula continuanda vsque ad lineam BE, sit linea GH æqualis lineæ BE, ducantur & lineæ commissuratum per diuisiones arcûs, quibus ducantur parallelæ ex diuisionibus lineæ AF. fiat linea IK supra lineam AF, æqualis perpendiculo IK, item linea IL æqualis perpendiculo LL, ducanturque lineæ LM, MK. quæ erunt latera inclinata.

Exemplaria frontis habentur in arcu AKF, ex productione commissuratum ; si quis velit exemplaria frontis, pro linea BE ; hæc habentur productis commissuris in linea GH, quæ repræsentat lineam BE.

Exemplaria commissuræ primæ, seu horizontalis, erit parallelogrammum AN. ad secundam commissuram, ex puncto L arcûs AKF, ad lineam LO, ducatur perpendicularis L O, tùm separatim repetatur linea LO, exciteturque perpendicularis OM, & aptetur linea L M, æqualis lineæ L M maioris figuræ. tum perficiatur parallelogrammum, illud erit exemplar secundæ commissuræ. Exemplar tertiæ similiter fiet, ductâ perpendiculari KP.

Exemplaria concauitatis, pro prima concauitate nempe AL, repetatur linea B R, ex maiori figura, exciteturque linea RL æqualis lateri inclinato ML, transferatur angulus RBA ; sitque AB æqualis lineæ AB maioris figuræ, si bene operatus es lineæ A L vtriusque figuræ æquales erunt. Exemplar secundæ concauitatis L K ita fiet, repetatur linea RM, exciteturque perpendicularis MK, æqualis inclinato lateri M K, item perpendicularis R L æqualis lateri inclinato M L, si bene operatus es, linea L K huius exemplaris æqualis erit, subtensæ L K. ad formandum exemplar concauitatis clauis, repetenda esset linea M S, supra quam excitandæ essent perpendiculares ambæ æquales lateri inclinato MK.

Quod si continuanda essent exemplaria commissuratum, & frontis, ita vt superliminare ex pluribus item partibus componeretur, exemplar commissuræ primæ. esset ABCN. exemplar commissuræ secundæ ita fiat. si addas exemplari iam facto rectangulum addito retinaculo, sed sumpto nonnihil oblique.

Exemplaribus concauitatum adduntur pariter rectangula.

Demonstratio primò ostendo latera inclinata LM K M esse benè inuenta, planum arcûs AKF verticaliter intelligitur erectum, supra planum horizontale A B E F, quare in tali situ angulus MIK rectus est, cum M I ducta sit perpendicularis ad communem sectionem BE, sed pariter angulus MIK est angulus rectus, quare basis MK, (*per* 4. 1.) benè inuenta est. Secundò cum linea BE, transfata intelligatur in GH, hoc est singula puncta lineæ AE respondent perpendiculariter singulis punctis lineæ GH ; lineæ IP, LO, sunt quasi vestigia commissuratum in plano arcûs AKF, & punctum O in plano arcûs respondet perpendiculariter simili puncto, in plano ipsi parallelo, cum ergo ex puncto L ad lineam L O in plano AKF existentem, & communem sectionem plani comprehensi duabus lineis LO ducta sit perpendicularis LO, linea ex puncto L ducta, ad punctum O, lineæ LO existentis in alio plano (*per* 9. 11.) perpendicularis erit, quare inueniemus quantum perpendicularis distet à puncto R. & consequenter, vt iam sæpè ostendimus quomodo formandum sit exemplar.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Problema.

*De Secundaria Arcuatione sancti Antonij.*

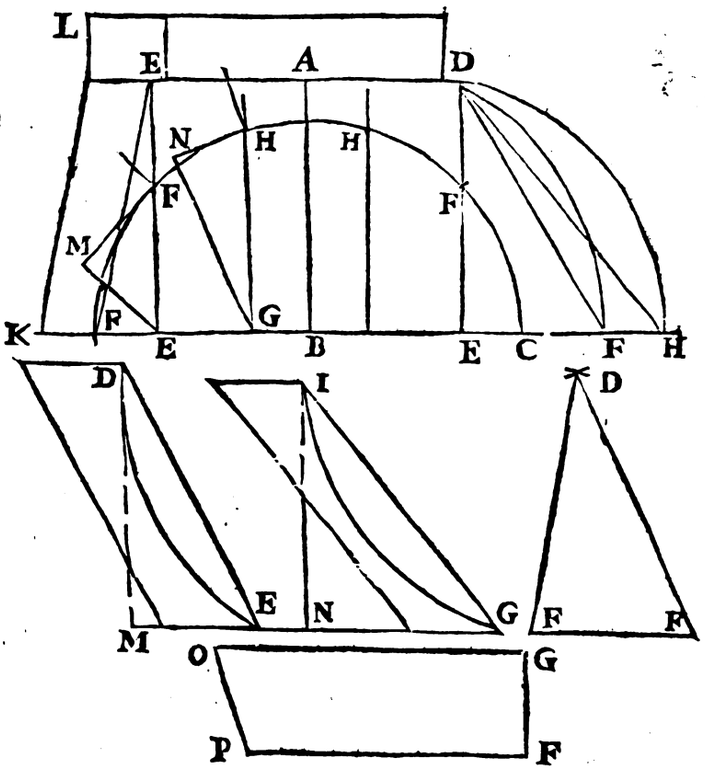
Hæc secunda arcuatio dicitur sancti Antonij, quòd Parisiis in porta sancti Antonij similis arcuatio inueniatur. regulata autem est, hoc est desinit, in lineam

Digitized by Google

lineam rectam, quia ſuperliminare portæ cui additur, hæc ſecundaria arcuatio, planum eſt; quare portam rectangulam eſſe, neceſſarium eſt. differt autē à ſuperiore quod ſuperior in conum fere decreſcat, at vero hæc quaſi in ſphæram, & in orbem, ex quo fit, vt exemplaria commiſſurarum, ſint ſphærica, exemplaria concauitatis debeant fieri in materia plicatili, quæ adæquari poſſit ſuperficiei concauæ, poterit autem fieri arcus circularis, ſi nempe profunditas totius operis, adæquet ſaltem medietatem latitudinis, hoc eſt linea AB, minor non ſit linea BC, alioquin fiat arcus elumbis. ſit ergo ichnographia totius operis CDEF, diuidatur linea CF bifariam in puncto B, deſcribaturque arcus ſiue elumbis, ſiue circularis, demittatur perpendicularis DE, itaque diuidatur arcus, vt vna diuiſio cadat in F. quod facilitatis tantùm gratiâ dico. ſit linea E F in diametro ad dextram æqualis perpendiculo E F iungaturque linea D F, item ſit linea EH ſumpta ad dextram in diametro æqualis perpendiculo G H, iungaturque linea DH, fiant arcus quorum centra in diametro FC, vnus per puncta D, & F, & alterum per puncta D & H. per punctaF,& H, ducantur commiſſuræ,& illis parallelæ à punctis E, & G nempe GN, EM.

Exemplaria frontis inueniuntur in arcu primigenio.

Exemplar commiſſuræ primæ erit parallelo-




grammum EK, cui addi poſſet rectangulum EL. ſi nempe perfici debeat ex eodem lapide porta ſine vlla interruptione. Pro ſecunda commiſſura, cadat ad lineam EM perpendicularis FM, tum repetatur ſeparatim EM, ductâque perpendiculari MD, aptetur linea ED, æqualis lateri inclinato DF, deſcribatur item arcus DE, æqualis & ſimilis deſcripto ſupra lineam D F inclinatam & habebitur exemplar ſecundæ commiſſuræ. Pro tertia commiſſura, ad lineam commiſſuræ GN ducatur perpēdicularis HN. repetaturq; ſeparatim linea GN, tum excitetur in puncto N perpendicularis NI, apteturque linea GI, æqualis lateri inclinato HD; cum ſuo arcu, perficiaturque parallelogrammum & habebis exemplar tertiæ commiſſuræ.

Exemplar concauitatis primæ nempe FF, illud exemplar triangulare eſt, ſi excipias concauitatem quæ poſtea inducitur, habetque vnum latus FF, aliud latus FE, ſeu CD, tertium æquale erit lateri inclinato FD.

Secundæ concauitatis exemplar ita fiet, repetatur ſeparatim linea F G exciteturque perpendicularis GO, æqualis lateri inclinato HD, & perpendicularis EP æqualis lateri inclinato FD.

Concauitas clauis ita habetur repetenda eſt linea GG, ſupra quam excitandæ duæ perpendiculares æquales lateri inclinato HD.

Si quis tamen pro exemplaribus concauitatis planis, vellet ea perficere in materia flexibili, quæ facile concauitati accommodari poſſet, ſupra lineam GE verbi gratia, excitandæ eſſent perpendiculares GO, EP æquales non lateribus inclinatis FD, HD, ſed arcubus ipſis, in lineam rectam extenſis.

Demonſtratio linea EE quæ inuenitur in diametro FC, repræſentat lineam ED, eique reſpondet perpendiculariter: quare ſicut priùs oſtendere poſſum, ſi ex puncto F circumferentiæ, ducatur perpendicularis, ad lineam commiſſuræ quæ excitaretur in puncto E, lineæ ED; hæc cadet in punctum cui M reſpondet perpendiculariter, atque adeo, benè formatum eſſe exemplar commiſſuræ MED, ita oſtendam, reliqua exemplaria, tam commiſſurarum, quam concauitatis bene eſſe compoſita.

SECTIO

# SECTIONIS LAPIDVM
# LIBER TERTIVS
## De Fornicibus conicis.

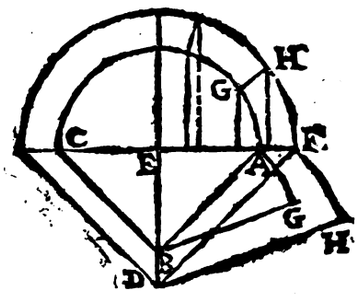
*FORNICES conicæ, seu quæ coni figuram imitantur, desinuntque in apicem, Gallicè à lituis, & buccinis nomen habent* (Trompes) *& apex, tubulus vocatur*, le trompillon. *mirum autem quàm vim habeant, eò quòd virtualiter ex pluribus arcubus sensim decrescentibus coalescant. adhibentur autem communiter in angulis, quibus coërceri debent, & contineri, vsus habent non vulgares, præcipuè cum ædificiis deest locus, quorum partes possunt, in aëre quasi pendere. & ab huiusmodi fornicibus firmitatem habere non vulgarem.*

### PROPOSITIO I.

Problema.

*De Testudine conica Recta.*

Hæc testudo censetur fundamentalis cæterarum; ita autem describitur. Sint muri ABG




comprehendentes angulum rectum in puncto B, sintque lineæ AB, BC æquales. ductâ diametro AC describatur arcus more consueto diuidendus, à cuius diuisionibus ad diametrum cadant perpendiculares. vt autem concipias quid agendum sit, triangulum ABC intelligatur esse in plano horizontali, & planum semicirculi in plano verticali, tum à singulis punctis interioris circuli, ad punctum B duci rectas lineas, quæ omnes æquales erunt lineæ AB: cum axis BE sit rectus ad planum circuli qui est quasi basis cylindri recti, vnde in puncto E fiunt anguli recti, & cum radij à centro ad circumferentiam æquales sint, bases æquales erunt. pariter ex singulis punctis arcûs exterioris Si ducantur lineæ ad punctum D, erunt omnes æquales lineæ FD. formabuntur duo coni concentrici, subducendo minorem ex maiori, id quod restat erit quasi media pars infundibuli, cuius crassities determinata erit duobus circulis concentricis. hanc figuram efformare intendimus, cuius singuli lapides, in cuspidem desinent, habebuntque exemplaria frontis, qualia sunt in arcu primigenio, & exemplaria commissurarum omnia æqualia trapezio ABDF, & habent lineam BD communem. nam si immotô axe DBE, volutatur trapezium ABDF, illud describet nostram testudinem, & successiuè cum singulis commissuris congruet. Exemplaria concauitatis, & conuexitatis facile habebuntur si centrô B, internallô BA describas circulum, fiatque arcus AG illius circuli, æqualis arcui AG circuli primigenij. habebis exemplar concauitatis circularis, debebitque efformari in materiâ flexibili. si autem velis idem exemplar esse planum, ducenda est in vtroque arcu subtensa AG, Eôdem modô formabitur exemplar conuexitatis ex puncto D.

Quomodo autem formatis omnibus exemplaribus, lapides secari debeant, iam dedimus supra, nec in eo occurit peculiaris difficultas.

Quod verò totum opus firmitatem sit habiturum facile patet, eò quòd talis testudo, sit quasi composita ex pluribus fornicibus decrescentibus, & tandem desinentibus in punctum, quæ omnes non magis nutare possunt, quam quælibet alia testudo, modò, muri satis firmi sint, eamque coerceant.

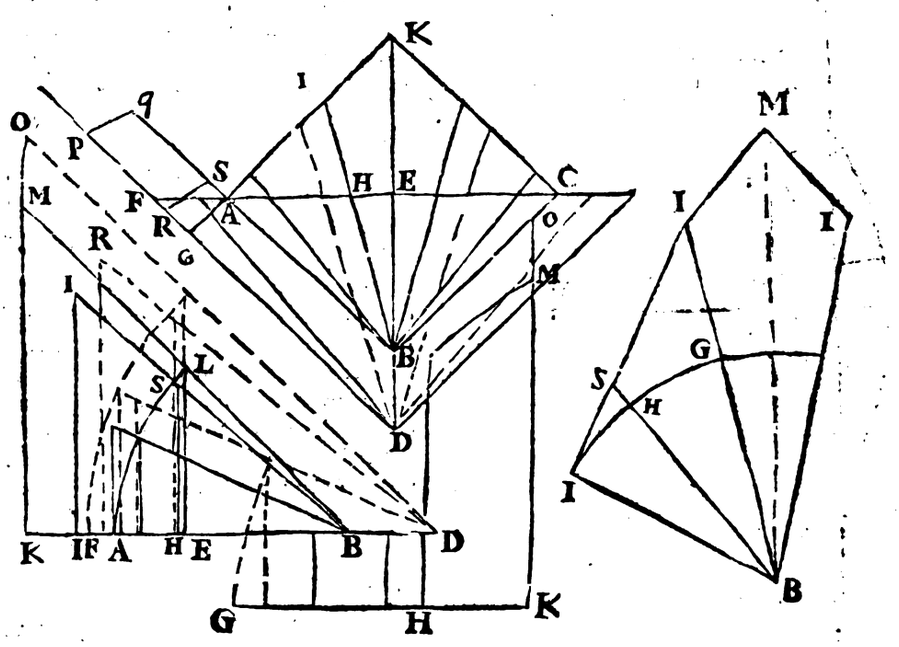
### PROPOSITIO II.

*De conicâ testudine quadratâ.*

Hæc species testudinis vtilissima est, nam ea potest angulum ædificij sustentare. Sit igitur quadratum ABCK, in quo efformari debet hæc testudo: licèt dentur tantùm duo muri AB, BC, debet autem tota pars AKC sustentari in aëre. ducatur linea AC, producta vtrinque vsque ad murum exteriorem, intelligaturque supra eam descriptus vterque circulus, tam interior, quam exterior, sicut in priori propositione, à cuius commissuris, in diametrum BC, cadant perpendicula, tàm ex puncto B per singula puncta diuisionum, orta ab interiori circulo, ducantur lineæ rectæ vsque ad latera AK, KC, quæ erunt ichnographiæ, seu vestigia singulorum laterum inclinatorum: pariter ex puncto D per singula puncta inuenta in linea AE, orta ex circulo exteriori, ducantur lineæ rectæ.

Si

Digitized by Google




Si intelligeretur ſupra lineam AC efformata teſtudo primæ propoſitionis, cuius latera inclinata dicimus, eſſe omnia æqualia lineæ BA, ſi inquam hæc teſtudo intelligatur produci, donec attingat plana verticalia ſuper AK, KC erecta, latera inclinata habebit longiora. hæc latera quærimus; cùm perpendicularibus cadentibus ab eorum extremitatibus vſque ad planum horizontale BAKC. ſcio praxibus innumeris, & ingenioſiſſimis ea inueniri poſſe, facillimus ſemper in hâc materia affectabo, ſcribo enim latomis, qui abſtruſa geometriæ arcana ſcire non debent. in charta ſeparata repetatur linea BK, tum interuallô BA fiat arcus circuli, AL repetatur item linea BE, excitatâque perpendiculari EL donec attingat arcum AL, ducatur linea BLM erit BM latus inclinatum reſpondens lineæ BK, & linea KM eius perpendicularis.

Demonſtratio ſi enim ſupra lineâ AC formata eſſet prior teſtudo, latus reſpondens lineæ BE, eſſet BL, æquale lineæ AB vt diximus, & eius perpendicularis EL, ſed intelligitur produci hæc teſtudo, & linea donec occurrat muro excitato in K, nempe lineæ KM. ita oſtendam latus BI pertinere ad punctum I, & eius perpendicularem eſſe II. idem faciendum eſt pro circulo exteriori & puncto D, ſed latus præcedentis teſtudinis, erat DF, his poſitis.

Formandus eſt arcus frontis, repetatur ſeparatim linea GK cum ſuis diuiſionibus, & in ſingulis excitentur perpendiculares æquales inuentis, hoc eſt in puncto K perpendiculares KM, KO, vnam pro arcu interiori aliam pro exteriori, ita agendum pro ſingulis diuiſionibus, & habebis duplicem arcum continentem omnia exemplaria frontis pro linea AK; ſimilis arcus intelligendus eſt ex alia parte: nempe pro linea CK.

Exemplaria commiſſurarum ita habentur. primò in figura laterum inclinatorum habetur exemplar commiſſuræ mediæ, ſi clauis diuideretur per medium; nempe parallelogrammum BMOD, exemplar commiſſuræ horizontalis, erit trapezium ABDR, cui diximus in propoſitione præcedenti, eſſe æqualia reliqua, nempè pro teſtudine conica recta ſimplici. differunt autem huius teſtudinis commiſſuræ, quod longiores ſint, quare tranſlatis lateribus inclinatis, ex puncto B interioribus, ex puncto D exterioribus, erit primæ commiſſuræ exemplar trapezium BAGD, ſecundæ, BSRD tertiæ BqPD. factis nempe DP, Bq, lateribus inclinatis æqualibus BM, DO ſupra inuentis, & ita de aliis.

Exemplaria concauitatis pariter non differunt ab exemplaribus concauitatis, teſtudinis deſcriptæ in prima propoſitione, niſi quod longiora ſint. duplici autem modô fieri debent, nempe vel vt plana ſint, vel vt concaua ſint, hoc eſt vt deſcripta in materia flexibili aptari poſſint conicæ ſuperficiei concauæ, fiat circulus GHI, ex puncto B ſeparatim, & interuallô BA, in quo ſumantur ſubtenſæ GH, HI, æquales ſubtenſis arcûs primigenij, ſi exemplaria debent eſſe plana, ducanturque lineæ BI, BG, BH, &c. eſſetque triangulum BGH exemplar concauitatis pro præcedenti teſtudine, producantur latera, donec lineæ BI, BI, æquales ſint lateri inclinato BI iam inuento, eritque triangulum BIL exemplar concauitatis, ſed deeſt illi apex, quod in alio plano inuenitur, vnde diuidatur bifariam lineâ BM, quæ ſit æqualis lateri inclinato BM eritque exemplar concauitatis clauis diuiſum, quod fere ſemper neceſſarium eſt; quia totum in eodem plano non eſt, pariter ſi ſecundum latus producatur, donec BHS æqualis ſit lateri inclinato BS, iungaturque linea recta SI, habebitur exemplar planum ſecundæ concauitatis.

## PROPOSITIO III.

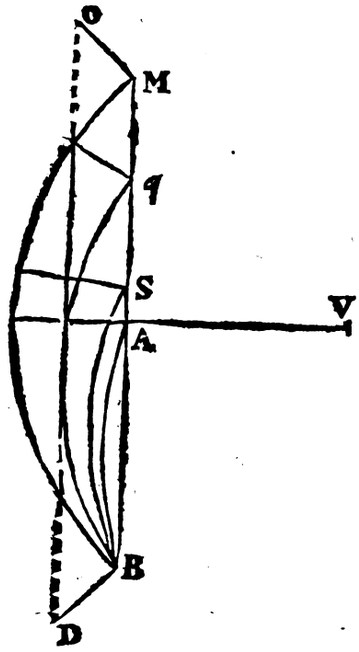
### Problema.

*De Spharica teſtudine.*

Si deſideretur teſtudo non conica, ſed quæ ſphæricam imitetur, neceſſaria erunt alia exemplaria commiſſurarum. verbi gratia ſit exemplar quaſi commiſſuræ diuidens bifatiàm clauin, in longum ſcilicet, ſit inquam trapezium BMOD, diuiſa bifariâ lineâ BM in A ductâq; perpendicu



Digitized by Google




pendiculari A V, quæ sit æqualis lineæ A M. ex V vt centrô, interuallô V M describatur arcus circuli MB, qui necessariò erit quadrans, tum eôdem interuallô, id est eâdem aperturâ circini fiat, arcus transiens per q & B, item alius transiens per S & B. A & B. erunt exemplaria non ampliùs comprehensa lineâ MB, sed arcubus circulorum, & exemplaria coucauitatis nempe ea quæ aptantur concauitati paulò aliter formanda erunt.

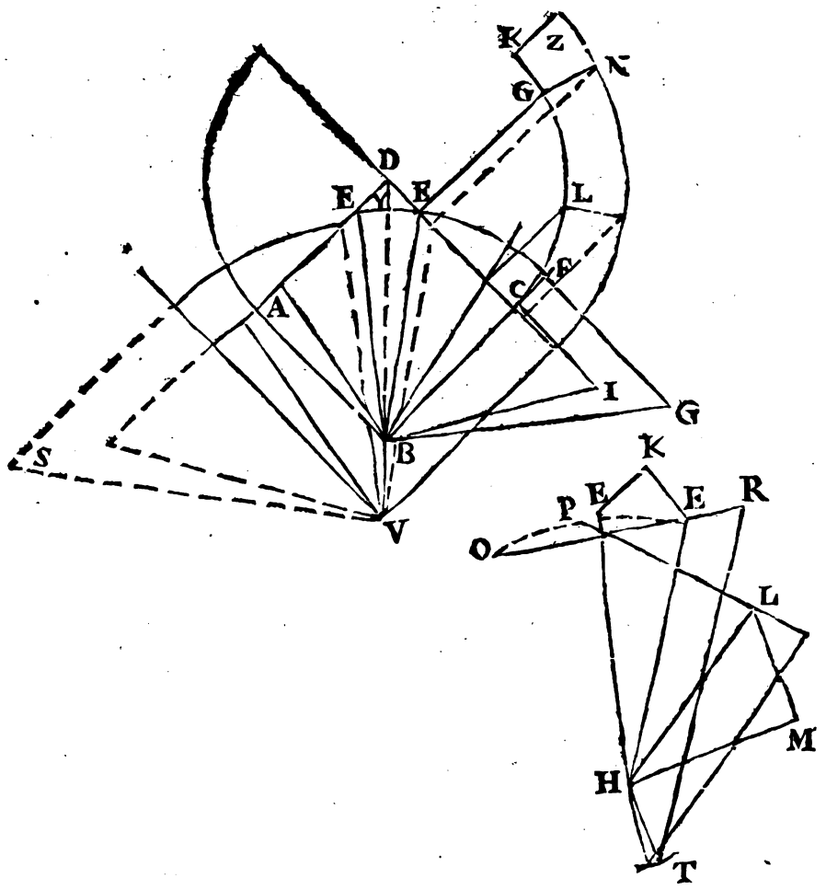
Demonstratio petitur ex eo quod si punctum K plani horizontalis superioris figuræ sumas pro centro sphæræ, si quis ex puncto K repetitô in triangulis laterum inclinatorum interuallô KM, aut KB circulum describeret fieret; tantum quadrans. item si ex eodem puncto K, qui est in axe describerentur in planis commissurarum alij circuli eôdem interuallô, illi attingerent latera inclinata, mutarentque conum in sphæram, ideo volui vt eôdem semper interuallô, seu eâdem aperturâ circini describantur hi circuli, quamuis in praxibus aliorum contrarium præcipiatur, atque hôc modo fiet sphærica testudo, in angulo, ad modum scilicet loculamenti (*vneniche*) circuli enim omnes maximi in sphæra sunt æquales.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Testudo conica circularis aut Elumbis in fronte.*

Superior testudo incipit suàm praxin ab arcu




eam diuidente per medium, ex quo fiebat vt arcus frontis altior euaderet, quàm vt esset circularis. qui ergo veller, vt arcus frontis circularis esset, aut etiam elumbis; ab eo totam operationem inchoare deberet. Sit ergo ichnographia totius testudinis quadratum ABCD; supra cuius latus DC describatur quadrans arcûs, describatur & alius eiusdem altitudinis supra latus AD, demissis perpendiculis, ducantur ad puncta B & V, vestigia laterum, tàm concauitatis, quam conuexitatis, quærenda sunt latera inclinata, fiat linea BF æqualis lineæ BE, exciteturque perpendicularis

FG

Digitized by Google

F G æqualis perpendiculô E G; linea B G erit latus inclinatum illius commissuræ. eôdem modô habebuntur reliqua, ex aliâ parte; posita sunt latera conuexitatis hæc separatim fieri possunt ne figuras confundant.

Exemplaria frontis habentur in arcu supra D C descripto.

Pro exemplaribus concauitatis repetatur linea E E, fiatque triangulum E H E, cuius duo latera E H æqualia sint lateri inuento B G; fiat item aliud triangulum E K E supra eandem E E, cuius duo latera E K, æqualia sint subtensæ K G, vel si velis arcui K G, si nempe velis exemplar quod concauitati quadrare possit.

Fiat triangulum H E L cuius latus H E, æquale sit lateri B G, latus E L quod deest in figura sit æquale subtensæ G L, & latus H L æquale lateri B I, denique fiat triangulum H L M, cuius latus H L sit æquale lateri B I, H M, sit ipsa B C, & L M, subtensa L C intelligantur totidem facta ex alia parte & habebuntur exemplaria concauitatis.

Pro exemplaribus commissuratum intelligantur produci linea commissuræ G N, & aliæ lineæ commissurarum, donec conueniant cum linea D C, in exemplo nostro conueniunt in puncto D, quare ex linea B D, D G, & latere B G seu H E, fiat triangulum hoc, est ex puncto H interuallo B D describe circulum O P, & ex puncto E supra quod tale triangulum vis describere, abscinde arcum E O, linea O E producta dat angulum commissuræ, quem nempe facit linea G N, cum latere inclinato. idem facies pro latere H L, abscindendo arcum L P, interuallô L D, suppositô quod commissura L producta, secet lineam D C, in puncto D. abscindatur E R æqualis lineæ G N, tum fiat ex puncto R vt centro, interuallo V S lateris conuexitatis respondentis huius commissuræ, arcus R T, & ex puncto H interuallo B V, alius arcus B T, ducaturque linea R T, trapezium H E R T, erit exemplar illius commissuræ.

Eôdem modô fiet exemplar alterius commissuræ, atque hôc modô habebis quidquid requiritur ad formandos singulos lapides.

Demonstratio primò supponuntur exemplaria frontis.

Secundò, inuentio laterum inclinatorum, seu commissurarum concauitatis & conuexitatis naturalis est, nihilque differt à præcedenti, nam in triangulo rectangulo, datis duobus lateribus angulũ rectum comprehendẽtibus, facilè habetur basis. inuentio etiam anguli quem facit linea commissuræ frontis, cum linea commissuræ concauitatis facilis est, cum enim voluimus vt linea G N produceretur donec occurreret lineæ C D, nempe in puncto D, vtimur methodô communi ad formandum triangulum, datis nempe tribus lateribus, certum est autem si exciteturverticaliter quadrans C K, formari triangulum ex tribus lineis B D, D G, & B G, seu ex H O, O E, H E pariter cum linea E R, æqualis sit lineæ G N, & R T lateri inclinato conuexitatis, item H T ipsi B V, certum est inquam (primè descriptum esse trapezium H E R T pro commissuræ exemplari idem dicito de aliis.

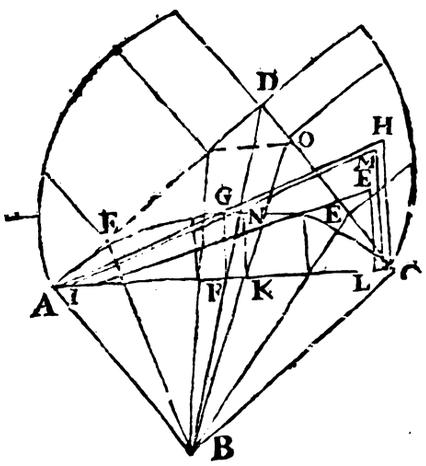
Hæc praxis est vniuersalis & facilis intellectu eâque vt plurimum vtemur.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Testudo conica, in rectangulo altera parte longiore.*

Superiori praxi facilè testudinem conicam laterum inæqualium perficiemus. Sit ergo planum A B C D rectangulum altera parte longius, seu latetum inæqualium. Primò supra latus minus C D, describes quadrantem arcûs quem libuerit, in suas partes diuisum, cum suis perpendiculis, in semidiametrum C D, cadentibus. describendus est




alius arcûs, eiusdem altitudinis, supra lineam A D. quod vt meliùs fiat, diuidenda erit hæc linea A D, proportionaliter; ideò ducatur linea A C, cui ex aliis diuisionibus, qualis est E ducatur parallela E E, & ita de reliquis, in singulis diuisionibus lineæ A D excitentur perpendiculares æquales perpendicularibus primi arcûs, & confectum erit negotium. cætera quæ pertinent ad inuentionem laterum, inclinatorum ex superiori praxi petenda sunt.

Poteramus incipere ab aliô arcu descriptô supra lineam A C; nempe A G C quô diuisô in suas partes, demissisque perpendiculis, si puncta diuisionum ducantur. Ex puncto B lineæ, illæ diuident latera A D, D C pro vt opus fuerit, nam ostendam facile puncta E, & E quæ data fuerant à parallelis, eadem dari hâc methodô: quæ innuere volui, vt ostenderem plurimas praxes in speciem diuersas in idem recidere. Inuentio perpendicularium, & laterum inclinatorum talis esse poterit. sit A F æqualis ipsi F B, & F C, ipsi F D, ducatur linea F G H excitata perpendiculari C H, erit A H latus inclinatum. C H perpendicularis respondens puncto D, in vtroque latere. pariter si sit K I, æqualis lineæ K B, & K L æqualis lineæ K O, ductâ lineâ I N M, & perpendiculari L M, erit I M latus inclinatum respondens lineæ ichnographicæ B O, & L M perpendicularis excitanda in puncto O.

Cætera sunt facilia nec differunt ab iis quæ superiori propositione dedimus.



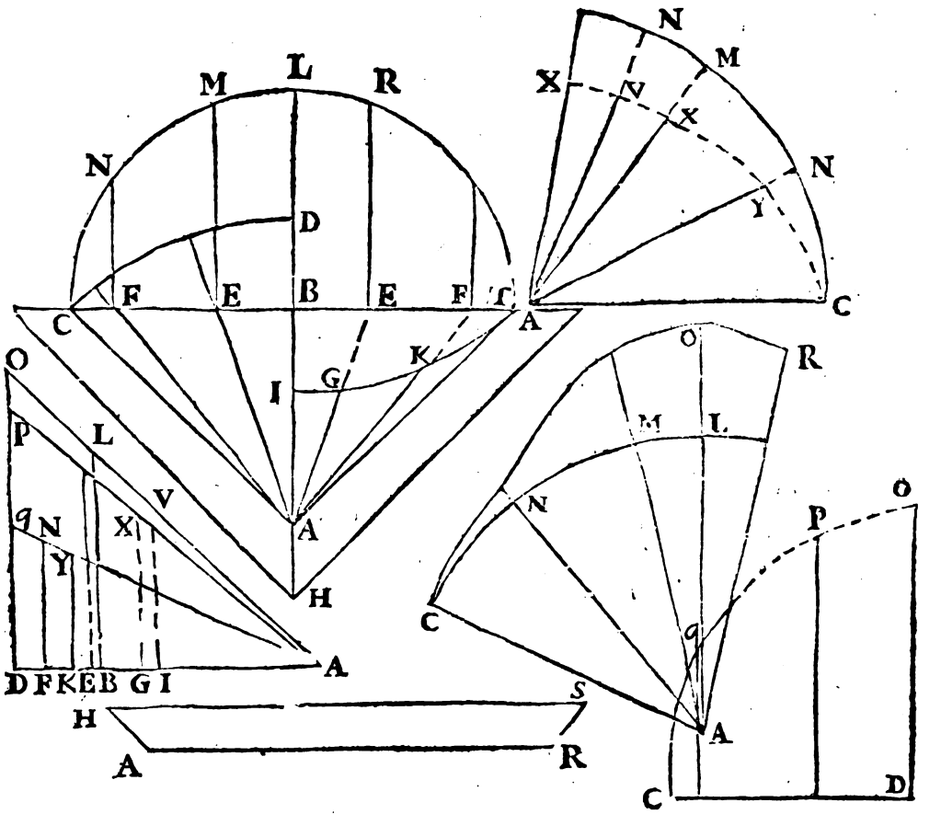
Digitized by Google

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Testudo conica, cuius ichnographia circularis conuexa, vel concaua.*

Sit dimidium planum testudinis conicæ, sector ACD, supra lineam CB, tanquam supra semidiametrum describatur arcus, in suas commissuras diuisus, à quibus demittantur perpendicula more consuetô, diuidentia diametrum in punctis E, F, ex puncto A ducantur lineæ ichnographicæ commissurarum concauitatis, ex puncto H ducendæ essent pariter vestigia horizontalia conuexitatis. Quærantur latera inclinata, quæ facilè haberi possunt, cum habeantur omnia vestigia horizontalia, quæ sunt sibi inuicem æqualia, eò quod planum horizontale supponatur circulare, & centrum esse punctum A. latera tamen inclinata concauitatis, non erunt




inter se æqualia, eò quòd ducuntur ex puncto H. quare pro lateribus inclinatis conuexitatis, separatim ducatur linea ABD, in quam transferantur lineæ AE, AF, tum in punctis, E, & F excitatis perpendiculatibus, æqualibus ipsis perpendiculis arcûs primigenij, ducantur ex puncto A, hypothenusæ triangulorum rectangulorum, illæ erunt latera inclinata concauitatis. quibus suppositis facilè formabuntur exemplaria concauitatis. separatim igitur interuallô AC circulus describatur AC, autem est latus cylindri cuius A est vertex, & arcus CML est basis. sit in eo circulo arcus LM æqualis arcui ML illius semicirculi primigenij, & MN pariter: ducanturque lineæ AL, AM, AN, quæ producantur fiantque æquales lateribus inclinatis iam inuentis, coniungant extremitates laterum, & habebuntur exemplaria concauitatis.

Exemplaria frontis in materia flexibili formari debent. si hôc modô arcus CD separatim in linam rectam extendatur, cum suis diuisionibus. excitenturque perpendiculares DO, DP, DQ, iam priùs inuentæ cum lateribus inclinatis. si opus sit circulo exteriori, pariter in circulo primigenio addendus esset circulus exterior, dimittendaque perpendicula in diametrum CB, ducendaque vestigia horizontalia, non ex puncto A sed ex puncto H. quærendaque latera inclinata conuexitatis eâdem praxi, quâ inuenta sunt latera inclinata concauitatis, atque ita perficientur exemplaria frontis.

Restant exemplaria commissurarum, ad quorum formationem notandum est, in hôc exemplô, cùm axis AB, sit rectus ad planum basis CML, quæ circularis est, singula latera inclinata, cum linea AH, angulum comprehendent æqualem angulo HAC, quare si quis velit exemplar commissuræ R, separatim ducat lineam AR, latus inclinatum concauitatis, proprium illius commissuræ, fiatque angulus RAH æqualis angulo CAH, tum ducatur linea HS, parallela lineæ AS; fiatque AS æqualis lateri inclinato conuexitatis, quòd inuentum esse suppono, denique iungatur linea, SR, eritque trapezium AS exemplar commissuræ AR. eôdem modô reliqua exemplaria commissurarum habebuntur, immò & exemplar diuidens clauim per medium quod vsui esse potest, ad inueniendos angulos singulorum lapidum; seu vt vocant arcus rectos. atque hæc pro testudine conica, cuius icnnographia est sector ACB.

Testudinem aliam conicam, cuius planum ichnographicum concauum est AIT efformabimus, suppositô enim, eôdem circulô primigeniô, demissisque vt priùs perpendiculis, lineisque AE, AF, ita inuenientur latera inclinata,

transferantur

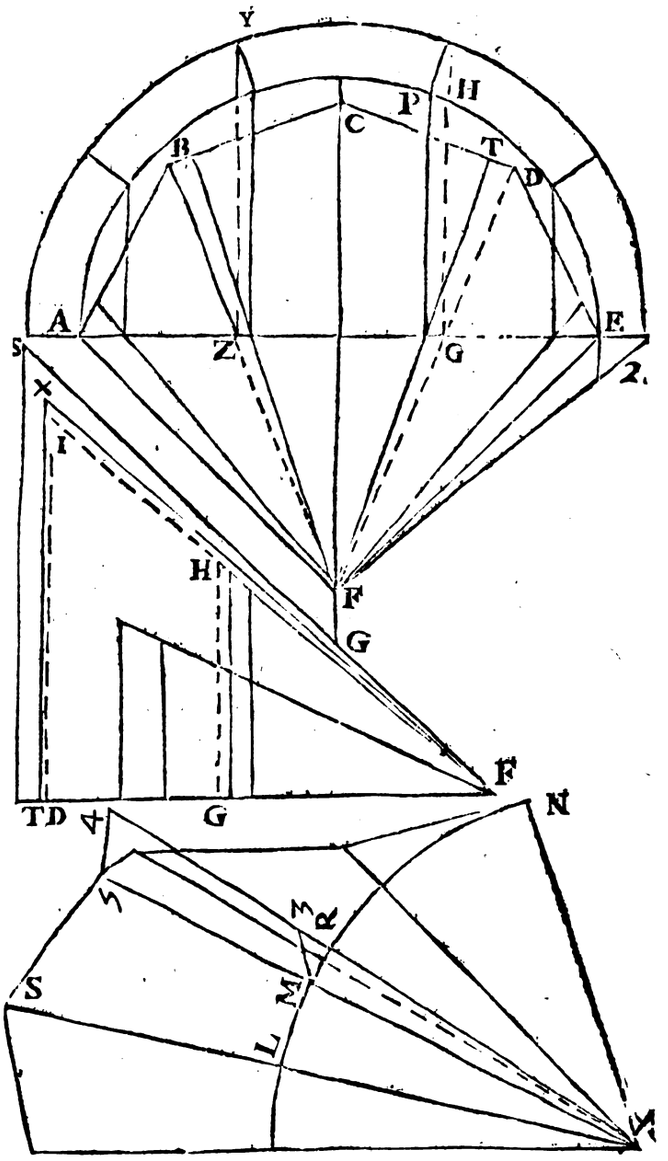
transferantur in figuram laterum inclinatorum lineæ AI, AG, AK, & in punctis I, G, K excitentur perpendiculares & habebuntur latera concauitatis inclinata AV, AX, AY, & perpendiculares ipsis respondentes IV, GX, KY.

Exemplaria concauitatis facilè formabuntur, si interuallô A C describatur arcus, in quem transferantur arcus LM, MN, NC; ductisque lineis AL, AM, AN, AC, resecentur latera inclinata iam inuenta, A V, A X, A Y. eruntque exemplaria clauis vtrinque A X V, secundæ concauitatis exemplar A X Y, tertiæ A Y C.

Pro exemplaribus frontis, arcus IGKT in lineam rectam extendendus esset, & in punctis I, G, K, excitandæ perpendiculares æquales perpendicularibus IV, GX, KY iam inuentis, eôdem modô formandus est circulus exterior, sicut diximus in exemplo superiori.

Ad exemplaria commissurarum eôdem modô operandum, ac in superiori.

Demonstratio totius praxis, facilè innotescet explicatis tantùm operationibus. linea A D separatim ducta, pro singulis radiis horizontalibus sumitur, vnde cum A B, facta sit æqualis sibi correspondenti in primâ figurâ, & in puncto B, excitata sit perpendicularis BL, clarum est, lineam D O esse perpendicularem respondentem puncto D, & lineam A O, esse latus inclinatum. ideoque lineam L O, in figura exemplarium concauitatis esse excessum lateris inclinati, in hac testudine, supra latus inclinatum in testitudine, quæ non excederet circulum C L T. ita ostendam in reliquis lateribus bene appositos fuisse excessus, vel in secundo exemplo defectus. Sequitur item benè formata esse exemplaria frontis, ex perpendicularibus probè inuentis.




## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*Testudo conica, cuius ichnographia Polygonū.*

Sit polygonum ABCDEF, ichnographia testudinis conicæ. supra lineam AE describatur semicirculus, diuidendus more consuetô in suas commissuras, à quibus cadant perpendicula in lineam AE, tùm ex puncto F per singulas diuisiones lineæ A E, ducantur vestigia horizontalia commissuratum.

Si vestigia horizontalia cadant in angulos polygoni benè quidem, sin minus ducatur ad angulum verbi gratiâ D vestigium horizontale FD, secans lineam FD in puncto G & excitetur perpendicularis G H.

Primò quærenda sunt latera inclinata, seu commissuræ concauitatis. Sit verbi gratia quærendum latus inclinatum, respondens vestigio horizontali FD, separatim repetatur linea FGD, in puncto G excitetur perpendicularis G H, æqualis sibi correspondenti lineæ GH alterius figuræ, ductâ linea FHI, & excitatâ altera perpendiculari D I, erit linea FI, latus inclinatum, respondens vestigio horizontali F G D, & linea DI perpendicularis eius.

Exemplaria concauitatis ita habentur intelligatur testudo conica non excedere lineam AE, eritque coni basis circulus A H E, latus autem coni erit linea FE, quare interuallô FE, ex centro X describatur circulus LMN, in quem transferantur arcus OP, PH arcûs primigenij: sintque illis æquales LM, MR cæterique. ducantur lineæ XL, XM, XR eruntque descripta exemplaria concauitatis pro conicâ testudine; quæ non excederet lineam A E, quam fundamentalem esse diximus, producantur lineæ XL, XM, cæteraque donec sint æquales lateribus inclinatis inuentis, nempe X L ita producatur vt XS æqualis sit lateri inclinato FS, & ita de cæteris, & habebuntur exemplaria concauitatis.

Exemplaria frontis describentur, si totus ambitus polygoni ABCDE in lineam rectam extendatur & in punctis in quibus vestigia commissurarū eum secant excites perpendiculares æquales iis quæ inuentæ sunt in secunda figura. verbi gratia in puncto C ambitûs in lineam rectam extensi, excites perpendicularem æqualem lineæ VS secundæ figuræ. in puncto T perpendicularem æqualem, lineæ TX, & in puncto D perpendicularem æqualem lineæ DI. Sic habebitur circulus interior. vt autem habeatur circulus exterior, qui necessarius est, supra eundem ambitum A B C D E in lineam rectam extensum, excitentur aliæ perpendiculares: in puncto B excitanda esset perpendicularis quæ sic habebitur, ex



Digitized by Google

puncto Y arcûs exterioris primigenij demittatur in diametrum AE perpendiculum YZ, tum ex puncto F, ducatur linea FZB, tum si in puncto B excitetur parallela lineæ YZ, & ex puncto F, per Y ducatur alia linea, hæc determinabit longitudinem illius perpendicularis, has lineas non duxi, ne figuram confunderem. vel certè recurrendum erit ad figuram secundam, habebis eâdem praxi lineas inclinatas, ductas à puncto F ad extremitates commissurarum in circulo exteriori. quæ erunt vsui ad exemplaria commissurarum.

Exemplaria igitur commissurarum multis modis haberi possunt: facillimum hic explico. ad quam notandum est, omnia latera coni. cuius basis est circulus exterior primigenius 2Y, & apex punctum F, æqualia esse lineæ F2 quare fiat ex linea XM, quæ æqualis est lineæ FE, ex linea E2 & linea F2, triangulum XM3, quod æquale est, & simile triangulo FE2. producaturque linea X3 donec X4 æqualis sit, lateri inclinato prius inuento, iungatur denique linea 45, erit triangulum KS4, saltem dimidia pars exemplaris commissuræ. vt habeas totum fiat angulus MX7 æqualis angulo EF6 primæ figuræ, sitque linea X7, æqualis lineæ F6, si iungatur linea 47, habebitur totum exemplar commissuræ, ita habebis reliqua. hæc linea X7 ducta non est.

Demonstratio pendet ex eo quod descripta intelligatur testudo conica, quæ non superet lineam AE, quæ produci intelligitur, donec absoluatur polygonum, producuntur autem omnia & singula eius latera, in prima figura. in secunda fiunt eiusdem primigeniæ testudinis exemplaria concauitatis, quæ producuntur pariter. idem dico de exemplaribus commissurarum ex quibus omnibus constat probam, & bonam esse dispositionem.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*De testudine conica, cuius ichnographia vndulata, aut figura cuiuscumque irregularis.*

Ex superiori praxi bene intellecta, omnem testudinem, cuius ichnographia cuiuscumque figuræ quantumlibet irregularis, siue vndulatæ siue alterius cuiuscumque efformabimus. nam primo describemus arcum primigenium ad libitum, supra diametrum assumptam, pariterque vt in superiori propositione demittenda perpendicula, ex commissuris tam circuli exterioris, quàm interioris, ducenda pariter vestigia horizontalia commissurarum. in quo vnum est notandum, quando accidit vt ichnographia curuilinea sit. Saltem tria esse ducenda vestigia horizontalia, in vnaquaque portione; vt deinde cum formandum erit exemplar concauitatis ratio habeatur curuitatis. Quærantur item latera inclinata, praxi propositâ in triangulo separato, seu commissuræ concauitatis, cum perpendicularibus iis respondentibus, quærantur & latera inclinata conuexitatis & si opus sit latera diagonalia, nempe diuidentia exemplaria commissurarum diagonaliter.

Inuentis perpendicularibus facile formantur exemplaria frontis, nam ambitus ichnographiæ, quamvis irregularis, in lineam rectam extendi debet, eôdemque modô diuidi, quô diuiditur à vestigiis horizontalibus commissurarum, & in singulis diuisionibus excitandæ perpendiculares æquales perpendicularibus iam inuentis.

Exemplaria concauitatis ita formentur. describantur exemplaria concauitatis pro testudine primigenia, & fundamentali, producanturque latera singulorum exemplarium, donec æqualia sint, lateribus inclinatis iam inuentis, & perfecta erunt exemplaria concauitatis, pro testudine proposita.

Exemplaria commissurarum pluribus modis formari possunt. nam possunt perfici exemplaria commissurarum pro testudine primigenia, tum produci latera inclinata, tàm concauitatis, quàm conuexitatis, hoc est lineæ commissurarum, inuentæ per triangula prius descriptâ, & perfecta erunt exemplaria commissurarum.

Atque ita quatuor operationibus totum negotium absoluo. nempe inuentione laterum inclinatorum, seu commissurarum concauitatis, & conuexitatis, & perpendicularibus respondentibus, quæ facile habentur, ex lateribus primigeniæ testudinis, productis, secundò formatione exemplarium concauitatis, producendo latera exemplarium concauitatis, testudinis primigeniæ. Tertiò formatione exemplarium frontis, quæ habentur si ambitum ichnographiæ extensum in lineam rectam eôdem modô diuidas, ac diuiditur, à vestigiis horizontalibus commissurarum, & in singulis, diuisionibus excites perpendiculares, æquales perpendicularibus inuentis; quartò formatione exemplarium commissurarum, quæ formatis exemplaribus commissurarum, pro testudine primigenia, productione laterum inclinatorum absoluuntur.

## PROPOSITIO VIII.

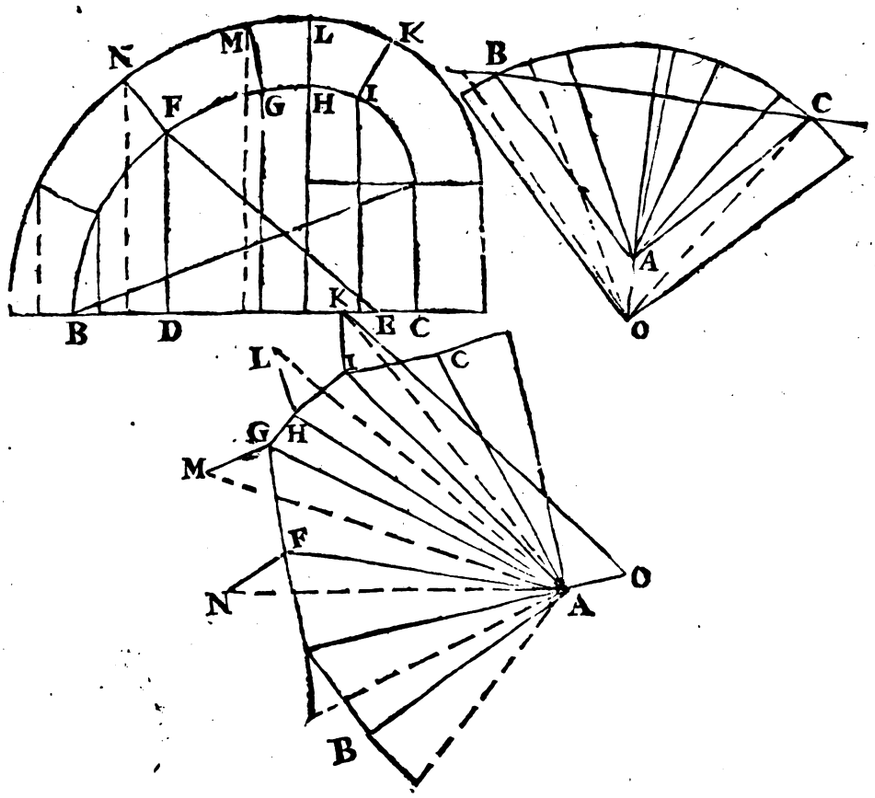
### Problema.

*Testudo conica pedum inæqualium, cuius ichnographia erit quantumlibet irregularis, & exemplaria frontis æqualia.*

Sit ichnographia testudinis propositæ planum ABC, ambitus BC extendatur in lineam rectam, quia nempe exemplaria frontis æqualia esse debent, supra lineam BC excitetur arcus duplex pedum inæqualium, à cuius commissuris, in diametrum BC cadant perpendicula; diuisionesque rectæ BC transferantur in curuam BC, eruntque in arcu descripto exemplaria frontis. Vt fiant exemplaria tam concauitatis, quam commissurarum; primò quæri debent latera inclinata, seu commissuræ concauitatis, vt si quæritur commissura concauitatis respondens puncto F, fiat linea DE, æqualis lineæ DA; eritque linea EF latus inclinatum respondens puncto F. ita habebis reliqua latera inclinata concauitatis. item si opus sit, eâdem praxi inuenientur latera inclinata conuexitatis, & insuper latera inclinata diuidentia commissurarum exemplaria diagonaliter, seu latera inclinata sumpta à puncto A, ad arcum exteriorem quibus inuentis.

Exemplaria concauitatis ita formabuntur, nempe fiat triangulum ex duobus lateribus inclinatis sibi vicinis, & subtensâ arcûs primigenij, inter vtrumque

Digitized by Google




vtrumque intercepta. verbi gratia ex duobus lateribus inclinatis respondentibus punctis G,& F. quæ sunt in figurâ separatâ lineæ A G, A F, & subtensa F G fiat triangulum, illud erit, exemplar concauitatis respondens subtensæ F G, ita habebis cætera exemplaria concauitatis.

Denique exemplaria commissurarum fient, si formetur triangulum, ex latere inclinato concauitatis, respondente puncto H, hoc est ex linea AH, ex commissura HL, & ex latere inclinato diuidente diagonaliter commissuram, seu linea AL, ita fiet in reliquis. vt autem perficiantur commissuræ; fiat triangulum ex latere inclinato diuidente diagonaliter commissuram, ex latere inclinato conuexitatis & ex linea A O, fiat tale triangulum A K O eritque trapezium I K O A exemplar commissuræ.

Quamuis hæc praxis satis facilis videatur, mallem tamen, vt ducta linea B C, super eam describeretur arcus primigenius more consuetô distribuendus quia, commissuræ propriùs accederent, ad commissuras arcûs primigeniæ fornicis, seu fundamentalis, quod de omnibus dictum velim, quarum exemplaria frontis fiunt æqualia.

## COROLLARIVM.

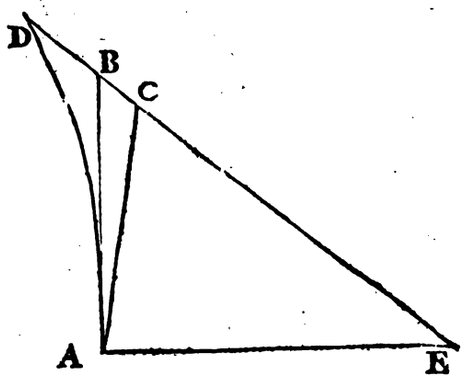
Eâdem praxi formari poterat, testudo conica simplex; aut elumbis, si nempe pro arcu pedum inæqualium, formaretur arcus simplex aut elumbis.

## PROPOSITIO IX.

### Problema.

*Testudo conica in pternam decrescens, aut in compluuium desinens.*

Fieri potest vt testudo conica, desinat in pternam, aut compluuium perstringat, vt si murus, aut turris debeat sensim decrescere, in tali casu, tantummodo decurtanda sunt latera inclinata, seu commissuræ concauitatis: vt in turri rotunda, si formetur arcus qui sit aptandus extimæ superficiei turris, quique complectatur exemplaria frontis, debebit inquam, hic arcus in conum efformari. vt iam diximus cum de arcu in turri decrescente diximus neque: in hoc negotio occurrit maior difficultas.




Pro lateribus inclinatis quæ decurranda sunt, quoties murus in superioribus partibus decrescit, vel augenda quoties testudo, in compluuium desinit, supponatur linea A B perpendicularis ad A E, sitque A C linea decrescentis muri, aut arcus A D, compluuium quod à testudine conica perstringitur; sitque E B latus inclinatum, suppositô muro perpendiculari, erit E C latus inclinatum, pro muro inclinato, & E D latus inclinatum desinens in compluuium. Aliæ praxes non mutantur.

PROPO

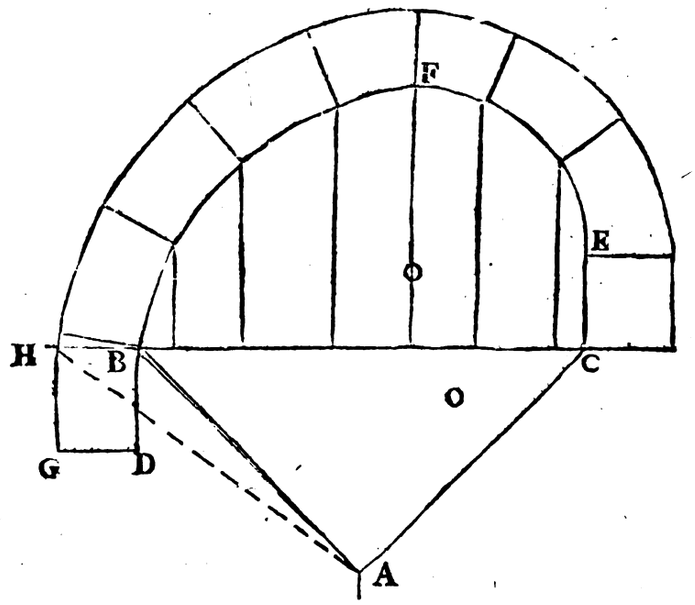
Digitized by Google

## PROPOSITIO X.

Problema.

*Testudo conica pedum inæqualium vtrinque.*

Testudo conica pedum inæqualium descripta propositione octauâ hoc habebat, vt pes longior inciperet in eodem plano horizontali, in quo erat apex coni, hæc verò ita composita est, vt pes breuior incipiat supra planum horizontale, per apicem coni transiens, pes verò longior infra tale planum incipiat, ichnographia tamen eius cogitatur in plano horizontali, per apicem coni tran-




seunte, sit ergo tale planum triangulum ABC, & communis sectio prædicti plan, & plani verticalis in quo cogitatur arcus primigenius, sit linea BC, & arcus incipiat in punctis D & E, eruntque duo centra assumpta, pro vt opus erit ad concinnam talis arcûs descriptionem, diuidatur arcus in suos lapides, & ex singulis commissuris, tã interioris arcûs quàm exterioris cadant perpendicula in lineam BC, in quo vnum sit notandum. quod si sint aliquæ commissuræ in arcu BD, scilicèt infra lineam BC, debeant pariter ab earum extremitatibus duci perpendiculares ad lineam BC. Nulla est difficultas in formandis exemplaribus omnibus, lapidum componentium partem BFE, cum praxis communis, & consueta adhibenda sit. sola restat difficultas pro parte BD eiusdem arcûs, nam commissura infima respondens lineæ GD horizontalis non est, sed inclinata ideoque vt habeatur, quærendum est latus inclinatum AD, & AG quod facile habebitur; si consideres angulum ABD in opere rectum esse, quare si separatim operemur facilè inueniemus latus AD. idem dico de latere AG, nam angulus AHG rectus est, cognitis autem lateribus AG, AD & lineâ GD, habebis facile commissuram triangularem inclinatam ADG.

Reliqua quæ ad compositionem huius testudinis pertinent, peculiarem difficultatem non habent, nec differunt ab iis, quæ in superioribus praxibus diximus.

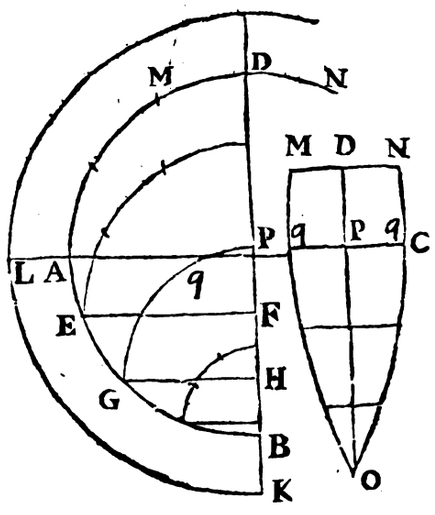
## PROPOSITIO XI.

Problema.

*Testudo semisphærica in loculum efformata niche.*

A conicis testudinibus, ad semisphæricas gradum facimus, quæ idem officium habent, quare primò simplicem, & quasi fundamentalem hic describo, quæ frontem habet planam; in arcum perfectum, & semicircularem conformatam. sit dimidium planum horizontale talis fornicis, seu loculi quadrans AB; intelligatur supra diametrum eius descriptus arcus perfectus in suas commissuras diuisus, diuidatur semicirculus plani horizontalis: nempe semicirculus, in quotcumque partes, ducanturque subtensæ EF, GH cæteræque, supra quas intelligantur quadrantes descripti, diuidendi, in similes diuisiones iis in quas diuisus quadrans primigenius A D C, quibus perfectis facile habebuntur omnia exemplaria. nam exemplaria frontis habentur in arcu primigenio AD, exemplaria commissurarum sunt æqualia coronæ ABKL.

Restant exemplaria concauitatis. ducatur separatim linea MN æqualis arcui MDN extenso, ducaturque linea DO, æqualis quadranti AB, quæ diuidatur in totidem partes in quot diuisus est quadrans AB, & per eas diuisiones ducantur parallelæ lineæ MN, æquales diuisionibus quadrantis sibi respondentis, tum fiat vtrinque linea curua coniungens extremitates parallelarum & desinens in punctum O.




Exemplaribus ita veteris; lapis excauabitur secundùm concauitatem circuli AEB, & illi sic excauato applicabitur exemplar concauitatis MON, tum ad plana commissurarum vtrinque angulo DAL, applicabisque singulis planis commissurarum exemplar ABKL perfectaque erit lapidis delineatio.

Vel incipe ab exemplari commissuræ, inducito igitur lapidi superficiem planam, cui applicabis

cabis exemplar commissuræ, exinde ad angulos rectos, superficiem frontis in luces, cui quadrare debebit exemplar frontis, denique ad angulos rectos superficiem alterius commissuræ explanabis.

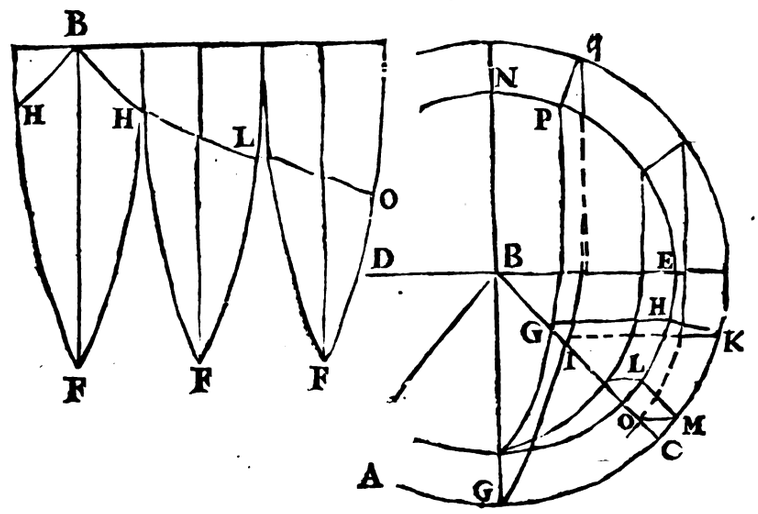
Demonstratio totius praxis, ex constructione totius operis facile patebit. volumus enim quadrantem sphæræ quem secamus per circulos maiores, conuenientes in puncto B, tanquam in polo; & circulus AD, vicem habet æquinoctialis: certum est autē ex Theodosio, quod omnia plana circulorū maximorum coëuntium in aliquo polo, recta sint ad planum circuli cuiuscunque talem polum habentis. certum est item omnes circulos ex eodem polo B decrisptos, quales sunt quadrantes descripti supra subtensas EF, GH similiter secari, à circulis commissurarum, coëuntibus scilicèt in puncto B.

## PROPOSITIO XII.

Problema.

*Testudo spharica in loculum efformata, in angulo.*

Sit planum horizontale subiectum testudini propositæ planum ABC, sitque angulus ABC rectus, per punctum B, ducatur GB perpendicularis ad DE, supra quam describatur arcus more consueto, ex cuius commissuris cadant per perpendicula in lineam BE. describantur item semiellypses, aut eorum quadrantes, quarum semidiameter minor definatur perpendiculis in lineam DE cadentibus, prædictæ ellypses sunt ve-




stigia horizontalia commissurarum, ostendimus enim in tractatu de astrolabiis, si sumatur planum circuli maximi, pro plano astrolabij, demittanturque à circumferentia alterius circuli maximi inclinati perpendiculares, formatum iri ellypsim.

Id autem accidit in hôc casu; quare demittantur ex commissuris concauitatis circularibus, perpendiculares illæ in vestigia horizontalia ellyptica incident.

Ex punctis in quibus hæc vestigia ellyptica secant lineas AB, BC vt in punctis G, I ducantur lineæ GH, IK; GH quidem vsque ad circulum interiorem; & IK, vsque ad circulum exteriorem quia prouenit ex commissura exteriori.

Exemplaria concauitatis fiant sicut in propositione præcedenti, à quibus resecabis arcus FH, FL, FO æquales sibi correspondentibus in prima figura, eritque FH, BH exemplar clauis; HFL, exemplar secundæ concauitatis; & ita de reliquis.

Exemplar primæ commissuræ, seu horizontalis erit FOCG, secundæ FLMG, & tertiæ FHKG.

Demonstratio intelligatur ex puncto F, procedere circulus sphæræ maximus, & consequenter æqualis circulo FLE, qui respondeat perpendiculariter, ellypsi FG, quæ est ipsius vestigium horizontale. intelligatur item planum verticale supra lineam GH excitatum illud, planum cum sit parallelum plano circuli maximi excitandi supra lineam DE, abscindet arcus æquales, eritque arcus in quo secabitur æqualis arcui FH, hoc est si in puncto G excitetur linea verticalis, hæc in commissura ipsi impendente, abscindet arcum æqualem, arcui GH, ita ostendam in reliquis benè abscissos esse in quadrante FE arcus æquales, iis qui abscindi debent ex singulis commissuris. neque opus erit vllis exemplaribus frontis.

Vsus autem talis erit, excauabitur lapis secundum concauitatem circuli DNE eique aptabitur exemplar FHBH, tum secundum angulum NPQ induces superficiem commissuræ, applicabisque vtrinque exemplar FHKG & perfecta erit clauis seu Tholus ita perficies reliquos lapides.

## PROPOSITIO XIII.

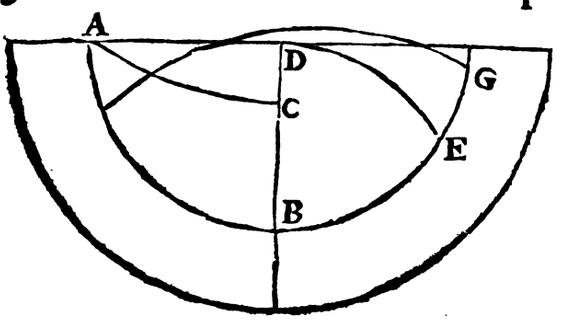
Problema.

*Testudo spharica in loculum efformata. In turri concaua, conuexa, aut supra quodcumque horizontale planum.*

Ex propositione præcedenti multas alias sphæricas testudines perficiemus, quarum plana horizontalia, erunt aut rotunda conuexa, aut concaua, vt si in turri



Digitized by Google



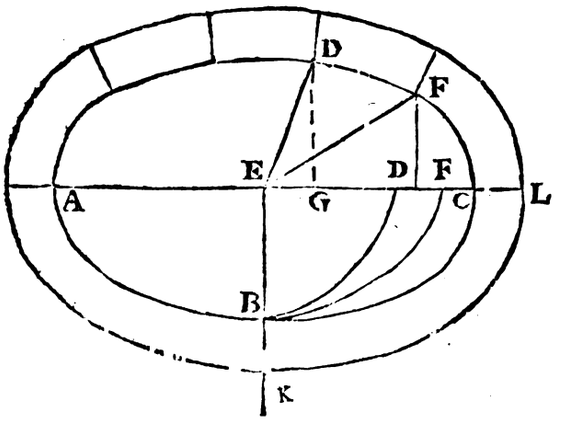

concaua fieret testudo cuius ichnographia esset figura ACB duplicata, aut pro turri conuexa figura DEB, aut FGB, aut quæcumque alia facile per praxin superioris propositionis omnia perficeremus. nam ductis sicut priùs, Ellypsibus, seu vestigiis horizontalibus commissurarum, resecabimus tàm ab exemplaribus concauitatis, quàm ab exemplaribus commissurarum id quod requiritur.

## PROPOSITIO XIV.

Problema.

*Testudo in Loculum efformata, cuius arcus primigenius est elumbis.*

Sit figura ABC, siue Ellyptica siue circularis,




planum horizontale substratum testudini, cuius arcus primigenius sit elumbis, sitque arcus ADC diuisus in suas commissuras à quibus cadant perpendicula in diametrum EC.

Primò habentur exemplaria frontis in arcu primigenio.

Exemplaria commissurarum ita formabuntur transferantur lineæ ED, EF in lineam EC, fiantque Ellypses BD, BF, eruntque BDC, BFC, BCL exemplaria commissurarum, quarum si desideres vestigia horizontalia fiant aliæ Ellypses quarum BE, vna diameter, EG, EH altera.

Poteris autem sine Exemplaribus concauitatis totum opus absoluere. nam si inducas lapidi vnam superficiem, cui adaptes exemplar commissuræ, huius plano ad angulos rectos superficiem frontis explanes; cui pariter exemplar frontis adaptes, tum ad angulos etiam rectos aliam superficiem inducas, cui pariter exemplar commissuræ applices, perfectum erit totum opus.

Vnum moneo vt sit facilior operatio, commissuras arcûs primigenij, quamuis elumbis ducendas potiùs ad punctum E, quam ad propria centra, quæ plurima sunt communiter in arcu Elumbi.

Demonstratio. Axis BE, perpendicularis est ad planum ADC; ideoque angulus BED in opere rectus est, vnde benè lineam curuam descripsimus, cuius semidiametri sint EB, ED pro commissura concauitatis. ita ostendam reliquas commissuras bene haberi. voluimus autem commissuras arcûs primigenij duci ad punctum E, vt nempe tota commissura sit in eôdem planô.

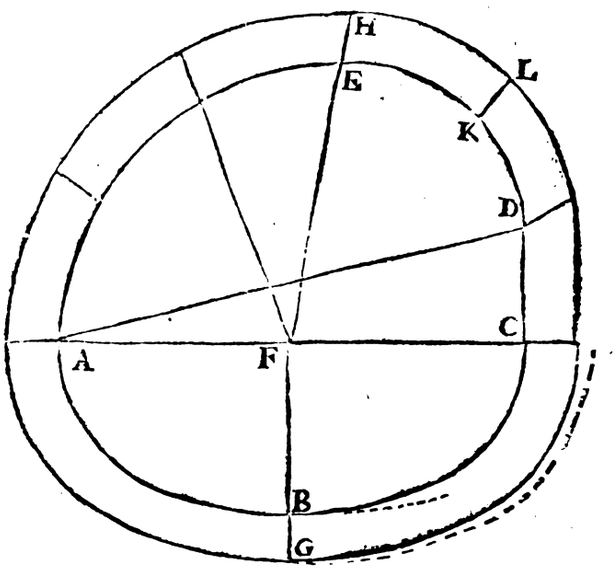
Si planum horizontale testudinis deficeret ab Ellypsi ABC, ducenda essent vestigia horizontalia commissurarum concauitatis, per ellypses quarum semidiametri essent EG, EH, vt ex ipsis commissuris concauitatis per lineas parallelas resecetur id quod necessarium est, vt docuimus propos. 11.

## PROPOSITIO XV.

Problema.

*Testudo in loculum efformata cuius arcus primigenius, pedes habet inæquales.*

Sit planum horizontale testudinis memora-




tæ, Ellypsis ABC, sitque arcus pedum inæqualium AED, diuisus in suas commissuras, quas volo potiùs duci ad commune centrum F, quàm ad peculiaria centra.

Exemplaria frontis habentur in arcu primigenio. Exemplaria commissurarum ita habebuntur, linea FE, transferatur in diametrum, fiatque Ellypsis, cuius duæ diametri sint BF, FE hæc Ellypsis erit exemplar commissuræ concauitatis respondens commissuræ EH; ita translatis reliquis semidiametris concurrentibus in puncto F, in lineam FE, cætera exemplaria describes cum quibus vnà cum exemplaribus frontis singulos formabis lapides.

Notandum autem est, tàm in hoc quam in superiori exemplo, cum superficies commissurarum recta sit ad planum arcûs primigenij, eò quod axis BF, sit ad illud planum, AEC rectus, & consequenter

Digitized by Google

consequenter (*per* 18. 11,) omnia plana per eum ducta, ad idem planum recta sint, arcus primigenius erit arcus rectus, & anguli HEK, LKE erunt anguli planorum concauitatis, & commissurarum.

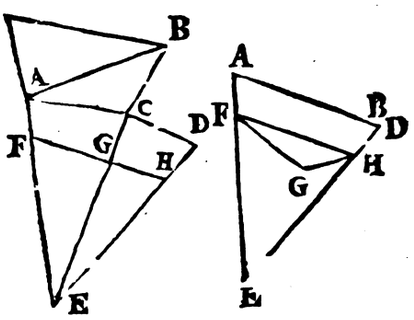
## PROPOSITIO XVI.

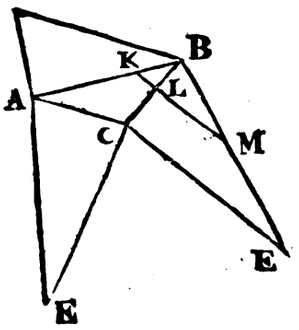
### Problema.

*De Arcubus rectis, & angulis inclinationum in testudinibus conicis.*

Quamvis propositione 4. libri primi huius, dederimus aliquas praxes, ad cognoscendos angulos inclinationis duorum exemplariorum, quotiescumque dantur tria exemplaria plana, eundem angulum solidum componentia, quia tamen occurrerunt aliæ praxes faciliores; præcipuè quoties exemplaria triangularia sunt, aut resolui possunt in triangularia ideo illarum aliquam hic attexere non pigebit.

Sint ergo tria exemplaria ABC, EAC, ECD, quærendus sit angulus planorum AEC, CDE. ad communem sectionem EC ducatur perpendicularis FGH, tum ex tribus lineis AE, AB, ED, fiat triangulum AEB, transferantur in lineas AE, EB, seu ED puncta F, H, ductâque lineâ FH, fiat trian




gulum ex tribus lineis datis FH, FG, HG, dico angulum FGH esse angulum inclinationis planorum ACE, CDE.

Demonstratio intelligantur plana ABC, CDE, ita circumvolui circa lineas AC, CE, immotas, vt puncta B & D concurrant & lineæ CB, CD in vnam lineam coalescant (quod necessarium est vt formetur soliditas lapidis; in tali casu formabitur triangulum ex lineis AB, AE, ED, & lineæ FG, HG perpendiculares ad CE, communem sectionem planorum ACE, CDE comprehendent angulum planorum. in tali situ, si ducatur linea FH, forambitur triangulum, cuius cum sciantur singula latera FH, FG, GH, habebitur angulus FGH.

Si quæreretur. angulus inclinationis planorum ACB, AEC, ducenda esset perpendicularis ad AC communem sectionem vtriusque plani. Denique si quærendus esset angulus inclinationis planorum ABC, BCE, aliter coniungendâ essent exemplaria, nempe secundum lineam CB, & perpendicularis ducenda esset linea KLM. potest tamen esse difficultas pro claui, testudinis conicæ, quæ nempe angulum concauum continet, qui vt habeatur habenda sunt exemplaria concauitatis lateralia, & fingendum est aliud, vtrique subtratum, vt nempe habeatur angulus inclinationis planorum. Hæc methodus vniuersalis est, viamque aperit metiendis ferè omnibus angulis inclinationis.



Digitized by Google

# SECTIONIS LAPIDVM LIBER QVARTVS

## De Fornicibus principalibus.

*HAS fornices principales vocamus, quòd in ædificiis præcipuum locum sibi vendicent, aliasque vt sibi adiunctas respiciant, portarum, & viarum vt plurimum vices obeuntes, quibus ad has aditus fiat. solent autem artifices per resectionem* esquarrissement *in his fornicibus componendis vt plurimum procedere, siue quia multitudo exemplarium, tædij plena esset, dispendiumque temporis afferret, siue quia difficilior esset, in iis præcipue testudinibus, & intricatior operatio, quæ exemplaribus niteretur, vnde communiter à suis discipulis, vt lauream huius artis adipiscantur, methodô resectionis contenti sunt. Nos verò semper quantùm fieri poterit vtramque methodum indicabimus, vt qui parcitatis fuerit studiosus, lapidumque dispendium, quod magnum est, in exemplarium neglectu vitare voluerit, quam libuerit seligat. Praxes tamen huius libri intelliguntur tantum, dum ex sectili, seu quadrario lapide testudines fiunt, si enim ex quocumque, lapide, & quasi tumultuario formentur, neutra methodus adhibetur; solisque subsidiariis & succubis arcubus opus erit.*

### PROPOSITIO I.

Problema.

*Cylindricè decussata Testudo*, Voute d'areste.

Antequam testudinis cuiuscumque componendæ methodum tradam, æquum visum est, vt illius structuram verbis explanarem, vt omnes intelligant, opus quod perficiendum proponitur, vt ergo ab hàc testudine initium ducamus.

Cogitentur duo cylindri; eiusdem altitudinis se mutuò peruadere, omninò in medio exurget ea testudo, quam hic describimus. Hi si fuerint æquales, & ad angulos rectos se secuerint, fiet quadrata testudo, si vero inæquales fuerint, seruatâ tamen rectitudine angulorum; fit altera parte longior. dicitur communiter hæc fornicis species striata, (*à areste*) quod cylindrorum communes sectiones promineant in angulum, decussatosque arcus componant. Qui benè superiùs intellexerit methodum formandi arcûs cylindrici, in compluvium incurrentis, facilè seipsô hanc testudinem delineandi, methodum inueniet. Sit ergo figura ABCD alterâ parte longior planum horizontale, toti testudini substratum, cui crassitudo murorum adiiciatur. vnum moneo duplici modô intelligi posse testudinem, vel ita vt murorum crassitiem peruadat, & consequenter ij aperti sint, in arcus cylindricos; vel ita vt fornix muris adhæreat, eosque non peruadat, in quo casu saltem lapides angulorum muris insistere debent, facillimum autem erit, data methodô formandæ testudinis, muros peruadentis, ab exemplaribus id resecare, quod necessarium erit, vt muros tantum attingant.

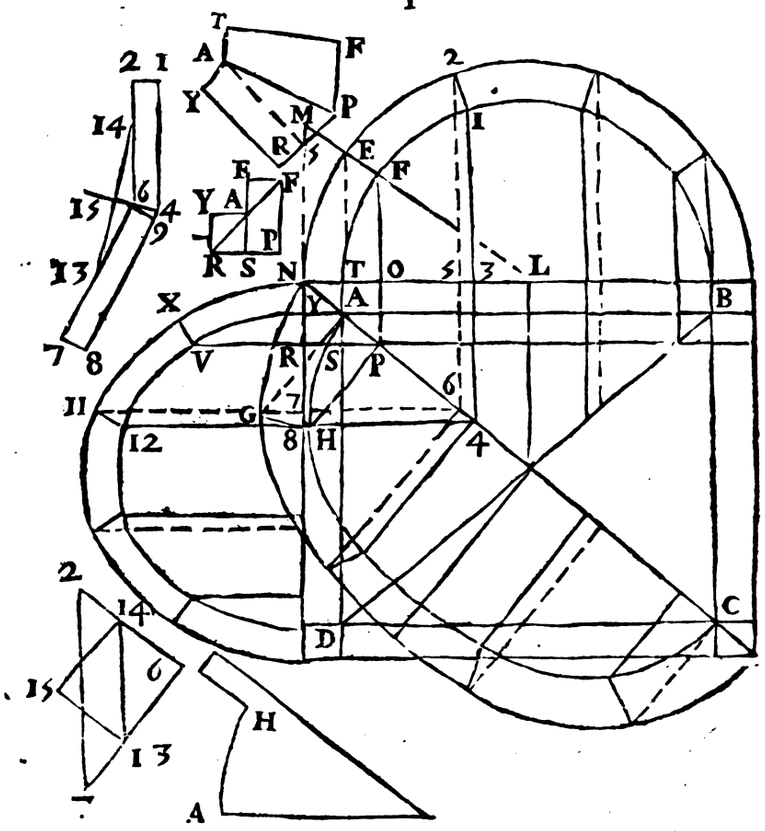
Sit ergo interior murorum capacitas rectangulum ABCD, cui adiiciatur murorum crassities, ducantur diagonales AC, BD. & supra lineam AB, aut exteriorem illi correspondentem, describatur more consuetô, semicirculus, tùm interior, tùm exterior in suas commissuras diuisus, à quibus cadant perpendicula continuanda vsque ad diagonales, & à punctis concursûs perpendiculorum cum diagonalibus, ad latera vicina ducantur perpendiculares, denique in singulis laterum & diagonalium diuisionibus excitentur perpendiculares, æquales perpendicularibus arcûs primigenij; exurgentque tres arcus æqualis altitudinis, formantes totam testitudinem, quibus peractis facile describes omnia exemplaria.

Exemplaria frontis habentur in arcu primigenio, & quia singuli lapides duplicem vt plurimum frontem habent, vnum in singulis arcubus. veteris duplici exemplari frontis. immò si lapides aliqui non pertingerent ab arcu supra lineam AB descripto, ad arcum supra AD, sed attingerent tantùm diagonalem AC, eius aliud exemplar frontis inueniretur in arcu supra diagonalem AC descripto.

Notandum autem est commissuras EF, GH esse in eodem plano, quod ita ostendo. commissura GH tendit ad punctum K, & commissura EF, ad centrum L, excitetur perpendicularis NM. dico si verticaliter eleuetur arcus AHC, fore vt linea GH producta attingat punctum M. atque adeò fiat triangulum MLK. quod est lineas GH, EF esse in eodem plano. nam (*per 4. 6. Eucl.*) est vt LO, ad LN, ita OF, ad NM, sed vt LO, ad LN ita KP ad KN; & vt KP, ad KN, ita PH, (quæ facta est æqualis lineæ OF) ad eam lineam, quæ determinatur à lineâ KHG productâ, igitur ea linea æqualis est lineæ NM, igitur ab ea attingitur punctum M.

Exempla

Digitized by Google




Exemplaria commiſſuratum ita fient, exemplar primæ commiſſuræ ſeu commiſſuræ, horizontalis, eſt rectangulum NA.

Exemplar ſecundæ commiſſuræ ita componetur, repetatur ſeparatim linea EF, fiatque ad eam perpendicularis FP æqualis lineæ OP, primæ figuræ; item linea EA, æqualis lineæ AT primæ figuræ; Tùm ducatur linea PA. quæ cùm repræſentet lineam inclinatam commiſſuræ, maior erit quàm linea AP primæ figuræ. fiat itẽ triangulum rectangulum PAS ex hac linea AP, ex linea AS quæ ſit æqualis lineæ XV, ſecundi arcûs, & ex linea SP, quæ eſt exceſſus lineæ RP. ſupra lineam YA primæ figuræ; denique perficiatur figura hoc eſt, fiant lineæ YA, RP, æquales ſibi correſpondentibus in primâ figurâ

Eôdem modô fiat exemplar tertiæ commiſſuræ 1, 2. repetatur enim linea 12, cui ad angulos rectos ducantur lineæ 1, 4; 2, 6; æquales lineis 56. 34 primæ figuræ; tùm ſupra lineam 64. fiat triangulum 649. cuius latus 69 æquale ſit commiſſuræ 11. 12. & latus 94 æquale lineæ 94. denique perficiatur figura hoc eſt fiant lineæ 84, 76 æquales ſibi correſpondentibus in prima figura.

Exemplaria concauitatis ſimili methodô fient. fiat TF, æqualis ſibi correſpondenti in primâ figura, ſintque perpendiculares T A, FP æquales ſibi correſpondentibus TA, OP, tum ſupra lineam AP fiat triangulum rectangulum APS, ex linea AS, æquali ſubtenſæ VY, & linea S P. eôdem modô fient reliqua exemplaria.

Notandum autem tota exemplaria ſiue commiſſuratum, ſiue concauitatis, non in eôdem eſſe planô. atque adeò comprehendere angulum, qui ſi deſideretur facilè habebitur, verbi gratiâ quæratur angulus inclinationis duorum planorum 7, 4; 4, 2; exemplaris tertiæ commiſſuræ; producatur linea 4, 6. quæ eſt communis ſectio vtriuſque plani, ad quam cadat perpendicularis 13, 14 tum ſeparatim fiat triangulum, ex lineis 76, 62, ſecundæ figuræ, & ex diagonali 5, 7; ſumptâ in prima figura, cui æqualis fiat 72. in lateribus 76, 62 ſumatur puncta 13, 14 fiatque aliud triangulum ex lineis 13, 14; tertiæ figuræ, & ex 13, 15; 15, 14; ſecundæ figuræ eritque angulus 13, 15, 14. ille qui quæritur. nempe angulus inclinationis planorum 74, 42 exemplaris tertiæ commiſſuræ.

Eâdem praxi inuenies angulum inclinationis planorum YP, PT componentium exemplar concauitatis. nam cùm quilibet lapis, duplicem concauitatem habeat, vtriuſque nempe arcûs cylindrici, debent exemplaria vtriuſque concauitatis in angulum concurrere.

Hoc ſchema ad opus facile reuocare poteris hôc modô. primo lapidi ſuperficiem rectanguli YT dabis, ſupra lineas NT, YN induces alias duas ſuperficies normaliter, quibus applicabis exemplaria frontis NF, NV excauabiſque lapidem, ſequendo normaliter, arcus NF, NV, concurſus earum concauitatum, erit arcus A H. habendus eſt ſeparatim arcus AH, qui ſi applicetur huic concurſui concauitatum, habebitur linea commiſſuræ diagonalis; debet autem, cum ſingulis commiſſuris aliorum arcuum explanari in ſuperficiem planam.

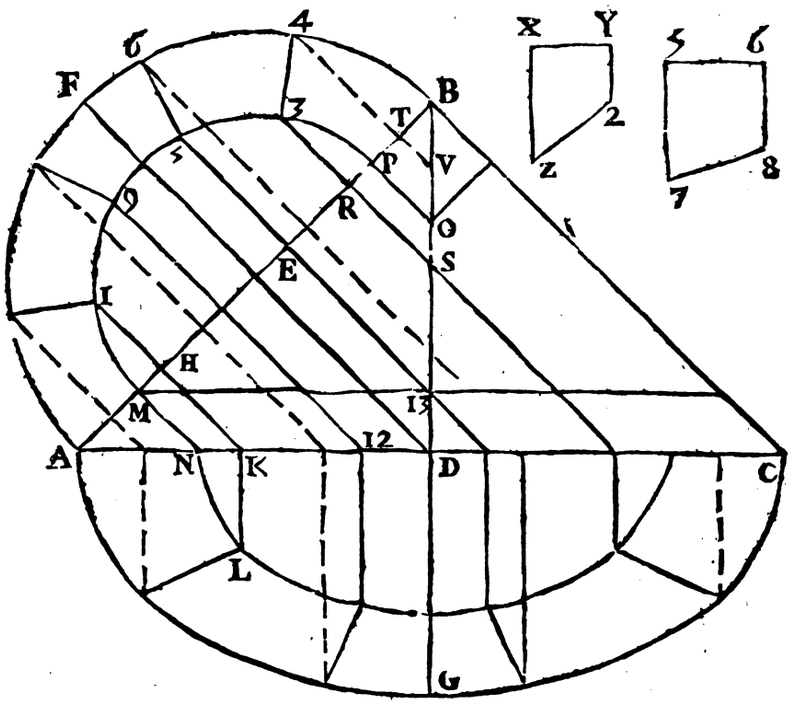
Secundus lapis, quem in his exemplis vocant communiter ſecundam bifurcationem, *ſecond enfourchement*, eò quòd & lapides & exemplaria tàm concauitatis, quàm commiſſuratum in bifurcam diuidantur. Secundus igitur lapis ita formabitur, inducatur lapidi ſuperficies cui applicetur exemplar frontis F 2, excaueturque lapis ad angulos rectos, ſecundùm concauitatem FI. huic concauitati applicetur ſemiexemplar concauitatis vel potiùs inducatur locô concauitatis ſuperficies plana ſecundum lineam FI, appliceturque tunc ſemiexemplar concauitatis, quod planum fecimus, & non concauum. habebiturque linea concurſûs duarum concauitatum



Digitized by Google

cui ex alia parte induces aliam superficiem concauitatis secundum angulum inuentum, nempe inclinationis duorum planorum, componentium totum exemplar concauitatis. huis tertiæ superficiei. addes normaliter quartam superficiem cui applicabis exemplar X12. tum superficies concauitatis, quæ planæ factæ sunt excauabis, secundùm proprios arcus, & communi concursui concauitatum, applicabis sicut priùs exemplar arcûs diagonalis, saltem arcûs interioris, vt habeas duas lineas commissuratum, quæ cum singulis commissuris aliorum arcuum, planum efficiunt. vnde plana commissuræ inferioris huius lapidis & sequentium angulum concauum comprehendunt, superioris conuexum.

Quoties in huiusmodi fornicibus ex continuo lapide fieri non possunt; singuli lapides ex pluribus




more consueto diuisus, & ex singulis commissuratum punctis demittantur perpendiculares in lineam AB, quæ continuentur vsque ad lineas BD. AD; ita tamen vt si fieri potest linea FE producta, cadat in punctum D medium lineæ AC. & tunc arcus AFB erit rectus. quod si hoc non accideret ducenda esset linea ED, quamuis non perpendicularis, cui aliæ fierent parallelæ, habebuntur totidem diuisiones in linea AC, quot sunt in linea AB, supra quas excitentur perpendiculares æquales, perpendicularibus sibi correspondentibus in arcu AFB: per quas describetur duplex arcus elumbis. poterit supra lineam BC intelligi arcus omninò similis & æqualis arcui AFB. habentur ergo exemplaria frontis in arcu AFB, & frontis aduersæ exemplaria in arcu AGC.

Exemplar commissuræ AM erit triangulum AMN, vt patet; commissuræ vtriusque PB exemplar erit quadratum BO. exemplar commissuræ 34 ita fiet. sit linea XY æqualis lineæ 34, ducanturque duæ perpendiculares Y2, X2, æquales lineis TV, RS. erit trapezium X2 exemplar commissuræ 34. eôdem modô fiet exemplar commissuræ 56 assumptis eius perpendicularibus, à linea AB, ad lineam BD, pro reliquis commissuris perpendiculares assumentur à linea AE, ad lineam AD. si desideretur exemplar ex alia parte, cuius planum ad præcedens inclinatum sit, vtere praxi superiori.

Non dissimili ratione fient exemplaria concauitatis, quæ ex vna parte rectangula sunt, habentque duo latera æqualia suis perpendicularibus, vt concauitatis 3P exemplar erit trapezium 58; cuius latus 57, æquale est perpendiculari RS, latus 68 æquale est perpendiculari TV. restat exemplar concauitatis 59 quod in figura factum est, estque figura 11, 12, E 14, 5.

Demonstratio clara est quia perpendiculares intelliguntur in plano horizontali subiecto, respondentque singulæ totidem horizontalibus lineis, in arcu dictis, quæ sunt commissuræ.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*De duobus arcubus in vnum coalescentibus.*

Sint supra lineas AB, BC describendi duo arcus in vnum coalescentes, supra lineam AC describendum. supra lineam AB describatur arcus simplex

## PROPOSITIO III.

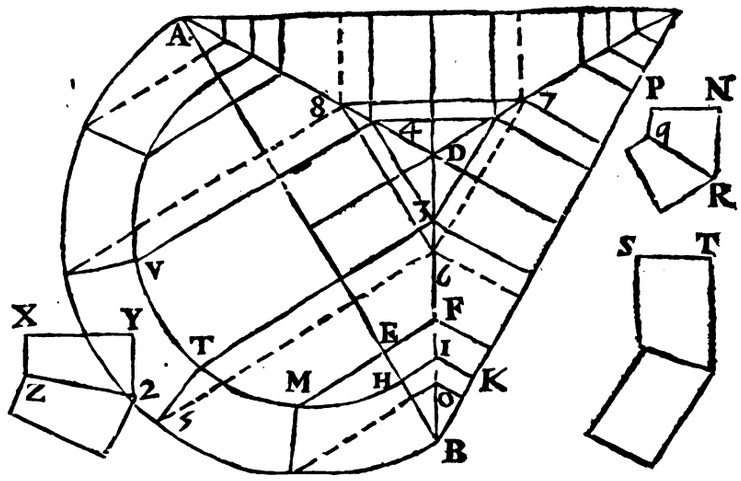
### Problema.

*De triplici arcu, supra triangulum æquilaterum descripto.*

Sit datum triangulum ABC, supra quod describendus sit triplex arcus.

Diuidan

Digitized by Google




Diuidantur ſingula latera bifariàm, & ad angulum oppoſitum ex ſingulis diuiſionibus ducantur lineæ, quæ ſe in centro D interſecabunt; vt ex 4 Euclidis conſtat. ſupra vnum eius latus AB deſcribatur more conſuetô, arcus duplex, & ex ſingulis diuiſionibus, ducantur perpendiculares ad lineam AB; quæ vlteriùs producantur vſque ad lineas AD, DB, & ex ſingulis interſectionibus ducantur ad lineas AC, BC lineæ perpendiculares, denique transferantur eædem diuiſiones in alteram partem linearum AC, BC. dico primò in arcu deſcripto haberi exemplaria frontis, non tantum ſuperficiei AB, ſed etiam aliorum laterum AC, CB.

Secundò exemplar commiſſuræ HB erit trapezium BHIK.

Exemplar commiſſuræ M, erit rectangulum in E, & O, habebitque latus æquale commiſſuræ, M quare ſi linea PN æqualis ſit commiſſuræ M, item linea NR æqualis lineæ EF, & Pq lineæ OO, habebitur trapezium PR pro exemplari commiſſuræ LM, quod trapezium ſi repetatur ex alia parte, perficietur totum exemplar, vſque ad ſuperficiem oppoſitam. Idem dicito de commiſſura 5T, aſſumptis pro aliis lateribus perpendicularibus correſpondentibus.

Exemplar concauitatis MH ita deſcribatur, ſit linea XY æqualis lineæ MH, item Y2 æqualis lineæ EF, & X2 æqualis lineæ HI, erit trapezium X2, exemplar concauitatis MH, quod repetitum exhibet totum exemplar, vſque ad lineam BC, exemplar concauitatis VT habetur deſcriptum in ipſa figura.

Tota demonſtratio ſatis intelligetur, ſi concipiatur circulus A5B erigi verticaliter; item concipiatur planum verticale erectum ſupra lineam BD, & alias, nam ſingulæ lineæ, ductæ ex diuiſionibus commiſſuratum vſque ad planum verticale, æquales ſunt lineis, in plano trianguli ABC ductis; quare benè, latera exemplarium fecimus illis æqualia.

Si quis vellet in medio Tholum ſeu vmbilicum, formet in medio triangulum 345, illud enim erit exemplar concauitatis, ſupra quod erigentur in lineis 34, 45, 53 tria exemplaria æqualia & ſimilia exemplari frontis TV, exemplar conuexitatis erit triangulum 678.

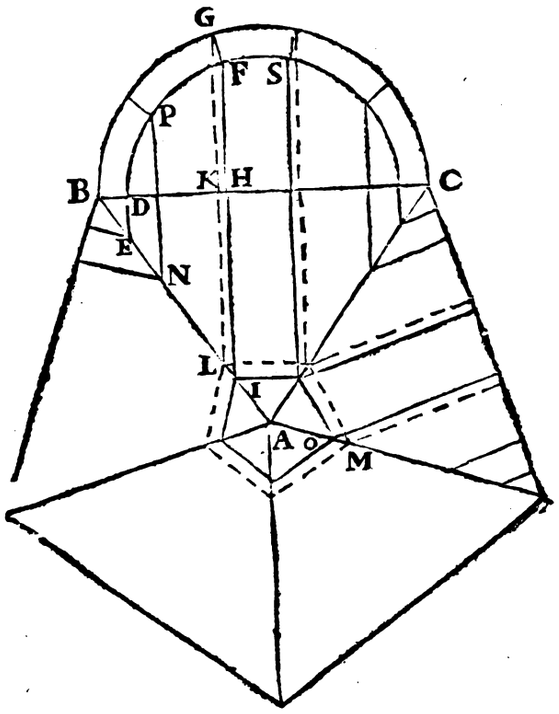
Notandum autem eſt exemplaria concauitatis & commiſſurarum coaleſcere ex duobus planis, & angulum inclinationis haberi ſicut priùs,

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Arcus æquales in polygonô æquilatero.*

Sit polygonum quodcumque verbi gratiâ pentagonum, ſupra cuius latera excitandi ſint quinque arcus æquales, continuandi intra polygonum, do-




nec concurrant. ducantur ex centro A ad ſingulos angulos lineæ, item ſupra vnum latus, BC, excitetur arcus more conſuetô diuidendus, à cuius commiſſuris cadant perpendiculares in diametrum BC, vlterius producendæ, vſque ad diagonales AB, AC. denique diuiſiones diagonalium AB, AC, transferantur in alias, & ab iis in latera polygoni cadant perpendiculares. habebuntur facile omnia exemplaria, verbi gratia exemplar commiſſuræ BD erit trapezium BE; ad formandam exemplar commiſſuræ FG, vtendum eſt perpendicularibus HI, KL, & ita de cæteris. idem dicito de exemplaribus concauitatis. optimum tamen fuerit circa diagonales, vt ex vno continuo lapide efformentur

Digitized by Google

mentur anguli vt primus lapis BP, poterit inferiori parte habere pro basi trapezium BE, superior pars pertinget vsque ad trapezium BN, quod facile concipietur; si intelligatur planum BGC excitari verticaliter supra planum horizontale ABC. intelligatur item aliud simile planum excitatum verticaliter supra lineam BR. nam illa duo plana comprehendent angulum poligoni scilicet angulum RBC.

Optimum etiam erit, vt Tholus seu vmbilicus, ex vnico lapide fiat, cuius basis inferior erit pentagonum IO, basis vero superior erit pentagonum LM, & in tali casu, exemplar concauitatis supremæ Fs, in singulis arcubus erit omnino rectangulum.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Testudo decussata elumbis.*

Intellectâ praxi propositionis primæ huius, difficile non erit testudinem decussatam elumbem aut etiam exaltatam vt vocant delineare, cuius planum quadratum sit, aut certe rectangulum alterâ parte longius. nam supra vnum plani horizontalis planum describes arcum elumbem, praxi quam proposuimus libro primo, vel arcum elatum, si talem desideras, cæteri arcus qui supra alia latera aut supra diagonales describentur, eâdem praxi perficientur. translatis nempe perpendiculis arcûs primigenij, cætera eôdem modô fient, nisi quod pro exemplaribus frontis, vtendum est partibus arcûs elumbis, aut elati, locô arcûs semicircularis.

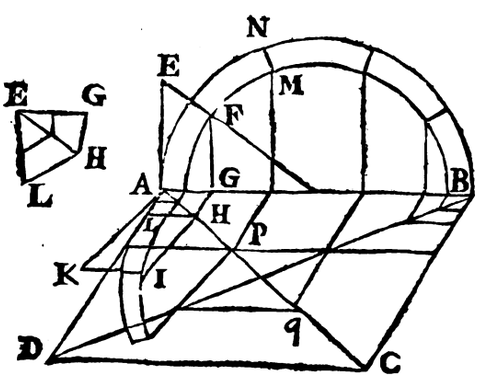
Quod autem dixi de testudine decussatâ, quadrangulari, intelligendum etiam est de quâlibet polygona.

## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*Testudo decussata obliqua.*

Sit describenda testudo decussata supra plunum




horizontale A B C D, quod parallelogrammum quidem est, sed obliquangulum, supra lineam AB describatur arcus quicumque more consuetô, à cuius commissuris cadant perpendicula, in diametrum AB, ex punctis intersectionum producantur lineæ parallelæ lateribus AD, BC, vsque ad diagonales, & exinde aliæ lineæ ducantur, parallelæ lateribus AD, BC, tùm translatis perpendicularibus arcûs primigenij, fient alij arcus, tàm supra diagonales, quàm supra alia latera.

Exemplaria frontis habentur in arcubus laterum.

Exemplaria commissurarum ita formantur. Ad diametrum AB excitetur perpendicularis AE, item ad diagonalem AC ducatur perpendicularis AK, quibus perpendicularibus occurrant commissuræ EF, IK, ostendam sicut priùs lineas AE, AK, non solum æquales esse, sed in opere in vnam lineam coalescere; ita vt puncta K & E vnicum sint punctum, fit ergo in opere triangulum ex linei EF, KI, & linea quæ est æqualis lineæ GH, tale separatim triangulum fiat EGH à quo si resecueris portiones linearum EF, KI extra arcus positas, habebitur media pars, illius exemplaris, alia pars eiusdem exemplaris ex arcu supra lineam AD describendo desumenda esset, quem arcum non expressi. ad quærendum angulum inclinationis duorum planorum istius exemplaris recurrendum est ad praxin datam, nam puncta G, L in opere distant secundum lineam diagonalem G L primæ figuræ.

Exemplar primæ commissuræ erit parallelogrammum paruum prope A positum.

Exemplar tertiæ commissuræ pariter fiet si nempe linea MN producatur donec concurrat cum linea AE pariter productâ. producatur item linea commissuræ arcus diagonalis; donec concurrat cum linea AK, & pariter fiet aliud triangulum.

Exemplaria concauitatis non difficilius fient formatis pariter triangulis, nam subtensa verbi gratia F producta concurrit cum linea AE, infra punctum A in puncto in quo pariter concurrerent subtensæ arcûs diagonalis, & arcûs supra latus AD describendi. idem dicendum de subtensa MF. Exemplar concauitatis clauis, seu tholi habetur in plano horizontali. cætera non differunt à praxi propositionis primæ.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Testudo decussata cuius in medio Tholus planus est.*

Huius testudinis descriptio peculiarem non habet difficultatem. si enim Tholus non excauetur, sed planus relinquatur, cæteris in eodem statu perseuerantibus; absolutum erit opus immò. tholus planus poterit quantumlibet magnus fieri, vt si in præcedenti exemplo tholus in medio exæquet parallelogrammum Pq, ita vt perficiatur quidem tota fornix & excauentur cæteri lapides: Tholus autem in medio non excauetur, neque in eo video vllam difficultatem, nam in tali casu, inuenies in arcubus descriptis, angulos inclinationis planorum componentium Tholum.

PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO VIII.

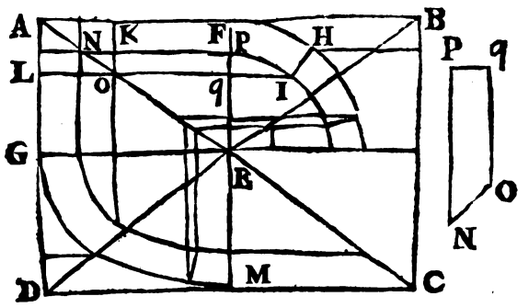
Problema.

*Testudo Parallelogramma in arcum Clausſralem efformata.* Arc de Cloiſtre,

Antequam practicam huius Testudinis descriptionem aggrediar intelligenda nobis est, & mente concipienda eius aliqua idea.

Testudo clausſtralis ( vt vocant ) *à Arc de Cloiſtre* , ex cylindricis portionibus coalescentibus componitur , diuersò tamen modò , ac testudo decussata , quod illa à semicirculis incipiat, hæc verò à lineâ recta. quod vt melius intelligatur , finge animò quadratam figuram , à cuius lateribus assurgant in arcum portiones cylindrorum,concursus harum portionum concaui erunt, & in arcum , vt plurimùm elumbem degenerabunt , quare triplex videtur exurgere differentia testudinum clausſtralium,à decussatis priùs descriptis. Prima quod prior testudo formet contra muros arcus aliquos , hoc est communis sectio illius & murorum sit arcuata . communis autem sectio istius,& eorumdem murorum, sit linea recta horizonti parallela. Secunda quod prior habeat arcus ab eodem puncto enascentes, hæc verò arcus habeat à diuersis lineis incipientes , & tantum in Tholo conuenientes Tertia denique quod communis sectio arcuum componentium priorem sint conuexi , in hac autem sint concaui.

Hanc communiter vocamus imperialem. qualem habemus in testudineatis nostris carrucis.




Primò igitur proponam rectangulum A B C D cui imponenda sit clausſtralis testudo , ducantur duæ diagonales AC. BD se intersecantes in puncto E, ex quo ad latera AB , AD cadant perpendiculares E F , E G. supra vnam perpendicularem quamcumque verbi gratiâ E F describatur arcus FH , diuidendus in suas commissuras , à quibus in diametrum FE,cadant perpendicula producenda vsq; ad diagonalem, quæ reproducantur parallela lateri AD donec occurrant lineæ GE in punctis autem lineæ G E. excitentur perpendiculares æquales perpendiculis, arcûs primigenij FH,sibi correspondentibus , vt nempe fiat supra semidiametrum GE arcus elumbis, eiusdem altitudinis, cum arcu primigenio FH. si desiderentur arcus alij diagonales supra puncta diuisionum lineæ A E,excitentur perpendiculares æquales sibi correspondentibus in arcu primigenio FH.

His peractis siue per resectionem procedas, siue exemplaribus vti malis , facile totum opus perficies. nam si ab angulis incipias ; sit lapidis alicuius crassities KL,erit prima eius commissura Gnomon L A K , applicabitur autem exemplar frontis desumptum ex arcu .FH supra lineam KO. & exemplar frontis desumptum ex arcu GM supra lineam LO, perficieturque ad angulos rectos vtraque concauitas. in quo iam notare potes aliquam differentiam à testudinibus decussatis , in quibus exemplaria applicata fuissent supra lineis AK, A L, si lapides alij consequenter supra reliquam lineam AB aptandi sint, idem exemplar arcûs FH adhibendum erit.

Notandum tamen secundam commissuram eiusdem lapidis,non esse totam, in eodem plano, sed in medio habere commissuram diagonalem,quam facile inuenies in arcu diagonali,supra lineam AE describendo.

Secundus lapis angularis,nihil habet peculiare nisi quod eius commissura inferior desinat in angulum concauum.& superior in conuexum , qui anguli facile habentur , si fiat exemplar ab arcu diagonali desumptum.

Cætera quæ spectant ad hanc testudinem desumuntur ex arcubus simplicibus , & communibus.

Tota huius operis demonstratio pendet ex idea eiusdem operis , quæ facile habebitur , si intelligantur quadrantes FH,GM,& alij super semidiametros EF , A E , D E , C E &c. descripti,erigi verticaliter , & ita perfici totum opus. cum enim singuli arcus ita sint compositi, secundum regulas communes , arcuum simplicium , vt debeant consistere, totũ etiam opus ex ijs coalescens subsistet. optimum autẽ erit vt intelligantur hæ praxes ex charta crassiori arcus efformare,& erigere.

Poterit hæc testudo esse elumbis , aut elatior, si arcus primigenius , nempe FH elumbis fuerit, elatus , aut circularis. neque in eo video vllam peculiarem difficultatem.

Qui voluerit exemplaria tàm commissurarum, quam cõcauitatum facile ea poterit facere quamuis solis exemplaribus frontis , lapidibus figura conueniens induci possit , vt si requiratur semiexemplar commissuræ secundæ,cuius nempe ichnographia est PNOQ , separatim,fiat linea PQ æqualis lineæ IHfiguræ primigeniæ , cui ad angulos rectos addantur lineæ PN , Q O æquales sibi correspondentibus in prima figurâ.

Eõdem modò formari potest semiexemplar concauitatis PI, si locò lineæ PQ æqualis , lineæ HI ; assumatur linea æqualis rectæ PI. ita operaberis in reliquis semiexemplaribus , quia autem exemplaria integra concauitatis . & commissurarum constant duobus planis ; vt habeatur angulus inclinationis planorum , vtendum est praxi propositionis primæ huius.

## PROPOSITIO IX.

Problema.

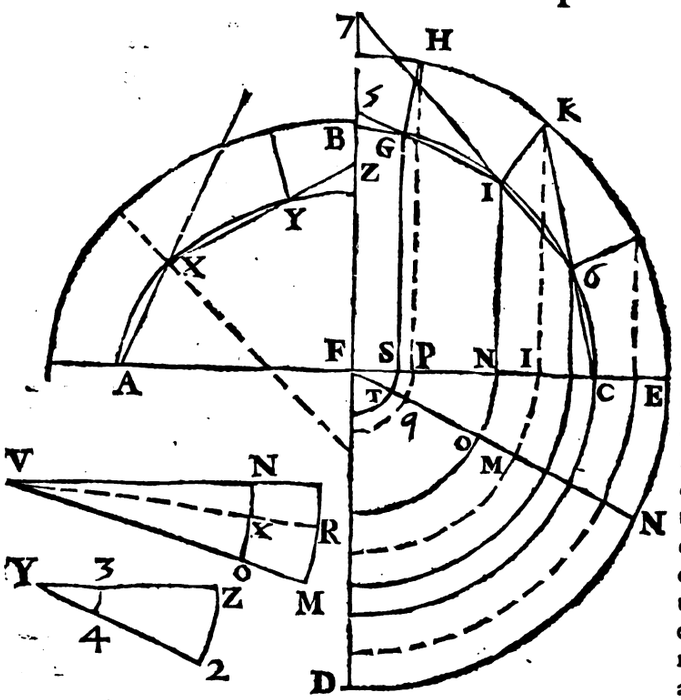
*Hemisphærium describere.*

Intelligatur globus in duo hemisphætia planò horizontali per centrum transeunte diuisus. quæritur methodus formandorum lapidum.

Sit ergo circulus ABCD planum horizontale, cui inponendum est hemisphætium , assumatur eius semicirculus ABC , qui cogitetur esse verti-



Digitized by Google




calis, & semicirculus ADC esse horizontalis sit crassities fornicis CE, eôdemque centrô describatur alius circulus, tum, ex singulis commissuris, cadant ex more perpendicula in diametrum, & ex centro F, per singulas intersectiones, describatur saltem quadrans circuli, denique singulæ subtensæ arcuum producantur, donec concurrant, cum linea BF, item producta.

Exemplaria frontis habentur in arcu CBE, vt figura. GHKI est Exemplar frontis omnium lapidum in eo semicirculo positorum.

Sit lapis formandus, cuius crassities IM, ducatur linea FM Si intelligatur supra lineam FMN, descriptus quadrans, similis & æqualis quadranti BE, lapis hîc comprehendetur duobus exemplaribus GHKI, huius autē quæruntur alia Exemplaria, & primo quidem exemplar commissuræ IK. separatim ex centro V, interuallô FE, describatur arcus RM, item eôdem centrô, & interuallô FC describatur arcus NO, transferanturque ex prima figura arcus LM, NO, Erit figura LMON exemplar commissuræ KI.

Ratio est quia erectis vt dixi supra lineas FN, FE, duobus arcubus commissura, KI, & alia illi respondens in alio arcu, ducuntur ad centrum F; supponitur autem punctum, K, distare à sibi correspondente, quantitate arcûs LM, formatur ergo triangulum æquale triangulo LVM.

Pariter sit describendum Exemplar commissuræ GH, Erit arcus LR, æqualis arcui Pq, & trapezium LRXN exemplar commissuræ GH propter eandem rationem.

Exemplar concauitatis GI ita habebitur ex centro Y interuallo 15 & 5G describantur arcus 2Z, & 34, sitque 2Z æqualis arcui NO, eritque trapezium 2Z34 exemplar concauitatis GI, nam si intelligatur circa axem F5, linea 5I circumuolui describetur concauitas coni, cuius sector YZ2, erit aliqua pars aliunde tamen constat arcum à puncto G descriptum æqualem esse arcui NO, igitur trapezium Z243 Erit exemplar concauitatis GI.

Pro concauitate 16 vtendum est linea 76.

Vmbilicus fornicis erit lapis rotundus, cuius basis inferior erit circulus ST integrus, superior circulus Pq.

Hæc fornix id habet peculiare, vt consistat etiamsi Tholus desit, cum lapides in singulis ordinibus coronam perficiant.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Testudo elumbis.*

Superiori propositione descripsimus hemispharium integrum, modo verò fornicem fere similem proponimus, in eo tamen differentem, quòd paulò sit depressior: illius autem ideam habebimus si arcum ellypticum, circa minorem diametrum, tanquam circa axem circumuolui intelligamus, certum autem illius ichnographiam circularem esse, quare planum circulare præcedentis testudinis, huic etiam accommodari potest. sed arcus verticalis elumbis esse debet, qualis est arcus AXY, à cuius commissuris pariter cadere debent perpendicula, & duci subtensæ, vsque ad axem FB immò produci commissuræ, donec cum eodem axe in punctis V T, concurrant.

Modus formandorum exemplarium idem est, ac in superiori testudine, exemplaria frontis habentur in primigenio arcu: exemplaria commissurarum facilè habentur, ex commissuris productis: vnde iis diutiùs immorandum non est.

Sicut testudinē Ellypticam formauimus assumendo pro primigenio eius arcu, arcum elumbem; ita etiam formare possumus testudinem elatam. si maior ellypsis diameter pro axe sumatur.

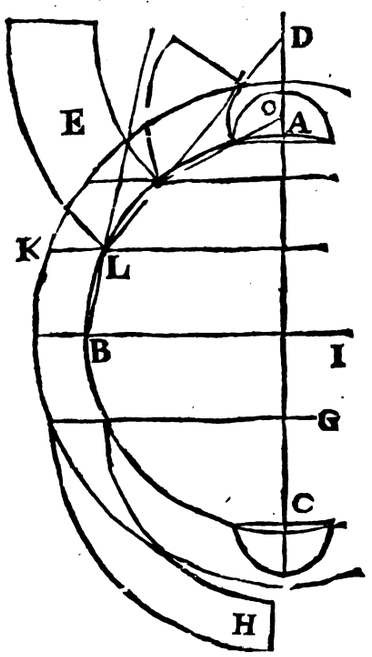
## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Testudinem Sphæricam, cuius commissurarum vestigia horizontalia in lineas parallelas excurrant.*

Idem opus suscipimus, quod propositione decimâ ereximus, testudinem scilicèt Sphæricam, paulò tamen aliter, quo admodum. tunc enim voluimus, vt commissuræ ciculares essent, circulosque horizonti parallelos efformarent, atque adeò demissis perpendicularibus in subiectum planum horizontale, vestigia pariter circularia euaderent, modò verò constituimus commissuras circulares sed verticales. quod vt meliusexplicem per analogiam ad Sphæram cœlestem. primus modus commissuras habet, dispositas, vt in Sphæra cœlesti circuli, quos vocant Almicantarath & plana frontis eô modô se habent, quô circuli verticales. In hac autem propositione paulò aliter hemisphærium consideramus, nempe quasi duo poli in horizonte positi essent, & commissuræ circulos æquinoctialis parallelos representarent, quod si ex vnico lapide singulæ zonæ fieri non possint, fiant quasi alia plana quæ frontis dici poterunt, quæ in circulos horarios formabuntur, Sit ergo circulus ABC cui imponenda sit talis testudo; ductâ diametrô AC, diuidatur quadrans AB in quotcumque partes æquales, reseruatâ aliquas parte circa polum A. ducantur subtensæ producendæ, donec concurrant cum linea AC productâ quantùm opus erit, tũ ex singulis punctis concursuum

Digitized by Google




cursuum v.g. ex punctis O, & D tanquam centris fiant circuli, aut potiùs partes circulorum, quæ erunt exemplaria concauitatis, formata nempe in materia flexibili, quæ aptari possit concauitati. talis est corona E descripta ex centro D. poterit autem sumi quæcumque pars illius circuli, pro vt feret magnitudo lapidis.

Exemplaria commissurarum fient, si supra singulas parallelæ chordas qualis est G describatur quadrans circuli FH, habebuntur exemplaria totius illius commissuræ, & ita de aliis.

Exemplaria quasi frontis, diximus autem illa se habere per modum circulorum horariorum. quare omnia sunt similia coronæ A B, eritque B E exemplar frontis pro tota B I.

His positis testudo Sphærica absolui facile poterit quæ quasi coalescit, ex duobus loculamentis coniunctis, lapidesque formari poterunt, si enim excaues lapidem, secundum concauitatem circuli ABC, & hoc in omnem partem, tum illi applices exemplar concauitatis illi conueniens, v.g. E; applices item exemplar continens angulum mixtum ALK formabitur planum cui congruet exemplar commissuræ quodcirculare esse diximus vt H perfectus erit lapis. notandum autem omnes lapides simul vnius zonæ debere præcise adæquare semicirculum, desumptũ scilicet ex propria subtensa.

Ratio huius praxis desumitur ex natura hemisphærij. si enim immotâ diametro AC, circumvoluatur semicirculus A B C, generabitur hæmisphærium propositum. quod item subsistet facile ostenditur, eò quòd singulæ zonæ se habeant per modum arcûs, & plana quæ vocaui frontis transeant in commissuras.

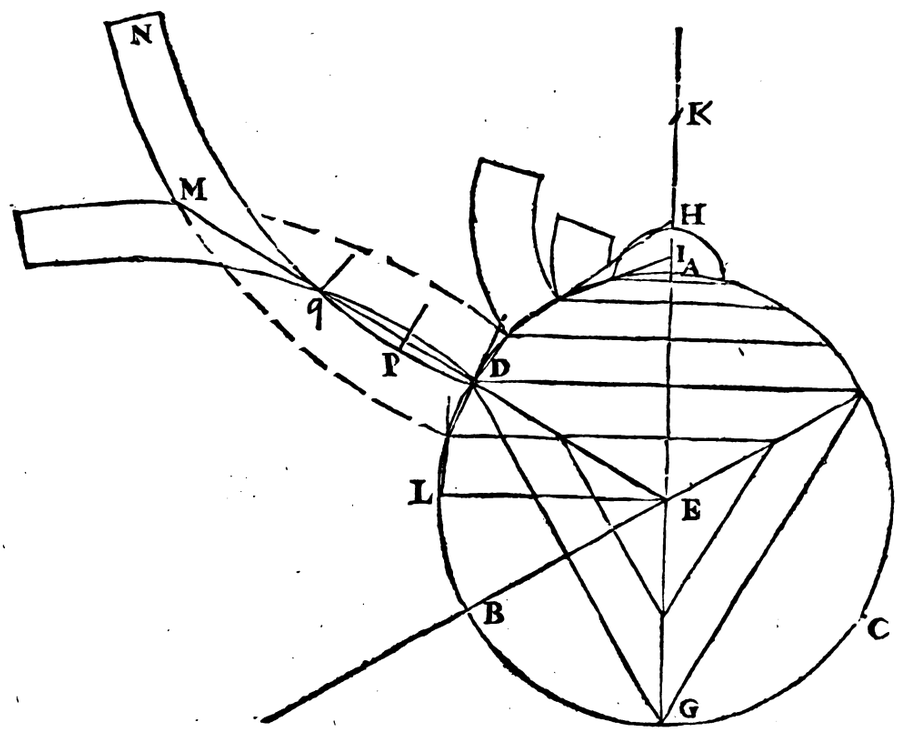
Neglectis exemplaribus frontis; & commissurarum, poterit absolui tota testudo. si nempe excauentur singuli lapides, secundum segmentum curculi ABC, applicenturquè exemplaria concauitatis priùs descripta. tum ad formanda plana frontis & commissurarũ, vtamur eodem segmento, cui ad angulos quasi rectos applicetur regula. dixi quasi rectos fit enim angulus mixtus, comprehensus linea curuâ & rectâ; qualis est angulus BAD quod in sequentibus etiam exemplis obseruandum est.

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Testitudo spharica cuius commissurarum vestigia horizontalia in triangulum, quadratum, aut quodlibet polygonum efformantur.*

Ex praxi superioris propositionis alias similes facilè deducemus. sicut enim, supra duos quasi polos, in hemispherij quasi horizonte assumptos, superiorem testudinem formauimus, in quâ scilicèt horizontalia vestigia inter se parallela essent: ita etiam plures quam duos polos fingere poterimus, quibus variæ in horizontalibus vestigiis, figuræ generabuntur. si enim tres poli designentur vestigia horizontalia in triangula figurabuntur, si quatuor in quadrata, si quinque in pentagona, erit autem omnium eadem praxis. quare vnicum exemplum attexendum est.



Sit ergo circulus A B C planum horizontale, cui imponenda sit testudo Sphærica, in quo seligantur tres poli A, B, C æquali intervallô inter se dissiti, vt vestigia horizontalia, in triangula æquilatera formentur. diuidatur arcus A B bifariam in D, agaturque ex centro E linea ED producenda, quod in aliis interuallis fieri debet producenda, ducantur item EA, EB, & diuidatur quadrans AF, in partes æquales, aut inæquales, ita tamen vt vna ex diuisionibus cadat in punctum D. Ex singulis diuisionibus ducantur perpendiculares ad E A, formabiturque triangulum D H G, concentrica, vsque ad Tholum. si diuisiones quadrantis A F nimis magnæ sint, ita vt Tholus triangularis ex vnico lapide fieri non possit, poterit fieri subdiuisio. Subtensæ singularum diuisionum quadrantis A F producantur donec concurrant cum linea A E productâ, in punctis I, H, K cæterisque quæ erunt centra, singulorum exemplarium concauitatis, sicut diximus in superiori propositione, nam in toto segmento D A H est eadem praxis, & eadem demonstratio valet.

Tota differentia inuenitur circa D M, quæratur ergo punctum concursûs subtensæ LD. cum linea E A, ex quô tanquam centrô describantur duo arcus L M, D M, quidquid de corona L N erit vltra lineam D M inutile erit. Nam si ex centro O, non notato, ducatur linea O D, erit angulus ODE obtusus, cum linea OD producta cadat ex suppositione intra circulum, linea autem tangens transiens per punctum D, & quæ perpendicularis esset ad diametrum ED (*per 16. 3. Eucl.*) cadat extra circulum, quare angulus ODE, obtusus est, & angulus O D q acutus, & linea Dq, cadit intra arcum DPq, qui si diuidatur bifariam in P, erit linea O P perpendicularis ad Dq, & in triangulis OPD, OPq (*per 4. 1. Eucl.*) erunt anguli OqP, ODP æquales, & consequenter anguli OqM, ODE. ex quo fit, vt si inuertatur exemplar descriptum ita vt punctum q coincidat cum puncto D, & linea qM imponatur lineæ DE, linea qO congruat cum linea OD, quod si eadem linea qM in eodem situ posita sinuetur in arcum, cuius semidiameter sit linea DE situm naturalem testudinis obtinebit, in quo situ, si ex puncto O tanquam vertice circumvoluatur linea OD describetur circulus qM. nam pars circuli in plano descripti aptari potest, in conum idem dico de segmento L M, quod in tali situ, cum sit vltra diagonalem D E, & planum ipsi incumbens verticaliter abscindi debet. habebimus ergo exemplar concauitatis si velimus vsque ad lineam EA, vel vltra pro vt libuerit. illudque applicabimus, vel vni integro lapidi vel pluribus. Eôdem modô productâ subtensâ L, donec concurrat cum E A, describemus aliud exemplar, & hoc faciemus donec in medio habeamus Tholum, cui lapis aliquis sufficiat.

Quot habentur exemplaria respectu poli A, exvna parte, totidem ex alia formari debent, modò tamen non excedatur semicirculus in duobus sibi correspondentibus. idem præstandum est pro reliquis polis.

Vsus talium exemplarium hic erit. Excauentur lapides in omnem partem, secundum concauitatem circuli A B C, tum applicentur singulis, singula exemplaria, descripta in materia flexibili, denique plana commissurarum fiant, secundum angulum H A D, nam sphæra hoc habet, vt radius cum circumferentia vbique angulum mixtum æqualem comprehendat.

Eôdem prorsus modô quô operati sumus circa triangulum, circa quadratum, pentagonum cæteraque polygona circulo inscriptibilia operari licebit.

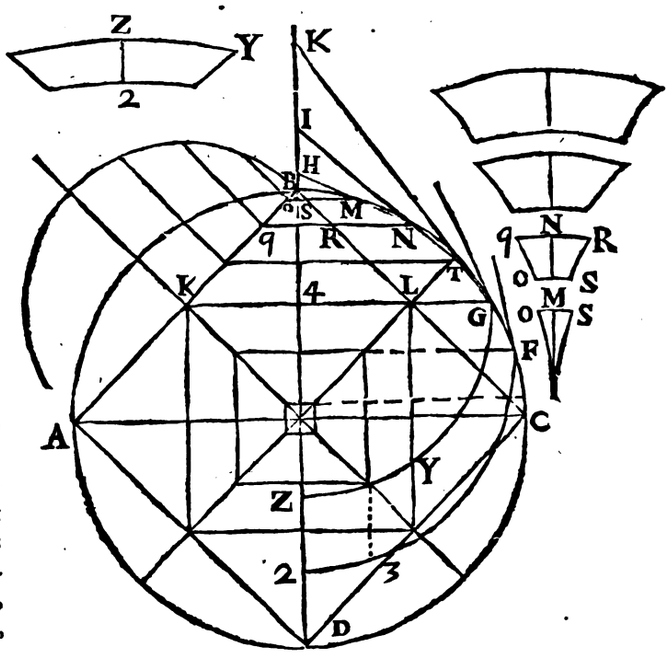
## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Testudo Spherico quadrata.*

Voco testudinem sphærico quadratam, illam cuius planum horizontale quadratum est, superficies autem sphærica. Illius natura facile intelligetur, si concipiatur hemisphærium, cuius basis sit circulus horizontalis, in quo inscribatur quadratum, supra cuius latera excitentur quatuor plana verticalia, quæ sectionem in hemisphærio facient, circulum minorem (*per 2. 1. Theod.*) tota superficies sphærica, intra hos quatuor circulos minores contenta, eam testudinem comprehendit, quam hic describendam suscipimus

Sit ergo quadratum ABCD planum huiusmodi testudinis circa quod intelligatur descriptus circulus ABCD horizon eiusdem testudinis. supra latus A B describatur semicirculus A E B, diuidendus in suas commissuras numerô pares,




à quibus ad semidiametrum AB cadant perpendicula; hæc perpendicula reproducantur in lineas perpendiculares ad lineam B D continuenturque vsque ad arcum B C, diuidatur residuus arcus GC, in quotcumque partes, reseruando aliquam partem satis paruam pro Tholo. Continuentur chordæ arcuum quadrantis B C donec concurrant cum lineâ D B productâ.

Intelligantur poli quatuor, huius testudinis in punctis A, B, C, D. ita vt ex puncto B, quasi polo intelligantur descripti circuli inter se paralleli à quorum circumferentia, si cadant perpendicula in planum horizontale, certum est ea in lineas rectas proiici, vt ostendimus in astrolabiis

Digitized by Google

habiis hæ lineæ notatæ sunt in figura.hi semicirculi paralleli vsque ad puncta K L intercipiuntur à planis verticalibus, supra lineas AB. BC, erectis, Item post puncta K, & L semicirculi descripti ex polo B, incurrunt in semicirculos descriptos ex polo A angulares leapides, nemp quæ circumstant polos A, & B qui vocantur Gallice *Tas de charge*, talia habent exemplaria concauitatis, separatim interuallô subtensæ BM, desumptæ ex primariâ figurâ, fiat arcus, cui aptetur hinc inde linea O S, tum per puncta B S, B O fiant arcus qui sint partes circuli A E B. hoc erit primum exemplar concauitatis. nam si res attentè considereretur, si immotâ permanente lineâ BD, subtensa B M circumuoluatur punctum M, describet extremitatem illius exemplaris, & cum plana verticalia, tantundem distent ab inuicem in partibus superioribus, quantùm distant in inferioribus, erit eorum distantia linea OS, clarum item est, quòd arcus B P desumptus à semicirculo. terminet tale exemplar, quod est etiam intelligendum de alio semicirculo supra latus B D describendo.

Secundum exemplar describetur interuallô H N, H M, translatis pariter lineis OS, qR. tertium describetur interuallis I N, I T, & ita consequenter sola restat difficultas pro exemplaribus vltra lineam K L ponitis. describatur ergo separatim exemplar ZY, 23, cuius duo circuli descripti sint interuallis VG, VF, sintque arcus ZY 2,3 æquale sibi correspondentibus in primaria figura, descriptis priùs ex punctis 4, & 5, quadrantibus GZ, 2 F. qui representant circulos minores supra lineas 4G, 5F, descriptos.

Eôdem modô describetur reliquum exemplar vsque ad Tholum. Poterat & adhiberi praxis superius traditâ, pro exemplaribus bifurcatis.

Vsus exemplarium talis erit, excauentur lapides secundùm concauitatem maioris circuli sphæræ, qualis est circulus ABCD, lapidibus ita excauatis applicentur exemplaria concauitatis descripta. tum secundùm angulum G B I inducentur plana commissurarum, quia nempe describimus sphæricam testudinem cuius omnes commissuræ ad centrum diriguntur. debent item cómmissuræ quibus coniunguntur cæteri lapides, cum arcu AEB dirigi ad centrum totius sphæræ, hoc est concaua superficies lapidum componentium arcum AEB debet formari secundùm angulum ABV, sic enim, dirigetur ad centrum.

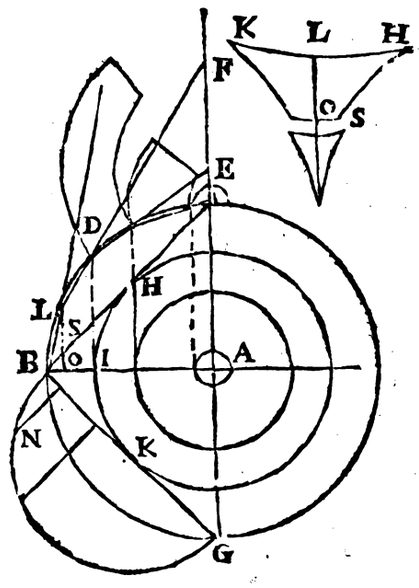
Hæc praxis vniuersalis est, aptariquè potest aliis quibuscumque polygonis circulo inscriptibilibus, fingendo nempe tot polos, quot angulos habuerint.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Testudo spherico quadrata cuius polus vnicus.*

Hæc testudo sicut superior planum habet quadratum, fingitur autem eius polus in medio seu in puncto A, pro quo ad formanda exemplaris substituitur punctum C, fingendo scilicet circulum B C verticaliter erigi. Diuidatur quadrant BC bifariam in puncto D, tùm arcus DC, B D in




quotcumque commissuras; ita tamen, vt arcus respondens tholo C non excedat magnitudinem vnius lapidis. à singulis commissuris cadant perpendicula in diametrum AB. describantur circuli nulli tamen secent lineas B C, B G, sed in iis finiantur. producantur subtensæ singulorum arcuum, donec concurrant, cum linea A E producta. ex puncto C fiat circulus E tum ex punctis, E F, tanquam centris, interuallis subtensarum à quibus procedunt, fiant coronæ quædam, quæ erunt partes conorum, in sphærâ inscriptæ eruntque consequenter exemplaria concauitatis. non tamen hâc methodô procedatur vltra punctum D. nempe vsque ad circulum, quadrato GBC inscriptum. debent enim fieri, in singulis angulis alia exemplaria. vt pro figura HK, OS fiant interuallô FL, FD duo circuli KH, OS, ductâque lineâ L O, accipiantur arcus L K, L H æquales sibi correspondentibus in figura primigenia. tùm per puncta S, & H fiat arcus ex circulo BNG desumptus. eritque exemplar concauitatis respondens figuræ HOK formatus, vltimus verò respondens triangulo B O S cuspidatus erit, fietque eius circulus interuallô ML.

Ratio est, quia si linea AF, intelligatur quiescere in terra dum circumuoluitur quadrans BC, describitur hemisphærium, & segmenta conorum, hemisphærio inscipta. certum est autem, quod si separatim describatur pars circuli, interuallô lateris coni, quod inquam poterit hoc circuli segmentum in eum conum efformari. quare exemplaria supradicta, aptari poterunt concauitati sphæræ, eô modô quô aptantur ipsi coni. coni item vltra punctum H versus punctum B intercipiuntur à planis verticalibus supra lineas B C, B G, excitatis. ita vt communis sectio, sit arcus BN aut alius ex semi circulo BNG desumptus.

Hæc praxis pariter aptati potest, quibuscunque poligonis circulo inscriptis vsus autem idem est, ac exemplarium propositionis præcedentis.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Regula generalis ad formandas testudines sphæricas*

Testudinis spæricæ planum horizontale circulus, est



Digitized by Google

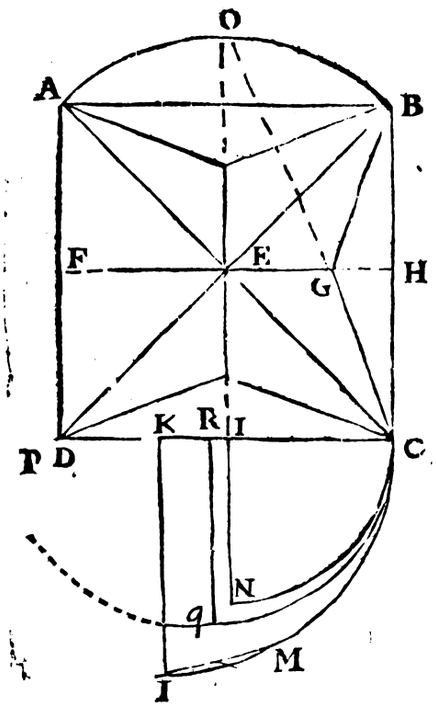
in quo variæ commissuræ formari possunt, vt plurimum tamen formentur paralellæ ; saltem vsque ad diagonalem BD, finguntur autem in hoc quadrante quasi duo poli, nempe A, &C, ita vt ex puncto A intelligantur describi omnes circuli paralleli, circulo cuius vestigium horizontale est CD ; nempe qui continentur in semiquadrante C B ; ex polo autem C describantur omnes circuli paralelli circulo C cuius vestigium est A D. producantur chordæ EF, F B donec concurrant cum linea A D producta in punctis verbi gratia G & H, ex quibus si fiant arcus KI, LM, cæterique habebuntur, exemplaria concauitatis. totidem centra inuenienda sunt in linea DC producta. ut autem sciatur quota pars illorum exemplarium assumenda sit, producenda esset verbigratia linea EO; donec concurrat cum DA, describendusque quadrans repræsentans, circulum cuius EO est vestigium. tum excitanda perpendicularis O P, debebit arcus L M, æqualis esse arcui EP. ita formabuntur reliqua exemplaria. Ratio eadem est ac superioris propositionis. vsus item idem est, hoc est excauentur lapides, secundum concauitatem circuli maximi Sphæræ. iisque applicentur singula exemplaria, resectisque superfluis, vt inducantur plana commissuratum, vtendum erit angulo mixto DAG.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Testudines variè quadrario lapide decussatæ.*

Cum recentiores Architecti animaduerterent, testudines ex quadrario lapide confectas, immensi vt ita dicam esse ponderis, ex tumultuario vero lapide, erectas firmitatem non habere sufficientem, illis




neruos, tantummodo ex lapide sectili construxerunt ; reliqua verò ex tumultuario lapide addiderunt, sit ergo quadrato ABCD imponenda testudo, ponatur esse Sphærica, vt melius totum opus procedat. ducantur primo diagonales A C, B D, item diametri FG, & EG contineant circiter tres quintas totius E H, idem fiat in reliquis. denique ducantur lineæ BG, C G. cùm testudo Sphærica sit, intelliguntur supra has lineas descripti arcus. supra diagonales AC. BD ; describuntur arcus diagonales, qui Gallicè *Ogiues*. supra latera DC, arcus principales, *Arc doubleau*, *où formeret*. Supra latera FG, ligaturæ nempe *Lierne*. denique supra lineas C G, B G alij arcus supponuntur, qui dicuntur tertiarij. qui describuntur supra diagonales sunt maximi circuli Sphæræ, sit ergo K C æqualis diagonali E C. describaturque quadrans C L. hic erit arcus diagonalium. cum autem testudo Sphærica sit, erit arcus supra E G, descriptus, pars maioris circuli, quare si quadranti L C, aptetur recta L M, æqualis lineæ E G, erit arcus L M is qui pertinet ad lineam E G. arcus C N erit arcus proprius laterum quadrati, seu arcuum principalium ; quia in Sphæra, si supra lineam quamcumque excitetur planum rectum ad maximum circulum ; communis sectio est circulus, cuius prædicta linea, est diameter. denique producatur linea C G, donec occurrat circulo horizontali AOB, sitque AC æqualis ipsi CG, & linea RP æqualis ipsi G O in puncto R excitetur perpendicularis R q, ad quam item. sit perpendicularis M q, tum fiat arcus per tria puncta CqP, erit arcus q C qui proprius est linearum C G, B G. cum enim arcus supra E G, descendat ex Tholo L, in M, erit qR altitudo arcûs pertinentis ad C G. item linea CO seu CP in Sphærâ est diameter eiusdem circuli : erit ergo arcus Cq. qui respondet lineæ CG. ordines cæterorum lapidum, nempe operis tumultuarij, fiant paralleli, viciniori arcui, quicumque tandem is fuerit. huiusmodi autem testudines impulsum maximum habent in angulos, qui propterea potentibus fulcris muniti debent.

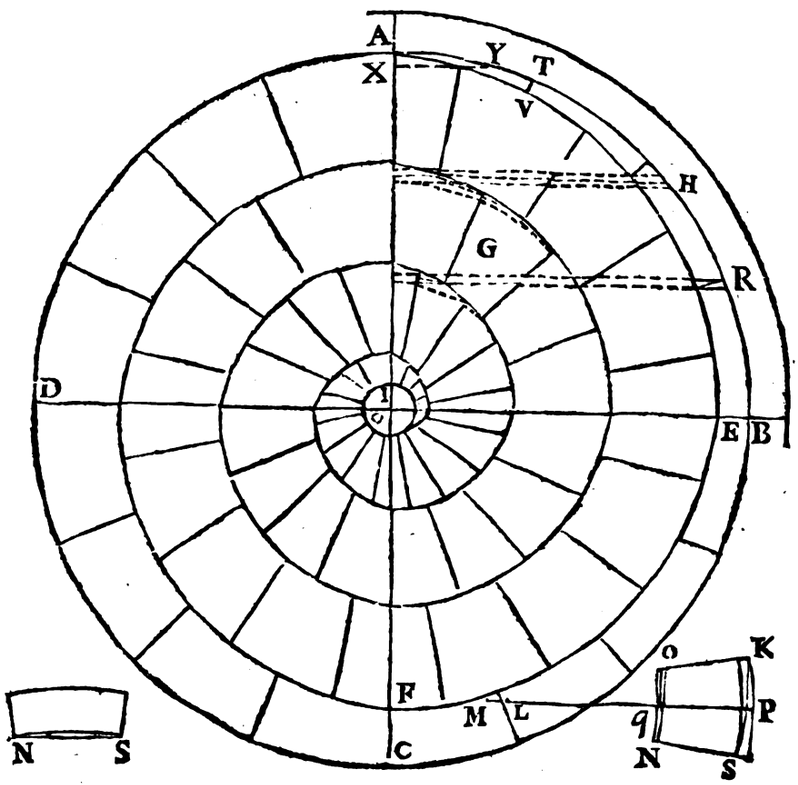
## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

*Spiraliter testudinem efformare.*

Sit circulus A B C D ichnographia fornicis hemisphericæ ; sed in spiram efformatæ. primo in eo circulo describatur spira. factô enim circello O I in puncto O erit centrum quadrantis AE, tum factô centrô in I, intervallô I E fiet secundus quadrans I E, & ita consequenter, diuisio lapidum vt plurimum arbitraria est. Sola difficultas est in assignando cuiuscumque lapidis exemplar ; concauitatis, nam cum lineæ formantes illud, sint lineæ aptatæ in Sphæra, facile habebitur angulus, quem cum illis comprehendent lineæ ad centrum fornicis, seu hemisphærij ductæ. sit lapidis verbi graria G quærendum exemplar concauitatis. ex centro communi per eius extremitates describantur circuli qui producantur vsque ad diametrum A I, tum excitentur perpendiculares vsque ad quadrantem circuli. in punctis H. R, separatim fiant ex centro M intervallô minorum circulorum, duo arcus NO, æqualis duobus arcubus minoribus lapidis G. quibus bifariàm diuisis ducatur linea M P, sitque Pq æqualis HR ; tùm intervallô circulorum maiorum lapidis G, fiant per P duo arcus, qui non habebunt centrum M, sed aliud vicinius, transferantur arcus maiores lapidis G, habebuntur quatuor puncta O, N, K, S, quæ dabunt exemplar concauitatis lapidis G : quia

Digitized by Google




quia circuli horizontales, qui fiunt in fornice, æquales sunt circulis in ichnographia descriptis, sed tantum magis distant in fornice, quàm in ichnographia, eo quod sint in diuersis planis, distantia autem vera est linea HR.

Datô concauitatis exemplari supra NS, & OK, describenda erunt exemplaria frontis, & supra NO, KS duo exemplaria commissurarum. fiat enim separatim segmentum quadrantis AB, eique aptetur linea NS, tum ex centro ducantur duæ lineæ; habebitur exemplar frontis NS, idem fieret & eôdem modô respectu lineæ KS, vt habeatur exemplar commissuræ KS. ratio est quia vere lineæ NO, KS aptatæ sunt in concauitate Sphæræ, quare si intelligatur maximus circulus, per earum extremitates ductus, & à centro communi ductæ lineæ; illæ exhibebunt figuram propositam.

Operosum haud dubie negotium est, eo quod singuli lapides alia, atque alia exemplaria exigant. quia tamen proposita fuit ab aliquibus hæc species, quamuis sine explicatione sufficienti, ideo illam proponere volui.

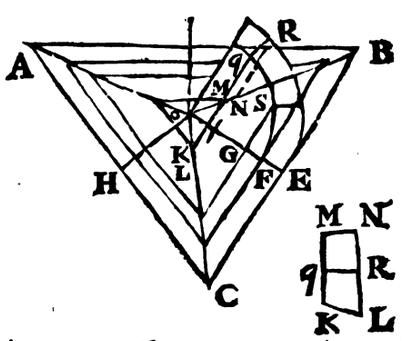
Primus lapis ATV triangulare habet exemplar concauitatis; sed lineæ TV respondebit concauitas AY. angulus T pro recto sumi potest ex quibus facile cætera perficientur.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Testudo clausralis in quolibet poligono.*

Imponenda sit testudo clausralis triangulo ABC cuius centrum O. à quo ad latera cadant perpendiculares OE, & aliæ, sit FE, murorum crassities, supra perpendicularem OE, describatur quadrans circuli diuidendus in suas commissuras, à quibus cadant perpendicula, in semidiametrum OE, continuanda æquidistanter lateribus trianguli. quibus positis describi potest arcus, tam supra perpendiculares OH, OI, (in quibus inueniuntur anguli inclinationum




exemplarium commissurarum cum exemplaribus concauitatis; quàm supra diagonales AO, BO CO excitatis nempe perpendicularibus, æqualibus perpendiculis arcûs primigenij.

Exemplaria frontis habebuntur, vel in arcubus supra perpendiculares OE, OH, OI descriptis, vel in arcubus descriptis supra diagonales.

Exemplaria commissurarum ita fient, sit linea qR separatim æqualis sibi correspondenti in figurâ primigenia; cui iungantur ad angulos rectos, lineæ MK, NL, æquales pariter sibi correspondentibus; & habebitur semiexemplar commissuræ, hoc est ab angulo ad angulum, seu à diagonali ad diagonalem. eodem fere modo proportionaliter fient exemplaria concauitatis, vt si loco lineæ qR assumeretur subtensa qS, addenturque illi, lineæ quæ inueniuntur in plano horizontali substrato.

Notandum autem sicut in prioribus, tam exemplaria concauitatis, quàm commissurarum in lapidibus angularibus, coalescere ex duobus planis, quorum anguli inclinationis facile haberi possunt, vt iam docuimus supra.

Coroll. Hâc praxi facile imponemus testudinem clausralem cuilibet poligono, maxime vero regulari, seu æquilatero.

SECTIO

Digitized by Google

# SECTIONIS LAPIDVM LIBER QVINTVS

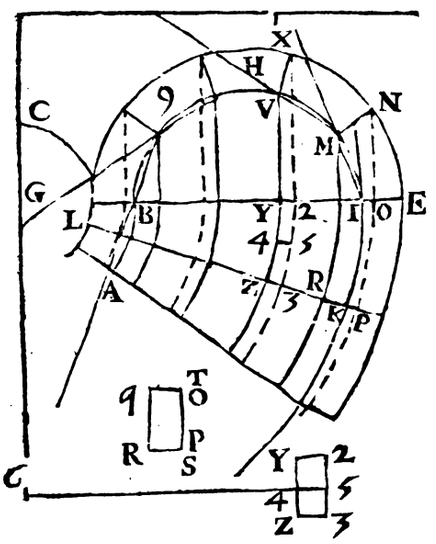
## De Testudinibus helicoeidibus.

### PROPOSITIO I.

Problema.

*Arcum in orbem seu coronam conformatum Describere.*

Sit supra coronam ABC, IK describendus arcus, primò diuidatur eius circumferentia in partes æquales, quot libuerit, secundùm magnitudinem lapidum, quibus vtendum est.




Item ex communi centro G, ducantur ad diuisionum puncta semidiametri super. quâcumque semidiametrô BE, describatur arcus secundum praxin communem qui diuidatur in suas partes, & ex singulis commissuris cadant perpendiculares, in diametrum BE. tum ex communi centro G, describantur circuli per extremitates perpendicularium, quibus paratis, ita fient exemplaria, primò in arcu BHE habentur omnia exemplaria frontis vt per se patet:

Exemplaria commissuratum ita describuntur, primò commissuræ IE, erit trapezium EK, & commissuræ oppositæ erit trapezium BL.

Pro commissura MN, vtendum est circulis OP. qR, qui si distarent ab inuicem, secundum lineam MN, hoc est si linea qO æqualis esset lineæ MN, trapezium qP esset exemplar commissuræ MN, repetatur ergo arcus qR, sitque qT æqualis lineæ MN ideoque maior quam qO, figuræ principalis; ductis ex centro lineis qT, RS erit TS maior quam OP, principalis figuræ, fiat arcus OP, æqualis alteri arcui OP, ita tamen vt defectus æqualiter diuidatur in OT, & PS; ducanturque lineæ qO, RP, eritque trapezium qP separatim descriptum, exemplar commissuræ MN. debet autem arcus TS describi non ex eodem centro, quô descriptus est arcus qR, sed ex centro viciniore, ita vt describatur semper interuallô lineæ GO, quæ praxis meliùs apparebit in commissura VX, nam ex centro 6 interuallô GY, describatur arcus Y4Z ita vt arcus Y4, 4Z æquales sint similibus figuræ principalis fiat linea 4r æquàlis lineæ VX, tum per punctum interuallô S 2 fiant arcus 52, 53, æquales similibus figuræ principalis, ducantur denique figuræ Y2, Z3 eritque trapezium Y3, exemplar commissuræ VX, ita fient exemplaria cæterarum commissuratarum, vtendo circulis correspondentibus.

Eâdem praxi formabuntur exemplaria concauitatum, si enim vtaris qR, IK, quæ secundum methodum vltimam ab inuicem remoueantur secundum lineam MI. quæ est longitudo concauitatis habebitur, illius exemplar. pro concauitate VM vtendum erit arcubus YZ, qR.

Aliam praxim adhibere possumus pro exemplaribus concauitatis, productis scilicet lineis subtensis donec concurrant cum axe, vt si formandum esset exemplar concauitatis V M, producta linea V M, donec concurrat cum axe, eô interuallo describendi essent circuli concentrici, quorum arcus æquales essent arcubus YZ, 23, & formatum esset exemplar concauitatis V M; rationem illius rei iam dedimus suprà, quia nempe si immotâ GC, intelligatur totus arcus BHE circumuolui, linea MV describet arcum & exemplar quod proposuimus.

Notandum autem quod si dimidius tantum arcus describeretur perficereturque corona, quod (inquam) subsisteret etiam si ex vna parte non sustineretur nam. lapis MNXV verbi gratiâ cadere non potest, quin versus centrum G accedat, non potest autem accedere, quia latior, & crassior est ad partes N, quàm versus partes V. dixi modò dimidiùs tantum arcus vndique describatur. nam etiamsi perficeretur corona vndique vsque ad lapidem 9, nisi lapis 9 & alij ipsi respondentes sustentetur cadet, quia cadere possunt, etiamsi ad centrum non accedant.

Notandum item quod quoties huiusmodi opera construenda sunt, opus esse vt aliqui lapides aliis sint longiores, ita vt non omnes commissuræ respondeant, sic enim redduntur firmiora. quare deberent fieri separatim duo arcus, æquales, quorum diuisiones dissimiles essent, nempe vnus commissuras haberet, in medio lapidum alterius.

Notandum

Digitized by Google

Notandum tertiô eôdem modô posse construi, arcum Elumbem, seu depressum; si nempe supra lineam B E describatur elumbis arcus.

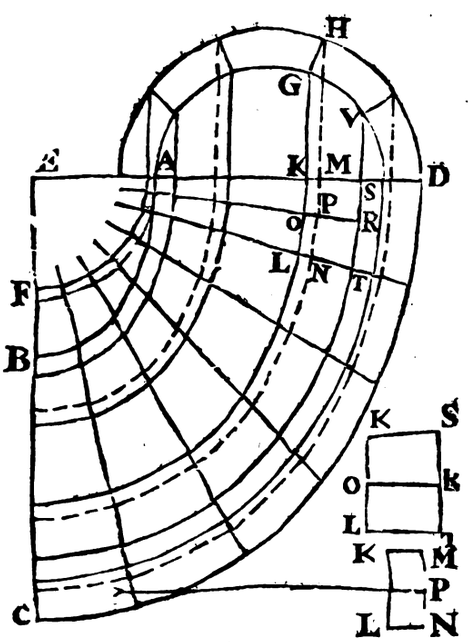
## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Arcum Ellyptica corona imponere.*

Sit corona Ellyptica comprehensa duabus Ellypsibus concentricis, & æquali interuallô distantibus ab inuicem, sintque Ellypsium quadrantes A B, C D. ex communi centro E, fiat quadrans circuli, diuisus in partes æquales, secundùm magnitudinem lapidum quibus vtendum est. tum per singula diuisionum puncta ducantur radij, quos æquales esse suppono, nempe segmenta radiorum inter suas Ellypses intercepta. Supra vnum ex radiis nempe AD, describatur ex more arcus duplex, diuidendus in quotcumque partes æquales, numerô impares. ducantur item commissuræ, & perpendiculares. tum per singulas extremitates perpendicularium, describantur Ellypses, diuidentes radios in partes æquales. quibus positis.

Primò in arcu descripto habentur omnia exemplaria frontis, vellem tamen vt semiùs tota fornix sibi constaret, supra alium radium, describi alium arcum duplicem æqualem priori; sed ita diuisum vt commissuræ vnius cadant, in medium exemplar alterius.




Exemplaria commissurarum ita habebuntur. quæratur exemplar commissuræ G H, pro lapide K L N M (nam in singulis interuallis, alia habentur exemplaria propter flexuram Ellypsis, quæ non est in omnibus æquabilis.) separatim fiat centrô E, interuallô E O. hinc inde portio Ellypsis K L, æqualis simili portioni in principali figura descriptæ, sitque K M æqualis lineæ G H, tum ducatur similis portio Ellypsis P M, P N eritque trapezium N K, exemplar commissuræ G H pro lapide K L N P. quia tamen difficile videtur huiusmodi Ellypsis portiones describere, satiùs ducerem tam in principali figura, quam in minori rectas lineas K L, M N, ad quas ex puncto E cadat perpendicularis E O, tum separatim excitare perpendiculares K L; P M, P N, æquales sibi correspondentibus in principali figura, essetque trapezium K N exemplar quod quæritur. neque obstat quod huiusmodi perpendicularibus exutgat polygonum ouale, nam si lapides non sint ingentes, error erit nullius momenti.

Pro exemplaribus concauitatis G V ductis lineis K L, S T, ad quas sit perpendicularis E O, sit in charta separata linea O R, æqualis lineæ G V, nempe concauitatis propriæ; fiantque perpendiculares O K, O L, R S, R T æquales lineis perpendicularibus in figura principali ductis, & habebitur trapezium K T pro exemplari concauitatis G V, nempe in lapide K T, nam in hac fornice cuius ichnographia est Ellyptica, quilibet lapis habet diuersa exemplaria, vnde tot diuersa describenda sunt, quot sunt lapides in quolibet quadrante.

Hoc enim habet hæc fornix, vt si perficiatur tantùm media sui parte, hoc est non superet medietatem arcus, seu circumquaque perueniat ad punctum I; nempe in singulis arcubus; quod inquam subsistet, etiamsi tantum insistat terræ in pattibus D, quod videtur mirabile. eâdem est ratio ac de superiori.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

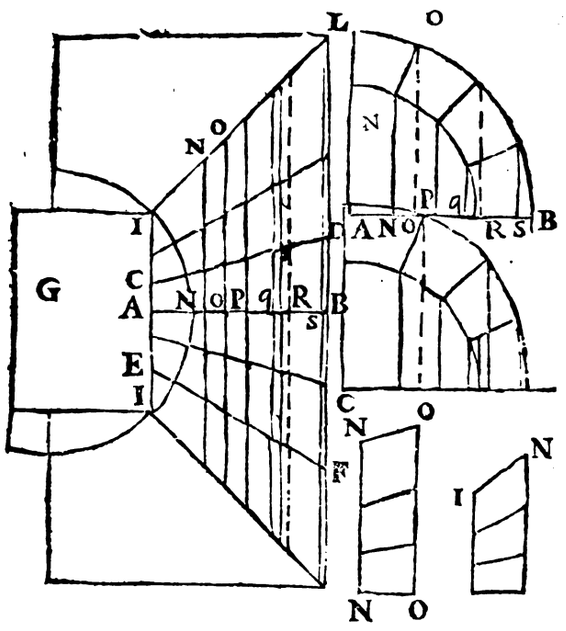
*Semiarcum circa quadratum ex vna tantum parte terræ insistentem construere.*

Ostendimus in superioribus propositionibus posse semiarcus circulares, & Ellypticos construi, qui vna tantum extremitate, terræ aut parietibus insistant, id etiam in figura quadrata tentabimus. sit area aliqua, ad tres aut quatuor passus introrsum circa muros arcus aliquo operienda, ita tamen vt in medio sit aperta.

Sit ergo quadratum quodcumque K L, crassities murorum M L, sitque ita vndique conformandus semiarcus, vt quadratum H I maneat apertum. ex centro G, interuallo G I describatur circulus; ducanturque primò diagonales; tum diuisô arcu I I, in quotcumque partes æquales, provt exiget magnitudo lapidum, ducantur per singulas diuisiones lineæ ex centro G quæ sint A B, C D, E F, I L. supra lineam A B separatim describatur semiarcus duplex, diuisus in suas commissuras à quibus in semidiametrum A B cadant perpendiculares. Tum diuisiones lineæ A B, tranferantur in lineam A B principalis figuræ, & per singulas agantur lineæ parallelæ ipsi lineæ I I.



Digitized by Google




Item separatim ducatur linea C D cum suis diuisionibus, supra quas excitabuntur perpendiculares, æquales perpendicularibus arcûs AB, habebiturque arcus ellypticus. eôdem modò fiet arcus ellypticus, sed oblongior supra EF, item supra IL, & si quæ ducerentur lineæ.

In arcu supra lineam A B descripto habentur exemplaria frontis lapidum, qui terminantur in lineam AB, in arcu C D pariter inueniuntur exemplaria frontis pro lapidibus terminatis ad lineam CD & ita de reliquis.

Exemplaria commissurarum ita describuntur. sit describendum exemplar commissuræ N O, fiat N O æqualis commissuræ NO arcûs BO; supra quam excitentur perpendiculares N O, OO, æquales similibus lineis figuræ principalis, habeantque eadem diuisiones. denique per diuisiones ducantur lineæ obliquæ, habebuntur in trapesio NO omnia exemplaria commissuræ NO. eôdem modô facies omnia exemplaria commissuræ PQ. assumendo lineam commissuræ PR, in arcu AB, pro prima linea supra quam excitandæ sunt perpendiculares, æquales lineis PP, RR. figuræ principalis. pro commissura Q S vtendum est perpendicularibus Q Q, S S. figuræ principalis.

Exemplar concauitatis V N ita haberi potest, sit linea V N, qualis subtensæ concauitatis VN, & perpendiculares erectæ nempe VI N N sint æquales lineis AI, N N figuræ principalis. pro concauitate NP supra lineam æqualem subtensæ NP excitandæ sunt perpendiculares æquales lineis NN, PP figuræ principalis.

Ratio est quia planum arcûs supra AB excitati, non solum verticale est, sed etiam secat totum semicylindrum ad angulos rectos, ergo omnes lineæ secundum longitudinem cilyndri ductæ, ad eum sunt rectæ, ideoque. angulos rectos faciant, cum omnibus lineis in eo plano ductis, nempe lineis commissurarum & subtensis concauitatum, aut etiam conuexitatum.

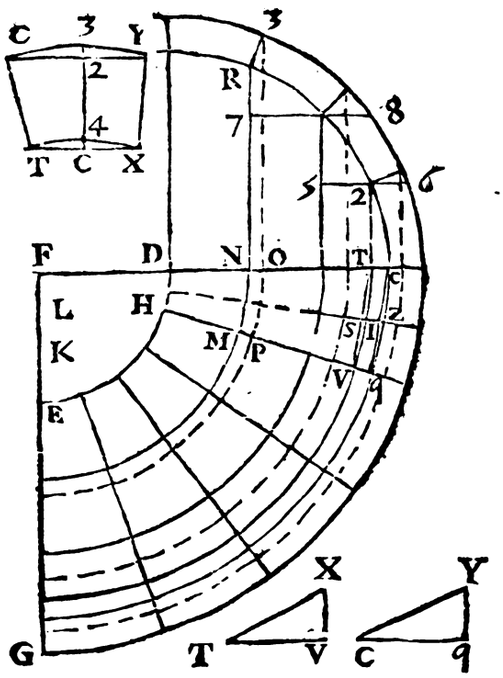
Hoc genus arcuum vsui esse posset in aula aliqua, si circumquaque porticus suspensa addi deberet, quod satius ducerem, quam longiores ex muris lapides producere, ad porticum sustentandam. posset autem non fieri quadrans circuli, sed tantùm quadrans arcûs elumbis.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Intra Turrim Rotundam semiarcum in helicem ascendentem, exterius parietibus innixum conjruere.*

Sit turris rotunda, construendaque sit fornix quæ muris ex vna parte, ex alia vero parte nucleo insistat, & in helicem sensim attollatur.




Diuidatur arcus DE, in quotcumque partes æquales, pro magnitudine lapidum: tum ex centro F ducantur radij DC, FG exterique. supra lineam DC tanquam supra semidiametrum, describatur quadrans, diuidendus in suas commissuras, à quibus cadant perpendicula, & per extremitates eorum ex centro F describantur circuli. supponamus autem per singulas diuisiones fornicem eleuari vnô verbi gratia pede, seu secundum lineam EK, hoc enim arbitrarium est. punctum D erit altius, puncto H, secundùm lineam EK. pariter punctum N, altius erit puncto M, secundum lineam EK.

Primò exemplaria frontis omnia habentur in arcu CR. volo enim vt, lapides coniungantur secundùm frontem in circulo verticali, quod diligenter notandum est, nam in eo posita est huius praxis diuersitas, ab eâ quæ à multis traditur, exigentibus vt superficies frontis perpendicularis sit, ad decliuitatem fornicis, quæ decliuitas cum sit alia versùs circumferentiam alia versus centrum, eò quòd fornix versus circumferentiam ascendat vnô verbi gratiâ semipede, in singulos pedes, in medio ascendat, vnô semipede in singulos semipedes, quare alia est decliui-

tas

tas in extremitate, alia in medio, ex quô sequitur, quod si lineæ commissurarum sunt ad decliuitatem perpendiculares, non erunt inter se parallelæ ; & consequenter exemplaria frontis, non erunt vna superficies plana, sed detorquebuntur: quod redderet praxin huius testudinis valde difficilem. quare ne quid intentatum relinquam, praxin meam hic primò proponam, aliam difficiliorem traditurus, exemplaria igitur frontis eadem sunto, quæ arcûs primigenij.

Poterimus facile sine alio singulis lapidibus suam formam, & figuram inducere, hôc modô. lapidi primò inducatur superficies frontis quæ habetur in arcu primigenio, verbi gratia, secundum exemplar C6. tum in puncto C fiet angulus æqualis angulo q C B. fietque linea quæ sit æqualis subtensæ Cq. in cuius extremitate poterit duci alia linea quæ cum ea faciat angulum æqualem eidem angulo qCB, erectâque lineâ perpendiculari fiet superficies alterius exemplaris frontis,, quod non applicabitur è regione puncti C, sed attolletur, quantùm fornix ascendit in singulos ordines, verbi gratiâ vno pede, resectisque superfluis applicabitur regula in singulis punctis, tam commissurarum quam concauitatis sibi correspondentibus in vtroque exemplari frontis; vtendum autem erit pro ban aliorum lapidum, nempe vt bene & concinne ipsi inducatur superficies vtriusque frontis, lineis horizontalibus 56, 78,

Demonstratio, ostendo totam testudinem in suo statu firmiter permansuram ; modò primus ordo sit firmus adhæreatque alicui muro ; ita vt recedere non possit, & à cæteris ordinibus auelli ; & testudo quadrantem circuli non excedat. nam lapides in partem exteriorem inclinari non possunt ; cùm imponantur parietibus & per suas commissuras, superior inferiori innitatur, neque in partem interiorem inclinari possunt; cum enim versus centrum lapides graciliores sint, ( vt ostendit ichnographia vltimi lapidis, nempe HMND ) & se inuicem comprimant fieri non poterit, vt partes maiores in locum graciliorum succedant.

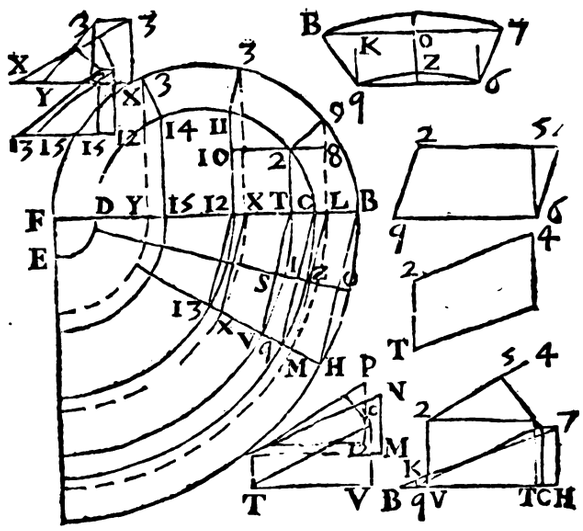
## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Eadem testudo cum suis omnibus exemplaribus.*

Testudinem eamdem proponimus, quæ nullô modo differret ab eâ, quam propositione prima explicuimus, nisi sensim ascenderet, hic enim ascensus, mixtus rotunditati, helicem efformat, Quæritur ergo in hac propositione paulò vberior eiusdem testudinis praxis, perfectaque exemplarium, tam concauitatis, quàm commissurarum constructio. nam exemplaria frontis eadem sunt. maneant ergo exemplaria frontis, qualia habentur in arcu primigenio B3F.

Exemplaria tàm concauitatis, quàm commissurarum aliquâ indigent præparatione, aggrediamur ergo exemplaria necessaria ad formationem lapidis B2. Repetantur separatim tres lineæ B H, C q, T V, quæ ita disponantur, vt medius excessus vnius supra aliam ; ex vtraque parte ponatur. tum addatur ad angulos rectos linea H 7 æqualis ascensui formicis, in singulos binos gradus, seu quantùm ascendit testudo in arcum B H. dein excitatâ perpendiculari supra punctum C, coniungantur li-




neæ B 7, q 6 ; illæ erunt lineæ inclinationis exemplaris commissuræ C B, quòd autem lineæ se intersecent, signum est exemplar detortum esse, & non componi in planam superficiem ; sunt ergo duæ lineæ B 7, q6, latera illius comissuræ, seu subtensæ arcuum talem commissuram componentium ; quare separatim repetatur linea B 7, & quia perpendicularis q K in præparatione incidit in punctum K, excitetur perpendicularis q K æqualis perpendiculari IO, ductâ lineâ q 6 erit perfectum exemplar, nisi quod illi addendi sunt arcus in medio. igitur lineæ B 7 addatur sagitta O desumpta ex primariâ figurâ, & per puncta BO7 describatur arcus ; idem dicendum est de arcu q 6. transferenda enim est sagitta Z.

Demonstratio huius praxis satis difficilis est, indigeretque plurib⁹ lineis vt exacte perficeretur. intelligendum enim esset planum verticale excitatum supra lineam B H, in quod proiicerentur lineæ C q, T V, immò & latera ascendentia, excitanda nempe supra V T, C q, B H, pro vt exigit ascensus testudinis. hæ lineæ ita proiectæ efficerent figuram qualem in præparatione formauimus, & linea q K ( *per primam primi huius* ) indicabit punctum in quod cadet perpendicularis in opere ipso, nempe quæ ducetur à puncto q ad lineam B 7.

Non dissimili ratione formandum erit exemplar concauitatis, repetendo lineam 2 5 4 ex præparatione, in cuius puncto 5, excitanda perpendicularis 56, tum in puncto 4 aptanda linea 46, æqualis subtensæ C2, desumptæ ex figura primigenia, exinde in puncto 6 agenda linea 6 q parallela lineæ 2 5 4, & æqualis lineæ q 6 desumptæ ex præparatione, & erit perfectum exemplar concauitatis.

Præparatio secundæ commissuræ 29, & concauitatis 211 talis erit. quia punctum 2 est infra punctum 9, lineâ 89 ; repetatur linea T V, cui superimponatur linea LM, desumpta ex prima fi-



Digitized by Google

gura quæ ab ea distet secundùm lineam 89. superimponatur item linea 12. æqualis lineæ 3, 11 primæ figuræ, quæ distet à linea LM, secundùm lineam 10, 11 his lineis adiiciatur ascensus vnius gradûs, æqualis nempe lineæ H 7. hoc est lineæ V C, M N, 11P æquales sint lineæ H7 primæ præparationis, tùm ducantur lineæ T C & aliæ, quæ erunt latera exemplarium, nempe TC, LN commissuræ 29; & TC 3P, concauitatis 2 11. quæ latera situm habent aptum ad inuenien-das perpendiculares.

Ex hac præparatione facile componemus exemplaria tàm concauitatis 2 11, quam commissuræ 29. eâdem methodô, quâ superiora composuimus. quia in hac præparatione, quæ est proiectio omnium laterum inter se parallelorum, in planum verticale ipsis pariter parallelum, habetur dispositio perpendicularium, ab extremitate vnius lateris ad aliud. vt iam supra indicauimus, habetur item longitudo laterum reliquorum in figurâ primigeniâ, ex quibus facilè omnia perficiuntur.

Apposuimus in figurâ tertiam præparationem, pro claui, & commissuris eam ambientibus, hæc autem ex schemate facile intelligetur.

Vsus exemplarium talis esto. Paretur vna superficies lapidis, quæ ponatur esse superficies frontis, cui exemplar frontis applicetur, tum inducantur superficies commissurarum, & concauitatis, non quidem vnô tenore: sed quasi sensim, eò quòd vt dixi superficies prædictæ planæ non sint, ideoque toties adhiberi debent exemplaria donec omnino congruant, quod pluries præstandum, vt lapis non nihil in concauitate sua, & commissuris detorqueatur.

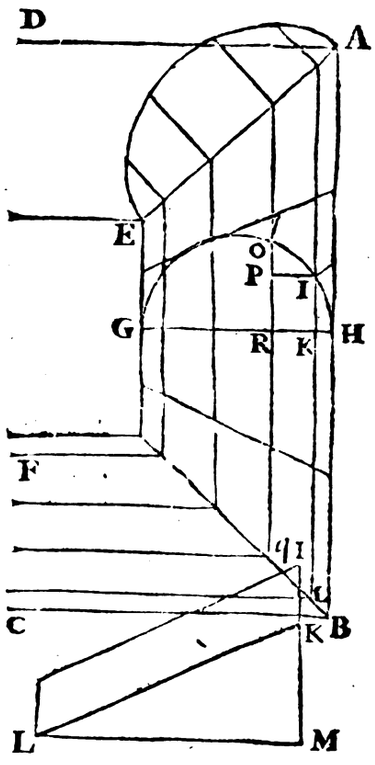
Alia methodus negligit exemplaria communia, & assumit exemplaria inclinationis, vt in primo lapide, ad componendum tale exemplar vtendum esset lineâ 24, quæ est latus inclinatum respondens, lineæ T V, in quam cadit perpendicularis 2T. & ipsâ perpendiculari 2T vtendum esset. vt si separatim ducatur linea 24 cum sua inclinatione, cui addatur linea 2T perficiaturque parallelogrammum T4. hoc exemplari ita vteris, inducatur lapidi superficies plana, quæ respondet linea 2T, huic applica exemplar T4, tum induces alias duas superficies planas secundùm angulum VTB, quibus si vtrinque applices exemplaria frontis, dabitur punctum C: videbiturque quid resecari oporteat vtrinque. hæc methodus facillima est, fitque quasi per resectionem vnde illa vtemur plerumque. si inducenda sit concauitas, hæc ferè fiat secundum concauitatem V I T, nisi quod linea 24 paulò maior est linea VT. ex quo fit vt in eius medio sagitta S I illi aptanda sit, difficillimum erit ista intelligere, nisi ad praxin reuocentur, quod in multis aliis accidet.

## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*De helice sancti Ægidij quadrata.*

Sit quadratum ABCD, in quo vacuum relinquitur aliud minus quadratum EF, sitque imponenda helix sancti Ægidij exteriori quadrato. diuidatur spatium A B, in quotlibet partes prout plures, vel pauciores gradus continere debet diuisus sit in quatuor, super vnâ eius lineâ G H describatur semicirculus, vel si velimus arcus




elumbis, diuidendus more solitô in suas commissuras, à quibus ad diametrum G H cadant perpendicula producenda. super linea EA si describendus sit arcus, transferantur perpendicula arcûs GH, in arcuum EA. idem dicendum esset, si describendi essent arcus super aliis lineis. & hoc sufficeret si testudo non reperet sensim, quia autem sensim attollitur, necessariò habenda sunt exemplaria inclinationis sit verbi gratia formandus lapis, H I, secundum longitudinem B H. sit separatim linea L M æqualis lineæ L K figuræ primigeniæ; cui ad angulos rectos addatur linea M K altitudo duorum graduum, si tot sint gradus à puncto B ad H. linea L K erit latus inclinatum illius lapidis, cui si addatur linea K I, absoluaturque parallelogrammum, illud erit exemplar inclinationis respondens lineæ K I. ita autem formabitur lapis. inducatur lapidi superficies plana respondens lineæ K I, cui applicetur exemplar L I, resectisque superfluis inducantur duæ superficies secundum angulos LKH, KLB, his applicabis exemplaria frontis, quæ habentur in arcubus G H, E A, cuilibet suum proprium, tum animaduertes quid resecandum sit ex lapide, nempe triangulum mixtum KIH.

Si lapis angularis formandus esset, vtendum ferè esset praxi fornicis claustralis, vel inducendæ duæ superficies ad angulos rectos, nempe quæ responderent lineis LN, LK, quibus duo exemplaria inclinata applicares, cætera perficerentur vt iubet superior praxis.

Pro secundo lapide 10, locô lineæ L M, assumenda esset linea qR seu illi æqualis, cui addenda perpendiculariter altitudo duorum graduum, tum linea æqualis lineæ P O. nempe loco altitudinis

tudinis KI, tum formaretur superficies plana secundum illud exemplar, & aliæ duæ item planæ, secundùm q R H, R q B, postea applicarentur exemplaria desumpta, ex propriis arcubus nempe totum exemplar O P I.

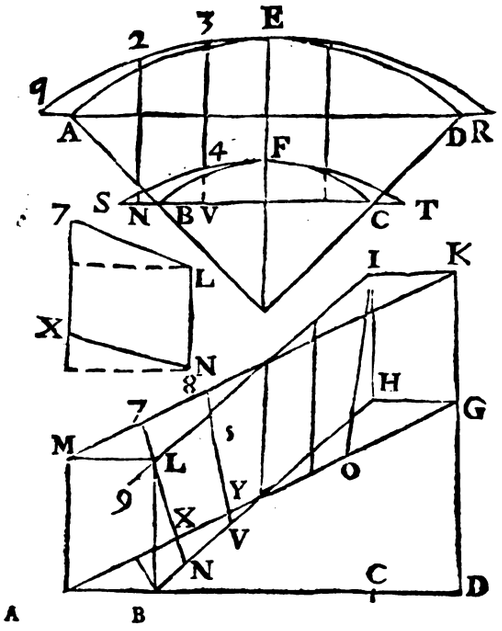
Demonstratio huius praxis facilis est, si enim nulla in hac testudine adderetur inclinatio, ope arcuum descriptorum & praxi datâ perficeretur totum opus quod firmum consisteret, propter commissuras, ex arcubus desumptas, ascensus autem testudinis facile additur, ope exemplarium inclinatorum. hæc praxis potius adhibenda est, quam quæ per exemplaria concauitatis, & commissurarum perficitur.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Segmentum helicis, suspensum.*

Sæpe accidit, vt ad sustentandos gradus, in helicem conformatos opus, sit aliquô segmentô helicis, in turri rotunda ad immittendum multum lumen.




Sit ergo planum horizontale ABCD, substratum helici imponendæ, sintque arcus AED, BFC. sectiones illius plani & turris rotundæ. ducantur AD, BC. quæ separatim repetantur, ita aptatæ vt medius excessus maioris, supra minorem, hinc inde addatur minori. Sit linea D G ascensus elicis in toto illo spatio, vt si in spatio A E D debeant esse 4 gradus; sit linea D G duorum pedum. communiter enim quilibet gradus vnicô semipede ascendit, sit linea G H horizontalis, æqualis lineæ C D; lineæ B H, A G erunt latera inclinata respondentia lineis A D, B C. sit linea HI crassities lapidum: ductâ linea KI parallela & æquali lineæ HG, per puncta K & I ducantur parallelæ, & æquales lineis A G, B H. denique ex quolibet puncto, infra assumptô, tanquam centro ducantur commissuræ L N, I O, diuisàque lineâ LI in quotlibet partes, satiùs foret in partes numerô impares, licèt in hoc exemplo diuisa sit in pares. ducantur reliquæ commissuræ. fiant lineæ ST, qR æquales lineis AG, BH, & per puncta S, F, T, q, E, R describantur circuli. In lineas ST. qR. linearum A H, B G diuisiones transferantur. vt N, V, X, Y, per quæ puncta ducantur perpendiculares secantes, circulos S F T q E R. hæc puncta in circulis ad commissuras pertinebunt, quare ducendæ erunt lineæ coniungentes puncta circulorum ad eandem commissuram pertinentia. habebunturque exemplaria inferiora frontis. nam in turri rotunda frons contrariò sensu sumitur, ac in arcu simplici. seu cuius axis parallelus est horizonti.) necessaria esset & alia figura, in qua repetitis lineis M K, L I descriptisque circulis; & translatis diuisionibus haberentur exemplaria frontis superioris.

Exemplaria concauitatis, & conuexitatis habentur in secunda figura. vt exemplar primum concauitatis est triangulum LBN, secundum erit trapezium LNVS, reliqua autem erunt trapezia inter lineas B H, L I comprehensa. qui vellet exactiùs procedere, pro linea B N assumeret circumferentiam SI, pro linea NV circumferentiam 14 & ita deinceps. pariter pro linea L5 quæ est aliud latus exemplaris concauitatis; assumendus esset arcus illi respondens, diximus enim delineandam esse aliam figuram in qua describendi essent arcus, respondentes lineis LI. MK.

Exemplaria conuexitatis habentur inter lineas AG, MK iisdem obseruatis.

Restant exemplaria commissurarum. Primum erit rectangulum AMLB. quod secundum lineam AB, muro insistere debet. primus enim lapis saltem aliquantisper muro inniti debet. Secundum exemplar commissuræ, repræsentatur lineâ N 7, habetque in concauitate latus L N, in conuexitate latus 7X, & punctum L est punctum in quod cadit perpendicularis à puncto L concauitatis ad latus 7 X, sicut punctum N est illud in quod cadit perpendicularis ex puncto N, ad idem latus. repetatur ergo linea 7 N cum suis diuisionibus & in punctis L & N excitentur perpendiculares, tum aptetur linea X N æqualis lineæ 12, item linea 7 L desumpta ex figura quam non descripsimus. innuimus tamen methodum quâ describenda esset fere similis primæ figuræ. sunt enim diuisiones linearum M K. L I. paulò aliæ, ac diuisiones linearum AG, BH. ita fient reliqua exemplaria commissuratum.

Vsus exemplarium talis erit, incipere poteris à superficie commissuræ vnius, quam induces lapidi, applicatoque exemplari reliqua resecabis, tum in extremitate versus concauitatem fiet, angulus inclinationis æqualis angulo LNB, si fuerit commissura N7, versus conuexitatem fiet angulus LXA. in parte superiori versus concauitatem fiet angulus N L 9. versùs conuexitatem angulus N7M. nam superficies frontis, tàm inferioris, quàm superioris plana non est, sed nonnihil detorta, vt satis indicant lineæ A G, B H, quæ non coincidunt, sed se inuicem secant. superficiei ita detortæ applicabis exemplar frontis. inferioris, aut superioris. tum applicabis concauitati, & cõuexitati sua exemplaria plana. vel ea excauabis circulis q E R, SFT si eos applices secundum lineas inclinatas, vel circulis AED, BFC, si horizontaliter iis vtaris. vt autem melius excauétur vtendum est angulis mixtis vt 215, 341. ista vix con-

cipi possunt nisi fiant figuræ solidæ, cum sit difficile concipere tale opus iam perfectum, multo minus in planum proiectum.

Demonstratio totius praxis petitur ex proiectione. fingitur enim planum verticale æquidistans, tam lineis AD, BC, quam lineis inclinatis AG, BH. in quod hæ lineæ proiiciantur: item finguntur alia plana ad tale planum verticale recta, se intersecantia in vno centro; quæ sunt plana commissurarum, quorum communes sectiones sunt N7, V8. & quia hæc plana sunt recta, ad planum verticale propositum, latera parallela in eandem rectam proiiciuntur, & ex hac proiectione innotescit punctum, in quod cadit perpendicularis ducta ab extremitate vnius lateris in aliud.

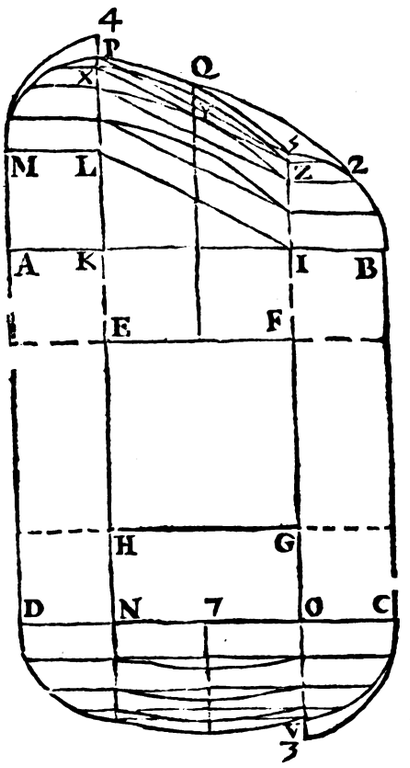
Vt autem sciatur distantia linearum AG BH. quæ fere parallelæ sunt, hoc est non conueniunt, quamuis non sint in eodem plano, bene illas denuò notauimus in qR, ST. addidimus item alium circulum longiorem, vt ostenderetur conuexitas turris sequendo tractum obliquum: quamuis vt verum fatear potius oualis deberet esse. nam sectio cylindri est Ellyptica sed ista sunt minutiora reliqua ex his intelligentur.

## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*Scala suspensa, cuius testudo Claustralis.*

Sit quadratum ABCD in quo scalæ construen-




dæ, ita tamen vt in medio sit spatium quadratum EFGH, quod vacuum sit, sintque quadrata AE, BF horizontalia, sicut & totum spatium DH GC. in spatiis autem GF, FE, FH sit ascensus graduum, sit linea LK altitudo omnium graduum, qui supra KF disponi possint, tum ducatur linea LI & ML parallela lineæ AK. supra ML, IB DN, O C describantur quadrantes diuidendi in partes æquales, ducantur lineæ parallelæ semidiametris ML, IB, DN, OC, coniunganturque lineæ parallelæ lineæ IB. aliæ item parallelæ rectæ NO. fiat arcus Pq5 valde elumbis, conueniens quàm optime fieri poterit cum quadrante MP, & hoc sine vllo angulo, quamuis id fieri non possit in puncto 5. idem obseruandum est in puncto V. sagitta YQ diuidatur in quatuor partes, tum supra lineam XZ fiat arcus ita elumbis, vt eius sagitta, tres tantùm contineat quadrantes sagittæ YQ, sequens arcus duos, & alius vnum, ita vt supra lineam LI, nullus describatur arcus, idem obseruetur circa arcum RTV.

Vsus huius delineationis talis erit, intelligenda est figura totius operis, primò fornix quæ respondet spatio DHGC debet esse fere claustralis, nisi quod nonnihil in medio attollatur, cogitentur enim quatuor ordines lapidum, qui poterunt habere commissuras pro vt exigent arcus elumbes, consistent autem singuli ordines, quia sunt arcuati. ordo tamen muris adhærens rectus erit, poterit tamen habere commissuras ex arcu petitas. in his non video difficultatem, nisi in angulis DH, CG, in quibus lapides secari debent prout exigit testudo claustralis in angulis suis.

Maiorem inuenio difficultatem circa punctum 5, si enim secarentur lapides secundùm concauitates 25, Q5 non consisterent ideoque facto arcu vnico OQ2, debent lapidum commissuræ sequi illius concauitatem.

Hoc scalarum genus non vltra primam contignationem protenditur si ex lapidibus construatur præcipue si superiores scalæ inferioribus innitantur, eo quod cum singuli ordines non multum exorbitent à linea recta, firmitatem non habent, vsque adeò magnam: vnde plurimi diffidentes firmitati operis, lapides inter se vinculis ferreis constringunt, neque tamen opus erit tali cautione, si quæ diximus bene obseruentur, neque lapidum commissuræ ita fiant, vt circa medium impellantur hoc est singuli lapidum ordines sint quasi separati, & quasi verticaliter inter se coniuncti, sic enim ordo inferior superiorem non impellent versus partes interiores.

Addidimus arcus M4, C3, qui denotant concauitatem operis circa lineas 6Q. 7T, fit autem addendo lineas O3, L4, Quæsitoque centro illius arcûs in lineis OC, ML productis, qui alios arcus desideraret supra diagonales DH, CG, deberet supra earum diuisiones, excitare perpendiculares eo modo quo diximus iam supra, in similibus casibus.

## PROPOSITIO IX.

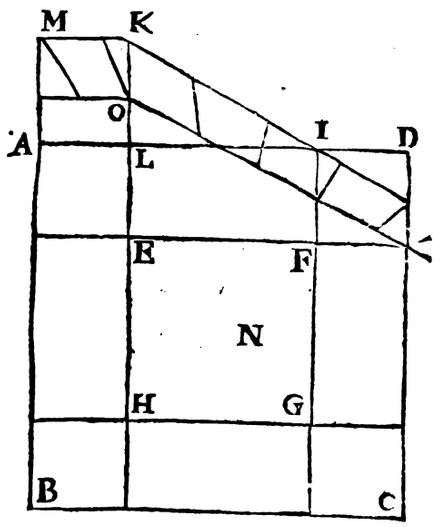
### *Aliud genus scalarum firmius priore.*

Sit sicut in præcedenti propositione quadratum ABCD, sitque relinquendum spatium vacuum EFGH, sintque duo quadrata AE, BF plana horizontalia, sicut & totum spatium BHGC. sit linea LK altitudo omnium graduum, qui supra lineam IL disponi possunt, ducatur linea KI representans inclinationem graduum, & linea MK horizontalis. tum seligatur quodcumque centrum N, è quo ad diuisiones arbitrarias lineæ KI ducantur commissuræ, producaturque linea KI

vsque

Digitized by Google

vsque ad lineam DC. modò lapides crassitiem sufficientem habeant, hoc est linea KO non sit modica; poterunt lapides secundum exemplaria




frontis proposita figurati, firmiter consistere, & gradus sustentare. vt satis per se patet, neque in eo vlla difficultas apparet.

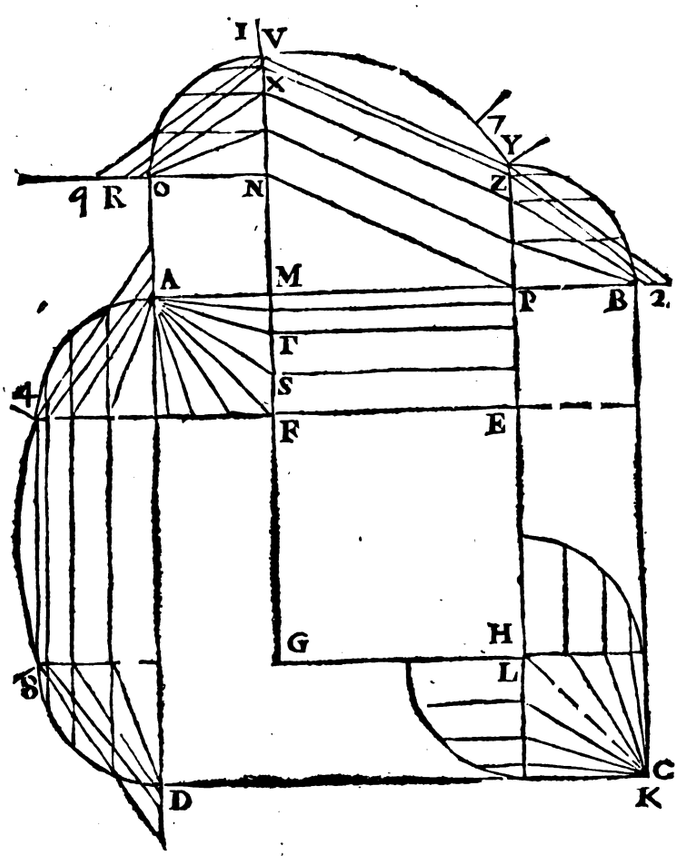
Pariter supra lineam BC, aut arcus valde elumbis; & à linea recta minime exorbitans, aut in lineam rectam degenerans describatur. tota difficultas, huius operis erit in formandis lapidibus, qui vtrique communes sunt. nam in puncto K, quod perpendiculariter, seu verticaliter insistit puncto E, vbi incipere debet ascensus aliorum graduum, quare lapides circa K, & I, duobus arcubus communes erunt. cauendum igitur est ne commissuræ fiant, circa puncta O, & I vt in hac figura vsurpatum est, hoc enim difficultatem pareret. cætera sunt facilia, nec magnâ indigent explicatione, cum sati. superque pateat, totum opus esse satis firmum, modò tamen parietes competentem habeant crassitiem. nam arcus in lineas rectas degenerantes, magnos habent impulsus.

## PROPOSITIO X.

*Scalæ quadratæ, instructæ conicis testudinibus quadratis, in quatuor scilicet angulis*

In Propositione octauâ, aliquam inueniemus difficultatem, in quatuor angulis, in quibus planæ debent esse scalæ, quare in hoc exemplo ademus quatuor conicas testudines quadratas quæ multum firmitatis toti operi afferent reliqua autem praxis similis erit illi quam propositione octaua tradidimus.

Sit ergo quadratum ABCD, in quo construen-




dæ sint scalæ, ita vt in quadratis BE, AF DG, CH conicæ testudines sint faciendæ, separatim repetatur quadratum KL, æquale singulis quadratis supra recensitis, factisque ex more duobus quadrantibus diuisis in quotcumque partes, demissisque perpendiculis, exinde lineis ichnographicis commissuratum in puncto K. diuisio plani horizontalis LK, censeatur translata in quadrata BE. AF, DG, CH. vt vides in quadrato AF; sit linea MN altitudo omnium graduum, qui supra lineam MP collocari possunt; ducaturque linea inclinata NP. sit ON parallela lineæ AM: ex punctis N & P describantur quadrantes circulorum diuisi in quotcumque partes æquales; per singulas diuisiones ducantur lineæ parallelæ semidiametris A M P B, & per extremitates illarum

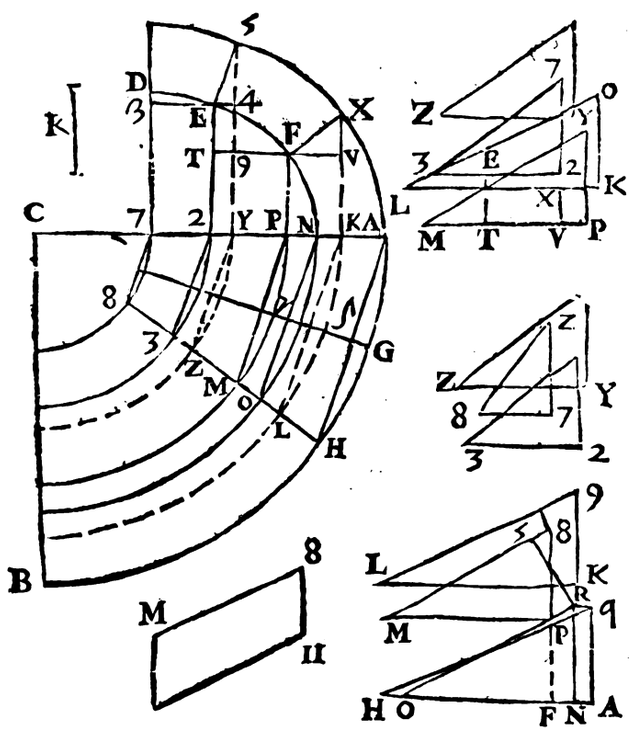
lineatum

linearum ducantur lineæ inclinatæ, parallelæ lineæ PN, supra quas, sicut in propositione octaua descripti intelligantur arcus semper minus & minus conuexi. Supponatur totum spatium A F, D G, debere esse horizontale, hoc est nullos in eo collocandos esse gradus; eadem pro eo construenda est figura, ac in propositione octaua. transferatur linea A E, in N q, A S, in N R, & ita consequenter, & à punctis q, R, cæterisque ducantur lineæ q V, R X. idem fiat circa puncta A, B, D. item per puncta T, S, ducantur parallelæ lineæ FE, & perfecta erit delineatio.

Non explico hîc methodum componendi testudines conicas in quatuor angulis, hæc enim peti debet, ex libro testudinum conicarum, neque etiam singulos arcus, qui supra lineas VY, XZ, cæterasque intelligi debent. Sola coniunctio eorum arcuum cum testudinibus conicis aliquid videtur continere difficultatis. coniunguntur autem commissuræ testudinum conicarum cum fronte arcuum inclinatorum verbi gratiâ, commissura quæ in medio Tholo testudinis conicæ posita est, eô modô quô linea q V, coniungitur cum linea V Y, ideoque posset fieri exemplar, cuius commissura concauitatis, pro testudine conica esset linea q V, & linea commissuræ frontis esset V I, nullum hic pono circulum exteriorem, quia crassities arcus, ad libitum fingitur, vnde si in materia flexibili notentur hæ lineæ, illæ aptari poterunt lapidi, qui in tholo testudinis conicæ fingitur, neque opus est lineis integris, sed tantum angulo qVY, vt lapides communes testudini, & arcui formari possint. angulus tamen, quem hæc duo plana sumpta secundum lineas perpendiculares continebunt, inueniuntur in plano horizontali, saltem pro medio tholo, eritque A F E.

Coniunctio sequentis arcûs, cum commissura testudinis, erit RXZ, & ita consequenter. Ratio est quia lineæ qV, RX, & aliæ sunt latera inclinata testudinis. cum enim linea q N facta sit æqualis, lineæ ichnographicæ AF, & linea NV sit altitudo mediæ testudinis, erit linea q V latus inclinatum, seu commissura concauitatis testudinis conicæ, ita ostendam reliquas lineas R X, cæterasque esse reliquas commissuras concauitatis seu latera inclinata.

Vt autem faciliùs tota praxis procedat, extricetur que magis; vellem testudinem conicam AF, seu O N V simpliciter fieri, contra cuius latus M F aut quadrantem circuli supra illum descriptum inniterentur arcus inclinati, seu reptantes, nempe supra lineas inclinatas V Y, X Z cæterasque descripti. At vero in testudine B E, obliquè minuerentur extremitates lapidum, nempe secundum quadrantem supra P E descriptum, & hoc iuxta commissuram ex centro circuli V 7 Y ductam, vt ostendit linea Y S. idem præstandum esset in punctis 4, & 8, nam lineæ obliquè ductæ ostendunt, nonnihil minuendos esse lapides testudinum conicarum secundum quadrantes, vt ostendunt lineæ 4 & 8. sic enim necessarium non erit rationem habere coniunctionis testudinum conicarum cum arcubus; optimum tamen erit si aliqui lapides vtrique communes sint, vt meliùs inter se testudo & arcus cohæreant.




## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Scala ex parte inferiori suspensa in turri rotunda.*

Hoc scalarum genus admirabilitatem aliquam præ se fert, habet enim testudinem vnicâ tantum sui parte parietibus innixam ideoque industriam maximam requirit quam licet iam dederimus propositione quinta repetimus tamen maioris explicationis gratia eam testudinem absoluemus, si testudini Sphæricæ inclinationem aliquam tribuamus; quia ostendimus supra testudinem Sphæricam,

ficam, ita fieri posse vt in medio relinquatur, quantumlibet magna vacuitas, singuli enim ordines circulares ita se sustentant, vt superiorum adminiculum non requirant, quare si imperfectæ testudini Sphæricæ, aut elumbi adiatur inclinatio, seu fiat reptans testudo, absoluetur opus quod quærimus.

Sit ergo quadrans turris rotundæ A B C cuius centrum C, supra semidiametrum AC describatur arcus elumbis A D imperfectus, quia testudinem volumus imperfectam. diuidatur arcus N D in quotcumque commissuras, æquales A F, F E, E D. à quibus cadant perpendicula in semidiametrum, tum ex centro C per singulas diuisiones semidiametri A C, describantur circuli, qui erunt vestigia horizontalia singulorum ordinum, sint A G, G H spatium duorum graduum, sitque linea K altitudo eorum, ducantur chorda A H, cæteræque ipsi parallelæ.

Primò habemus omnia exemplaria frontis in arcu A D.

Fiat autem pro singulis lapidibus vna præparatio, verbi gratiâ pro lapide A F, in vnam lineam coniungantur lineæ A H, N O, quia sunt in eodem plano; excitentur perpendiculares A q, N R æquales lineæ K, tum ducantur latera inclinata H q, O R, sit M P æqualis sibi correspondenti in prima figura, distans à lineâ A H secundùm lineam P F, desumptam ex prima figurâ excitetur perpendicularis æqualis lineæ K & coniungatur linea M 8, ad eam ducatur perpendicularis R 5. hæc erit prima præparatio.

Pro secundo lapide præparatio. repetatur linea P M, & linea L K, quæ sit altior illâ, secundùm lineam V X, repetatur item, linea 2 3, altior quam linea P M, secundum lineam T E, vltimò repetatur linea Y Z altior quàm linea 2 3, secundùm lineam 9 5, his adiungantur lineæ æquales, lineæ K ducanturque latera inclinata.

Pro tertio lapide repetatur linea 3 2, cui adiungatur lineam 87 altior quam illa secundum lineam 3 D. item linea Z Y altior quam linea 3 2, secundum lineam 4 5. addantur singulis perpendiculares æquales lineæ K, & ducantur latera inclinata cum eadem habitu line, quam habent inter se, ita vt si ab extremitate vnius ad aliud ducatur perpendicularis, inuenire possis punctum in quod cadit perpendicularis in ipso opere.

His peractis faciè habebis omnia exemplaria. incipiamus ab exemplari commissuræ A N, in cuius præparatione, pro A H, quæ esset eius longitudo, nisi obstaret inclinatio fornicis. sumenda est linea Hq. & pro linea ON, linea O R. distantia inter vtramque perpendiculatiter sumpta. erit linea 78, desumpta ex primaria figura. ita absoluetur primum exemplar commissuræ. non debet autem omnino esse planum, quod satis indicant lineæ H q, O R se intersecantes, hæc enim intersectio ostendit, eas in eodem plano non esse.

In eadem præparatione habebis exemplar concauitatis F N, vtendo nempe lineis O R, M8, quarum habitudinem satis ostendit perpendicularis R 5.

In eadem item præparatione habebitur exemplar commissuræ F X vtendo lineis M 8, L 9.

Ex aliis præparationibus eruentur reliqua exemplaria vt pro concauitate E F, lineæ M Y, 37, & ita de cæteris.

Sed sine vllis exemplaribus concauitatis, & commissurarum, cum solis exemplaribus inclinationis totum opus absoluemus. Nam pro primo lapide assumenda est linea inclinata M 8 cum sua inclinatione, cui addatur linea 8 11. æqualis lineæ P F, tum perficiatur parallelogrammum. inducatur lapidi superficies plana, cui applicabitur parallelogrammum M 11. cum hac superficie fiant aliæ duæ superficies secundum angulum M P A desumptum ex primaria figura, his superficiebus induces duo exemplaria frontis N F A, quorum vum altius erit alio, pro vt id indicabit superficies parallelogrammi reptantis M 11.

Pro exemplari inclinationis secundi lapidis, vtere linea inclinatâ 30, & perpendiculari E T. Pro tertio lapide vtere linea inclinatâ 8 Z, & perpendiculari D 3.

Demonstratio eadem est quæ quintæ huius, nam lapides in singulis ordinibus cadere non possunt, versus partes exteriores quia parietibus insistunt, non cadent etiam versus centrum, quia cum ex ea parte sint graciliores, se inuicem coërcent, neque enim partes crassiores locum graciliorum occupare possunt.

Ad maiorem operis firmitatem nollem vt singuli ordines separarentur, sed vt lapides nonnulli communicarent, & commissuræ non omnes inter se congruerent. necessarium item est vt primi ordines, terræ ita insistant, vt retrocedere non possint, supremi item debent coërceri, aut aliqua testudine, aut saltem aliquo arcu in muros exteriores incurrente. cum enim huius testudinis nullus sit finis, opus tamen sit, vt ordines superiores coërceantur, supremus coërceri non poterit nisi illi addatur aliquid aliud.

## PROPOSITIO XII.

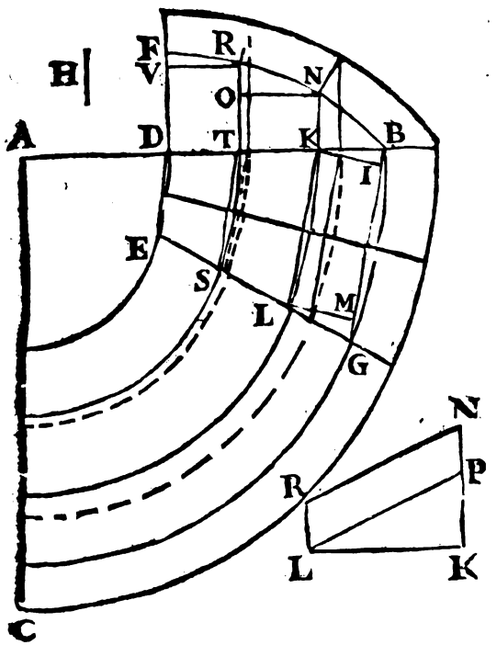
### Problema.

*Scalæ interiori parte sustensæ in turri Ellyptica.*

Hoc scalarum genus à nullo authore proponitur quod sciam, ad vsum tamen est reuocatum, Lugduni in domo publica. Ex iis quæ supra dedimus facile intelligetur, testudinem enim plano Ellyptico imposuimus, immo coronæ Ellypticæ, quæ fornix si imperfecta sit, & repat, opus absoluet quale desideramus. Sit ergo quadrans Ellypsis ABC. & alia interior Ellypsis DE, si fieri potest non tantùm concentrica, sed etiam æquali interuallo distans ab exteriori. quæ distantia sumatur secundùm radios à centro procedentes. hoc est lineæ D B, E G sint æquales, describatur arcus B E, valdè elumbis, in suas commissuras distributus, à quibus cadant perpendicula in lineam DB; tum per extremitates perpendiculorum describantur Ellypses, æquidistantes, tam interiori, quàm exteriori. sit BG interuallum duorum graduum, & linea H sit ascensus eorum. ducantur chordæ B G, K L, & aliæ.



Digitized by Google




Primo omnia exemplaria frontis habentur in arcu B F.

Exemplaria reliqua indigent præparationibus omninò similibus, iis quas in superiore propositione explicuimus, nisi quod dum duæ chordæ coniunguntur in vnam præparationem, non debeant ita coniungi, vt longiores, ex vtrâque parte excedant æqualiter eas, quæ sunt breuiores. hoc est si ad formandum primum lapidem lineæ BG, KL coniungendæ sunt, quia certum est ductis perpendicularibus KI, LM, lineam M G maiorem esse linea I B, ideo dum coniungentur in vnum, linea B G excedat ex vna parte lineam K L, secundum lineam M G.

Sed quia facilius est totum opus exequi, cum solis exemplaribus inclinationis; repetatur separatim linea KL; cui ad angulos rectos adiungatur linea K P æqualis lineæ H, item sit PN æqualis lineæ KN; ductâque lineâ LP, absoluatur parallelogrammum LN, illud erit exemplar inclinationis primi lapidis, quô ita vteris.

Inducatur lapidi superficies, cui parallelogrammum PN applicabis, tum fiant duæ superficies, quæ cum superficie parallelogrammi PH angulos efficiat LKB, KLG, his superficiebus applicentur duo exemplaria frontis B N.

Pro secundo lapide, veteris linea TS, & vice lineæ PN, adiunges altitudinem O R, & pro tertio lapide altitudinem V F.

Cætera vsus satis docebit.



TRACTA

Digitized by Google

# TRACTATVS XIII.

# ARCHITECTVRA MILITARIS.

*QVAMVIS tot iam in lucem prodierint, Architecturæ militaris tractatus, à doctißimis, & peritißimis architectis elucubrati, qui Theoriam cum praxi coniungentes, expendere potuerunt, an bene cogitata belli euentibus reſponderent; atque ex alia parte ſtatus meus, vt pote religioſus, ab his materiis pertractandis videatur alienior; ne tamen operi noſtro, ſeu curſui integro, deſit hæc pars, quæ à multis inter præcipuas recenſetur; inſtituendus fuit hic tractatus. Alienis experientiis, doctiſſimiſque eorum commentationibus fidendum fuit: ordinem autem, & perſpicuitatem quàm potero maximam iis affundam; & ad certa principia, non quidem omninò Mathematica; ſed mixta, & deſumpta ex machinis hodiernis quibus vrbes ſolent expugnari, omnes propoſitiones reuocabo. Hunc tractatum in ſex Libros partior.*

*Primus ſola tradet huius ſcientiæ principia vniverſalia.*
*Secundus munimentorum regularium doctrinam proponet.*
*Tertius opera externa extruet.*
*Quartus vrbes irregulares muniet.*
*Quintus impugnationem, & caſtrametationem continebit.*
*Sextus denique repugnationem, ſeu defenſionem complectetur.*

---

## LIBER PRIMVS.

### *PRINCIPIA VNIVERSALIA ARCHITECTVRÆ MILITARIS.*

Duo hic liber continet, definitiones, ſeu terminos tam ichnographicos, quam ſcenographicos, & axiomata quibus propoſitiones omnes deinceps innitentur.

#### DEFINITIO I.

ARchitecturæ militaris munus, eſt loci alicuius partes, ita diſponere; vt pauci multis obſiſtere, potiorique conditione, repugnare poſſint. Ex qua definitione primò conſtat, eam inter Architecturæ partes recenſendam eſſe, cum in ordinem munimenta dirigat; ſecundò oppugnatoriam complecti, cum obſeſſores nonnulla opera obſeſſis obiiciant.

#### DEFINITIO II.

Vrbs eſt ædium, & domorum numerus ſatis magnus mœnibus cinctus, Arx verò addit præterea certa munimenta, quibus facilè hoſti obſiſtere poſſimus; communiter tamen arces volumus vrbibus addi, aut ad tutelam, aut ad continendos ciues in officio, nam vrbes munitas nomine generali munitionis, ſeu forterefſæ nuncupamus.

Reductus pro loco peculiariter munito accipitur.

Caſtellum eſt munitio methodô antiquorum turribus cincta.

Munitiuncula, eſt parua munitio, cuius ſcilicet apices propugnaculorum, minùs quam 120. exapedis diſtant inter ſe.

Munitio regularis eſt, quæ & angulos, & latera habet æqualia, ſumitque appellationem ex numero laterum, dicitur nempe pentagona, exagona, quadrata. Illiuſque partes ſunt quæ ſequuntur.

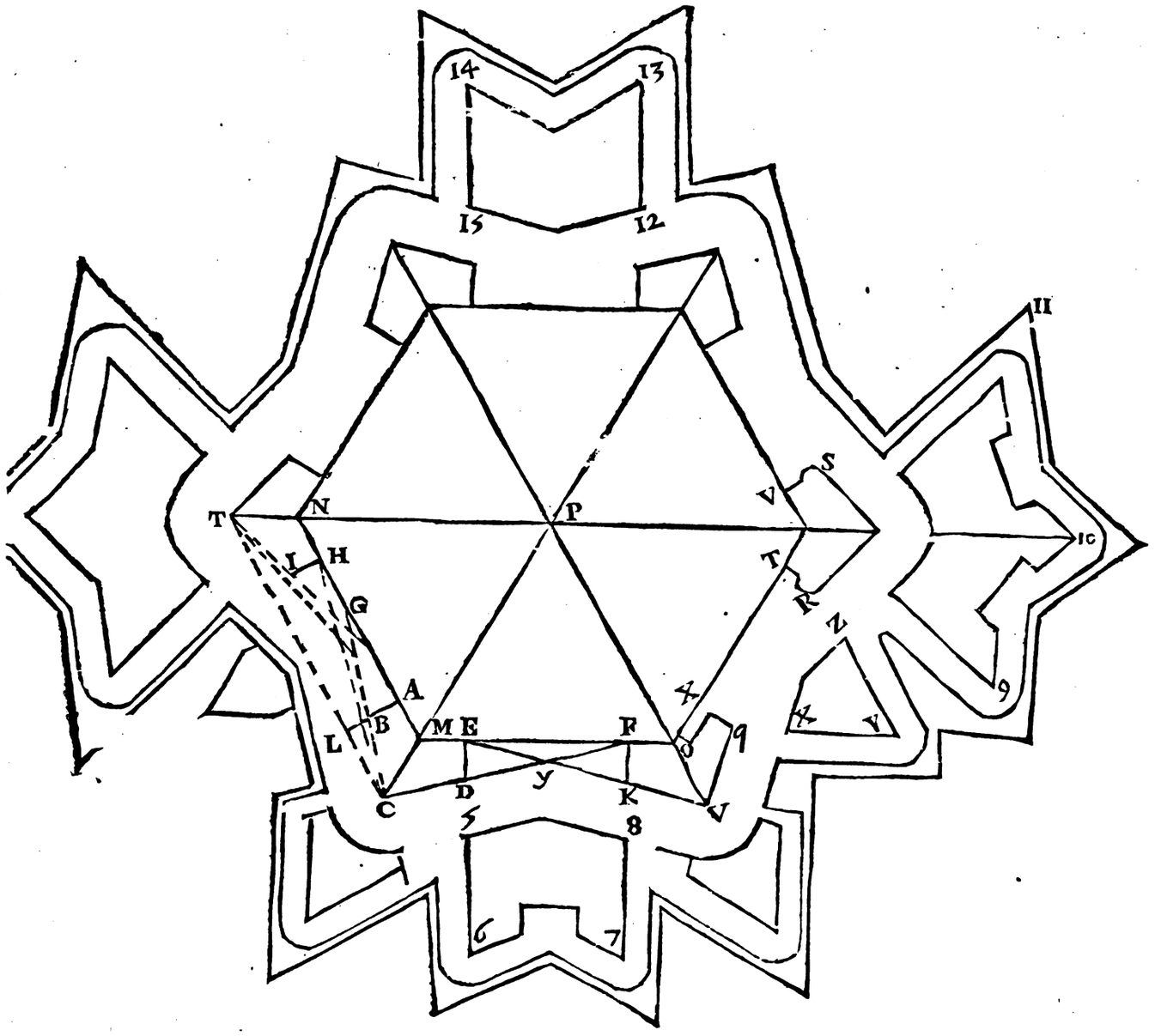
#### DEFINITIO III.

Propugnaculum (*Baſtion, Bouleuard,*) eſt moles pentagona, exteriùs hoſtibus obiecta, & munitioni adhærens, vt A B C D. addidi has voces (*Munitioni adhærens*) quia ſi à munitione diſtaret, etiamſi iiſdem conſtaret partibus, non propugnaculum, ſed parmula (*Rauelin*) diceretur. lineæ autem quibus conſtat ſunt hæ. collum, facies, ala, capitalis.

Facies propugnaculi ſunt duæ lineæ eius angulum exteriorem comprehendentes. quales ſunt B C, C D.



Digitized by Google




Ala ( *le flanc* ) coniungit facies propugnaculi cum cortina, vt A B, D E.

Collum ( *la gorge* ) vt plurimum duabus lineis conſtat, A M, M E, quæ angulum polygoni interioris componunt. quælibet autem ſemicollum vocatur. *demigorge*, Capitalis ducitur ab angulo interiori polygoni, ad apicem propugnaculi, vt M C.

## DEFINITIO IV.

Cortina, quam chordam nonnulli vocant, ab ala vnius propugnaculi ad alterius alam protenditur vt A H.

## DEFINITIO V.

Linea defenſionis ſtringens. ducitur ſecundum faciem propugnaculi, & ad punctum aliquod cortinæ protenditur vt C B G. *la ligne de défenſe rasante.*

Linea defenſionis figens, angulum cum facie comprehendit, & protenditur, ad punctum in quo ala cum cortina incidit. talis eſt linea H C, Hæc diſtinctio lineæ defenſionis, in ſtringentem, & figentem non habet locum in omni munimento, ſæpe enim, linea ſtringens, incidit in extremitatem alæ. vt C F. *ligne de défenſe fichante.*

Ala ſecunda, ſeu ala cortinæ, eſt pars cortinæ inter duas lineas defenſionis comprehenſa, vt H G. vocatur autem ala, quia alæ officio fungitur, ſicut enim ala H I, arcet hoſtes à facie B C, propugnaculi oppoſiti, ita etiam ex H G, arceri poſſunt. *Second flanc. Le feu, de la courtine.*

Hæc ſecunda ala non habet locum in omni munimento.

Complementum cortinæ, eſt reliquum cortinæ, ablatâ alâ ſecundâ vt A G.

Liberum ſtringentis, erit reliquum ſtringentis ablatâ facie vt B G.

Alæ continuatio : ad latus polygoni exterioris, vt B L.

Frons propugnaculi eſt pars lateris polygoni exterioris reſpondens faciei vt L C. *le front du baſtion.*

## DEFINITIO VI.

Polygonum interius, eſt circuitus munitionis, intra propugnacula acceptus, vt linea MN, MO, & reliquæ ſimul ſumptæ. *Polygone interieur.*

Polygonum exterius, eſt munitionis circuitus propu

Digitized by Google

propugnacula comprehendens ; vt CT, CV, *Polygone exterieur*.

Distantia polygonorum est ala simul cum sua continuatione, talis est ABL. seu linea AL. *distance des Polygones.*

Latus arcis, est latus poligoni interni. vt MN.

Distantia propugnaculorum, seu latus polygoni externi, vt C T.

Minor semidiameter est semidiameter polygoni interni vt P M.

Maior semidiameter, erit semidiameter polygoni externi. vt P C.

Humerus continet duas tertias alæ, reliquas ablatâ tormentorum statione. dicitur autem Humerus si sit quadratus, auricula si in circulum circumflectatur. Illius officium est tormenta protegere, & occultare. *l'espaule, l'orillon.* R8.

Suggestum inferius, suggestum superius, sunt stationes tormentorum nunc quidem vna post aliam, aliàs superior statio, inferiori imminebat, & testudini imponebatur; vnde inferior caza armata dicebatur; qui modus communiter reiicitur, eò quòd propter fumum inutilis reddatur inferior, & fornices tormentorum ictibus verberati, facillimè dissiciantur. *place haute, place basse.* Post lineas sequuntur anguli.

## DEFINITIO VII.

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

Angulus circumferentiæ à duabus lateribus munitionis formatur vt N M O. *l'angle de la circonference.*

Angulus propugnaculi seu defensus, formatur à duabus faciebus vt BCD. *l'angle flanqué*

Angulus alæ subtensus, est angulus stringentis & cortinæ vt AGB.

Angulus forcipulæ, seu angulus defendens exterior, aut angulus decussationis à duabus stringentibus comprehenditur; vt DYK. *l'Angle flanquant.*

Angulus determinans alam vt EMD l'angle *forme flanc.*

Angulus Homeri, alæ nempe, & faciei, vt ABC. *l'Angle de l'espaule.*

Angulus imminutus, est angulus comprehensus facie propugnaculi & latere polygoni exterioris vt LCB. *Angle diminué.*

Angulus colli formatur à semicollo, & capitali vt AMC.

## DEFINITIO. VIII.

Fossa munitionem ambit, eius interior ascensus vocabitur Etisma interius; exterior vero Etisma exterius dicetur *Scarpe, contrescarpe.*

Via tecta seu statio suburbana. fossam & consequenter, totam munitionem ambit, dicitur autem tecta, eò quod loricam habeat quâ protegatur, *c'est un couuert corridor.*

Distat autem à fossâ, hæc lorica tribus, aut quatuor exapedis eam latitudinem viæ rectæ relinquens.

Hanc excipit basis seu pes loricæ, sensim desinens in campestrem superficiem *Le glacis.*

Statio promuralis Est quasi secundum vallum, & secundus munitionis ambitus, multo tamen præcipuò vallô depressior. *Fausse braye.*

## DEFINITIO IX.

Explicatis quasi essentialibus cuiuscumque munitionis partibus, hîc exteriores, & quasi accidentales partes subiiciantur tales sunt parmulæ, cassides seu lunulæ, cornuta, coronata, forcipulæ duplices, & simplices, quæ opera, vel ad longiùs remouendum hostem pertinent, vel ad occupandâ loca, quæ arci possent officere.

Parmula est moles vt plurimum trilatera, à munitione separata, & vltra fossam cortinæ obiecta, duabus tantum vt plurimum faciebus constans quarum longitudo 30 & 40 habent exapedas vt XYZ *Rauelin.*

## DEFINITIO X.

Lunulæ seu cassides sunt pariter moles trilateræ, propugnaculi angulo vltra fossam obiectæ, dicuntur lunulæ eò quòd in orbem eâ in parte flectatur fossa, Lunulæque similitudinem referat; sæpe tamen etiam parmulæ lunarum appellationem habent *demi lunes.*

## DEFINITIO XI.

Opera cornuta sunt etiam moles, vltra fossam positæ, constantes duobus lateribus, ad perpendiculum in cortinam incidentibus, & parallelis inter se, duobus itẽ dimidiatis propugnaculis, & vnâ cortinâ talis est moles 5678 quoties accidit vt longiora sint latera 87,56 excedantque mousquetæ iactum, illis adduntur alæ, vt plurimum tamen iis. carent, obiiciuntur hæ moles cortinis. *Ouurages à Cornes.*

## DEFINITIO XII.

OPera coronata sua item habent latera, non parallela sed plerumque diuergentia, duoque semipropugnacula & vnum integrum, & nonnunquam duo integra, ex quo clarum est in iis componendis duabus saltem opus esse cortinis vt 9. 10, 11. hæc angulo propugnaculi communiter obiiciuntur *ouurages à couronnes.*

Cortinis cornutorum, & etiam coronatorum obiiciuntur nonnunquam parmulæ, aut lunulæ, Latera cornutorum vt plurimum parallela sunt, & Coronatorum diuergentia. possunt tamen etiam cornutorum latera diuaricari exteriùs, tuncque hirundinis caudam imitantur, nonnunquam ad intra diuergunt, *à queüe d'auonde.*

## DEFINITIO XIII.

Forcipes latera habent vt cornuta, aut vt coronata: sed vice propugnaculorum simplicem angulum externum. vt, 12, 13, 14, 15. *tenaille.*

Forcipes duplices esse possunt, quæ ad coronatorum similitudinem detractis tantum propugnaculis accedent. *double tenaille.*

Hæc opera externa altiora sunt, solo agri externi, suôque vallô muniuntur humiliori tamen; quàm sit primum illud vallum quod descripsimus, & quod præcipuam locum obtinet, suâ item fossâ ambiuntur quæ saltem dimidiatam fossæ principalis latitudinem obtineat.

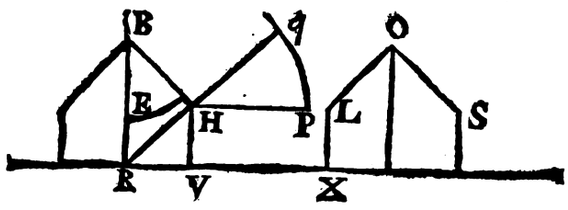
## DEFINITIO XIV.

Propugnacula plana, ea sunt quæ lineæ rectæ, non autem angulo imponuntur: ita vt duæ lineæ semicolli in directum iaceant. irregularibus munitionibus inseruiunt, quoties vnum latus in duas aut tres cortinas diuidendus est, eò quòd longo interuallo musquetæ, iactum superet

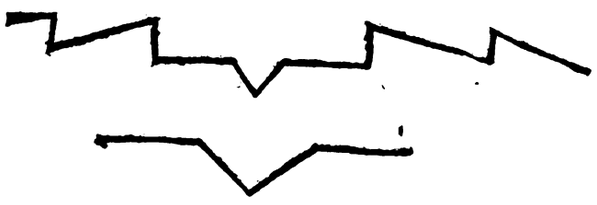


Digitized by Google

eam habent præ cæteris prærogatiuam, quod ſe cundam alam in cortina longiſſimam ſortiantur. *baſtion plat.*



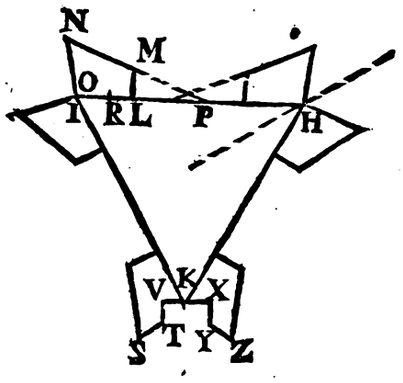

Quoties accidit vt arcis alicuius latus precipue fluminibus & mari obiectum propugnaculis muniri non poteſt, in uarios anfractus & angulos ſinuatur, quod ſinus angulis rectis conſtantes humeros vocamus.



## DEFINITIO XV.

Dnplicia propugnacula, ex duobus propugnaculis ſimul iunctis coaleſcunt, qualem figuram hic vides hoc eſt duplicem habent lineam capitalem. hec vtilia ſunt quoties angulus propugnaculi ſit acutior gradibus 60, ita vt in immenſum protendentur propugnaculorum facies.

Hæ ſunt definitiones Ichnographicæ, ſeu prima fundamentorum veſtigia, quæ in ſolo exarari debent. hoc eſt ſi imaginemur planum horizontale



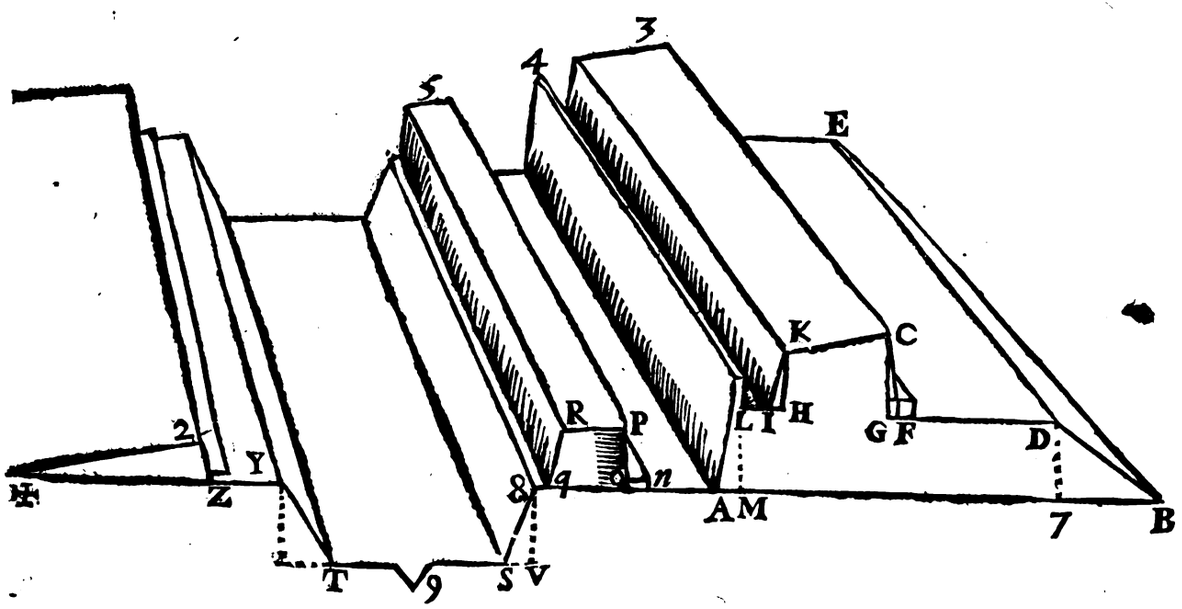

totam munitionem ſecans, communis ſectio huius plani & murorum eas exhibebit lineas, & angulos quos huc vſque deſcripſimus.

His veſtigiis inſiſtunt vallorum, & propugnaculorum moles, fodiendæque ſunt foſſæ. quia autem excitanda opera non vnam habent altitudinem, aliud planum ſed verticale imaginamur, cuius & operum communes ſectiones altitudines varias exhibent eas lineas ſcenographica nuncupabimus.

# DEFINITIONES Scenographicæ.

## DEFINITIO XVI.

VAllum eſt moles totam arcem ambiens aliquando hæc moles terrea eſt, nonnunquam




exterius muro veſtitur. quoties murum habet lapideum, promurali carere debet. nam dum tormentis maioribus verberatur murus, lapidum fragmenta diſſilientia, promuralem ſtationem reddunt inhabitabilem.

Talem molem exhibemus ABC. quæ ſubintelligitur totam arcem ambire, ipſaque propugnacula circuire, niſi omninó plena fiant, quod ſatiú plerique iudicant. hæc moles vim tormenti maioris ſuſtinere debet, eius ergo latitudo etiam detractis eriſmatibus ſeptem ſaltem exapedas continet. *Le Rempart.*

Eriſma interius erit BD, & vt aſcenſus ſit facilior angulus AB D erit 45 graduum, & lineæ 7B, 7D æquales. *Le Talud interieur.*

Statio vallaris DEF, tormentorum bellicorum capax eſt, lineaque F D quatuor continet exapedas. *Le terre plein du rampard.*

Lorica

Digitized by Google

Lorica valli, seu vt vocant Lorica Regia, mole constat, quam bombardæ maioris globus peruadere non possit, vnde tres exapedas habere debet; *Le parapet.*

Suppedaneum habet in F, vt miles Loricæ mousquetam imponens, eam dirigere possit. basis Loricæ IF, crisma interius FG; exterius H I. *La banquette.*

Ambulacrum vigilum L I eius Lorica L4. *Le chemin des rondes.*

Statio promuralis AO Loricam habet vix vallum, constantem iisdem partibus quibus constat Lorica Regia *la fausse braye.* statio tamen non habet latitudinem æqualem stationi vallari, sed pauló minorem. in pluribus vt dixi munitionibus nulla est statio promuralis, quare immediate crisma exterius valli, excipit margo vallaris, quæ in hoc exemplo potiùs dicetur margo promuralis 98, *la berme.*

## DEFINITIO XVII.

Fossa q S T Y. munitionem omnem ambiens, nonnunquam vacua est seu sicca; nonnunquam aquis plena. Crisma interius 8 S. exterius Y T, *l'escarpe, la contrescarpe.*

Cupula 9. fossa secundaria intra primam præcipuè dum sicca est. *Cuuette.*

## DEFINITIO XVIII.

Ambulacrum seu via tecta vltra fossam munitionem ambiens Loricam habet Z24, suo item suppedaneo instructam, & crisma sensim in exterioris agri superficiem desinens. *Chemin couuert. Parapet du chemin couuert.*

Partes valli præcipui modo recensitæ; intelligi proportione quâdam debent de vallo operum externorum, vltra fossam hosti obiectorum, vt sunt parmulæ, cassides seu lunulæ, cornuta, coronata, forcipes, hæc enim omnia suum habent vallum, humilius tamen principali vallo. suam loricam habent & fossam, communis tamen est omnibus via tecta, quæ cuncta etiam opera externa complectitur.

## DEFINITIO XIX.

Referam hic nonnullarum vocum explicationem, quæ facile ad præcedentia capita reuocari non potuerunt. Angulus externus ille est cuius apex hosti obiicitur, internus autem ad interiora protenditur.

Armorum Platea, *place d'Arme.* Platea seu area est intra munitionem posita, in qua congregari debent milites, vt ordinatè ad suam stationem procedant, aut ab ea regrediantur.

Tormentorum fenestræ, *Embrasures* in quibus scilicèt collocantur, vt in hostem explodantur.

Margo vallaris, quæ intra fossam, & vallum relinquitur, vt decidentes valli ruinas excipiat, ne in fossam decidant. *Berme.*

Suggestum machinarum est moles supra vallum eminens, in qua tormenta bellica collocantur. *Caualier.*

Locus alteri dominari dicitur, si nouem pedibus eô fit altior. *Commandement.*

Lapidei aut lateritij muri soliditas, indusij nomen habet, eò quòd vallum vestiat, & defendat. *Chemise.*

Cataracta, crates, occa, cancellis validis constantes fores suspenduntur, demittunturque ad portas munitionis, quoties subitus hostium instat metus. *Sarrasine.*

Vacerræ, longioribus palis in terram infixis continuaque trabe reuinctis constans vallum. pali autem nonnunquam verticaliter in terram infiguntur, aliàs horizontaliter. *Palissade, frese.*

Repagula & breuioribus & minus crebris palis constant *barrieres.*

Hirsuta trabes, hoc est frequentibus, & longioribus acuminibus exasperata. *Cheual de frise.*

Viminea & prælta corbita, terrâ farta. ad retundendos tormentorum globos. *Gabion.*

Cæteræ voces in decursu provt occurrent explicabuntur.

## AXIOMATA.

Ordo scientiæ exigit, vt explicatis vocibus, & terminis, certa proponamus axiomata, quibus conclusiones nostræ fulciantur, & quibus, vt lydiô lapide praxes nostræ probentur; vt autem meliùs horum axiomatum veritas eluceſcat, reuocandus est finis initiô propositus, quem scilicèt nostra hæc Architectonica intendit. Finis igitur huius scientiæ est, munitionis partes ita digerere; vt pauci pluribus resistere possint, potioresque habeant partes. Scio quidem munitionem nullam inexpugnabilem esse; si nempe à quolibet exercitu oppugnetur, cum inter impugnantes, & obsessos certa debeat proportio intercedere. Vnde si mille homines octo aut decem millibus diu resistât, permagni, haud dubiè arcem, quæ talem confert prærogatiuam obsessis, faciendam esse existimo. Machinarum autem, & modi impugnandi hodierni habenda est ratio maxima, arces enim quæ ante inuentum puluerem pyrium satis validæ, & munitæ censebantur; machinis nostris & tormentis facilè expugnantur; quare si earum defectus, & imbecillitatem attentius perpendamus id ad confirmanda nostra axiomata, non parum conferet.

Initiô quidem vrbes muris continuis, & nullibi interruptis cingebantur, nullâ mole in hostes quasi erumpente, quæ vel per latera, vel etiam à tergo eos inuaderet: ex quo fiebat vt quamuis distanti & aduentanti hosti nocerent, vicino tamen nihil obessent; muris ipsis protegentibus, & obsessorum iaculâ arcentibus., unde speculas iaculatorias addiderunt, vt hostem lapidibus obruerent. sed cum hæc iacula sint imbellia, quorum ictus facilè obtundantur; Turres addiderunt è quibus aduersarios ad latera adorirentur, & impeterent. Hæ turres variæ fuerunt, & vt primum arietem adhibuerunt rotundæ aptiores visæ sunt.

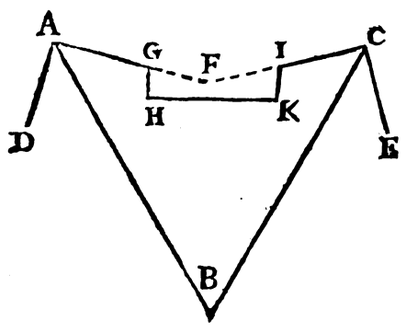
Earum quippe lapides in cuneum efformati, ariete pulsati melius, & firmius coëunt.

Hæc methodus optima visa est, vsque ad inuentas pyrias machinas, neque enim muri nisi crassiores tormentis bellicis, multò minùs cuniculis resistunt. Moles rotundas hosti non obiicimus, primò ne directè, verberari & impeti possint, eo quòd qui hôc modô molem orbiculatam impugnarent, longiùs à cæteris munitionis partibus abessent, quæ propterea suppetias ferre, & laboranti membro opitulari non possent. Angulosam potius molem obiicimus, quia nempe cum obliqui ictus inualidi sint, vt ad angulos rectos angulosam molem adoriantur hostes; ne-

cesse

ceſſe eſt ; vt ad vicinum accedant propugnaculum, ex quo fit vt eos, ad latera, & ſæpe a tergo i petamus, quod in rotunda mole non eueniret, quam vndique ad angulos rectos detegimus. accedit quod ante circularem molem aliquis ſit locus tutus, è quo hoſtis deturbari non poſſit.

Secundo volumus vt hæ moles hoſti obiectæ, primò tormentorum impetum & ictum ferant ; vnde paruæ eſſe non poſſunt. Secundò vt plures in iis propugnatores collocentur, vnde ſatiùs ſemper eſt pauciora extruere propugnacula, & maiora ; quàm plura & minora. Tertiò quia libentiùs propugnacula aggreditur hoſtis, vt pote magis expoſita, & minus defenſa, quàm cortinam duobus, hinc inde propugnaculis, munitam, ideo ſatis magna eſſe oportet, vt noui valli per reſciſſionem extructi ſint capacia.




Cum igitur cogamur hoſti angulum obiicere, non tamen lineas angulum comprehendentes longius, nempe ad cortinam vſque producimus. quia tota munitio anguloſa eſſet, ſicque omnia obliquam tantum defenſionem haberent, vt ſi propugnaculorum facies A G, C I, ad concurſum vſque protenderentur, longiores eſſent facies. reſtaretque locus in puncto F, in quo hoſtis tutò degere poſſet ; præcipuè quando vallum altius eſt. quibus ita ſuppoſitis facilè certas regulas conſtituemus, in quibus ſitam eſſe ſcientiam noſtram exiſtimo : multi enim varias tantum praxes proponunt, quod facillimum eſt, quid autem in hac materia ſit optimum non ita quis facilè conſtituat. conſtitutis enim legibus, & axiomatibus praxes ſequentur, ſiue quis regulam & circinum tantùm adhibeat, ſiue ſinubus, tangentibus & ſecantibus exactioris calculi gratiâ vtatur.

## AXIOMA I.

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

Hoc primum eſto axioma ab omnibus conceſſum, ratio autem eſt quia ſi detur talis locus, impune poterit ab hoſtibus occupari, vnde cuniculo, & ſuffoſione ſubuerſus viam faciet & aperiet, atque id ſine diſpendio aſſequetur aggreſſor, quod magnis expenſis proſequitur. ideo enim loricam & defenſiones omnes quatit & deſiicit, vt impune ad vallum adrepat, ibique foſſorem collocet, qui intra paucos dies cuniculum perficiat : propter eandem rationem nolumus vt propugnaculorum apices in orbem flectantur, quamuis fortiores euaderent, ne pars magni alioquin momenti defenſione deſtituatur. denique hic defectus directè opponitur fini, architectonicæ noſtræ, quæ munitionis partes, ita diſtribuendas ſuſcipit, vt aggreſſor à fronte, à lateribus, & ſi fieri poſſit a tergo impetatur.

## AXIOMA II.

Maxima defenſionis linea 180 aut 140 exapedas ſeu 720 aut 840 pedes ne excedat. Ratio huius axiomatis petitur ex machina, quâ aggreſſorem arcemus, ſeu à mouſqueta, neque enim conſueta defenſio in tormento maiori ſita eſſe poteſt, quia nimis multa requirit vt explodatur, nec ita certô in hoſtem dirigitur : vnde ſi res tormentò bellicô ageretur, lubenter aggreſſor nonnullos ex ſuis exponeret, vt primô aditu ſtationem ad muros collocaret. quia certum eſt paucos admodum, ſoloſque vt vocant infœlices ictu maioris bombardæ interire ; quare poſſet facile foſſor, ad vallum ire, eo quod incerti ſint admodum, tales ictus.

At vero mouſqueta, nec tantum requirit apparatum, aut expenſas vt explodatur, certiuſque ferit. Saltem in ea diſtantia, quamuis autem ad mille pedes ſæpe feriat præcipue ſi attollatur & altius collimet quam ſit ſcopus : incertus tamen eſt ictus, nec debuit defenſio vribis alicuius, fortunæ, & incertitudini committi. munitiones quæ hos limites tranſgrediuntur maioribus mouſquetis inſtruuntur, vt certò deturbari poſſit aggreſſor, & vt plurimum ſecundariam habent alam in cortina, vix tamè vnquam 160 aut 170 exapedas, huiuſmodi linea excedit. expenſæ haud dubiè eſſent minores ſi liceret maiorem habere defenſionis lineam, quia nonnunquam ſub eodem ambitu vnum poſſet deeſſe propugnaculum. Hollandi exactiſſimè eam obſeruant regulam, Hiſpani non item.

Ratio vlterior huius axiomatis in præcedenti fundatur, locus enim è quo cum aliqua certitudine non poteſt hoſtis deturbari, pro non defenſo haberi debet. Sed vt aliquid certi in hac materia conſtituamus, & ordinate procedamus ſemipedem Rynlandicum hic propono nempe lineam A B, componunt autem virgam ex linea A B vigeſies quater ſumpta, nos exapedam ex linea A B duodecies ſumptâ componemus.

Comes de Pagan vtitur pede paulo maiore, & nonnihil hanc regulam tranſgreditur dat enim 140 exapedas. hâc forſitan ratione perſuaſus, quod his temporibus, non amplius apex propugnaculi diſiiciendus ſuſcipiatur, ſed cuniculo media facies impetatur, non erunt autem plures quam centum viginti pedes ab ala, ad mediam propugnaculi oppoſiti faciem.

Ex hâc defenſionis lineâ ſecundùm longitudinem ſemel conſtitutâ, facilè munitionis noſtræ latus exterius conſtituemus. poſſumus ergo lateri externo dare 170 exapedas, ſic enim euadet linea defenſionis 120 exapedarum.

Comes de Pagan lateri externo maximæ munitionis 200 exapedas pedibus paulo maioribus Rynlandico concedit, mediocris 180. & minoris 160. alias item proponit minores, dat enim nonnunquam lateri externo tantum 140 exapedas. 120. & 100. neque vult vnquam vt latus externum minus ſit centum exapedis.

Hollandi

Hollandi vt plurimum pro latere externo maximarum munitionum assignant 160 exapedas Rynlandicas, vna decima quinta parte minores exapedâ comitis de Pagan pro minoribus munitionibus, regiis tamen vt vocant 120. quamuis adhuc aliquas minores proponant.

Si quis lateris interni dimensiones velit; maximæ munitioni pentagonæ, dabit latus interius 140 exapedarum, exagonæ 154, eptagonæ 160, octogonæ 166, Enneagonæ 170; decagonæ 174.

Ex quibus vides latus interius mutari secundùm varietatem polygonorum; latus verò exterius esse immutabile, quibus deducitur ratio, cur plerique potius à latere externo incipiant, quam à latere interno.

Moneo item non quamlibet lineam muniri posse, etiamsi obseruentur omnes proportiones requisitæ. sicut enim dum longior est linea, habet consequenter lineam defensionis longiorem, quàm vt mosquetâ defendi possit, sic etiam breuior linea, nimis parua producit propugnacula, & quæ bellicis functionibus sint inepta.

## AXIOMA III.

Arx tota æqualiter quantùm fieri potest muniatur. Ratio est quia si notabiliter vna pars aliis fuerit infirmior, hæc hostibus situm facilem præbebit, vnde si accidat vt natura latus aliquod munierit, verbi gratia ob præruptas cautes, vel ob fluuium, & mare, ars in munitionis reliquis partibus desudare debet.

## AXIOMA IV.

Moles hostibus obiectæ tormentis bellicis debent resistere. de illis partibus intelligo quibus tegimur, quare vallum quod totam munitionem ambit, vallum item cassitum parmularum, coronatorum, & cornutorum, sicut & lorica, ictûs tormenti patiens esse debet. atque ita murus simplex non sufficit, satius est vallum terreum, quod muro lapideo, meliùs tamen latericio vt potè ex meliori materia compositio vestiatur.

## AXIOMA V.

Linea semicolli octodecim circiter exapedas seu 108 pedes habeat.

Ratio huius axiomatis petitur ex munere alæ, cuius semicollum longitudinem, seu profunditatem determinat. nam in ala præcipua munitionis defensio statuitur, ea præcipuè quæ in tormentis bellicis sita est, & quæ vineam diiicere debet, quâ viam ad oppositum propugnaculum sibi faciunt hostes. ideoque duo in qualibet ala, statuimus tormentorum suggesta, vnum altius & aliud humilius, debet autem quolibet suggestum habere Loricam, cuius crassities sit viginti circiter pedum; statio machinalis debet esse 24 circiter pedum, debet item restare in medio, ingressus liber. quare omnibus computatis debent saltem esse 15 exapedæ, possunt esse plures nempe ad 24. si duo suggesta fieri non possint ob aliquam extraordinariam causam, tunc ala maior esse deberet, vt in vno suggesto plura possint tormenta collocari.

Comes de Pagan qui tria in qualibet ala suggesta statuit, infimum, medium & altum, longiorem facit lineam semicolli, nunquam enim minorem facit 20 exapedis, eamque ad triginta extendit, neque vllum relinquit aditum in medio. nam in ipsis suggestis viam ad propugnaculum aperit, in singulis suggestis tria tormenta & in altiori quatuor tormenta collocat. cæteri tantum duo, in quolibet, seu quatuor in ala ipse tredecim. Ratio quam affert petitur maximè ex officio tormentorum in ala positorum, quæ si pauca sint, non possunt vineam diiicere, nec resistere oppositis aggressorum tormentis. quare vult tredecim statui posse in eadem ala, plura quam latitudo fossæ excipiat, (qui solus est locus aggressorum tormentis collocandis,) non vult autem tot semper esse bombardas in quolibet, sed tantum tot in casu necessitatis collocari posse.



## AXIOMA VI.

Ala octodecim exapedas habeat.

Ratio est quia tertia tantùm alæ pars tormentis tribuitur, vt duo ad minimum in qualibet statione collocentur, quæ sex exapedas adæquant. reliquam alam sclopetarij occupabunt. considerandum enim est solam ferè alam defensiuam esse, non tantum cortinæ, sed etiam faciei oppositi propugnaculi; reliquæ partes non ita propriè sunt defensiuæ. adde quod qui in ala sunt positi, tegantur magis, quam qui in reliquis stationibus consistunt.

Termini igitur sunto ab octodecim exapedis ad 24. Alij paulo maiorem volunt alam, non pedum 14 aut 30 inter quos comes De Pagan, qui tormentorum suggestis dimidiam alam, & sclopetariis reliquam tribuit.

Posset idem compensare id quod eripit sclopetariis, secundarium vallum erigendo, in eo enim sclopetarii multi collocarentur.

## AXIOMA VII.

*Frontium Hollandorum.*

Sit Ratio sesquialtera inter cortinam, & faciem propugnaculi.

Hollandi in eo conueniunt, vt ratio faciei propugnaculi ad cortinam, sit vt 2 ad 3. ex quo maximæ munitioni cortinam assignant virgarum 36, seu exapedarum 72. hoc est 432 pedum, faciem verò propugnaculi 24 virgarum, seu exapedarum 84 hoc est pedum 388. sic enim linea defensionis euadit 120 exapedarum.

Hæc tamen proportio non est ita exacta, vt excrescere, aut minui non possit, nam Goldmanus faciem, dimidiatæ cortinæ æqualem facit. Dominus de Pagan nonnunquam faciem cortinæ adæquat. ii igitur terminis sunto, ne facies dimidiatâ cortinâ minor sit, nec illi omninò æqualis; aut saltem non maior. Nisi obstarent aliæ rationes faciem deberet esse parua, cum enim communiter impugnetur; minorem partem propugnandam suscipieremus: sed parua facies nimis paruum reddit propugnaculum, atque adeo minùs restitiuum.

## AXIOMA VIII.

Cortina octoginta quinque exapedis ne sit longior, nec minor 40.

Non quidem maior, quia alioquin linea defensionis figens magno excessu 120 exapedas superaret, nec etiam minor quadraginta, quia vel propugnacula minora euadent, vel si suam retineant magnitudinem, nullam ex alis defensionem habere poterunt; vel angulus defensus erit acutior. ex quo sequitur quod vix in polygonis regularibus vltra octogonum procedatur, cum satiùs sit, cortinas



Digitized by Google

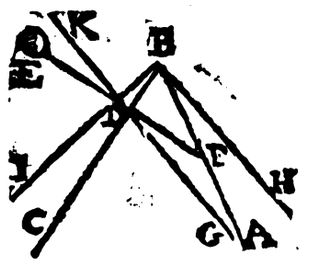
maiores habere, quam plures formare, & propugnacula parua. quoties igitur latera sunt breuiora, ad methodos infra in irregularibus tradendas recurrendum est.

Ex hoc aliud formare possumus axioma; nempe, ne latus interius excedat 120 exapedas, nam subducendo duas lineas semicolli, quæ simul iunctæ exapedas 36 efficiunt, restant 84 exapedæ, longitudo ordinaria poligoni interioris erit 110 exapedatum.

## AXIOMA IX.

Angulus defensus, seu angulus propugnaculi, ne sit minor gradibus 60 nec maior rectô, rectus omnium optimus.

Si enim minor sit sexaginta gradibus, tormento bellico non resistet, facileque disiicietur eius apex, ad




quem adrepere poterit fossor, & impune cuniculum agere, Angulus tamen ABC 60 graduum erit satis firmus; quamuis non usqueadeo, nam si ad angulos rectos secundùm lineam ED, verberetur; crassities BF sola resistet, quare triangulum DFB separati, & disiici poterit.

Si vero angulus rectus esset vt HBI, si perpendiculariter secundum lineam, DG verberetur; tota longitudo propugnaculi resistet, cum D G sit parallela lineæ BH.

Galli hoc tanquam primũ principium habuerunt hactenus. & secundariam alam in cortina sumendam neglexerunt, potiùs quam vt ab ea regula deficerent. experientiâ tamen compertum est, secundariam alam vtiliorem esse, angulô rectô. Addo angulos nonnihil acutos id habere commodi, quod cogant aggressores, admouere arci tormenta sua, si faciem propugnaculi directè, & ad angulos rectos verberare velint. certum enim est obliquos ictus esse imbelles, & inualidos, vt pote reflectioni obnoxios; Id figura satis ostendit, nam si angulus HBI sit rectus, & linea incidens in faciem BI, sit KD fiat angulus ABC acutior, linea, perpedicularis E D, magis ad munitionem accedet.

Ex quo vides angulum obtusum iure meritò reiici, quamuis ab Hispanis admittatur, cum enim angulus rectus eam omnem firmitatem habeat, quæ exigi potest; immerito admitteretur angulus obtusus, qui & secundariam alam omninò adimeret, facies ad hostem nimis obuerteret, defensionisque lineam nimis magnam efficeret adde quod si semel illi inflicta sit labes, impossibile erit per recissionem nouum vallum extruere; eò quòd propugnaculum obtusangulum breuiorem habeat lineam capitalem, statimque incurratur in tormentorum stationes.

Ex hoc sequitur nullum angulum circumferentiæ aptum esse munitioni, qui rectô minor sit. intellige de angulo qui à duabus cortinis productis comprehenditur. cum enim angulus propugnaculi multo minor debeat esse, angulô poligoni; cum eius facies in cortinas incidere debeant, angulus defensus acutior euaderet, si propugnaculum extrueretur.

## AXIOMA X.

Partes cẽtro propiores sint altiores remotioribus.

Ratio est quia si remotiores altiores essent, viciniores inutiles redderent, quod illi regulæ aduersatur, quæ iubet vt aggressor ex pluribus locis impeti possit; quare præcipuum vallum, ita debet eminere, supra cassides, parmulas cæteraque opera externa, vt viæ rectæ decliuitatem videat.

Ab hac regula excipitur promurale, cuius officium, cum ad fossam protegendam tantum se extendat; opus non erit, vt supra viam rectam emineat, non debet tamen eâ inferius esse, nam occupatâ semel ab hostibus viâ tecta; inutile redderetur promurale, fossa aquâ plena promurale potiùs exigit, quàm sicca, quia nullum in ea opus fieri potest, nulla munimenta excitari.

## AXIOMA XI

Opera omnia externa, tam intra, quam extra, ex aliqua statione interna videantur & pateant.

Ratio huius axiomatis erit, quòd si aliter extruerentur, ita vt ad ea posset adrepere aggressor impune, facile expugnarentur. posset autem adrepere si externa eorum facies, ita esset aduersa, vt ex aliqua munitionis statione non videretur.

Secundo semel occupata, hosti contra arcem vtilia forent, & vices linearum obsidionalium obirent, vnde tam intra quam extra patere deberent.

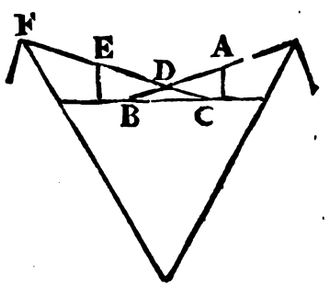
Propter hanc rationem viam tectam, non ducimus cortinæ parallelam, sed faciebus propugnaculorum, quia occupatô eius decliui estimate, facilè aggressor eô tanquam lorica vteretur.

Excipiuntur ab hac regula; partes remotiores operum externorum, vt sunt in coronatis, & cornutis propugnacula, & cortina, quæ ex nulla statione munitionis principalis videri possunt: dixi partes remotiores, quia hæc propugnacula arci vicina esse non debent; ne occupata nociua sint.

## AXIOMA XII.

Ne ala propugnaculi ita magna fiat, vt adimatur tota ala cortinæ, aut breuior fiat, quia sæpe vna aut duæ exapedæ concessæ alæ propugnaculi, quatuor aut quinque exapedas alæ cortinæ detrahunt

Hæc regula apud Hollandos, maxime viget, qui plurimi alam cortinæ faciunt. Galli autem qui alteri principio anguli recti sæpe nimis acriter inhærent, alam cortinæ negligunt. immeritó tamen, defensio enim quæ ab ea petitur breuior est, & certior, quam quæ ab ala propugnaculi. quod enim sit obliqua nihil detrahit ictibus mosquetæ vt male opinantur nonnulli.




## AXIOMA XIII.

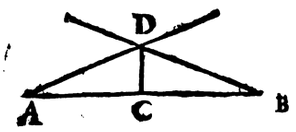
Ne Angulus stringentis & cortinæ minor sit 15 gradibus,

Digitized by Google

gradibus, ſic enim angulus defendens exterior 150 gradus non excedet, vt ſi angulus ABC ſit graduum 15. angulus ADE erit 150 graduum, ſi verò A B C ſit plurium angulus ADE erit pauciorum; nam (*per* 32. 1. *Eucl.*) angulus ADC duobus internis ABC, DEC æqualis eſt, quare 30 gradus æquabit, & ADE eius complementum ad 180, erit 150 graduum. volumus ergo vt ABC, ECB ſaltem 15 gradus habeant, hoc eſt vt ADC ſaltem triginta gradus obtineat, & ADE non plures quàm 150. Ratio eſt quia ſi angulus ADE obtuſior eſſet, propugnacula non ſatis verſus hoſtem egrederentur, vnde non ſatis cortinam tuerentur.

Ex hac magnitudine anguli BCE ſtringentis & cortinæ, qui ſaltem 15 gradus exigit, angulus humeri FEB determinatur, angulus nempe faciei, & alæ, debet enim eſſe 105 graduum, cum (*per* 32. 1. *Eucl.*) æqualis ſit angulo recto EBC, & angulo BCE graduum 15.

Ratio vlterior propter quam angulum FDA nimis obtuſum reiicimus, quem ſcilicèt vocare poſſumus angulum forcipis, erit quod dum obtuſus eſt, propugnacula, aut nimis parua, aut remotiora exhibeat, nam totum munitionum artificium in eo poſitum eſt, vt hoſtem quaſi complectamur, & vndique ambiamus, hæc autem ſinuoſitas cenſetur moderata ſi angulum habeat 150 graduum & ex hoc ſolo axiomate deducam praxin, quæ ſola ſufficere poſſet extruendis munitionibus, incipiendo à latere externo. proponatur igitur AB Latus polygoni externi, quod




bifariàm diuidatur in C; ducatur perpendicularis, CD, quæ ſit tertia pars lineæ BC aut ſaltem maior quartâ parte, BD, AD poterunt eſſe ſtringentes, quæ ſcilicet cum faciebus coincidunt, vt ſi BC fuerit partium 96, CD 25 contineat; angulus CDB gradus 75 obtinebit & totus ADB 150.

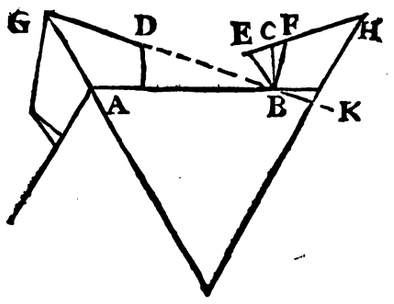
Hæc videtur eſſe praxis comitis de Pagan; ſi enim BC fuerit 100 exapedarum, CD 30 ſibi vendicabit, immo etiamſi fuerit 90 aut 80 exapedarum, ſemper lineæ CD tribuit 30 exapedas; & facies propugnaculi erit 60, 55 & 50 exapedarum, cortina 70. 60. & 50. dat igitur 30 exapedas in omni polygono, exceptô tamen quadratô. In quadrato ſi linea B C fuerit 100 exapedarum CD, 27 habebit, cortina 73. facies 60. & ita proportionaliter.

In munitionibus minoribus aliam aſſignat lineæ CD quantitatem, vt ſi BC fuerit exapedarum 70. C D erit 25. facies 40. ala 21. cortina 50. ſi BC fuerit 60, DC erit 24, facies 36, ala 19. cortina 39. ſi denique BC fuerit 50. DC erit 23. facies 32, ala 17. cortina 27. In quo videtur feciſſe contra axioma, quô iubemur faciem non facere maiorem cortina.

## AXIOMA XIV.

Angulus alæ & cortinæ ſemper rectus eſto, vt ſi cortina ſit AB, vt alæ ſint AD, BC non autem B F. BE,

Ratio quam afferunt pleriqqe erit, quòd ita melius defenditur cortina. nam ſi angulus E B F fuerit acutus, obliquè collimandum erit, vt cortina defendatur, & adhuc magis obliquè collimandum erit, vt defendatur facies propugnaculi




oppoſiti. adde quod ſit breuior ala, & facies propugnaculi longior. aliàs tamen angulus A D E obliquus erat. Si verò fieret angulus obtuſus qualis eſt ABF; pariter obliquè defendenda eſſet cortina, & ala eſſet nimis aperta, hoc eſt non ſatis tecta. quare apud omnes hic vſus inualuit; ſolus comes de Pagan obſeruatis cæteris regulis, in hac cum aliis non ſentit. vult enim vt ala ſit perpendicularis, ad lineam defenſionis figentem, ſitque angulus GBF rectus. ſatis autem efficacem meo iudicio rationem affert. nam communiter impugnatur propugnaculi facies, quare illius ſecuritati prouiſum eſſe debet, & ala obuerti ad faciem, nempe eſſe perpendicularis ad lineam figentem. ala maior euadit, quod emolumentum eſt alicuius momenti, facies fit breuior. vnde minus fit ſpatium quod defendi debet. addo vlteriùs quod cum propugnaculum non ſit tam latum, facilius ſi expugnetur reſciſſionis, & noui munimenti capax erit.

Ex aliâ verò parte, ala videtur nimis aperta, & expoſita aggreſſorum machinis, vnde tormenta quæ ibi collocantur, facilius diſiici poterunt & inutilia reddi. Reſponderi tamen, poteſt quod ſtationes tormentorum poſſunt nonnihil introrſum retrahi, vt ab humero alæ, aut ab auricula protegantur, adde officium præcipuum parmularum eſſe, vt alam tegant, neque enim ala ita tecta eſſe debet, vt inutilis euadat. cum locus è quo videre debemus hoſtem, non poſſit occultus eſſe, & non videri. debebunt item in ea diſpoſitione lineæ ſemicolli non in directum iacere cum cortina, quod iam monuit Deville qui iubet, vt tormentorum ſtationes intra murum abeant, vt locum retroceſſioni tormentorum faciant; Id totum quod examinandum eſt, erit quod ſi ala ſit ad cortinam tecta, vt communis vult methodus, Lorica eius, erit nonnihil obliqua ad lineam ſecundum quam verberari poteſt, ſi verò ſit perpendicularis ad lineam defenſionis figentem, directe etiam & perpendiculariter verberabitur, quæritur autem an quod nonnihil obliquè verberetur, meliùs reſiſtat ictibus eoſque obtundat. ego exiſtimo permodicam obliquationem parum admodum facere. atque adeò poſſe ſubſiſtere methodum comitis de Pagan.

## AXIOMA XV.

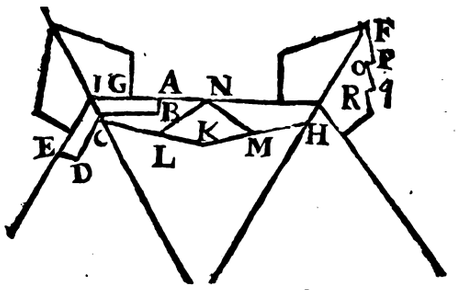
Fuit aliquorum opinio exiſtimantium vallô



Digitized by Google

continuò, & non intercepto cingendam esse esse munitionem, deinde addenda propugnaculis, sed separata aliquô interuallô, ita vt non propugnaculis, sed parmulis defendatur hæc munitio. Vsus tamen tulit hactenus, vt progracula coniuncta essent.

Primo quia si separarentur vel defendi non possent, vel acutiorem sortirentur Angulum. Nam in methodô communi si longiorem facimus alam propugnaculi in duo incidimus incommoda, vel enim eius figuram vitiamus, vel cogimur carere ala secundaria, quid fiet si locô maioris alæ propugnaculi, illi distantiam aliquam addimus, quod si in eodem loco relinquatur propugnaculum, sed separetur, adde cortina, semper secundaria ala




deerit, nisi velis angulum cortinæ minimô interuallô à propugnaculo distare. vt si quis abscinderet partem A B C D E relictâ fossâ exiguâ, vel removendo cortinam tantum in CH. sic enim eadem esset defensio secundæ alæ, vt autem tunc cortina etiam ablatô propugnaculô defensa esset, posset obliquari in angulum internum C K H. vel illi addi parmula L N M. aliæ dispositiones huiusmodi excogitari possunt.

Video tamen communiter reiici has dispositiones, vt pote periculosas. Præcipua ratio erit difficultas defendendi propugnaculum separatim; præcipuè verô si fossa, sit plena aquâ, & quamuis sicca sit est maximè incommodum cum in propugnaculum, transferenda sint identidem tormenta bellica, pro vt res feret. neque enim sine ponte illuc transferri possunt, quô semel dissectô periculosa redditur defensio. Ad confirmandam hanc rationem proponuntur à nonnullis aliqua exempla, & quibus euincitur parmulas, seu propugnaculo separata, non sine magno periculo defendi posse.

Nolo vllam in Architecturam militarem nouitatem inuehere, neque experientiam habeo sufficientem. in materia paulo aliena à professione vt id mihi arrogem, volui tamen ista non omittere, vt sensim Tyronis imaginatio formetur: & his inuentis assuefiat.

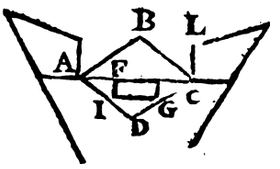
## AXIOMA XVI.

Propugnaculorum facies nec in orbem flectantur, nec in angulos frangantur, sed in lineam rectam extendantur.

Iam locutus sum de propugnaculo in circulum desinente. quod pertinet ad angulos, vt in F P q, deberent haud dubiè anguli, interna munitionem spectate alioquin tot formarentur, vt ita dicam loculamenta, in quibus tutô fossor degere posset, quod si munitionem internam respiciant, non video quid emolumenti inde sperari possit. cum tota facies, tam bene defendatur quam partiales illæ lineæ, neque enim ex ipsomet propugnaculo singulæ lineæ defendi poterunt, cum obsit propugnaculi altitudo. Inde propugnaculum infimius euadit, ita vt facilius disiici & deturbari possit eius vallum, expensæ crescunt, propterea reiiciuntur communiter huiusmodi Anguli.

## AXIOMA XVII.

Cortinæ nec angulum externum, nec internum efficiant.




Primò quod pertinet ad externum A B C. latus A B nullam habet defensionem ab ala C E. Secundò posset aggressor ad punctum AB impune accedere, quia nulli altitudo impedit quominus è tam parua distantia peti possit.

Non admittitur item angulus internus ADC. quia multum de secunda ala decederet; secundò ala propugnaculi, non defenderet cortinam tàm facilè; tertio id multum, imminueret munitionis aream.

Mallem tamen angulum internum, quàm externum.

Non admittitur. item cortina in medio sinuata, qualem figura F I G exhibet. sunt enim nonnulli qui secundariam alàm in cortina formant, alæ propugnaculi parallelam. Primò quia satiùs foret maiorem in ipso propugnaculo alam efformare. Secundò pro vna exapeda istius alæ parallelæ deperduntur tres & quatuor alæ secundariæ, quæ in cortina recta inueniretur. Addo expensas maiores, nam cortina hôc modô formata longior est, & insuper infirmior, quam si recta foret. ideo insistendum methodo communi nisi ostendatur euidenter maior vtilitas: posset esse casus in quo id non reprehenderem, vt si alioquin implenda esset vorago, aut aliquid huiusmodi quod pendet ex circumstantia & situ loci muniendi.

## AXIOMA XVIII.

Altitudo & crassities valli sit mediocris.

Hoc axioma corrigit aliquorum errorem, existimantium valla altiora perfectiora esse, in quo grauiter errant, quamôis enim valla nostra non sint æque alta ac Babiloniorum, mania, atque adeò hostibus accessum non permittant tam facilem, multa tamen in considerationem veniunt. Præcipuè verò quòd lorica debeat esse patiens tormentorum bellicorum,

&

Digitized by Google

& quamuis declivitatem aliquam supernè habeat si altiora sint valla, vix ex vallo videri poterit decliuitas viæ tectæ. Refert Dogen altitudinem vallorum Bredanorum fuisse nociuam, vt experientiâ comprobatum fuit, se ideo enim pluribus in locis aperiri debuerunt vt hostis arceri posset quare vt certi aliquid constituamus, altitudo valli non computando Loricam, supra agri externi superficiem, debet saltem esse duodecim pedum, maxima 20 aut 24 pedum Lorica habet 5 pedes.

Nonnulli architecti secundum numerum angulorum polygoni augent valli altitudinem, ita vt quadrati vallum sit altum pedes 12, pentagoni 14. exagoni 15 & ita consequenter nec volunt vt computatâ loricâ excedat 24 pedes, etiamsi detur aliquis collis eminens, malunt enim vt fiant separatim suggesta altiora.

Crassities valli erit 60 aut 70 pedum. cum enim Lorica debeat esse patiens tormenti bellici debet habere 20 & 24 pedes, suppedaneum tres pedes, statio debet habere longitudinem tormenti bellici quæ est 16 vel 18 pedum retrocedit autem pedibus 10 vel 12, & insuper Erisma interius, quod æquale esse debet altitudini, vt ascensus sit lenis. Erisma autem exterius quam minimum esse oportet. cum ad sustentandam tantam terram concedatur, quare si murus additur minimum erit illud erisma exterius, murus autem vt terram sustentare possit anterides habeat: possunt item addi lignorum fasces, capitibus ad murum obuersis, vt sustentetur terra.

Munitiones quæ muro carent, nudumque vallum habent erisma maius habent, alioquin. non sustentabitur, sed defluet vallum, id autem pendet ex qualitate soli. communiter tamen exterioris erismatis latitudo dimidiatam tantum habet latitudinem.

Basis loricæ duas ad minimum exapedas habeat potest habere tres aut quatuor, suppedanei latitudo trium pedum, altitudo unius cum dimidio retrocedit lorica tribus pedibus relinquiturque. margo trium pedum, ad repatandas eius ruinas, paulo maior erit si via vigilum ibi relinquenda sit.

## AXIOMA XIX.

Vallum promurale planitiem agri subvrbani non excedat.

Hoc axioma vtpote contrarium in speciem decimo axiomati, controuerti potest ita ratione confirmatur.

Partes quidem centro viciniores ideo altiores fiunt quia tueri debent remotas, quandiu, tamen vallum subsistit inutile esset promurale construere tantæ altitudinis, vt viam tectam, & eius decliuitatem tueatur.

Externa opera se invicem defendunt, sed promuralis est officium tueri fossam, nec aliquid efficit nisi occupata via tecta: supplet enim vices valli præcipui, cuius altitudo impedit ne fossa hostem deturbet: vnde nisi obstaret promurale expugnatâ viâ tectâ, facile & lembis, & vineis aggressor ad vallum adrepere posset quare certum est promuralis officium esse, tueri fossam, præcipuè aquâ plenam; quo meliùs prestat dum humilius est, quare superare non debet planitiem agri suburbani nisi loricæ altitudine.

Statio promuralis poterit esse 15 aut 24 pedum.

Loricam habeat omninò æqualem loricæ valli præcipui, relinquitur post loricam margo 5 aut 6 pedum.

Quæri potest an promurale debeat totàm munitionem circumdare, an vero extendi tantum secundum cortinas, ratio difficultatis petitur ex eo quod si promurale producatur secundum facies propugnaculorum. interius patebit hostibus. verum quidem est propter hanc rationem nonnullos promurale finire. ad alas propugnaculi, alij tamen, illud perfectum volunt, huicque incommodo obuiam eunt, dum loricam promuralis altiorem faciunt ad angulum propugnaculi.

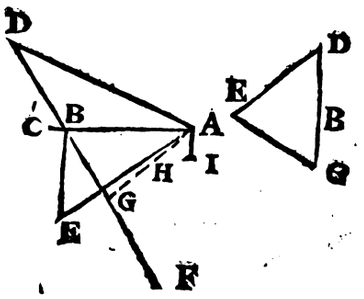
## AXIOMA XX.

Latitudo fossæ maximarum arborum longitudinem excedat.

Ratio est, quia alioquin pontibus facile superari poterit. Quare mediocris, latitudo sit 100. pedum, & maxima 140. minima 71 eius profunditas si aquam contineat poterit esse 10.

Secundò volumus vt hæ moles hosti obiectæ, primò tormentorum impetum & vim ferant; vndæ paruæ esse non possunt secundò vt plures in iis propugnatores collocentur, vnde satiùs semper est pauciora extruere propugnacula & maiora; quàm plura & minora. tertiò quia libentiùs propugnacula aggreditur hostis, vt pote magis exposita, & minùs defensa, quam cortina duobus, hinc inde propugnaculis munita, ideo satis magna esse oportet, vt noui valli per rescissionem extructi sint capacia.

Quia tota munitio angulosa esset, nihilque omnia obliquam tantum defensionem haberent, vt si propugnaculorum facies, DA, ad concursum vsque protenderentur, longio-




res essent facies. restaretque locus in puncto D, in quo hostis tutò degere posset; præcipuè quando vallum altius est. quibus ita suppositis facilè certas regulas constituemus, in quibus sitam esse scientiam nostram existimo: multi enim varias tantum praxes proponunt, quod facillimum est, quid autem in hac materia sit optimum non ita quis facilè constituat. constitutis enim legibus, & axiomatibus praxes sequentur, siue quis regulam & circinum tantùm adhibeat, siue sinubus, tangentibus & secantibus exactiori, calculi gratiâ vtatur.

Nullus sit in tota munitione locus, qui ex pluribus munitionis stationibus videri, & telis vrbanorum defendi, non possit. scilicet enim

esse 10 aut 12 pedum. debet autem architectus ita omnia componere, vt terra quæ ex fossa egeritur omnibus operibus constructis sufficiat: ideoque prius totius operis calculum ineat, ne fiant inutiles expensæ.

Erisma fossæ aqua plenæ, æquare debet eius profunditatem, vt sufficientem basin habeat solum, nec diffluat, fossa sicca decliuiora habeat erismata præcipuè interiùs.

Nonnulli in medio aliam fossulam faciunt 20 pedum, vt nouum hostis impedimentum inueniat, vel si fossa sit sicca, vt illuc omnes aquæ confluant.

*An fossa sicca, aquâ plenâ præstet.*

Hæc quæstio agitatur in vtramque partem, plerique tamen siccam præferunt.

Prima ratio est quod in fossa sicca degere possunt milites, ita vt vix sit opus via tecta, additis tantum aliquibus gradibus pro suppedaneo.

Secunda. fossa sicca eruptionibus aptissima est, cum sit valde periculosum pontibus fossam plenam transmittere. possunt enim adunari etiam equites in fossa sicca, & ascendere ascensu, ad id in certis locis præparatô.

Tertia. Si accidat vt in eruptionibus repellantur milites, certum in fossâ siccâ azylum inueniunt, & hoc vndequaq; at verò dum fossa plena est aquâ: occupatô ab hostibus pontium aditu nullus datur regressus, vel pereundum in propria fossa.

Quarta. Dum fossa sicca est, facilius vineæ deturbantur, & quasi manu confertâ. facilius item cuniculi impediuntur.

Quinta. facilius item omnibus munitionibus externis suppetias ferre possumus & dum expugnantur, datur perfugij locus, qui per pontes, & difficilis, & periculosus est.

Sexta in partibus septentrionalibus dum aqua fossarum gelu concrescit, periculum est ne ex improuiso vrbs occupetur; vnde coguntur singulis noctibus securibus glaciem perrumpere.

Septima. fossa sicca promurali non indiget, imo vt volunt aliqui neque viâ tectâ, aut vllis munitionibus externis.

Ex alia vero parte. fossa plena impedit ne arx ex improuiso occupetur. Secundò impedit vineam, & hoc manifestum est, quod aggressor si possit fossam exhauriat, vt facilius ad vallu accedat.

Fossa erit parallela faciebus propugnaculi, ita vt conueniant ambæ lineæ è regione mediæ cortinæ. munimenta externa suam etiam fossam habêt, quæ saltem dimidiam partem maioris fossæ, aut duas tertias contineat. Si fossa in rupe sit excauata non poterit esse ita lata, poterit fieri profundior, vix in iis locis certa regula dari potest, nam debet haberi ratio materiæ durioris; adde quòd in iis locis difficilem hostes accessum ad arcem inueniant.

## AXIOMA XXI.

Via tecta & eius lorica sint parallelæ faciebus propugnaculorum, aut faciebus munitionum externarum.

Ratio est quia si via tecta & eius lorica, non fuerint parallelæ faciebus propugnaculorum. vbi peruentum esset ad pedem loricæ, egestâ humô, quæ decliuitatem eius efficit, posset aggressor vti hac lorica contra vrbem, ita vt ex vallo videri non posset.

Nonnulli versus angulos internos addunt prominentes angulos. ex quibus facile peti possit hostis, sed ab aliis hoc opus inutile & nociuum censetur, quia cum Lorica tota, tàm intra, quam extra, ex vallo videri possit, & propter additam decliuitatem, hostis nullibi consistere possit, quin petatur vndique; superuacaneum videtur omne aliud opus, immò & nociuum. quia hi anguli prominentes locum habent, omnino occultum, quòd ab hostibus occupatum, vallo nocebit.

Cauendum est ne vlli sint in agro subvrbano colliculi, quibus via tecta videri possit, præcipuè verò versus angulos prominentes, alioquin redetur fere inutilis, cum in ea tutò miles consistere non possit.

Latitudo viæ tectæ est saltem duarum expedarum, potest esse quatuor; altitudo Loricæ 5 aut 6 pedum, decliuitas Loricæ ita disponi debet, vt è summo vallo linea ducta. eam stringat.

Plurimi existimant viam tectam fuisse inuentam, tanquam remedium incommodis, quæ sequuntur ex fossa plena, nullæ enim fieri possint eruptiones nisi in via tecta congregarentur milites. è qua de repente erumpunt, & illuc se tuto recipiunt, habet etiam id emolumenti, quod si vel tantisper attollatur aggressor, supra decliuitatem viæ tectæ, vndequaque peti potest, etiam ex statione vallari. si verò infra consistat nullum damnum inferre potest.

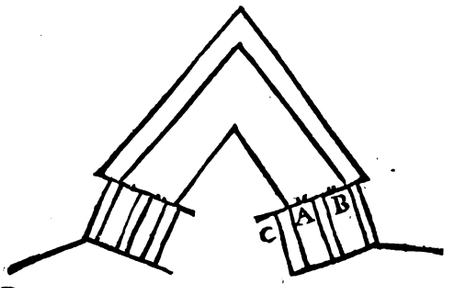
Aliqui post viam tectam vellent aliam fossam, immo & vacerras infixis palis munitas, sed immerito. Primò quia debet aliquis tandē esse finis munimentorum. Secundo quia hæ vacerræ impedirent ne ex statione viæ tectæ, viderentur hostes.

## AXIOMA XXII.

Propugnacula plena vacuis præferuntur.

Instituitur hæc quæstio, an propugnacula plena esse debeant, an verò sufficienter propugnentur vallô, æquali vallo cortinæ. cum enim vallum cortinæ sit tormentorum bellicorum patiens, resistatque eorum ictibus, inutiles, & superuacaneæ viderentur quæcumque aliæ expensæ.

Ex alia vero parte valde commoda sunt propugnacula, si plena sint quia cum nullum habeant ascensum, facilius propugnantur, faciliusque suas adeunt stationes sclopetarij. sed hæ rationes sunt parui momenti; præcipua ratio est, quòd dum inflicta est ruina faciei propugnaculi, & vallum occupauit hostis; adhuc rescissionibus nouoque munimento est locus, si propugnaculum plenum sit, si verò sit vacuum, pugnat è superiori loco aggressor, & melioris est conditionis.




Dominus comes de Pagan, nec vacuum omnino, nec etiam plenum facit propugnaculum, sed post vallum ordinarium fossam agit satis profundam secundumque construit vallum, seu propugnaculum priori parallelum, cuius facies ad tormen

Digitized by Google

tormentorum ſtationem pertinent, exiſtimat autem hoc ſecundum vallum cum ſua Lorica, factum, non feſtinanter, vt ſolent fieri noua reſciſionum munimenta; Sed in otio, perfectius eſſe; & magis reſtitiuum. Adde quod ope foſſæ illius quæ profundior erit ex parte ſecundi valli; ſi aggreſſor primum vallum infederit, per cuniculum ſubiectô pyriô puluere facile deturbari poterit, Id tamen incommodi patitur in hac noua diſpoſitione ſecundi valli, quod aditus ſit difficilis ad propugnaculum in ipſis nempe tormentorum ſtationibus, ſatius forſitan ſi portæ quæ ad vallum principale ducerent fierent in paruo illo vallo.

## AXIONA XXIII.

Multiplicata defenſio præferenda.

Senſus huius axiomatis eſt, eam munitionis diſpoſitionem eſſe optimam, in qua partes ita digeruntur, vt ſibi mutuo ſuppetias ferant, ita vt ſi vna impugnatura reliquis ſtationibus defendatur, quare hæc præferenda eſt in qua partes è pluribus locis defenduntur. modo tamen angulus defenſus, ſeu propugnaculi, non euadat acutior. Ex quo concludo alam ſecundam maximi eſſe momenti.

Primò quia facies propugnaculi quæ communiter impugnatur, è pluribus locis defenditur, immo & melius è cortina, vt potè è loco viciniori; vnde ictus certiores, & periculoſiores euadent: quamuis autem obliquus videatur hic ictus, ſi comparetur cum Lorica cortinæ, id nihil officit. nam qui dicunt ictus obliquiores eſſe inualidos; intelligi debent de tormento bellico reſpectu valli diſſiciendi, & non de ictibus ſclopeti reſpectu Loricæ cui innititur ſclopetarius.

Secundò ala cortinæ capax eſt ſuggeſti, in quo collocari poſſint tormenta bellica, ad diſſipandam vineam, quâ aggreſſor tentat foſſam tranſmittere.

Tertiò in pleriſque polygonis qui alam ſecundariam omitteret, propugnacula haberet amblygonia, & cortinas breuiores, & longiora colla.

Quartò tunc cortina non tantum ab alis ſed etiam à faciebus defenditur; ita vt combinatio trium partium in quibus tota conſiſtit munitio, nempe cortinæ, alæ, & faciei optima euadat Sic enim cortina à facie & ala defenditur, ala à facie & cortina, facies ab ala, & cortina.

Tunc quidem alà propugnaculi non habet defenſionem ſtringentem, ſed figentem, quæ melior cenſetur, & ſemper ſtringens eſt reſpectu foſſæ quæ parallela eſt faciei, ſi vero defenſio ſtringens cenſeatur melior, hæc in ſecunda ala inuenietur. quadratum non habet ſecundam alam, & pentagonum vix habere poteſt, niſi admodum paruam.

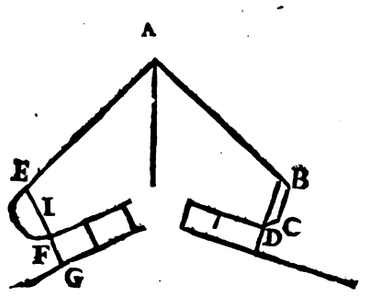
## AXIOMA XXIV.

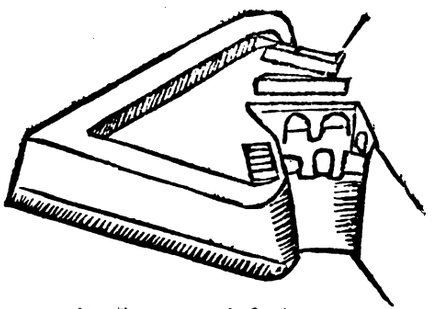
De alis tectis, *flancs couuerts.*

Etiamſi in precedentibus formam, & figuram dederim præcipuarum partium munitionis alicuius, ne tamen aliquid omittam, percurram partes quæ non ſatis explicatæ videbuntur, inter quas prima occurrit ala. Ala igitur in tres partes diuiditur, duæ verſus faciem propugnaculi tribuuntur humero, aut auriculæ, tertia vicinior cortinæ ſtationi tormentorum Humerus auricula prominet non nihil magis quam ſtationes tormentorum, vt eas tegat.

Video in pleriſque Hollandorum munitionibus nullum eſſe humerum, aut auriculam, totamque alam vniformem ſtatuere ratio quam afferunt, videtur eſſe quòd plures ibi collocentur milites, ſed hæc ratio meo iudicio non ſatisfacit, quia totidem in humero aut auricula collocantur, quod in ala. Puto igitur veram rationem eſſe quòd cum eorum munitiones ſolâ aggeſta humo conſtent, incapaces ſint illius anfractus qui in humero inuenitur, multò magis in auriculâ. adde quòd non egeant huiuſmodi tegumento, cum pleræque munitiones Hollandicæ operibus externis inſtructæ ſint, quorum officium principale eſt alas tegere tales ſunt parmulæ, & cornuta.

Facile fiunt huiuſmodi humeri, vel retrahendo non nihil ad interiora ſtationes tormentorum, vel producendo faciem, & ducendo lineam parallelam reliquæ, alæ, talem exhibet figura ABCD, ſed notandum eſt lineam CD duci ad apicem propugnaculi oppoſiti.



Ita formatur Auricula; linea FE contineat duas tertias partes alæ, diuisâ FE bifariàm in I deſcribatur ex I vt centrô IE, ſemicirculus & perfecta erit auricula.

Inter Humerum & cortinam, aut inter auriculam & cortinam, duæ ſunt vt plurimum ſtationes tormentorum, in quarum ſingulis ſunt duo tormenta, cum igitur ala habeat vt vidimus viginti exapedas, ſtationes latitudinem habebunt 6 aut 7 exapedarum, quod ſufficit ad duo & fere ad tria tormenta collocanda. Comes De Pagan qui ſtationes tormentorum maximi eſſe momenti ad diſiiciendam vineam, & impediendum tranſitum foſſæ, exiſtimat, aſſeuerans ſe experientiâ 20. annorum comperiſſe; pleraſque arces ad deditionẽ cogi, eò quod pauca in ſtationibus tormenta collocentur; mediam alam bombardis tribuit; hoc eſt ſæpè 12 exapedas, quod quatuor tormentis ſufficit. lineam item colli non in directum cum cortina collocat, ſed in directum cum linea defenſionis, vt poſſit tormẽtum dirigi ad oppoſiti propugnaculi apicem, & foſſam defendere.

Vt

Vt plura iis in locis tormenta collocentur, ſolemus duas ſtationes facere, aliàs vna alteri incumbebat ope teſtudinis, vnde inferior caſa armata dicebatur, hæc tamen diſpoſitio eſt incommoda, & periculoſa incommoda quidem, quia fumus inutiles reddebat caſas armatas, poſt primam exploſionem. periculoſa quia ictus bombardæ quatiebat teſtudines, immo ab aduerſariis facile diſiici poterant, & reddi vtraque ſtatio inutilis. quare modò idem ſtationum numerus retinetur, vnaque poſt aliam collocatur, & remotior altior eſt. Portæ quæ ad ſtationem inferiorem ducunt ſunt ſub vallo. ſunt & aliæ portæ in humero, aut auricula, quæ ad foſſam ducunt ita auerſæ, vt ab hoſtibus non videantur. deſcenſus ad illas ita facilis eſſe debet, vt equitatus poſſit deſcendere, & inde eruptionem in hoſtes facere.

Longitudo inferioris ſtationis, ita ſtatuitur pro Lorica, ſeu pinnis, 20 pedes, neque enim Loricam continuam habere debet, ſed interruptã, eò quod Lorica debeat altior eſſe tormentis eaque tegere, quod neceſſarium non eſt in vallo, quia in ſuperiori loco tegitur tormentum dum retrocedit; quod non fit in loco humili. triginta circiter pedes pro tormento, & loco retrocedendi. adduntur & duæ exapedæ pro fornice, quæ ſtationem longiorem reddit. Suggeſtum ſuperius ſolam habet Loricam altam 4 circitet pedes, craſſam 20. Aliqui reiecerunt has altiores ſtationes eo quòd videantur propugnaculum impedire, præcipue dum per reſciſſionem noua munimẽta ſunt conſtruenda, ſed tunc inutilia ſunt tormenta, & aliò aſportanda; vnde immeritò reiiciuntur hæ ſtationes. multò minus timendum ne fœnum quod in bombardas ſuperiores immittitur, dum explodituꝛ, officiat tormentis inferioribus, nam vltra inferioré ſtationem vi pulueris nitrati proiicitur.

Difficilius eſt locum tribus ſtationibus inuenire, niſi colla maiora fiant, & inferior non multum retrocedat, nec multum tegatur ab humero. quod incommodum erit parui momenti, ſi munitio parmulis inſtructa ſit. Ego verò puto aliquid addi poſſe, nempe, in quolibet propugnaculo non opus eſſe 6 ſtationibus, ſed tantum quinque, ita tamen vt ſuperior duas habeat loricas, poſſitque ad libitum, aut in hanc, aut in illam partem explodere. ratio eſt quia tam magnus tormentorum numerus, non debet inueniri in qualibet ala continuò & permanenter, ſed tantum vrgente neceſſitate. rarò autem accidere poteſt, vt impugnentur duorum propugnaculorum facies, quæ eidem propugnaculo reſpondent. Quare opus non erit collis ita magnis.

Addo inſuper quia in caſu, quô tres ſtationes fiant, infima non multum debet eſſe alta, vnde periculum erit, ne per eam hoſtis penetret, primò tempore pacis poteſt fieri ſupra eius Loricam murus ſatis altus, qui tempore obſidionis diſiiciatur. ſecundo, foſſa ante illam debet eſſe multo profundior, ita vt ſecunda foſſa intra primã fiat.

## AXIOMA XXV.

De cortinis quamuis multa iam dixerim, proponi tamen poteſt hæc quæſtio, an fieri poſſint breuiores in caſu neceſſitatis, retentâ iuſtâ propugnaculorum magnitudine; Ratio quæ perſuadere videtur parum intereſſe, etiamſi breuiores fiant cortinæ, eſt quod nihil inde detrimenti videatur in munitionem importari, at vero non ita de propugnaculis, quæ ſi minora fiant, inepta ſunt bellicis vſibus.

Nihilominus video proponi tanquam principium, ne facies propugnaculi cortinam excedat, ratio eſt quia cortina eſt pars defendens, facies autem fere ſemper impugnatur, ſatiùs autem eſt augere partem defendentem, quàm impugnatam. Licet enim modus pugnandi hodiernus non fiat per oppugnationes generales, ſeu aſſultus, poſt ruinam illatam; ſed potiùs quaſi pedetentim, occupatâ ſcilicet parte illâ, cui ruina illata eſt, & hoc tranſmiſſa foſsâ ope vineæ; cui pugnandi formæ tormenta potiùs reſiſtunt, quàm ſclopetarij in cortinæ ſtatione collocati: nihilominus debet ratio aliqua haberi defenſionis à mouſqueta petitæ, & præcipue à cortina petitæ, quæ optima eſt, quia breuior & certior, adde quòd in ea etiam collocantur tormenta ad defenſionem faciei, ex quibus concludo, non omittendam eſſe, quantùm fieri poterit. quòd vero ſpectat ad reſciſſiones & noua munimenta quorum magnum propugnaculum eſt capax, & non paruum. reſpondetur hæc noua munimenta eſſe tantum accidentia, quæ ex neceſſitate oriuntur, quare potiùs prouidendum eſt partibus eſſentialibus, quæ hoſtem remouent, quam iis partibus quas neceſſitas tantum imperat.

Muri, vallum veſtientes ad ſuſtentandam humum apponuntur, præcipuè dum ſolum arenoſum eſt, facileque diffluit. craſſities muri in fundamentis erit 15 pedum, deinde extra terram 12, alij volunt vt paulo altius, fiat margo, vt muri ruinæ ibi conſiſtant, & in hoſtem aſcendentem incidant. Iam diximus interius anterides eſſe neceſſarias, *des Eſperons*, vt meliùs pondus illud ſuſtineant. ſecundò humus remoueatur vnô, aut altero pede à muro, ſic enim ſenſim ad illum accedet, vel ponantur faſces ex ramis quibus incumbet pondus.

Mollior materies melior erit, lateres lapidibus præferuntur, ſic enim dum verberatur murus, ruinæ diſſilientes non vulnerant milites. Lignum adhiberi non debet propter ignem. dum humus vliginoſa ſatis per ſe conſiſtit ſatiùs, eſt murum non habere. ſaltem id aſſerunt Hollandi omnes, forſitan quia murum habere non poſſunt. Ratio eſt quia facilius diſiicitur murus, quam ſimplex vallum terreum, ſi enim labefactatur in parte infima murus, totum diſiici & deturbari neceſſe eſt, quod in terra non accidit, cum partes decidentes foramina obturent. facilius item ruinæ in vallo ſimplici reparantur. cuniculus item pyriô pulueꝛe factus, plus poteſt in muro, quam in vallo terreo.

Ex aliâ verò parte vallum ſimplex ſenſim diffluit, niſi continuò eius ruinæ reparentur, ſecundò eriſma exterius, facilem præbet hoſtibus aſcenſum. tertiò facillimum eſt valli partem occupare, & foſſione continua in eo progredi. cuniculi item faciles ſunt, murus autem multum reſiſtit, immo accidit aliquando, vt pars propugnaculi, vi pyrij pulueris diſiecta, integra in eundem locum reciderit: vt euenit in Dolana obſidione.

## AXIOMA XXVI.

### *De Loricis & ſuggeſtis.*

Altitudo Loricarum 3 aut 4 pedes non excedit, vt bellica tormenta ſupra Loricam explodi poſſint, quod ſatiùs eſt quàm feneſtellas, aut oſtiola aperire. loquor de vallo præcipuo; quod cùm emineat ſupra ſolum agri ſubvrbani, vbi tormentum

Digitized by Google

tum explosione retrocesserit, occultatur. In promurali, verò aut in statione tormentorum imsima, debent necessariò tales fieri fenestellæ.

Sclopetarij teguntur corbibus, aut cadis humô plenis, quæ in ordinem supra loricam digeruntur, pro vt in aliam, aut aliam partem ictus dirigitur.

Suggesta tormentorum sunt terrei quasi colliculi, post vallum erecti, satius est vt careant murô, quia alioquin dissilientes ruinæ milites in vallo consistentes vulnerarent, reprobantur à multis propter expensas, & quod vbi nocere possint, si occupentur ab hoste.

Sed videntur esse maxime vtilia, præcipue initio obsidionis, quia cogunt hostem in loco remotiori lineas obsidionales inchoare: quod maximi est momenti: opus enim suscipiunt multo maius, secundò detegunt aggressorum tormenta iisque imperant. deinde nonnunquam necessaria sunt, quoties arci imminet aliquis collis, ita vt illi opponatur, tegatque loca subiecta. Denique funguntur officio alarum, quando sunt in extremitate cortinæ. Verum quidem est quod suggesta in propugnaculo collocata, possint esse vtilia aggressoribus contra vrbem si occupentur, vt & ipsa propugnacula; sed non propterea reiicienda sunt. adde quod dum occupantur suggesta post vallum posita, de deditione cogitandum est. Locus huiusmodi suggestorum erit extremitas cortinæ, si enim in collo propugnaculi statuantur, occupant locum stationum bombardarum, quæ tam vtiles sunt, ac editiora illa suggesta.

## AXIOMA XXVII.

*De fossa.*

Quamvis multa iam dixerimus de fossa, restant tamen aliqua dicenda, determinavi quidem eius latitudinem, quæ debet esse 70. pedum, vsque ad 120. fiunt item parallelæ faciebus, & è regione anguli defensi, seu anguli propugnaculi flectuntur in circulum. Posset eorum latitudo ita determinari; ex concursu alæ, & faciei vnius propugnaculi ducatur linea parallela faciei propugnaculi oppositi, sic enim latitudo fossæ totam alam complectetur, & nihil aliud. Erardus vellet, vt fossa non esset omnino parallela faciei, ad hoc vt tegeret nonnihil stationem tormentorum infimam, sed hôc modô redditur inutilis hæc statio.

Fossæ latitudo, dum facilis est fossio erit maior, si in cautibus & rupibus minor. sed 50. aut 60. pedum, si fossa sit sicca erit profundior, nempe 20. aut 25. pedum; si plena erit duodecim circiter pedum. fossæ minus latæ hoc habent quod muri imam partem meliùs tegant, & modò sint profundæ, sistant facile primos hostium impetus. fossæ in cautibus excavatæ hoc habent, quod vix in iis possit hostis consistere, eo quod humo careant qua tegantur, pariter fossam implere non possunt, nisi aliunde asportatâ materia.

Fossa etiam plena infix palis vndique obstruitur, vt naviculis traiici non possit. Alij puluinum & molem arenariam circumducunt, vt pariter naviculæ hæreant.

## AXIOMA XXVIII.

*De fossæ erismate.*

Erismatis præcipue exterioris satis ex dictis determinata est figura; quæri tamen potest, an muro vestiri debeat; respondeo si fossa sit plena, & sit periculum ne humus aquis subacta diffluat, necessariò murus addendus est; alioquin supervacaneæ forent hæ expensæ. vnde quoties in rupe excavantur, supervacaneus erit murus. id etiam commodi habebit hoc erisma, quod nec disiici poterit in fossam; nec perforari fenestellis, quibus obsessos petat aggressor, & hæc præcipue erismata in cautibus excavata, in orbem circumduci poterunt, ante angulum propugnaculi, vt hostis in adversa facie, peti possit per reflexionem. Sed ista requirunt angulum defensum, aut rectum, aut obtusum.

Dum fossa sicca est, si humus pariter diffluit, addendus est murus, qui declivitatem paruam habeat, quia terra iis in locis impulsum non habet, eò quod nunquam fuerit eruta. declivitas parua esse debet, ita vt ascensum deneget, exceptis aliquibus locis. Si verò cessat tale periculum ne addatur murus, ne possit esse vsui aggressoribus contra obsessos.

## AXIOMA XXIX.

*Antiqua methodus Gallica muniendi.*

Quamvis omnes nationes in essentia muniendi conveniant, pleræque tamen certas regulas observarunt, non quidem ex consensu vniversali, & sententiâ publicâ, sed eò quòd cum pauci admodum in materia licet facili bene versati sint, sæpe ab vnius placitis in nationem totam hæc doctrina emanavit. Arces omnes & munitiones, quæ a tempore Francisci primi, ad Ludovicum decimum tertium excitatæ sunt has conditiones habuerunt.

1. Linea defensionis maxima fuit 120. exapedarû.

2. Angulus defensus in aliis polygonis supra pentagonum rectus fuit. vel etiam obtusus.

3. Defensio maxima fuit semper stringens, nullâ admissâ secundâ alâ.

4. Ala perpendicularis est ad faciem, ita vt propugnaculum fere quadratum sit, nempe constet tribus angulis rectis, vnde stationes tormentorum ita teguntur, vt sint ferè inutiles.

Ex quibus fiebat, vt facies propugnaculorum longiores essent, & sæpe æquales cortinæ. erant & alia consectaria, quæ notari possent in Erardo, sed experientiâ compertum est, hanc methodum multis obnoxiam esse incommodis, & munitiones aliô modô compositas, diutiùs resistere, ideo hæc methodus amplius non est in vsu.

*De methodo muniendi Hodierna apud Gallos.*

Methodus Hodierna apud Gallos habet nonnullas conditiones, quamvis Galli nullam methodum respuant.

Primò. Reiicitur omnino angulus defensus obtusus quadratum, & pentagonum, angulum acutum volunt cæsera polygona angulum rectum, ex quo sequitur in pleriſque polygonis inveniri secundam aliam.



Digitized by Google

Secundò ala non amplius perpendicularis est ad faciem, sed ad cortinam, quod alam magis aperit, eamque reddit aptiorem ad defendendam faciem, propugnaculi oppositi.

Tertiò septemdecim ad minimum exapedæ alis, & semicollis tribuuntur.

Quartò linea defensionis maxima nonnunquam 140. exapedas continet, præcipue dum adest secunda ala, cuius linea defensionis est brevior.

*De methodo muniendi Italicâ.*

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

Secundò alam ducit perpendiculariter ad cortinam.

Tertiò semper habet secundam alam, exceptô quadratô, & hæc secunda ala vsque ad octogonum tertiam partem cortinæ obtinet, in aliis polygonis mediam.

Quartò. Admittit angulum, acutum, rectum & obtusum. Hæc methodus facilis est, neque aliquid incommodi continet.

*De methodo muniendi Hispanica.*

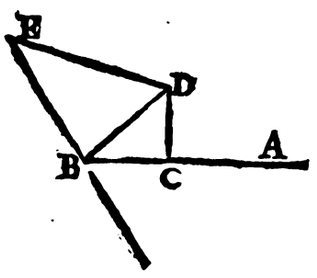
Quamvis Hispani in plerisque munitionibus quas in Italia obtinent, potius Italicam methodum vsurpent, quam aliam quamlibet, aliàs tamen propugnaculis obtusangulis, & vltra mousquetæ iactum remotis vtebantur, ita vt methodus hæc diceretur Hispanica. cum igitur ab ipsismet Hispanis reiiciatur de illa nihil amplius dicam, illius methodi habemus nonnulla exempla in munitionibus antiquis in quibus alæ vix vllæ, & facies angulum ita obtusum comprehendunt, vt fere in directum iaceant. tales videntur Lugduni, ad partem Septentrionalem.

*De methodô Hollandicâ.*

Cùm Hollandi coacti fuerint magno principi resistere, & munitionibus suis numerum militum compensare, hanc scientiam præ cæteris Europæ nationibus coluerunt. nonnullas & ipsi regulas observant, quas vix vnquam violant.

Prima erit communis, ne maxima defensionis linea iactum mousquetæ excedat, seu 120. exapedas. Huic regulæ mordicùs inhærent.

Secunda est proportio cortinæ ad faciem, quam volunt esse sexquialteram vt 3. ad 2. communiter in magnis munitionibus faciei tribuunt 24. perticas seu 48. exapedas, & cortinæ 36. perticas seu virgas, hoc est exapedas 72. & hanc sesquialteram proportionem etiam in minoribus observant.




Tertia vt ala paulò minor sit, quàm semicollum, ideoque angulum D B C, formatorem vt vt vocant alæ 40. graduum efficiunt, qui si excresceret ad gradus 45. semicollum, & alam omninò æquales emeteret. hunc volunt esse graduum 40.

Quarta circa angulum defensum, seu angulum propugnaculi cui medietatem anguli circumferentiæ, & insuper 15. gradus concedunt. & hoc, in primo modo muniendi, vt quia quadrati angulus circumferentiæ rectus est, seu 90. graduum; cuius medietas 45. graduum quibus si addantur 15. evadet angulus graduum 60. Pentagonum habet angulum circumferentiæ 108. cuius medietas 54. si addantur gradus 15. fiunt gradus 69.

Secundus modus sumit duas tertias anguli circumferentiæ, ita in quadrato habebis gradus 60. Id est duos trientes anguli circumferentiæ graduum 90. in pentagono habebis 72. duos trientes anguli 108. in exagono 80. duos trientes anguli circumferentiæ 120. & ita de cæteri.

In tertio modo muniendi; addunt 20. gradus dimidio angulo circumferentiæ, vt in quadrato 65. in pentagono 74. in exagono 80. & sic deinceps.

Quartus modus primo similis est in omnibus, hoc est in proportione cortinæ ad faciem, quæ est vt 3. ad 2. In angulo defenso, qui est dimidia pars anguli circumferentiæ aucta gradibus 15. Sed in eo differt quod immediate determinet alam, ita vt si cortina sit 72. Exapedarum & facies 48. ala quadrati erit 16. pentagoni 18. exagoni 20, Eptagoni 22. octogoni & reliquorum 24. nempe quarta pars faciei.

Quintus modus erit Goldmani, qui retinet angulum defensum primi modi, additis quindecim gradibus dimidio angulo circumferentiæ.

Sed faciem efficit dimidiam cortinæ, vt si cortina sit exapedarum 80. facies erit exapedarum 40. ala in quadrato quartam partem faciei obtinet, vt in quadrato 10. exapedarum, in pentagono tertiam hoc est 13 exapedarum & duorum pedum, reliquis vero polygonis vsque ad enneagonum continuò adduntur 10 pedes, ita vt maxima ala contineat mediam partem faciei atque his methodis communitet vtuntur Hollandi.

*Methodus Comitis De Pagan.*

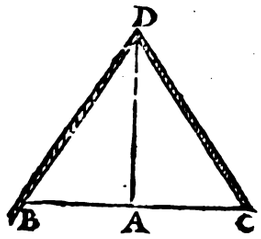
Comes De Pagan aliam proponit methodum, quam rationibus confirmare nititur. partes enim in quibus præcipua munitionis resistentia posita est, curat integras habere, cæteras verò vt minus præcipuas negligit. Certum putat in vallis optimis, in fossa, & alis esse positam vim restitivam munitionis, quia valla vel destruenda sunt vel occupanda, priusquam munitio in potestatem redigatur; transmittendæ item fossæ vineis, munus autem alarum est, huiusmodi transitum prohibere. quod præstatur præcipuè tormentis bellicis, vnde in singulis alis tria format suggesta bombardarum, & in singulis quatuor bombardas collocat. ex quo sequitur, & alas & colla esse maxima. non curat secundariam alam in cortina, faciesque vult satis magnas, cortinam non item.

Ita in sua maxima munitione facies habet 60. exapedarum, & cortinam 70½. alam 24. anguli defensi

defensi sunt in sua methodo satis magni,& in plerisque polygonis obtusi. Propugnacula sunt ampla, vt secundi valli sint capacia, fossæ item defensæ tormentis suggestorum. Addit insuper vltra fossam aliud vallum, paulo humilius præcipuô vallô, suâ item instructum fossâ, qnam tormentis non paucis defendit. contendit autem arcem hâc methodô munitam,triplo maiorem habere resistentiam, quàm arces communiter habeant, quandoquidem tres occurrnnt fossæ simili modô defensæ, & tria valla.vult etiam posse augeri lineam defensionis ita vt 120.exapedas obtinear,ab ala ad mediam cortinam hoc est 140.& 150.ad extremitatem, quod & præstitere multi alij ante illum, vt Dominus De ville, sic enim sub eadem perimetrô,possunt pauciora fieri propugnacula,& expensæ quæ in eo propugnaculo fieri debuerant,in secundo vallo perficiendo iusumentur.

## SVPPOSITIO I.

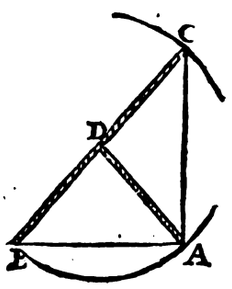
Suppono primò eum qui ad munitioues exercendas accedit, scire saltem methodum ducendi lineam perpendicularem, tam in charta quam in solo.in charta quidem hoc modo.Sit in puncto B




lineæ AB, ducenda perpendicularis, iubet Euclides,vt abscindamus ex puncto A,hinc inde lineas æquales BA, AC, tum ex B, & C vt centris, eâdem aperturâ circini arcus describamus se intersecantes in puncto D,tum demonstrat (*prop.*11.1.) lineam DA,esse perpendicularem ad AB.

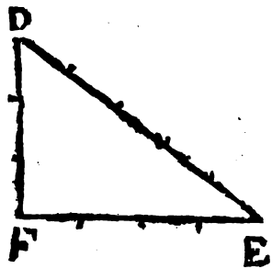
*Si* verò ex puncto D, ad lineam A B, ducenda sit perpendicularis, ex eodem puncto D, vt centro, fiat circulus lineam A B, secans in duobus punctis B & C. dividatur linea B C, bifariàm in A, demonstrat Euclides (*in* 12. *primi*) lineam D A, esse perpendicularem.

Hæ duæ praxes in solo ita (exercebuntur, etiamsi circinum non habeamus satis magnum,vt operari possimus. sumptis enim vtrinque punctis B, & C, æqualiter distantibus à puncto A. sumantur duæ partes funiculi æquales B D, D C. & extremitates in punctis B, & C collocentur, tum extendatur funiculus æqualiter, medium eius punctum signabit punctum D in solo, à quo ad punctum A, ducenda ex perpendicularis.




Pariter si proponatur punctum D, in puncto D statuatur medium funiculi, extendanturque extremitates donec supra lineam AC, incidant habebuntur puncta B & C. dividatur B C bifariàm, & invenietur punctum A, ita vt linea DB, sit perpendicularis.

Si in extremitate lineæ AB, ducenda sit perpendicularis, ex quôcumque puncto D intervallô DB, describatur circulus, secans lineam AB in A, fiat item arcus C.tum ducatur linea ADC,occulta.secans arcum C,in puncto C,linea CA, perpendicularis erit, quia angulus in semicirculo rectus est (*per* 31. 3.)



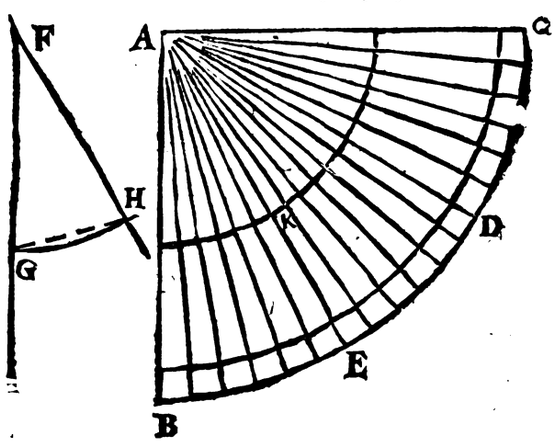

Denique sit ad lineam EF,in puncto F ducenda perpendicularis abscinde in linea EF,quatuor exapedas;& in funiculo numerentur primo tres exapedæ FD,deinde quinque,extremitas vna sit in F, alia in E,positéque digitô in puncto D, æqualiter tendatur funiculus,dico lineam FD,esse perpendicolarem.(*per* 47.1 )quia quadratum quinque partium ED.æquale est quadratis trium partium, & quatuor 9 enim & 16.sunt æquales numero 25.& hoc (*per* 48. 1.)

## SVPPOSITIO II.

*In puncto dato lineæ cuiuscumque,angulum quemcumque constituere.*

Vt in praxin revocentur pleraque problemata inferiùs tradenda; necessarium est,vt quilibet habeat paruum semicirculum, aut saltem quadrantem circuli;divisum in 90 partes.potest autem aut in ligno exarari, aut in ære incidi, aut saltem in crassiori charta describi.vt describatur huiusmodi quadrans ex puncto A,quôlibet intervallô describatur arcus BC,& eâdem aperturâ circini abscindatur arcus BD qui erit graduum 60 hic arcus dividatur bifariam in E fiatque arcus DC æqualis arcui BE,eritque arcus totalis BC,quadrans divisus in tres partes æquales. arcus BE dividatur bifariam,& quilibet in tres.tum quilibet in quinque eritque quadrans divisus in partes 90. secundum hunc versum.

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




Ad faciliorem vsum describi poterunt ex centro A,plures circuli concentrici.

Proponatur ergo linea F G, sitque in eius

puncto F, constituendus angulus 30. verbi gratia graduum, ex puncto F, vt centro describatur circulus G H, intervallô verbi gratia AI, aut quôlibet alio, in quadrante notato; sume in circulo I K, tui instrumenti intervallum I K graduum 30. quod transferatur in GH, ducaturque linea F H, dico angulum G F H, esse 30. graduum. cum enim angulus I A K, sit triginta graduum, & duo triangula IAK, F G H, sint æquilatera ad invicem, erunt (*per* 8. 1.) æquiangula; ergo angulus GFH, erit 30. graduum.

# ARCHITECTVRÆ MILITARIS. LIBER SECVNDVS

## De munitionibus regularibus.

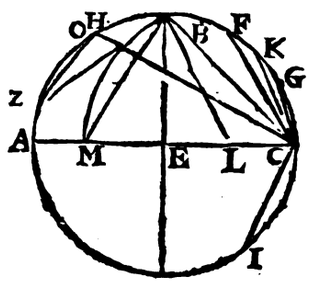
*ARCHITECTVRÆ Militaris eam partem regularem vocamus, quæ docet methodum muniendi cuiuscumque polygoni regularis, exceptô trigono, quod ita ineptum est, ex natura sua; vt arte nullâ corrigi possit. quare munitiunculis tantum exigui momenti adhibetur. Polygonum autem regulare illud est, cuius anguli, & latera æqualia sunt. Irregularitatem nullam affectare debemus, quare si loci muniendi situs, id non exigat, nullaque circumstantia id postulet, ad regulares figuras omnia munimenta revocanda sunt, propter partium vniformitatem, ex qua sequitur, vt nulla parte sint infirmiora, æqualiterque hostibus resistant. Hic liber sequentium erit norma cum irregularia, regularibus dirigantur.*

### PROPOSITIO I.

Problema.

*Circulo Polygonum regulare inscribere.*

PRoponatur circulus A B C, cuius centrum E. in quo describendum sit quodcumque polygonum regulare, in munimenti pariter regularis aream assumendum. Si exagonum cupis, eadem quâ descriptus est circulus apertura circini,




abscindet lineam C F, latus exagoni, æquale semidiametro, quare divisô arcu CF, bifariàm in arcu G, arcus CG, subtendet latus dodecagoni; & arcus CF, bis sumptus, hoc est CF, FH subtendet CH, latus trigoni æquilateri.

Ductis duabus diametris AC, B E se intersecantibus in centro E, ad angulos rectos, erit BC, latus quadrati, divisâque C B, in septem partes æquales, si arcus CI, quatuor ex his septem partibus contineat, erit CI, latus eptagoni. quod de aliis quibuscumque intelligendum est.

Divisô arcu B C, bifariàm in K, erit linea CK, latus octogoni.

Dividatur semidiameter E C, bifariam in L; tùm ex L intervallô LB, fiat arcus B M, linea BM, translata in BZ, erit latus pentagoni, divisôque arcu BZ, bifariàm in O, erit ZO, latus decagoni.

Si arcus CFB dividatur in tres partes æquales, habebis latus enneagoni.

Vt formentur alia polygona satius erit Arithmeticè inquirere, quot gradus subtendat vnum eorum latus, vel quot graduum, sit angulus centri, vt angulus B E C, cui opponitur latus quadrati BC, erit 90° graduum. Suppono enim circulum quemcumque in 360. partes æquales dividi. Istæ omnes praxes, vel per se notæ sunt, vel demonstrantur ab Euclide.

### PROPOSITIO II.

Problema.

*Invenire angulum centri, cuiuscumque polygoni regularis.*

Hæc propositio facillima est, & in multis vtilissima, numerum 360 divide per numerum laterum polygoni propositi, quotiens erit numerus graduum quos continet angulus centri. qui vellet angulum centri in trigono, dividat 360.

per

Digitized by Google

per tria, quotiens 120. erit numerus graduum anguli centralis, trianguli æquilateri. Si 360. dividas per 4 habebis gradus 90, pro angulo centrali quadrati, & ita de reliquis.

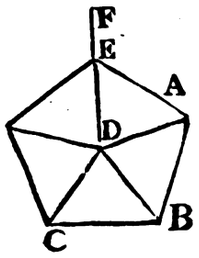
*Anguli centri.*

| III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 120. | 90. | 72. | 60. | $51\frac{3}{7}$. | 45. | 40. | 36. | $32\frac{8}{11}$ | 30 |

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Angulum circumferentiæ in quolibet polygono reperire.*




Voco angulum circumferentiæ, eum quem latera polygoni comprehendunt. Proponatur verbi gratiâ pentagonum A B C, cuius quæro angulum ABC. ſubtrahe angulum centralem priùs cognitum ex 180. reliquus erit angulus ABC, ita in pentagono ſubtrahendo ex 180. angulum centralem graduum 72. reſtabit angulus A B C, graduum 108.

Demonſtr. Eſt ſatis clara. In triangulo ADB, omnes anguli ſimul æquales ſunt duobus rectis (*per* 32. 1. *Eucl.*) quare ſi ex 180. hoc eſt duobus rectis, ſubtrahas angulum centralem A D B, reſtabunt anguli DAB, DBA, quibus ſimul ſumptis æqualis eſt angulus ABC.

Ex hoc habebimus ſemiangulum circumferentiæ, qui in pentagono erit graduum 54. angulum item cortinæ ſeu lineæ colli, & capitalis, vt angulum AEF, ſi enim ſubtrahas AED, 54. ex 180. reſtabunt 126. pro angulo AEF, nam (*per* 13. *Eucl.*) linea ſupra lineam conſiſtens, aut duos rectos, aut duobus rectis æquales facit.

*Anguli circumferentiæ.*

| III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60. | 90. | 108. | 120. | 128.34 | 135. | 140. | 144. | $148\frac{3}{11}$. | 150 |

## PROPOSITIO IV.

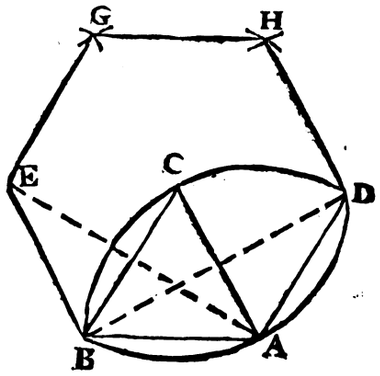
### Problema.

*Supra lineam datam, polygonum quodcumque regulare deſcribere.*

Prima propoſitio docet methodum deſcribendi polygoni regularis in circulo, ita vt ſupponatur data ſemidiametros polygoni.

Hæc vero ſupponit dari latus polygoni, ſive exterioris, ſive interni. praxis optima, ſaltem in ordine ad munitiones extruendas, quærit ex latere ſemidiametrum, quia tunc deſcribemus circulum, in cuius circumferentia repetemus latus datum.

Proponatur linea AB, ſupra quam deſcribendum eſt, exagonum regulare. fiat angulus BAD, æqualis angulo circumferentiæ polygoni, & linea AD, æqualis lineæ AB, hôc modô. fiat intervallô A B, arcus B C D, in quo tot gradus ſumes, quot angulus circumferentiæ comprehendit. verbi gratiâ in exagono 120. ſeu arcum BCD, & ita habebis latus BD. eôdem modô operare, in punc-




to B, facilius tamen quo ad praxin, ſi ex B, intervallô BA, fiat arcus E, & ex A intervallô BD, fiat pariter arcus priorem ſecans in E, ducetur linea BE. pariter ex D intervallo A B, deſcribetur arcus H, & ex A intervallo A E, deſcribetur arcus priorem ſecans in H, ita habebitur punctum H, item habebitur punctum G, & totum polygonum.

Demonſtratio. Clara eſt. nam in triangulo BAD, angulus BAD, ſumptus eſt graduum 120. qualem exigit exagonum, latera AB, AD ſunt æqualia. quare punctum D, ad hanc figuram pertinet. Punctum verò E, bene inventum eſt cum enim in triangulis ABE, B A D latera ſint facta æqualia, ſingula ſingulis, ſequitur (*per* 5. 1.) angulos DAB, ABE eſſe æquales, & conſequenter angulum ABE, eſſe huius polygoni proprium.

Ita quodcumque polygonum perficiemus, ſicque praxes noſtras breviores reddemus, dabimus enim deinceps vnicum tantum latus, noſtrum erit polygona perficere, poteſt autem facile inveniri centrum, diviſis duobus angulis bifariàm, verbi gratia BAD, ABE, ductis lineis AC, BC, communis earum linearum concurſus exhibebit centrum.

Ex hoc ſecundam habebis praxin, deſcribendi polygoni ſuper lineâ datâ, fiant anguli BAC, ABC, æquales ſemiangulo circumferentiæ, & habebis centrum polygoni, ex quo puncto, vt centrô ſi circulum deſcribas; intervallô radij A C, huius circuli circumferentia omnes polygoni angulos attinget.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Polygonum quodcumque methodô Italicâ munire.*

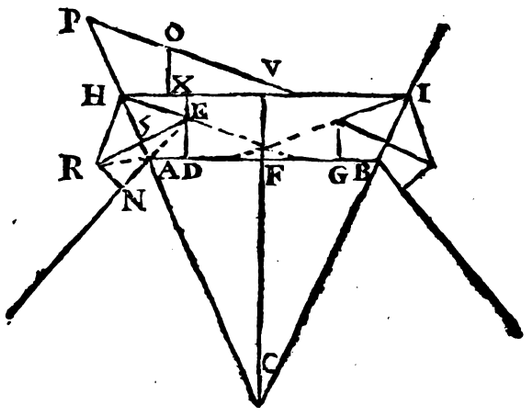
Auſpicor ab hâc methodô, vt pote facillimâ; & quæ in exagono præcipuè benè ſuccedet, ita vt arx hôc modô munita, reprehendi non poſſit.

Deſcribatur in circulo quodcumque polygonum regulare, ſupponamus octogonum, cuius vnum latus ſit AB, radij ad centrum ducti, ſint AC, BC. ſufficiet autem latus AB, cum ea quæ de AB, dicturus ſum, debeant reliquis applicari. diximus autem in methodô Italica, alam, & ſemicollum,



Digitized by Google

micollum, esse sextam partem lateris interni, seu lineæ AB. dividatur linea AB, in sex partes æqua-




les, sitque AD sexta pars, sit item perpendicularis DE, æqualis lineæ AD, tum ex medio cortinæ, nempe ex puncto F, ducatur linea FEH, & peractum erit negotium, si enim idem præstes in reliquis angulis, sumendo capitalem verbi gratiâ BI, æqualem capitali AH, perfecta erit tota munitio.

Possum autem facilè demonstrare, totam praxim processisse secundùm regulas methodi Italicæ. cum habeat lineas semicolli, & alas æquales sextæ parti totius lateris, seu quadranti cortinæ, linea defensionis stringens nempe HEF, mediam cortinam attingit, atque ita secundam alam concedit. Possem item facile ostendere nihil esse contra leges nostras, cum angulus propugnaculi sit, aut rectus, vt à recto non multum absit, proportio faciei ad cortinam sit 1. ad 2. facies defendatur, non tantum ab ala, sed etiam à media cortina, si latus AB, sit 120. exapedarum, linea magnæ defensionis, seu HG, illi ferè æqualis erit, ala & linea semicolli obtinebunt 20. exapedas.

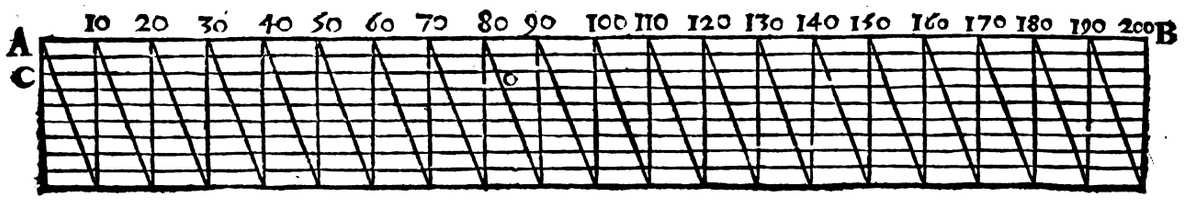
Si verò latus AB paruum esset, ita vt viderentur propugnacula nimis parua, posset tam ala, quam linea semicolli, sibi quintam partem lateris vendicare, tunc vel angulus propugnaculi, vel ala cortinæ paulisper imminueretur.

## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*Munitionem in charta exaratam, cuicumque mensuræ adaptare.*

Proponatur munitio per præcedentem propositionem descripta; quæ adaptanda sit cuicumque mensuræ, hoc est vi illius, sit in solo excitanda aut saltem describenda arx, cuius latus AB sit 100. exapedarum aut 200. sumatur linea AB, æqualis lineæ propositæ quam primò in 10. partes æquales divides, ducantur duæ perpendiculares in punctis A, & B quas pariter in 10. partes divides, tum per singula diuisionum puncta ducantur parallelæ ipsi AB, dividatur vltima parallela in 10.




partes æquales, ducanturque lineæ transversales ex A in punctum 10. parallelæ; ex 10. in 20. & ita deinceps, dico perfectum esse opus. hoc est si vtaris scalâ AB, ad metiendas lineas descriptæ munitionis, habebis in charta munitionem cuius latus AB est 200. exapedatum.

Vsus huius scalæ talis est, inter lineam perpendicularem A C, & primam obliquam sunt lineæ, vnius, duarum trium 4. 5. 6. 7. 8. 9. & 10. Exapedatum, quæ additæ reliquis intervallis perpendicularium dant omnes diuisiones. sumatur ergo intra circini crura cortina AB, tum circinum tuæ scalæ adapta, videbis cum qua diuisione congruat, & hæc dabit exapedas, quare ope tuæ munitionis in charta descriptæ, & scalæ, habebis singularum linearum dimensiones, suppositâ A B 200. exapedarum.

Si verò eamdem figuram in charta descriptam, aptare voluerit munitioni cuius maxima defensionis linea nempe GH, 120. exapedas haberet, sumenda esset linea æqualis lineæ GH, quæ primò dividenda esset in 12. partes, & eâdem methodô singulæ in 10. partes dividendæ, tum vtendum esset eâ scalâ, ad metiendas reliquas lineas. Idem præstandum esset, si tuum diagramma aptare velles munitioni, cuius latus exterius esset ducentarum exapedarum, assumenda enim esset linea æqualis lineæ HI, & in 20. partes dividenda, tum singulæ in 10. secundùm methodum propositam.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Supra datum latus externi polygoni, munitionem Italicam describere.*

Potest primò dari latus exterioris polygoni, ita vt determinatum adhuc non sit latus interioris polygoni, hoc est tibi proponitur linea HI; determinanda restat linea A B. Sumatur linea H X, quæ sit sexta pars lineæ HI, excitetur perpendicularis XO, illi æqualis, tum assumptô puncto V, pro secunda ala, ducatur linea VOP, ducatur HF, parallela lineæ PO, quæ secabit VC, in puncto F, dico latus interius ducendum esse per F, parallelum lateri HI, ita habebis latus AB, supra quod perficies munitionem Italicam (*per 5. huius,*)

Demonstratio. Est satis clara, quærimus enim lineam parallelam lineæ HI, ita vt si describatur tota munitio angulus propugnaculi sit in pūcto H, certum est autem lineam VP, stringentem in munitione supra HI descriptâ, parallelam esse stringenti

munitionis

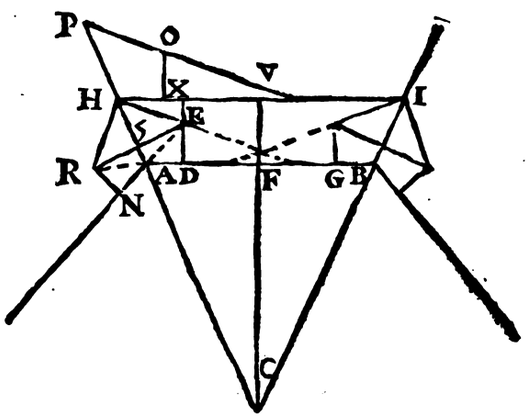
munitionis ſupra AB deſcribendæ, cum in vtraque iiſdem vtendo propoſitionibus anguli æquales evadant, quare linea HF, quam parallelam feci, lineæ PV, erit ſtringens propugnaculi, excitandi ſupra latus quæſitum, quæ illud dividit eodem modo quô HI, dividitur à linea PV, ſed linea CV, omnes parallelas lineæ HI, ſimiliter dividit (*per* 4. 6.) quare ſi per punctum F, ducatur linea AB, parallela lineæ HI, hæc erit latus interius polygoni, & linea HF, erit ſtringens, quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*Munitionem deſcribere methodô Gallicâ recentî.*

Nulla intercedit differentia inter methodum Gallicam recentem, & Italicam niſi quod Gallica firmiùs adhæreat angulo recto, pro angulo pro-




pugnaculi; nec non quod alæ, & lineæ ſemicolli tribuat ſeptemdecim, ad 26. exapedas. ex quo ſequitur diviſionem lateris interni in 6. partes æquales, non multum aberrare à Gallica; ſi tamen accideret latus internum, ita paruum eſſe, vt ala ad exapedas 17. non pertingat, fiat tamen ſeptemdecim exapedarum. determinatis igitur lineis ſemicolli, nempe AD, AN, alis item NR, DE, ductis perpendiculariter ad cortinam; ducatur linea RE, quæ lineam capitalem AH, ſecabit in puncto 5. abſcindatur 5H, æqualis lineæ 5E, ducanturque facies EH. RH. dico angulum RHE eſſe rectum, qualem methodus Gallica exigit.

Dem. Cum anguli NAC, DAC, ſint æquales, nam polygonum regulare ſupponimus, anguli CA5. NA5, eorum ſupplementa ad duos rectos æquales erunt, pariter anguli EAD, RAN, æquales ſunt (*per* 4. 1.) ſicut & baſes AR, A5. quare (*per eandem*) baſes R5. 5E, erunt æquales, & anguli ASR, ASE, ideoque cum anguli ad S. recti ſint, vt pote æquales, & lineæ HS, SE factæ ſint æquales, anguli SHE, SEH erunt æquales, & ſemirecti, idem oſtendam de angulo SHR; ergo angulus totalis RHE, rectus erit.

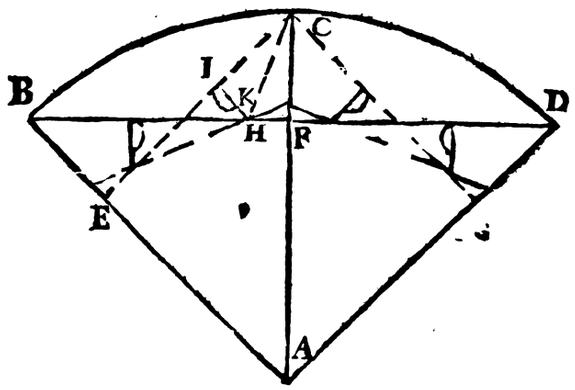
Diagramma huiuſmodi cuilibet menſuræ pariter adaptari poterit.

## PROPOSITIO IX.

### Problema.

*Polygonum munire ſecundùm antiquam methodum Gallicam.*

Superiores methodi optimæ ſunt, & communiter in Gallia iis vtimur. Ante Ludovici decimitertij tempora, paulò aliter procedebatur.




Primò enim in triangulo angulus propugnaculi erat 45 graduum, in quadrato 60. in pentagono 78 in reliquis omnibus rectus.

Secundò alæ erant perpendiculares, non ad cortinam, ſed ad faciem, ita vt angulus humeri eſſet rectus.

Tertiò propugnacula auriculis erant inſtructa.

Quartò ad determinandas lineas colli ſemiangulus propugnaculi bifariàm dividendus erat, quibus ſuppoſitis.

Proponatur octogonum muniendum ex puncto A, deſcribatur circulus BCD, dividendus in partes octogono competentes, nempe in B, C, D ducantur radij AB, AC, AD, & cum certus ſim octogonum habere angulum defenſum rectum; facio angulos ACE, ACG, ADF, ABF, ſemirectos. Divido angulum ACE, bifariàm, ductâ lineâ CH, quæ mihi exhibebit punctum H, ex quo ducatur perpendicularis ad CE, nempe HI, habeo ſemipropugnaculum HIC: cui reliqua ſemipropugnacula æqualia fient.

Pro auricula, abſcindatur KH tertia pars alæ, & ſupra reliquam KI fiat ſemicirculus.

Cum hæc methodus communiter abiiciatur, illi diutiùs non immorabor.

Deficit autem primò quòd facies propugnaculi, quam præcipue vt hoſtibus obiectam, tuendam ſuſcipimus, nimis longa evadat; ſi cum cortina conferatur.

Secundò alam habet nimis rectam, & occultatam, ex hoc enim ſequitur, quod faciem non ſatis tueatur, & detegat.

Tertiò caret ſecundâ alâ.

PROPO

## PROPOSITIO X.

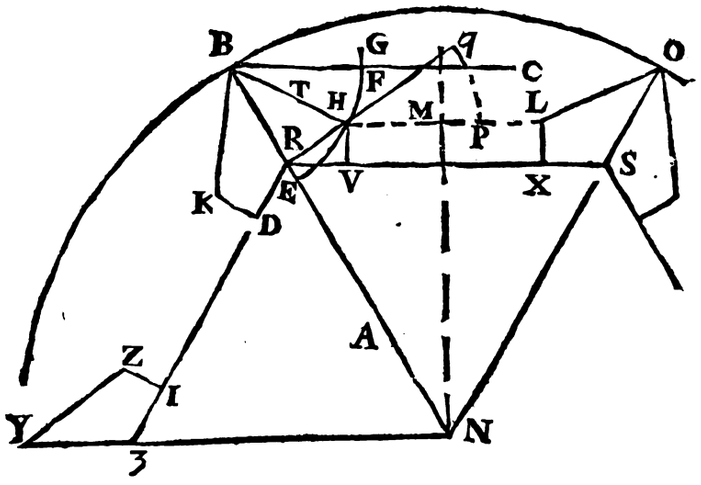
*Polygonum, quodcumque munimentis ſuis inſtruere, methodô Hollandicâ. hoc eſt data ratione cortinæ ad faciem, angulô defenſô, & alæ determinatore.*

Dedimus ſupra plures Hollandicos modos. Primus angulo defenſo gradus 15 tribuit ſupra ſemiangulum circumferentiæ, ratio cortinæ ad faciem erit vt 3 ad 2. angulus determinator alæ erit graduum 40. Hæc data ſufficient, ad totam munitionem exequendam.

Sit angulus A B C dimidius angulus circumferentiæ in exagono, hoc eſt graduum 60, ex puncto B vt centrô, quôcumque interuallô deſcribatur arcus E F G, ſiat F G graduum 15 diuidatur arcus EG, bifariàm in H, ducatur linea BH, quam pro propugnaculi facie aſſumere poteris, aut quamcumque aliam maiorem, aut minorem pro vt libuerit. hanc diuide bifariàm in T, tum fiat H L paralella lineæ BC, quæ ſit tripla lineæ BT, hanc bifariàm diuides in M duceſque, perpendicularem MN, eritque punctum N, centrum poligoni. ex puncto H, vt centrô, deſcribe arcum PQ graduum 40. cum angulus alæ determinator tot gradus contineat. ducatur linea QHR & per R, linea R S parallela ad H L. tum ex punctis H & L duc ad R S perpendiculares HV, LX; fiat XS æqualis lineæ RV, & ducto radiô SN, fiat SO æqualis capitali RB, iunctâ linea LO habebis forcipem BH V X L O, munitionem vnius lateris continentem: quam facile transferes in alia latera, ſi ex centro N deſcribas circulum interuallô N B, abſcindaſque arcum BY æqualem arcui BO, tum in radio N Y, ſumas 3 Y æqualem capitali B R, & ducto latere R 3 abſcindas 31 æqualem ſemicollo RV; ducaſque perpendiculatem Z I æqualem alæ VH. denique coniungas faciem YZ. ita operaberis in reliquis omnibus angulis, & perfectam habebis munitionem Hollandicam.

Demonſtratio hæc munitio conditiones omnes Hollandicæ munitionis habet, angulus enim defenſus KBH, continet medietatem anguli circumferentæ & inſuper 15 gradus, nam arcus EG eſt, dimidius angulus circumferentiæ auctus gradibus 15, ſed angulus EBH, eſt dimidia eius: pars ergo totalis KBH illi erit æqualis erit.

Secundo facies BH ſe habet ad lineam HL, &




conſequenter ad lineam VX illi æqualem, vt 2 ad 3, ſecimus enim vt HL eſſet tripla lineæ BT, quæ eſt dimidia lineæ BH.

Tertio angulus HRV determinator alæ, æqualis eſt angulo Q H P (*per* 28.1) ſed angulus Q H P factuseſt graduum 40. igitur angulus H R V erit graduum 40.

Alia demonſtratione opus non eſt, cum propugnaculum ſatis magnum euadat, angulus defenſus ſit graduum 75 in exagono, ſecunda ala fere obtineat medietatem cortinæ.

Vti poteramus eâdem methodô, in ſecundo modo Hollandico, in quo angulus defenſus obtinet duos trientes anguli circumferentiæ, nam deſcripto arcu E H F, arcus E H debuiſſet habere duos trientes arcûs EF, ita vt in hoc exemplo cum arcus E F, ſit graduum 60, arcus E H fuiſſet graduum 40, & angulus defenſus graduum. 80.

Sed tunc ſecunda ala minor foret.

Idem dicendum in tertio modo Hollandico, in quo angulus defenſus 20 gradus ſibi vendicat, ſupra dimidium angulum circumferentiæ, tunc enim angulus FG debuiſſet aſſumi graduum 20, qui in primo modo aſſumptus eſt graduum 15.

Notandum item eandem praxim vim ſuam obtinere, ſi pro angulo determinante alam, data fuiſſet ipſamet ala, nam ductâ facie B H, & lineâ H L, ducendo, perpendicularem H V propoſitæ longitudinis, & per V lineam VX, parallelam lineæ H L perfecta fuiſſet operatio, aut ſi daretur linea colli R V, aut capitalis B R.

Eadem praxis adhiberetur, ſi alia daretur ratio faciei, ad cortinam; vt ſi daretur ea quæ eſt 1 ad 2. vt vult Goldmannus. Poſt polygonum duodecim laterum arcus E H debet eſſe præcisè graduum 45. ſic enim angulus defenſus rectus erit. Immò & ad formanda propugnacula vt vocant plana, quæ ſcilicet, non angulo; ſed lineæ rectæ inſiſtunt, facto augulo E B H graduum 45. & arcu Pq, graduum 40 reliqua fient vt priùs.

PROPO

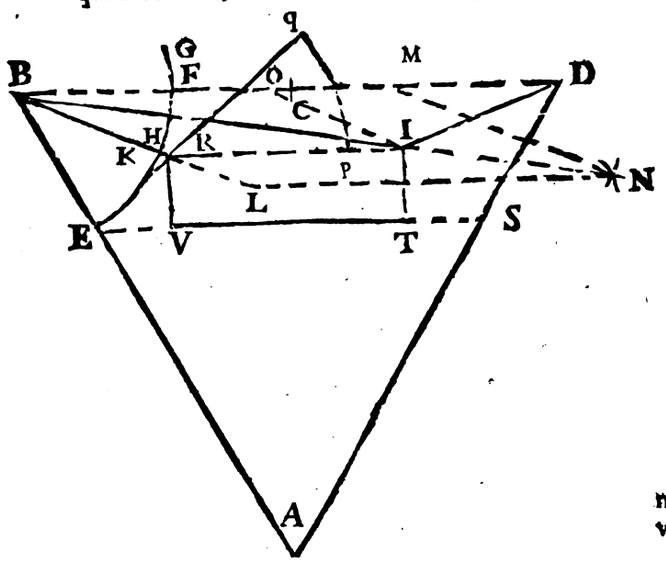
Digitized by Google

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Supra datum latus externi polygoni, munitionem Hollandicam describere.*

Hæc praxis à superiori non differt, nisi quod certum, & determinatum supponat latus




polygoni externi. Sit ergo distantia angulorum defensorum data, nempe linea B D. fit angulus DBA, æqualis semiangulo circumferentiæ polygoni propositi, verbi gratiâ exagoni. ex puncto B, vt centrô, fiat arcus E F, cui sicut priùs additur arcus F G graduum 15. arcus EG, bifariàm dividatur in H, ductâ lineâ B H, fit & angulus BDA, æqualis angulo D B A, vt habeatur centrum A, & angulus A D I, æqualis angulo A B H assumatur vtcumque linea B K, quæ bis sumatur hoc est B L, sit dupla lineæ B K, & B M, sit tripla eiusdem B K, perficioque parallelogrammum B M N L, sumendo circino lineam B L, & ex puncto M, describendo arcum N, pariter si intra circini crura assumatur linea B M, & eo intervallo ex L, fiat arcus N; erit perfectum parallelogrammum. in quo si ducatur diagonalis B N, hæc secabit lineam D I, in puncto I, per quod ducenda I R, parallela lineæ B D; ex puncto R, vt centro describatur arcus P q, quadraginta graduum, ductâque lineâ qRE, habebitur punctum E, per quod ducetur E S, parallela lateri B D, & ad eam perpendiculares H V, I T. perfecta erit operatio: dico eandem esse rationem faciei B R, ad cortinam VT quæ est 2. ad 3.

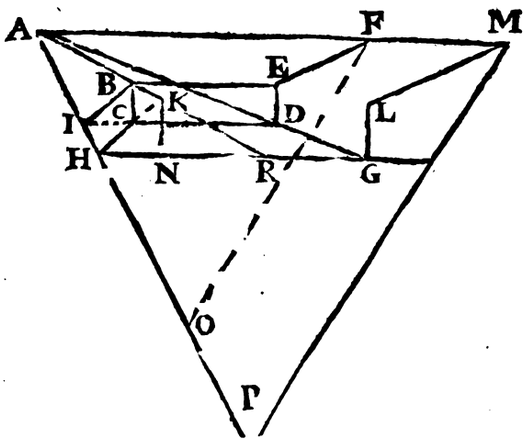
Demonstr. Parallelogrammum BLMN, tale est ex constructione vt sit ratio lateris B L, ad latus LN, quæ est 2. ad 1. (*sed per* 14. 6.) parallelogrammum BHIO, illi simile est; ergo ratio BR, ad RI, aut VT, illi æqualem, erit vt 2. ad 3.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*Hollandicam munitionem describere, super datâ lineâ defensionis sagente.*

Hæc pariter methodus à superioribus non differt, nisi quòd lineæ defensionis certæ, & deter-




minatæ longitudinis addicatur, quæ linea primò vt proposita supponitur.

Primo fiat vt in propos. decima munitio, qualem polygonum tuum exigit ductis tantùm semiprognaculis & cortinâ, hoc est describatur figura ABCDEFO. si linea DA invenitur propositæ longitudinis actum est quod proponitur. Si verò minor est augeatur, quantùm volueris vsque in G, per quod punctum G, duces lineam GH, parallelam cortinæ CD, & per H lineam HK, parallelam lineæ IB, quæ faciem productam secabit in puncto K; & K N perpendicularem ad G H; perpendicularem item GK, æqualem lineæ K N, & L M parallelam lineæ EF, denique M P parallelam lineæ OF, & figura AKNGLM, erit ea quæ proposita fuit, eò quòd eædem observentur proportiones ptopter parallelas.

Poteramus pariter incipere à linea defensionis stringente nempe A R, eâ enim semel determinatâ, ducatur per R, parallela RH. tum HK parallela lineæ IB habebitur punctum K, quô facilè totam figuram absolvemus.

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Datô latere internô munitionem Hollandicam describere.*

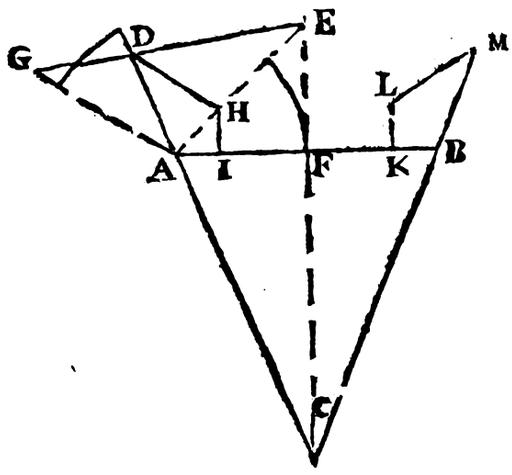
Proponatur munitio Hollandica describenda, super datô latere AB, interioris polygoni. Sit igitur octogonum, in quo angulus defensus secundum regulas Hollandorum debet esse graduum $82\frac{1}{2}$. vt habeatur centrum C, fiunt anguli BAC, ABC graduum 45. tum in puncto A, fit angulus FAE, determinans alam graduum 40. divisôque latere AB, bifariam in F, ducitur perpendicularis FE, donec occurrat lineæ AE. fiat item angulus D A G, æqualis semiangulo defenso nempe graduum $41\frac{1}{4}$. Dividatur latus AB, in tres partes

N æquales,



Digitized by Google

æquales,& linea AG,duos trientes lineæ AB continet.ducatur linea EG,quæ determinabit capita-




lem AD fiat DH parallela lineæ AG,& ex puncto H, demittatur HI, perpendicularis ad AB, ex alia parte fiat BM, æqualis capitali AD, & BK æqualis lineæ colli AI, excitetur perpendicularis KL,æqualis alæ IH,& iungatur LM.

Dico ergo rationem lineæ DH, ad IK, esse vt 2. ad 3.

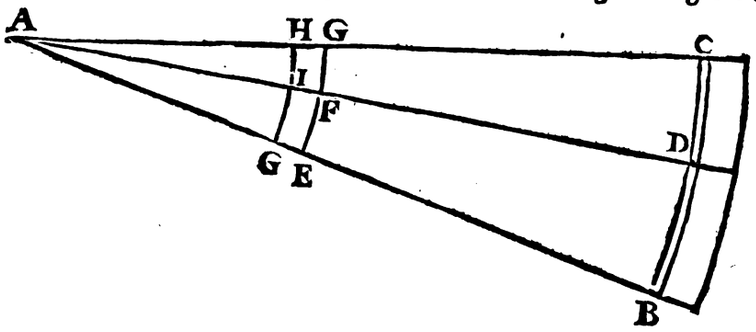
Demonst. (*per* 3. 1.) eadem est ratio lineæ AF, seu dimidij lateris AB, ad dimidiam cortinam IF.quæ lineæ AE, ad HE; vt autem dimidia ita & tota; igitur eadem est ratio totius AB,ad totam IK, quæ lineæ AE ad HE, vt autem AE ad HE, ita AG ad DH,(*per* 4.6.)igitur vt latus AB,ad cortinam IK,ita AG ad DH; & permutando vt AB ad DG,ita cortina IK ad faciem DH, sed latus AB ad AC, se habet vt 3. ad 2. per constructionem igitur cortina IK, ad faciem DH, se habebit vt 3.ad 2.quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XIV.

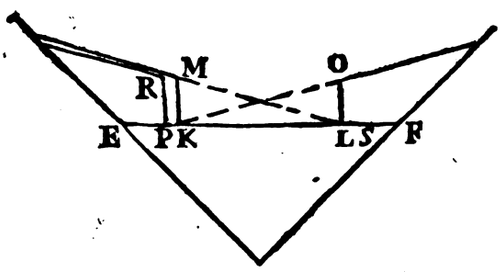
### Problema.

*Polygonum munire methodô Gallicâ, ope anguli dirigentis.*

Vt compendiosiores fiant praxes nostræ; nonnulli vtuntur angulô dirigente, quem ita effor-




mant, ducatur linea AB vtcumque, cuius intervallô ex A, vt centro describatur arcus BC graduum 20. qui arcus inæqualiter dividatur,nempe arcus BD,contineat gradus $1\frac{1}{2}$,& consequenter DC,erit graduum $8\frac{1}{2}$. iungatur linea AD.certum est subtensam BD, esse fere quintam partem lineæ AB,& DC sextam,& BC paulò maiorē tertiâ.possumus ergo ope istius anguli invenire sextam partem cuiuscumque lineæ,pro linea semicolli,vel si velimus illi concedere quintam partem vtemur linea BD, & quia capitalis, vt plurimum superat tertiam partem lateris interioris polygoni, vtendum erit linea BC.




Proponatur pro exemplo linea EF, latus internum quadrati.transfero lineam EF in AG, & eô intervallô describo arcum GH, assumo GI pro duobus semicollis,illudque intervallum transfero in FK,LF,tum assumo IH, ad formandas duas alas KM,LO & ex K, & L duco duas lineas defensionis stringentes,& peractum erit negotium.

In hoc angulo, multi arcani quid inesse existimant,sed nihil in eo video compendij, nisi quod sexta,quinta,& tertia pars facile inveniantur. nam tam facile poterat dici sumantur lineæ colli, quæ quintam partem lateris obtineant, & ala quæ sextam. melius tamen munietur quadratum, si lineæ colli sextam tantum partem sibi vendicent,& pariter alæ aliam sextam.

Noto autem quadratum habere non posse lineam defensionis figentem;quia angulus defensus acutior evaderet.

Id igitur commodi quod affert angulus dirigens, in eo positum est,quòd latus omne facile in suas partes dividatur.poterat autem melius formari nempe ita vt invenirentur illæ partes præcisè.

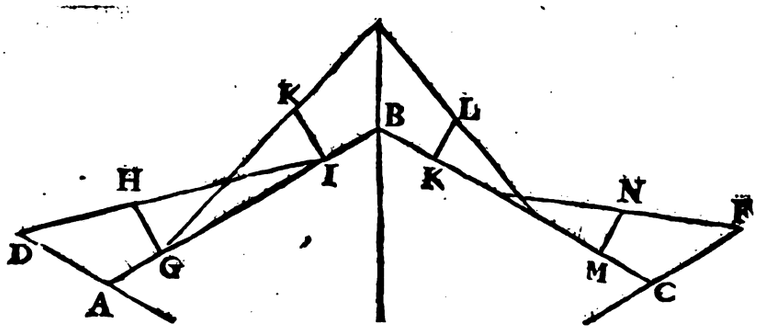
## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Exemplum munitionis Gallicæ supra datum latus internum, ope anguli dirigentis, cum lineâ defensionis stringente aut figente.*

Vt meliùs huius instrumenti commoda innotescant,vnum exemplum breviter affero, multi enim præcipuè in irregularibus munitionibus,in quibus latera sunt inæqualia,hunc angulum valere existimant. Proponatur igitur latus AB, quod ita muniendum sit, vt lineæ defensionis sint tantum stringentes, fiat arcus EF, in angulo dirigente

Digitized by Google




gente interuallô lineæ AB, ſumatur EG in eodem angulo dirigente pro capitali ſiue munitioni tribuere velis defenſionem tantum ſtringentem, ſiue figentem, hoc interuallum transferes in AD, BE, CF, vt defenſio euadat tantum ſtringens fient ſemicolla & alæ AG, GH, BI, IK æquales lineæ EF tui anguli dirigentis, ductiſque lineis IHD, GKE, perfecta erit munitio.

Si verò velis habere lineas defenſionis figentes, fiant ſemicolla BK, CM æqualia lineæ EF, & alæ KL, MN, æquales lineæ FG anguli dirigentis, tum coniungantur lineæ EL, FN.

## COROLLARIVM.

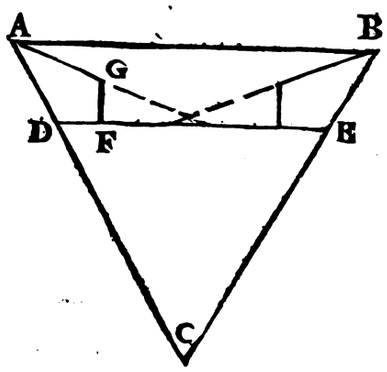
Sine angulo dirigente idem præſtare poteras, iubendo vt linea capitalis AD, & reliquæ nonnihil ſuperarent tertiam partem lateris AB, vt ſemicolla quintam partem æquarent, & in defenſione ſtringente alæ quintam partem haberent, in figente tantum ſextam.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Datô latere externô munimentum Gallicum excitare.*

Sit datum Polygoni externi latus AB ductis




duobus radiis AC, BC ſpeciem polygoni determinantibus. ſumo capitales BE, AD. æquales quartæ parti lateris AB, tum ductô latere internô DE, ſemicolla & alæ ſextam illius partem obtineant, & perfecta erit munitio. vt Tyrones melius exerceantur debent in vnaquâque methodo plura polygona deſcribere, vt meliùs iſtæ praxes memoriæ, & imaginationi inhæreant.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Vſus tabularum in deſcribendis munitionibus.*

Plerique authores tabulas ſeu canones proponunt, in quibus exactè habetur, longitudo linearum ex quibus componitur munimentum. docebo quidem inferiùs methodum componendi tabulas, quòd trigonometriam requirit, reliquæ operationes vix trigonometriam aduocant. ratio autem quare tabulæ componuntur ad exactiorem calculum, ex eo procedit, quòd munitionum diagrammata in charta deſcripta, vix fieri poſſunt ſatis ampla, vt ſingulas exapedas, & pedes exhibeant, ita vt procliue ſit aliquibus ſaltem pedibus aberrare. deinde deſcriptô diagrammate; cum opus ad praxin reuocant, ne cogantur idemtidem circinô linearum longitudinem expendere, earum calculum ineunt; atque is eſt verus vſus tabularum. Poſſumus tamen vti tabulis vt in charta deſcribamus munitionem, ſed prius opus eſt ſtatuere ſcalam exapedarum, in qua ſi poſſibile ſit ſingulos pedes poſſimus diſtinguere. ſi iam addicta eſt operatio alicui lineæ in charta ductæ, hæc diuidenda eſt in exapedas & pedes, ſecundum numerum exapedarum in tabella inuentarum pro tali lineâ ſcalâ ſemel conſtitutâ facile totam munitionem abſolues, neque opus erit vti omnibus cyphris, cum tres aut quatuor ſufficere poſſint. ſic datô latere abſoluimus munitionem Italicam, eò quòd ſciremus, ſemicolla & alas ſextam eius partem obtinere. vnde modò ſciamus longitudinem lateris, capitalis, ſemicolli, & alæ ſumptis partibus ex ſcala munitionē abſoluemus.

## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

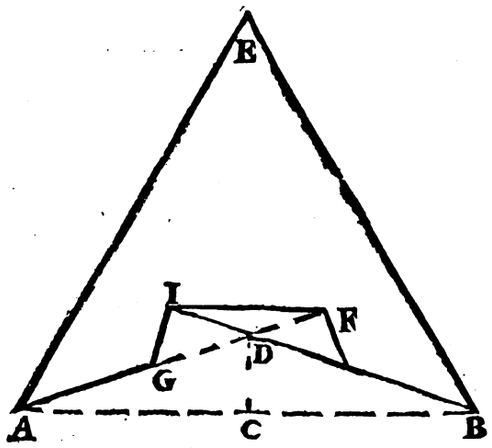
*Methodus muniendi Comitis de Pagan.*

Comes de Pagan exigit in ſingulis ſemicollis, tria tormentorum ſuggeſta, & in ſingulis 4 ſaltem tormenta collocat, ideoque propugnaculâ ſatis ampliat, eum longis faciebus ſi conferantur cum cortina. nunquam enim cortina faciem ſuperat niſi ſextâ parte, & ſæpè faciem adæquat cortinæ. nullam vnquam habet ſecundam alam, ſed ſemper ſolam defenſionem ſtringentem cui tribuit 140 exapedas, habetque pedem longiorem Rynlandico.

Suas praxes inchoat à latere exterioris polygoni, & rectè, quia in tabulis eſt ferè ſemper

immutabile, huic lateri in magnis munitionibus concedit 200 exapedas, mediocribus 180, paruis 160, vnâque methodô pro omnibus polygonis contentus est. quia tamen fieri potest vt in irregularibus, dentur aliqua latera exterioris polygoni, minora 160 exapedis, proponit tres vt vocat forcipes, quarum prima habet latus 140 exapedarum, mediocris 120. minima 100. censet autem latus exterius minus 100 exapedis, ineptum esse ad munitionem.

Initium ducamus à maximis munitionibus, quæ omnibus polygonis inseruit excepto quadrato. Supponamus igitur lineam A B esse latus exterioris polygoni, & esse 200 exapedarum: diuido bifariàm in C, & excito perpendicularem C D. 30 exapedarum, tum duco lineas B D I, A D F, in quibus abscindo faciem A G, sexaginta exapedarum, denique ex puncto G, duco ad B I perpendicularem G I, idem præsto ex alia parte, iunctâ lineâ F I, perfecta est munitio eritque cortina septuaginta exapedarum. & quinque pedum & alæ 24, & duorum pedum. radius B E in pentagono erit exapedarum 170. in exagono 200, in Eptagono 230. & trium pedum, in octogono 261. in enneagono 292, in decagono 325.




In endecagonò 354. In dodecagono 386.

Mediocris munitio habet A B 180, C D, 30, A G, 55. G I, 24; I F 60 cum 4 pedibus.

Minima habet AB 160, CD 30, AG 50; GI 23 & 2 pedum; F I 50 & 4 pedum.

Maxima forceps A B 140, C D 25, AG 40; G I, 21. 5. pedum; F I. 50 & 5 pedum.

Mediocris AB 120. CD 24, AG 36; GI 19 & 5 pedum; F I 39.

Regulas habet peculiares pro quadrato. vt pote difficiliori ob angulos nimis acutos.

Magnum quadratum habet AB 200 exapedarum, CD erit 27, AG 60, GI 22, FI 71.

Mediocre habet AB 180, C D 24, A G 55; GI 19, & vnius pedis, FI 63 & 4 pedum.

Hoc est diagramma munitionum Comitis de Pagan, qui vult tria suggesta vt dixi in singulis alis, ideoque non retrocedit in primo suggesto quadrati, nunquam item habet secundam alam, quam tamen habere facile posset ab enneagono, & supra, quia etiam cum secunda ala in iis polygonis, haberet alas, & semicolla sufficienter magna.

Vt autem procedamus secundùm aliquas regulas in hac materia: octo exapedas singulis suggestis in longum tribuit, tres cum dimidia Loricæ, & quatuor cum dimidia stationi tormentorum, quare cum in pentagono paruæ fortificationis habeat tantum pro semicollo, viginti duas exapedas, non potest retrocedere in statione infima, ex quo fit vt videatur nimis exposita tormentis hostium. immo singulis tribuit tantum 7 exapedas.

Cum in mediocri habeat 27 exapedas pro semicollo, potest infima statio tormentorum retrocedere 4 exapedis, & singulæ habent 8 ferè exapedas.

In maxima cum habeat 30 exapedas pro semicollo, pentagoni, poterit retrocedere 5 exapedis, & singulis tribuere plusquam octo exapedas.

Exagonum paruæ munitionis semicollum habet æquale collo pentagoni mediocris, & exagonum mediocre quoad hoc æquat pentagogono maximo.

In aliis verò polygonis possent fieri semicolla mediocria, & haberi secunda ala in cortina.

In quadrato erit maior difficultas, maximum habet semicollum 22 exapedarum quod sufficit tribus stationibus tormentorum, & tredecim tormentis.

In quadrato mediocri sunt nouemdecim exapedæ, fient tamen tres stationes; sed superior erit vnica pro duabus, hinc inde alis; factis tamen duabus Loricis cum statione vnica, quod inutile non erit, obuertentur enim tormenta in partem oppugnatam. Pariter paruo quadrato duæ tantum poterant tribui stationes integræ, cum habeat tantum 17 exapedas. comes de Pagan in singulis alis parui quadrati collocat 9 tormenta, vix tamen locum inuenire potest.

Pro forcipulis an possint habere 3 stationes tormentorum hoc pendet ab angulo polygoni. in exagono, maxima habet semicollum 20 exapedarum, in minima 15.

Notandum item est, pro statione tormentorum non esse necessarias 8 exapedas; sed aliquando sufficere 7 aut 6, nam video Hollandos tribuere Loricæ valli aliquando 12 tantum pedes, & 4 exapedas stationi vallari. si ad reliquum apparatum requiratur aliquid, fiunt fornices & arcus sub superiori statione.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

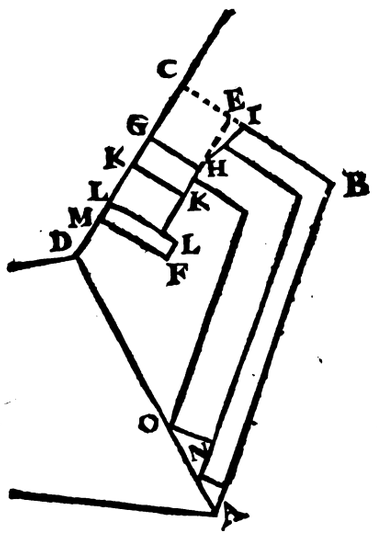
*Alarum, & stationum Dispositio.*

Postquam sufficienter docuimus methodum efformandarum præcipuarum linearum diagrammatis, ad particularia descendendum est. Et primò ad duo suggesta quæ secundùm dispositionem communem in ala statuuntur. Sit ergo semipropugnaculum A B C, cuius ala B C, & D C semicollum nempe 20, aut 22 exapedarum, diuidatur ala B C in tres partes æquales, ita vt C E, sit vna tertia, ducatur linea E F parallela cortinæ D C; si satis longa est linea semicolli, retrocede 4 aut aut 5 exapedis vsque in G, tum ducatur G H parallela alæ C E, eritque initium stationis infimæ; ducatur linea H I non quidem parallela cortinæ sed parallela lineæ defensionis maximæ, sit K G duarum exapedarum cum dimidia, aut trium pro lorica infimæ stationis & K L quatuor exapedarum pro statione, pariter

L M

Digitized by Google

LM sit duarum exapedarum cum dimidia, aut trium pro lorica superioris stationis, reliquum




erit pro statione tormentorum, & pro adytû propugnaculi, ductis parallelis GH, KK, LL, MF

paulo longioribus, vt vnum addatur tormentum bellicum habebitur dispositio stationum.

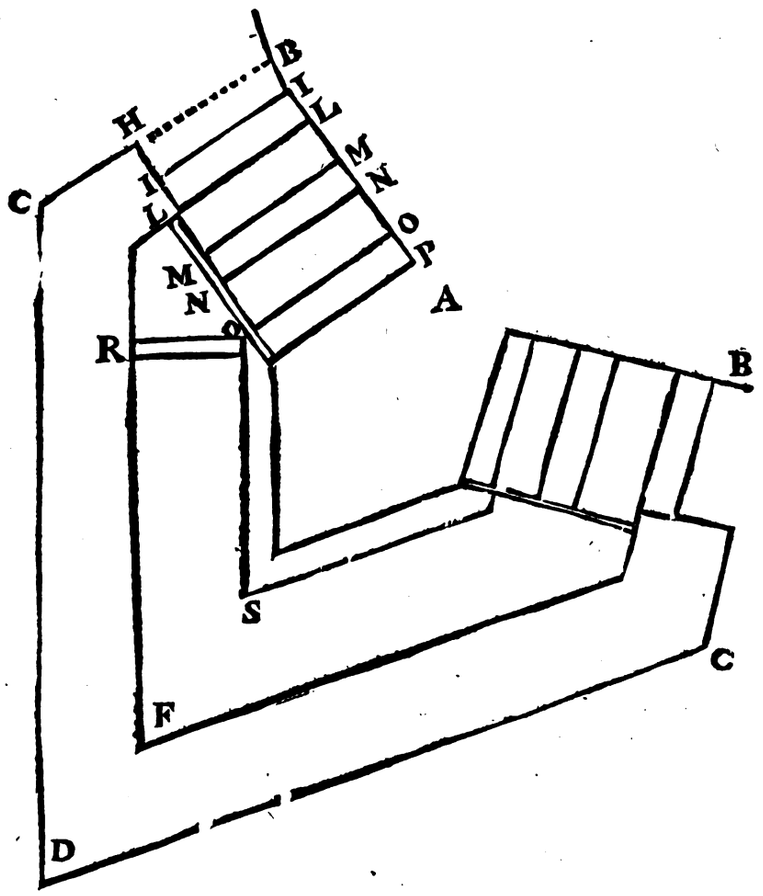
Si propugnaculum plenum sit addenda illi tantum erit Lorica, cuius crassities adæquet crassitiem Loricæ vallaris, hoc est trium circiter exapedarum. si verò vacuum fuerit debebit vlterius illi addi vallum cuius crassities præter Erismа debet esse 4 circiter exapedarum. sumatur igitur linea NO 7 circiter expedarum computatô Erismate, & per punctum O ducatur linea parallela faciei, vt notetur vestigium valli habenda. item est ratio erismatis exterioris, sed hæc meliùs infra dicentur cum de vestigio valli notando agemus.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

*Dispositio partium propugnaculi secundùm mentem Comitis de Pagan.*

Tria tormentorum suggesta quæ Comes de Pagan in singulis alis requirit, interius pro-




pugnaculum, quod intra magnum propugnaculum extruit, partium propugnaculi dispositionem immutant. vult igitur primo lineas semicolli 30 vt plurimum exapedarum vt A B, alas vero BC 23. aut 24 exapedarum, vallum faciei, aut potiùs totius propugnaculi sit C F C. dimidiam alam nempe H B suggestis assignat, cum methodus communis tertiam tantùm partem, assumat.

Secundo semicollum AB, non iacet in directum cortinæ, sed vnam lineam componit cum linea defensionis maximâ, vt tormenta directe obuertantur ad oppositi, propugnaculi apicem.

Tertiò retrocedit tribus aut quatuor exapedis, quare B I erit 4 exapedarum, I L erit trium circiter exapedarum pro lorica infimæ stationis, LM statio tormentorum quatuor exapedarum, sed hæc statio nonnihil sit longior, vt ibi bombardam vnam occultet. MN trium exapedarum,



Digitized by Google

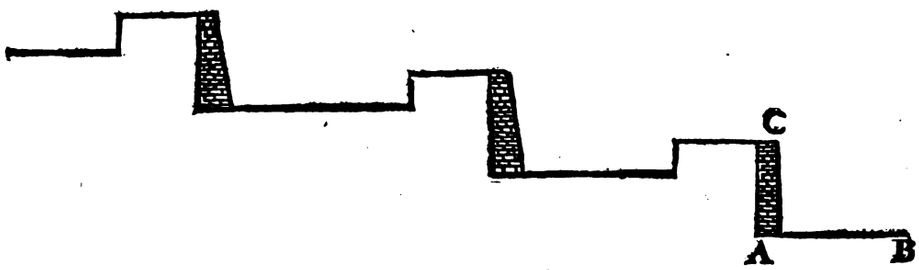
pro lorica medii ſuggeſti; NO ſtatio tormentorum 4 exapedarum, OP lorica ſuperioris ſuggeſti &AP ſtatio ſuperior.

Vt vero ſingulis ſuggeſtis altitudinem conuenientem tribuat, neceſſarium eſt, vt vallum ſit ſaltem 30 pedum altitudinis, ipſe vult 36, computatâ profunditate foſſæ, & vnum ſuggeſtum ſuperari à ſequenti 8 pedibus, infimum vero 12 circiter pedibus altius eſſe imâ foſſâ, & ne eâ parte nimis facilis ſit aſcenſus ad arcem, poſſet foſſa ante infimum illud ſuggeſtum fieri adhuc profundior, immò poſſet ſupremum ſuggeſtum altius fieri communi vallo, ſi opus eſſet. ſi vero non computetur, profunditas foſſæ, primum ſuggeſtum eleuetur 8 pedibus ſupra agri externi ſuperficiem, addantur 12 pedes profunditatis foſſæ fiunt 20 & 4 aut 5 pro lorica fiunt 24 quæ altitudo ſufficiens videtur, & ſic ſupremum ſuggeſtum haberet altitudinem 24 pedum.

Vides in eadem figura veſtigium valli, ambientis totum propugnaculum notatum linea R F, eius craſſities eſt 8 exapedarum, non computatis eriſmatibus, quod ſufficit. ſequitur foſſa cuius latitudo aut duas tertias partes, aut medium partem habet maximæ foſſæ.

Ex inde vides parvum propugnaculum. cuius facies ſunt 24 exapedarum illius defenſio pendet à ſuggeſtis, quæ inferiora ſunt hoſtibus, quos ſuppono inſediſſe vallum, quare poſſet iſtis ſuggeſtis addi vallum ROG ad defendendam foſſam, cuius altitudo æqualis eſſet maximo uallo, in eo collocari poſſent tormenta è ſuis ſuggeſtis educta. quamuis autem hoſtes inſederint partem primi valli, non propterea cogunur obſeſſi totum deſerere.

Proponit item predictus author hoc diagramma verticale trium ſuggeſtorum, quæ duabus exapedis differunt inter ſe, ſed ſupponit lineam AB eſſe imum foſſæ, ita ut tota altitudo ſuperioris ſuggeſti hoc eſt valli computatâ profunditate ſit pedum 36, ſeu ſex exapedarum. neque hoc mirum videri debet, cum in munitionibus communibus habentibus promurale, ſint tria ſemper ſuggeſta, ipſe autem virtualiter in omnibus alis promurale addit.




## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*Veſtigium valli, foſſæ, viæ tectæ, eriſmatis extimi in charta deſcribere.*

Hactenus veſtigium ſeu præcipuarum partium ichnographiam docuimus, reſtant aliqua notanda, præcipuè vero valli, lineæ prius ductæ pedem exteriorem valli denotabant, craſſities igitur valli intra primam munitionis figuram aſſumenda eſt. ad quod neceſſarium eſt diagramma verticale; aut ſaltem vt ſciatur craſſities valli ſumpta in ima eius parte, vt ſi computatô vtroque eriſmate habeat 12 verbi gratia exapedas lineam perpendicularem facio 12 exapedarum, aut plurium ſi plures continet ima valli craſſities, & duco lineam parallelam cortinæ, duco & alias parallelas aliis cortinis ita vt fiat poligonũ priori concentricum, ſine vllâ interruptione lineæ, ſi nempe propugnacula ſunt plena, ſi verò fuerint vacua debent duci lineæ æquidiſtantes faciebus propugnaculi.

Si promurale volumus, lineas parallelas cortinis alis, & faciebus ducimus eô interuallô ab iis diſtantes, quô exterius eriſma loricæ promuralis diſtat à vallo.

Latitudo foſſæ ſumitur ad faciem propugnaculorum, fiat ergo linea perpendicularis ad faciem, æqualis latitudini foſſæ, verbi gratia 20. exapedarum, eôque interuallô ducitur parallela faciei, idem fit in reliquis omnibus: atque ita habetur veſtigium foſſæ in charta notatum niſi quod ad apicem propugnaculorum, nonnihil in orbem flectantur ex apice propugnaculi vt centrô.

Pro via tecta duces parallelas extimæ foſſæ ab ea diſtantes duabus circiter exapedis aut 4. ſed hæc linea in orbem non flectitur ad propugnaculi extremitates.

Extimum eriſma viæ tectæ eôdem modô per parallelas notatur, dicemus autem inferiùs, quid fieri debeat, in via tecta, quando adduntur opera externa. nempe quod via tecta non circumducitur per omnes anfractus; ſed ſæpe vnô circuitu plures ſimul partes complectatur.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*Munitionis regularis diagramma verticale deſcribere.*

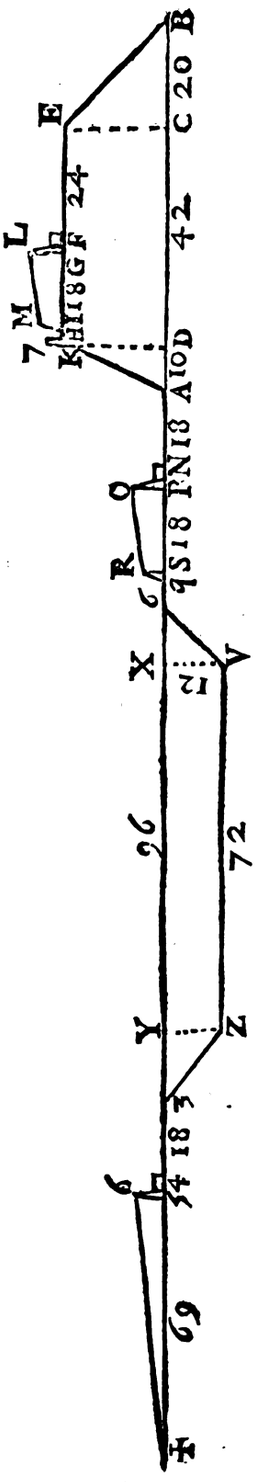
Hucuſque veſtigia horizontalia munitionis regularis deſcripſimus, & velut fundamenta iecimus, nunc vero & vallorum moles excitamus, & foſſas excauamus; ſicut ergo vt veſtigia horizontalia in charta notaremus, ſuppoſuimus planum horizontale, cuius & partium munitionis noſtræ communes ſectiones exhibuimus; ita nunc planum verticale imaginabimur, cuius & omnium partium communes ſectiones deſcribemus, ſic enim varias earum partium altitudines vnô intuitu ſpectabimus, hoc eſt valli, & loricæ; promuralis, & loricæ; foſſæ depreſſionem ſeu profunditatem, viæ tectæ latitudinem, loricæ & eriſmatis declivitatem.

Primo vt id commode exhibere poſſimus; fiat ſcala pedum & exapedarum, quæ ſcala repræſentabit

Digitized by Google

tabit pedes Rynlandicos æquales iis quos initiô dedimus. debet autem hæc ſcala eſſe eadem quâ in deſcribenda ichnographia vſus es.

Hæ partes ſunt in eadem linea horizontali baſis valli, ſtatio promuralis, baſis loricæ promuralis, margo, ſuperficies ſuprema foſſæ, via tecta, baſis loricæ ſubvrbanæ, ſeu pes eius. idem eſſet de baſi vallorum, parmularum, lunularum, cornutorũ, coronatorum. debemus autem priuſquam ad earum partium deſcriptionem accedamus, habere omnium menſuras, quæ ita præciſæ non ſunt, vt nefas ſit aliquid addere, aut demere pro vt res feret. baſis valli ad minimum nouem exapedas adæquabit, & ad 14 poteſt peruenire. altitudo valli non computatâ foſſæ profunditate aut altitudine loricæ, etit 12 ſaltem pedum & hoc apud Hollandos. poteris ad 3 exapedas aut 20 pedes peruenire. notandum autem cum vallum nullô murô tegitur non poſſe ad tantam altitudinem eleuari. Statio promuralis computatâ eius loricâ debet ſaltem eſſe 4 aut 5 exapedarum, poteſt 7 aut etiam octo obtinere. margo promuralis vnius ſaltem exapedæ. latitudo foſſæ poteſt eſſe 12 exapedarum, aut etiam 20. via tecta ſaltem duas exapedas habet nonnunquam 3 cum dimidia. Eriſma loricæ ſubvrbanæ, ſeu eius baſis, pendet ab altitudine valli. quæ omnes longitudines perpendiculariter ad facies propugnaculorum ſumptæ 57 exapedas efficiunt. aut ſaltem 39. ſi mediocritatem aliquam affectemus. ſed vt ad praxin veniamus.




Ducatur linea B3 quæ ſuperficiem agri ſubvrbani repræſentet. ſupponimus autem in æquabili ſolo excitandam eſſe munitionem regulatem, ſit AB pedum 72 pro baſi valli, maiorem aſſumerem lineam AB ſi altius vallum excitandum foret. Suppono altum eſſe 20 pedes. puto altiori opus eſſe, quando additur promurale, quia promurale eſt quaſi gradus ad ſuperandum vallum, quando autem deeſt promurale; foſſæ profunditas, in valli altitudinem refunditur. cum ergo altum velim 20 pedes, ſumatur pro eriſmate interiori linea B C, 20 pedum, & ducatur perpendicularis C E æqualis lineæ BC. aſſumatur & A D decem pedum. ſi vallum veſtiatur murô pauciorum pedum erit, nam eriſma exterius tribuitur tantum, ne ſolum ſeu materies valli defluat. excitatur & perpendicularis D K 20 pedum, & iunctis lineis KE, AK, BE perfectum eſt vallum.

Si velis adumbrare viam cuſtodiarum fiat H I 4 aut 5 pedum. eleuando murum KI tribus pedibus cum craſſitie duorum pedum. Hollandi huiuſmodi viam non habent, quia vallum terreum illius capax non eſt. linea HF baſis loricæ erit pedum 18, eriſma HI duorum pedum, eriſma vero GF vnius; perpendicularis GF erit pedum 6 & IM pedum 4. ductis, lineis M L, MH, LF perfecta erit lorica vallaris. ſuppedaneum fiat in F, altum ſeſquipede latum tribus pedibus.

Statio promuralis AP fiat pedum 18 cui addatur lorica, loricæ vallari æqualis.

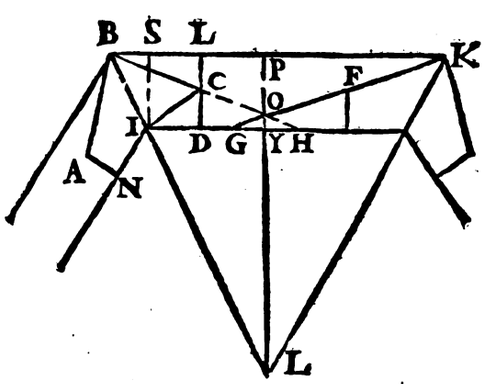
Abſcinditur exinde 6q margo promuralis vnius exapedæ.

Pro foſſa, linea TX æqualis profunditati, nempe ſi fuerit plena aquâ fiet 12 pedum, plurium ſi ſicca, ducatur pariter perpendicularis XV æqualis profunditati, latitudo foſſæ erit linea 63 pedum 96 abſcindatur 3Y pedum 12, & ducta perpendiculari YZ, pedum pariter 12, coniungatur ZV quæ erit pedum 72.

Viæ tectæ latitudo fiat pedum 18, etitque linea 3. 4. aſſumatur linea 4. 5. vnius pedis, excitenturque perpendicularis 5. 6. pedum 5. tum fiat linea 4† pedum 69. & coniungatur linea 6† & abſolutum erit diagramma in quo ſingulorum operum altitudinem, & craſſitiem notatas, & determinatas habemus.

### *Angulorum & linearum ichnographicarum ſupputatio.*

Quia quod in charta exaratur diagramma, minus eſt; quàm vt longitudinem linearum & angu-




lorum exactè, ad pedes vſque & minuta exhibeat, ita vt procliue ſit, non tantum aliquibus pedibus ſed nonnunquam exapedis aberrare, qui ſcrupuloſiùs procedunt trigonometricè ſingularum linearum longitu

longitudinem, & angulorum quantitatem inquirunt, quia verò trigonometria, aliqua in triangulo cognita supponit; vt cætera inuestiget; supponamus angulum centri & angulum circumferentiæ iam cognitos, nempe in figura angulum centri BKL, & angulum circumferentiæ. H I N. hos habes in tabula inferius ponenda.

## PROPOSITIO XXIII.

### Problema.

*Angulum defensum inuenire.*

Hic angulus adhuc est arbitrarius, si methodum Gallicam sequamur; triangulum habet angulum semirectum, quadratum graduum 60, Pentagonum exigit angulum graduum 75. reliqua polygona angulum rectum, tanti æstimo secundam alam, vt malim hanc methodum negligere, quam secundâ alâ carere. Hollandi idem sentiunt, semperque exceptô quadratô secundam alam in aliis efformant, quod vt præstent tres modos muniendi proponunt, discrepantes tantum in angulo defenso, primus modus dimidio angulo circumferentiæ addit gradus 15. vt habeat angulum defensum. secundus duas tertias anguli circumferentiæ, assumit pro angulo defenso. tertius dimidium angulum circumferentiæ auget 20 gradibus vt habeat angulum defensum. Ex quibus sequitur proposita tabula.

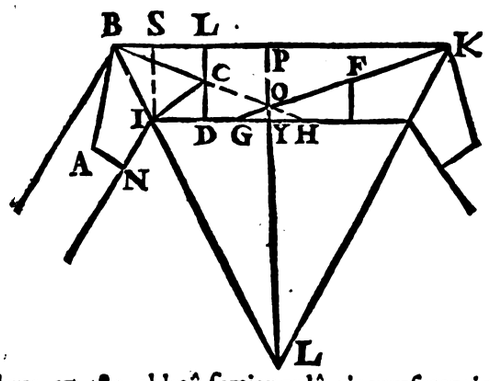
Possemus eundem exquirere in methodo Italica, sed opus esset solutione alicuius trianguli.

## PROPOSITIO XXIV.

### Problema.

*Angulum capitalis, & colli inuestigare.*

Angulus capitalis & colli in figura apposita erit angulus D I B est autem hic angulus resi-




duus ex 180 ablatô semiangulô circumferentiæ. quia BID, & MID duobus angulis rectis æquales sunt.

## PROPOSITIO XXV.

### Problema.

*Angulum capitalis, & faciei inuestigare.*

Quærimus in hac propositione angulum faciei B C, & capitalis IB, qui vt patet est semiangulus defensus A B C. quare diuiso angulo defenso bifariam habebitur hic angulus I B C.

## PROPOSITIO XXVI.

### Problema.

*Angulum stringentis & cortinæ.*

Angulus stringentis & cortinæ est angulus B H D, qui æqualis est (*per* 27. 1.) angulo imminuto C B K, aufer ergo semiangulum defensum I B C ex semiangulo circumferentiæ I B K, & restabit angulus imminutus C B K æqualis angulo stringentis & cortinæ D H C.

## PROPOSITIO XXVII.

### Problema.

*Angulum faciei, & alæ, seu angulum humeri inuestigare.*

Quærimus angulum A C D, qui (*per* 31. 1. *Eucl.*) æqualis est duobus internis & oppositis nempe angulo recto C D H, & angulo D H C. quem ostendimus æqualem esse angulo imminuto C B L. auge ergo angulum imminutum gradibus 90 & habebis angulum humeri.

## PROPOSITIO XXVIII.

### Problema.

*Angulum stringentis, & alæ inuestigare* DCH.

Angulus iste DCH facile inuenietur; est enim complementum anguli D H C iam præcogniti, hoc est angulum imminutum subtrahe ex 90. restabit angulus propositus DCH.

## PROPOSITIO XXIX.

### Problema.

*Angulum defendentem inuenire seu, angulum decussationis* BOE.

Angulum stringentis & cortinæ, seu angulum D H C duplicatum, subtrahe ex 180, reliquus erit angulus decussationis, nam in triangulo COH, tres anguli æquales sunt duobus rectis, quorum duo CHD, FGK, sunt anguli stringentis, & cortinæ, tertius COH æqualis est angulo decussationis BOE.

## PROPOSITIO XXX.

### Problema.

*Angulum determinantem alam inuestigare.*

Angulus determinans alam seu C I D, in methodo Gallica erit graduum 45; cum ala, & linea semicolli sint æquales.

In methodo verò Hollandica erit 40 graduum.

PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO XXXI.

Problema.

*Angulum oppositum faciei investigare.*

Adde simul semiangulum centri, & complementum anguli determinantis alam, & habebitur angulus faciei oppositus, angulus B I S, æqualis est angulo BRP, qui est semiangulus centri, & angulus SIC, æqualis est angulo alterno ICD, id est complemento anguli CID.

## PROPOSITIO XXXII.

*Angulum oppositum capitali invenire* BCI.

Subtrahe semiangulum defensum, & angulum oppositū faciei ex 180 reliquus erit angulus capitali oppositus, vel subtrahe ex angulo Humeri BCD. angulū ICD, complementum anguli determinātis alā, & restabit angulus BCI, oppositus capitali BI.

## DE SVPPVTATIONE LINEARVM

Inventis etiam sine Trigonometria omnibus angulis polygoni regularis, ad lineas accedimus, supponendo aliquarum linearum longitudinem datam, seu cognitam; cum enim similia polygona, & inæqualia possimus describere, quorum lineæ sint proportionales, necessariò vt singularum longitudinem determinemus; vnam aut alteram supponere debemus.

Ita determinant Hollandi suas munitiones in magnas, mediocres & paruas. maiores lineam defensionis maximam habent virgarum 60. seu 120. exapedarum, possunt autem illi tribui virgæ 70. seu exapedæ 140. mediocres quæ lineam defensionis, minorem habent 120. exapedis, sed latus exterius polygoni maius habent 120. exapedis.

Paruas quæ latus exterius polygoni minus habent 110. exapedis. hæ autem paruæ habent lineam maximam defensionis exapedarum 88.

Si per latus interius eas metiri velimus, maiores habent latus interius 109. exapedarum paruæ 80.

Latus exterius in maioribus erit 164. exapedarum; in minoribus 129. exapedarum. Secundum Hollandos.

Comes de Pagan maioribus tribuit latus exterius 200. exapedarum; mediocribus 180. paruis 160 descendit tamen vsque ad 140. 120. & 100.

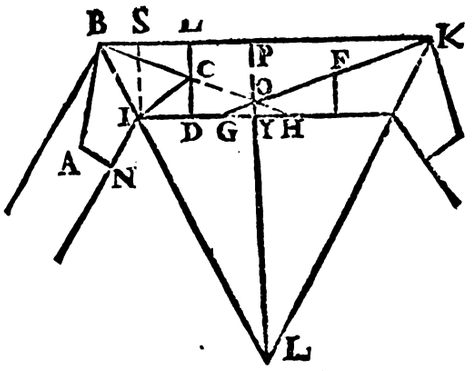
Supposità autem vnâ lineâ cæteras investigare debemus, quod sequentibus propositionibus exequor,

## PROPOSITIO XXXIII.

Problema.

*Datâ facie propugnaculi BC, invenire frontem BL, & productionem alæ* CL.

Fiat regula, quam vocant trium
Vt sinus totus




Ad sinum anguli LBC;
Ita facies BC.
Ad lineam LC.
Pariter pro linea BL. fiat
Vt sinus totus
Ad sinum complementi anguli LBC;
Ita facies BC,
Ad frontem BL.

Duplum autem lineæ BL, additum cortinæ dat latus exterius polygoni, vt patet.

## PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

*Datâ facie invenire capitalem.*

Suppono in triangulo IBC, cognitos esse angulos omnes.
Fiat vt sinus anguli BIC
Ad sinum anguli ICB;
Ita facies BC,
Ad capitalem BI.

## PROPOSITIO XXXV.

Problema.

*Datâ capitali invenire distantiam polygonorum, latus interius, lineam semicolli, & alam.*

Suppono in triangulo IBS, cognosci angulos, & capitalem IB.
Fiat vt sinus totus anguli recti S.
Ad sinum anguli BIS
Ita capitalis IB,
Ad lineam IS distantiam polygonorum.

Eôdem modô quæratur BS, hæc BS duplicata, & ablata ex latere exteriori BE, dabit latus interius.

Eadem BS ablata ex BL, iam præcognitâ dat lineam DI semicolli,

Linea L C iam cognita, & ablata ex LD. seu IS dat alam CD.

Linea semicolli duplicata, & ablata ex latere interiori polygoni relinquit DK, cortinam.



Digitized by Google

## PROPOSITIO XXXVI.

Problema.

*Cognitâ alâ, & angulis, cognoscere complementum cortinæ, & liberum stringentis.*

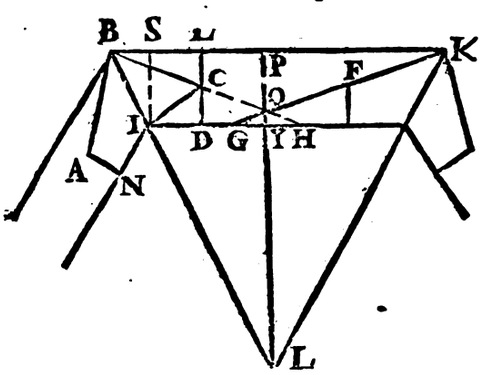
In triangulo CDH,
Fiat vt sinus anguli CDH,
Ad sinum totum, anguli nempe recti CDH,
Ita ala CD,
Ad lineam C H, nempe liberam partem stringentis.
Fiat rursus vt sinus anguli CHD.
Ad sinum anguli DCH; ita ala CD.
Ad lineam DH complementum cortinæ, hoc est ad id quod relinquitur ablatâ secundâ alâ, ex his innotescet facile secunda ala.
Habebitur item longitudo totius stringentis, si huic parti liberæ addatur facies.

## PROPOSITIO XXXVII.

Problema.

*Cognitâ Polygonorum distantiâ & fronte, inuestigare lineam defensionis maximam.*

Suppono per præcedentes cognitam esse lineam SI, vel DL, item lineam BL quæ ablata ex BK




latere polygoni externi, relinquit LK, certum est autem in triangulo rectangulo LKD, quadrata linearum LK, LD, esse æqualia quadrato lineæ DK, quare multiplicando singula latera LK, LD per seipsa, habebuntur eorum quadrata, à quibus simul sumptis si extrahatur radix quadrata, habebitur linea KD, nempe maxima linea defensionis.
Si vero nescias extrahere radicem quadratam.
Fiat vt LK ad LD.
Ita sinus totus; ad tangentem anguli LKD.
Et rursus vt sinus anguli LKD.
Ad sinum totum, seu anguli recti L.
Ita latus LK.
Ad lineam defensionis DK.

## PROPOSITIO XXXVIII.

Problema.

*Datô semilatere polygoni radium cognoscere.*

Lineâ I Y cognitâ, quæ est semilatus interni polygoni, cognoscitur facile Radius I L, fiat enim vt sinus semianguli centri I L Y;
Ad sinum rectum, anguli recti I Y L
Ita semilatus internum I Y
Ad radium I L,
Cui si addatur linea capitalis, I B habebitur B L radius polygoni externi.
Facile ex his deduces methodum supputandi omnes lineas munitionum, non solum secundum methodum Hollandicam; sed etiam secundùm Gallicam. Si ergo semel constituerimus lineam semicolli esse sextam partem lateris interioris polygoni, quod supposítum sit 120 exapedarum, habebimus 20 exapedas pro semicollo cognoscatur autem omnes angguli agnoscitur item alam, in quadrato autem & pentagono fiet ala 17 aut 18 exapedarum, Ex quibus semel determinatis facile per arithmeticam habebuntur reliquæ omnes lineæ.
Quæ vt faciliora siut addidi tabulas omnes Hollandicas, & alias nonnullas quæ sufficient ad omnem munitionem perficiendam.
Hic possunt poni tabulæ.

TABVLA

# 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.capal.& colli DIB. | 135. | 126. | 120. | 115.43 | 112.30 | 110. | 108. | 106.22 | 105. |
| Angulus ABD. deſenſus. | | | | | | | | | |
| Gallicâ methodô. | 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. |
| Ang.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.BCI. | | | | | | | | | |
| 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. | | | | | | | | | |
| Methodô 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

# Anguli munitionum ſecundum 1. methodum Hollandicam.

| | gr.m. | gr. m. | gr. m. | gr. m. | gr. m. | gr. m. | g. m. | g. 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 | 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. 45 | 72. 30 | 70 | 68 | 66. 21 |
| Formator alæ. | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |

Lineæ ichnographicæ maiorum munitionum. Secundum 1. Hollandicam.

| | Exap.Ped. | 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. ¾ | 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. 5½ | 23. ⅓ |
| 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. 2⅔ | 40. 2 | 42. 3⅓ | 44. 2 | 45. 4¾ | 47 |

Lineæ ichnographicæ, minorum minutionum 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. 2⅔ | 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. 3⅗ | 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. 2¼ | 32. 1¾ | 33. 5 | 35. 1 | 36. 1¼ |



Digitized by Google

# Anguli munitionum ſecundùm methodum ſecundam Hollandicam.

| | 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. 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. 0½ | 44. 4 | 44. 3 | 43. 3 | 42. 4½ | 42 |
| Semicollum. | 18. 2¾ | 21. 4 | 24 | 25. 4¾ | 27. 1½ | 27. 4 | 28. | 28. 2 |
| Capitalis. | 39. 2¾ | 40. 5 | 42. 2 | 43. 3 | 44. 4 | 46. 1¾ | 47. 4 | 48. 4¾ |
| Ala. | 15. 3 | 18. 1 | 20. 1 | 20. 4 | 22. 5 | 23. 1¼ | 23. 3 | 23. 5 |
| Secunda ala. | 14. 1 | 16 | 16. 4 | 16. 5 | 16. 4½ | 22. 1 | 25. 5 | 28. 2¼ |
| Figens. | 121. 3¾ | 122. 1 | 122. 4 | 123. 0½ | 123. 3 | 123. 3 | 123. 3 | 123. 2 |
| Stringens. | 107. 5 | 107. 5 | 107. 5¼ | 107. 1½ | 107. 5 | 102. 5½ | 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. 1½ |
| Minor radius. | 77. | 98 | 120 | 141. 3½ | 165. 2 | 166. 1 | 207. 1½ | 228. 3 |
| Diſtantia polygon. | 27, 5½ | 33 | 36. 3 | 39. 1 | 41. 1 | 43. 2 | 44 | 46. 5 |

Lineæ minorum munitionum 2. methodi Holl.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cortina. | 52. 3 | 52. 5 | 53. 1½ | 53. 3 | 53. 4½ | 54. 2 | 54. 5 | 55. 2 |
| Facies. | 35. | 35. 1½ | 35. 3 | 35. 4 | 35. 5 | 36. 1 | 36. 3½ | 36. 5 |
| Frons. | 35. 5 | 33. 3 | 33. 2 | 33. 1½ | 33. 1 | 32. 5 | 32. 3½ | 32. 2 |
| Semicollum. | 13. 3 | 15. 5 | 17. 4½ | 19. 1 | 20. 2 | 20. 5 | 21. 2 | 21. 5 |
| Capitalis. | 28. 4 | 30. | 31. 1 | 31. 2 | 33. 2 | 34. 5½ | 36. 2 | 37. 3 |
| Ala. | 11. 1½ | 13. 2 | 14. 5 | 16. | 16. 4 | 17. 3 | 17. 5½ | 18. 2 |
| Ala ſecunda. | 10. 2 | 11. 5 | 12. 2 | 12. 3 | 12. 3 | 16. 4½ | 19. 4 | 21. 5 |
| Figens. | 88. 3½ | 89. 5 | 91 4½ | 91. 3 | 92. 1 | 93. 1 | 94. | 94. 4½ |
| Stringens. | 78. 3 | 78. 3 | 79. 0½ | 79. 4½ | 80. 3 | 77. 4 | 76. | 75. |
| Latus interius. | 79. 2 | 84. 4 | 88. 4 | 91. 5½ | 94. 3 | 96. 0½ | 97. 3½ | 98. 5½ |
| Latus exterius. | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120. | 120. | 120. |
| Minor radius. | 56. 0½ | 72. 0½ | 88. 4½ | 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. |



Digitized by Google

# Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

| | gr.m. | gr. m. | gr. m. | gr. m. | gr. m. | gr. m. | g. m. | g. 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.

| | Exap.Ped | 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. |
| 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. 2⅓ | 27. 4 | 32. 2½ | 36. 0½ | 39. 2 | 42. 2 | 45. 5 | 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. 2⅔ |
| 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 | 91. 2 | 94. | 95. 3 | 96. 2½ | 97. 2 | 98. 5 |
| Larus 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 polygonor. | 16. 1 | 20. 2 | 24. | 26. 5 | 291. 3 | 31. 5½ | 34. 5 | 36. |



Digitized by Google

# Anguli munitionum primæ & ſecundæ methodi Hollandic.

| | XII. | XIII. | XIV. | XV. | XVI. | XVII. | XVIII. | XIX. | XX. | Linea recta. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 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. 11 | 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. 35 | 75. | 75. 32 | 76. | 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. | 72. | 72. | 72. | 72. | 72. | 72. | 72. | 72. | 72. | 72. |
| Facies. | 48. | 48. | 48. | 48. | 48. | 48. | 48. | 48. | 48. | 48. |
| Frons. | 41. 31 | 41. | 40. 4 | 4. 1 1/2 | 39. 5 1/2 | 39. 4 | 39. 2 | 39. | 38. 5 | 34. |
| Semicollum. | 28. 4 | 29. | 29. 2 | 29. 3 | 29. 4 | 29. 3 | 30. | 30. 1 | 30. 2 | 33. 5 |
| Capitalis. | 49. 4 1/2 | 50. 3 1/2 | 51. 2 | 52. | 52. 3 | 53. | 53. 3 | 54. | 54. 2 | 61. 2 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 1/2 | 33. | 34. | 34. 4 1/2 | 35. 3 | 36. | 36. 3 | 37. | 43. 3 |
| Figens. | 123. 2 | 123. 2 | 123. 2 | 223. 1 1/2 | 123. 1 1/2 | 123. 1 1/2 | 123. 1 1/2 | 123. 1 | 123. 1 | 123. |
| Stringens. | 96. 1 | 95. | 94. 0 1/2 | 93. | 92. 4 1/2 | 92. 2 | 91. 5 1/2 | 91. 3 1/2 | 9 . 2 | 88. 1 1/2 |
| Latus interius. | 129. 2 | 129. 5 1/2 | 130. 2 1/2 | 130. 5 | 131. 2 | 131. 4 | 132. | 132. 2 | 132. 4 | 139. 5 |
| Latus exterius. | 155. 1 | 154. 1 | 152. 1 1/2 | 156. 3 | 151. 5 | 151. 1 | 150. 4 | 150. | 149. 4 | 139. 3 |
| Minor radius. | 249. 5 1/2 | 271. 3 | 293. | 314 4 1/2 | 336. 4 | 358. 2 | 380. 1 | 402. 0 1/2 | 424. | 0. |
| Diſtantia polygon. | 48. | 49. 1 | 50. | 50. 5 | 51. 3 | 52. 1 | 52. 4 | 53. 1 1/2 | 53. 4 | 62. 1 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 1/2 |
| Facies. | 37. 1 | 37. 2 | 37. 3 | 37. 4 1/2 | 37. 5 1/2 | 38. | 38. 1 | 38. 2 | 38. 3 | 41. 1 |
| Frons. | 32. 1 | 32. | 31. 5 | 31. 4 | 31. 3 | 31. 2 1/2 | 31. 2 | 31. 1 1/2 | 31. 1 | 29. 1 |
| Semicollum. | 22. 1 | 22. 3 | 22. 5 | 23. 0 1/2 | 23. 3 | 23. 4 | 25. 5 1/2 | 24. 0 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 1/2 | 20. | 20. 1 | 20. 2 1/2 | 24. 2 1/2 |
| Secunda ala. | 23. 2 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 1/2 | 97. 3 | 97. 5 | 98. 1 | 98. 3 | 98. 4 | 105. 3 |
| Stringens. | 74. 2 | 73. 5 1/2 | 73. 4 | 73. 3 | 73. 2 | 73. 1 1/2 | 73. 1 | 73. 1 | 73. 1 | 75. 4 |
| Latus interius. | 100. | 101. 1 | 102. 1 | 103. | 103. 5 | 104. 3 | 104. 3 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 1/2 | 284. 2 1/2 | 302. 5 | 321. 2 1/2 | 340. | 0. |
| Diſtantia polygon. | 37. 1 | 38. 1 1/2 | 39. 1 | 40. | 40. 4 1/2 | 41. 2 1/2 | 42. | 42. 3 | 43. | 53. 3 |



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 maiorum 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 1/2 | 40. 4 | 40. 1 1/2 | 39. 5 1/2 | 39. 3 1/2 | 39. 2 | 39. | 38. 5 | 33. 5 1/2 |
| Semicollum. | 28. 3 1/2 | 29. | 29. 2 | 29. 3 1/2 | 29. 5 | 30. | 30. 1 | 30. 2 1/2 | 30. 3 1/2 | 33. 5 1/2 |
| Capitalis. | 49. 4 | 50. 2 | 50. 5 | 5. 1 1/2 | 51. 4 | 52. | 52. 2 | 52. 3 1/2 | 52. 5 | 57. 5 1/2 |
| Ala. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. |
| Ala secunda. | 30. 2 1/2 | 32. 2 | 33. 5 | 35. | 36. 0 1/2 | 37. | 37. 4 | 38. 2 1/2 | 38. 5 1/2 | 48. |
| Figens. | 123. 2 | 123. 1 | 123. | 122. 5 1/2 | 122. 5 | 122. 4 | 122. 4 | 122. 3 1/2 | 122. 3 | 120. 4 |
| Stringens. | 96. | 94. 2 1/2 | 93. 0 1/2 | 92. | 91. 1 | 90. 4 | 89. 5 | 89. 1 1/2 | 88. 5 | 81. 5 1/2 |
| Latus interius. | 129. 1 | 130. 0 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 1/2 | 152. 3 | 151. 5 | 151. 1 | 150. 4 | 150. 1 | 149. 4 | 139. 5 1/2 |
| Minor radius. | 249. 3 | 291. 4 | 295. 5 | 315. 2 | 337. 3 | 359. 3 | 381. 2 1/2 | 403 4 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 1/2 |

Lineæ minorum munitionum 3. methodi Holland.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 1/2 | 37. 5 1/2 | 38. 0 1/2 | 38. 1 | 38. 2 | 38. 4 | 41. 1 |
| Frons. | 32. | 32. | 31. 5 | 31. 4 | 31. 3 | 31. 2 1/2 | 31. 2 | 31. 1 | 31. 0 1/2 | 29. 0 1/2 |
| Semicollum. | 22. 0 1/2 | 22. 3 1/2 | 23. | 23. 1 1/2 | 23. 2 | 23. 5 | 24. | 24. 2 | 24. 3 | 29. 0 1/2 |
| Capitalis. | 38. 2 1/2 | 39. 1 | 39. 4 1/2 | 40. 2 | 40. 5 | 41. 1 1/2 | 41. 4 | 42. | 42. 2 | 49. 4 |
| Ala. | 18. 3 | 18. 4 | 18. 4 1/2 | 18. 5 | 19. | 19. | 19. 0 1/2 | 19. 1 | 19. 1 1/2 | 20. 3 1/2 |
| Secunda ala. | 23. 5 | 25. 1 | 26. 3 | 26. 1 1/2 | 28. 3 | 29. 2 | 30. | 30. 4 | 31. 1 1/2 | 20. 3 1/2 |
| Figens. | 95. 2 1/2 | 95. 5 | 96. 1 1/2 | 96. 4 | 97. 0 1/2 | 97. 2 1/2 | 97. 4 | 98. | 98. 1 | 103. 3 |
| Stringens. | 74. 1 1/2 | 73. 3 | 72. 5 | 72. 3 | 72. | 71. 5 1/2 | 71. 3 1/2 | 71. 2 | 71. 1 1/2 | 70. 3 |
| Latus interius. | 100. 1 | 101. 1 1/2 | 102. 1 1/2 | 102. 1 1/2 | 104. 1 | 104. 5 | 105. 3 | 106. 1 | 106. 4 | 120. |
| Latus exterius. | 120. | 120. | 120. | 120. | 120. | 120. | 120. | 120. | 120. | 120 |
| Minor radius. | 195. | 227. | 231. | 248. | 266. 4 | 285. 2 | 303. 5 | 323. 3 | 341. 1 | 0. |
| Distantia polygon. | 36. 5 | 38. | 38. 1 1/2 | 39. 2 1/2 | 40. | 40. 1 1/2 | 41. | 41. 3 | 41. 5 | 49. 4 |

Anguli

Digitized by Google

| IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | 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 |
| Angulus 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 | 117.3 | 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 maiorum munitionum ſecundum Marolois.

| | Ex. p. | Ex. p. | Ex. p. | Ex. p. | Ex. p. | Ex. p. | Ex. p. | Ex. p. | Ex. p. | Ex. p. | Ex. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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. 0½ | 23. 3½ | 24. 1½ | 24. 2 | 24. 3 |
| Semicollum. | 18. 2½ | 20. 5 | 22. 4½ | 24. 1½ | 25. 3 | 26. 2½ | 27. 2 | 28. 1 | 29. | 29. | 29. 2 |
| Secunda ala. | 14. 1 | 22. 3 | 26. | 27. 4 | 28. 4½ | 29. 2½ | 30. | 30. 1½ | 30. 3 | 31. 4½ | 33. |
| Capitalis. | 39. 3 | 41. 3 | 43. 1 | 44. 5 | 46. | 47. 1 | 48. | 49. | 49. 5 | 50. 3½ | 51. |
| Defenſio Figens. | 121. 4 | 122. | 122. 3 | 122. 3 | 122. 4 | 122. 5 | 123. | 123. 1 | 123. 2 | 123. 2 | 123. 2 |
| Latus interius. | 108. 5 | 113. 5 | 117. 3 | 120. 3 | 122. 5 | 124. 5 | 126. 3½ | 128. 1 | 129. 2 | 101. 1 | 102. 1 |
| Latus extern. | 164.4½ | 162. 3 | 160. 2 | 159. 1 | 158. | 157. 2 | 156. 2 | 156.5½ | 155. 1 | 154. 1 | 152.1½ |
| Diſtantia Polyg. | 17. 5½ | 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 | 160.1½ | 182. | 204. 2 | 227. | 249. | 271. 3 | 295. |



Digitized by Google

| IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. |

# Anguli munitionum ſecundum Erardum.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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. |
| Semiangulus ſtringentium. | 75. | 75. | 75. | 75. 5/7 | 67. 1/2 | 65. | 63. | 61. 4/11 | 60. |
| Angulus ſtringentium. | 150. | 150. | 150. | 141. 3/7 | 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. |
| Angulus alæ, & cortinæ. | 60. | 60. | 60. | 51. 3/7 | 45. | 40. | 36. | 32. 8/11 | 30. |

## Anguli munitionum methodi compoſitæ.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 immin. | 15. | 19. 1/2 | 22. 1/2 | 24. 2/14 | 26. 1/2 | 27. 1/2 | 28. 1/2 | 29. 7/23 | 30. |
| Angulus humeri. | 105. | 109. 1/2 | 112. 1/2 | 114. 9/14 | 116. 1/4 | 117. 1/2 | 118. 1/2 | 119. 7/23 | 120. |
| Complentum humeri. | 75. | 70. 1/2 | 62. 1/2 | 65. 5/14 | 63. 3/4 | 62. 1/2 | 61. 1/2 | 60. 7/11 | 60. |
| Angulus defendens. | 150. | 141. | 135. | 130. 5/7 | 127. 1/2 | 125. | 123. | 120. 4/11 | 120. |

## Lineæ munitionum methodi compoſitæ.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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. | 42. 2 1/2 | 42. 2 3/4 | 43. | 43. 1 1/2 | 43. 3. |
| Semicollum. | 16. | 20. 4. | 23. 2. | 25. 4. | 26. 5. | 28. | 28. 5. | 29. 4. | 30. 3. |
| Secunda ala. | 14. 5. | 21. 5. | 28. 2. | 32. 1 1/4 | 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 1/8 | 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 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. |
| Maior 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 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 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. | 9. | 11. | 12. | 15. | 17. | 21. |
| Latitudo ſuppedanei. | 3. | 3. | 3. | 3. | 3. | 3. |
| Altitudo ſuppedanei. | 1. 1/2 | 1. 1/2 | 1. 1/2 | 1. 1/2 | 1 1/2 | 1. 1/2 |
| Planities vallaris. | 21. | 22. | 25. 1/2 | 27. | 28. | 30. |
| Statio provallaris. | 12. | 15. | 15. | 17. | 21. | 21. |
| Loricæ provallaris æqualis eſt loricæ vallari. | | | | | | |
| Margo. | 6. | 6. | 6. | 6. | 6. | 6. |
| Foſſæ ſuperior latitudo. | 72. | 84. | 96. | 108. | 120. | 132. |
| Eriſma vtrumque 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. |



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. $\frac{3}{4}$ | 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. | | | | | | | 41. | 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

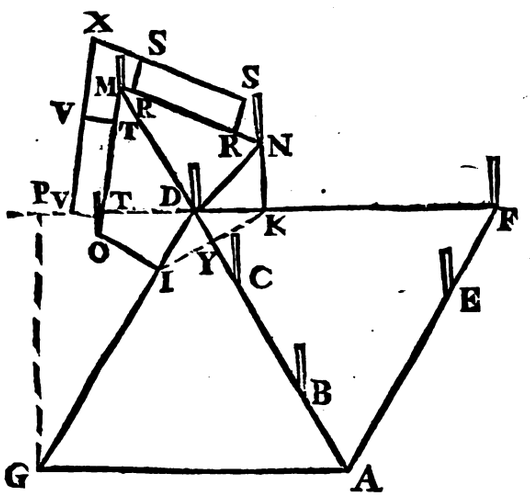
Digitized by Google

## PROPOSITIO XXXIX.

### Theorema.

*Munitionem in ſolo deſcribere.*

Maior eſt difficultas in deſcribenda munitione, in agro & ſolo, quam in chartâ cum multi arcem in charta, exactiſſime exhibeant, qui tamen




in praxi nihil præſtare poſſent. ſuppono primò totam ichnographiam in charta priùs deſcriptam haberi; ita vt & longitudo ſingularum linearum, & quantitas angulorum dignoſci poſſit. neceſſarium item eſt haberi ſemicirculum cupreum, aut ligneum diuiſum in 180 partes æquales, & chordam in exapedas diuiſam, vel catenulam. quibus inſtrumentis inſtructus poteris à quacumque parte inchoare: ſi tamen locus vacuus fuerit ſatius erit, à centro incipere. Eligatur igitur in centrum, punctum A. Infigantur duo pali B, C, qui in directum iaceant centri A, metire ſecundum lineam ABC, longitudinem radij verbi gratia 116 exapedas, 7 pedes, & tres digitos, & in fine huius numerationis infigatur palus D. Ponatur in puncto A centrum ſemicirculi, tum obverſò illius vnò latere ad punctum B, vertitur allidada, donec cum latere comprehendat angulum centralem polygoni, tum collimando per pinnulas allidadæ infigitur palus E, qui per eas videatur, ita vt fiat angulus DAF, æqualis angulo centrali, atque linea AF, æqualis lineæ AD, vt autem probemus an recte operati ſimus, metimur lineam DF, nempe an habeat eam longitudinem, quæ in diagrammate noſtro continetur. ſi erratum ſit corrigatur error, antequam vlteriùs procedatur. Idem fiat circa alios angulos polygoni, & habebis totum polygonum interius, tum ducendo funem à D in F, ſulcum ſeu foſſam ſemipede latam effodies, quæ circuitum arcis repræſentet.

*Si verò centrum munitionis tuæ haberi non poteſt*, vt plerumque accidit, eò quòd ædibus impediaris, ſemicirculus in puncto D collocabitur, obverſiſque pinnulis immobilibus ad punctum G; moueatur allidada donec angulum comprehendat, æqualem angulo circumferentiæ, exinde metire lineas DG, DF, quæ debent eſſe æquales lateri interno polygoni. Idem præſtabis in punctis G & F, donec perficias ambitum polygoni, ſi enim punctum à quo incepiſti occurrat, benè quidem, ſin minùs, erratum eſt; debetque corrigi prius quam vlterius procedatur.

Notatô munitionis ambitu & exaratô, hinc inde abſcindes lineas DK, DI æquales lineis ſemicolli, deinde vt fiant anguli recti in I & K, tranferes in ea puncta centrum ſemicirculi more conſuetô, habebiſque perpendiculares KN, IO, quibus tribues longitudinem in diagramate aſſignatam alis.

Vt habeas capitalem DM ſi centrum A patet; producenda eſt linea AD in DM, ita vt DM tot contineat exapedas, & pedes quot in diagrammate, illi aſſignantur. ſi verò centro A careas; ducatur linea KI diuidaturque bifariàm in Y linea DY producta capitalem dabit.

Poſſes ſine capitali propugnaculum perficere, ſi nempe notares in quod punctum cortinæ incidat facies producta, ſeu linea ſtringens. ſi enim à ſimili puncto cortinæ realis, ducas lineam per extremitatem alæ, habebitur facies. debet idem fieri circa reliquos angulos, & effodi ſulcus qui dabit totum ambitum munitionum.

Si neceſſarium fuerit promurale notabitur aliô ſulcô externô; & priori paralleló; immò & tertius ſulcus notabitur qui indicet craſſitiem loricæ promuralis. ſicut & quartus internus, qui craſſitiem valli deſignet.

Non erit difficile notare totam foſſam, cuius latus exterius parallelum eſt faciebus propugnaculorum, ductâ perpendiculari ad faciem propugnaculi æquante latitudinem foſſæ, ſic totam foſſarum ambitum deſignabis vel ducendo perpendicularem in medio cortinæ tot pedum, quot in ſimili linea diagrammatis illi tribuuntur. debet autem foſſa circa apicem propugnaculorum flecti in circulum. Alij duo ſulci imprimi debent, ad notandam loricam viæ tectæ, & extremitatem munitionum.

Non eſſet difficile ſolis lineis, & funibus ſine ſemicirculo, aut alio quovis inſtrumento munitionem in ſolo exarare, modò funiculis ſatis longis inſtructus ſis. verbi gratiâ, vt deſcribatur triangulum ADF; debes habere duos funiculos æquales radio, & tertium æqualem lateri interno polygoni, deinde illos coniungere, & æqualiter adducere, ita habebis ſingulos propugnaculorum apices.

Ad ducendam perpendicularem; vteris aut Gnomone ſeu ſquadrâ ligneâ; aut etiam funiculis, vt ſi ſupra punctum A lineæ BC ducenda eſſet perpendicularis, abſciſſis vtrinque lineis AB, AC æqualibus ſi duplicitur funiculus, vt habeantur duo eius ſegmenta æqualia & vna eius extremitas ſtatuatur in B, alia in C. ſi digitum ponas in medio, nempe in puncto D, habebis punctum per quod tranſire debet perpendicularis.

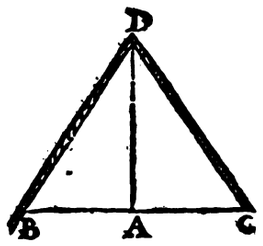
Poſſet pariter. ſupra lineam DK, tribus funiculis componi triangulum DNK; ſi ſingulis funiculis longitudinem ex diagrammate deſumptam tribuas.

Idem dico de triangulo DMN, ita per tranſlationem triangulorum poterit tota munitio perfici, paulò tamen difficiliùs ſi careas eius centro; perfici tamen poterit hôc modô.

Supponamus me in ſolo exaraſſe lineam FD



Digitized by Google




æqualem lateri interno Polygoni ; ducendum sit latus DG. produco in Charta latus FD vsque in P, & ex G in P duco lineam GP, metior lineas PD, PG, GD, productâque FD, donec DP in solo tot exapedas contineat, quot in diagrammate notantur, deinde duos habeo funiculos quorum vnus tot exapedas continet, quod in PG notantur, alter verò quot in DG, primi extremum statuo in P, & secundi in D. & in vnum coniungo vtriusque extremitatẽ iis æqualiter adductis ; exhibebitur punctum G, vidi nonullos qui propterea vtebantur vittis in exapedas diuisis, diuisio verò in pedes fit per applicationem regulæ ; quamvis autem vittæ ex filo compactæ nonnihil siccitate & humiditate adduci, aut remitti possint ; errorem tamen alicuius momenti inuehere vix possunt.

## PROPOSITIO XL.

### Problema.

*Munitionis iam factæ, aut faciendæ situm in campo, explorare, & exploratum in charta adumbrare.*

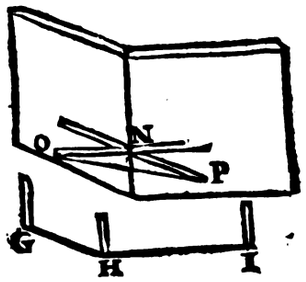
Methodô fere superioris propositionis vtendum est, nisi quod nonnullæ videantur oriri difficultates, quia nonnullæ lineæ ita latent sub ædibus aut munimentis, vt penitus occultentur, quarum consequenter mensuratio paulò operosior euadit.

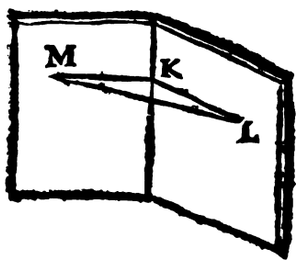
Primò constitui debet scala, cuius diuisiones pro exapedis, & pedibus supponant, talem scalam iam supra constitui, ideoque pergo vlterius. Scalâ semel constitutâ paranda sunt instrumenta, ad angulorum quantitatem inueniendam, non tantum eorum qui in aëre à lineis imaginariis comprehenduntur ; sed etiam eorum qui in muris, aut vallis formantur, siue sint interni siue externi. Angulos externos metiri possumus decussatis regulis, quarum alteri annexus est semicirculus. applicantur enim exteriùs regulæ NO, NP & cum anguli ad verticem æquales sint (*per 15. 1. Eucl*) videbitur in semicirculo quantitas anguli.

Possemus, vti duabus regulis connexis, sine semicirculo, qui tamen ipsis subiici posset cum opus ferret. quod instrumentum angulis internis metiendis aptissimum esse potest.

Possemus item vti duabus regulis non connexis, quibus aut applicaretur semicirculus, aut saltem duo puncta, notarentur æqualiter ab angulo remota. si enim metiamur lineas NP, NO, & subtensam OP, formando triangulum huic triangulo NPO proportionale, angulum muri haberemus. possemus hôc modô etiam non adhibitis regulis angulum quẽcumque internum, per subtensas metiri, vt muri angulum MKL, metiendo tres lineas MK, KL, ML, hunc angulum in chartam transferemus, si triangulo MKL, simile seu proportionale faciamus.

Posset item fieri instrumentum extribus com-




pactum regulis diuisis, in quo angulorum diuisio in gradus videretur.

Pixis magnetica, constans acu magnetice excitata, & circulo in 360 partes diviso potest metiri omnes angulos. vt docuimus.

Semicirculo bene vti possumus, quamvis enim videatur eius centrum non posse præcise apici anguli applicari ; potest tamen sive interiùs sive exteriùs, verbi gratia vt metiamur angulum defensum OMN, propositionis 39. quia non potest ita semicirculus admoveri, ducantur duæ perpendiculares RS, RS, TV, TV, collocetur centrum semicirculi in puncto concursûs linearum SS, VV, nempe in puncto X. metire angulum VXS quem certum est esse æqualem angulo M O N.

Sunt etiam nonnullæ praxes ad metiendam altitudinem perpendicularem valli supra vallum suum. semicirculum verticaliter statuunt, ita vt diameter eius quæ pinnulis instructa est sit horizontalis, tum in via tecta, quam in agri suburbani superficie suppono, sarissam erigunt in qua fune attollitur charta, eamque tamdiu attolli iubent, donec per dioptras videatur, hæc erit altitudo verticalis valli, poteræ accipi longitudo declivis, & facile ad perpendicularem reduci.

Latitudo horizontalis eiusdem valli, facilè assumitur, excitatis perpendiculariter tàm intra quam extra duabus sarissis, intervallũ enim inter vtramque interceptũ quæritur sunt & aliæ praxes quibus facilè haberi potest latitudo valli, vt dum in portis assumitur, vel per acclivitatem, & longitudinem erismatum.

Fossæ profunditas iisdem modis haberi poterit, vel sumendo angulum inclinationis simul cum longitudine erismatum, quæ omnia facillima sunt ideoque indicasse sufficiat.

## PROPOSITIO XLI.

### Problema.

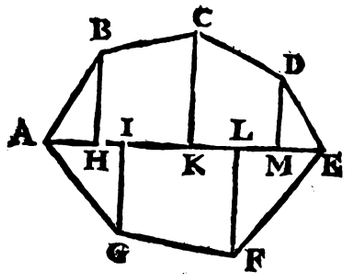
*Situm in Campo Explorare.*

Hæc propositio est vniuersalis, cum locum habeat non solum in munitione iam extructa, sed in loco in quo excitanda est ; nam vt plurimum variis

Digitized by Google

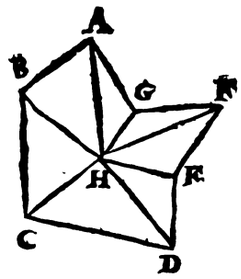
ſiis loci circumſtantiis accommodandæ ſunt leges noſtræ. dabo varias explorandi iſtas methodos, quarum nonnullæ locum omnino vacuum & liberum ſupponunt, aliæ vero etiam in area impeditâ, & variis ædibus obſtructa, locum habent. ſed à facilioribus initium ducamus.

Habeatnr funiculus in exapedas & pedes diuiſus; habeatur & Gnomon ſeu ſquadra. extendatur funiculus per medium figuræ, ſi fieri poſſit ab angulo in angulum; vt à puncto A ad punctum E, vt nempe pauciores requirantur operationes. deinde ſquadra notentur puncta in quæ cadent perpendiculares, à ſingulis angulis in funiculum cadentes, metire item perpendiculares omnes. ita vt ſcias longitudinem linearum AH, AI, AK, AL, AM, AE, ſicut & omnium perpendicularium nempe BH, GI, CK, FL, DM, quibus diligenter obſeruatis, immo & ſcripto mandatis, è memoria elabantur.




Duces in charta lineam quæ tot partes ſcalæ tuæ contineat, quot in AE inueniuntur Exapedæ, eamque diuides proportionaliter ſicut linea AE, excitabiſque perpendiculares proportionales perpendicularibus BH, GI, KC, FL. MD, quarum extremitates coniunges lineis rectis, habebiſque in charta polygonum ſimile, polygono ABCDEF, quod nempe reſolui poſſet in ſimilia triangula, quare (*per 6. 6.*) polygonum in charta deſcriptum, ſimile eſt polygono prædicto.

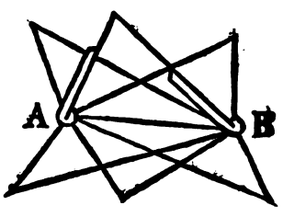
*Secundus modus* per diagonales procedet, hoc eſt reſoluendo figuram propoſitam in triangula,




& metiendo omnia & ſingula eius latera, facilè erit ſimilia triangula in charta efformare, deſumptis ex ſcala totidem partibus, quot in ſingulis lateribus exapedæ repertæ ſunt, & hoc (*per 22. 1. Eucl.*)

*Tertius* modus erit ſi metiaris omnes angulos polygoni propoſiti, & omnes lineas, ſi enim in charta æquales angulos facias, & latera proportionaliter, habebis pariter polygonum proportionale (*per 6, 6.*) ſed de hàc methodo iam diximus, ideo eam fuſiùs non explico.

*Quartus* modus abſoluetur ope tabulæ ligneæ, æqualis diagrammati, quod deſcribendum ſuſcipis. duobus in locis tuæ tabulæ, colloca duas regulas pinnulis inſtructas. duas ſtationes elige è quibus aut omnes aut ſaltè plures angulos figuræ propoſitæ ſpectantur, tum in vna ſtatione collocato inſtrumento, reſpice ſignum in altera relictũ, ſecundum lineam AB deinde per Allidadam A




reſpices ſingulos figuræ propoſitæ, angulos notatis lineis ſecundum longitudinem allidadæ, quibus notas apponas, vt dignoſcere poſſis ad quem angulũ pertineant. Transfer inſtrumentum in aliam ſtationem, metire exapedas, & pedes inter vtramque contentos, diuideſque lineam AB inſtrumenti in totidem partes, tum collocabis inſtrumentum in ſecunda ſtatione, reſpicieſque per lineam BA, ſignum in prima ſtatione relictum, exinde per allidadam B reſpicies ſingulos angulos tuæ figuræ, vbi enim lineæ pertinentes ad eumdem angulum in vtraq; ſtatione conueniunt, ibi eſt locus anguli; atque ita totum abſolues polygonum, & linea AB in ſuas partes diuiſa, fungetur officiô ſcalæ, ad metiendas omnes lineas tui diagrammatis. Demonſtratio huius praxis facillima eſt, deſcribuntur enim ſupra tabulam triangula æquiangula, iis quæ fingere poſſumus in ſolo; ergo quæ ſunt proportionalia (*per 4.6.*) tota difficultas eſſe poteſt, quando pluribus opus eſt ſtationibus quam duabus eò; quòd omnes anguli propoſitæ figuræ ex duabus videri non poſſunt.

Quintus modus per plures, quàm per duas ſtationes procedet, ita diagramma munitionis ad quam accedere non potes deſcribes, atque hic modus vſurpatur ab obſeſſoribus. verè quidem non ita exacta erit deſcriptio, ac ſi per otium ſingillatim ſingulas lineas dimenſus eſſes, non inutilis tamen erit. hoc vnum moneo vt ſtationes fiant ſufficienter ab inuicem diſtantes, ſecundo vt ex duabus ſtationibus ſinguli anguli figuræ ſpectari poſſint. ſeliges ergo locum è quo, quàm plurimæ munitionis anguli ſpectari poſſint.

Colloca ſemicirculum in prima ſtatione, & per pinnulas diametro infixas, aliam ſtationem reſpicies, ſatis diſſitam; hoc eſt 100 aut 200 exapedis; atque ſic immotô inſtrumentô allidadam ad ſingulos munitionis angulos transferes, obſeruatis diligenter angulis, quos allidada cum diametro ſemicirculi comprehendit. metieris item diligenter exapedas & pedes inter vtramque ſtationem comprehenſos.

Secundò transferes inſtrumentum ad ſecundam ſtationem, & per diametri dioptras reſpicies ſignum in prima ſtatione relictum, & tranſlatâ allidadâ ad ſingulos munitionis angulos, obſeruabis angulos, quos allidada cum diametro circuli comprehendit, eoſque diligenter notabis. reſpicies item per allidadæ dioptras tertiam ſtationem, vt videas quem angulum comprehendit linea ducta à prima ad ſecundam ſtationem, cum linea ducta à ſecunda ad tertiam ſtationem. metieris item diſtantiam à ſecunda ad tertiam ſtationem, in quà pariter collocatô inſtrumentô reſpice

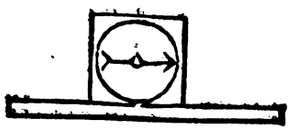
Digitized by Google

ſpice ſignum in ſecunda ſtatione relictum per dioptras diametri, & per allidadæ pinnulas ſingulos angulos munitionis, notatis diligenter angulis quos allidada cum diametro comprehendit, atque ita conſequenter totam munitionem percurres. quibus paratis.

Duces in chartâ lineam tot partium è ſcala deſumptarum, quot exapedas continet linea inter primam, & ſecundam ſtationem interiecta. tum fiat angulus æqualis illi, quem linea à ſecunda ad tertiam ſtationem ducta intercipiebat cum prima, & huic lineæ tot partes è ſcalâ acceptas tribues, quot exapedas continebat ſecunda linea; & ita conſequenter conſtitues omnes ſtationes in orbem. tum in ſingulis angulos obſeruatos efficies, puncta in quibus concurrent duæ lineæ, ad eundem munitionis angulum pertinentes, ibi talem angulum collocabis, atque ita omnes angulos habebis, quos ſi linea recta coniunxeris abſoluta erit deſcriptio.

Hôc modô non tantum vtimur, ad formanda diagrammata munitionum, ſed etiam portuum littorum, immo ad quamcumque topographiam perficiendam.

Ingenioſa plane eſt methodus, diagramma munitionis iam factæ in charta adumbrandi, ope pixidis magneticæ. figura pixidis talis eſto, ſit quadratum cuius latus ſit ſaltem ſemipedis, in quo excauetur circulus in 360 partes diuiſus, in centro circuli excitatur ſtylus, cui imponitur acus magnetica. hoc quadratum poteſt regulæ affigi. præcipue cum circa muros nonnihil inæquales, & ſcabros operandum eſt.



Vſus hic erit. regula cui annexa pixis magnetica ſingulis muris ſucceſſiue applicetur, ſiue interius ſiue exteriùs parum intereſt, noteturq; gradus, circuli in ſingulis poſitionibus, ab acu indicatus. metire item longitudinem ſingulorum murorum.

Tum menſæ affige chartam, ita vt amplius loco dimoueri non poſſit, huic impone tuam pixidem, eamque move donec acus eumdem gradum indicet quem indicabat vni muro applicata, lineamque duces ſecundum regulam, cui lineæ, tot partes ſcalæ tribues, quot inuenti ſunt pedes in muro illi reſpondente, tum in extremitate illius lineæ pixidem transferes, eamque mouebis, donec acus eum gradum indicet, quem indicabat applicata ſecundo muro, duceſque lineam tot partium, quot ſecundus murus erat exapedarum. ita totum diagramma perficies. quod proportionale erit vero; eo quod eius lineæ ad eaſdem partes ſpectent, quas ſpectabant prioris latera, & conſequenter ſint illis parallelæ, & æquales angulos comprehendant: ſunt etiam proportionales, cum tot partes contineant, quot ſunt exapedæ in muris, quare (*per 6. 6.*) polygona ſunt ſimilia.

## PROPOSITIO XLII.

### Problema.

*Soliditatem munitionis expendere.*

Hæc propoſitio eſt ſatis difficilis ei qui exactè procedere ſtatuit: pleriſque architectis id craſſiori minervâ exequentibus. nihilominus non inutile erit id diligenter præſtare, ſi nempe cum operariis conueniamus, vt determinatam mercedem in ſingulas exapedas perſolvamus: & quamvis non ita conventum eſſet, neceſſarium ſemper erit vt examinemus, an terra è foſſâ Etuta perficiendo vallo, cæteriſque operibus ſufficiat, quare vtriuſque ſoliditas habenda eſt.

Suppono haberi omnes & ſingulos angulos ichnographicos, ſiue regula & circino eos in diagrammate metiamur; ſiue trigonometrice eos metiamur. ſuppono item haberi longitudinem ſingularum linearum ichnographicarum.

Sit AB ſemicortina, (ſi enim medietatem valli cortinæ, vnius alæ, & vnius facici metiamur, facilè totum habebimus per duplicationem.) ſit inquam AB exapedarum 56, linea BC ala quindecim exapedarum duorum pedum $\frac{3}{4}$ linea CD facies propugnaculi ſupponatur exapedarum 48. ſuntque hæ lineæ exteriores, quæ primæ notantur in diagrammate, & quæ in tabulis exprimuntur.

Finge ſupra punctum A introrſum ſtatui verticalem valli ſectionem, cuius etiam ſuppono dimenſiones: ita vt AE in exagono ſit 66 pedum, ſeu exapedarum 11, ſupponamus igitur ſupra ichnographiam excitari corpus ſolidum cuius AEHY4, ſupponatur ſectio verticalis; huius corporis ſoliditatem inquiro.

Incipiamus à parte præcipua nempe à vallo, ſeu à corpore ſolido reſpondente parallelogrammo GHFI, altitudo HF pedum 15; AI eriſma exterius $7\frac{1}{2}$. Interius eriſma FE pedum 15. aufer $7\frac{1}{2}$, & 15. ex 66, reſtabit FI, $3\frac{1}{2}$. metiri modò debemus baſin horizontalem eiuſdem corporis comprehenſam inter lineas parallelas IK, FM, KT, MO, TV, Oq, debemus igitur primò cognoſcere parallelogrammum FMNI, & ad id neceſſariò cognoſcenda eſt linea FN, quæ ſuperat lineam AB exceſſu XM, æquali ipſi BX quæ æqualis eſt lineæ AF pedum 51, AB autem erat exapedarum 36 ſeu pedum 216. addantur 51, & FM erit pedum 267.

Multiplica FM 267.

Per FI pedum $43\frac{1}{2}$.

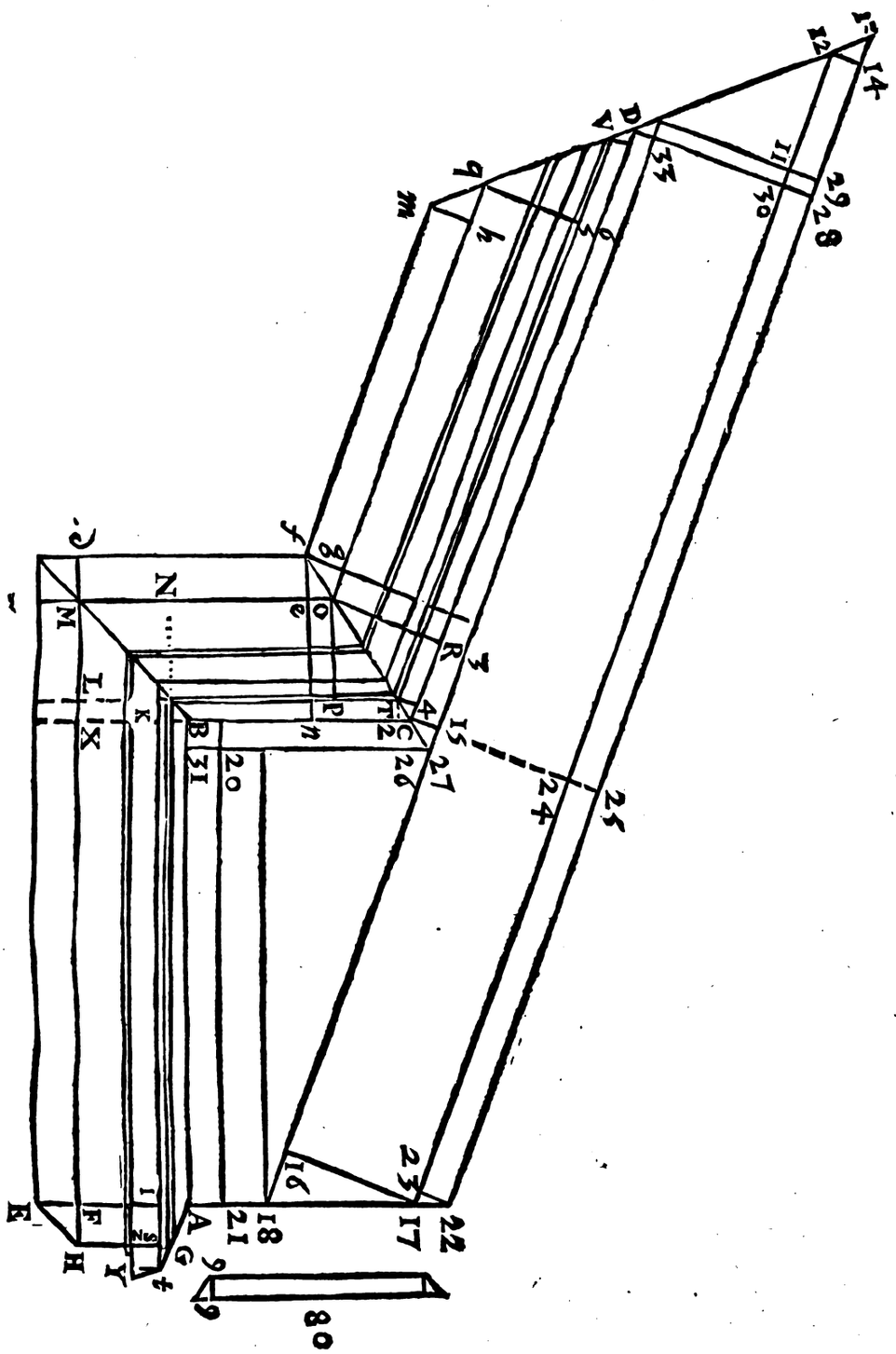
Habebis parallelogrammum FMNI continens pedes quadratos 11614 hoc parallelogrammum FMNI multiplica per altitudinem FI 15.

Habebis ſoliditatem valli ex F ad M hoc eſt pedes cubicos 174210.

Secundò cognoſcendo eſt area parallelogrammi NOPK, & vt hanc habeamus, lineam KP, metiri debemus. linea quidem BC, ſeu ala eſt 15 exapedarũ duorum pedum & $\frac{3}{4}$, ſeu pedum $92\frac{3}{4}$ angulus COP, æqualis angulo determinanti alam erit graduum 40, debet Trigonometrice quæri CP, fiat vt ſinus totus ad OP quæ eſt æqualis lineæ FA pedum 51, ita tangens graduum 40 ad CP, quæ inuenietur graduum 43, aufer 43 ex BC $92\frac{3}{4}$ reſtas BP $49\frac{3}{4}$ cui addenda eſt AI $7\frac{1}{2}$ quare KP vel NO erit $57\frac{1}{4}$ quam multiplicare debes per PI, $43\frac{1}{2}$.

Fietque

Digitized by Google




fietque basis N O P K pedum quadratorum 2485$\frac{1}{4}$.

Multiplica hunc numerum per altitudinem 15. & habebis parallepipedum supra N O P K 29278$\frac{1}{4}$ pedum cubicorum.

Restat prisma respondens triangulo TOP, cognoscitur autem CY nempe pedum 43. T2 est pedum 7$\frac{1}{2}$, & C2 pedum 6; ergo PT erit pedum 37; OP vel FI est 43$\frac{1}{2}$ multiplica OP 44$\frac{1}{2}$ per mediam TP quæ erat 37, hoc est per 18$\frac{1}{2}$ & productum nempe 804 erit area trianguli POT, quæ multiplicari debet per 15.

Et habebis pro prismate supra POT erecto pedes cubicos 10067$\frac{1}{2}$.

Angulus OCD oppositus capitali est 62$\frac{1}{2}$ vt habeatur linea CR fiat vt sinus totus, ad tangentem graduum 62$\frac{1}{2}$ ita linea OR pedum 51; ad CR, & inuenies pedes 98.

Idem faciendum esset pro paruo triangulo T4C vt haberetur linea C4, quæ inuenietur pedum 14, subtrahe ex CR pedum 98, C4, pedum 14, restabit linea P4, vel RT pedum 84, & eius dimidia pedum 42.

Multiplica RO 43$\frac{1}{2}$.

Per mediam R4 seu 42,

Productum erit 1827 pedum quadratorum pro area trianguli ROT.

Multiplica per 15, altitudinem valli.

Et habebis 27405 pedes cubicos pro solliditate prismatis supra triangulum ORT erecti, seu OPT.

Pro triangulo V5q, angulus totalis propugnaculi in exagono est graduum 75, media-



Digitized by Google

tas $37\frac{1}{8}$ nempe angulus qDG, vt habeatur linea DG fiat vt sinus totus, ad tangentem anguli DqG nempe graduum $52\frac{1}{2}$ ita linea qG vel FA pedum 51, ad D6. 67.

Fiat item vt q6 51, ad D6. 67, ita VT $7\frac{1}{2}$, ad D7 inuenieſque 10.

Facies DC erat exapedarum 48, ſeu pedum 288, aufer CR, 98, & D6 167, reſtabit RS 123.

Hanc multiplica per qS vel FI $43\frac{1}{2}$.

Habebiſque $6150\frac{1}{2}$ aream rectanguli OqSR in pedibus quadratis.

Hanc multiplica per 15 altitudinem.

Fietque ſoliditas $92259\frac{1}{2}$ pedum cubicorum pro ſoliditate parallelepipedi ſupra rectangulum OqSR erecti.

Denique habemus lineam D6 pedum 67, & D7 pedum 10, quâ ablatâ ex prima reſtant 57 pro linea 7,6 vel SV. habebimus igitur aream trianguli qSV multiplicando qV vel FI $43\frac{1}{2}$ per mediam SV hoc eſt $28\frac{1}{4}$ quare area trianguli qSV erit pedum quadratorum 12 $39\frac{1}{2}$.

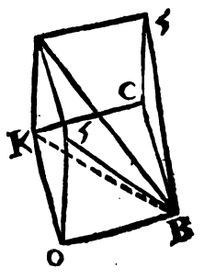
Hanc multiplica per altitudinem valli nempe. 15. habebis ſoliditatem priſmatis erecti ſupra qSV triang. $18591\frac{1}{2}$ pedum cubicorum.

Quare vt omnia colligantur.

| | | |
|---|---|---|
| Soliditas | FMNI | 174210 |
| Soliditas | NOPK | $29178\frac{3}{4}$ |
| Soliditas | TOP | $10067\frac{1}{2}$ |
| Soliditas | ORT | 27405 |
| Soliditas | OqSR | $88257\frac{1}{2}$ |
| Soliditas | qSV | $319810\frac{3}{4}$ |

Iam vt habeatur ſoliditas eriſmatis externi, linea A B eſt pedum 216 A I $7\frac{1}{2}$ multiplica vnam per aliam, exurget area parallelogrammi I B hoc eſt 1620. hanc multiplica per $7\frac{1}{2}$ dimidiam altitudinem quia eſt tantum priſma triangulare, & exurget ſoliditas 12150.

Quadratum B K habet latus æquale lineæ A I $7\frac{1}{2}$, ſed conſideranda eſt figura quæ ſupra tale quadratum formatur, propter eriſmata con-




currentia, formatur enim duplex pyramis, qualem in figura hic expreſſimus, illarum pyramidum baſis erunt parallelogramma KS, KS & altitudo O B, eſt autem O K, pedum $7\frac{1}{2}$ & OS, 15. multiplica vnum per aliud habebitur baſis OS, $112\frac{1}{2}$, OB eſt etiam $7\frac{1}{2}$ eſtque altitudo pyramidis ita ſumptæ, pyramis autem eſt tertia pars priſmatis eiuſdem altitudinis, & eandem baſin habentis (*per 7. 12. Eucl.*) quare multiplica $112\frac{1}{2}$ per $2\frac{1}{2}$ tertiam partem lineæ O B $7\frac{1}{2}$, & habebis $281\frac{1}{4}$ pro vna pyramide, & pro duabus pyramidibus habebis $562\frac{1}{2}$.

Lineæ B C erat pedum $92\frac{1}{4}$ auferatur C 2 nouem pedum, reſtabit B 2 pedum $86\frac{3}{4}$ quam ſi multiplices per T 2, ſeu per $7\frac{1}{2}$ habebitur parallelogrammum BT pedum quadratorum $650\frac{5}{2}$

Quod ſi multiplices per mediam $7\frac{1}{2}$.

Altitudinem eo quod ſit priſma triang.

Habebitur priſma erectum ſupra BT $4878\frac{1}{2}$ pedum cubicorum.

Pro pyramide erecta ſupra Rombum 472C. cum linea 2 C. ſit ſex pedum, & T 6 pedum $7\frac{1}{2}$ per 3 & habebitur $22\frac{1}{2}$ area trianguli T4C & cum C4 ſit pedum 14, multiplica $7\frac{1}{2}$ per 7 habebitur triangulum T4C. $52\frac{1}{2}$, adde hæc triangula vt habeatur Rombus T4C2. pedum quadratorum 75, hunc Rombum multiplica per 5 tertiam partem altitudinis habebiſque 375 pro ſoliditate illius pyramidis. Facies D C erat exapedarum 48. ſeu pedum 288. ſubtrahe C4, pedum 14, & pedes 10. verſus D, reſtabit linea TV pedum 264. hanc multiplica per $7\frac{1}{2}$ & habebis rectangulum 4 V nempe pedum quadratorum 1980. multiplica per $7\frac{1}{2}$ mediam altitudinem & habebis priſma $7\frac{1}{2}$ erectum ſupra 4V pedum cubicorum 14850.

Denique pyramis erecta ſupra triangulum cuius baſis D V ita habebitur linea D 7 eſt pedum 10, & V7 pedum $7\frac{1}{2}$, multiplica V T per mediam DT habebiſque trianguli DTV aream $37\frac{1}{2}$.

Hanc multiplica per 5 tertiam.

Partem altitudinis.

Et habebis $187\frac{1}{2}$ pro ſoliditate pyramidis colligantur hæc omnia nempe 12150

$562\frac{1}{2}$
$4878\frac{1}{2}$
375
14850
$187\frac{1}{2}$

Exurget tota ſoliditas exterioris eriſmatis. $53003\frac{1}{2}$.

Eôdem modô operandum erit pro eriſmate interno, metiendo primum baſin ME: habetur autem linea TM multiplicanda per E F, 15, habebiturque eius area, quam multiplicabis per mediam altitudinem eò quòd ſit priſma triangulare.

Secundò quadratum ſupra M D habet pro latere 15. area illius quadrati multiplicari debet per tertiam partem altitudinis, eò quòd ſit pyramis.

Ad metiendum rectangulum D M E F, debebit lineæ B C cognitæ addi A E, & auferri E F, ad cognoſcendam autem CN, ſoluendum erit triangulum CFN, ſicut ad cognoſcendam EO, ſoluendum erit triangulum F E O. ſuper rectangulum D M E F formatur priſma triangulare, vnde per mediam altitudinem multiplicanda erit eius area.

Pariter vt cognoſcatur triangulum F G O, debebit trigonometricè ſolui, & habebis rombum FEQG ſupra quod non ſit vna pyramis, ſed duplex eo quod ſit angulus internus, vt oſtendimus ſuprà. ſequitur rectangulum MHGF ſupra quod excitatur priſma triangulare. Denique occurrit pyramis cuius baſis triangulum QHM.

Atque ita totam valli, & duorum eius eriſmatum ſoliditatem habebis.

Lorica in tria copora diuidatur, primum illud eſt quod reſpondet parallelegrammo SY, quod eodem modo metimur, ac corpus valli, nam in angulis priſmata habet, in aliis vero partibus parallelepipeda. Eriſma 615 eodem modo ſe habet ac eriſma valli, habetque

Digitized by Google

habetque prismata, triangularia supra parallelipeda, pyramides in angulis externis in angulis internis duplices. Pariter erisma T Y, ferè semper habet prismata triangularia, in angulis externis pyramides simplices, in internis duplices. suppedaneum fere semper habet parallelepipeda, in angulis prismata.

Loricam promuralem eôdem prorsus modô metimur, quô vallarem. lorica subvrbana, seu viæ tectæ, quæ decliuis est, & in agri subvrbani superficiem desinit, in angulis externis pyramides, in angulis internis duplices, reliquis verò in locis prismata triangularia habet.

Facilior erit operatio si propugnacula plena fuerint, tunc enim vix vlli erunt in toto vallo, inter propugnacula comprehenso anfractus & anguli. separatim autem metiendum erit semipropugnaculum, cuius basis infima in duo triangula, distinguenda, hæc per altitudinem multiplicata dat soliditatem maiorem propugnaculo, propter erisma, vnde inter basin infimam & superiorem sumenda erit media. & multiplicanda per altitudinem.

Restat fossæ capacitas quæ peculiares habet difficultates, eo quod contrariô modô formanda sit imaginatio. necessarium item est cognoscere linearum omnium longitudinem, trigonometricè quidem si quis exactissime procedere velit, vel circinô, & scalâ. neque enim error aliquorum pedum censetur magnus in hac materia. Supponamus fossæ latitudinem esse pedum 80. profunditatem 9. & erismata esse 9 pedum. Scimus autem lineam D C esse exapedarum 48, seu pedum 288. semicortinam A B esse exapedarum 36. seu pedum 216, ita vt linea 18. 19. seu 12. 20. sit pedum 207. substractis 9 pedibus erismatis interioris. Angulus 27. 18. 19. cognitus est, cum æqualis sit angulo stringentis & cortinæ; vnde trigonometrice innotescet linea 27. 18. pariter in triangulo 17, 16, 18 cognoscitur linea 17, 18, quæ est pedum 80, minus duobus erismatibus hoc est pedibus 18, erit igitur 64. cognoscitur angulus 16, 18, 17 complementum anguli 27, 18, 19 quare omnes lineæ innotescent. omnia etiam latera trianguli 22, 22, 17 facile cognoscentur, cum sit simile priori & cognoscatur eius latus 22. 17 pedum 9. triangulum item 12. 13, 14 innotescet totum, cum vnum eius latus sit pedum 9, habeatque semiangulum defensum, idem dicam de triangulis 10, D, 33; 10. 11. 12. triangula C, 15, 17; C, 27, 26; sunt similia vicinis triangulis, iam cognitis, habentque latus vnum pedum 9.

Cognitis omnibus lineis rectanguli 16, 23, 11. 10 area quæratur multiplicando latus 16, 10. per latus 10. 11; nempe pedum 62. & productum seu aream multiplica per 9, seu profunditatem fossæ, & habebis parallelepipedum erectum supra prædictum rectangulum.

Exinde metire aream trianguli 10. 11. 12 multiplicando latus 10. 11, per medietatem lateris 11; 12 & multiplicando productum per altitudinem; idem dico de triangulis 17, 16, 18; 18, 19, 27. multiplicando nempe eorum aream per fossæ profunditatem. 9. Inuenienda item est area rectanguli 18, 19, 20. 21, quam multiplicabis per 9. & habebis soliditatem fossæ exceptis erismatibus.

Ad metiendam soliditatem erismatum fossæ, primo habenda est area rectangulorum A, 31, 20, 21; 20 32. C. 26; C, 15, 33; D; 12, 14 22, 23 hæ multiplicandæ sunt per dimidiam altitudinem, eò quod sint duo prismata triangularia erecta supra bases parallelogrammas. Denique inuenienda est area triangulorum 17, 22, 23; 12, 13, 14; D, 10, 33; & trapezij C, 15, 27, 26. & quadrati B, 32, 20, 21. & quia sunt pyramides inuersæ, ideoque harum basium aream multiplica per 3, tertiam scilicèt partem altitudinis 9. Notandum solum est angulum 15, 27, 26 esse externum respectu valli, sed internum respectu fossæ ideoque duas pyramides continere.

Si accidat vt soliditas fossæ multò minor sit soliditate omnium operum, obseruatâ eadem latitudine profundior fieri poterit, vt fiat æqualitas. Notandum tamen est terram è fossa erutam, dum ad opera adhibetur, in maiorem molem excrescere, quia non ita comprimitur, ac erat in fossa antequam erueretur, secundò aliunde afferuntur cespites, & rami, ad vinciendum opus quare omnium habenda est ratio.

## PROPOSITIO XLII.

### Problema.

*Secundus modus minùs exactus metiendæ soliditatis.*

Quia ab omnibus exigi non debet arithmeticus, & trigonometriæ perfecta cognitio. & non architectus tantum, sed & operarij ipsi soliditatem metiuntur, vt conuenientem mercedem accipiant: aliam methodum hic tradam, quamuis non exactam, à verò tamen non multùm abludentem. metire ambitum externum valli, qui facile haberi potest constat enim longitudine cortinarum, facierum & alarum, metire & ambitum internum, adde ambitum internum externo, & huius aggregati, mediam tantum partem assume, hæc erit media longitudo. metire item sectionem verticalem valli, quam multiplicabis per hanc longitudinem exurget soliditas valli.

Sit exemplum ambitus externus ABCD. 596 $\frac{1}{4}$

| | |
|---|---|
| Ambitus internus. | 475 $\frac{1}{4}$ |
| *Aggregatum.* | 1072 |
| *Semiaggregatum.* | 536 |

Altitudo 15. latitudo F I 43. $\frac{1}{2}$ multiplica vnum per aliud habebis. 652 $\frac{1}{2}$

Triangulum interioris erismatis erit 15 multiplicatum per 7 $\frac{1}{2}$ id est. 112 $\frac{1}{2}$

Triangulum exterioris erismatis erit 7 $\frac{1}{2}$ multiplicatum per 7 $\frac{1}{2}$ id est. 56 $\frac{1}{4}$

Tota area sectionis verticalis erit. 821. $\frac{1}{4}$

Hanc aream multiplica per longitudinem inuentam nempe. 536

Erit que soliditas totius valli. 440190

Soliditas solius valli sine erismatibus erat. 329810 $\frac{1}{4}$

Soliditas exterioris erismatis. 33003

Soliditas interiotis erismatis prioris ferè. 66006



Digitized by Google

Soliditas totius valli erit. 428819. $\frac{1}{4}$

Vera igitur paulo minor est, quam habeatur hac praxi nempe circiter, trigesima parte.

Fuisset exactior calculus, si soliditatem valli, detractis erismatibus dimensi fuissemus; per mediam aliquam longitudinem; deinde vtrumque erisma per aliam mediam longitudinem multiplicauissemus.

Sicut per mediam longitudinem habuimus soliditatem valli, ita quæri potest media longitudo, inter ambitum internum & extenũ loricæ, per quam multiplicanda est verticalis sectio eiusdem loricæ. Ratio istius operationis satis clara est, cum soli anguli, seu anfractus difficultatem faciant; secluſis enim angulis res facillima euaderet, vt euasit quoties plena sunt propugnacula.

Idem dico de suppedaneo, & de lorica promurali, & lorica subvrbana.

Si propugnacula fuerint plena, hæc seperatim metienda sunt, multiplicando basin per altitudinem, habeatur tamen ratio altitudinis, & stationum quæ fiunt in ala, & portarum si quæ sint.

Sunt & alij modi. primò totius valli cum sua lorica, & loricæ promuralis, immo & loricæ subvrbanæ sectionem verticalem, faciuntque aggregatum omnium, & hoc multiplicant per ambitum externum propugnaculi, quia hæc linea videtur media inter ambitum externum totius munitionis, & internum. sed hæc methodus multùm aberrabit, quia lorica viæ tectæ non eosdem anfractus habet, quos vallum, quare satiùs est ista seperatim metiri.

# ARCHITECTVRÆ MILITARIS.

# LIBER TERTIVS

## De operibus externis, seu prætenturis.

*POSTQVAM partes essentiales, quæ in nulla munitione deesse possunt enucleauimus, in hoc agemus de partibus accidentalibus, quæ nonnunquam addimus, vel vt peculiari modo, loca infirmiora tueamur, vel vt locum occupemus, è quo hostis damnum inferre posset. Hæ partes sunt Parmulæ, cassides, seu lunulæ, cornuta, coronata, forcipulæ simplices, aut duplices, & transversæ, & quia breuior foret hic liber munimenta campestria vt vocant, & munitiunculas minoris momenti continebit.*

PRimò moueri potest hæc quæstio generalis, an operibus externis munienda sit vrbs, & an maius damnum, inferant obsessis, quàm præsidium. Scio in vtramque partem multa dici posse, nonnulli enim ea prorsus tanquam pernicioſa reiiciunt. quia obsessorum vires his operibus externis defendendis nimis distrahuntur, vnde difficile non est hosti numeroso, singulos seperatim inuadere, & opprimere, immò cum hæc opera; quâ parte vrbem spectant aperta sint, primò impetu, à tergo inuadi possunt. ita vidimus euenisse, vt aliquarum vrbium, opera externa omnia, primô congressu, non sine obsessorum magna strage fuerint oppugnata.

Secundò ab omnibus meritò reiiciuntur propugnacula seperata, propter difficultatem transmittendi fossam, præcipue verò si plena sit. sic vidimus sæpe in Belgio oppugnatas fuisse parmulas, eò quòd difficilis esset transitus, nec obsessi commilitonibus suis frustra opem inclamantibus auxiliari possent. quid sunt autem opera externa, nisi propugnacula seperata. Adde quòd fossa sicca non egeat huiusmodi operibus externis, cum seipsam satis tutetur. fossa verò plena iis instructa esse non possit sine maximo præsidiorum periculo.

Tertiò, hæc opera semel ab hostibus occupata, damnum inferunt obsessis, cum materiem & locum suggestis tormentorum præbeant. ita Parmula à Turcis occupata ruinam Famaguſtæ intulit; tormentis inde quasi è superiori loco detonantibus. Idem accidit Albæ regali. Deinde materiem præbent hosti ad implendam fossam, eamque transmittendam.

Quartò vel opera externa sunt parmulæ, vel cassides propugnaculorum angulo obiectæ; vel cornuta, vel coronata, aliæ enim ad has reuocantur. Parmulæ tutantur cortinam, sed quid opus est ad tutandam cortinam, cum iam duobus propugnaculis hinc inde defendatur. Lunulæ verò seu cassides à plerisque reiiciuntur, saltem si solæ adhibeantur, eò quòd vltra mosquetæ iactum distent ab omnibus partibus, nec satis defendantur.

Coronata verò, & cornuta, habent cortinam & propugnacula, quæ ex vallo principali videri non possunt; contra regulam generalem operum externorum, quæ iubet vt tam interiùs quã exteriùs pateant.

Digitized by Google

páteant. Authores nonnulli opera externa non probant, inter quos præcipuum locum obtinet Maroloyſius, & alij nonnulli inferioris notæ.

Alij contrà, caſſides, & parmulas, caſſidum, & clypeorum vices obire cenſent, nec aliam putant quæſtionem moueri, quàm ſi quæreretur, an caſſide & clypeô armandus ſit miles, quibus hoſtium ictum & tela retundat. neque enim vt ſunt in rebus humanis mala admixta bonis, propter nonnulla incommoda, damnanda eſt aliqua munitio. ſed iis occurrendum eſt quantum fieri poterit

Verum quidem eſt diſtrahi obſeſſorum vires, qui opera externa nimis multa & ampla defendenda ſuſcipiunt, vnde hæc excitari non debent ſine conſilio, & temerè; ſed defendentium præſidiariorum numerus examinandus, an nempe ſufficere poſſit ad illa tuenda commodè; dixi commodè, debent enim non ſemper iidem eſſe in ſtationibus, ſed alternis diebus otium, & quietem habere, alioquin laborem diuturnæ obſidionis, diu tolerare non poterunt.

Si igitur obſeſſorum numerus, iis defendendis ſufficere poſſit, moram haud dubie hoſtibus inicient. ſi enim dum abundat militum numerus, ſolent obſeſſi trencheis, contrariiſque lineis ad hoſtes accedere, vt eorum opera remorentur, multò magis per opera externa, non tumultuariò, ſed in pace erecta id præſtare poterunt. quamuis autem acciderit aliquando, vt primò impetu fuerint occupata, nihil propterea concludi poteſt, cum idem de propugnaculis ipſis, totâque principali munitione dici poſſit. retunduntur hoſtium primi impetus quantumuis validi, à generoſo milite, & vigili, non ab ignauo, & incurio.

Quod dicitur occupata opera externa nocere obſeſſis, id difiteri non auſim, ſed ipſa propugnacula ſi occupentur, nociua, ſunt non tamen propterea reiiciuntur; dicam tamen hoſtibus non eſſe emolumento ita magno; primo quoad materiem, quia facilius & minori diſpendio, aliunde comportari poſſet, quam hæc opera externa expugnari, neque quò ad locum, quia idem locus maneret extra loricam ſuburbanam, ſiue deſint hæc opera externa. adde quod diſſici facile poſſunt, & cuniculis intra propriam foſſam ſepeliri.

Ad id verò quod dicitur inutilia eſſe, quod parmulæ cortinam defendant; iam ſatis defenſam à duobus propugnaculis. dicendum eſt officium parmulæ eſſe poſitum, potius in defenſione alæ, quam in defenſione cortinæ; dum enim obiicitur parmula, ala ex apice propugnaculi, verberari tantum poteſt. eaſdem alas tegunt caſſides quas tamen nolim admittere niſi validô cornutô defenſas parmulæ item prohibent tranſitum foſſæ, ne ſcilicèt hoſtis ad faciem propugnaculi adrepat.

Cornuta, & coronata non tantum vtilia ſunt, ſed ſæpe neceſſaria, ad occupandum locum altiorem, è quo hoſtis vrbem tormentis fatigaret. quamuis autem habeant cortinam & propugnacula, quorum facies, & alæ, è principali vallo non videntur, non propterea erunt nociua etiam ſi occupentur, eò quod longiùs diſtent, omitto alia commoda quæ inferiùs re cenſebo.

Videntur item hæc opera externa præferenda ſecundo ambitui ſeu ſecundo vallo, quod circa primum extra foſſam excitari poſſet, eò quod ſecundus hic ambitus officeret primo vallo, illudque redderet inutile, quippe quod non poſſet defendere. immo ſecundum hoc vallum reſpectu hoſtis vrbem impugnantis, eſſet inſtar loricæ, atque hæc eſt vera ratio cur potiùs fiant hæc opera externa, quàm ſecundum vallum primo parallelum, alia multa congeri poſſent in vtramque partem, quibus ſuperſedeo, verbi gratiâ quod opera externa impediant lineas acceſſuum, faueant irruptionibus.

## PROPOSITIO I.

### Problema.

*De Parmulis*

Parmula *Reuelin* eſt moles à principali vallo ſeparata, duabus ſaltem conſtans faciebus, vltra foſſam excitata, & cortinæ obiecta. Eius figura ſatis patet ex definitione; cum fiat communiter in formam Canterij duobus conſtet faciebus, in angulum conuenientibus vallum habet ſimplex & humile ſuâ loricâ inſtructum paulo altiori, & feneſtellis apertum, eò quòd tormenta retrocedendo non ſatis occultentur.

Dum additur parmula ad tegendam portam vrbis, illi adduntur hinc inde duæ alæ, vt in illarum vna, fiat porta, non in facie.

Conſtituuntur parmulæ primò vt tegantur portæ, & pontes qui communiter in medio cortinarum fiunt.

Secundò vt defendantur propugnacula nimis ab inuicem remota, & ad impediendam vineam quâ tranſmittitur foſſa.

Tertiò ad defendendas caſſides ſeu lunulas ante propugnacula poſitas.

Quarta vt quâ parte vrbs infirmior eſt, eâ præcipue parte roboretur.

Quinta & principalis, vt alæ propugnaculorum tegantur, & occultentur, ita vt non videantur, niſi ex angulo propugnaculi oppoſiti.

*Axiomata parmularum ſunt hæc.*

Primum Ne anguli parmularum ſint minores gradibus 60, nec maiores 90. ratio primæ partis eſt; quia alioquin infirmiores eſſent vt diximus, cum de angulo defenſo. ratio ſecundæ eſt quod alioquin non ſatis defenderentur.

Secundum, optimæ ſunt parmulæ quarum ſtringens, deſinit in extremitatibus cortinæ, ſic enim habent defenſionem maiorem, nempe totam alam, & faciem.

Nonnulli præferunt eas quæ in angulum humeri deſinunt, quia ſic defenſio eſt magis perpendicularis; poſſunt tormenta ea in parte collocari.

Tertium vt capitalis parmulæ producta, bifariàm ſecet cortinam. per capitalem multi parmulas conſtruunt, nempe vt longitudo capitalis incipiendo à foſſa ſit 30, aut 40 exapedarum, minimarum ſit 24 exapedarum. Hollandi qui faciem propugnaculorum ſtatuunt 48 exapedarum, aut duas tertias aut 3 quadrantes tribuunt capitali parmulæ, nempe aut 32 aut 36 exapedas, Conſtitutâ ſemel capitali poterunt formari facies, aut



Digitized by Google

faciendo hinc inde angulum 30 graduum, aut ducendo facies ad extremitates cortinæ, aut ad angulum Humeri, aut saltem ad aliquod punctum faciei. Satius est illi maiorem defensionem concedere, quàm minorem, modò angulus earum defensus non euadat acutior.

Possumus aliô modô parmularum magnitudinem determinare; nempe vt facies parmulæ, aut duos trientes, aut tres quadrantes faciei propugnaculi obtineat. Quia diximus supra, posse addi alas parmulis, ne aperiantur facies, istæ alæ poterunt esse 15, 16, vel 18 exapedarum; & tantumdem erit addendum capitali, alioquin angulus parmulæ nimis obtusus esset. in tali casu parmula omnino imitatur figuram propugnaculi plani.

Parmulæ altiores sunt, loricâ subvrbana, seu viæ tectæ, hoc est vallô constare debent, altô 5, aut 6 pedes præter loricam hoc vallum debet resistere tormentis bellicis, eius tamen crassities non adæquat crassitiem valli principalis. additur & lorica ordinaria, ita vt vtraque tam loricæ, quam valli emineat supra loricam. viæ tectæ. Parmulæ fossam habent, cuius latitudo, aut medietatem fossæ principalis, aut etiam duos trientes adæquet, intelligo autem de fossæ principalis latitudine sumptâ secundum facies propugnaculorum. viatecta ambit parmulas.

Parmulæ cortinis obiiciuntur à quibus separantur fossâ principali, ita vt propugnaculorum alæ, possint pone parmulam defendere facies oppositas, quod non-possent si parmulæ adhærerent cortinis, tunc enim alæ rederentur inutiles, & tota munitio stellulæ figuram indueret, quæ est pessima methodus munitionis, & propria tantum reductûs. Locus igitur in quo parmula collocari debet, erit ante cortinam fossâ inter vtramque interiectâ, quod de industria posui, ne quis animaduertens retici propugnacula separata; idem de parmulis concludat.

Quoties tamen cortina est nimis longa, si loco parmulæ posset in medio fieri propugnaculum planum, bene defensum; id satius ducerem, quam excitare parmulam, verum quidem quod expensæ essent maiores, præcipue si iam fossam perfectam haberet.

Nonnulli duas parmulas coniungant cortinâ, quoties accidit, vt cortina cui obiiciuntur est nimis longa? id tamen non suaderem, quia cum hæc cortina, sit parallela principali, potest esse instar loricæ hosti vt vrbem impugnet, & eius fossa illum omnino tegere. Vnde parmula, simplici constare debet vallô, & loricâ, & parmulæ semper vacuæ sunt, ne hostis in iis occupatis tegatur.

Potest parmula non tantum cortinæ simplici obiici, sed maxime angulo interno, ita vt suam defensionem habeat in cortinis talem angulum internum comprehendentibus. modo non impediat ne duo propugnacula se mutuo defendant.

Praxis talis erit. describes parmulas vel ducendo vt dixi perpendicularem ad mediam cortinam in qua sumes 30 aut 40 exapedas.

Poteris item ex duabus extremitatibus cortinæ, interuallô eiusdem cortinæ duos, arcus describere, ita enim æquilaterum triangulum formabis, cuius latera æqualia erunt cortinæ, è quibus si auferas eam partem quæ in fossam cadit, facies erunt longæ vt par est, cum angulo sexaginta graduum.

Aliqui diuidunt bifariàm lineas semicolli, & ex iis punctis ducũt lineas per angulum humeri.

Nonnulli incipiunt parmulam formando earum collum, hoc est à puncto in quo fossa acuminata est, hoc est contra mediam cortinam, hinc inde assumunt exapedas 30. formantque triangulum æquilaterum; vt habeant angulum graduum 60. vide primam figuram.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Cassides seu lunulæ.*

Cassides à parmulis vix differunt, quoad figuram: sed tantùm quoad magnitudinem, vocantque lunulas; parmulas quarum facies 30 exapedas non excedunt. si tamen stricte loquamur; Lunula erit moles separata cuius figura exterior in angulum, interior in orbem flectitur, & ex hac lunulæ nomen accipit. quod petitur ex loco, in quo collocatur: nempe ante angulum propugnaculi vltra fossam, quæ cum eo in loco in orbem flectatur, hanc figuram cassidi tribuit.

Cassides igitur argulo propugnaculi obiiciuntur; vnde nunquam cassides adhibentur, nisi validâ parmulâ, vel si fieri possit cornutô defensæ. cassides fiant omninò vacuæ, hoc est constent simplici vallô, & loricâ, nullamque habeant alam. axiomata hæc erunt.

1 Angulus cassidis 60 gradibus minor non sit, nec maior 90.

2 Capitalis cassidis eadem sit ac capitalis propugnaculi, vt æqualiter vtramque faciem tegat.

3 Cassides ala careant, solisque faciebus constent.

4 Non distent ab ea parte quâ defenduntur nisi ictu mosquetæ, & hæc est ratio cur periculosæ sint cassides, nisi vel validâ parmulâ vel cornutô defendantur: quia tunc sunt extra ictum mosquetæ respectu illius loci è quo suam defensionem accipiunt.

Ad formandam cassidem, producatur capitalis propugnaculi vltra fossam, ita vt à fossæ margine obtineat duos trientes faciei propugnaculi, facies autem ducantur, vel parallelæ faciebus propugnaculi, vel si angulus propugnaculi fuerit maior, poterunt angulum acutiorem comprehendere. posset item angulus lunulæ esse maior angulo propugnaculi, si suam defensionem hauriat, vel à cornuto vicino, ita vt duo trientes faciei rum defendant cassidem.

Longitudo facierum cassidis facile determinabitur, vel producendo facies propugnaculi, vel facies promuralis, si propugnaculum habeat promurale. vel producendo alas propugnaculi, ita, nullô modô illud ambient.

Iam diximus suprâ cassides carere alis, ne occupatæ hostibus sint vsui, arcique obsessæ noceant.

Circulus à quo cassides nomen & figuram lunulæ accipiunt, est in apice propugnaculi.

Cassides suam fossam habent, cuius latitudo æquare debet mediam saltem latitudinem fossæ principalis. debet addi & via tecta simul cum

sua

Digitized by Google

ſua lorica, quæ duplici modò circumduci poteſt vel ita vt attingat magnam foſſam illique ſit parallela, vt vides in GMIKL, primæ figuræ vel vt maius ſpatium ambiat, ſitque tantum parallela vt in GOP. & hic ſecundus modus eſt aptior, primò fiunt minores expenſæ, ſit tamen maior capacitas munitionis, tertiò hoc ſpatium aptiſſimum eſt ad congregandos milites, dum irrumpendum eſt in hoſtes.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*De cornutis.*

Cornutum eſt moles ſeparata, ab arce, in agrum ſubvrbanum lineis parallelis excurrens, & hoſti duo ſemipropugnacula obiiciens. figura diſpoſitionem cornuti ſatis exprimit.

Adhibentur potius ad defendendam cortinam, quam ad tegendum propugnaculum, quia cum duo latera habeant parallela, ſi fiant ante propugnacula, ſuam defenſionem à cortina tantum haurient; à quâ tamen nimium diſtant. adde quòd in tali caſu non eſſent ſatis lata. quare communiter ante propugnaculum erigitur coronatum; & ante cortinam cornutum.

Dum cortinæ obiiciuntur eam omninò tegere poſſunt, alis propugnaculorum in directum iacentibus, cum lateribus cornuti. poteſt parmula intra cornutum excitari, vel reſcindi ſemel & bis reſciſſione ſimili, hoc eſt ita vt ſingulæ reſciſſiones habeant duo ſemipropugnacula.

Ita virtualiter ſunt plura cornuta, ſibi ſuccedentia. poteſt item cornutorum cortinæ obiici parmula ſed exigua, quæ propterea dicetur lunula.

Hæc cornuta, ſicut & coronata, & forcipulæ ponuntur vltra viam tectam. ſuntque commodiſſima, non tantum ad reſiſtendum hoſtibus, ſed etiam ad *impugnandum*; irruptiones reddunt faciles; & minus periculoſas. Suppono tamen ſufficientem eſſe præſidiariorum numerum. Neceſſitas ſæpè exigit vt fiant cornuta; quando ſcilicet colliculi occupandi ſunt, ne eos hoſtis inſideat, indeque arcem fatiget.

Cornutorum regulæ, & axiomata ſunt hæc.

Prima cornutorum latera ſint parallela, ſi enim conuergerent ad inuicem ſpatium inter latera interiectum non poſſet ſufficere duobus propugnaculis, & cortinæ quæ in capite cornuti formantur, neque etiam diuergunt ne propugnacula reddantur inutilia, vt pote nimis tecta.

Secunda. ne latera cornutorum excedant ictum moſquetæ, computando ſcilicèt à cortinis, ſi ab eis ſuam defenſionem hauriant, neque etiam breuiora fiant, quia multos propugnatores non admitterent; qui tamen ex cornuto graue damnum hoſtibus inferunt. Si accidat vt fiant longiora ipſis addantur alæ vt defendantur.

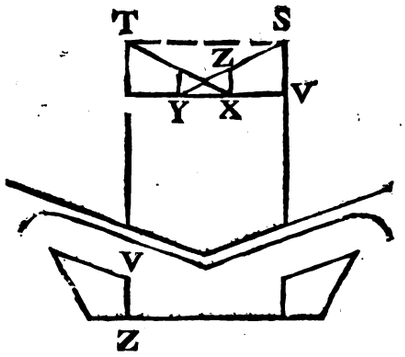
Tertia. cornuta cortinis tantum protegendis objiciantur.

Hæ quidem regulæ communiter afferuntur; aliquas tamen non demonſtratas deprehendo, & primò quidem quod pertinet ad paralleliſmum laterum, ſi enim coronata etiam nonnunquam cortinis obiecta, diuergentia habent latera, quidni etiam cornuta, niſi tamen amplius fiat ſpatium quam requiratur ad vnicam cortinam, ex quo ſequitur tunc duas requiri, hoc eſt coronatum.

Pariter non ſufficienter oſtenditur, cur cornutum, non poſſit tegere propugnacula, quare nonnullæ in Belgio vrbes, habent cornuta propugnaculis obiecta.

*Vide primam figuram.*

Iam ad praxin veniamus producatur ala propugnaculi Z V, vſque in T ita vt linea ZT ſit 100, vel 120, immo & paulò plurium exapedarum. ſi ſit multò plurium, alæ lateribus cornutorum addendæ erunt, quod tamen, quantum fieri poteſt vitari debet, idem fiat ex alia parte, ita vt ala producatur in S. ducatur linea occulta ST quæ in tres partes æquales diuidetur. Erit S V capitalis ſemipropugnaculi æqualis huic tertiæ parti, V X collum propugnaculi illi erit æquale; ductis exinde duabus ſtringentibus SY, TX & excitatis duabus perpendicularibus X Z abſolutum erit cornutum. Hæc praxis à nonnullis reprehenditur quod cortina cornuti, minor ſit facie ſemipropugnaculi, ſi quis breuiorem velit faciem & cortinam maiorem, paulo minores aſſumat lineas colli; ſintque verbi gratia quarta pars lineæ S T, & angulus fiet maior, tunc cortina erit dupla lineæ colli, & conuenientius ſe habebit cortina ad faciem. Alij malunt habere maius propugnaculum.




Poſſunt addi ante cortinam cornutorum parmulæ; quarum forma eadem eſt ac parmularum, quas paulò ante deſcripſimus, ſed illarum capitalis non excedet 20 aut 24 exapedas. eò quod cortina cornutorum minor ſit cortina principali.

Nonnulli addunt caſſides propugnaculis cornutorum, ſed malè, eo quod ſint periculoſæ, nec benè defendantur, præcipuè verò ex vna parte.

Quamuis vt dixi hæc cornuta latera habeant parallela, poterunt tamen fieri, cum ſitus aliter poſtulabit, ita vt diuergant, & tunc vocantur in caudam hirundinis, *à queüe d'Aronde*. vel ita vt conuergant vocanturque in Anticaudam Hirundinis, *à contrequeüe d'Aronde*. in iis autem caſibus ſemper obſeruandum eſt, vt latera, tam interiùs, quàm exterius pateant, & videantur ex principali vallo. ne occupata faueant aggreſſoribus. cauendum item eſt, ne in cornutis facies, alæ & cortinæ ſint minores quam par ſit. vt ſi facies haberent tantum 16 vel 18 exapedas, cortina totidem, ala 7 aut 8. tunc ſatius ducerem, conſtituere latera diuergentia vt maius ſpatium amplecterentur.

PROPO-

Digitized by Google

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Coronata.*

Coronatum est moles à principali vallo separata, duobus lateribus, & duabus aut pluribus cortinis, vnô ad minimum propugnaculô integrô, & duobus semipropugnaculis constans.

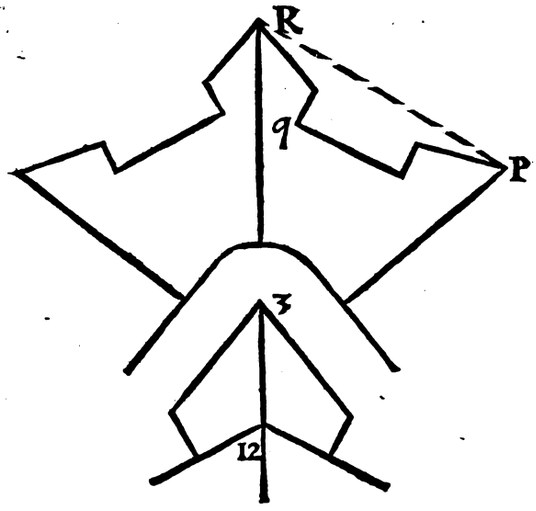
Finis idem ac cornutorum, nempe defensio principalium munimentorum, vel præoccupatio alicuius loci, è quo hostis posset facile damnum inferre. ex quo fit vt iisdem ferè nitatur axiomatibus.

Primum erit ne latera coronatorum 120. exapedas excedant, nempe ab eo loco à quo suam defensionem hauriunt.

Secundum ne apex angulorum propugnaculorum plus quam 120. exapedis distent; quamvis enim videretur sufficere, vt maxima linea defensionis non excedat 120. exapedas, secundùm regulam vniversalem; quia tamen anguli propugnaculorum sunt acutiores, & vallum non habet altitudinem valli principalis, & propugnacula sunt minora, debet eorum defensio esse certior, atque adeò brevior.

Tertium anguli semipropugnaculorum ne excedant 90. gradus, nec minores sint 60.

Quartum communiter coronatorum latera sunt divergentia, quia alioquin spatium illud non comprehenderent, quod ad duas cortinas requiritur. si ad tegenda propugnacula fiunt, vt communiter adhibentur, suam defensionem à tertia parte faciei haurient, eorumque, latera poterunt esse perpendicularia ad easdem facies, quæ non excedent 120. exapedas.




Praxis autem talis erit producatur capitalis propugnaculi, 12. 3. vsque ad punctum R nempe 100. aut 120. exapedis, habebisque apicem anguli, propugnaculi medij. Fiat angulus 3RP, æqualis semiangulo circumferentiæ, cuiuscumque polygoni, perficiesque propugnaculum qR, secundum methodos communes vel per tabulas, non vteris tamen eâdem methodô ad formanda semipropugnacula extrema, quia nempe angulus defensus foret acutior, quare eôdem modo operare, ac in cornutis.

Si opus coronatum tegit cortinam, poterit cortina bifariam dividi, & in perpendiculari producta ad 120. exapedas statues capitalem medij propugnaculi, in eo puncto illius extremo poteris hinc inde facere semiangulum circumferentiæ cuiuslibet polygoni. Si spatium inter propugnaculum medium, & duo semipropugnacula extrema esset maximum: duo fierent propugnacula integra, cum duobus extremis semipropugnaculis: quod multis modis fieri potest, vel enim cortinæ coronati, imitatur polygonum quodcumque; tunc autem sequimur methodos illius polygoni, vel in eâdem linea constituentur, & tunc fient propugnacula plana. Cauendum tamen est ne semipropugnacula extrema angulum defensum acutiorem habeant. satiùs erit ipsis tribuere lineam colli longiorem, quam si nimis acuti evaderent anguli.

Invenio itẹm has prætenturas multum à vallo principali distantes, non posse ita constitui, vt ex principali vallo, supra illarum vallum attingi possit declivitas viæ tectæ, & vt plurimum vix ictus mosquetæ ad tantam distantiam posset pervenire, ex quo fit, vt vallô paulò altiori muniri possint.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*De Forcipibus.*

Prætenturæ quas hactenus descripsimus permanentes sunt, possunt tamen aliæ minoris momenti excitari, dum hostis imminet, has sub nomine forcipum constituemus. suntque vt verum fatear cornuta, & coronata, quæ locô propugnaculorum, habent angulum internum. ideoque simplices forcipes cornutorum vices obire, duplices verò coronatorum censeo. sunt forcipes quarum latera divergunt ad formam caudæ hirundinis, aliæ contrariam habent formam nempe latera convergentia. aliæ tandem habent latera parallela, & hæc tegendis cortinis sunt aptiores.

Forcipum regulæ sunt istæ. lineæ angulum internum comprehendentes ne excedant 100 exapedas, ita vt apices angulorum externorum, quos vocare possumus angulos defensos, iactum mosquetæ non excedant, quod diligenter obseruandum est eò quòd forcipes alis careant.

Secunda regula ne anguli defensi minores sint 60. gradibus, aut maiores 90.

Tertia ne latera forcipum, sive parallela sint sive divergant, excedant 120. exapedas, immò ne excedant 100. quia cum forcipes sint opera valde imperfecta, certiorem exigunt defensionem.

Si forceps obiiciatur cortinæ ita operaberis in praxi. producatur vtraque ala propugnaculi, ita vt linea 5. 3. sit 100 Exapedarum angulus defensus 2. 3. 4. sit saltem 60. graduum, cætera per se intelliguntur, nonnulli addunt parmulam inter brachia forcipis, quæ suam defensionem hauriet è medio brachio. insoice primam figuram.

Si forceps obiiciatur propugnaculo, debet esse duplex, ita vt sint tres quasi apices, seu duo sinus, aut anguli interni.

Hæc

Digitized by Google

Hæc ſpecies prætenturæ eſt imperfecta, videtur enim peccare contra primum principium, quod verat, ne ſit locus, è quo hoſtis non deturbetur, eſt tamen in medio anguli, aliquis locus, in quo tutò poteſt hoſtis deliteſcere. quod ita oſtendo, ſupponamus forcipem habere vallum æquale vallo cornuti, nempe valli altitudo ſimul cum lorica ſit pedum 14. miles autem ſtans in vallo ad explodendum non poteſt elevari niſi 2. pedibus cum dimidio ſupra loricam, latam 12. pedibus. fiat igitur vt $2\frac{1}{2}$. ad 12. ita $16\frac{1}{2}$. nam lorica habet 14. & miles elevatur duobus pedibus cum dimidio ad 76. vel ſi velis ita 14. ad 67. erunt igitur pedes ſaltem 50. fere in orbem in quo ferè tutò deliteſceret hoſtis, propterea nonnulli addunt parmulam. Ratio eſt quia iactus qui aliunde fiunt ſunt ita obliqui, vt ſit difficile hoſtem deturbari. vt verum tamen fatear quando vallà ſunt humiliora. vt in prætenturis tumultuariò excitatis, periculum illud minus eſt.

Idem accidit in munitiunculis ſtellatis, ſi tamen humiliora ſint valla ceſſat illud periculum. Idem iam notavimus, ſi parmulæ cortinæ adhærerent, tunc enim tota munitio, iam in ſtellatam figuram deſineret.

*Fiunt* vt dixi duplices forcipes, quæ nunquam fieri debent, dum vna chelis poteſt ſufficere, propter rationem allatam, quia nempe dum brachia longiora ſunt, facilius, è locis remotis, deturbatur qui ad angulum internum accederet.

Multi has prætenturas reiiciunt, voluntque vt locô forcipis, ſemper fiat coronatum, aut cornutum, quod eôdem intervallô ſuperius eſt forcipe, quô munimentum propugnaculis inſtructum, ſuperat munitionem ſtellatam, & ſæpe compendium eſt exigui mométi, cum vix aliquando differentia ſit 12. aut 15. exapedarum, immò mallem cornutum cum vallo infirmiori, quam forcipem cum validiori. nihilominùs quando alæ, cortina & facies cornuti ſunt breviores multi forcipem malunt quam cornutum.

## PROPOSITIO VI.

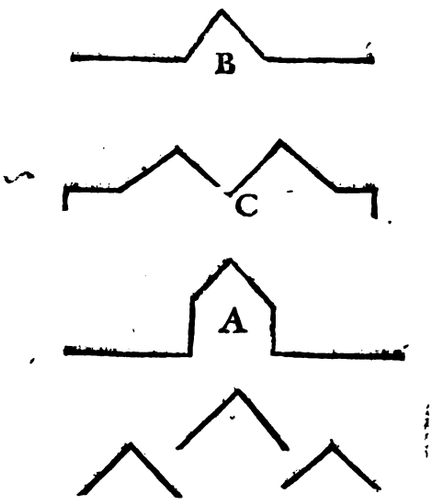
### Problema.

### *Tranſverſæ.*

Sub hoc nomine Tranſverſarum comprehendimus ea omnia opera quibus tranſitum hoſti præcludimus, in locis præcipue anguſtis, per quæ neceſſariò tranſeundum eſt, vt in aditu pontis, aggeris inter paludes erecti, in via vndiq; rupibus ſepta, fiunt item tranſverſæ, ad devitandam cladem à iaculis ignitis, aut malis punicis inferendam. dum enim decidit malum punicum in loco vbi frequentes ſunt tranſverſæ; aufugiunt milites, & poſt vicinam tranſverſam deliteſcunt, donec malum punicum diſſilierit.

Tranſverſarum formæ variæ ſunt, immò & innumeræ excogitari poſſunt. Illam maxime probarem quæ cornutum, aut coronatum imitaretur, modò tamen id per ſpatium, & locum liceat.

Poteſt in medio tranſverſæ excitari propugnaculum, cum duabus hinc inde cortinis, vt vides in figura A. capitalis illius propugnaculi poterit eſſe 30. aut 40. exapedarum, lineæ ſemicolli mediâ partem capitalis obtineant, tranſverſa latera habeat ſi impugnari à latetibus poteſt, ſin minus illis careat.




Tranſverſa B fieri poteſt, dividendo latitudinem in tres partes æquales; & ſupra tertiam partem fiet triangulum æquilaterum, ne angulus defenſus ſit acutior.

In tranſverſa C, cortinæ extremæ ſextam tantum partem latitudinis obtinent.

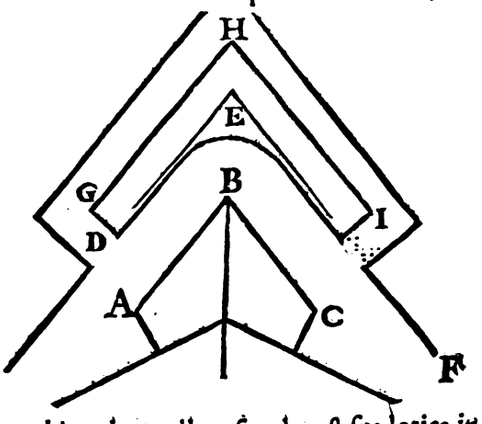
Poſſunt item fieri tres parmulæ, vt figura oſtendit, cavendum ne facies extremæ careant defenſione, ideoque addendum eſſet hinc inde aliquid, per modum cortinæ. Alios modos non recenſeo quilibet enim ab his exêplis ad alia poteſt excurrere.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

### *Propugnaculi exterius vallum.*

Propugnaculi exterius vallum, *contregarde* eſt moles vltra foſſam poſita, parallela faciebus iiſque obiecta. Differt à peltis lunatis, ſeu caſſidibus, quod caſſides nullo modo ambiant propugnaculum, vt pote ſoli angulo obiecta; facies enim propugnaculi productæ, caſſidis facies determinant, ſed hæc valla externa ſunt omninò patallela faciebus, eaſque ambiunt. hoc vallum ſimplex eſt ſua lorica inſtructum, figuram litteræ Λ inverſæ referens. nonnunquam hoc vallum facies fere integras ambit, vltra viam tectam ponitur, & locô loricæ viæ ſubvrbanæ, craſſities iſtius valli poterit eſſe 6. aut 7. exapedarum, altitudo 6. aut 7. pedum, cum lorica, habet & ſuam foſſam parallelam foſſæ principali, & latitudinis dimidiæ foſſæ, vt ſi propugnaculum fuerit ABC, poteſt vallum eſſe GHI.



Hoc vallum in locis acclivibus optime collocatur, quia sæpe vallum principale ita altum est, vt hostes nisi remotos impetere non possit, sæpe vnum, aut etiam geminum apponitur, quæ tam vtilia sunt nonnunquam ac vallum principale, ex iis formatur quasi geminum, aut etiam triplex propugnaculum, sed diligenter observandum est, vt eorum fossæ ab aliquo puncto stationis vallaris videantur, & ne ab ea, distent plusquam iactu mosquetæ.

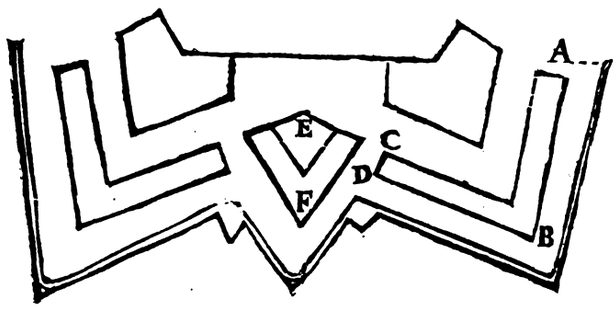
Differunt secunda valla à promurali, quòd promurale sit inter fossam, & vallum principale, ista verò vltra fossam sint posita. multi ea præferunt cassidibus, seu Lunulis.

## PROPOSITIO VIII.

Problema.

*De Vallo Externo Comitis De Tagan.*

Comes De Pagan duas prætentarum dispositiones proponit: prima parmulam habet, duoque valla externa, propugnaculum ambientia




his autem vallis crassitiem tribuit 7. exapedarum, relinquit tamen alias 7. exapedas inter hæc valla, & fossam principalem, vt sit locus adunandis, & collocandis militibus. in medio horum vallorum duplicem parmulam collocat, hoc est duplici constantem vallo, & rescissam fossâ.

Hæc dispositio quamvis nova, non tamen inepta est, nam parmula non tantum defenditur ex statione vallari, sed etiam ab his novis vallis, præcipue ab ea parte quæ humeri vicem habet.

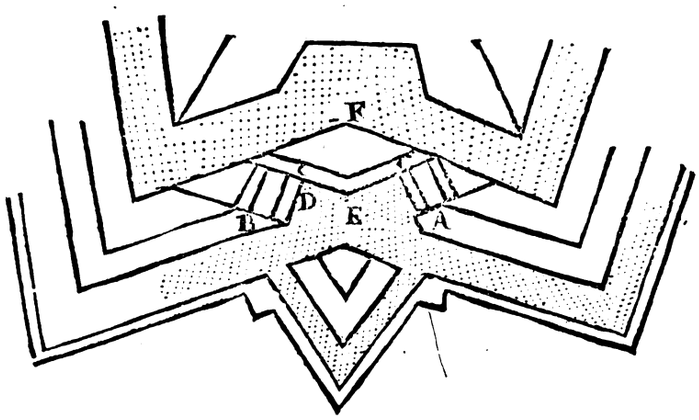
Reprehendi posset in hac dispositione, quod si semel occupetur parmula non satis defendantur hæc secunda valla, quia parmula ipsa videtur impedire ne fossa secundi valli videatur ex statione vallari. Sed Respondeo hoc incommodum inveniri in plerisque prætenturis, vt quando cornuta, & cassides extruuntur, si occupetur cornutum, vix bene cassis defenditur ex statione vallari. debet igitur parmula habere formatum cuniculum, vt si accidat eam occupari ab hostibus, detur betur omninò secundò parmula duplex est, vnde non ita facile vtraque pars ab hostibus occupabitur.

## PROPOSITIO IX.

Problema,

*Secunda dispositio prætenturarum proposita à Comite De Pagan.*

Idem Author aliam proponit prætenturarum dispositionem, quâ contendit munitionem suam triplò fortiorem esse communibus. Supponit ergo fossam communem, deinde vtrinque constituit duo valla externa, propugnaculum ambientia huic vallo crassitiem 7 tantum exapedarum concedit, sed inter fossam communem, & hoc vallum spatium relinquit 18. exapedarum, vt in eo




casas militum collocet, & spatium conveniens functionibus militaribus habeat. vallo isti 20. & 24. pedes altitudinis tribuit, non vult huiusmodi vallũ exterius continuari; sed relinqui spatium A B inter vtrumque, æquale cortinæ principali, ita vt pro alis ducantur duæ lineæ AC, BC, ad lineas defensionis stringentes perpendiculares, ne tamen fiat cortina in lineam rectam, sed angulum externum CEC. efficiat. quòd ob duplicem rationem factum existimo; prima est vt plures præsidiarij in rombo FE collocentur: secunda vt si accidat alas frangi, & dirui; hæc cortina defensionem habeat in propugnaculis. Ala BC, dividitur bifariam in D, vt in DC, duo aut etiam tria suggesta constituantur. suggestum superius tria habebit tormenta, secundum quatuor, infimum 2. aut tria, & propterea tantam huic vallo altitudinem tribuit nempe pedum 24. Hæc tormenta leviora esse debent, vt facile auferri possint, si accidat occupari ab hostibus hoc vallum.

Fossa exterioris valli lata erit 12. exapedis. Addit item parmulam eamque duplicem, hoc est duplici vallo, duplicique fossâ constantem. additur & via subvrbana, cum sua lorica declivi. cætera ex figurâ satis intelliguntur.

PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*De prætenturis in genere.*

Hæc propositio duas habet partes.prima refert sententiam aliquorum circa prætenturas; secunda profert dimensiones valli prætenturarum. Dogen & alij nonnulli negant siccam fossam cassides,aut parmulas admittere.

Secundo nunquam cassides seu lunulas approbat,nisi valido cornuto defendantur.

Cornuta verò & coronata, cuilibet munitioni addi possunt.

Tertiò necessarium est vt prætenturæ nulli colli subiectæ sint; cum enim humiliora habeant valla, è loco altiori, facile oppugnari, immò & expugnari poterunt.

Quartò ne prætenturæ sint nimis paruæ, nam plurimæ prætenturæ minores nocivæ sunt. verbi gratiâ si propter distantiam propugnaculorum opus sit parmulâ, hæc fiat capax multorum præsidiariorum.

Quintò prætenturæ omnes vallum habeant, quod tormentis bellicis possit resistere, habeant item suos puteos, quibus cuniculi inutiles reddantur,immò non incongruum foret si cuniculos haberent,quibus occupatæ deturbarentur.

Prætenturæ stabiles vallum habeant 7. circiter exapedarum, nullum sit minus tribus aut 4. Altitudo erit 8. aut 6. pedum.

Crassities loricæ 16. pedum, nunquam minor octo.

Altitudo loricæ 4.aut 5. aut etiam 6. pedum.

Crassities verticis loricæ 12. pedum, aut saltem 6.

Suppedaneum latitudinis trium pedum, altitudinis vnius cum dimidio.

Margo 6. aut trium pedum.

Latitudo fossæ 40.pedum aut saltem 20.

Profunditas 12. saltem pedum.

Via tecta eadem est.

Solent infigi pali horizontales ex quercu, intra loricam,vt impediatur ascensus. periculum tamen est ne si transversim verberentur, vnicô ictu magnam cladem loricæ importent.

## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

*De munitiunculis.*

Finis munitiunculæ paulò diversus est, à fine munitionum communium, immo & arcium, excitantur enim ad sistendum impetum repentinum, ad intercludendam vrbem, vel propter alias rationes huiusmodi; vnde nec tam solidæ fiunt, neque tot propugnaculis instruuntur, cùm sit melius pauca habere propugnacula maiora, quàm pauca minora.

Figura aptissima videtur quadrata, longitudo lineæ defensionis maximæ erit 70. exapedarum, latus verò quadrati interius exapedarum 65. methodus optima muniendi quadrata huiusmodi, est communis superiùs tradita, dabimus & alias minus aptas, quibus nonnunquam vtimur præcipuè in minoribus. Quamvis triangulum ineptum sit. potest tamen vsui esse in his munitiunculis. fiunt communiter ex terra; vallô constant crassitiei 5. aut 6. exapedarum, altitudinis 10. aut 12. pedum, nihilque aliud in sua constructione habent peculiare.

Habes in tabulis sectionem verticalem munitiuncularum.

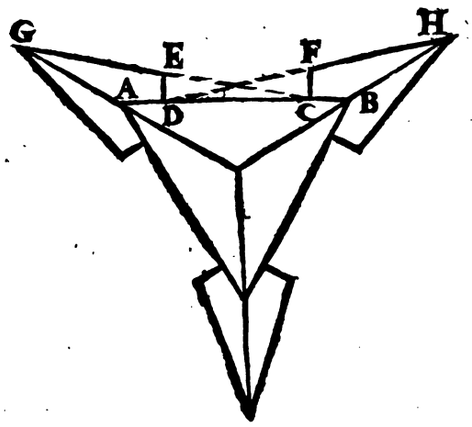
## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*De munitiunculis triangularibus.*

Quamvis secundum regulas traditas, munitiunculæ possint describi, nihilominus quando paruæ sunt, redduntur inutiles, propterea potiùs munitionem paucioribus; sed mediocribus propugnaculis defensam construimus, quam pluribus,& minoribus instructam,

Ex quo hæc regula tradi potest.minimæ munitiones, quas vocant regias, saltem cortinam habeant 50. exapedarum, vnde minores vocantur munitiunculæ, quibus rarò figuram pentagonam tribuimus. quia satiùs est magnum quadratum munire, quam pentagonum, cuius cortinæ, & propugnacula essent minora. aliquando figura triangularis seligitur, vt pauciora habens propugnacula: & ab ea modo incipiam.




Sit propositum triangulum æquilaterum ABC, dividatur latus AB, in 6. partes æquales; assumatur vna pro semicollo AD, aut BC, excitentur perpendiculares DE, CF, quarum quælibet tres quadrantes contineat lineæ AD.tum ex punctis C, & D, ducantur lineæ stringentes CEG, DFH, habebisque ichnographicam tuæ munitiunculæ triangularis.

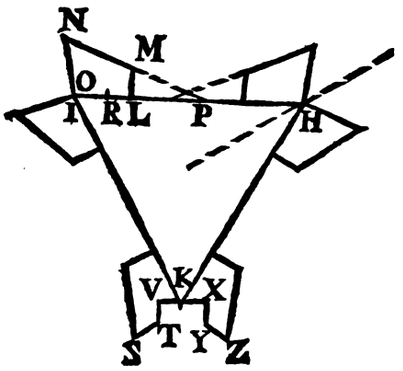
Quia tamen angulus defensus evadit acutior, & facies sunt satis longæ aliqui cortinis obiiciunt parmulas. mallem ego quadratam figuram seligere, sine vllis parmulis, quam triangulo parmulas addere. Hæc bene adhiberi potest in insula, quia periculum non est,ne tormentis bellicis labes inferatur angulis defensis, vt Liburni.

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Secundus modus muniendi trianguli.*

Potest secundò muniri triangulum, propugnaculis coniunctis, hóc modô. dividatur latus HI




in 8. partes æquales, duasque singulis semicollis hinc inde tribues, nempe lineæ IL, & vnam alæ LM, tum ex puncto P, ita vt PH, tres partes contineat, duces stringentem PMN, tribuesque faciei MN, duas tertias cortinæ. denique in puncto N, constitues angulum graduum 60. ita habebis angulum internum O. Posses item semicollo tribuere octavam tantum partem lateris HI, cætetis iisdem permanentibus: sed linea stringens posset duci ex media cortina.

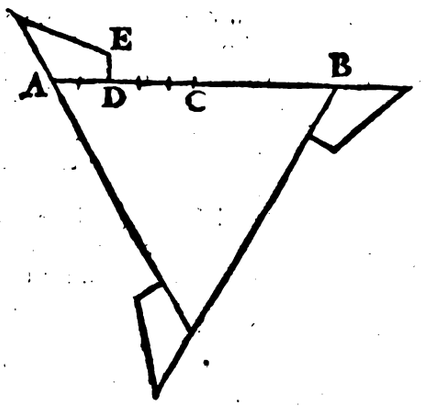
Si hæc coniuncta propugnacula essent valde magna posset angulus internus mutari, in duas facies, duas alas, & cortinam vt vides in STVXYZ.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Tertius modus muniendi trianguli.*

Potest triangulum muniri semipropugnaculis hôc modô, dividatur semilatus AC in 5. partes



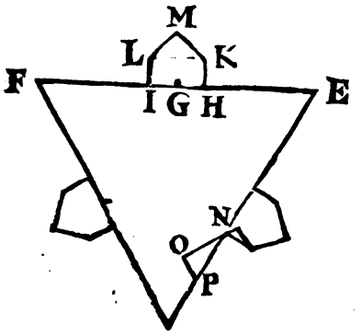

æquales, duas habeat collum AB, vnam sibi vendicet ala DE, tum ex media cortina C, ducatur stringens CE, donec occurrat alteri lateri producto. Hic modus est valde imperfectus, primò eò quòd anguli defensi sint valde acuti. Secundò facies propugnaculi quæ vt plurimum impugnatur, à nulla defenditur ala propugnaculi, sed tantum ala cortinæ, quæ hostium tormentis tota patet.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Quartus modus muniendi trianguli.*

Quartus modus muniendi triangulum propugnacula plana adhibet hôc modó.



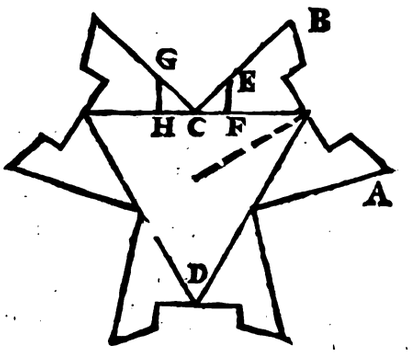

Dividatur bifariam latus EF, in puncto G, semilatera in quinque partes dividantur, semicollum hinc inde GI, GH, vnam quintam sibi vendicet sicut & alæ IL, HK, & supra LK fiat triangulum rectangulum, secundum methodum gallicam. Ala cortinæ tres partes obtinebit.

Peccat hic modus, quia licet propugnaculum sit satis perfectum, & capax resciſſionum, eius facies non defenditur ab ala propugnaculi; sed tantum ab alâ cortinæ exposita tormentis hostium si quis vellet tantisper obliquare cortinam, vt vides in NOP constitueret alam, sed tunc formarentur 6. propugnacula, satiusque foret exagonum perfectum formare,

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Quintus modus muniendi trianguli.*




Quintus modus muniendi triangulum, in singulis eius angulis cornutum format, cuius latera tantisper divergunt, vt vides in AB.

Deficit

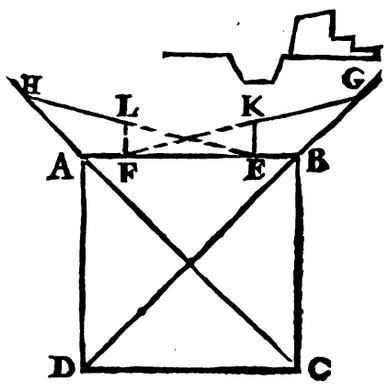
Deficit hic modus primo quod è puncto C, deturbari non possit hostis. Si quis vellet alas ductis lineis perpendicularibus GH, EF, & cortina HF; contendo iisdem expensis potuisse formari exagonum perfectum, quod multò validius esset. idem dico de duobus semipropugnaculis, & multis aliis inventis quæ sæpe expensas maiores habent, quam polygonum plurium laterum, quòd tamen validius esset.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Methodus facilis pro munitiuncula quadrata cuius latus 30 exapedarum aut saltem 20.*

Possumus facilè munitiunculam excitare cuius vnum latus A B erit 20 aut 30 exapedarum. diuidatur A B in 5 partes æquales, vnam singulis semicollis tribues, & duas capitali, tum du-




ees stringentes HE, G F, & perpendiculares FL, EK, & perfectum erit vnum latus, si idem præstes in aliis lateribus; absolutam habebis munitiunculam. hæc methodus ferè coïncidit cum ea quam dedimus suprà, nisi quod hæc quintam partem tribuit semicollo, illa autem sextam tantum concedebat.

Pro sectione verticali, quia hæ munitiunculæ tumultuariò excitantur; ideo vallum crassum non habent; sed potiùs loricæ locum, quam valli; eritque duarum exapedarum crassum, altum 7 aut 8 pedes latitudo fossæ duarum exapedarum, in fundo vnius exapedæ.

Nonnunquam tamen omnia fiunt solidiora, vt vallum 4 exapedarum sit crassum, & nonnunquam 5 & 6 cætera proportionaliter.

## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

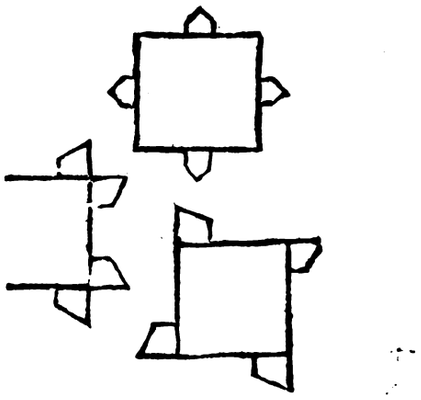
*Secundus modus muniendi quadratum.*

Quamvis optimus modus muniendi quadrata sit regularis ille supra traditus, allj tamen alias praxes proponunt. Primò quidem propugnacula plana in medio laterum, eôdem prorsus modo, quô diximus in triangulo; sed pariter eadem sequuntur incommoda, iidemque defectus.

Secundò per semipropugnacula qui modus etiam imperfectus est, eò quòd facies propugnaculorum non defendantur ab ala alterius cortinæ.

Tertiò per semipropugnacula coniuncta, sed pariter suas patitur difficultates.

Quartò per cornuta, aut in angulis aut etiam supra latera quadrati collocata, sed minoribus expensis fieret octogonum perfectum, idem iu-



dicium ferendum est de aliis. Hæ tamen munitiunculæ vsui esse possunt, quando non admouentur tormenta bellica. cæteræ munitiunculæ inferius dabuntur in quinto libro, ad quem pertinent.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Quomodo munienda sunt domus particularium.*

Particulares, expensas nec facere possunt, nec debent in suis domibus, neque enim arces excitandæ sunt, quæ obsidionem patiantur, debent tantum hostium excursionibus posse resistere. Dum muris cingitur castellum, satius erit angulos munire paruis propugnaculis, quorum semicolla, & alæ 20, aut 25 pedum, quam turres rotundas excitare, quia cum paucis hominibus in singulis propugnaculis hostem à muro remouebunt. altitudo murorum erit 14 aut 15 pedum. Fossa sit plena, quia plena insidias impedit. figura vt plurimum quadrata. cætera ex legibus vniuersalibus petantur.



Digitized by Google

# ARCHITECTVRÆ MILITARIS LIBER QVARTVS

## De munitionibus irregularibus.

*HÆC pars architecturæ militaris præstantior est præcedente, cùm nullus sit Tyro mediocriter in architectura militari versatus; qui munitionis regularis diagramma non describat, cum tamen difficile sit irregularem locum munire, ob innumeras circumstantias, quarum certas dare regulas, non possumus, quæ omnibus incommodis obuiam eant. Vnde architecti industria in hoc maxime negotio elucet.*

*Præcipua regularium munitionum axiomata, in irregularibus locum habent; quare ea hic non referam, alia nonnulla proferam quæ sunt propria huius loci.*

### AXIOMATA.

1 IRregularis munitio, quantùm fieri potest ad regularem reuocetur, cum regularis vicem habeat prototypi, & normæ. Vnde parcitas non est ita affectanda, vt expensis omnino parcatur, ad sequendam regularitatem, vitetur tamen omnis excessus; fieri enim potest, vel vt irregularitas non noceat, immò vero emolumentum & robur afferat, vel vt expensæ necessariæ ad reformandam munitionem, omnem modum excedant.

2 Vniformis sit roboris munitio, hoc est vbi natur adeficit, ars suppleat, non tamen ita intelligendum est axioma, vt si locus aliquis sit robustus, & validus, infirmetur de industria. quia melius est vt vna tantum parte sit infirma munitio, quàm si ex omni parte.

3 Præferatur semper capacior area, minùs capaci, nam hæc capacitas nocere non potest, immò verò prodesse, primò excipiendis pluribus ciuibus; vnde quantum fieri potest vitandi sunt anguli interni, quia vicinos angulos reddunt ineptos & acutos, expensæ crescunt, & area minuitur.

4 Nullus angulus acutus figuræ, aptus est munitioni. quia prima figura regularis, ad munitionem apta, est quadrata; si tamen accidat vt admitti debeat aliquis minor recto, habeat duo propugnacula quorum alæ sint magnæ. vel duo propugnacula plana.

5 Latus figuræ minus quam latus quadrati minorum munitionum, non est aptum, quia propugnacula nimis parua euaderent, & cito diffiicerentur, latera autem minorum quadratorum sunt octoginta exapedarum, possent esse 70 exapedarum. quare latus multò minus septuaginta exapedis ineptum censeatur. Loquor de latere interioris polygoni.

Si vtaris latere polygoni exterioris, debes requirere 100 exapedas.

6 Si latus figuræ minus, est quam vt capax sit trium propugnaculorum, paulò tamen longius quàm vt duo tantum habeat, satiùs est, duo magna, quàm tria parua excitare; quia duo magna propugnacula quamvis remotiora, possunt roborari additâ parmulâ, vel cornutô, vel forcipe, defectus autem propugnaculorum exilium incorrigibilis est.

7 In munitione irregulari, possunt propugnacula esse inæqualia, immò eiusdem propugnaculi facies inæquales esse nonnunquam debent, neque affectanda est conformitas, & pulchritudo, quæ in diagrammate tantum apparet; in re non animaduertitur, quia omnes simul partes videri non possunt. pulcherrima sunt igitur propugnacula, quæ sunt robustissima.

8 Distantia propugnaculorum, seu latus externi polygoni, non sit minus 100 exapedis. aliqui volunt vt non excedat 160 exapedas. posset tamen vt vult Comes de Pagan ad 200 extendi. ne fiat maior quia propugnacula nimis distarent.

9 Angulus decussationis, quantum fieri potest mediæ cortinæ respondeat. voco autem angulum decussationis; eum quem duæ stringentes comprehendunt, sic enim duo propugnacula æqualem defensionem habebunt. Dixi (quantùm fieri potest) sæpe enim id commode fieri nequit.

Quoties collis, vrbi imminet, aut fluuius in vrbem immittendus est. Satiùs est illis cortinam, quam propugnaculum opponere. quia cortina duobus propugnaculis munita, fortior est quam propugnacula.

Quandoquidem munitio irregularis situm supponit, aut aliquam circumstantiam, inuehentem huiusmodi irregularitatem, putà muros antiquæ vrbis, montes, fluuios, aut aliquid huiusmodi; prærequiritur diagramma exactum situs, omnium

Digitized by Google

omnium circa locorum, & circumstantiarum. dedimus autem supra plures methodos huiusmodi diagrammatis perficiendi.

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*Diuersi modi minùs apti, muniendi loca irregularia.*

Nonnulli tabulis vtuntur munitionum regularium, considerando nempe angulum muniendum. qui si æqualis sit angulo circumferentiæ polygoni regularis, tabulas adhibent illius polygoni; si verò præcisè non fuerit æqualis; aduocant tabulas polygoni, cuius angulus immediatè minor est, angulô muniendo. vt verbi gratiâ, si angulus muniendus esset 126 graduum, vtendum esset tabulis exagoni, cuius angulus 120 immediatè minor est angulo 126 graduum. & fiunt lineæ secundum proportionem quam habent lineæ tabulatæ, ad latus item tabulatum, suppono enim ex diagrammate ichnographico haberi latera comprehendentia angulum muniendum.

Hic tamen modus deficit in multis, primò quod negligat angulorum quantitatem, qui tamen multa commoda præstare possunt, vt angulum defensum validiorem, aut alas maiores, vel secundam alam in cortina. quia igitur rarò accidit, vt angulus muniendus præcisè æqualis sit angulo in tabulis notatô, hic modus si nihil addatur, vt imperfectus reiiciatur.

Secundus modus, primò facit aggregatum omnium laterum figuræ irregularis, propositæ, tum angulum muniendum considerat sicut primus modus, ad quod scilicet polygonum pertineat, exinde regulas proportionales instituit vt habeat singulas lineas, & facit vt aggregatum omnium laterum polygoni ad quod pertinet angulus propositus, ad alam verbi gratiâ, in tabula notatam ita aggregatum omnium laterum figuræ irregularis propositæ, ad alam. ita determinat omnes lineas, & hoc habet, vt omnes facies sint æquales, omnes alæ æquales, &c.

Hic modus incongruus est, & sæpe munitionem reddit impossibilem, hoc est sæpe accidet vt anguli defensi, non defendantur, seu stringens vnius propugnaculi, non perueniat ad alam alterius. dabit præterea facies longas vbi cortina breuissima erit, & fere nulla. Ratio petitur ex eo quod lineæ figuræ irregularis, non habeant certam & determinatam rationem ad inuicem, nec ad angulum muniendum, quare si supponamus vnum angulum munitum esse, quantum fieri potest, cætera latera aliter atque aliter se habere possunt.

Nonnulli volunt omnia propugnacula æqualis esse roboris, ideoque volunt vt facies habeant æquales, in quo multum desudant, sed principium eorum falsum est, cum propugnaculum rectangulum, licet æquilaterum cum alio acutangulo, sit aptius ad munia bellica. deinde non solæ facies vim resistendi tribuunt propugnaculo, sed etiam vicini propugnaculi partes & cortinæ, vt sunt alæ. quare poterunt æqualem habere vim restitiuam, etiamsi facies habeant inæquales.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Verus modus muniendi locum irregularem.*

Suppono eum esse optimum modum muniendi locum irregularem, qui optime ciues tueatur, ita vt difficilius sit, eos ita tectos oppugnare.

Suppono item totam munitionis alicuius defensionem, in faciebus, & alis sitam esse, quare non est ita inhærendum proportioni faciei, cum cortina qualem tabulæ exhibent, vt nefas sit illas immutare, quoties hæ partes suas dimensiones alioquin non haberent.

Propugnacula item diuersa fient, pro diuersitate angulorum muniendorum, & id cum maxima libertate; non attendendo vllô modô ad operis venustatem, sed tantum ad robur. verbi gratiâ si propugnaculum rectangulum vicinum esset propugnaculo 60 graduum, & stringens primi ad angulum alæ & cortinæ secundi, rectà tenderet, sine vlla secunda ala, poterit angulus defensus fieri 84 aut 85 graduum vt habeatur secunda ala. Pariter si angulus defensus vnius propugnaculi sit acutior, augeri poterit, etiamsi imminuatur secunda ala.

Neque etiam reiiciendum erit propugnaculum, quamvis linea stringens angulum figuræ æqualiter non diuidat, poterunt igitur percurri omnia propugnacula, addendo vel minuendo, ad vitanda incommoda, quæ animaduertentur.

Nihilominus vt aliquæ tradantur regulæ, praxes irregularium munitionum ad praxes regularium, libro secundô traditas reuocandæ sunt. Et primò vt habeantur anguli defensi, possumus addere 15 dimidio angulo figuræ, quare angulus maior 150 gradibus, habebit angulum defensum rectum. & angulus figuræ graduum 142 cuius dimidium, 71 haberet angulum defensum 86 graduum.

Vt habeatur angulus stringentis, & cortinæ quem æqualem diximus angulo imminuto; subtrahe angulum defensum 86, ab angulo figuræ 142, nam reliqui 56, dimidium 28 erit angulus quæsitus. eius complementum 62 est angulus stringentis & alæ, & 118 eius reliquum ad 180 erit angulus humeri. Supponitur angulus alam determinans esse graduum 40, & eius complementum 50, angulus oppositus semicollo.

Si latus fuerit 120 exapedatum circiter, concedemus faciei 48 exapedas, & cortinæ 72, reliqua trigonometrice absoluemus, vel per praxes geometricas supra traditas, eam præcipue quæ supponit latus figuræ.

Si verò latus figuræ esset nimis paruum, ita vt eandem proportionem seruando, alæ & semicolla nimis parua euaderent; licitum est eas augere, minuendo alam cortinæ. Si verò omnium partium magnitudo accedit ad eam, quam tabulæ regularium dant, præcipuè illæ quæ æqualem habent angulum defensum, acquiescere debemus, atque ita dum accidit latera angulum figuræ comprehendentia, esse aut æqualia, aut non multum inæqualia, possumus quærere in tabulis omnium linearum quantitatem, si sint inæqualia; vnius lateris lineas fortificatorias in tabulis maiorum

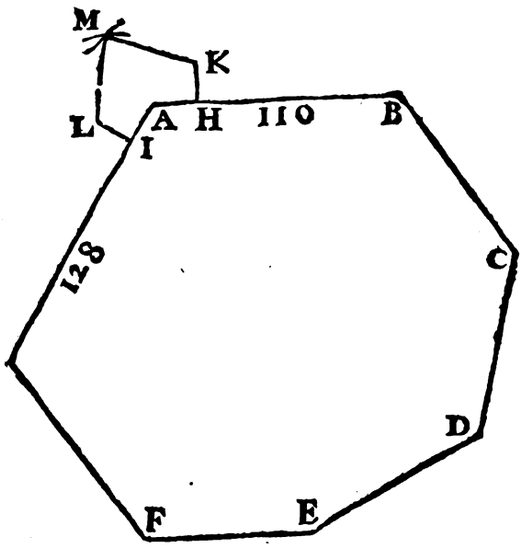
Digitized by Google

iorum munitionum, alterius in minorum tabulis inuenies; latera à 72 ad 100 exapedas dabunt reliquas lineas in tabulis minorum à 100 ad 132 in tabulis maiorum, si latus superet 140 exapedas indigebit parmulâ; si ad ducentas accedat, capax erit propugnaculi plani in medio. si latus minus sit 70 exapedis mutanda erit figura, vel remouenda propugnacula.

Notandum tamen est quoties latera angulum muniendum comprehendentia, sunt valde inæqualia, licèt lineæ fortificatoriæ sint inæquales, capitalis tamen communis est, quod difficultatem facere potest, puto conueniens esse vt mediocris fiat, hoc est neque conueniat paruo lateri, neque magno; sed inter vtrumque sumatur.

Denique si latus figuræ 260 exapedas habeat fiat vt diximus in medio propugnaculum planum, & ne distantia sit nimia, omnes lineæ ex tabulis maiorum munitionum sumantur. quando igitur occurrit latus valde longum; vt scias in quot cortinas diuidi debeat illud diuide per 120 vel 130; si restet aliquid diuidatur per quotientem vt sciatur quid addendum sit singulis cortinis, aut potius lateribus, proponatur latus 899 exapedarum, illud diuido per 120, & inuenio 7. restantque 59. quem numerum diuido per quotientem 7 inuenioque 8. quare diuidi debet in 7 cortinas. ita vt singula latera habeant 128 exapedas. si verò id quod restat numerum 70 excederet; addenda esset vnitas quotienti. sed demus aliquod exemplum.

Proponatur figura A B C D E F, cuius omnes anguli obtusi sunt; atque adeò omnes apti. Sit




muniendus angulus A graduum 124, cuius dimidium 62 adde 15, erit angulus defensus 72, quia latera sunt 110, & 128 nempe vtrumque superat 100; vti poterimus tabulis maiorum munitionum, & quia angulus est 124, adhibeantur tabulæ exagoni. capitalis erit 43 exapedarum media inter eam, quæ competit lateri 128, & eam quæ conuenit lateri 110, quia 43 competit lateri 120. pro reliquis possum proportionaliter procedere, & dicere si latus 120 dat cortinam 72, faciem 48, semicollum 22 alam 19. secundam alam 25. quid dabit 110, habeboque cortinam 66 faciem 44, semicollum 20½. alam 17½ & ita de reliquis, idem præstandum est circa aliud latus 128. habeboque faciem 51, semicollum 23½ alam 50. fiat ergo semicollum AH 20 exapedarum, & perpendicularis HK, 17½; pro ala. fiat semicollum A I 29½; & ala IL 20. tum sumendo faciem 44 intra pedes circini ex puncto K fiat arcus M sumatur pariter intra pedes circini facies 51, fiatque arcus M, & propugnaculum erit constructum. ita agere possum in reliquis angulis. Si vtaris regula proportionum opus non erit tabulis maiorum, & minorum munitionum, sed sufficient altervtræ.

Notandum item est, neque etiam vtendo tabulis maiorum, aut minorum munitionum & regula proportionum inuenietur iusta magnitudo, quia nempe angulus est 124, vsi tamen sumus angulo 120. quare vtendum esset tabulis quæ habent singulos gradus.

Quamvis autem etiam regulis proportionalibus vtaris, restabunt nonnulla incommoda corrigenda, præcipue quoties angulus muniendus rectum non multum superat, quia vel angulus defensus erit acutior, & tunc satius erit aliquid de secunda ala detrahere, vt angulus fiat maior, vel si nulla sit secunda ala, & angulus propugnaculi fuerit maior, imminui poterit.

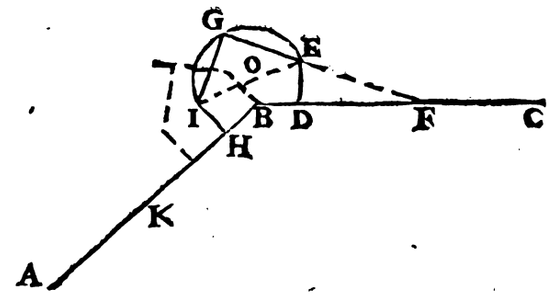
Quoties aliquod latus ita paruum est, vt sit incapax munitionis, alteranda est figura, vel detrahendo angulum ad formam lam parmulam, vel duos vt fiat cornutum, vel remouendo propugnacula ad extremitatem lateris.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Munire loca irregularia methodo Gallicâ, aut Italicâ.*

Suppono figuræ propositæ. omnia latera apta esse, sicut & angulos. proponantur latera A B,




BC valdè inæqualia, diuidatur B C in 6 partes æquales, & BD sit sexta pars, ducaturque perpendicularis D E illi æqualis. tum ex F linea FG ita vt F C sit vel media pars lateris B C, vel saltem tertia pars; provt tulerit angulus ABC, (si enim 120 superauerit; B C potetit esse media pars) ducatur stringens FEG; idem fiat in latere AB, nempe BH. sit sexta illius pars, & HI item sexta pars. ducatur linea IE, quæ bifariam diuidatur in O. & ex O interuallô OE fiat semicirculus IGE, secans stringentem E G in G, ducatur linea G I, eritque angulus I G E, rectus. examinabis exinde an omnia benè procedant, an scilicèt aliquod semicollum, aut facies sint nimis paruæ, an angulus bene sit defensus. Si aliquid incongruum deprehendatur; corrigi debebit. poteras item ex media cortina K ducere stringentem KIG, nullâ ratione habita illius semicirculi.

PROPO

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Alia methodus muniendi angulum aptum.*

Supponatur angulus ABC muniendus, cum lateribus AB,BC inæqualibus assumo BD,pro semicollo.Hollandi in minoribus 12.14.16.in maioribus 19.24.26. &c. Comes de Pagan exigit saltem 16.aut 17.exapedas,& nonnunquam tribuit 30.ducatur perpendicularis DE,longitudinis vnius alæ, pro minoribus à 10.ad 16. pro maioribus 18. 20. 22 secundum Comitem de Pagan à 17.ad 24.exapedas, tum ex tertia parte aut dimidia lateris AC, nempe puncto F,ducatur stringens FEG.

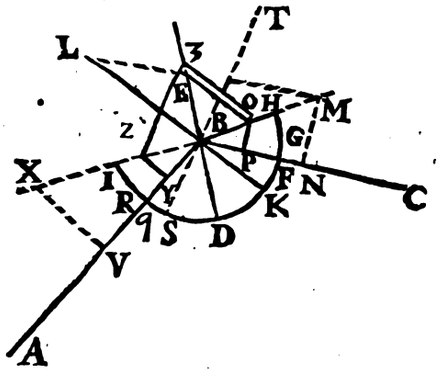
Idem fiat ex alia parte, sumendo tam lineam semicolli BH,quam alam HI,maiorem;tum ex media cortina K,duc stringentem KIG , si accidat facies habere rationem aliquam conuenientem cum cortina bene quidem,nihil vltra requirendum est , si aliquid incongruum deprehenderis, minus sumatur semicollum BD,aut ala DE,non tamen vt terminos præscriptos transcendas.

Si obseruatis istis omnibus duci nō potest stringens,quæ defendatur,signū est latus BC,fuisse nimis paruū,modò habeat 80.exapedas,quamvis angulus B,rectus esset munitu tamen posset.Si sit nimis paruum removendum non nihil propugnaculum , vt vides in figura.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Angulum duobus inæqualibus lateribus comprehensum methodo Hollandicâ munire.*




Optimus modus muniendi quemcumque angulum,eadem adhibet methodos,& praxes , quibus superiùs vsi sumus.

Proponatur igitur angulus ABC,lateribus inæqualibus AB,BC comprehensus.incipio à minori, divido angulum ABC,bifariam lineâ DE,forsitan melius res se habebit si angulus DBC,fiat nonnihil maior angulo ABD, modò angulus ABD , sit saltem 45.aut 50.grad.describo ex puncto B, arcū IDH,in quo abscindo arcum FG grad.15. divido arcum DG bifariàm in K,& duco lineam BKL,ita vt BKL,sit æqualis duobus trientibus lateris BC. fiat item arcus FH,40.grad.& ducatur linea BHM, quæ secet perpendicularem NM , in puncto M. perpendicularis autem NM , dividit BC bifariam in N.ducatur linea LM,exhibet mihi punctum E, pro apice propugnaculi,quare ducendo EO,parallelam lineæ LB,donec secet BH,in puncto O,habebo factē EO,& ductâ perpendiculari OP, alam.

Idem fiat circa aliud latus AB,hoc est sit arcus Rq 15.grad.dividatur arcus DR bifariam in S,ducatur SBT,ita vt BT, duos trientes habeat lateris AB, fiat item arcus qI quadraginta graduum , & ducatur BIX secans perpendicularem VX,in puncto X,ducatur item linea occulta TX quæ secabit lineam DB 3. in puncto 3. quæ erit maior quam BE,ducatur 3Z parallela lineæ BT , quæ occurret lineæ BX, in puncto Z , ducatur perpendicularis ZY , erunt duæ partes propugnaculi incongruæ, quia capitales , sunt inæquales , reformandum est hoc propugnaculum.quod pluribus modis fieri potest , primò ductis ex puncto E duabus parallelis faciei 3Z, & alæ ZY. mallem ex puncto F, lineæ BC , è quo scilicèet ducta fuerat stringens FOE, ducere aliam stringentem S3 modò angulus Z 3 S non evadat nimis acutus.

Nullam hic affero demonstrationem cum perspicuum sit,eamdem esse praxin , quam super pro Hollandica methodo proposui.

## PROPOSITIO VI.

### Problema,

*Interius munitionem irregularem perficere datō exteriori latere.*

Hic casus nonnunquam datur , præcipuè cum munienda est insula , vel aliquis locus vna parte præruptus,& præceps,cuius diagramma describes exteriorem ambitum , quem excedere non licet. debent igitur anguli defensi , seu propugnaculorum anguli in hoc circuitu terminari,volo autem vt habeatur exactè diagramma loci.

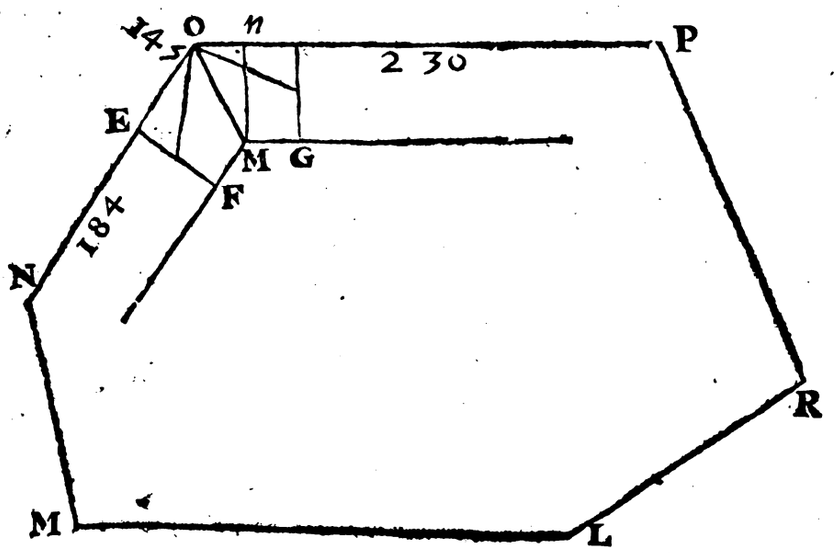
Notandum primòlatus exterius magnarum munitionum Hollandicarum esse 160.vel 170. exapedarum,posset facilè pervenire ad 180. Comes de Pagan illi tribuit 200. munitionum paruarum latus exterius erit 120.exapedarum,vel etiam 100. ex quo sequitur in figura LMNORP , latus ML 322. exapedarum dividendum in duo latara 161. exapedarum OP 230. vix poterit benè dividi;potest tamen cum latus quodlibet sit habiturum 115. exapedas,posletq;non dividi,modò formētur duo propugnacula maiora, aut fiat parmula in medio.

Vt incipiamus ab angulo O obtusiori, vt pote 145.grad.illius dimidium erit grad.$72\frac{1}{2}$ additis 15. erit angulus grad.$87\frac{1}{2}$. poterimus adhibere tabulas proprias anguli 145. per regulam proportionalem, cuius primus numerus erit latus exterius secundus frons Tertius linea OP habebisque pro quarto numero , vel si nolis ita rigorosè procedere assume OE , prout iacet in tabula ductisque lineis perpendicularibus E, A G quæ æquales sint distantiæ polygonorum in tabula notatæ , resecabis qT alas , ex quibus ducentur facies ad punctum O , perfectum erit propugnaculum qui rigorosè procedere vellet quæreret capitalem OM , pro maiori latere OP , & eandem pro minori latere ON,deinde inter vtramque magnitudinem illam assumeret.

Vel quoties latera data , excedunt latera munitionum maiorum , posset propugnacula describere , qualia habentur in maioribus munitionibus. ductâ lineâ OM , & duabus parallelis, lateribus externis ita per solas capitales habere posset latera polygoni interni , quod polygonum internum,esset æquiangulum externo atque ita per



Digitized by Google




ſuperiores praxes poteris munitionem abſoluere.

Notandum tamen eſt quod ſi recurras ad polygonum internum, fieri poterit vt apex alicuius propugnaculi non perueniat præciſe ad polygonum exterius, quare ſi velis vt apices propugnaculorum terminentur in polygono exteriori erit circa omnes angulos operandum, vt operatus es circa angulum O; & tunc quia propugnacula ſunt inæqualia; cortinæ non erunt omninò parallelæ lateribus polygoni externi ſibi correſpondentibus, & alæ non erunt exactè perpendiculares, vrendum igitur erit aliqua correctione.

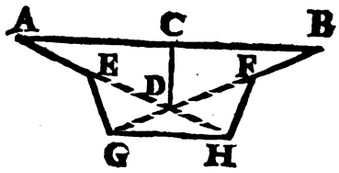
Notandum item eſt, quamuis linea capitalis OM, ita ducatur, commniter vt angulum O diuidat bifariàm, hoc non eſſe neceſſarium, imò verò vt ſua defenſio etiam lateri minori tribuatur, meliùs erit vt angulus O, inæqualiter diuidatur, dum inæqualia ſunt latera; ſi verò inæqualitas ſit modica propugnaculum regulare conſtruatur.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Datô polygonô exteriori, munitionem abſoluere methodo comitis De Pagan.*

Datô polygono exteriori, irregulari, ita tamen vt maximum eius latus 200 exapedas non excedat, & minimum ſit ſaltem 100 exapedarum, ita operabimur. Sit datum polygoni exterioris latus AB, diuidatur bifariam in C ducaturque per-




pendicularis CD, ſi AB fuerit 200 vſque ad 160 exapedarum & anguli A & B pluſquam 100 graduum CD erit 30 exapedarum.

Si anguli A & B minores ſint 100 gradibus, & AB minor 200 exapedis CD erit 27 exapedarum, ſi in eadem angulorum ſuppoſitione AB fuerit 180 CD erit 24 ſi AB eſt 160, CD erit 21.

Pariter ſi Anguli A & B fuerint maiores 100 gradibus, & AB fuerint 140 CD erit 27. ſi 120 erit CD 24 ſi 100 erit 20.

Conſtitutâ lineâ CD ducantur ſtringentes AE, BF; ita vt ſi AB fuerit 200; AE erit 60. ſi AB eſt 18, AE erit 55. ſi AB 160, AE erit 50. vel 45. in quadrato, ſi AB eſt 140 AE erit 40. ſi AB eſt 120. AE erit 36. denique AE continebit 36 exapedas ſi AB continet tantum 100.

Ex punctis E, & F, ducantur ad AH, BG perpendiculares AH, BG denique iungatur cortina GH, idem fiat in reliquis lateribus, & abſoluta erit munitio. ſi aliqua linea 200 exapedas ſuperat in duas diuidatur.

Opere abſolutô examinetur diagramma, an benè procedat, ſi enim aliquis angulus defenſus acutior eſſet corrigi deberet.

## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*Datô polygonô interiori munitionem abſoluere.*

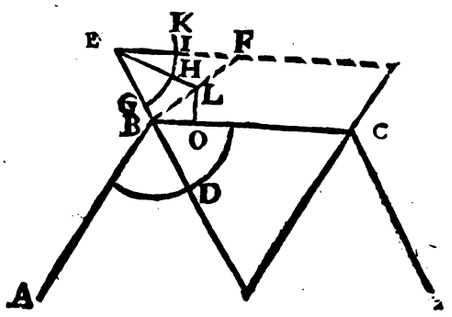
Quia plerumque irregulares arces, ideo tales euâdunt, quia iam ſupponunt polygonum interius, quô ſuppoſitô operandum nobis eſt. vt accidit in vrbibus quorum moenia more antiquô formata, ad recentiorum normam reuocanda ſunt; facile datô polygonô interiori habebimus polygonum exterius. nam in quadrato latus interius diſtat ab exteriori, quartâ ſui parte, in pentagono paulò plus, in exagono ferè tertiâ parte, in eptagono tertiâ præciſe parte, in aliis paulò amplius. quare facile duces parallelas lateribus polygoni interioris ſæpe tamen latus polygoni exterioris parallelum non eſt, lateribus polygoni interioris, quia idem latus interius ſæpe duos angulos inæquales comprehendit, cum lateribus, vicinis; ideoque ad diuerſa refertur polygona. quare ſatius eſſet à capitalibus initium ducere nam in omni polygono interiori.

Si latus interius diuidatur in 12 partes, capitalis habebit quatuor huiuſmodi partes cum dimidia. Detur igitur angulus ABC diuidatur bifariàm ducta lineâ DBE ſi latus BC, eſt minus latere AB, angulus DBC fiat nonnihil maior angulo ABD.

Diuisô BC in 12 partes aſſumatur capitalis BE. quatuor partium cum dimidiâ fiat angulus CBF, grad. 40. ducaturque EF parallela BC, deſcriptoque arcu GIK, ſit IK, grad. 15. dividatur arcus GK bifariam in H; ducatur facies EHL, donec occur

rat

rationeæ BF, tum demittatur perpendicularis LO, habebisque semipropugnaculum.




Eôdem modô operare circa A B, eam dividendo in partes 12. assumptisque $4\frac{1}{2}$ pro capitali, perfice semipropugnaculum, si duæ capitales fuerint inæquales, correctio adhibenda erit, vt iam diximus supra propositione tertia.

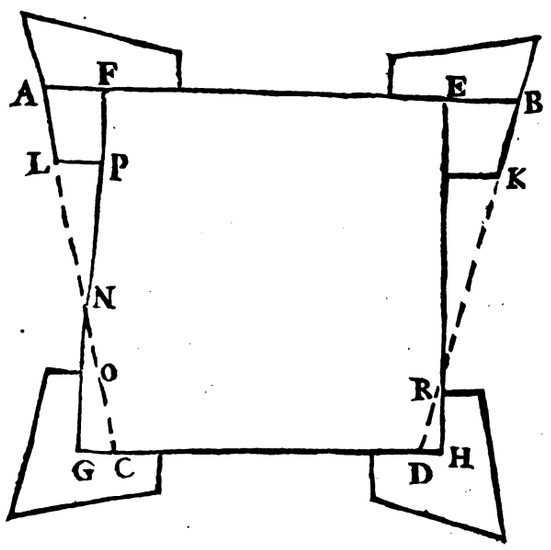
Posses idem perficere per lineas semicolli, nam si dividas BC in 12. Linea BO semicolli in quadrato erit duarum partium. In pentagono $2\frac{1}{4}$. In exagono, eptagono, octogono $2\frac{1}{2}$, in aliis $2\frac{2}{3}$. Si fiat angulus LBO graduum 40. perficietur semipropugnaculum. Idem fiat circa latus AB, additâ correctione si opus sit.

## PROPOSITIO IX.

### Problema.

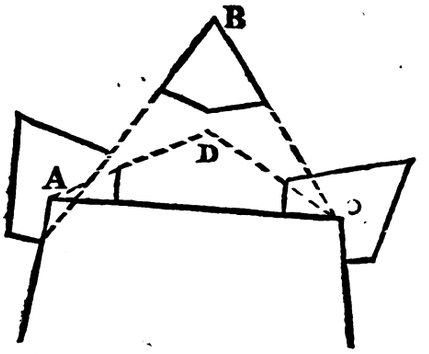
*De figuris ineptis ad munitionem.*

Figuræ vel sunt ineptæ ratione angulorum, vel ratione laterum, omnis angulus figuræ acutus ineptus est; latera autem vel sunt longiora, vel breviora, figura angulos acutos habens necessariò corrigenda, quod sæpe mutatione modicâ




perfici potest, id videamus in exemplis. proponatur figura ABDC, cuius latus A B est 158. C D 101. BD 122. AC 122. anguli A & B, 77, C & D 103. AB quidem continet vnam cortinam, & 4. lineas semicolli, vnius quadrati. poterit ergo minui. CD, è contrà nimis parua est poterit augeri, & pro angulis A & B acutis, fient anguli recti. quare sumatur E F, exapedarum 120. relictis hinc inde A F, E B æqualibus, tum ductis perpendicularibus GF, EH linea CD, fit maior. vtor item lineis BK, AL, lineæ AB, CD eædem perseverant, vnde si iam muri constructi essent, qui possent sustinere vallum, magna pars illius intacta perseveraret. deberetque tantum destrui LN, construendo partem PN, relinquendo NO intactam, quamvis enim ala extenderetur in O, nihil inde damni oriretur. Equidem tota KR, esset solô æquanda.

Posset item vrbs maior fieri, & relinqui muri antiqui poterat industrius Architectus, alias excogitare emendationes, verbi gratiâ ponere apices propugnaculorum in A, & B.




Quando non licèt mutare figuram; nonnunquam, vtimur lateribus figuræ pro faciebus propugnaculorum, pariter angulum acutum possumus separare ad formandam parmulam. Vt si proponeretur angulus acutus A B C, posset omninò abiici ductâ lineâ A C, in cuius extremitatibus formarentur duo propugnacula, & angulo B, vti possemus ad formandam parmulam, modò tamen minor non sit gradibus 60.

Si remotior esset, posset formari, aut cornutum, aut forceps, aut aliqua alia prætetura, vel lunula ante propugnaculum quod in D formari posset. modo AD, DC sint latera satis magna, & angulus D, aut rectus aut obtusus. Si fuerint alij defectus corrigendi sunt, vel angulos figuræ convertendo in angulos propugnaculorum, qui tamen modus non multum arridet, eò quod vrbis area multum imminuatur.

Si duo propugnacula sint remotiora, parmulâ tegenda est cortina, vel in medio fiet propugnaculum planum.

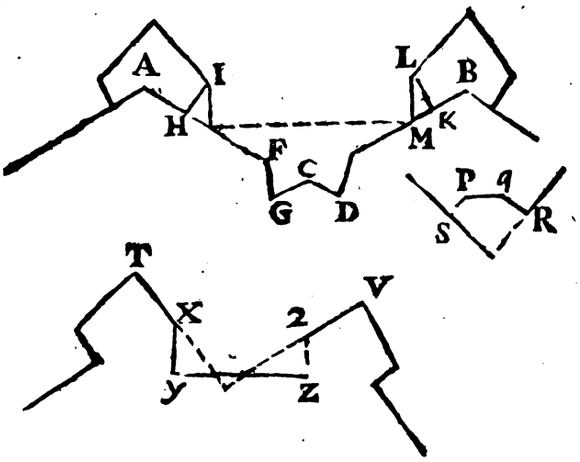
## PROPOSITIO X.

### Problema.

*De angulis internis muniendis.*

Quamvis anguli interni quantùm fieri potest reiiciantur, eò quod aream vrbis imminuant, nonnúquam tamen muniendi sunt, quod abiici non possint, vel quia muros antiquos conservatos volumus, vel propter situm, & expensas quæ fieri deberent in æquandis voraginibus. Anguli vicini angulis internis acuti sunt, aut recti. Supponamus angulos A, & B vicinos angulo interno ACB, tolerabiles esse hoc est saltem tectos.

Duo casus esse possunt. Primus erit si duo propugnacula quæ fierent in A, & B remotiora sunt; quam vt se invicem defendant,




qualia sunt in figurâ, eorum igitur stringentes terminentur in punctum C. nempe in apicem anguli interni. quia autem si tormenta supra cortinam CA, aut CB collocarentur, nimis exposita essent tormentis hostium; formari possunt alæ vt GF, in quibus erunt duo, aut tria suggesta; pro vt libuerit. ala FG, defendet faciem propugnaculi B, & facies propugnaculi A, defendetur ab alia, tota pariter cortina HF, defendit propugnaculum B, sicut alia propugnaculum A.

Posset item fieri simplex agger SPqR, in quo alæ SP, qR defenderent facies propugnaculorum.

Quando propugnacula sunt satis vicina, ita vt se invicem possint defendere, possunt habere angulum defensum robustiorem, fingendo quasi cortinam HK, aut AB, supra quam alæ cadent perpendiculariter, ita vt propugnaculum B, non necessariò habeat suam defensionem stringentem in puncto C, sed in puncto H. vel in puncto F.

Dum vero anguli vicini sunt nimis acuti, vt T, & V, ij anguli transire possunt in angulos propugnaculorum, ita vt XT, 2V sint facies, ductis alis XY, 2Y, & cortinâ ZY. non curarem multum quamvis alæ non essent omninò perpendiculares ad cortinas, cum antiqua methodus Erardi eas habeat perpendiculares ad facies. Et Dominus Comes de Pagan eas ducat perpendiculares ad lineas defensionis maximas.

## PROPOSITIO XI.

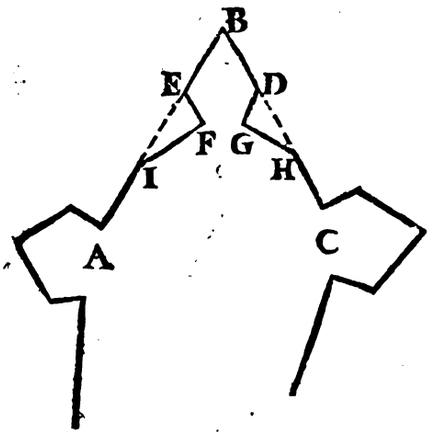
### Problema.

*Angulum acutiorem munire.*

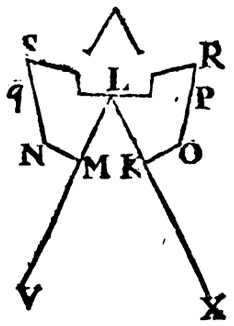
Certum est in primo modo muniendi Hollandico, nullum angulum acutum esse aptum munitioni, quia cum dimidius angulus rectus sit grad. 45 cui si addas 15. fiunt 60. minimus angulus defensus; angulus tamen 80. grad, potest esse idoneus, in secundò modô Hollandicô, nam cum eius dimidium sit grad. 40 quibus addendi sunt 20. grad fiet pariter angulus defensus graduum 60. Si verò sit acutior censeatur omnino ineptus.

Proponatur talis angulus B, minor gradibus 80. vtere eo angulo, pro angulo propugnaculi; assumendo BE, BD, in facies propugnaculi, & formando duas alas DG, EF, & ducendo lineas IF, GH, quæ saltem vlterius productæ stringant facies propugnaculorum vicinorum.

Secundus modus erit per duo semipropugnacula coniuncta, vt si angulus M L K, esset minor




gradibus 60 ideoque non posset esse angulus defensus, abscinde lineas KL, LM, paulô maiores




lineis ordinariis semicolli, tùm ducantur duæ alæ MN, KO, exinde facies alas MN, KO, quæ sufficientem habeant defensionem in cortina. tum duces perpendiculares LR, RP, nempe vt determines angulos defensos; nam si anguli RLP, SLq fuerint graduum 30. anguli S, & R eorum complementa erunt graduum 60. si sint 15. graduum anguli defensi fient grad. 75.

Si accideret lineas L R, L S esse satis longas possent formari duæ alæ cum cortina.

Meliùs forsitan hic totus angulus posset tegi cornuto, ita tamen vt cornutum haberet aversas alas KO, MN, ad defendenda propugnacula vicina, posset item addi parmula.

Sæpe tamen hæc cornuta fieri non possunt, eò quòd flumen aut aliquid aliud impediat. nonnunquam posset alterari figura.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

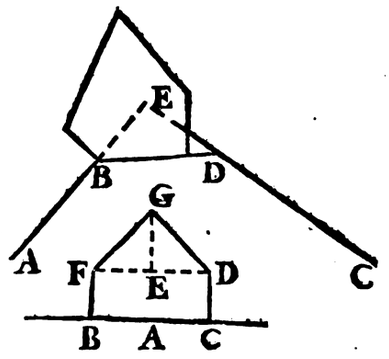
*Lineam breviorem munire.*

Quamvis vt diximus mathematicè loquendo, linea quacumque muniri possit propugnaculis, ad eam certam rationem habentibus, cum in charta muniamus lineam cuius longitudo semipedem non attingit. quia tamen vires hostium, & machinarum, non decrescunt in eadem ratione; propugnacula ita parua evadunt, vt vim tormentorum, sustinere ampliùs non possint. vnde noluimus latus figuræ minus 70. exapedis.

Prima

Digitized by Google

Primus modus muniendi lineam nimis patuam, procedet removendo hinc inde propugnacula, ita vt fiant tota supra latera vicina. Si modò satis longa sint, huius exemplum habes in figura tertiæ propositionis in quâ exhibui secundum propugnaculum, cuius ala est in B. quamvis deberet esse in D. Si idem fiat vtrinque modo linea habeat longitudinem vnius cortinæ sufficiet. Hollandi autem cortinæ maiorum munitionum 72. exapedas concedunt,& cortinæ minorum 52.possent sufficere 40.exapedæ.




Si verò linea minor est, fiat supra illam propugnaculum maius.nam cum duæ lineæ semicolli possint facile simul 40. & 50. exapedas excedere; propugnaculum totam lineam occupare poterit, & locô duorum propugnaculorum vnum tantum perficies, modo angulus E, à duobus lateribus vicinis, & productis comprehensus, sit apertus. Quamvis autem propugnaculum totam lineam non occuparet sed aliquæ restarent exapedæ; parum interesset. notandum item est alas non esse perpendiculares ad BD, sed potius ad lineas AB, CD.

Denique si angulus E, esset ineptus fieri posset supra lineam BD cornutum,vt diximus supra.

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Lineam longiorem munire.*

Hic casus multiplex esse potest. primus erit si duo propugnacula sint iam extructa, quorum anguli defensi distent pluribus quam 100 exapedis, cum iam erratum sit nullum aliud restat remedium nisi formando propugnaculum planum in medio cortinæ, si tamen stringentes ad medium cortinæ collimant;vel valida parmula in medio collocanda,quæ & facies satis longas, fossam latam,& vallum robustum habeat.

Si verò extructa nondum sunt propugnacula, & latus interius muniendum 150. aut 140. exapedas non superet, modô ordinariô muniatur, sed fiant propugnacula ampliora, hoc est constent collô paulò ampliore, seu circiter 30 exapedarum, sic enim restabit cortina 70. ou 80. exapedarum.

Si nihilominus longior adhuc invenitur cortina, possunt colla integra sumi in ea linea,60.exapedæ pro quolibet collo integro, sic fient pro duobus collis 120. exapedæ, vnde etiamsi latus illud muniendum esset 200. exapedarum restarent tantum 80. pro cortina. Sed necessarium est, vt duo latera vicina id pati possint: nec eorum cortinæ evadant longiores.

Si latus interius muniendum ducentàs excedit exapedas, cum latus quadrati in magnis munitionibus Hollandicis sit 108 exapedarum, exagoni 120. dodecagoni 128. In paruis verò munitionibus habeamus pro quadrato 80. in exagono 90. in dodecagono 98.vides facile lineam 200.exapedarum dividi posse in duo latera, immo si 250. exapedas contineret; pariter in duo latera dividi posset. tunc igitur in medio formari poterit propugnaculum planum, quod super lineam planam collocatur; cum alia propugnacula in angulis constituantur.

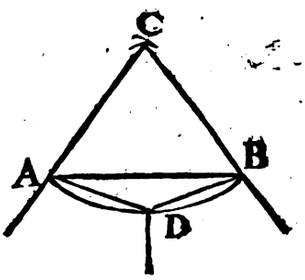
Praxis hæc erit,sumantur hinc inde lineæ semicolli convenientis longitudinis, AB, AC, putà 20. aut 25. & etiam 30. exapedarum, tum excitatis perpendicularibus CD, BF, 20. aut 24. exapedarum, ducatur linea FD; eamque bifariam divide in E, ducatur perpendicularis EG, æqualis lineæ EF, tum ducantur facies EG, DG.Hæc propugnacula valida sunt, & robusta, secundasque alas in cortina magnas habent. Hæc est methodus facilima ad lineam longiorem muniendam, possunt enim addi duo tria quatuor in medio.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Supra lineam datam partem polygoni convenientem describere.*

Supponit hic casus liberum esse mutare latus munitionis nimis longum, in portionem polygoni cuius capax est, & locô propugnaculorum planorum,alia duo, aut tria, secundum ambitum polygoni disposita describere, quod non tantum vrbem maiorem reddet;sed etiam pulchriorem & ad nonnullam regularitatem reducet. Linea quæ proponitur vel erit latus interius, vel latus exterius figuræ.ponamus proponi lineam AB, pro la-




tere internæ figuræ,ita vt propugnacula fiant exteriùs,videndum est quæ pars polygoni supra eam describi debeat,habenda est longitudo subtensarum duorum,trium,quatuor, laterum,in quolibet polygono,& hoc secundum methodum Hollandicam,in magnis munitionibus. in quibus linea defensionis maxima est 120. exapedarum;debet subtendens duorum laterum internorum exagoni esse exapedarum 205.cum linea defensionis est 120.latus figuræ 118.radius 118.pentagoni 182.In eptagono do subtensam duorum laterum quæ est 221. & trium quæ est 275.& ita de reliquis.

Do etiam subtensas laterum exteriorum in quolibet polygono,suppositâ semper linea defensionis

120. exapedarum. vide tabulâ propriam Praxis muniendi quamlibet lineam ope subtensarum, talis erit; proponatur linea AB verbi gratia 140 exapedarum, pro subtensa in polygono interiori; Hanc quære in tabula subtensarum duorum laterum, nempe in Enneagono, cuius radius 187, sumo inter circini crura 187 exapedas, & ex punctis A & B describo eó interuallo duos arcus se intersecantes in puncto C, tum ex C eodem interuallo describo arcum A D B, quem bifariàm diuido, ducoque radios C A, C D, C B; vt habeam capitales, tum perficio propugnacula secundum praxes supra traditas.

Eôdem modô operandum est si linea A B, daretur vt subtendens polygoni interni, nisi quod capitales intra circulum essent.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Modus muniendi vrbes, manibus cinctas.*

Sæpè accidit, vt muniendæ sint vrbes iam mœnibus cinctæ, & turribus instructæ, quæ in vsu fuerunt priùs quàm tormenta bellica puluere pyrîô animata detonarent. Hæ turres sunt frequentissimæ, distantque iactu sagittæ, vnde fit vt potiùs sint nociuæ, quam vtiles, nempe quamvis post muros vallum excitaretur, vix ac ne vix quidem ad mediocrem quandam defensionis formam reduci possent. quamvis plurimis modis muniri vrbs possit, videntur tamen sequentes leges obseruandæ.

Primò vrbes iam cinctæ muris, nunquam internè muniri debent, destruendo scilicèt antiqua mœnia, quia priuarentur ornamentô, & præsidiô quod iam habent, præter expensas necessarias ad talem destructionem; nam si vel tantillum hæc antiqua mœnia ad defensionem accommodentur, erit nouum obstaculum, & impedimentum; quod sæpe tempus dabit honestæ deditioni. Munitio facta interiùs vrbis aream minuit; sæpeque dum expensis parcimus vtendo antiquis fossis, ad maiores expensas cogimur, quia in fossis ipsis extruenda sunt propugnacula, quod propter fossæ profunditatem est satis operosum.

Secundo aliquid spatij relinquatur inter fossam antiquam, & nouum vallum, ad ducenda tormenta bellica, aliasque militares functiones obeundas.

Tertiò non necessariò sequimur ad amussim ductum mœniorum antiquorum & anfractus si qui sint deuitamus, sed nouum vallum ad regularitatem quantùm fieri potest reducimus. Si tamen id sine difficultate fieri potest.

Aliquando tamen vti possumus veteribus turribus, si nempe eas terra impleamus, & circum propugnacula extruamus. Aliquando dum aliter fieri non potest, solas parmulas easque validas & firmas, aut etiam cornuta extruimus.

Quoad praxin nonnulli vrbis antiquæ diagramma efformant, secundum aliquam scalam, descripta, in charta oleo inuncta componunt, vt illud seligant, quod melius quadrabit, sic enim à regularitate minùs deficiunt.

Si dentur aliqua valla, cum propugnaculis vitiosis, verbi gratiâ nimium remotis, corrigi debent semperque præferri debet propugnaculum planum parmulæ.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Munitiones in montibus, aut prope montes excitare.*

Loca quibus aliqui montes imminent, quantum fieri potest deuitanda sunt, quia inepta sunt munitionibus, quamvis non parcatur expensis; quando tamen ad id necessitas adigit; Hæ leges obseruentur.

Primò propugnacula quæ ad montem spectant sint valida, & robusta, vt altiorum suggestorum sint capacia.

Secundo colles nonnunquam cornutis, aut coronatis præoccupantur vel forcipe, aut aliqua aliâ prætentura, ex quibus constat vrbem vicinam montibus, vix benè muniri posse nisi sumptibus immensis.

Quæ verô in loco edito extruuntur, sunt obnoxiæ cuniculis, cui incommodo vt obuiam eatur, colli radices vallô perpetuô muniendas esse plerique censent. Fossæ item profundiores in tali casu sunt vtilissimæ. præcipuè intra rupem excisæ. Propugnacula nonnunquam adduntur duplicia, & triplicia, quia supremum vallum, propinquis hostibus ob altitudinem, multum nocere non potest. addimus etiam alias inferiores munitiones, quæ ita disponantur vt supremæ arcis vallum iis dominetur.

Ad huiusmodi inferiores munitiones reuocare possumus subvrbia, de quibus in genere dicere possumus, nociua esse, satiusque esse ambitum vrbis maiorem describere, quam subvrbia addere. Si tamen talia sint, munienda sunt diligenter, ne hostium receptaculum fiant.

Notandum item est arces in montibus extructas, sæpe nullô vallô egere, ita vt excisis vndique rupibus, sola lorica induendæ sint.

Has prærogatiuas habent.

Primò aëre salubri, & puriori fruntur; vnde salubris censetur ille situs.

Secundò tormentis bellicis hostium minùs verberantur.

Tertiò scalis admotis non oppugnantur propter valli altitudinem;

Quartò minoribus expensis muniuntur, cum vt plurimum solâ indigeant loricâ.

Quintò obsessor milites suos separare debet, præcipue si sint valles quæ ad arcem ducant.

Sua item habent incommoda nam sæpe altitudo tegit hostem, qui ad radices securus delitescit.

Secundò si figura deficiat in aliquo; incorrigibilis est, ob sumptus immensos.

Aquæ penuria, & alia nonnulla incommoda.

PROP

Digitized by Google

## PROPOSITIO XVII.

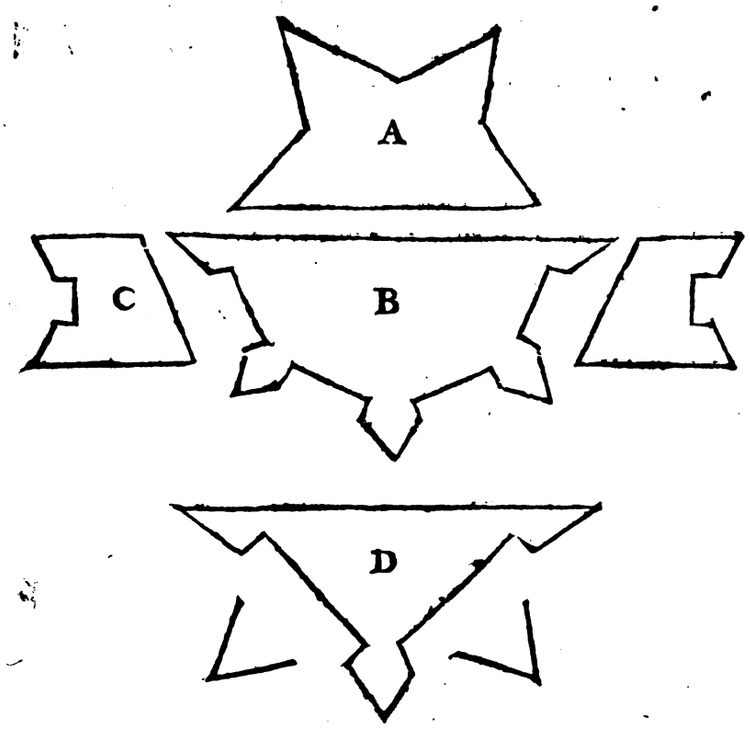
Problema.

*De locis insularibus muniendis.*

Loca insularia facile muniuntur, cùm vallô robustô non egeant, eâ præcipuè parte quâ fluuiô latô, & profundô alluuntur. præcipue si latitudo, tormentorum iactum superet, quamvis autem tormenta, fluuij latitudinem superent; damnum tamen non inferent, & quamvis labem inferrent non ita facilis accessus ad impressionem faciendam via.

Sufficiet igitur simplex vallum, ex arte fluuij satis lati, sine vllis propugnaculis, non tamen vallum in longum simpliciter extendatur; sed alas idemtidem habeat, & tormenta quibus transitus nauiculis omninò intercludatur.

Si fluuij modica sit latitudo, altera ripa ne libera relinquatur, sed aliquibus munitionibus occupetur. verbi gratia parmulâ, duabus hinc inde alis defensa, si latitudo fluuij 100 exapedas non excedat. Si maior fuerit hæ munitiones maiores erunt, nempe quæ defensione vrbis non egeant, sed sufficientem in seipsis defensionem habeant. Sint autem apertæ quâ arcem præcipuam spectant, ne occupatæ hosti latibulum præbeant. munitiones quæ in altera ripa excitari possunt, variæ sunt; vt stella dimidiata, qualem in figura




A exhibemus, vel coronatum cuius cortinis obiicitur cornutum vt B & C.

Semiexagonum vnicô propugnaculô, & duobus dimidatis constans; vel opus coronatum, aut cornutum, cum alis defendentibus latera.

Hæ munitiones suô vallô, loricâ, fossâ, & viâ subvrbanâ instruantur, latitudo, & crassities valli varia est provt volumus stabiliora esse munimenta.

Ita Pontem munimus ne ab hostibus occupetur, non tantum qui in aditu vrbium construitur; sed & in circumvallationibus, si quando accidat fluuium ponte iungi, ad communicationem castrorum partialium, seu vt vulgò vocant quarteriorum.

Cum fluuius in vrbem influit per mediam cortinam ingrediatur; vt hinc inde duobus propugnaculis defendatur. Si eius latitudo modica sit aperitur arcus in cortina duplici crate ferrea instructus.

Si verò tanta sit latitudo, vt nulla relinquatur cortina, catenis ferreis idemtidem sustentatis, aut palis, aut nauiculis, vel traiiciantur catenæ per trabes longas, ne mergantur, hæ catenæ singulis noctibus adducuntur. Si restet periculum, ripæ ambæ vallô muniantur, cum alia quarum superiores ad ingressum fluuij spectent; reliquæ verò ad egressum sint obuersæ. Si fluuius æstate aresiat, vtraque ripa munitionibus & & propugnaculis defendatur.

Non aliter portus muniuntur, quam excitando arcem aliquam quæ dominetur ostiis, & quæ naues aditu prohibeat. si verò portus à mari longiùs distet, munitionibus non indiget, præcipue si antea loca munita occurrant, vt Venetiis.

## PROPOSITIO XVIII.

Problema.

*De Arcibus.*

Communiter vrbibus arces, aut castella adiungimus. Primò vt ciues in officio contineantur; præcipue si sit defectionis periculum. Secundò ad maioris vrbis defensionem, si vicina sit hostibus.

Situs autem arcis, extremitatem vrbis aliquam occupet, vt liber sit egressus, ad excipiendum

Digitized by Google

piendum commeatum, & præsidium, etiam vrbe ab hostibus detentâ. quod fieri non posset si in medio sita esset. inueniuntur tamen nonnullæ arces in medio; propter opportunitatem sitûs.

Arces vrbibus dominentur, si verò in planitie fuerint, collocetur agger & suggestum altissimum excitetur, vt hunc dominatum habeat.

Non debent arces domos habere contiguas, sed interjiciantur saltem 50 aut 60 exapedæ.

Vrbs ne sit munita, quâ parte arcem spectat, arx tamen contrà vrbem muniatur.

Figura arcis optima erit pentagona. quadratum imperfectum est. exagonum nimis magnum.

Quando figura pentagona est, duo propugnacula ad vrbem obvertuntur; ita vt duo vltima vrbis propugnacula, longiores habeant facies, & productas versus cortinas arcis, ita vides facies A B. Hæc propugnacula aperta sunt & patent versus arcem. atque hic optimus est modus adjungendi vrbibus arces. dantur & alij, cùm situs id exigit.

# ARCHITECTVRÆ MILITARIS LIBER QVINTVS

## Vrbium oppugnatio.

*ARCHITECTVRA militaris in muniendis tantum vrbibus non versatur; sed in oppugnandis suam etiam operam nauat, multaque opera molitur, quibus priora destruat, & aggressores defendat. Vrbem aggredimur vel clandestinâ, & repentinâ oppugnatione, vel apertô marte. Primus modus scalis indiget, & insititiô tormentô, quod foribus perfringendis admoueatur. Scalæ nihil habent cum Architecturâ militari commune; Insititium tormentum suum habet in Pyrotechnia locum. Quare sola restat oppugnatio ordinaria, quæ hæc desumit ab Architectura militari. Primò castrametationem modum scilicèt muniendi castra, tam contra vrbem obsessam, quàm contra exteros. Secundò lineas accessus vt vocant, producendas ad fossam vsque. Tertiò suggesta tormentorum. Quartò vineam, quâ fossa transmittatur. Quintò methodum insidendi seu occupandi propugnaculi. Prima pars necessaria est, etiam dum longâ obsidione, & annonæ penuriâ, ad deditionem vrbs adigitur, tunc enim intercluditur omne subsidium, & commeatus: debentque obsessores vtrinque ita muniri; vt nihil nec obsessis, nec ab externis timendum sit. Reliquæ partes vim inferunt. Non omnes vrbes eôdem modô oppugnantur, neque sunt Architecturæ partes, regulas tradere, ad id determinandum, quare de castrametatione primum dicemus aliquid.*

### PROPOSITIO I.

Theorema.

*De Castrametatione in genere.*

QVamvis antiqui tres castrorum species exhibeant, hyberna, æstiua statiua. nos huiusmodi distinctionibus non egemus. Tres tamen alias species proponemus. Prima species erit castrametationis, quæ fit in vnicam tantum, aut alteram noctem; quæ securum reddit exercitum, à repentino hostium impetu. quæ munitiones habet modicas; & quæ facile in discessu solo æquentur.

Secunda species munitiones habet robustiores, quando scilicet exercitus, hostes apertô marte non impugnat, sed aliis modis fatigat. tunc enim ita muniri debet, vt ad pugnam capessendam adigi non possit.

Tertia species castrorum erit circa vrbem obsidendam.

Locus castrorum opportunus seligatur, & has habeat conditiones.

Primò ne collibus, aut montibus subjiciantur castra, ne ab his locis altioribus occupatis ab hoste, petantur & impugnentur, aut ne hostes facile videant in iis quid agatur.

Secundò cauendum ne sit aquæ penuria, debet enim hominibus, & iumentis sufficere, si castra fierent iuxta fluuium, per quem commeatus importaretur, id foret commodissimum.

Tertiò longius à syluis statuantur, ne ex insidiis, repentina hostium irruptione impugnentur.

Quartò ne locus sit humilior, & fluminum eluuionibus obnoxius.

Quintò

Digitized by Google

Quintô ne nimium ab vrbe obſeſſa diſtent, nec etiam viciniora ſint, erit diſtantia iactus bombardæ maximus, niſi forte loca occulta reperiantur. In vrbium obſidionibus non vnica collocantur caſtra, ſed plurima quæ ideo quarteria dicuntur, & ita diſponi debent vt ſibi mutuò opem ferre poſſint.

Dum caſtra in vnicam tantum noctem ſtatuuntur, ſufficiet vallata foſſa altitudinis pedum 6, & latitudinis 3 pedum. figura varia caſtris tribui poteſt fiunt nonnullæ idemtidem alæ, vt defendantur, deinde diſponuntur excubitores interea milites ſua tuguria ſtruunt. Antiquitus ferebantur tentoria; quod etiam nunc vſurpant Turcæ, ſuntque nonnunquam 20 ſub vno tentorio. quilibet enim apud eos humi iacet, parvumque tapetem pro lectulo habet, etiam præcipui. modo verò fiunt tuguria, ex paleis, quæ meliùs pluuiæ reſiſtunt quàm alia quæcumque materies.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Vnius legonis caſtrametatio.*

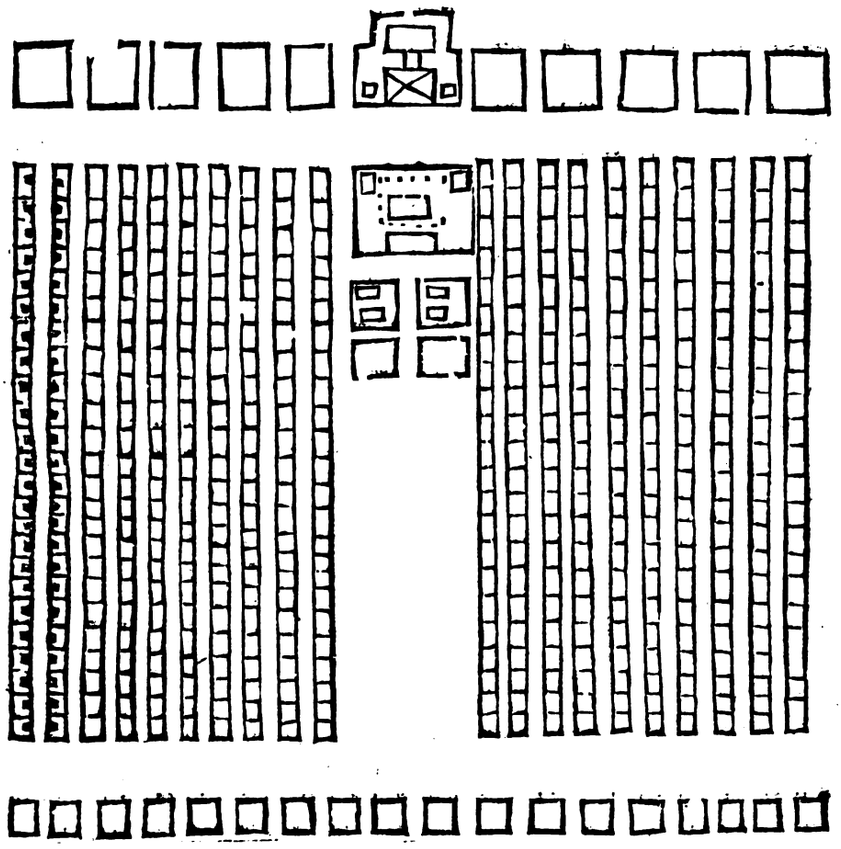
Longitudo loci vni legioni deſtinati habet longitudinem ſeu altitudinem 300 pedum, at latitudo varia, pro numero turmarum ſeu centuriarum ex quibus cõponitur cuilibet autem centuriæ ſub ea longitudine trecentorum pẽdum datur latitudo 24 pedum. fientque duo tuguriorum ordines, quodlibet tugurium habet profunditatem 8 pedum, latitudinem 7, relinquuntur, item duo pedes, inter tuguria eiuſdem ordinis. inter vtrumque ordinem reſtat via 8 pedum, ad quam ſpectant omnes portæ.

Ex his 300 pedibus longitudinis, caſa centurionis 40 obtinebit, quibus adduntur 20 pro via interiecta, in qua deponuntur arma. 200 pedes conſequentes aſſignantur tuguriis militum, ſuntque 25 tuguria in quolibet ordine, alij 20 pedes aſſignãtur tugutiis propolarũ commeatuum.

Caſa Ducis habet ſtabulum, & culinam. duo prima tuguria deſtinantur ſubcenturioni, & vexilli-fero, habentque fores obverſas ad caſam centurionis. ſi turma eſſet 150 militum illi concederentur tres ordines, & duæ viæ interiectæ ſeu pedes 40. ducenti milites 4 ordines habebunt, ſeu pedes 56.

Ex his menſuris facile determinabimus latitudinem totius legionis, ſecundum numerum centuriarum. ſolemus autem legionem in duas partes diſtinguere, quarum vna læuam obtinet reſpectu caſæ tribuni.

Quare relinquuntur pedes 68 in medio tu-



guriorum, pro tribuni caſa & caſa protribuni, & aliorum officialium fiuntque non tantum è regione tuguriorum militum, ſed etiam è regione centurionum, tugutia, pro capellano, chirurgo denique pro impedimentis. Ex quibus facile concludemus quænam requiratur latitudo pro legione peditum. requiruntur enim 32 pedes pro ſingulis centuriis, propter duas vias, & 68 in medio. Atque ita 800 pedites exigunt 324. 500, 228; 600 260 700; 292 800. 324 900. 356 1000. 388 1100. 420 1200. 452 1300, 484. 1400. 516 1500.



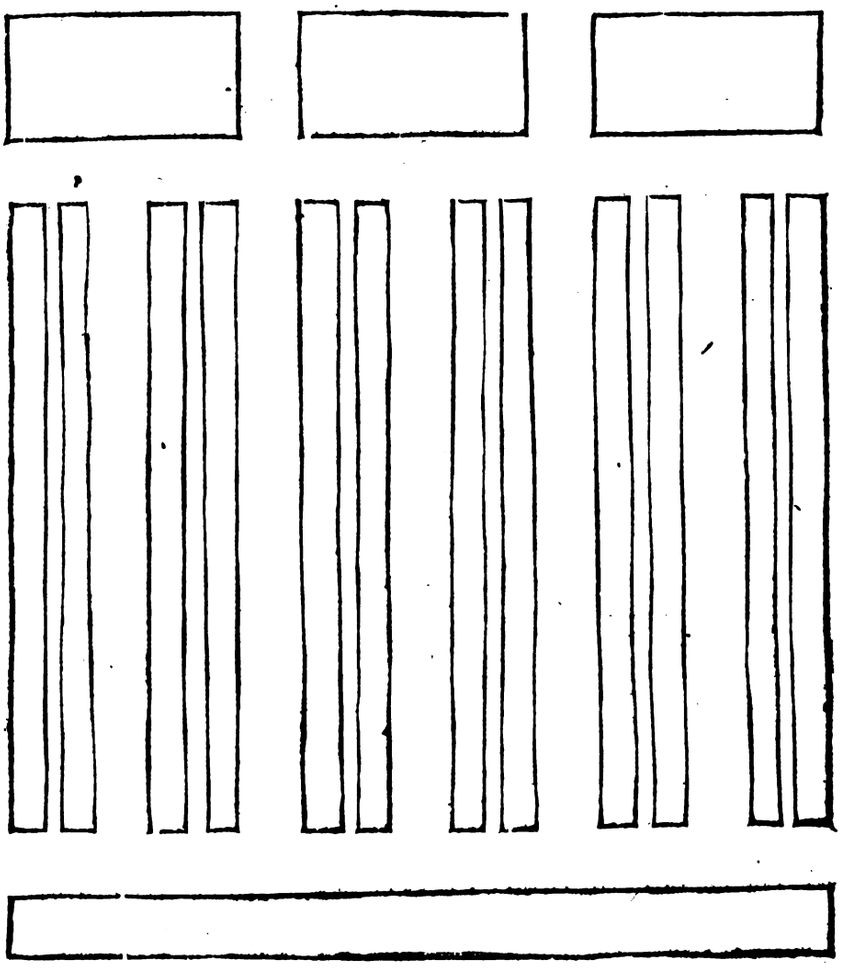
Digitized by Google

## PROPOSITIO III.

Problema.

*Castrametatio equitatûs.*

Centuria 100 equitum exigit eandem longitudinem, quam supra posuimus nempe 300 pedum. Latitudo erit pedum 70, quia duo ordines tuguriorum & duo stabulorum, cuilibet tugurio tribuuntur 10 pedes, in longum stabula sunt in medio quæ habeat pariter 10 pedes. Via inter tuguria militum & stabula 5 pedes obtinet. porta cuiuslibet tugurij ad stabulum obuertitur, & inter stabula restat via 20 pedum. In summitate restat locus præfecto destinatus, sub eadem latitudine pedum 70, longitudinem sibi vendicat pedum 40. sequitur via pedes 20 lata, tum 200



pedes pro tuguriis & stabulis; & 20 pedes pro propolis commeatuum. relinquitur pariter via pedum 20 inter vnam & aliam centuriam. si sint tres centuriæ sunt tres viæ præter alias tres inter stabula, quare duæ turmæ exigunt pedes 160. tres 240, quatuor 320. quinque 400. sex 480, septem 560. octo 640, nouem 720. decem 800. & ita de reliquis. tribunus militum degit in summitate suæ centuriæ, sicut alij præfecti, ideoque nulla pro eo additur latitudo.

## PROPOSITIO IV.

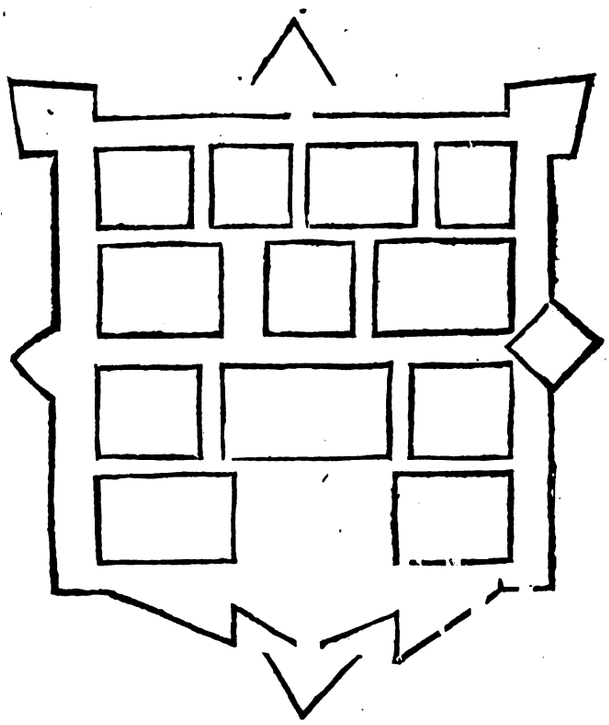
Problema.

*Castrametatio generalis exercitûs integri.*

Ex his quæ supra diximus non erit difficile castrametationem totius exercitûs, vel particularem aliquarum legionum determinare, modò scriptô habeantur omnes legiones ex quibus componitur. Figura ferè semper vsurpata est rectangula, quamvis aliæ figuræ polygonæ possint adhiberi: & opportuniùs; eò quod hæc polygona faciliùs, & meliùs muniri possint. quia tamen id obtinuit consuetudo eam etiam vsurpabimus. Hoc item habemus quòd altitudo, seu lôgitudo loci singulis legionibus attributi, æqualis est, nempe 300 pedum. quare transversales viæ directæ sunt, earum latitudo erit 50 pedum. quia autem numerus militum in singulis legionibus non est idem; difficile erit, vt viæ in longitudinem castrorum extensæ, directæ sint, ideoque hoc negligendum erit, extremitates tamen eædem sunt, & in directum iacent. ex quibus sequitur vias in longitudinem extensas non esse omninò æquales, sed alias aliis latiores. In summitate castrorum relinquitur area, quæ & fori vicem habet, & in ea conuenire possunt milites, vt deinde stationes suas petant.

Quòd pertinet ad praxin; architectus vtitur funiculô in exapedas diuisô, & regulâ in pedes diuisâ. in singulis tantum extremitatibus angulum rectum formandum habet. tum extendendo funiculum, palos in singulis angulis terræ infigit, palos, item infigit in singulis angulis particularium castrorum, distinguendo singulas

Digitized by Google



singulas legiones singulis coloribus. celeritate opus est, eò quòd vrgeatur à militibus, qui tuguriola sua excitare volunt, primâ diuisione generali contentus sit, subdiuisiones verò aliis relinquat.

Hæ sunt leges castrorum partialium, seu quarteriorum.

Prima. quarteria iis in locis collocentur, vnde timentur hostes externi; nempe ne obsessis ferant subsidium, lineasque perrumpant.

2 Tot sint quarteria, vt omnibus, & singulis lineis circumuallationis opem facile ferant.

3 Sint extra tormenti iactum, aut certè iis *in locis* collocentur, in quibus attingi non possint.

4 Si fieri possit fluuiis vicina sint, modò tamen nullum sit eluuionis periculum, ne tamen in locis paludosis collocentur, ne morbi inde enascantur.

5 Habeant vallum, & fossam; vt repentinæ hostium impressioni possint resistere.

Inter legionum tuguria, & munimenta castrensia: sit locus vacuus, sitque 100 pedum, dicturque area conclamationis ad arma, in qua scilicet conueniunt milites, siue auxilium ferendum sit trincheis; seu stationes obeundæ.

Tenentur milites circumuallationem castrorum perficere, distribuiturque singulis legionibus suum pensum, secundum numerum militum.

## PROPOSITIO V.

Problema.

*Munitiones castrorum seu quarterij.*

Quodlibet quarterium suis, munitionibus cingatur. fieri possunt in quatuor angulis quatuor propugnacula methodô ordinaria. si verò longiùs distent, ab invicem, poterunt in medio fieri propugnacula plana. quia tamen hæc propugnacula obsidionem ferre non debent, ideoque neque tormentis resistere, sed tantum repentinæ hostium impressioni, ideo non instruuntur tormentis bellicis, & vt plurimum duæ tantum propugnaculorum facies construuntur reliçis alis.

Secundò non distant hæ munitiones seu propugnacula 120 exapedis, quia opus est defensione certiori, præcipuè cum proprie, nullum fiat vallum, sed simplex lorica 6 aut 7 pedum altitudinis; & ad summum dum timetur hostis, 8 aut 9. quare certior debet esse defensio, quàm quæ petitur ex 120 exapedis, distent igitur hæc opera 50 aut 60 exapedis. fiunt item minora; excitantur verbi gratia parmulæ, quarum facies 10 aut 8 exapedas non excedant. fiunt & aliæ prætenturæ vt cornuta, coronata, præcipue si via regia defendenda esset, vel eâ parte quâ timetur hostis.

Fiat item fossa circa castra, cuius latitudo duarum exapedarum; profunditas 5 aut 6, pedum. ex cuius materia formabitur vallum, seu potiùs lorica, cuius crassities 8, aut 10 pedum, altitudo 6, aut 7 pedum. instruitur duplici, & nonnunquam triplici suppedaneô, aliquando præter loricam fit vallum cuius crassities 15 pedum, altitudo 3 aut 4 pedum, quæ omnia pendent ex variis circumstantiis.

Debent in quarterio fieri aliqua ostia, ante quæ fiunt parmulæ, constantes loricâ simplici, & instructæ sua fossâ.

## PROPOSITIO VI.

Problema.

*De circumvallatione.*

Circumuallatio seu trincheæ; sunt vallum continuum, nullibi interruptum non tantum quarteria, sed totam etiam vrbem obsessam, ambiens. duplex datur huiusmodi circumuallatio, interior, & exterior. interior obsessis opponitur, eorumque irruptiones cohibet, ne alicui quarterio impressionem faciant. hæc nonnunquam omittitur, quando scilicèt pauciores sunt obsessi, quàm vt irrumpant: tunc sufficient lineæ accessuum benè munitæ. Exterior opponitur hostibus exteris, ne ferant subsidium obsessis: ideoque robustior esse debet, quia plures sunt.

Ne continuetur circumuallatio in lineam rectam vltra 120 exapedas, quin addantur aliquæ munitiones, immò expedit vt frequentiores sint munitiunculæ, quales sunt anguli aliqui externi. munitiones quæ addi possunt sunt reductus quadrati, quorum facies 8 aut 10. exapedas obtineant, fiunt item stellulæ quadratæ, munitiones quadratæ, propugnaculis integris aut semipropugnaculis instructæ, stellæ sex radiorum, & alia similia opera quæ supra descripsimus. maiores munitiones extruantur iis in locis in quibus maius subest periculum.

Diligenter etiam cauendum est, ne alicui altiori

loco, ita subsit hæc circumuallatio, vt ab hoste facile oppugnari possit, vnde sæpe expedit eas producere, aut coarctare, vt eripiatur hosti locus opportunior.

Sectio verticalis circumuallationis non est ita determinata, vt pro opportunitate, aut augeri, aut minui non possit. In fossa, & lorica tota consistit. loricæ altitudo exterior saltem erit quinque pedum, interna 6. ima crassities saltem erit pedum 7, & in summitate 4 pedum, quia saltem debet esse patiens ictus mosquetæ. margo debet esse trium pedum. fossa erit latitudinis duarum exapedarum, profunditatis 5 aut 6 pedum cum erismate conuenienti.

Si timetur hostis; crassities ima loricæ erit 12 aut 14 pedum. additis tribus suppedaneis, quorum quodlibet erit trium pedum latitudinis, vnius cum dimidio altitudinis. Altitudo loricæ 9 aut 10 pedum fossa lata 15 aut 16 pedes profonda 7 aut 8 pedum.

Nonnulli proponunt lineas duplices, duplici lorica, & duplici fossa hinc inde constantes, interiecto exiguo inter vtramque loricam spatio, harum vna ad exteros, alia ad obsessos respicit, satius tamen puto vt separentur; si spatium inter vtramque circumuallationem, sit maius, fiant tamen idemtidem munitiones satis magnæ, ad quas vtraque circumuallatio pertineat.

Figura circumuallationis, vbique eadem est, & vniformis; cum in lineas rectas extendatur: ab vnâ munitione ad aliam, materies tamen nonnullam differentiam inducit. terra pinguior satis per se stabilis optima est, nec indiget cespitibus, si verò arenosa est cespites adhibeantur, vel in cassum recidet totum opus. quia erismata debebunt esse maiora, facilemque hostibus ascensum præbebunt.

Si verò cespites in promptu non habentur; vimineis cratibus opus est. hoc est in terram pali infiguntur sextò quôque pede, tum rami intexuntur, salignei, vt longiores optimi censentur, terra inter vtramque cratem injicitur, vnde formatur lorica.

Turcæ in Candiæ obsidione aliud genus loricæ nos docuerunt, nempe ex saccis laneis, & terrâ constantem, quod opus breui tempore absoluitur. sed expensæ non sunt exiguæ.

Fiunt etiam in locis paluſtribus aggeres, & circumuallationes ex ramis; sed fundamenta debent esse latiora aliquando ad 6 aut 7 exapedas.

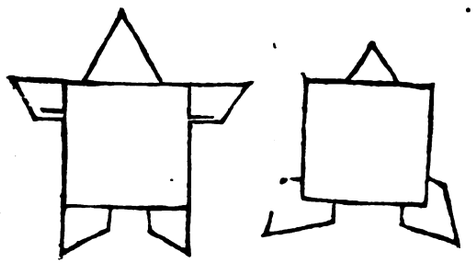
## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*De munitionibus in circumuallatione extruendis.*

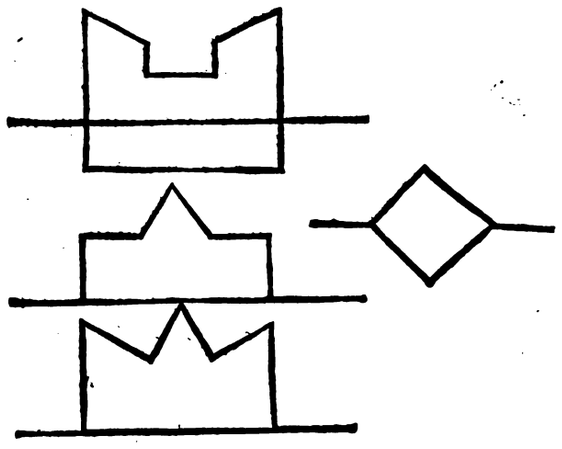
Lineæ circumuallationis, locum obtinent cortinarum; munitiones verò quæ excitantur, propugnaculorum, ex quibus defenduntur.

In iis bene statuerentur propugnacula, quia tamen, tormentis bellicis non instruuntur, ideo propugnaculorum alas abiicimus, solisque faciebus contenti sumus, nisi in locis periculosis. Constituimus igitur parmulas, aut parmulas duplices, seu reductus, vt si accidat perrumpi circumuallationem, possimus hostem impetere etiam intra lineas positum. Si attentè consideremus rationem quare in munitionibus ordinariis, non solis propugnaculorum faciebus contenti fuimus, sed præterea alas voluimus, hæc est, quod in angulo interno restet semper aliquis locus, è quo hostis deturbari non potest. quod quidem accidit quando valla sunt altiora, cessat verò tale periculum vbi nullum est vallum, sed simplex lorica, cuius altitudo 8 aut 9 pedes non excedit. Quare in circumuallatione multas munitiones admittimus, quas damnaremus, si forent maioris momenti, robustiorique vallo munirentur, ita admittimus forcipes simplices, duplices, stel-



las, angulos internos & alia huiusmodi. Adde insuper has munitiones non extrui ad ferendam obsidionem; immò neque impetum tormenti bellici, sed tantum ad remouendam subitaneam impressionem, neque enim hostes cuniculò tentabunt diruere circumuallationem; quare etiamsi inueniretur aliquis locus, è quô deturbari non posset hostis, non propterea incurreretur aliquod incommodum. Præterea quamvis anguli defensi in munitiunculis huiusmodi, sint acutiores non propterea rejiciuntur, eò quòd non debeant resistere tormentis bellicis.

Munitiones frequentiores sunt reductus quadrati, quorum angulus vnus hostem spectat,

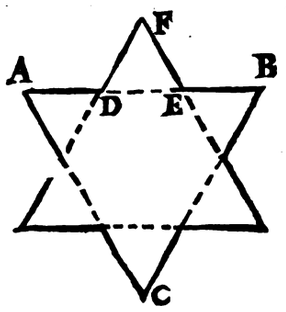


oppositus ad interna obuertitur, extant media tantum parte extra lineas, hoc est lineæ circumuallationis alios angulos obtinent, ne sint remotiores ab inuicem quam 120 exapedis, frequentiores vt diximus solent fieri. forma quadrata facile describitur; ideo praxin omitto. latus cuiuslibet reductus erit 8 aut 10 exapedarum, in locis magis expositis munitiones fiant maiores vt sunt stellulæ 4, 5. sex radiorum &c.

Hæ omnes munitiones loricam habent validiorem, quam lineæ, vnde communiter fieri debent

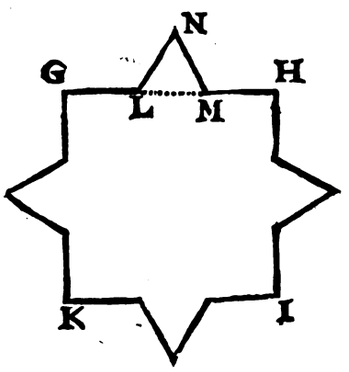
Digitized by Google

debent tria ſuppedanea. latitudo 14. pedes obtinere poterit, altitudo decem, Margo erit trium




pedum, foſſæ latitudo trium, & 4. exapedarum, profunditas 5, aut 6. pedum, adduntur & vacerrx. *des paliſſades.*

Figuram harum munitionum iam ſuprà dedi-




mus, addere tamen poſſumus maximam harum munitionm defenſionem, vt plurimum foras ſpectare, quamvis & interius aliqua illis concedatur, vt vides in his figuris. in quibus duo ſemipropugnacnla foras ſpectant. quæ vero quaſi parmulæ interiùs adduntur, vt fiant ingreſſus ſeu portæ. *Si iis* addimus tormenta bellica vallum debet fieri latius ad 6. aut 7. exapedas.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*De Tormentorum Suggeſtis.*

Cum primùm inchoatur circumvallatio, excitanda ſunt nonnulla tormentorum ſuggeſta; vt obſeſſis negotium faceſſamus, & eorum loricam diſiiciamus, loca opportuna ſi quæ ſint captanda ſunt, vt ſi ſit aliquis collis. hæc ſuggeſta defendunt eos qui in lineis effodiendis laborant. quamvis autem initiô remotiora ſint ab vrbe obſeſsâ, propterea que vim magnam non habeant; omittenda tamen non ſunt. Locus ſuggeſtorum ne longius diſtet à Quarterio, vt illis ſuccurratur, ſi obſeſſi irruptione tentarent tormenta muralia adactis clavis, obſtruere.

Vt latitudinem ſuggeſti habeas numerum tormentorum per 12 multiplica. nam tormenta ab invicem duodecim pedibus diſtant, & ab extremitatibus tantum ſex. quare duo exigunt 24 pedes. tria, 36. quatuor 48. quinque 60. nonnulli volunt vt plures fiant feneſtræ quàm ſint tormenta, ad fallendos hoſtes. tormentum in longum obtinet 15. pedes aut 18. adduntur 10. ad retrocedendum, atque ita 30. circiter pedes in longum ſuggeſtum obtinet. ſit tabulatum ex quercinis tabulis, latum pedes circiter 15. nonnihil declive in anteriora, ſic enim minor erit retroceſſio tormentorum, faciliorque ad locum conſuetum reſtitutio. additur poſt ſuggeſtum ſpatium priori æquale, in cuius medio effoditur locus ad continendum puluerem pyrium, cuius adytus coriô tegitur. ne ſcintilla puluerem accendat, cavendum præterea eſt ne magna ibi puluerís copia coacervetur.

Ante tormenta fit lorica, ſexdecim aut 20 pedes craſſa, quæ tot ſaltem habeat feneſtras quot in ſuggeſto tormenta collocantur. altitudo loricæ erit 6. pedum, in feneſtris trium, feneſtræ aſſeribus craſſis quæ ictûs moſquetæ ſint patientes clauduntur, ne hoſtis videre poſſit quid intus agatur. Si accidat vt ſuggeſtum obvertat latus ad arcem, (vt quando alam verberat,) tunc alia lorica eiuſdem craſſitiei fieri debet.

Modus conſtruendi loricam, quæ tormentorum ictibus reſiſtat, nec cito diſſiliat, erit ſi locus tormentorum capax effodiatur, ita vt relinquatur ſpatium aliquod terræ immotæ, in quo effodiantur feneſtræ. nam loricæ recenter factæ, etiamſi terrâ compreſsâ, & madefactâ conſtent; non multum reſiſtunt, at verò lorica in ſolo non effoſsô efformata, hoc habet vt globus eam attingens reflexionem patiatur, & locum tormentis deſtinatum ſupervolet. Hæc methodus optima eſt ſupponit tamen editiorem locum, in quo collocetur ſuggeſtum.

Secundus modus erit ſi lorica fiat ex pinguiori terra, & ceſpitibus, quia tamen vt primum fiunt, ab hoſtilibus machinis quatiuntur, ideo non hæc diu integra perſeverant.

Modus communiter vſurpatus terra ſuffartas corbitas adhibet, quarum diameter 6. aut 7. pedum, altitudo 7. aut octo, fiunt autem ex palis Silignis ramis longioribus intertextis, in quincuncem digeruntur in tribus ſaltem ordinibus, hæ corbitæ terra impleantur, dicitur arenoſa mixta ſimo eſſe optima, eo quod dureſcat. Hæc methodus vt dixi communiter vſurpatur; quamvis ſua habeat incommoda, præſertim vt impleantur corbitæ tantæ altitudinis. aliæ minores ante feneſtras collocantur.

Nonnulli ſuggeſtorum loricas ex ſaccis laneis componendas cenſent, aſſeruntque globum tribus perrumpendis eſſe imparem. Turcæ eos adhibent terramque immiſcent, quod opus brevi abſoluit.

Ad perrumpendam alam, & ruinam convenientem tria ſuggeſta eſſent neceſſaria, & in ſingulis 5. aut 6 tormenta. vnicum tantum ſuggeſtum alam mediocriter tectam quatere poſſet, debebitque eſſe valde vicinum apici propugnaculi oppoſiti, & propterea loricis altioribus tegi.

Suggeſta vrbi vicina lineis acceſſuum cingunt, quæ iis locis profundiores, & latiores ſunt, vt puluis pyrius, & glôbi cæteraque neceſſaria facilè ſubvehantur. poterit ante loricam ſuggeſti, excitari cornutum, aut aliquod tale opus, ſua foſſa munitum, contra obſeſſorum irruptiones.

Diximus ſuprà occupanda loca editiora, ad ſuggeſta collocanda, ſi tamen altiora ſint, non erunt adeò opportuna. aptiſſima ſunt quæ nonnullis



Digitized by Google

nullis tantum pedibus loricam vallasem superant, nisi forte quis domos, & tecta vrbis quatere velit, quod nullius est momenti si vrbs milites habeat præsidiarios; succedit tamen si solis civibus defendatur.

Posset item constitui editus agger machinarius, dum operi incumbendum, telæ tenduntur, ne obsessi videant quid geritur, si verò pluribus locis tendantur, faciliùs decipientur. tormenta viciniora maiorem vim habent. dum agitur tantum de disiiciendis loricis, ne nimis admoveantur bombardæ, nam periculum erit ne plurimi ictus supra loricam dirigantur, præterea ictus erunt nimis obliqui, & reflexionem patientur.

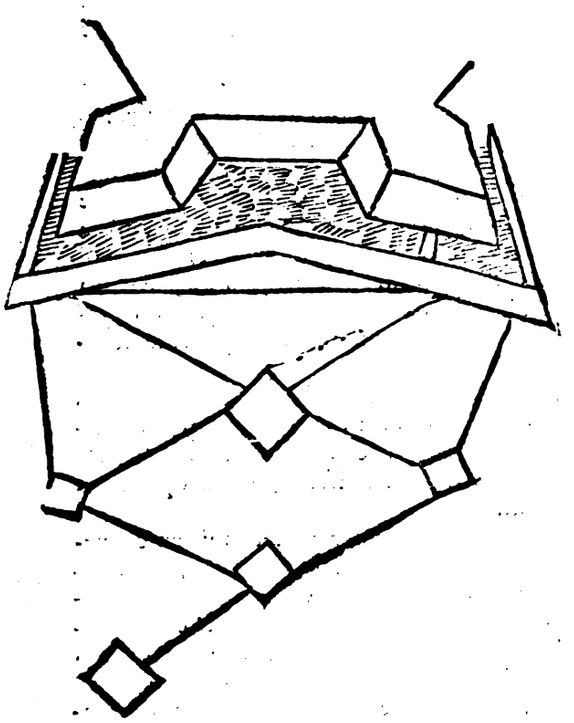
## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*Accessus obsidionales.*

Lineæ accessuum inchoantur aperiendo fossam in distantia saltem mille passuum, ne scilicèt obsessi damnum inferant, iis qui ingrediuntur lineas, aut ab iis recedunt. Si detur aliquis locus tectus, eo vtendum est. nam quo propius vrbi erit initium linearum; eò decrescet opus faciendum, nempe citiùs attingetur margo fossæ.

Hæ lineæ fossâ constant, rectâ quidem, sed obliquâ respectu vrbis, ita vt ex nulla statione directè videatur. terra quæ ex fossa egeritur versus vrbem in loricam efformatur. ne tamen lineæ sint nimis obliquæ, alioquin maius erit opus.



In centenas immo pauciores exapedas extruitur reductus, qui operas defendit, si in eos fieret eruptio. post reductum mutari potest via, hoc est si prior linea ad dexteram tendebat, secunda ad sinistram spectare potest: tum post 80. aut 100. alias exapedas rursus fit reductus, & ita consequenter, donec ad vrbem accedatur. tunc enim ducuntur lineæ parallelæ cortinis, ex quibus continuò explodantur mosquetæ in obsessos, qui propterea in vallo subsistere non possunt.

Turcæ in Candiensi obsidione lineas accessuum rectà ad vrbem ducebant. quæ idemtidem saltem tectæ erant, tum alias multas cortinis parallelas ducebant. non dubito quin si fascibus vimineis tegerentur, & insuper sacci lanei immiscerentur, & tegerentur lapidibus, saltem in aliqua distantia tormento bellico resisterent; Et saltem mosquetæ ictum retunderent, quod in lineis accessuum sufficit.

Reductus ita disponantur, vt ambas lineas quomodocumque dispositas defendant. in locis periculosioribus frequentiores fiant, immò excitentur munitiones maioris momenti. Caput linearum potest habere cornutum in quo adunantur milites. Communiter duo fiunt linearum brachia, quæ idemtidem vniuntur in aliquo reductu maiori, in quo scilicet possunt congregari, qui in stationibus degunt.

Latitudo linearum in summitate sit duarum orgyarum, vel duarum cum dimidia. ima vnius; profunditas tanta, quanta requiritur ad tegendum hominem rectum. Latitudinem maiorem habeat, si per eam commeatus ad suggesta subvehi debeat: & materies vineæ construendæ. nonnulli vellent vt eques in lineis posset subsistere, requireturque profunditas 10. pedum, computando scilicèt loricam.

Suggesta simul cum lineis promoveantur: vt ab iis defendantur.

Notatum fuit & experientiâ comprobatum, lineas accessuum quæ sine vllo anfractu rectâ continuabantur; longe citiùs absolvi quam anfractuosas, etiamsi æquale videretur opus.

Nonnulli in lineis aliam fossulam addunt, in quam deriventur aquæ. debet item addi suppedaneum, vt ad loricam miles perveniat. fiunt item feneſtellæ, ex 4. constantes laterculis.

Lorica reductuum est altior, & robustior loricâ linearum.

Quando ad vrbem perventum est, & perfodienda est via tecta, aperiendusque in fossam aditus, necessarium est vt linea, ad faciem propugnaculi recta producatur, tunc autem si fossa sicca sit, subterraneô cuniculô id præstari poterit. non tamen si fossa plena aquâ, tunc enim potest quidem hæc vltima pars linearum tegi pluribus modis; nullâ tamen materiâ combustibili, nisi cespitibus viridibus operiatur, ad vnum, alterumve pedem, quod item vsitatum est in lineis vrbi vicinis, quæ ita duci non possunt, quin directè alicunde videantur. Si accidat vt solum fossionis non sit patiens, vt in paludosis evenit, aut in rupibus; aliunde avehenda est materies.

PROP.

Digitized by Google

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Plurima incommoda quibus obnoxia ſunt linea acceſſuum.*

Prima difficultas quæ occurrat erit, in tegendis operariis interea dum effodiunt. Prima methodus, iubet vt de nocte inchoëntur lineæ, vt ſufficiant tegendis operariis, de die abſolvantur.

Secundus modus abſolvetur ope pluteorum; poſſent fieri è duobus aſſerculis, relicto ſpatio inter vtrumque aſſerem quod terra impleatur, quæ moveri poſſent ſubiectis rotulis, poſſent fieri ſimplices quibus apponderentur thoraces ictus moſquetæ patientes, poſſent & adhiberi ſacci lanei, vel capſæ terra plenæ.

Alij adhibent pluteos ligneos coopertos rudentibus, ſeu funibus nauticis.

Alij ingentes faſces, quibus tegunt operarios.

Aſſerunt nonnulli duas culcitras laneas, ita ſuſpenſas, vt aliquid ſpatij inter vtramque reſtet, reſiſtere glandi plombeæ.

De die ſi producitur linea, ſine vllo pluteo; terra antrorſum egeratur ita vt producatur lorica, prius quam operarij præcisè ad eam partem pervenerint.

## PROPOSITIO X.

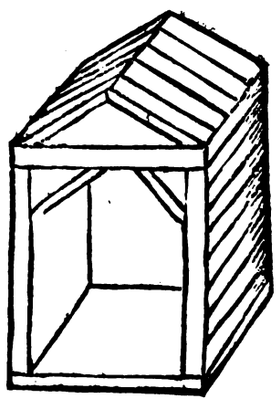
### Problema.

*De perfodienda foſſa crepidine.*

Vbi ad loricam ſubvrbanam perventum eſt, duæ lineæ cortinæ parallelæ effodiendæ ſunt, vt in iis ſclopetarij ſtationem habeant, & continuò in obſeſſos explodant. tunc foſſa ducenda eſt rectà, quæ loricam ſubvrbanam, & viam tectam perfodiat: hoc opus periculoſiſſimæ eſt aleæ; eò quòd foſſa, neceſſario directè hoſtibus aperenda ſit. hæc foſſa dicitur ligo, vel dolabra, aut potiùs ſuffoſſio. Via quæ aperitur non debet eſſe capax multorum militum, ſed tantum aliquorum, vt propugnaculum cuniculo perfodiant, vel ſi iam labes illata ſit, vt in ruina ſtationem collocent.

In obſidione vrbis Candiæ ſoli conditio talis erat, vt methodos communes negligerent, hoc eſt alis adhuc integris in quibus tria erant tormentorum ſuggeſta præter duas loricas promurales; poterat tranſmitti foſſa nempe per cuniculos ſubterraneos: ſi eædem circumſtantiæ occurrerent iiſdem artibus vtendum eſſet. Sed ratò admodum tam profundi cuniculi duci poſſunt, tunc autem ad vineam recurrendum eſt.

Fit communiter lignea, nempe ex tignis quorum craſſities circiter ſex digitorum invicem coagmentatis, & copulatis ad modum portæ. altitudinis 7. aut 8. pedum, totidemque latitudinis, removentur ab invicem 4. aut 5. pe-



dibus, aſſerculi clavis affiguntur ex vtraque parte, ſpatiumque interiectum terra impletur, vt ſit patiens ictus moſquetæ.

Adhibendæ ſunt nonnullæ cautiones, prima erit. In componenda vinea neceſſarium erit, vt operarij tuti ſint ab ictibus obſeſſorum. Secunda cavendum ne è ſuperiori locô, obſeſſi eam diffringant, vel lapidibus molaribus, vel iuſtitiô tormentô, vel iniiciant ignem. Tertia cavendum erit ne hoſtilibus tormentis diſrumpatur. vel ab ala oppoſita, vel ex cortina, quia etiamſi cortina careret ſecunda ala, poſſet tamen maiorem partem vineæ videre.

Quod pertinet ad primum, vndique terra, & faſces aſportantur, ita vt fiat monticulus, qui hinc inde ita dividitur, vt in medio ſenſim fiat locus vineæ collocandæ, terra autem in eam partem egeritur è qua maxime timetur, nempe ex parte cortinæ. hæc materies per ipſam vineam aſportatur, ita enim teguntur operarij à fronte.

Ne autem ſuperiori loco petrumpatur, tectum primò in angulum acutum efformatur, atque ita nec ignes adhærere poſſunt, deiectique lapides tantas vires non habent. tegitur à nonnullis pellibus recentibus; vel ceſpitibus, vel ad duos tres pedes terrâ pinguiori, ne ſcilicèt facilè flammam concipiat, alij vellent ea tegere crate craſſiori, aut laminis ferreis non quidem craſſioribus ſed tenuibus tantum.

Ad eam protegendam contra tormenta bellica alæ oppoſitæ. nonnulli moliuntur tranſverſam in ipſa foſſa cuius latitudo ſit 10. pedum, ſed niſi hæc tranſverſa tegatur, impoſſibile erit in ea verſari, ſi autem tecta ſit, vineæ locum, & figuram obtinet, puto ergo vineam noſtram indigere loricâ, aut vallo, quô tegatur.

Cavendum tamen eſt ab hoſtium eruptionibus, quæ vt cohibeantur, collocantur milites in via ſubvrbana in qua fiunt tranſverſæ, vt continuò in hoſtem explodant.

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Modus tranſmittenda foſſa dum plena eſt.*

In hac maxime occaſione, vtilis eſt foſſa plena; hactenus

Digitized by Google

hactenus obsessis nociua; non debemus tamen propter hanc difficultatem incœpto desistere.

Primus modus transmittendi fossam plenam, erit deriuando aquam, quod facile fieri nonnunquàm potest, dum ager suburbanus humiliot est vrbe, cauendum tamen ne lineæ inundentur, aut ipse ager, solet enim aqua deses corrumpi, & vitiari. posset item aqua in fossam influens aliò deduci; variæ circunstantiæ variis praxibus occasionem præbebunt; cauendum tamen ne ad deducendam aquam maioris molis, & expensarum opus suscipiatur.

Quoties aqua deriuari non potest, implenda est fossa fascibus & terra, fasces quidem ordinentur, & vt demergantur saxis prægrandibus onerantur. fit igitur agger satis latus, nempe qui vineæ & loricæ sit capax. Hic agger magnô acceruô terræ oneratur, quô operarij tegi possint, & formari lorica. reliquum opus in omnibus simile est operi propositionis præcedentis, nisi quod maius subsit periculum, eò quòd altior sit vinea, vt pote quæ extet supra aquæ superficiem.

Nonnulli rates adhibere cogitant, ex trabibus simul iunctis constantes, sed periculum est ne immensum terræ, & vineæ pondus, ratem totam etiamsi tribus in altum trabibus constantem demergat, nisi quis vice terræ adhiberet saccos plenos lanâ. Adde faciliùs esse fossam implere, quam huiusmodi trabes auehere, eò quòd in primo opere singuli milites separatim sua ferant onera, possintque facile se se occultare; at verò hæc ingentia pondera non nisi cum magno apparatu, loco moueri possunt.

Nonnulli asserunt etiam fossam plenam aquâ, transmitti posse, sub ipsa aquâ, modo cuniculus sit valde profundus. deberet ergo fieri puteus profundior extra loricam viæ tectæ, è quo continuò anthliis exhauriretur cuniculus vsque ad propugnaculum, si profundior sit asserunt nonnulli fore vt aqua non penetret vsque ad cuniculum. maximum tamen vt puto erit periculum.

Dum fossa plena est, obsessi impedire non possunt, ne impleatur terra, & fascibus. quia fossa plena erumpendi facultatem adimit, cum opus sit nauiculis ac pontibus ad eam transmittendam.

Pro lorica tegente vineam, fieri possunt ingentes corbitæ, vel infigi idemtidem pali, eô modô quô diximus suprà.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*De cuniculis.*

Cuniculorum doctrina ad Pyrotechiam spectat, in quâ cuniculorum regulas accuratiùs tradam. hic tantum nonnulla breuiter indicabo, eo quod ordo oppugnationis id exigat.

Iam pridem in vrbium oppugnationibus adhibiti sunt cuniculi, non tamen in eundem finem; tunc enim quærebatur aditus ad vrbem, nunc verò vt puluere pyrô, disiiciatur aliqua pars propugnaculi eique labes & ruina inferatur; saltem sufficiens ad figendam ibi paucorum militum stationem. superioribus annis paulò aliter bellum inferebatur; nam post labem illatam præcipue tormentis bellicis, irrumpebant obsessores, ad vrbem vi occupandam, & ea methodus in prætenturis minoris momenti occupandis communiter adhibetur, non ita in occupando propugnaculo maioris momenti, sed transmittitur fossa ope vineæ, & cuniculatius fossor admouetur, qui cuniculum non ingentem effodit, vt eô partem aliquam propugnaculi disiiciat, hanc obsessores insident, tum alio cuniculo oppugnantur nouæ hostium munitiones, atque ita pedetentim totum occupatur propugnaculum.

Posset inchoari cuniculus ante vineam, modus is esset. Effodiatur puteus obliquus vltra loricam viæ tectæ, qui descendendo sub fossa producatur, tum cuniculus recta ad faciem propugnaculi continuatur, vbi alius ducitur faciei propugnaculi parallelus, vt plures possint simul formari cuniculi, effoditur puteus nonnihil obliquus, altitudinis 6 aut 7. pedum, exinde fit aliqua statio, & alius pariter puteus effoditur; ibi cubiculum formatur, sed vltima porticus ad hoc cubiculum ferens sit angustior, quam primæ, quæ ideo capaciores erant, vt commodiùs humus efferretur. nonnunquam vnicum tantum sit loculamentum; aliquando plura, nonnulli vnicum porticum effodiunt, sed anfractuosam, tum loculamentum efformant. Notandum autem est, satiùs esse disponere doliola puluetis pyrij in longum in vnô eodemque loculamento, quam plures habere ramos, eo quòd impossibile fere sit vt plures rami, simul ignem concipiant. Loculamentum fiat paulò maius quam vt tantum contineat doliola. & dum plura disponuntur doliola, aperiantur singula alicubi, sic totus simul puluis accenditur. obstruitur deinde ingressus lapidibus, relictô tantum botulô puluetis pyrij, est autem botulus sacculus oblongus puluere pyriô eximiô plenus.

Dominus De Ville profert artificium, vt ruinæ in partem determinatam decidant; nempe vt ex ea parte relinquatur vacuum loculamentum, dicit enim experientiâ compertum esse, puluerem pyrium in eam partem vires suas exercere forsan eô quod ibi comprimatur aër, qui deinde vi elasticâ, dum se ad pristinum statum reuocat, pyrij puluetis vires auget, præcipue quia incalescit.

Plura sunt quæ cuniculum remorari possunt, sæpe occurit aqua, tunc effodiuntur canales vt deriuetur & exhauriatur anthliis. Alias occurrit arena, quæ sustentari debet, & promoueri opus, donec aliquid solidi occurrat. maior est difficultas dum propugnaculum palis fistucatis innititur, sed hæc ad pyrotechniam pertinent

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*De oppugnatione prætenturarum.*

Tantô apparatu opus non est, ad prætenturarum oppugnationem, scio nonnunquam primô impetu occupatas fuisse, antequam circumuallatio aut lineæ accessuum docerentur. sed dum ita facile expugnantur leui brachio defenduntur, si enim obsessi repugnarent, vt par est; innumeros occiderent, qui igitur nolunt inconsideratè vitam militum exponere, hâc vtuntur methodo. Lineæ accessuum ad fossam vsque prætenturæ producuntur; tum in fossa ipsa formatur aliqua species vineæ, non tantis sumptibus, eò quòd tormenta muralia, non tam facilè defendant fossam prætenturarum, quam fossam principalem. Exinde suffoditur vallum prætenturæ, vt fiat

ascensus

ascensus. Nonnunquam vtendum est cuniculô, & hoc appositè, eò quòd detegatur hostilis cuniculus, paratus ad disiiciendam prætenturam, vbi occupata fuerit. Potest item prætenturæ labes inferri tormentis bellicis. habet enim vallum humile, & non admodum crassum, quare disiectâ loricâ, datur locus irruptioni.

Vbi occupata fuerit prætentura, in ea munitio, & vallum contra vrbem excitandum est, quod promouendum quantum fieri potest. hoc autem tres habeat conditiones, ne directe videatur, ab vlla hostili statione, quare bene vrbi obsessæ objicitur angulus, qui medium cortinæ respiciat.

Secundo hoc vallum habeat fossam; nisi hostilis fossa sit vtilis, sitque defensum, quare duæ illæ illi addi possunt, quæ lateribus tegantur contra propugnacula. sensim exinde explanatur prætentura quà arte agrum subvrbanum spectat: vt facilior sit ascensus. nullumque ibi perfugium restet obsessis, si casu aliquo ab iis recuperaretur. Aliqua linea accessuum ad prætenturam occupatam terminetur.

Quoties occupata est prætentura vrbi obsessæ vicina, vallum tectô muniendum est, alioquin pyriis globis, aliisque ignibus injectis, desæuient obsessi. quod de prætentura occupata enarraui, proportione quâdam de propugnaculo occupato intelligendum est.

# ARCHITECTVRÆ MILITARIS LIBER SEXTVS

## Defensio.

*QVAMVIS tota fere Architectura militaris defensionem spectet, cum munitiones nostræ offensiuæ non sint, sed potiùs eô fine excitatæ, vt pauci præsidiarij, multis impugnatoribus resistant; sunt tamen nonnulla, quæ ad praxin non reuocantur, nisi dum actu impugnatur, immò dum iam promota est impugnatio. In hoc tamen libro non trado modos omnes repugnatorios, nec doceo arcis præfectum quomodo se gerere debeat, neque enim militem ago, sed Architectum qui nonnulla tantum opera & munitiones, in hoc rerum articulo fieri solitas, excitat. tales sunt Antiobsidionales accessus, rescissiones, seu partialia valla, anticuniculi, describam item variam supellectilem rerum quibus hostium conatus solemus, aut irritos reddere; aut saltem retardare.*

### PROPOSITIO I.

Problema.

*Nonnulla opera ad irritandas hostium repentinas irruptiones.*

REpentinæ hostium irruptiones aut fiunt scalis admotis, aut insititiô tormentô, quæ enim perfidiâ, & clandestinâ præsidiariorum defectione peraguntur, nullis machinis, nullis Architecturæ operibus impediuntur, neque etiam mei iuris sunt, excubiæ, vigilum excubitiones, militaris tessera, catenæ in compitis extensæ.

Multô minùs qui ordo pugnarum, quomodo singula propugnacula militibus occupanda.

Contra repentinas irruptiones, quæ scalis admotis perfici possunt, fossa plena optima est, cauendum tamen hyeme, dum aqua congelascit, vt securibus impactis glacies perrumpatur. Si fossa sit ficca profundior fiet, crepidinibus præruptis quæ ascensum non præbeant instructa.

Pali seu vacerræ in vallo sub lorica horizontaliter infixi scalas longius remouent, & ascensum difficilem reddunt, vacerræ item quæ sæpe fiunt in crepidinibus non sunt inutiles, quæ non sine fragore perrumpi possunt; promuralia item & prætenturæ, modò in iis milites excubias agant.

Speculæ item iaculatoriæ in castellis, maceriæ supra murum communem excitatæ; quæ in accumbentes decidunt, varia item instrumentorum supellex, vt sunt furcæ, vnci & harpagones, quibus scalæ longiùs à muris remoueantur, arma offensiua, vt tormenta bellica glandibus minutioribus, & catenulis farta.

Contra insititium tormentum hæc faciunt, pauciſſimæ sint aditus, & in iis agantur excubiæ diligenter; sint in singulis aditibus 4 aut 5 portæ, aut clathra, arrectarij pontes, cataractæ, seu crates ferrea decidua, aut lignea, sed ferrô armata. Hæc cataracta inseritur cauitati lapidis, retineturque rudenti axi in perittochio annexô in superioribus, quæ attolli non possit nisi eôdem axe. vt dimittatur amputatur rudens.

Organum item, vocant ingentes trabes, pariter annexas quæ separatim decidunt, ita vt



Digitized by Google

etiam si vnius casum prohibeas, aliæ tamen perpendiculariter cadant.

Dominus Deville nonnulla affert artificia, quibus cataracta ita aptatur, vt inlatitiô tormentô perrumpi non possint fores, quin decidat, quod facillimum est, si nempe rudens pluribus quasi spiris circa fores circumducatur, fieri non poterit, vt fores dissiliant; quin simul alicubi rudens cataractam sustinens incidatur.

Aliam item profert machinam nempe murum rotulis impositum, qui licet grauissimus, operotarum denticulis instructarum moueri potest, & singulis nocibus pollibus admoueri.

Iaculatoriæ item speculæ suo funguntur munere, si enim in iis speculis asseruentur molares lapides, poterunt tormentum diiicere, & inutile reddere.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Defensio contra tormentum bellicum.*

Optima ratio muniendi se contra tormentorum bellicorum impetus; est si illis opponamus moles quæ resistant, & hoc præstitimus hactenus, non enim tantum valla, sed loricas ita crassas statuimus, vt patientes essent globorum æneorum. quia tamen inconcussæ, & integræ non perseuerant, si crebris ictibus quatiantur; nonnulli vellent, vt partes loricæ quæ fortius impetuntur, vt sunt loricæ alarum, tegantur magnis saccis plenis lana, nonnihil distantibus à lorica, sic enim putant obtundi omninò globorum impetum. Meliùs tamen tormentis alia tormenta opponuntur, ideoque Comes de Pagan tres tomentorum stationes in singulis alis, seu 15 tormenta statuit. vt tam facilè euertantur hostiles machinæ, quàm facilè putabant se euersuros nostras. Et in hoc maxime tempore sunt vtiles, editiora tormentorum suggesta, quæ post vallum in cortinæ ala eriguntur. Poterunt item collocari in faciebus propugnaculorum, atque ita plures machinas machinis opponimus.

Secundus modus erit si hostilium machinarum lumina adactis clauis obturemus, quod eruptione præstari potest, si enim occupentur suggesta, interea dum nonnulli resistunt fortiter, alij corbes & armamenta incendunt, loricam evertunt; alij clavos chalybeos idemtidem incisos in lumina adigunt, franguntque vt nihil restet quô evellantur. possunt tamen denique evelli; aut terebella perforari, vnde nonnulli malunt adigere silices, si intra fossam præcipitaretur meliùs foret, posset item tormentum bellicum triplici modulo pyrij pulueris impleri, & explodi ore in terram inversô. Sed hæc supponunt tempus sufficiens concedi ab hostibus.

Pariter si intra os tormenti inseritur obturamentum ligneum vndique clavis ferreis instructum, vel cuneus qui ita globum detineat, vt facilè emitti non possit, primâ explosione disrumpetur. ad hæc referri possunt ignes bellici, mala vt vocant punica cæteraque huiusmodi quæ non sunt propria Architecti.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Contra obsidionales lineas.*

Longiùs ab arce hostis detineatur. hoc axioma per se notum est, quandiu enim longiùs à nobis aberit, malum & damnum non inferet, propter hanc rationem prætenturas cæteris munitionibus addimus, si quæ sint loca opportuna, præoccupamus, vt ibi hostem remoremur. cavendum tamen ne à tergo impugnemur, nam arcis præfectus suis parcere debet, quantum potest.

Si verò abundet præsidiariis, non tantum suas prætenturas pertinaciùs defendat, sed contra obsidionalibus lineis ad hostem eat, in quibus contrarias leges obseruabit.

Primò loricam ad hostes obversam habeant.

Secundò directè ex pluribus vrbis stationibus videantur, optimum si hostium lineas directè detegerent.

Tertiò semireductus tantum habeant apertos, ne integri reductus, hostibus sint vtiles.

Quartò ita disponantur vt à prætenturis defendantur.

Quintò optima earum figura erit si prætenturarum figuram, & leges imitentur.

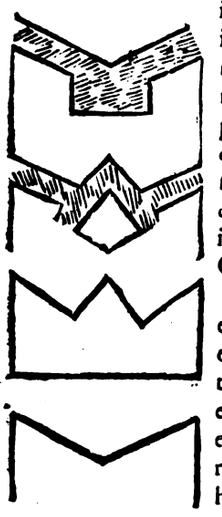
Sextò cavendum est ne ex aliquo locô altiore videantur, & directè impugnentur.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*De rescissionibus internis nouisque munitionibus.*

Vltimum restat perfugium, quoties aliqua munitio impugnatur, immò & expugnatur, vt novis munitionibus, rescissionibusque vt vocant, obsessi se tegant, & in singulos passus novas hostibus moras iniiciant. Hæ rescissiones inchoari debent maturè, quoties prævidere possumus, quam maxime



in partem adversarius suam impugnationem dirigat. quia munitiones quæ per otiũ fiũt robustiores sunt, fossasque profundiores habent quam quæ tumultuariò. Ita descripsimus in secundo libro, secundum propugnaculum in maiori extructum, iuxta mentem Comitis de Pagan.

Figura rescissionum varia est, imitarique potest figuram omnium munitionum, prætẽturarum, & transversarum, cũ enim eumdem finem habeant, eadem media adhibent. Sæpe rescissiones eandem figuram habent ac munitiones ipsæ principales. in quibus fiunt ita possumus nonnunquam formare cornutum bis & ter similiter rescissum, cavendũ tamen ne à lateribus impugnetur, hoc est ne vltimum, loco primi. idem in parmulis maioribus præstare possumus, in coronato item, coronatum enim aliud

Digitized by Google

aliud coronatum cingere poteſt, forceps aliam pariter forcipem ſimplicem, aut duplicem continere.

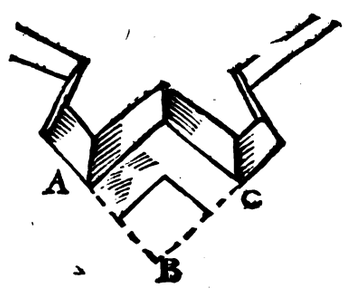


Nonnunquam prætentura aliam diverſæ ſpeciei continet, ita in coronato cornutum, in cornuto parmulam conſtituimus. notandum autẽ eſt huiuſmodi reſciſſiones, non exigere plures præſidiarios, quam ſi abeſſent, neque enim vtiles ſunt, niſi occupatâ ea munitione in quâ continentur.

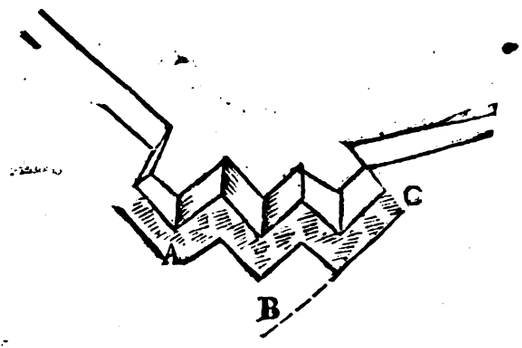
Obſervandum item eſt inter munitionem occupatam, & reſciſſionem, aliquid ſpatij relinquendum, quælibet enim reſciſſio foſſa inſtrui debet. Secundò ſi fieri poſſit, vt reſciſſiones ab aliqua alia ſtatione defendantur optimum erit. Tertiò debent reſciſſiones patere, quà vrbem ſpectant.

In coronato ſi vniverſalis reſciſſio facienda ſit retrocedendum erit 24. pedibus. In cornuto reſciſſio intra cornutum tota contineri poterit.

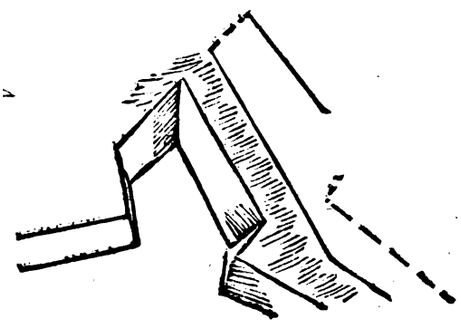
Nonnunquam partes munitionis conquaſſatæ adhibemus, vt opus reſciſſum perficiamus, ita ex partibus cornuti tres formamus exiguas parmulas defenſas à forcipe. multas huiuſmodi reſciſſiones exhibeo, vt ſenſim Tyronis imaginatio aſſuefiat, atque hæ ſunt reſciſſiones prætenturarum.




Reſciſſiones propugnaculorum ſunt maioris momenti, hæ variis modis perficiuntur provt varie oppugnantur propugnacula, ſupponamus diſiectum eſſe apicem propugnaculi A B C, poteſt reſciſſio in duplicem forcipem efformari, vel in ſimplicem, quæ foſſam habeant. Si reſciſſio ab aliis ſtationibus defendatur melius procedet. Si facies propugnaculi oppugnetur; aliam figuram induet reſciſſio; relinquendo hoſtibus quam minimum ſpatium, modò tamen foſſa vt dixi fieri poſſit. poſt primam reſciſſionem alia fieri poteſt, verbi gratiâ parmula ſimplex, nonnunquam duplex.



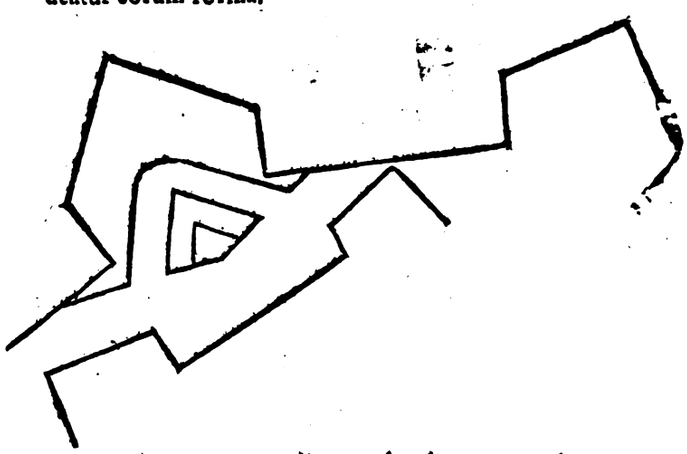

Poſtquam totum occupatum eſt propugnaculum poteſt intra vrbem alia fieri reſciſſio, verbi gratia ſi duo fierent propugnacula, cum parmula ſimplici, aut duplici, huiuſmodi reſciſſio dicitur generalis. cuius exemplum habemus in obſidione Oſtendæ, quæ tres annos tenuit plu-



ries obſeſſi reſciſſionibus generalibus ſe munierunt, dimidiamque vrbis partem amiſerunt. ſed multos habebant præſidiarios, ſolum optimũ erat.

Sed in multis vrbibus ſolum arenoſum eſt, deficiuntque glebæ & rami, cæteraque ſuppellex neceſſaria. vnde meliores ſunt reſciſſiones, quæ ante obſidionem fiunt, quia firmiores ſunt.

Quod pertinet ad verticalem ſectionem poſſet illis attribui ſectio prætenturarum, vallum earum, altius vallo principali, ne ſit obnoxium tormentis hoſtilibus. Secundò ne ab hoſtibus videatur eorum forma.



Tertiò nunquam relinquenda eſt vetus munitio, licèt conquaſſata niſi in extrema neceſſitate, vnde omnia adhibentur quæ moram poſſunt inficere.

iniicere. Excitantur vacerræ, ſtatuuntur dolia farta terrâ ad ſe tegendum, & cum nullus reſtat vlterioris defenſionis locus, præcipitantur vt multos hoſtes opprimant, muricibus item obſtruitur aditus. dum autem deſeritur ruina, datô ſignô, ex aliis ſtationibus exploduntur tormenta, & moſquetæ.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*De Anticuniculis.*

Cuniculus eſt potentiſſima ad expugnandas vrbes machina, quare omni conatu enitendum eſt, vt impediatur. fiunt putei nonnihil obliqui vt tandem infra foſſam perveniatur, tum fit porticus quæ foſſam tranſmittat, ſi hæc fieri non poteſt, eò quòd aqua eam impleat, non eſt vllum periculum ne hoſtes cuniculum agant. tranſmiſſâ foſsâ, fit alia porticus quæ viam intercipiat, qua hoſti veniendum eſt, vt ſi timetur apici propugnaculi, hæc ſecunda porticus erit perpendicularis ad capitalem. Si timetur ne hoſtis ad faciem adrepat, fiat illi parallela. Si timetur vtrique poterunt fieri duæ parallelæ faciebus, quæ conveniant. Poſſunt item alij putei profundiores fieri, multique ducuntur, quaſi ramuſculi, in quibus ſtatuuntur excubitores: qui auſcultent an hoſtes veniant, & quâ parte. habentur item maiores terebræ longæ 7. aut 8. pedes ad perfodiendam terram, dum ſoli indoles id patitur, inter eas terebras datur vna ſpecies cuius extremitas granum hordei imitatur. vnde vocatur granum hordeaceum His terebris prætentamus quæ ſit craſſities terræ vſque ad hoſtes. nam apertô foramine videtur eorum lumen. inſititiô deinde tormentô terram perrumpimus, aditumque obſtruimus, ſed notandum eſt ſi craſſities terræ 7. aut 8. pedes ſuperaverit, non perrumpet.

Inſititium tormentum variè applicatur, pro vt hoſtis ſuperiorem, aut inferiorem locum occupat. Si ſit in eadem linea horizontali; tabula verticalis eſt, illique applicatur tormentum, ita tamen vt trabecula fulciatur firmiter ſolum. Si verò hoſtes ſuperiorem locum occupent; ad eam partem dirigatur tormentum; vbi perruptus eſt cuniculus decertandum eſt, & obſtruendus cuniculus. In iis locis in quibus cuniculi profundiores eſſe non poſſunt, ſupernè aperiuntur.

Hæc methodus optima eſt quoties timetur, ne à longe hoſtis per cuniculum adrepat, quoties autem cunicularius foſſor, vineâ tranſmittit foſſam; fiant intra propugnaculum vnus, aut alter puteus, eô modô quô diximus ſuprà, hoc eſt cum pluribus ramuſculis, eôdemque modo expellatur foſſor.

Induſtriæ quæ communiter afferuntur ad detegendos cuniculos, nempe ope tympanorum ſunt valde inutiles, quia dum ita audiuntur, opus iam ita promotum eſt, vt vix impediri poſſit.

Vt expellatur hoſtis ex cuniculô, nonnulli cenſent fumum idoneum eſſe, ſed non multum hoſtibus nocebit, optimum eſt vti ignibus artificialibus, obſtructô priùs cuniculô, ne vtrinque æqualiter noceat.

Anticuniculi hoc eſt fornices ductæ ſecundum facies propugnaculorum ſæpe nocivæ fuerunt, ſi enim puluere pyrió impleantur, magnam partem propugnaculi diſiicient. Si cuniculus nondum ad vrbem obſeſſam pervenit; poteſt ſubiectô puluere pyriô deſtrui. Poſſent item hôc modô vinea, & hoſtium ſuggeſta ſolo æquari.

## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*Arcæ.*

Arcæ quæ apud Italos Caponeriæ dicuntur, ſunt reſciſſiones ſeu valla humiliora, operta, in quibus præſidiarij deliteſcentes foſſam defendunt, vbi deſunt promuralia, fieri poſſunt huiuſmodi arcæ, immô vero vrbes quæ muros habent lapideos, ideoque promuralibus communibus carere debent, ob diſſilientes vi tormentorum lapides, huiuſmodi arcas ſine periculo admittunt; poſſet autem ſtatio promuralis operiri tabulis, quæ ad vnum, aut alterum pedem terrâ veſtirentur.

Locus in quo communiter hæ arcæ adhibentur, erit ante alam, methodus talis eſto. fiat foſſa 7. aut 8. pedum latitudinis, profunditatis 4. aut 5. terra autem ea parte egeratur, quæ ad hoſtes ſpectat; fiat loriса duos pedes alta ſupra ſuperficiem terræ, hæc foſſa tabulis craſſioribus tegitur fiuntque feneſtellæ in lorica. id incommodi habent, quod ſæpe redduntur inutiles, eò quod parum extent ſuprà terram.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*De Vacerris palis, repagulis.*

Satis intelliguntur vacerræ, quarum vſus latiùs patet, caſtra enim vacerris optime muniuntur; adhibentur in mediis foſſis, vt naviculis aditus præcludatur, aliqui in pede loricæ ſubvrbanæ, nonnunquam verticales ſunt, aliàs horizontales. ad vacerras revocari poſſunt pali verticaliter ſolô infixi, & in quincuncem digeſti, qui clavis armantur quorum primi humiliores ſunt, ſecundi altiores, clavis loca vacua occupantibus.

Repagula item ad vacerras revocantur, ſunt autem vacerræ in quibus pauciſſimi ſunt pali ſolo infixi, qui connectuntur invicem longiori trabeculâ horizontali, hæc vſui ſunt ad formandas excubiarum ſtationes.

Dantur & trabes acuminibus vndique armatæ, quas communiter equos ſtiſiæ nominant, nempe ab inventore. ſunt autem trabes ſexangulæ & perforatæ in quibus, inſeruntur acuminati ſipiones, longitudinis 5. aut 6 pedum.

Murices ſunt quatuor ferreæ cuſpides, ita diſpoſitæ, vt quomodocumque diſponantur, vna ſit verticalis. hæc in foſſis magnô numerô diſponuntur, in via, quâ ad labem, ſeu ruinam illatam eundum eſt,

ARCHI

Digitized by Google

# ARCHITECTVRÆ MILITARIS

# LIBER SEPTIMVS.

## Perspectiua Militaris.

*QVAMVIS ex principiis in perspectiua communi tradendis, ea omnia perfiti possunt, quæ hoc in loco requiruntur, quia tamen non omnes qui arces, cateraſque munitiones describunt, possunt perspectiuæ regulas, tenere difficiliores, vt plurimum, quàm sit Architectura Militaris, alias praxes faciliores hic tradam, quæ licèt falsæ sint, non ineptè tamen suum obiectum exhibent.*

PRimum principium, hæc perspectivæ species, ichnographiam Geometricam intactam conservat, quamvis in communibus tabellis, & sectionibus, ichnographia alteretur. quare hæc perspectiva, vt ad regulas communes revocetur, horizontalis censenda est; hoc est sectio horizontalis supponitur.

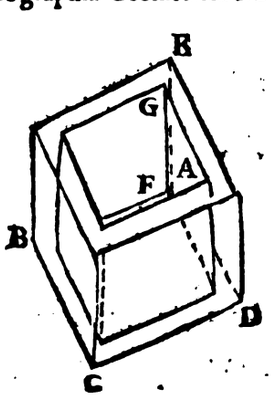
Secundum principium lineæ verticales obiectivæ, in hac perspectiva exhibentur per lineas item verticales, suaſque dimensiones conservant, quare sunt invicem parallelæ. quamvis secundùm regulas communes in sectione horizontali lineæ verticales, in puncto principali conveniant, & remotiores sint breviores; sed in hoc negotio facilitatem sectamur. quamvis si supponatur oculus in distantia infinita, possit hæc methodus regulis communibus congruere.

### PROPOSITIO I.

Problema.

*Muros verticales, supra ichnographiam Geometricam erigere.*

Sit ichnographia Geometrica ABCD, quæ mu-




rorum crassitiem habeat, ducantur per extremitates linearum, seu per angulos lineæ verticales, inter se parallelæ, & æquales altitudini propositæ, harum extremitates figuram formabunt ichnographiæ, omninò similem & æqualem, quare si extremitates iungantur lineis rectis, erit opus absolutum.

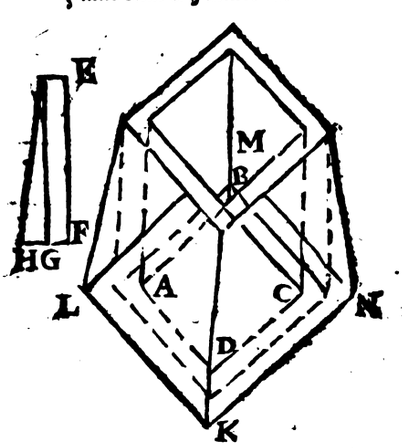
Notandum est ferè mediam partem linearum quas notavi, intra crassitiem muri cadere, ideoque notari non debere, vt verbi gratiâ lineæ AB, AE, non debent operatione peractâ apparere; cum directionis tantùm causâ ducantur. FG verò tota apparet.

Hæc praxis facile demonstrari posset, supponendo oculum multum distare à tabella, non quidem directè, sed ad angulum 45. graduum, quia in tali suppositione, punctum principale multum distabit, eruntque lineæ physicè parallelæ. quod autem dixi de quadratô de quàlibet alia figura intelligendum est.

### PROPOSITIO II.

Problema.

*Muros exhibere supra ichnographiam Geometricam simul cum erismatibus.*




Proponatur ichnographia Geometria ABCD,

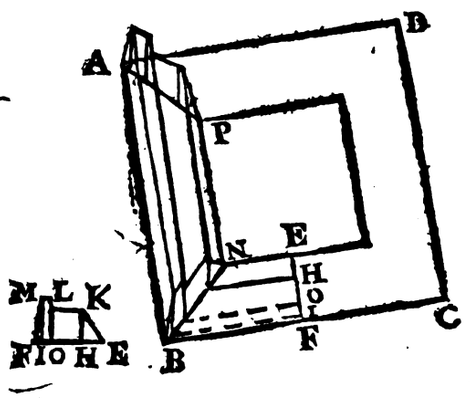
ſupra quam exhibendus ſit murus ſimul cum eriſmate, ita vt ſectio verticalis muri ſit EFGH, deſcribe circa ABCD, ichnographiam eriſmatis, ſitque KLMN, diſtetque à prima ichnographia, diſtantiâ lineæ GH, tum per præcedentem erige murum cuius altitudo, ſit æqualis lineæ FE, ſed pleræque lineæ ſint tantum adumbratæ, licèt in figura appareant. denique ab angulis ſuperioribus ducantur lineæ ad puncta KLMN, & perfectum erit opus: nempe exhibuiſti murum cum ſuo eriſmate; ſed deleri debent ferè omnes lineæ, ichnographiæ inferioris.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Exhibere vallum integrum munitionis cuiuſcumque.*

Suppono haberi ichnographiam totius munitionis. Sit v.g. ichnographia ABCD, vnius reductus, cuius ſectio verticalis FME, ducatur perpendicularis FE, in ipſa ichnographia, quæ eaſdem diviſiones habeat ac linea FE, quæ eſt baſis ſectionis verticalis. ducantur parallelæ lineæ BC, per puncta H, O, I, quæ operatio vitandæ confuſionis gratiâ in charta ſeparata fieri deberet. habebuntur puncta in quibus hæ parallelæ interſecant diagonalem BN, in iis excita perpendiculares æquales perpendicularibus I M, O L, H K, habebiturque vallum obliquum ſeu diagonale, transfer diviſiones diagonalis B N, in diagonalem A P, & erige perpendiculares prioribus æquales, hoc eſt ſectio valli obliqua quæ formata eſt ſupra B N, intelligatur transferri in AP, coniungantur extremitates perpendicularium ſupra B N, & A P excitatarum, & habebitur apparentia reductûs ABCD. multæ lineæ occultantur intra ſoliditatem murorum; quod iudicium & imaginatio meliùs indicabit, quam regulæ quæcumque.

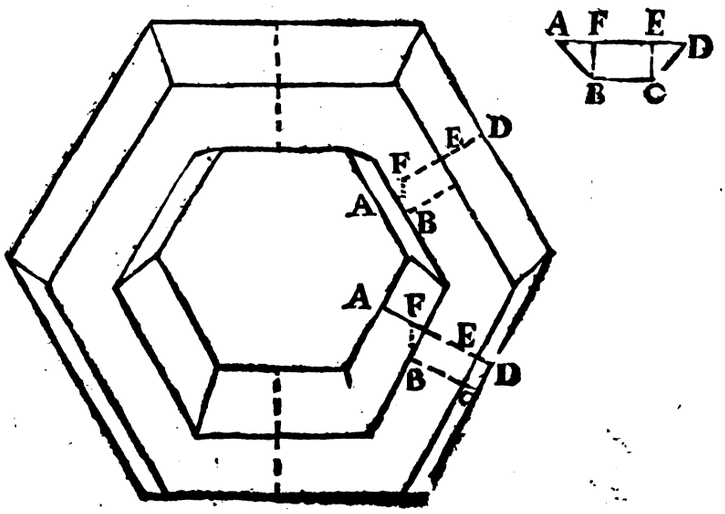



## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Diagramma foſſæ, & eriſmatum.*

Quamvis in pleriſque munitionibus exhibeatur foſſa, vt plena aqua, eamque diſtinguamus punctuatâ ſuperficie, poſſumus tamen foſſam, vt cavam exhibere. praxis eadem eſt, ac ea, quâ deſcripſimus murum cum ſuo eriſmate, niſi quòd, in hoc caſu perpendiculares infra lineam horizontalem ducuntur, in alio vero caſu ſupra lineam excitabantur. Habeatur igitur ſectio verticalis foſſæ, quæ ſit ABCD. ductis lineis AD, A D, quæ in diagrammate exhibent ſuperiorem latitudinem horizontalem foſſæ, ductis per puncta extrema D, parallelis vel faciebus, ſi fieret vera munitio, vel in hoc caſu lateribus polygoni; habebitur margo exterior foſſæ. norentur in




punctis F, & E, perpendiculares FB, EC, æquales lineis ſectionis verticalis, hæ lineæ perpendiculares in duobus caſibus coincidunt cum lineis AC, ducantur denuò per extrema puncta perpendicularium lineæ parallelæ lateribus polygoni, cavendo tamen quod nonnullæ ex his lineis lateant, intra murorum craſſitiem, ideoque notari non debeant.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Integra munitionis diagramma deſcribere.*

Non

Digitized by Google

Non erit difficile, ſolidæ munitionis diagramma integrum deſcribere. Primò habeatur ichnographia integra, in qua nempe ſint extremæ lineæ valli, margo foſſæ, extremitas loricæ promuralis, notandum tamen nonnullas ex his lineis, operatione perfectâ delendas eſſe. hæ tamen communiter perſeverant, margo foſſæ, extremitas declivitatis loricæ ſubvrbanæ, reſiquæ ita notentur vt deleri poſſint, quia pluribus in locis ſoliditas valli tegit lineas ichnographiæ. deſcribatur vallum ſupra ichnographiam ſuam, (*per* 3. *huius*) & (*per* 4.) deſcribatur foſſa, & perfectum erit opus. in quo haud dubiè deſudandum eſt, propter multitudinem linearum, in quibus ducendis proclivè eſt errare; cum multæ ex iis ſint tantum directivæ, & intra murorum craſſitiem lateant.

## PROPOSITIO VI.

Problema.

*De vmbris.*

Quamvis in perſpectiva communi nonnullas ſim trâditurus regulas vmbrarum, dicam tamen hic aliquid, vt meliùs appareant corpora quæ in hac parte deſcribuntur. Nonnulli vt aſſuefiant vmbris præ oculis habent corpus ſolidum, verbi gratiâ librum, quem eô ferè modô detorquent, quô corpus in chartâ deſcriptum, vmbraſque eôdem modô notant in ſuo diagrammate, quô eas in eo corpore animadvertunt.

Hæc tamen generalis regula dari poteſt, fingere debemus lucem ab vna tantum parte affulgere, ita vt ſuperficies ad eam partem ſpectantes nullis, aut pauciſſimis vmbris inficiantur, oppoſitæ verò fiant vmbroſæ.



TRACTATVS

Digitized by Google

# TRACTATVS XIV.

# HYDROSTATICA.

*PARTEM Matheſeos noſtræ iucundam; aquè ac facilem aggredimur. ſecundum nempe mundi elementum, in quo quatuor tantùm, mathematicæ conſiderationis inueniõ; nempe pondus aquæ ad quod maximè ſpectat Hydroſtatica, ſeu de inſidentibus in humido ſecundum curſus eius, ſeu de fontium naturalium, & fluminum curſu, 3. vis impulſiua, ad quam fontes omnes artificiales, & machinæ hydraulicæ reuocantur, 4. denique nauigatio quæ quatuor ſingulos tractatus ſibi vendicabunt.*

## DEFINITIONES.

### DEFINITIO I.

CORPORA æquiponderantia abſolutè, ſunt eà quæ in aëre poſita in bilance æqualium brachiorum, ſtant in æquilibrio, vt duo pondera quæcumque vnius libræ. intelligo autem quod ſtent in æquilibrio in aëre, cuius 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, vt ſi ſint duo cubi palmares, qui in bilance æqualium brachiorum ſtent in æquilibrio, illi erunt eiuſdem 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. hic vtramque 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 aliô quôcumque liquido ſervata proportione intelligi debet.

### DEFINITIO III.

Liquidum corpus, ſeu vt vocant humidum, illud eſt quod facilè alienô, difficillime ſuô termino continetur. quæ definitio ſatis per ſe patet nec vllam peculiarem difficultatem facit.

### DEFINITIO IV.

Corpus ſolidum illud eſt, cuius partes ita inter ſe vnitæ ſunt, & cum aliqua difficultate divellantur. quare per ſolidum, non intelligimus tantum corpus illud, quod habet trinam dimenſionem.

## SVPPOSITIONES.

Suppoſitio prima. Ex principiis Staticis iam ſuperiùs traditis, clariſſimum eſt, vt poſſit iudicium ferri, de gravium interſe comparatorum deſcenſu, aut præponderantia, non eſſe ſolum eorum gravitatem attendendam, ſed etiam peculiarem diſpoſitionem ad motum maiorem, aut minorem: ita vt maior motus, maiorem gravitatem ſupplere poſſit. Quòd manifeſtiſſimum in omni genere machinæ, aut potentiæ motricis; quemadmodum fusè ſatis explicuimus ſuô locô, præcipuè verò, in libra maiori, in quâ vidimus, idem appendiculum vnius, verbi gratiâ libræ, ſtare in æquilibrio, cum 10. 100. 200. 1000. libris, ex brachio breviori appenſis, dum magis, aut minùs à iugô removetur, tunc enim maiorem deſcribit circulum, ex quo & maiorem vim ad ſuſtentandum pondus oppoſitum, maioremq; reſiſtentiam obtinet, põdus enim maiori 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, vt pondus duarum librarum, diſtans vnô pede à iugo, eſt in æquilibrio, cum pondere vnius libræ duobus à iugo pedibus remotô. cum idem ſit vnam libram movere per duos pedes, ac duas libras per vnum pedem. Ad hoc igitur principium revocabimus, quæcumque de natantibus in humido demonſtrabuntur, ita enim exactè, hoc principium obſervatur, in hac materia vt nulla ſit ſtatera exactior.

Suppoſitio ſecunda. Momentum apud mechanicos, eſt id quô potentia fit potens ad agendum, & reſiſtendum. quare momentum eſt menſura virium quæ ſunt in aliqua potentia. componitur autem momentum, vt iam diximus, ex gravitate abſoluta ponderis, & diſpoſitione ad motum maiorem, aut minorem. reſpectu motûs quem producere debet, in alio corpore, quod ſurſum moveri debet dum primum deorſum fertur. vnde non tantùm ad cognoſcendum momentum debet grauitatis abſolutæ haberi ratio, ſed etiam motûs, atque hæc ſecunda ſuppoſitio ferè cum prima coincidit,

PROPO

## PROPOSITIO I.

### Problema.

*Ea corpora grauia, in aqua merguntur quorum momentum maius est momento aquæ, sursum impellendæ, aut sustentatæ.*

Sit corpus graue, aquæ impositum, quod tale sit vt maius momentum habeat, quàm tota aqua, quæ ipsò descendente debet sursum impelli, aut sustentari: dico corpus illud demergendum.

Demonstratio, corpus illud aliud attollere potest, cuius momentum maius est; sed ex suppositione corporis solidi momentum maius est, momentò totius aquæ, interea ascendentis, ergo per suppositionem secundam, victoria erit penes corpus solidum.

Si verò aquæ totius, expellendæ à corpore, vt totum demergatur maius sit momentò corporis solidi, non totum mergetur corpus solidum; quia victoria stare debet penes aquam cuius momentum maius est. cum autem dum incipit mergi non tota ascendat aqua, sed aliqua tantum eius pars, & pondus graue totum iam ab initio momentum suum habeat, ideo aliqua corporis grauis pars mergetur, donec aquæ sustentatæ, & solidi, momenta sint æqualia.

3. Si momentum aquæ ascendentis, per corporis solidi demersionem, æquale sit momentò corporis demersi, erit æquilibrium atque adeo corpus graue erit indifferens ad omnem motum in aquâ.

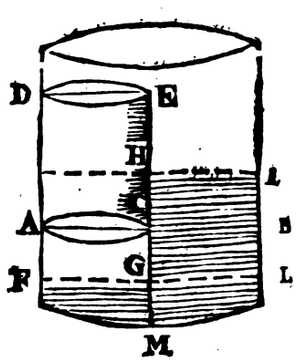
Quare restat examinandum vtriusque tam corporis demersi, quàm aquæ ascendentis momentum, vt de totò negotiò ferri possit iudicium, cum momentum ex duobus coalescat, nempe ex moto; & ex grauitate absoluta, ideo sequentibus propositionibus vtrumque considerabimus.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Dum aqua ambiens, equalis est prismati demersò: moles aquæ ascendens minor est parte corporis demersâ.*

Sit in vase quopiam superficies aquæ AB, sitque prisma ACDE, Cuius basis AC, & reliqua su-




perficies aquæ CB, æqualis basi prismatis AC demergatur prisma vsque 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 quo ad molem, spatio occupato à prismate infra priorem superficiem aquæ; nempe æqualis est spatio AFGC occupatò à prismate infra lineam AB, nam ea tantum aqua ascendit cuius locus occupatur, sed cum tota aqua ante demersionem sit infra AB, aqua ascendens æqualis erit spatio occupato infra lineam A B: sed pars prismatis demersa maior est, quam quæ posita est infra AB, cum enim aqua expulsa non euanescat, 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.

*Vt se habet superficies aqua 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 quo ad 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 AK (*per* 7.6.) aut (*per* 30. 11.) sunt vt bases CB, ad AB: ergo aqua ascendens se habet ad partem prismatis demersam. vt CB reliqua superficies aquæ, ad AB totam superficiem vasis.

### COROLLARIVM 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, vt in appositâ figurâ constat.

### COROLLARIVM II.

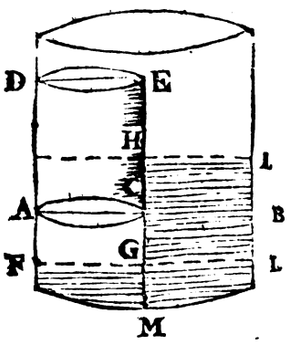
Si magnitudo vasis tanta sit, vt prisma cum illa insensibilem habeat rationem, atque adeo superficies aquæ reliqua, ferè sit æqualis superficiei totius, aqua ascendens æqualis erit sensibiliter parti prismatis demersæ, nunquam tamen præcisè, & geometricè.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Dum mergitur corpus, eleuatio aquæ supra superficiem pristinam se habet, ad descensum prismatis, vt basis prismatis ad superficiem aquæ circumfusæ.*

In superiori figurâ sit AB superficies aquæ ante immersionem prismatis, & post immersionem




sit superficies aquæ HI; ita vt aqua eleuetur supra priorem superficiem, secundum lineam CH, sitque basis prismatis AG, superficies aquæ circumfusæ sit CB; dico ita esse AC, ad CB, sicut CH, ad CG descensum prismatis.

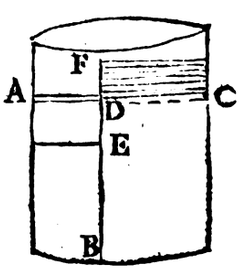
Demonstratio aqua CI æqualis est parti prismatis AG, quæ eius locum occupauit, sed prismata æqualia, reciprocant bases, & altitudines; (*per* 34. 11) ergo vt basis prismatis nempe AC, ad basin aquæ, seu CB, ita altitudo CH, ad altitudinem CG. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Parum aquæ est in æquilibrio cum multa aqua quoties scilicèt sunt in eadem linea horizontali.*

Sit aqua AB multo minor in quantitate, quàm aqua BC, sit tamen vtriusque eadem superficies horizontalis AC: dico aquam AB, esse in æquilibrio, cum aqua BC. supponatur enim aqua AB,




ita descendere, vt impellat aquam BC, eamque eleuet vsque 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, vt DF, ad DE, sed vt AD, ad DC, ita tota aqua AB, ad aquam BC, seu pondus aquæ AB, ad pondus aquæ BC; sunt enim eiusdem grauitatis specificæ: FD autem est motus aquæ BC; & AE est motus aquæ BE. Ergo vt pondus aquæ AB, ad pondus aquæ BC; ita est motus aquæ BC, ad motum aquæ AB. ergo ex principio communi mechanices aquæ AB, BC, 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 FH, æqualis in mole duabus libris aquæ, dico esse æquilibrium, nec posse corpus illud vlteriùs progredi, seu maiorem copiam aquæ attollere.

Demonstratio si locô prismatis, substitueretur, aqua in spatio FH essent duæ libræ aquæ, ea nempe aquæ quantitas, quæ in mole æqualis est parti demersæ FH, sed si substitueretur aqua esset æquilibrium; quotiescumque enim aquæ superficies est horizontalis, toties est æquilibrium, & tunc vna aqua non attollit aliam; sed duæ libræ aquæ, sunt æqualium virium, cum duabus libris corporis solidi; ergo si locô aquæ reponatur corpus duarum librarum, erit æquilibrium, cum reliqua aqua; igitur non procedet vlteriùs, seu maiorem copiam aquæ loco dimouere, seu attollere non poterit.

Si verò, totum prisma non ponderet duas libras, sed vnam tantùm; non habebit vires æquales duabus libris aquæ, quarum vacuitas FH est capax. & quæ facerent æquilibrium, quare reliqua aqua, corporis illius grauitatem superaret. atque adeò attolleret corpus illud. E contra verò si corpus penderet plusquam duas libras, maiores vires haberet, & sursum aquam attolleret.

Nascitur tamen difficultas ex superioribus propositionibus, cuius solutio hanc materiam clariorem reddet. diximus in eadem figura, aquam. ascendentem descendente prismate, minorem esse parte prismatis demersâ, vt in appositâ figurâ, aqua ascendens est CBIH, pars prismatis demersa est, FH quæ est dupla, & in exemplo illius figuræ; est dupla aquæ ascendentis; & ascensus vnius 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 CBIH, antea erat in AFGC, & erat in æquilibrio cum aqua CBLG, eamque sustentabat, cuius locô subiuitur prisma; ergo prisma expulit solam aquam CBIH, pugnat tamen, & cum CBIH, & cum CBLG, eôdem prorsus modô, vt si essent duo pondera in lance vtraque stateræ, verbi gratiâ vna libra, in vtraque; si vtrumque pondus in vnam lancem coniiciatur, necessariô in alteram imponendum erit pondus duarum librarum. ita etiam in nostro exemplo accidit,

Ostendo item aliô modô esse æquilibrium cùm ex suppositione, aqua æqualis in mole parti prismatis FH, sit duarum librarum, in proposito exemplo aqua HL, erit etiam duarum librarum, aquæ igitur FM, & ML sunt in æquilibriô, sed aqua HL duarum librarum est in æquilibrio cum prismate, quod supponitur etiam esse duarum librarum; ergo aggregatum ex prismate, & aqua

Digitized by Google

aqua F M est in æquilibrio, cum aggregato ex aqua M L, & L H ergo omnia permanent in æquilibrio.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*Corpus in specie leuius aquâ, non mergetur totum.*

Corpus in specie leuius aquâ, maiorem habet molem quam aqua ipsi æquiponderans ergo aqua ipsi æquiponderans, minor est illô; ergo antequam totum mergatur occupabit locum aquæ ipsi æquiponderantis: sed (*per precedentem*) 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 grauius aquâ totum mergitur.*

Corpus in specie grauius 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 reliquâ aquâ, sed ex suppositione grauius est illâ; ergo grauius est, quam vt sit æquilibrium. ergo vincet adhuc. cum autem etiam si totum mergatur non occupet spatium maioris, aquæ, nec plures eius partes attollat. semper superabit aquam, & fundum petet.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Corpus æqualis grauitatis cum aquâ; totum mergetur, indifferens tamen erit ad quemlibet locum in aquâ obtinendum.*

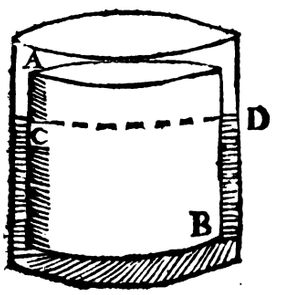
Corpus æqualis in specie grauitatis cum aquâ, dum totum mergetur, tunc primùm occupabit locum aquæ ipsi æquiponderantis, sed (*per 6. huius*) quotiescumque corpus occupat locum aquæ ipsi æquiponderantis, toties est æquilibrium: ergo dum corpus illud totum mergetur erit æquilibrium; cum autem semel totum immersum est, non occupat locum maioris aquæ; igitur nunquam destruetur æquilibrium: igitur quemcumque in aqua situm habeat, erit æquilibrium.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*Corpus in specie leuius aqua; à quantumlibet paruâ aquâ sustentari potest.*

Sit quodcumque prisma in specie leuius aquâ, pendens verbi gratiâ 100. libras. dico ab vnâ libra aquæ sustentari posse, fiat enim vas ita ipsi




respondens, vt inter eius latera, & prisma contineri possit vna libra aquæ, & quia prisma illud est in specie leuius aquâ, eius moles erit maior 100 libris aquæ, sit eius pars C B æqualis in mole 100 libris aquæ; & tanta aqua infundatur, vt perueniat ad lineam horizontalem C D, dico in tali casu aquam licet modicam sustentaturam illud prisma.

Demonstratio, (*per sextam huius*) quotiescumque pars corporis æqualis in mole aquæ æquiponderantis toti corpori mergitur, toties est æquilibrium, & sustentatur ab aquâ totum corpus; sed in nostrô casu, ita se res habet, supponitur enim aqua infusa peruenire vsque ad lineam horizontalem C D, & partem C B, æqualem esse in mole 100 libris aquæ. ratio est quia si loco prismatis A B, substituerentur 100 libræ aquæ, quæ æquales essent in mole, parti C B, esset æquilibrium; ergo etiam est æquilibrium, si loco aquæ reponatur prisma pendens 100 libras. ratio vlterior est, quia aqua est in magno motu.

## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

*Quodcumque corpus leuius aquâ, tàm benè sustentatur in aquâ profunda quàm in non profunda, nec magis in vnâ, quàm in alia mergitur.*

Quodcumque corpus leuius aquâ, mergitur eâ parte sui, quæ æqualis est in mole, aquæ sibi æquiponderanti, & demonstratio vniuersaliter ostenditur, (*propositione sextâ huius*) si enim in aqua profundâ, mergitur donec occupet locum aquæ sibi æquiponderantis, & in aqua non profundâ, mergatur pariter donec occupet locum aquæ sibi æquiponderantis, non magis mergetur in vnâ quam in aliâ. Ratio vlterior est, quia si loco corporis substitueretur aqua ipsi æquiponderans, hæc ab alia sustentaretur, sed non requiritur maior



Digitized by Google

virtus ad sustentandum corpus, quam ad sustentandam aquam ipsi æquiponderantem. communis tamen opinio aliter iudicat: 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 vt nihil sit timendum nauibus modò fundum non tangant, hoc est si nauis 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 grauius aquâ, nec à toto mari sustentari potest.*

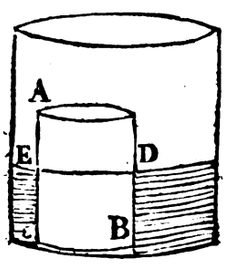
Nullum corpus sustentari potest, quod minorem occupat locum in aqua, quàm aqua ipsi æquiponderans, tunc enim tantùm innatabit quando occupabit locum aquæ sibi æquiponderanti, sed nunquam talem occupat locum. si enim vbi totum incipit immergi, eius loco substitueretur aqua ipsi æqualis in mole, esset æquilibrium, sed loco talis aquæ ponitur corpus solidum prævalens: ergo vlteriùs tendit. idem dicendum est vbi descenderit aliquantulum, si enim, in eius loco poneretur aqua, ibi maneret, esseteque in æquilibrio cum alia, ipsum autem corpus grauius est tali aquâ: ergo preualere debet & vlteriùs tendere.

## PROPOSITIO XIII.

### Theorema.

*Prisma leuius aquâ in specie positum in vase, non ascendet, donec tanta infundatur aqua, vt ita se habeat altitudo prismatis, ad altitudinem aquæ, vt grauitas specifica aquæ, ad grauitatem specificam prismatis.*

Comparari facilè potest gravitas specifica, vnius, cum grauitate specifica alterius, nempe positâ vtriusque æquali mole ita se habebût, vt grauitates specificæ, ita vt illud dicatur duplo maiorem habere grauitatem specificam, quod duplo maiorem sub eâdem extensione grauitatem habebit. vel positâ vtriusque corporis eâdem grauitate, quod maiorem habebit molem minorem dicitur habere grauitatem specificam. sit ergo prisma AB,




cuius gravitas specifica se habeat ad graviratem aquæ, vt 1 ad 2 sitque positum in vase, in quod infundatur aqua vsque ad D, sitque vt 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;

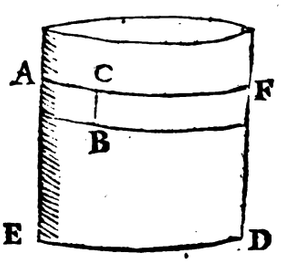
Demonstratio vt grauitas specifica prismatis. ad gravitatem specificam aquæ, ita BD, ad AC, sed vt BD ad AC, ita prisma CD, ad AB, ergo vt grauitas specifica prismatis, ad gravitatem aquæ, ita magnitudo CD ad AB, quare aqua æqualis in mole ipsi CD, erit æquiponderans prismati AB, nam quoties grauitates specificæ se habent vt magnitudines reciprocè; sequitur idem esse vtriusque corporis pondus. quare pars demersa CD æqualis est in mole, aquæ æquiponderanti toti prismati (*vnde per 6. huius*) erit æquilibrium.

## PROPOSITIO XIV.

### Theorema.

*Liquores Leuiores leuitate specificâ aliis grauioribus supernatant.*

Sit liquor AB in specie leuior aqua CDE, & in eadem superficie ACF cum aqua, dico fore vt deprimatur aquæ superficies AC & superfundatur supra CF.




Demonstratio si loco liquoris AB substitueretur aqua, esset æquilibrium vt ostendimus (*propositione quintâ huius*) sed liquor AB, est leuior; igitur, ab aqua attolletur supra superficiem AC, vbi vero excesserit lineam ACF, effundetur supra superficiem CF, atque ita deinceps, donec totus innatet; nisi forsitan tenacitas liquoris impediat, quominus tàm perfectè extendatur supra superficiem aquæ; neque enim extendi potest in superficiem zenonicam.

## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Fieri potest vt nauis in mari supernatet, in aqua fluuiatili demergatur.*

Suppono ad hanc propositionem demonstrandum, aquam salsam, esse graviorem aquâ dulci, & fluviatili; hoc est sub iisdem dimensionibus maiorem habere gravitatem, aut sub eodem pondere minorem extensionem. sit ergo nauis cuius moles maior sit aquâ salsâ ipsi æquiponderante, sed minor aquâ dulci pariter ipsi æquiponderante; cùm enim sub eodem pondere adæquante gravitatem navis, aqua dulcis maiorem molem habeat, quàm salsa, fieri poterit vt moles navigij sit maior, mole aquæ salsæ, & minor mole aquæ dulcis, sed in tali casu supernatabit navigium

Digitized by Google

navigium aquæ ſalſæ, & mergetur in aqua fluviatili; nam in aqua ſalsâ dum navigium occupabit locum aquæ ſalſæ ipſi æquiponderantis, totum immerſum non erit, cum maiorem extenſionem habeat ex ſuppoſitione; cum verò aquæ dulci imponetur, mergetur totum, antequam occupet locum aquæ dulcis ipſi æquiponderantis; ergo vlteriùs deſcendet, donec totum demergatur. vndè non tota navis mergetur in aquâ ſalsâ; tota autem mergetur navis intra fluviatilem.

## PROPOSITIO XVI.

### Theorema.

*Vas metallicum plenum aqua mergitur, vacuum ſupernatat.*

Vòlo vas metallicum, aut eſſe cavum ſimpliciter, aut eſſe Sphæricum vndique clauſum, ita vt 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, primo ſi velimus conſiderare aggregatum ex metallo, & aquâ; illud maiorem 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, cuius pondus in alia aquâ non reſpicitur, metallum eſt gravitatis maioris 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, reſiſtet enim aqua. At verò dum plenum eſt aquâ, debet conſiderari cum ipſo pondus ipſius aquæ.

Dices non eſſe eam rationem, ſed quod ſubleveturà levitate aëris intus incluſi. Sed contra, quia in cymba metallica, aër intus incluſus non poteſt adhærere cymbæ, vt illam ſuſtineat. deinde ſi aliqua methodò 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 ſecluſò per intellectum, omni corpore incluſò levitante, dum immergitur aquæ, occupat locum non tantùm æqualem moli metalli, ſed etiam toti Sphæræ, ponamus totum metallum pendere vnam libram, poteſt illa libra metalli ita tenuari, vt ex ea fiat globus cuiuſcumque 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; ſecluſò per intellectum omni aëre.

### COROLLARIVM I.

Ex quibus vides rationem, quare naves tot mercibus onuſtæ, tot tormentis bellicis, & ſæpe plombo; non tamen mergantur, licèt hæc pondera ſeorſim ſumpta, in ſpecie ſint graviora, quam aqua. quia aggregatum ex his omnibus ponderibus, navi, & aëre incluſò, eſt in ſpecie levius aqua. hoc eſt maiorem habent extenſionem, quàm aqua ipſis æquiponderans. in quò licèt figura in ſe præciſè nihil conferat, multum tamen facit, eò quòd multum ſpatium intra comprehendat, vnde fit, vt cum maiori aquæ mole comparari debeat. nam ſi omnes navis aſſerculi complicarentur, adiungerenturque cætera pondera, haud dubiè mergerentur, ſed adiungitur præterea aër, qui intra aquam ſimul cum navigio deſcendit, quare illius ratio haberi debet.

Vides item quare conquaſſatæ naves mergantur; quia nempe locò 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 aquâ plenum non mergitur totum, ſed aqua in eo contenta, attollitur ſupra ſuperficiem alterius aquæ. quia nempe aggregatum ex lignò, & 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 ſubiectis veſicis ſuſtentantur, pontes ex naviculis, ex doliis vacuis, conſtruuntur.

### COROLLARIVM II.

Eò modò facilè ſine vllâ rarefactione novâ, explicare poteris modum, quò aqua in nubem attenuata, aſcendit ſupra aërem, quæ ante illam attenuationem infra aërem deſcendebat. Et primò quidem facile intelligitur quomodo fieri poſſit, poſitâ verâ rarefactione, vt 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 vt pote grávior ſuperat, & vincit. dum verò aqua incaluit maioremque 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 admixtionè alterius materiæ, neceſſariò admittere debet dari, corpora alia aliis graviora, aut leviora, ita ignis levior eſt aëre, aër aquâ, aqua quam terra. quare dum calefit aqua, eiuſque partes diſtrahuntur ab invicem, ex qua attenuatione adhuc gravitatem non mutant, ſed cuilibet particulæ aquæ, annectitur aliqua ignis particula, vnde fit vt 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, ag-



Digitized by Google

gregatum ex aqua, & igne, quod enim non poteſt ſuſtentare partem, non poterit ſuſtentare totum.

Reſpondeo illud argumentum fieri poſſe de quôcumque pondere cui veſica adiungitur, ſit enim plombum quod ab aquâ ſuſtentari non poterit, ſi adiungatur lignô, vtrumque ab aqua ſuſtentabitur, vt experientiâ conſtat. ad vtrumque 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 illô gravior.

Sæpe ligna diu madefacta merguntur, licèt antea ſupernatarent, quia ſæpe ſit vt præcisè materia ligni ſit gravitatis maioris quàm aqua; ob frequentiſſimos tamen poros, fit amplior, immò includit multum aëris, quare aggregatum ex lignô, & aëre levius eſt aquâ, ejectô tamen aëre admiſsâque in locum eius aqua, fit aggregatum gravius aquâ, quod ab eâ ſuſtentari non poteſt.

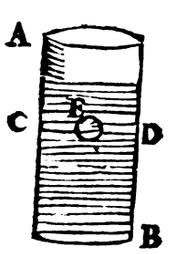
Glacies non eſt denſior aquâ, ſed rarior, vnde ſupernatat aquæ. immo immiſceretur multus aër, aut vapor intra aquam, vt fiat glacies, qui vapor vicem habet coaguli: internoſcimus autem hunc vaporem permiſceri, ex frequentibus bullis: quas in ea notare licet. vnde quoties franguntur vaſa, ex aquæ in glaciem concretione, non franguntur, quòd eorum latera intus, attrahantur ab aquâ, in minorem locum contractâ, ſed verè dum prima aquæ ſuperficies eſt congelata, tanta vi admiſcentur vapores, vt aquam amplificent, vnde perrumpuntur vaſa. quod experientiâ ita notum eſt, vt nullus refragari poſſit.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Idem corpus, modò aquæ ſupernatat, modò mergitur.*

Iucundum ſane ſpectaculum, iiſque qui rationem ignorant, prorſus mirabile, de quô iam diximus aliquid. Sit igitur maior phiala AB, plena




aquâ, immo illius collo annectatur veſica piſcis, quæ aut ſit plena aqua, aut aëre, intra phialam AB, ſint aliæ ampullæ minores apertæ ſemiplenæ aquâ, ore inverſô. quæ ferè ſint in æquilibrio cum aqua. poterunt autem ita ad æqualitatem cum aquæ gravitate revocari, vt comprimendo tantiſper veſicam, deſcendant vna poſt aliam, ceſſante autem tali compreſſione aſcendant, & ita quotieſcumquè libuerit, eas coges ad aſcenſum. quæritur autem ratio huius experimenti.

Reſpondeo ampullulas intra maiorem phialam contentas, ex ſuppoſitione eſſe ſemiplenas aquâ, & ſemiplenas aëre, qui aër patiens eſt compreſſionis; antequam ergo comprimatur veſica, aggregatum ex ampullula, & aëre contentô, maiorem 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 vt aggregatum, ex vitro & aëre incluſô minorem locum occupet, quàm aqua ipſi æquiponderans. quare (*per 6. huius*) mergi debet, vel quod idem eſt maior copia aquæ ſubit ampullulas eaſque graviores reddit.

Artificibus autem relinquo modum ita comprimendi veſicam, vt 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, qua ad libitum aut magis, aut minus mergatur. immò nonnunquam tota ſub aquis lateat.*

Exhibitum fuit à viginti circiter annis, Lugduni ſupra Ararim incundiſſimum ſpectaculum. navicula fuit coriacea vndique tecta, vnius tantum hominis capax, mediô corpore è navicula extantis, & duobus diſcis, tanquam remis eam impellentis. Id autem quod mirum omnibus accidit, modô magis, modò minùs navicula mergebatur, ita vt nonnunquam tota ferè extaret, aliquando fere 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 maioris; quare magis deprimi debuit, & mergi, dilatatô autem aëre incluſô reddebatur maior moles totius aggregati, atque adeò minùs proportionaliter mergi debuit. vel potuerunt folles includi intra naviculam, quibus aut eiiceretur, aut intromitteretur aër.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Termometrum conſtruere.*

Propoſitione 17. vidimus ampullulas, intra maiorem phialam incluſas, modò deſcendere, modò emergere

Digitized by Google

emergere, provt in angustiorem locum, coarctatur aër in iis inclusus. Sint ergo quam plurimæ ampullulæ, quæ ferè cum aquâ consistant in æquilibriô, hoc est tantùm non mergantur, certum est quod ingruente frigore constringetur aër intra ampullulas contentus, in cuius locum aqua succedet, atque adeò idem præstabit frigus, quod facit compressio aquæ.

Quare si sint plurimæ huiusmodi ampullulæ non omnino æquales in gravitate, sed quam gradatim differentes, quæ erit maioris gravitatis primô frigore descendet, exinde sequens, & ita deinceps. remittente autem frigore, ascendent contrariô ordine, vnde 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, vt dicatur navis centum, ducentorum, mille doliorum. quod communiter à nonnullis accipitur, quasi navis moderate 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 sextâ huius*) omne corpus grave, ita mergatur in aquam, donec in eâ 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. vnde concludimus totam navim simul cum imposito onere æqualem esse in gravitate, centum doliis aquæ. est autem pondus vt volunt nonnulli bis mille librarum,

Vnde qui vnius dolij magnitudinem, & pondus tenuerit, facile poterit ex immersione navis, & eius item magnitudine totum eius pondus assignare. non deerit tamen difficultas, eò quòd navium carinæ irregularem aliquam figuram habeant.

## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*Cognitô nauis aut cuiuscumque solidi pondere, determinare quantùm in aquâ mergatur.*

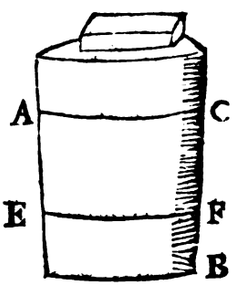
Hæc propositio est conversa superioris, Supponatur enim pondus alicuius naviculæ cum suô onere esse mille librarum, ponamus autem pedem cubicum aquæ esse duarum librarum, igitur navigium descendet in aqua, donec occupet in ea locum quingentorum pedum cubicorum. quare in ipso navigio, assignandi sunt quingenti pedes cubici, quod ex figura maxime pendet.

## PROPOSITIO XXII.

### Theorema.

*Eadem virtus requiritur ad sustentandam aquam in aëre, quæ necessaria est ad vas aliquod vacuum, eiusdem aquæ capax, in aquam immergendum.*

Sit vas quodcumque quod primô vacuum in aëre sustentetur, impleatur aquâ, maior vis adhibenda erit, vt sustineatur. dico eam vim additam, æqualem esse, illi quæ necessaria est, vt vas plenum aëre in aquam tantum demergatur, quantùm plenum aquâ mergeretur, modo plenum aquâ supernatet.




Sit vas AB, quod plenum aquâ demergatur vsque ad lineam AC, vacuum verò demergatur vsque ad lineam EF; dico dum vacuum erit, tantam virtutem requiri, vt protrudatur in aquam vsque ad lineam AC, quanta necessaria est, vt sustentatur tota aqua vasis in aëre.

Demonstratio. Virtus quæ requiritur ad sustentandam aquam æqualis est ponderi illius aquæ, ponamus esse 100. librarum: sed pondus æquale 100. libris, tantumdem merget vas illud, ac centum libræ aquæ. ponatur enim vas pendere 10 libras. dum vas plenum aquâ demersum erit vsque ad lineam AC, sequitur vas illud tunc occupare locum aquæ pendentis centum, & decem libras; sed substitutô pro aquâ, pondere quôcumque 100 librarum, aut virtute illi æquivalente, idem vas occupare debet locum centum, & decem librarum aquæ, ergo eadem virtus requiritur ad demergendum vsque 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 vnum navigium, eiusque funis ergatis aliisque machinis quantùm 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 aquâ. quia autem alia navis, vt pote onusta magis mergitur, quàm antea, laxus erit funis, quare adduci debet quantum fieri potest, & exonerari, & hoc alternatim fiat si tandem attolletur navigium vsque ad superficiem aquæ.

PROPO

Digitized by Google

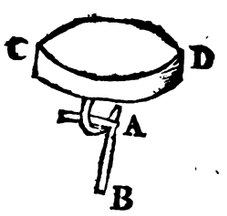
## PROPOSITIO XXIV.

### Problema.

*Cur aqua profundiores, bolide explorari non possint.*

Mirantur nonnulli in certis oceani partibus, tantam vt arbitrantur esse profunditatem, vt 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 aquâ, vbi verò aggregatum illud propter adiectum longiorem funem, fuerit in specie levius aquâ, tunc sustentabitur bolis, & funis aut supernatabit, aut non rectà descendet, & hæc ratio optima est, positô quod funes nautici sint in specie leviores aquâ. Si verò vt nonnulli existimant funes nautici sint in specie graviores aquâ, ad aliam rationem recurrendum est certum igitur funes nauticos licet graviores aquâ non multum tamen illâ graviores esse; quandiu autem bolis ad gravitatem funis habet certam proportionem, aggregati gravitas specifica longô superat intervallô gravitatem aquæ, quando verò tantus funis demissus est, vt bolis ad illum notabilem proportionem non habet, tunc aggregati specifica gravitas non multum 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, cuius ratio est hæc, quam dixi, nempe quod non satis vehementer trahatur funis, ob immodicam bolidem respectu funis demissi, ex quo fit vt licèt bolis fundo innitatur, vix advertatur, cessare bolidis tractio.

Quærunt nonnulli methodum facillimam aquarum profunditatem sine funibus explorandi, & ad hunc finem duo corpora simul iugunt; nempe plombum adiungunt suberi, ita tamen vt ipso fundi contactu separentur, vt figura satis expri-




mit, in qua A B, est plombum ad modum Gnomonis in superiori parte efformatum adhærens vnco. suber autem est CD. quod vbi à plombo separatum fuerit enatat, & ad aquæ superficiem evolat, ex tempore autem. quod insumitur, tàm in descensu aggregati ex subere & plombo, quàm in ascensu suberis potest iudicium ferri de aquarum profunditate. Sed ad hoc perficiendum multa sunt observanda.

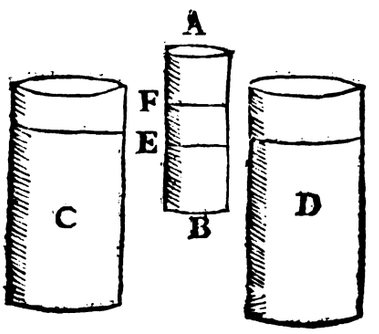
Et primò quidem observandum esset tempus quod insumit plombum in descensu, immò quam proportionem observet, an acceleretur eius motus, an secundum seriem numerorum imparium, an ad æquabilitatem aliquando perveniat. pariter considerandus esset ascensus suberis, an pariter acceleretur, & ita tot sunt circumstantiæ, vt nisi multæ præcesserint experientiæ nihil in hac materia certi, constitui posse existimem. maior enim diversitas in descensu diversorum gravium, in aquâ quàm in aëre animadvertitur, nam globulus argillaceus siccus, tres tantum pedes quinque secundis minutis perfecit, globus plombeus 10. spatio vnius minuti absolvit.

## PROPOSITIO XXV.

### Theorema.

*In humidis diversis, partes eiusdem corporis solidi levioris demersæ, se habent reciprocè, vt gravitates specificæ humidorum.*

Sit corpus solidum AB; quod in humido C, demergatur vsque ad lineam E, in humido autem D, descendat vsque ad lineam F, dico ita esse gravitatem specificam humidi C, ad gravitatem specificam humidi D, vt pars BF, ad partem BE.




Demonstratio. Gravitas specifica humidorum, positô eôdem pondere se habet reciprocè vt extensio, seu moles & magnitudo, sed pars humidi C, æquiponderans solidô AB, æqualis est parti EB, (*per 6. huius*) & pars humidi D, æquiponderans eidem solidô AB, æqualis est in mole parti FB: ergo gravitas specifica humidi C, ad gravitatem, specificam humidi D, se habet vt 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 vna, aliâ sit levior, & magis aut minus saturata sale.*

Sit quodcumque corpus aquâ levius, quod in vtramque aquam demittatur, ea in qua magis demergetur levior erit.

Hôc artificiô vtuntur, qui in germania sal efficiunt, sunt enim nonnullæ fodinæ, ex sale, duobus autem modis, debet sal suis purgari fœcibus, vel enim lapis, & terra mixta sale in aquam iniicitur, tunc fœces fundum petunt, & aqua sale saturatur, vel in iis fodinis excavantur fossæ, quæ aquâ implentur. aqua autem vndique sal à rupibus attrahit; & debet eô sale saturari, vsque ad certum terminum & gradum,

sive

Digitized by Google

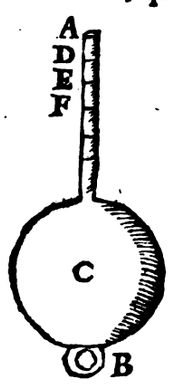
sive inutile sit vlteriùs sal adhiberi, cum illud vlteriùs non admittat. Explorant autem illum gradum ope cylindri cuiuscumque, aut lignei, aut metallici intus tamen cavi, vt supernatet, qui si semel immittatur in aquam, quam constet esse saturatam sale quantùm sat est; noteturque quantum supernatet, & 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 iusta mensura, & gradus quô sale saturari debet aqua, vt facillimè & cum lucro possit excoqui.

## PROPOSITIO XXVI.

### Theorema.

*Quantùm salis contineat qualibet aqua investigare.*

Primò paretur instrumentum, ad modum phialæ oblongô collô; poterit esse metallicum, ex bracteola satis tenui, vt totum in aqua pura non mergatur. hoc instrumentum pones in æquilibrio cum aqua purâ, in qua certum sit nihil salis contineri, quod ita præstabis annulo B, pondus appendes, vel iniicies tot pondera in ampullam C, vt sola instrumenti extremitas AD emineat. tunc erit in æquilibrio cum aquâ purâ quantùm sat est. tum in vase seorsum aquam puram affundes quantum volueris, instrumentumque impones, quod vt diximus mergetur vsque ad lineam D. totius aquæ pondus diligenter expende sit verbi gratia 4. librarum, seu vnciarum 64. divide vlterius vncias in drachmas, & scrupulos. Sint igitur scrupuli 1200. divide hunc numerum primo per 99. quotiens erit $12\frac{2}{9}$. sume salis purissimi bene exsiccati & bene contusi scrupulos $12\frac{2}{9}$, & iniice in aquam, & permitte vt dissolvatur, aqua erit densior atque adeo instrumentum emerget: ponamus emergere vsque ad E, notetur circulus E, dico in omni aqua, quæ in centum libris aquæ vnam salis continebit, instrumentum immergendum vsque ad punctum E, quia in hac aqua, quæ continet partes nonaginta novem aquæ, & vnam salis, ad hanc tantum notam demergitur: ergo & in omni aquâ, simili modô sale saturatâ idem eveniet. 2. idem numerus scrupulorum 1200. dividatur in partes 98. quotiens erit $12\frac{24}{98}$. duplica hunc numerum, quia ex 98. vt perficias centum, debent esse duæ partes nonagesimæ octavæ: fientque $24\frac{48}{98}$ ex quibus si auferas $12\frac{2}{9}$. pondus salis quod iam in aquam dissoluisti. erunt scrupuli $12\frac{2}{9}$, ferè, addendi; quibus in aquam iniectis, & dissolutis, ascendet instrumentum vsque 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 exhibentem per 97. 96. 90. 80. &c. adiectis ex sale partibus reliquis ad 100. vt in divisione per 97. triplicetur quotiens, vt sciatur quantum salis immiscendum sit, & ita deinceps.




Vsus autem facilis erit, si notæ in collo exaratæ suis cyphris instruantur, cum enim aqua salsa offeretur, iniectô in eam instrumentô, nota ad quam demergetur, indicabit quôt in ea sint libræ salis in singulis centenis libris.

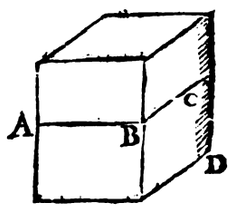
Si verò accidat vt omnes notæ in collo existere non possint aut instrumentum ita emergat, vt perpendiculariter stare non possit, tunc auferenda aliquâ pondera, & fiat alia series notarum, & cyphrarum, ita vt verbi gratiâ decem primæ intelligantur adiectis ponderibus esse vtiles; aliæ verò decem sine ponderibus assumendæ sint. hoc instrumentum vtilissimum esse potest.

## PROPOSITIO XXVII.

### Problema.

*Invenire gravitatem aquæ.*

Sit proposita aqua, quæritur autem pondus pedis cubici, illius aquæ. Sit corpus quodcumque parallelepipedum cuius exactè sciatur pondus in aëre, sit verbi gratia duarum librarum, immergatur aquæ, noteturque quantùm demergatur, verbi gratia vsque ad notam A B C, igitur




aqua in mole æqualis parti A D, æquiponderat duabus libris; quare partis A D, magnitudo exquiratur, multiplicando AB, per BC, & productum iterum multiplicando per C D, vt diximus in Geometriâ practicâ, vt 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 vncias duas, quot dabunt digiti 1728. & invenio vncias 144. seu libras 9.

Demonstratio. Clara est (*per 6. huius*) in qua ostendi corpus in humidô occupare locum humidi, sibi æquiponderantis.

## PROPOSITIO XXVIII.

### Theorema.

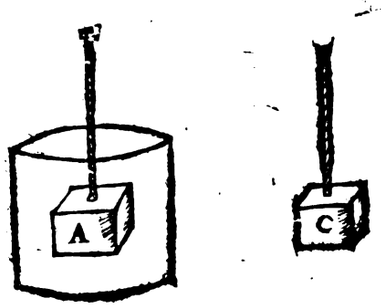
*Corpus in aquâ levius est, quàm in aëre pondere aquæ, sibi in mole æqualis.*

Sit corpus A, pendens in aëre 4. libras, sitque idem corpus quoad molem æquale vni libræ aquæ. dico corpus A amittere vnam libram de suo pondere, hoc est si examinetur eius pondus Staterâ brachiorum



Digitized by Google

æqualium, & in alterô brachiô in aëre existente appendatur corpus trium tantùm librarum, as-




sero inquam corpus A, in aquam demersum, licèt 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 vsque ad superficiem aquæ, non requiritur tanta virtus, quanta necessaria est, ad illud in aëre sustinendum. Ratio est quia adiuvat aqua, & illud ex parte sustinet.

Demonstratio. Sitloco corporis A substitueretur aqua, ex suppositione esset vna libra aquæ, hæc sustentaretur à reliqua aqua, ergo reliqua aqua habet vim sustentandi vnam libram sub mole A existentem, sed virtuti aquæ additur corpus C, quod potens est sustentare tres libras, ergo ex aqua, & corpore C, fit vnum totale agens, potens sustentare corpus A. ergo corpus A, quatuor librarum, sustentabitur in aqua à corpore C, trium librarum, & hoc vocamus amittere in aqua vnam libram de suo pondere. ergo corpus in aquâ, levius est, quàm in aëre, pondere aquæ sibi in mole æquiponderantis.

## COROLLARIVM 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, vt non sit opus aliô sustentante. nam verè est in æquilibrio cum aqua; ergo non est opus alio sustentante.

## COROLLARIVM 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 vt indigeat aliquo deorsum impellente, vt inhibeatur eius ascensus.

## COROLLARIVM III.

Hæ omnes propositiones non sunt intelligendæ quasi re vera pondera, aliquid de suâ gravitate deperderent, sed tantùm in sensu explicatô; istæ enim propositiones occasionem dederunt philosophis asserendi aquam in aquam non gravitate, 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 vni Stateræ lanci impositum, tantùm amittere de suo pondere, quantum est pondus quod in oppositâ lance ponitur, respectu nostri.

## PROPOSITIO XXIX.

### Theorema.

*Propositô corpore, quod sit gravius aquâ; assignare pondus aquæ ipsi æqualis in mole.*

Corporis propositi pondus primò explora Stateræ communi in aëre, tum filo in aquam demittatur, exploreturque eius pondus in aqua. debet autem lanx oppositа esse in aëre. dico differentiam inter pondus illius in aëre existentis; & pondus eiusdem 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.

## COROLLARIVM I.

Hôc modô facilè cognosces pondus digiti cubici cuiuscumque liquoris, si enim habeas digitum cubicum ex metallo quocumque, cuius pondus in aëre diligenter explores, tum eiusdem pondus in diversis liquoribus expendas, differentiæ in singulis liquoribus, exhibebunt pondus digitorum cubicorum.

## COROLLARIVM II.

Hâc pariter praxi habebis omnium liquorum gravitatem specificam. nam positâ eâdem magnitudine, nempe digiti cubici, gravitates specificæ se habent, vt pondera.

## COROLLARIVM III.

Ex eo conficere poteris tabulas gravitatum omnium liquorum, vt eas composuit Ghetaldus.

## PROPOSITIO XXX.

### Theorema.

*Vt pondus corporis solidi in aëre existentis ad id quod amittit in humido, ita gravitas specifica eiusdem, ad gravitatem specificam liquidi.*

Sit in præcedenti figura corpus A; quatuor librarum, quod in aqua deperdat de suo pondere vnam libram; dico gravitatem specificam corporis A, ad gravitatem specificam aquæ; se habere vt 4. ad 1. seu esse quadruplam gravitatis specificæ aquæ,

Demonstratio. Positâ eâdem extensione, seu magnitudine, gravitates specificæ se habent, vt pondera, sed pondus corporis A, est quatuor, pondus aquæ cuius locum occupat, & consequenter quæ ipsi æqualis est in mole (*per 29 huius*) est æqualis

ponderis

Digitized by Google

ponderis, cum illo quod deperditur, dum aquæ immergitur; igitur vt 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.

## COROLLARIVM.

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 eôdem liquidô 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 | $71\frac{1}{2}$ |
| Plombi | $61\frac{1}{2}$ |
| Argenti | $54\frac{1}{2}$ |
| Æs *Cuivre* | $41\frac{1}{3}$ |
| Æs cyprium *Leton* | 45 |
| Ferrum | 42 |
| Stannum commune | 39 |
| Stannum purum | $38\frac{1}{4}$ |
| Magnes | 26 |
| Marmor | 21 |
| Lapis | 14 |
| Christallus | $12\frac{1}{5}$ |
| Aqua | $5\frac{1}{3}$ |
| Vinum | $5\frac{2}{3}$ |
| Cera | $5\frac{1}{4}$ |
| Oleum | $4\frac{2}{7}$ |

## PROPOSITIO XXXI.

### Problema.

*Aliter inuestigare, quantùm aqua salis contineat.*

Primò cognoscenda est ratio quam habeat gravitas specifica aquæ puræ, ad sal; hanc autem pluribus modis investigare poteris. primo si Staterâ vasis, aquâ pleni gravitatem examines, tum eiusdem vasis pleni sale bene contuso pondus expêdas, detractô pôdere vasis scies vtriusq; gravitatẽ specificã

Secundus modus erit si granum salis satis magnum habeas, cuius 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 vt 20 ad 19.

Aquam salsam cuius salsedo in quæstionem venit, ita comparabis cum aqua pura, vt pariter scias quam rationem habeant gravitates specificæ. vel enim instrumentô supra descriptô ita operaberis; instrumenti totam gravitatem bilancibus in aëre explora, tum illud in aquam puram immerge, ita tamen vt aliqua sui parte emineat, illud in aqua salsa constitue, eique adde pondus donec tantundem præcisè mergatur, & rursus totius instrumenti, & simul corporis adiecti pondus explora. vt se habent huiusmodi pondera ita se habent gravitates specificæ. suppono autem instrumentum vacuum esse, vt adiectum pondus iniici possit nec maiorem molem faciat.

Demonstratio. Clara est. nam in vtroque casu instrumentum occupat locum aquæ sibi æquiponderantis (*per 6. huius*) cum autem sit eadem moles instrumenti, erit etiam eadem moles aquæ vtriusque; quare aquarum gravitates specificæ se habent, vt pondera earum, & consequenter vt pondera instrumenti.

Alius modus erit si cuiuscumque corporis aquâ gravioris pondus in aëre expendas, tum in vtraque aqua; nam id quod deperdetur de pondere, æquale erit ponderi aquæ. cognoscitur igitur habitudo gravitatis specificæ, vtriusque aquæ nempe aquæ puræ, & aquæ salsæ explorandæ.

Ponantur ergo se habere gravitates specificæ aquarum vt 30. ad 29. se habebant autem gravitates specificæ aquæ puræ, & salis vt 19. ad 20. vt autem ad similes numeros revocentur fiat vt 19. ad 20. ita 29. ad aliud eritque $30\frac{1}{2}$, vt vitentur fractiones isti numeri 29. 30. $30\frac{1}{2}$. revocentur ad maiores 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, vt fiat temperatura, illa media, vt 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 vnitate numerus 61. & ab eo deficit binario numerus 68. sunt igitur differentiæ vnitas differentia salis, & 2. differentia aquæ, ponantur alternatim duæ libræ salis, & vna aquæ, vt iubet 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 positô eôdem pondere, gravitates specificæ reciprocè se habent, vt extensiones. ponamus ergo vnam 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. vna libra aquæ 61. 61 autem & 116 pariter efficiunt 177. quare per admixtionem salis priùs descriptam, cum aqua dulci, facta esset aqua salsa eiusdem gravitatis, cum aqua salsa proposita, ergo vtraque tantundem salis continet. quod erat demonstrandum,

Vlterior & exactior demonstratio huius propositionis pendet ex demonstrat. regulæ alligationis.

## PROPOSITIO XXXII.

### Problema.

*De corona Archimedis seu examinare aurum Hydrostaticè.*

Propositum olim fuit Archimedi problema solu-



Digitized by Google

uendum nempe examinandi an corona, aurea prorsus esset, an verò aliquid argenti admixtum haberet. accidit autem dum modum soluendi problematis mente volueret, vt balneariam lauandi causâ ingrederetur, & aquam eiiceret, & ex aquæ eiectione modum soluendi problematis inueniret. quo inopinato casu ita exhilaratus est, vt nudus per vrbem discurrisse & celebre illud εὕρηκα inclamasse dicatur.

Certum est igitur grauitatem specificam auri maiorem esse, grauitate specifica argenti, atque adeò sub eôdem pondere, minorem esse auri, quàm argenti molem. inquirenda primùm fuit quænam grauitatum specificarum esset ratio. quare assumptam massam auream æqualis cum corona ponderis, in vas aquâ plenissimum immersit. Et libram vnam aquæ eiicere deprehendit. tum coronam eius loco in idem vas demisit, inuenitque præter libram aquæ iam eiectam, eiici præterea libræ quadrantem. ex quo iam licuit concludere fraudem inesse aliquam, seu coronam non esse eiusdem grauitatis specificæ cum auro. quare positô eôdem pondere, grauitates sunt vt moles reciprocè. moles autem sunt vt 4. 5. 6. vnde 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 eiicient, & 9 argenti quæ tres quadrantes, eiicienturque quinque quadrantes aquæ. vt erat propositum.

Vel per simplicem regulam trium idem habebis. octodecim libræ argenti supra libram aquæ ab auro eiectam, eiiciunt præterea dimidiam libram, quare quadrans libræ aquæ, eiicietur à 9 libris argenti.

Aliô modô idem exequi poteris, si nempe habeas duas massas, vnam argenteam, aliam auream, æquales quo ad molem ipsi coronæ quod ope aquæ habere poteris, nam si primò coronam immergas vasi aquâ pleno, extractâque corona, tot nummos aureos iniicias, donec aqua ad eandem altitudinem eleuetur: habebis molem auream æqualem argento, idem præstabis circa nummos argenteos. Expende pondus massæ aureæ, & argenteæ. si corona sit ex aurô puró, 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 mediô, 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 eiusdem auri æquales erunt libris $10\frac{3}{4}$, 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 maior moles quam debuerat, eò quòd hæc proportio nempe 4 partes auri, & duæ argenti debuerant esse in mole non in pondere.

Vel aliô modo ex eâdem hypothesi si corona tota aurea fuisset eius pondus, superaret pondus argenti æqualis in mole 6 libris, sed superat tantùm quatuor, vnde 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 aqua examinemus. habebitur pondus aquæ ipsi in mole æqualis, ex quô facile per primam methodum solues hoc problema.

Quotiescumque tria metalla simul miscentur, licèt habeatur grauitas specifica eorum, item grauitas specifica massæ ex iis compositæ, nihil tamen ex iis confici potest. Ratio est quia fieri potest vt diuersimodè misceantur; eadem tamen exurgat massa, hoc est eandem molem & idem pondus habeat.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Problema.

*Adulteratam monetam, item auri qualitatem hydrostatice cognoscere.*

Prima huius propositionis pars, sine vllô calculô facillime soluitur; sunt qui vt adulteratam monetam cognoscant, lydium adhibent lapidem. puto tamen hydrostatice id nullô negotio peragi posse.

Si enim nummus verbi grâtia aureus de cuius bonitate constat, primo examinetur in aëre, tum tenui filo suspendatur in aqua, eiusque pondus rursus examinetur. scietur quanta ponderis pars deperdatur, quod si in pluribus eiusdem speciei nummis peragatur, habebitur satis certò, proportio ponderis in aëre, ad pondus reliquum in aqua.

Quare quotiescumque nummus aliquis de cuius bonitate dubium erit; offeretur. si ponderis imminutio in aquâ, eadem proportionaliter fuerit, eiusdem bonitatis erit. si fuerit maius ponderis decrementum; erit minoris boniratis. quod quidem in auro verissimum, erit in argenteis vero nummis non item, cum enim plombum sit grauius argento, nempe vt 60 ad 54, & æs sit minus graue nempe vt 47; item stannum vt 39. poterunt duo ex his metallis misceri cum argento, ita tamen, vt eadem maneat specifica grauitas.

Secunda eiusdem propositionis pars facilè etiam soluetur. quia certa regula in miscendis cum auro metallis obseruatur, nempe vt 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 $47\frac{1}{3}$ quare si misceantur, fit ex iis duobus metallis, aliquid tertium cuius specifica grauitas erit inter $54\frac{1}{2}$ & $47\frac{1}{3}$, nempe 51.

Cum igitur aurum vt vidimus sit 100, & aqua pura $5\frac{1}{4}$ ex 100 partibus ponderis in aëre, aurum amittet $5\frac{1}{4}$ restabuntque $94\frac{3}{4}$ aut potiùs ex nouemdecim partibus vnam. massa autem ex argento, & ære, ex quinquaginta partibus quin-

que

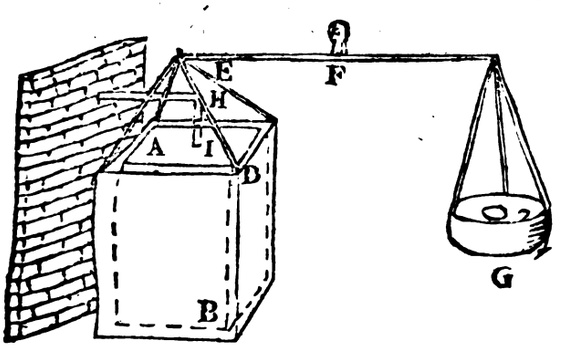
que amittet, hoc est ex decem partibus vnam. quibus suppositis si offeratur aurum quod ex pondere, quod habet in aëre amittat 16 partem. quæritur quot partium sit illud aurum. solutio eadem est quæ in Archimedis corona ideoque vlterius explicanda non est. scitur enim pondus aquæ æqualis in mole auro esse decimam nonam partem ponderis ipsius auri, & pondus aquæ æqualis in mole, metallo mixto ex argento, & ære; esse decimam eius partem ex quibus facile cætera elicies.

## PROPOSITIO XXXIV.

### Problema.

*Stateram brachiorum æqualium ita componere, vt vna libra aquæ, centum libras attollat.*

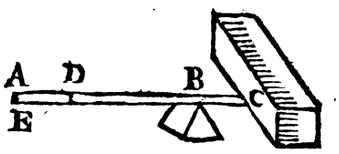
Affigatur parieti corpus æquale centum libris aquæ, ita tamen vt facile aliquo vase ambiri possit. vas autem illud ita ambiat, vt relinquatur locus vnius libræ aquæ inter latera vasis ambientis & corpus illud. appendatur vas vni brachio stateræ, alterius verò brachij lanci, tot imponantur pondera vt sint in æquilibrio cum vase. addantur insuper nonaginta nouem libræ. eleuabitur vas, adhærebitque corpori incluso, dico si infundatur vna libra aquæ, descendet vas, separabiturque à corpore, & eleuabit lancem oppositam G simul cum libris centum additis. tale sit corpus AB, vas ambiens C D, statera E F. lanx opposita G.




Demonstratio aqua infusa est in tantô motu, vt in tali dispositione possit sustinere 100 libras, nam si loco corporis solidi A B, substitueretur aqua, hæc ex suppositione 100 libras penderet, sed (*per 5. huius*) hæc esset in æquilibrio cum aqua infusa, ergo aqua infusa circa corpus A B, potest sustinere 100 libras aquæ: ergo poterit eleuare nonaginta nouem libras, etiam in statera brachiorum æqualium.

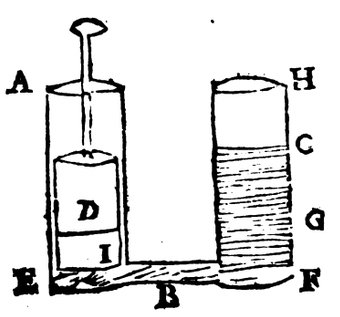
Aliô modô idem demonstrari potest corpus AB, quantumcumque graue, suspensum ex HI, in aqua immersum amittit de suo pondere quantum est pondus aquæ ipsi in mole æqualis (*per 28. huius*) sed ex suppositione æquale est 100 libris aquæ: ergo amittit de suo pondere 100 libras. hoc est, vt 100 libræ sustentantur ab aqua, neque enim aliter deperdere potest de suo pondere, nisi quod non sustentetur amplius à virga H I, 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 æquiualente 100 libris,

Aliô item modô id explicari potest nempe per vectem. sit enim pondus A quod eleuetur à pondere C, sitque hypomoclion B. certum est hypomoclion B premi pressione duplici, nempe æquiualente ponderibus A, & C. sed corpus A B superioris figuræ eleuat aquam, eamque, sustinet, & vas habet rationem hypomoclij: igitur vas vtriusque impressionem patietur. corpus autem A B, aquam circumfusam eleuat, eô modô quô eleuaretur, aut sustineretur eadem aqua à 100 libris aquæ, igitur vas C D eôdem modô premitur, ac à 100 libris aquæ.

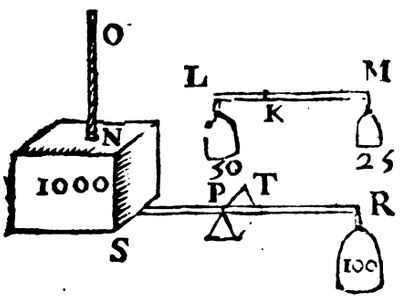



Dices præcipuè contra secundum modum explicandi, in quo diximus corpus A B amittere de suo pondere 100 libras. si corpus AB ligneum esset, atque adeò non penderet quantum 100 libræ aquæ, falsum est quod amitteret 100 libras cum eas non habeat. Respondeo in tali casu, eòdem modô sustentari ab aquâ circumfusâ, ac si æquiponderans esset, cum 100 libris, ita vt nisi obstaret virga ferrea H I, de facto attolleretur, quare virga rigida H I supplet defectum illius ponderis, & si flexibilis esset flecteretur.

Quia hoc Theorema est magni momenti, videtur vlteriùs explicandum. sint duo vasa communicantia AB, BC in quo sint 100 libræ aquæ, & in eorum alterum inferatur embolus D, qui ex vase A B expellat totam aquam, eamque in alio vase B C sustentet. Ita vt aqua B C, sit 100 librarum; dico in tali dispositione in fundum E F fieri impressionem æquiualentem centum libris, nam primo aqua BC verè est 100 librarum, & grauitat in fundum BF, per modum 100 librarum. Embolus item D facit impressionem æqualem grauitationi 100 librarum, vt pote quæ sufficiat ad sustentandas centum libras aquæ, nempe aquam B C. & quamdiu in eâdem dispositione manebit idem efficiet. & sublatâ totâ E B F, alleuabitur fundum E F, ducentis libris. quia cessabit etiam impressio D, eò quòd non vniatur fundo E F, si reponatur aqua 100 tantùm librarum, incipiet de nouo impressio æquiualens ducentis libris. si autem embolus D firmus teneatur in eo



situ, si aqua perueniat in C, sitque BF centum librarum Embolus D idem præstat, ac tantumdem aquæ in vase AB, nam ad sustentandam aquam BC, requiritur tantumdem aquæ in vase AB, posito quod vasa sint æqualia, si verò aqua perueniat tantum in G, Embolus tantum vt ita dicam agit, secundum partem DI, quia ad sustentandam aquam BG requiritur solum tantumdem aquæ in vase AB. Denique si aqua perueniret in H, ita vt 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 AB, ad sustentandam aquam BH. si autem supponatur vas BC, esse duplò minus quàm AB, ita vt 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, vnde qui sustineret vasa, sentiret pondus librarum 75. nempe 25 aquæ AB & quinquaginta embolt. Eôdem prorsus modò ac si in statera brachiorum inæqualium, sint duo pondera inæ-




qualia, in distantiis reciprocis, pondus quinquaginta librarum in distantia LK, & pondus librarum 25 in distantia KM, quæ sit dupla ipsius LK; erit æquilibrium, qui tamen vtrumque pondus sustinebit ex iugo K, sentiet tantum pondus librarum 75. vnum restat explicandum quomodo embolus D determinetur ab aqua aduersâ BG, BC, aut BH, ad faciendam impressionem nunc æqualem quinquaginta, nunc centum, modò centum quinquaginta libris, in quo videtur nodus difficultatis positus esse. vt autem melius soluatur, inquirendum est an simile in affini aliqua materiâ inueniamus. sit igitur ingens pondus mille librarum pendens ex fune NO, sitque libra inæqualium brachiorum SPR, sustentata in puncto P, sintq; distantiæ PS, PR inæquales, nempe distantia PR, dupla sit distantiæ SP appendatur in R pondus centum librarum. quod brachium PS ita eleuet, vt incurrat in lapidem N; dico lapidem N licèt mille librarum non inniti brachio PS nisi secundum ducentas libras, ita vt qui ex ansa T, sustentaret stateram SR, sentitet tantùm 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 secundum conatum, quò idem brachium PS impingit in lapidem N, sed conatus ille est potens eleuare ducentas libras, igitur lapis N resistit tantum eô modô quô resisterent ducentæ libræ. Si verò statuerentur in puncto R libræ 100, lapis N resisteret resistentia librarum 400. Idem in nostro exemplo dicendum est, nempe in figurâ primâ huius, suspensum est, corpus AB, aqua verò circumfusa ita nititur illud eleuare, vt hoc nisu apta esset attollere centum libras aquæ, si nempe locò corporis AB substitueretur aqua 100 librarum, habet autem tantum conatum, eò quòd inueniatur in magno motu, sicut in hac vltima 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, diuersa ponderis à centro libræ, vel ab hypomoclio distantia efficit, idem diuersa tuborum magnitudo, aut exilitas præstat; & sicut duo pondera inæqualia in diuersis distantiis, possunt esse in æquilibrio; ita etiam possunt duæ aquæ licèt inæquales in mole esse in æquilibrio, ob diuersam tuborum magnitudinem. vt dicemus melius infra.

## COROLLARIVM.

Inde concludo quoties manum in aquam immitto, toties aggregato aquæ addi pondus æquale ponderi aquæ; quæ sit in mole æqualis manui.

## PROPOSITIO XXXIV.

### Theorema.

*Figura præcisè nihil facit, vt corpora mergantur, vel non mergantur.*

Celebris fuit hæc quæstio, & acriter Florentiæ agitata, quam Galilæus librô Italice conscriptô fusè satis retulit; nempe an figura aliquid conferat, ad corporum immersionem. aliis affirmantibus, & ostendentibus eadem corpora, & sub eâdem mole, modò natare, modò mergi, ita cymba argentea enatat, quæ si in globum solidum redigatur, mergitur. ita lamina, aut bracteola aurea. sexcentæ huiusmodi experientiæ afferebantur, quibus ostendi videbatur figuram nonnihil ad immersionem corporum, conferre posse. considerandum tamen est an huiusmodi casus, præcisè ex figurâ oriantur, an ex aliquo adiuncto ipsi figuræ. dico ergo præcisè loquendo, figura non confert ad corporis immersionem. nam diuersa figura, nec auget molem corporis, nec addit pondus: ergo non mutat grauitatem specificam, ergo corpus quod sub vna figura est in specie leuius aquâ, sub aliâ quâcumque figurâ erit semper in specie leuius aquâ pariter quod in specie grauius est aquâ, sub vnâ figura; sub quâcumque figurâ grauius est aquâ; sed corpus quod grauius est aquâ descendit in aqua; corpus quod leuius est aquâ non mergitur; ergo sub quâcumque figurâ 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 præcise id non efficit, nam seruatâ eâdem figura, mergetur si impleatur aquâ, vel si inuertatur. idem dico de globô

Digitized by Google

globô argenteo vacuô. qui si pariter aquâ impleatur eandem conseruat figuram, & mergitur. bracteola aurea, aut lamina ex ebeno supernatat, si tamen madefiat mergetur, vnde assero quod si mille afferantur experientiæ, ostendam sub eadem figura corpus quod supernatare dicitur fundum petere.

Ceram igitur mollem insertô plombi puluere, ita constitue in æquilibrio, vt additâ quâcumque plombi parte mergatur, detractâ supernatet, etiam si eam in mille figuras effingas, experieris semper adiectâ plombi particula fundum petere, & ablatâ supernatare.

## PROPOSITIO XXXV.

### Theorema.

*Figura ex accidenti aliquid efficere potest, vt corpus mergatur, vel supernatet.*

Potest figura nonnunquam efficere, vt corpus in aquâ occupet locum se maiorem, 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; vt corpus aliquod supernatet, aut mergatur. nam globus aureus intus cavus, supernatat, eò quòd impediatur aqua occupare locum, intra talem globum inclusum, ex quo fit vt globus hic in aqua locum occupet multò maiorem, quàm quod sola argenti materia occupare deberet. idem dico de cimba.

Lamina item aurea supernatat, quia cum aqua siccitatem eius refugiat, cum primùm descendit, vndique attollitur aqua, circa eius margines, vnde simul cum aëre sibi contiguo occupatur locus in aqua satis magnus, aggregatum autem ex lamina & adiuncto aëre, est grauitatis specificæ minoris, quàm sit aqua. vnde supernatare debet, vbi verò madefacta est, facile se insinuat aqua, inter laminam & aërem contiguum, atque adeò cùm grauitas specifica solius laminæ, sit maior, quàm grauitas specifica aquæ, mergitur lamina, atque hæc est solutio satis facilis illius quæstionis de quâ ferè librum integrum conscripsit Galilæus, in quô nihil aliud inuenies, quàm quod his duabus propositionibus est explicatum.

## PROPOSITIO XXXVI.

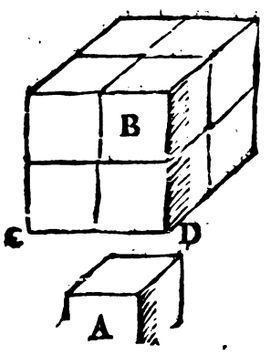
### Theorema.

*Figura multùm confert, vt corpora velociùs, aut tardius, in humido descendant.*

Videtur esse difficultas non modica, quare metalla in particulas diuisa, tam lentè descendant in aqua, ita arenulæ minutiores, aut terreæ particulæ in aquam iectæ, diem integrum insumunt, vt fundum petant. licèt quælibet eius minima pars, sit grauitatis maioris, quàm aqua ipsi in mole æqualis, idem dicendum de plumis, quæ leui ventô attolluntur, puluiſculi item in cubiculo excitati, sæpè per horam integram in aëre sustentantur. aues expansis alis tardissimè ex alto descendunt licèt aggregatum ex aue, & plumis in specie sit grauius aëre.

Suppono primò esse aliquam tenacitatem in partibus humidi, vnde non tantùm grauitas humidi superanda est, sed etiam illa partium ádhæsio, ex quo fieri posse existimo, vt grauitas corporis sit tantillulum maior quàm grauitas humidi, in eo tamen non descendat, quod in oleo & aliis humidis viscosis accidit. Secundò dum descendit corpus, ambitur vndique aquâ, immò dum aqua inferior derelictum à corpore d scendente locum occupare nititur, eius superficiem stringit, & atterit, & quò maior est superficies corporis alicuius, eò maior est præcisè ex eo capite resistentia quare magis retardatur motus. sed corpora minora proportionaliter ad suam molem & suum pondus, quod vincere debet talem resistentiam maiorem habent superficiem; ergo & maiorem patientur resistentiam.

Quod vt meliùs intelligatur sit cubus A vnius pedis cubici, cuius pondus vnius vnciæ. eritque eius superficies sex pedum quadratorum, sit




alius cubus B, cuius vnum latus CD sit duorum pedum, eius vna 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 vnciarum habet vincendam resistentiam quadruplo maiorem illâ, quam vincere debet vna vncia. cum tamen virtus actiua sit octupla igitur faciliùs illam vincet.

Idem facilius concipies si ex cubo B, intelligas fieri octo cubos, tunc enim multæ superficies, quæ intra cubum maiorem latebant, & ab aqua non tangebantur, factâ diuisione apparent, & ab aquâ ambiuntur. ergo factâ diuisione, erit maior resistentia, orta præcisè ex superficie, licet non sit maius pondus, quod solum est principium motûs deorsum.

Non tantùm autem superficies, sed scabrities corporis motum retardare potest. videmus enim naues, sæuô illitas, longè velociùs ferri per aquam, ita vt quartâ parte citiùs nonnunquam moueantur cæteris paribus. Ita plumæ quia diuisæ sunt in villos, difficiliùs descendunt, eò quòd magnam habeant superficiem. & ita de reliquis corporibus.

PROPO

## PROPOSITIO XXXVII.

### Theorema.

*Lamina lignea, quò latior erit, eò etiam tardiùs ascendet ex aquâ.*

Primo aqua incumbens laminæ ligneæ recedere debet ad latera vt illi ascendenti locum faciat, & quò latior erit lamina, eò etiam maior erit talis motus, maior autem motus cæteris paribus, maius tempus requirit, vt perficiatur. ex quo sequitur tardiorem esse, laminæ ligneæ ascensum, quam si in globum esset compacta; immo vt plurimum obliquè ascendet, eo quod facilior sit humidi diuisio, dum obliquè enititur.

## PROPOSITIO XXXVIII.

### Theorema.

*Corpus humidô leuius, citiùs ascendit ex humido grauiori.*

Tunc corpus citiùs ascendere debet, quando maius est momentum potentiæ sursum illud ferentis, supra resistentiam ipsius ad motum, sed potentia attollens corpus leuius humidô, est grauitas humidi, resistentia autem petitur ex grauitate corporis illius: ergo quò humidum grauius fuerit in specie, eò etiam velociùs feretur sursum corpus illud quod leuius est humidô. ita diximus corpora grauia citiùs descendere in medio leuiori, quia maior est excessus momentorum. sicut in statera, quo maius erit momentum ponderis vnius supra momentum oppositi, eò facilior erit motus. Ex quo sequitur, quòd corpora aëre leuiora faciliùs ascendent in aqua quam in aëre, & in mercuriô adhuc facilius. non nego tamen difficultatem diuisionis posse aliquid officere.

## PROPOSITIO XXXIX.

### Theorema.

*De Cingulis pneumaticis.*

Facilis ratio est cur homo cingulô pneumaticô instructus, non mergatur etiamsi velit; sed fluuios nullô negotiô 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 possit. vt autem aliquod emolumentum ex hac propositione hauriatur, debent huiusmodi cingula, esse bene composita ex duplici pelle caprina. quod indicare sufficiat nullam enim peculiarem habent difficultatem, quæ demonstratione indigeat.

## PROPOSITIO XL.

### Theorema.

*De nauibus sub aqua natantibus.*

Dicitur Cornelius Drebellius in Anglia nauim construxisse quæ sub aquis nataret, in quo nihil commodi video, nisi forsitan ad fallendos hostes, introducendosque in vrbem obsessam milites. Longiorem enim nauigationem ita instituere, impossibile iudico, eò quòd remigatio sub aquis sit multum difficilis, & periculosa, nec ventorum adminiculo vti liceat. quæritur tamen quomodo fuerit composita nauis.

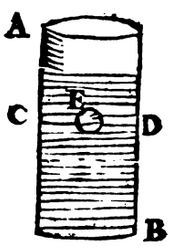
Primò potuit fieri nauis æqualis omninò grauitatis specificæ cum aqua, licèt existimem id ferè in indiuisibili positum esse. quare potest fieri paulo grauior aquâ, vt in fundo remorum quasi pedum adminiculo progredi possit, cum autem ad superficiem aquæ redeundum erit, exoneranda erit, aliquantisper nauis. cætera vnusquisque facile concipiet.

## PROPOSITIO XLI.

### Theorema.

*Aqua est grauitatis homogeneæ: nec aqua inferior sensibiliter est densior superiore.*

Sit vas AB valde longum, plenum aquâ dico aquam eius inferiorem C B non esse notabiliter densiorem aqua superiori AD. si enim esset notabiliter densior, & consequenter grauior, posset




dari aliquod corpus E, cuius grauitas specifica maior esset, grauitate specificâ aquæ C B, & minor grauitate specificâ aquæ AD, sed hoc videtur non esse verum; nam sæpè expertus sum, vt miscendo particulas plombi simul cum cerâ, eam redderem eiusdem ferè grauitatis cum aqua, nunquam tamen efficere potui vt corpus E vsque ad medium aquæ seipsô descenderet, & ibi ita sisteret, vt si detruderetur inferiùs, suum determinatum locum peteret, sed semper accidit vt si inciperet immergi fundum peteret, vel è contrà si vel tantillum è fundo attolleretur seipsô vsque ad aquæ superficiem emicaret. sed si aqua C B esset notabiliter grauior aquâ A D contrarium accideret. nam si globus E, sit grauior aquâ AD, debet infra descendere, si minus graue quam CD debet supra illam ferri.

Potui quidem immisô in aquam sale, antequam omninò solutum esset, quia partes inferiores priùs saturabantur, quàm superiores ideoque tunc erant in grauitate differentes à superioribus, potui (inquam) formare globum qui in medio aquæ consisteret.

Consecutus item sum, vt globus eiusdem esset cum aqua grauitatis, & 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 maiore fieri vt vim aliquam haberent, & concluderent.

TRACTATVS

Digitized by Google

# TRACTATVS XV.

# DE FONTIBVS

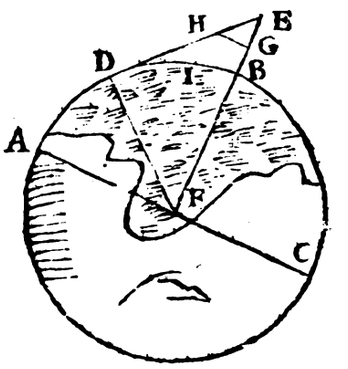
## Naturalibus, & Fluminibus.

*FONTES quàm amœni sunt, tàm arduum est, & operosam abditas eorum scaturigines in lucem edere, aut indefessam illam perennitatem explicare. conabimur tamen aliquid dicere, vt licèt scopum attingere, & rem ipsam oculis subiicere non liceat; quidquid tamen aut ex aliorum ingeniô, aut ex mente nostrâ, alicuius momenti videbitur, demonstrationibus certis, & scientificâ methodô stabilire conabimur. 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 8. Hydrometra.*
*Benedictus Castellus, Abbas Benedictinus in opusculo de mensura aquarum currentium.*
*Ioann. Bapt. Baraterius in Architectura aquarum.*
*P. Nicolaus Cabæus l. 1. Meteororo.*
*Ioann. Bapt. Ballianus de motu liquidorum.*

### SVPPOSITIO I.

GLOBVM terraqueum Sphæricum esse, nemo est, hôc ævô qui dubitet, cum id innumeris probetur experientiis, & ipsa gravium natura, satis indicet, quâ ad commune aliquod centrum feruntur. non hic affero argumenta, quæ ad id probandum faciunt; id enim ex aliis tractibus sufficienter stabilitum assumo, sufficiat modô, ex aquæ fluiditate aliquid in rem nostram deducere. positô enim omnium gravium centrô, & aquæ fluiditate facile ostendemus superficiem eius omnem, & Sphæricam esse, & æquabiliter circa centrum terræ fusam, hoc enim habent liquida, vt non tantùm perpendiculariter descendant, sed etiam obliquè, & per plana inclinata, sive fluiditas, sit divisibilitas in munitissimos globos; globus autem inter cæteras proprietates hoc habet, vt in planis, vel tantillum inclinatis consistere non valeat. Et quò fuerit globus minor, eò faciliùs moveatur; eò quòd eius superficies magis à recta superficie recedat, minusque illi accommodetur, & congruat, sive fluiditas sit aliquid aliud. Sit ergo terræ hæmisphærium 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, D F, sint æquales, FE maior erit, quàm D F; quare planum DE, declive erit hoc est si aqua feratur secundùm lineam D E, 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, vt quotiescumque patet exitus etiam ad latera partes à superioribus pressæ,




alias ad latera expellant; igitur partes G, à superioribus pressæ, partes H locô dimovebunt; & defluere versus D cogent, donec tandem aquæ superficies, sit terræ concentrica.

### COROLLARIVM I.

Ex quô facilè concipies Sphæricitatem terræ, non esse causam cur flumina decurrant; neque enim putandum est, quod procedendo versus austrum magis descendatur, quàm procedendo versus boream, sed necessarium esse ad fluminum cursum, vt alueus deflectat à terræ rotunditate, & magis accedat ad centrum terræ, alioquin stagnaret aqua.

### COROLLARIVM II.

Quamvis aquæ in superficie terræ quiescentis

ſuperficies, idem cum terra centrum habeant. atque adeò terrenam ſuperficiem perficiant, & continuent. quæ tamen in puteis profundioribus, & foſſis deliteſcunt, alterius globi minoris ſuperficiei ſe accommodant, cuius idem centrum terræ. aquæ tamen ſuperficies apparet plana in lacubus, quia nempe tam paruum Sphæræ maximæ ſegmentum, non recedit multùm à planâ ſuperficie, in mari autem quia maior Sphæræ portio aſpectui patet. facilè eius receſſus à planâ ſuperficie animadvertitur; ita vt nautæ de terræ globoſitate non ambigant.

## SVPPOSITIO II.

Supponenda item ſunt ea omnia quæ de grauitate dicta ſunt hactenus, cum enim liquida non minùs grauia ſint, quàm corpora ſolida & dura, ideò quæcumque ſuperioribus libris ſufficienter explicata ſunt; de liquidis intelligenda ſunt, præcipuè verò quæcumque de principio mechanices demonſtrauimus, nempe motum aut proximam diſpoſitionem ad motum, poſſe æquivalere grauitati.

Si enim aliquando hoc principium vim habet aliquam, maximè in liquidis, vt meliùs in decurſu patebit.

## SVPPOSITIO III.

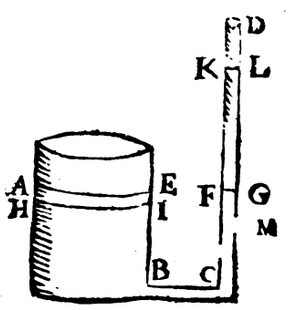
Aqua ſimpliciter in omnibus ſuis partibus, homogeneæ eſt grauitatis. licèt enim dubitari poſſit an propter partes deſuper incumbentes aliquantulum condenſetur aqua inferior, ea tamen condenſatio tam modica eſt, vt illius ratio habenda non ſit, ſiue quia aqua condenſationis eſt impatiens, ſiue propter aliam rationem. nam vix vnquam conſequi potui, licet id ſæpe tentauerim, vt globum in mediis aquis librarem.

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*Vna libra aquæ, mille aquæ libris equiponderant; ſi vtriuſque ſuperficies ſit in eadem horizontali linea.*

Sint duo vaſa communicantia AB, CD, ſitque in vtroque aquæ ſuperficies AE, FG, in eadem li-




nea horizontali, ſitque aqua AB mille librarum, & aqua CG vnius libræ; quod tunc accidet cum baſis AE, erit millecupla baſis FG, intelligendo pro baſibus circulos, nam (*per* 14.12.) cylindri æque alti ſe habent vt baſes. dico illas aquos eſſe in æquilib.

Demonſtr. Intelligatur ſuperficies AE, deprimi vſque ad HI, aſcendet aqua in oppoſito cylindro vſque ad KL, eruntque cylindri AI, KG, æquales, nam aquæ AB, CG, æquales ſunt aquis HB, CL, eſt enim eadem ſemper aqua, ergo ablatò quod commune eſt, nempe HB, CG, reſtant aquæ HE, FL æquales. quare cylindri AI, GL æquales ſunt. ſed cylindri æquales (*per* 15.12.) reciprocant baſes, & altitudines; quare vt baſis AE, ad baſin FG, ita altitudo FK, ad altitudinem AH. ſed vt 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 maiorem. quare mille libræ aquæ ſunt in æquilibrio, cum vna libra aquæ, dum eorum ſuperficies eundem horizontem attingunt. quod erat demonſtr.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Vna libra aquæ, præponderat mille libris aquæ ſi eius ſuperficies ſit altior earum ſuperficie.*

Sit in eâdem figura, aqua HB mille librarum, & aqua CL vnius libræ, & quia CL maior eſt, quàm HB, ex ſuppoſitione erit baſis HI, pluſquam millecupla baſis KL. nam ſi eſſet vna libra in parte CM, (*per* 14.12.) eſſet baſis HI, millecupla baſis FG, ſed ex ſuppoſitione in CM, non poteſt contineri vna 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 vſque ad AE, ita vt 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.

Dem. Baſis HI, eſt ad baſin FG, vt FK motus vnius libræ aquæ, ad AH, motum mille librarum, ſed baſis HI, eſt bis millecupla baſis FG, igitur motus vnius libræ eſt bis millecuplus, motûs mille librarum. ergo maior eſt motus libræ, quam vt ſit reciprocatio inter motũ, & pondus aquarum; ergo vna libra in aptitudine ad talem motum præualet, & præponderat mille libris. quod erat demon.

Verum quidem eſt quod ſit ſenſim æquilibrium, eo quod ex tubo CL, ſenſim in vas AB, trãſeat alia aqua, minuaturque aqua in CL, cum enim aqua AB in vltima 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, cuius centrum erit idem ac terræ, tunc inquam erit æquilibrium.

Atque hæc ratio mihi videtur meliùs explicare naturam iſtius æquilibrij, quàm ſimpliciter aſſumere tanquam primum principium, aquæ etiam hôc modô in duos tubos diuiſæ, ſuperficiem debere eſſe terræ concentricam.

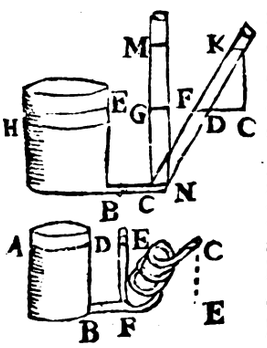
## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*In tubis etiam inclinatis communicantibus vna libra erit in æquilibrio cum mille libris, ſi eandem lineam horizontalem attingant.*

Sint

Sint duo vasa communicantia H B, C D, sitque vt priùs, aqua H B, mille librarum, & aqua C D vnius libræ. sintque superficies E, F D, in eadem lineâ horizontali: dico illas aquas esse in æquilibrio. supponatur enim superficies E, deprimi in H, & in altero tubo ascendere in K L, ostendam vt priùs aquas H E, F L, esse æquales. intelligatur super eâdem basi C N, alius cylindrus rectus N M, in quo linea G F, sit in eadem horizontali cum F D, & E, item linea M, sit in eadem altitudine cum K L. eritque (*per* 11. 12) cylindrus G N æqualis cylindro C D, item cylindrus G M, æqualis cylindro F L.




Demonstratio. (*per præcedentem*) Aqua G N, est in æquilibrio cum aqua E B, sed aqua G N, est in æquilibrio cum aqua C D, sunt enim æquales, & in eadem dispositione ad motum. nam si ex depressione H, ascendit aqua in K, ita vt aquæ E H. F K æquales essent, ascenderet etiam aqua G N in M, quia G M, & F K sunt æquales. omnis autem motus gravium, vt suo loco explicuimus, semper penes perpendicularem desumendus est. quare aqua C D, quæ est in æquilibrio cum C F; & C F, cum F B; erit etiam in æquilibrio cum E B. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*In quibuslibet tubis, quomodocumque dispositis, aqua erunt in æquilibrio, si eandem horizontalem lineam attingant.*

Sint duo vasa vnum quidem simplex, & perpendiculare A B, aliud verò involutum in spiras B C, eademque sit altitudo aquæ in vtroque, nempe perveniat aqua, vsque ad lineam horizontalem A D C; dico aquas esse in æquilibrio, cogitetur enim tubus F E rectus, eiusdem crassitiei cum tubo F C.

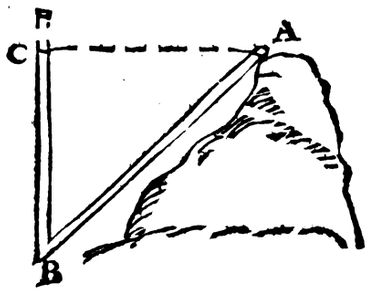
Demonstr. Aqua contenta in tubo recto F E, se habet ad aquam F C, vt linea F E ad longitudinem tubi F C, cum supponatur eadem tuborum crassities; sed per 4. planorum inclinatorum, quoties gravia se habent vt longitudines planorum inclinatorum, aut si vnum gravitat secundùm perpendicularem, quoties quod in plano inclinato versatur, se habet ad illud, quod movetur per planum inclinatum, vt perpendicularis ad planum inclinatum, toties est æquilibrium (*vt vidimus propositione 4 planorum inclinatorum*) ergo aqua F E, est in æquilibrio cum aqua F C, sed aqua F E, est in æquilibrio cum aquâ A B, igitur & aqua F C, erit in æquilibrio cum eâdem aquâ A B. quod erat dem.

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 vllo artificio, & simplici deductione, non posse ascendere, nisi quantùm descendunt. Sit enim fons in summitate montis A, cuius aqua derivetur per canalem A B C, dico fieri non posse, vt aqua ascendat supra horizontalem lineam A C.

Dem. Aqua A B est (*per 3. huius*) in æquilibrio cum aqua B C, igitur non potest impellere aquam B C vlterius, eamque ad ascensum cogere. quomodocumq; sint dispositi tubi; hoc est sive tubus A B sit perpendicularis, sive obliquus, sive latior sive strictior parùm interest, sive in conum desinat, sive non. Et adhuc intelligendum est, vt canalis sive tubus clausus sit; neque enim cogitandum est, si in puncto B, tubus esset apertus fore, vt saliens ad tantam altitudinem attolleretur. sunt enim peculiares regulæ salientiũ de quibus dicemus infrà, suò locò.

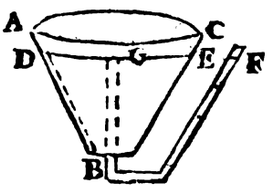
## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Fluidum per lineam declivem suam exercet gravitationem æqualem tamen præcisè gravitationi perpendiculari eiusdem altitudinis.*

Hallucinantur multi dum liquidorum gravitationem ita perpendiculari lineæ alligant, vt 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, vt per alias lineas suam gravitationẽ exerceant, quod accidit etiam solidis, quod nam funependulũ retinetur in centro, arcum describit, & quæ in planis inclinatis feruntur, secundùm lineam declivem feruntur. nescio tamen quomodo in corporibus fluidis; rem nõnulli 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 vnicam lineam, sive per plures. se-

clusis forsitan nonnullis accidentibus de quibus infrà. Sit enim vas in conum desinens, in quo sit

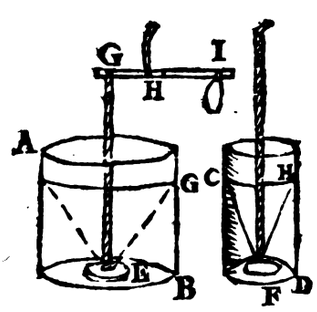



aqua ad altitudinem DE, huic autem vasi, coniunctus sit tubus incuruus BF, in quo (*per 3. huius*) aqua ascendet vsque ad F, eademque erit linea horizontalis D E F. dico non plus premi aquam in puncto B, existentem à tota illa aqua; per varias lineas nempe G B perpendicularem, A B obliquam & alias innumeras quæ cogitari possunt, quàm per solam perpendicularem, & tàm benè premi per omnes simul, quàm per vnam.

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 G B, in quo aqua sit vsque ad G; in oppositò perveniet in F. pariter cogitetur loco vasis A B C, esse solus tubus obliquus AB, in quo aqua perveniat ad eandem altitudinem D, pariter aqua ascendet in F, ergo eôdem modô premitur, sive per vnam 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 maior copia premit, sed ponitur in dispositione ad minorem motum, dum verò adest sola gravitatio perpendicularis, aqua secundum illam dispositionem, est in maiori motu. pariter in sola gravitatione obliqua, licèt aqua sit in maiori motu, quàm in perpendiculari, hic tamen motus est inclinatus; atque adeò minùs potens Secundum regulam communem in Mechanicis explicatam. quod vires gravitationis secundum perpendicularem sint attendendæ.

Hoc nonnulli satis non adverterunt, qui aliquas experientias satis difficiles, per multiplices, aut pauciores pressiones explicare voluerunt. neque enim plures pressiones corporis minus mobilis plus possunt, quam pauciores eiusdem corporis, vt magis mobilis.




Aliô modô eandem propositionem possumus experientia satis efficaci stabilire. Sint enim duo vasa AB, CD, eiusdem altitudinis, sed inæqualis magnitudinis. Sit verbi gratiâ AB mille librarum capax, & vas CD, tantùm decem librarum. Sint duo foramina æqualia E & F, quæ tegantur duobus orbiculis ligneis item æqualibus, infundatur aqua in vtroque ad eandem altitudinem G, & C. etiamsi orbiculi sint leviores aquâ, adhærebunt tamen, eo 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 vtroque casu adhæsionem, quam bilance probare possumus. ergo eadem est vtrobique gravitatio.

Quare potest assumi Archimedis axioma, si bene intelligatur. in quôlibet vase pars quælibet fundi premitur, à parte aquæ ipsi perpendiculariter respondente; non quod etiam ab aliis non prematur; sed quod omnes pressiones simul sumptæ, vni pressioni æquivaleant: quia si reliquæ omnes considerentur, iam tota aqua in minori motu ponitur.

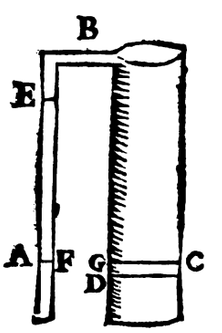
Ex quibus concluditur, quod maris non magis prematur fundum, quam lacûs, si eadem sit aquæ altitudo, & quod pressiones omnes respectu eiusdem corporis distributæ variis partibus, vni perpendiculari sint æquales.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*In syphonibus, & tubis communicantibus, in parte superiori vna libra aquæ, erit in æquilibrio cum centum libris, si ad eandem lineam horizontalem perveniant.*

Sint duo tubi AB, BC, communicantes in puncto B, sitque aqua in vtroque vsque ad lineam horizontalem AC. dico aquas AB BC, esse in æquilibrio. Supponatur enim aqua BC, descendere vsque ad D, ascendet ex alia parte, vsque ad E. non expendo hic quomodo adhæreant, certum enim est, quod si descenderet aqua in tubo BC, ascenderet in tubo AB, vt experientiâ constat, explicabo autem infra quodnam sit principium illius adhæsionis, quare cum sit semper eadem aqua, erit aqua A B C, æqualis aquæ EBD, & ablatô eô quod commune habent, nempe aquâ EBC, restat AE tubus, æqualis tubo CD.




Demonstratio. Aqua AB, ad aquam BC, (*per 14. 12.*) se habet, vt basis AF, ad basin GC, sed vt basis AF, ad basin CG, ita linea G D, ad lineam AE, (*per 15. 12.*) cùm cylindri A E, C D, sint æquales,

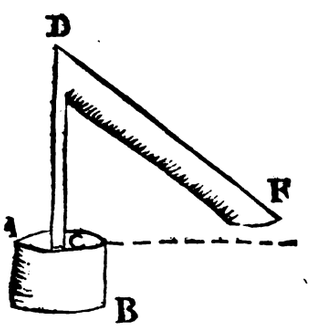
Digitized by Google

æquales, linea autem GD, eſt motus aquæ BC, & AE, eſt motus aquæ AB, ergo vt aqua AB, ad aquam BC; ita motus, aquæ BC, ad motum aquæ AB, quare eſt reciprocatio ponderum & motuum: ergo per principium primum mechanices eſt æquilibrium. quod erat demonſtr.

Verum quidem quod ſi tantiſper deſcendat aqua BC, aut BA deſtruetur æquilibrium, & vna aqua alteri prævalebit.

Eôdem modô oſtendam ſi vnus tubus, ſit inclinatus, alius perpendicularis, fore ſemper æquilibrium, eôdem prorſus modô, quô oſtendi ſupra, in tubis communicantibus per partes inferiores id accidere. pariter licèt vnus 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 oppoſitô 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, vt aquam redderet antequam ad eandem lineam horizontalem perveniret. aut idem crus in ſpiras involuere, ita vt licèt crure in aquam immersô longius eſſet, nihilominus aquam redderet antequam ad eandem horizontalem lineam perveni-



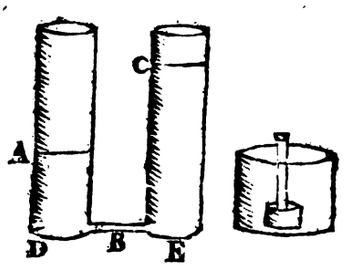

ret, vt ſi vaſi AB, immergatur ſyphon CD, ſitque linea CF horizontalis, per ſuperficiem aquæ tranſiens, ſi ex eo quòd crus DF, eſſet craſſius poſſet reddere aquam ſupra lineam CF, aut ex eo quòd magis inclinaretur ad horizontem; aut ſi in ſpiras circumvolueretur, haud dubiè motum perpetuum haberemus. nam exceptam aquam in F, canali aliquo remitteremus in vas AB, ſed vt dixi vera longitudo tubi ſumitur penes perpendicularem. Et 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 vt gravitas ſpecifica vnius, ad gravitatem ſpecificam alterius; ita reciprocè altitudo vnius liquoris, in ſuo vaſe, ad altitudinem alterius.*

Sint vaſa communicantia AB, BC, in quibus ſint liquores diverſæ gravitatis ſpecificæ, ſitque




vt 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. 12.*) cylindrus BC, ſe habet ad cylindrum AB, vt altitudo CE, ad altitudinem AD, ſed vt 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 vnius ac alterius.

Sint ſecundò duo tubi inæquales, ſitque AB aqua, & BC oleum, ſitque BC, tubus duplo minus capax quam AB, oleum BC in tubo minore eſt in æquilibrio cum oleo, in tubo maiore, eiuſdem altitudinis (*per primam huius*) ſed oleum altitudinis BC, in tubo æqualis craſſitiei ipſi AB, eſt in æquilibrio cum aquâ AB; ergo & oleum in tubo minori eiuſdem altitudinis cum BC, erit in æquilibrio cum aquâ AB. quod erat demonſtrand.

### COROLLARIVM 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 mercurij in aqua, nempe habeatur arundo vitrea, vna extremitate clauſâ, quæ impleatur hydargirô; deinde intra aquam ad altitudinem pedum 10. invertatur hæc arundo in ſubiectum 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 mercurij, 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.

### COROLLARIVM II.

Si intra aquam ſit ſcutella plena mercurio



Digitized by Google

in quam immittatur arundo, vtrinque aperta; ita tamen vt arundo extet extra ſuperficiem aquæ, atque adeo aqua non ingrediatur arundinem, aqua propulſabit mercurium in arundinem eumque eleuabit, nouem lineis pro ſingulis 10 digitis aquæ in perpendiculo. quia nempe ita ſe habet eleuatio aquæ ad eleuationem mercurij, vt grauitas ſpecifica mercurij, ad grauitatem ſpecificam aquæ, nempe vt $71\frac{1}{2}$ ad $5\frac{1}{2}$: quia totum vas aqua plenum, ſe habet per modum tubi, & arundo quæ immittitur per modum alterius tubi communicantis, & humida ſunt, Etherogenea.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Si aër grauitet, tota aërea Regio ſe habet per modum vaſis, & tubus parte ſuperiori clauſus per modum alterius tubi communicantis.*

Quod corollariô vltimô de aqua oſtendimus, applicari poteſt toti aëri. ſi enim ſupponatur eſſe tubus pertingens vltra aërem in terras grauitantem & apertus, qui deberet aut vacuus eſſe aut certe plenus ætherea aliquâ ſubſtantiâ nullô modô grauitante, ſi illius vna extremitas in ſcutellam aqua plenam immittatur, cum aër grauitet in aquam reliquam, & non grauitet in eam partem aquæ, quæ quaſi protegitur illo tubo, (neque enim ſupponitur vllus aër grauitans intra tubum) neceſſariô attolletur aqua intra tubum, ad tantam altitudinem donec ſit æquilibrium, erit autem æquilibrium (*per præcedentem propoſitionem*) cùm altitudo aëris, ad altitudinem aquæ ſe habebit, vt grauitas ſpecifica aquæ, ad grauitatem ſpecificam aëris. quod ſi locô aquæ poneretur mercurius; minus attolleretur mercurius. neque obſtat quod tam parum aquæ, aut mercurij quantum intra tubum continetur ſit in æquilibrio cum tanta aëris copia, quia vt dixi diſpoſitio ad paruum motum in aëre, compenſat, exiguitatem aquæ. vt iam oſtendimus ſupra. nam deſcenſus aëris, ad aſcenſum aquæ ſe habet vt diameter tubi aquei, ad diametrum totius athmoſphæræ aëreæ, & grauitas totius aëris, ad grauitatem aquæ; vt diameter athmoſphæræ, ad diametrum aquæ. vnde eſt reciprocatio neceſſaria ad æquilibrium. ſed iis non immoror vt pote quæ cum ſint iam demonſtrata indicaſſe ſufficiat.

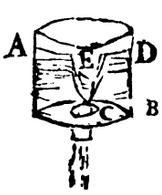
Cum autem id præſtare non poſſimus, nempe habere tubum, cuius longitudo tranſcendat regionem aëream, quæ in terram grauitat. aliam viam tentamus; impediendo ſcilicèt, ne aër in tubum grauitet. implemus igitur aquâ tubum longiorem, verbi gratiâ quadraginta pedum, eiuſque pedem, aquæ immergimus, obturatôque diligenter ſuperiori orificiô, ne aër per illud in aquam grauitet. aperimus orificium in pede conſtructum, viamque aquæ facimus. certum autem eſt quod ſi aqua in eo tubo, contragrauitante aëre ſuſtentaretur, defluere deberet donec, eadem eſſet ratio altitudinis regionis aëreæ. ad altitudinem aquæ in tubo ſuſtentatæ, quæ grauitatis ſpecificæ aquæ; ad grauitatem ſpecificam aëris; ſuſtentatur autem tantum ad altitudinem pedum 33; ſi autem fiat experientia in mercurio, ſuſtentabitur ad altitudinem 26 digitorum, nempe vt ſe habet grauitas ſpecifica mercurij, ad grauitatem ſpecificam aëris. quare conſequenter erit altitudo mercurij in tubo ſuſtentati, ad altitudinem aquæ, vt grauitas ſpecifica aquæ, ad grauitatem ſpecificam mercurij, quod ita reſpondet experientiæ, vt ne tantillulum excedat. volui autem monere ne quis miretur tantam aëris copiam, poſſe eſſe in æquilibrio, cum tam exigua mercurij parte. non enim vt iam 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 vnam leucam, tota athmoſphæra aëris non deſcenderet vna centies milleſima parte vnius lineæ. quod repetere volui vt Tyronum imaginationem huic principio aſſuefacerem.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*In Fluidis grauitatio perpendicularis præualet.*

Etiamſi dixerimus præcedenti propoſitione dum humidum, in partem ſubiectam grauitat, pluribus grauitationibus, eas omnes grauitationes, ſoli perpendiculari æquiualere. nihilominus in actu ſecundo, dico perpendicularem magis operari, & de facto maiorem exercere conatum, quam reliquas. eſto enim dum abeſt perpendicularis grauitatio, reliquæ ſuam vim habeant, aſſero tamen dum adeſt preſſio perpendicularis, eam præcipuam vim habere. ſit enim vas A B, in cuius medio fundo, ſit foramen C apertum, per quod aqua egrediatur. ſubſidet aqua in parte E, quæ perpendiculariter foramini C reſpondet, ita vt fiat cylindrus E C deſcendens, eiuſdem circiter craſſitiei cum foramine, & aliæ partes aquæ extra illum cylindrum poſitæ non deſcendant. inde fit etiam, vt quæ ſunt leuiora aquâ, ſi in puncto E inueniantur ſimul cum ſubſidente aqua deſcendant, quæ in aliis ſuperficiei aquæ partibus poſitæ ſuſtententur, & ſupernatent. ratio igitur eſt quod omne graue delatum perpendiculariter, maius habet momentum; quàm idem aut ſimile graue quod fertur per planum inclinatum, vt 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 E C niſu perpendiculari, ergo partes E C præualebunt. verè quidem ſi illæ deeſſent; partes, reliquæ ferrentur ad foramen C, ſed quia niſus partium E C præualet, impedit quominus aliæ moueantur. Ex quo videtur rationem cur in puncto E ita ſubſidat aqua vt formetur infundibulum, & læuia etiam corpora ſimul cum aqua ſubſidente deorſum ferantur.




Eâ

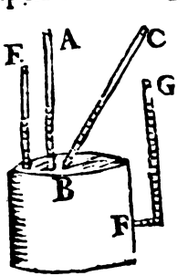
Ex occasione quæres cur fiat vertex in puncto E, hoc est cur aqua non subsidat recta, sed rotetur in verticem. Ego quidem non existimarim in aqua quieta omnino, talem vorticem in orbem agitatum inueniri, sed tantum in aquis currentibus, dum enim accidit vt impetus aquæ currentis, in aquæ subsidentis latus vnum incurrat; aqua suum motum conseruat, 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 immergo in superficiem aquæ, humor statim per canaliculum assurgit ad digitalem ferè altitudinem. inclino canaliculum in BC, altius aqua ascendit, breuiori vtor in DE, non ita alte humor ascendit, claudo digitô canaliculi orificium superius dum illum immergo aquæ, aqua nullo modo ascendit. digitum amoueo illico assurgit, & hoc non in aqua tantum, sed in vino & aliis liquoribus accidit. si canaliculus siccus sit sensim tantum, & lente aqua assurget, nisi fuerit paulò laxior, sit vero madefactus, statim eleuatur aqua. horum omnium quæritur ratio.



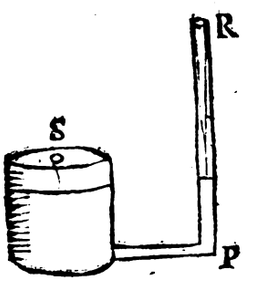

Primò quidem certum est id non prouenire ex impetu, quô tubulus in aquam immergitur, dum enim clausus digitô, in superiori orificio aquæ immittitur, non ascendit, dum autem amouetur digitus ascendet aqua; licet iam pridem desierit impetus, quô tubulus demersus est in aquam, ergo alia necessariò causa accersenda est. deinde quò maiori impetu immitteretur, eò magis ascenderet, nec daretur vlla ratio cur in longiori altiùs ascendat.

Certum est, item vt demonstrauimus momentum aquæ, in vase B F existentis non esse maius, momentô aquæ existentis in tubulo F G, quotiescumque eadem fuerit altitudo; licèt maius sit vnius pondus, quàm alterius. quia momentum vt iam sæpè monui, coalescit ex pondere & dispositione ad motum. neque etiam cogitanda est vis aliqua adhæsiua, quâ vna gutta aquæ, aliam attrahat illique copuletur, & consequenter quia madidus est canaliculus, ideò humor, quô imbutus est alium attrahat: sed cum id experti simus in canaliculo sicco, & ascenderit aqua vltra superficiem aquæ in vase contentam, ideò hic effectus attractioni tribuendus non est.

Neque etiam assignari potest maior in vnô, quàm in aliô grauitatio aëris, si præcisè & simpliciter sumatur. posset enim aliquis cogitare in vase latiori aërem grauitare per plures lineas non tantùm perpendiculares; sed etiam obliquas, eò quod latera vasis tales pressiones non intercipiant, hoc est si superficies aquæ non multum distet, à labris ipsius vasis ferè à toto aëris quasi hemisphærio possint duci lineæ ad singula superficiei aquæ puncta, atque adeò aër per plurimas lineas in aquam maioris vasis grauitet. At verò in minutiore tubulo, & oblongo, quia non possunt duci nisi fere lineæ perpendiculares, ideo aër non grauitabit per tot lineas; atque adeò, non ita premet humorem in tubulo contentum vnde maior 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 vni æquiualere, & vnam pluribus. deinde in tubis laxioribus, licèt obseruetur eadem proportio, nempe sit vnus tubus, centuplus alterius, si paruus sit valde minutus, accidet quidem vt in eo, aqua ascendat supra libellam, at vero si tubus minor sit laxior, etiam si comparetur cum toto mari, quod illo erit plusquam centies millecuplus, id tamen non eueniet. nam si pressio maior aëris in vase millecuplo potest in tubulo eleuare aquam ad duos digitos; pressio totius maris sine vllo labrorum impedimento, poterit aquam eleuare ad vnum etiam saltem digitum, in vase, cuius basis erit vnius pedis. neque enim maior virtus requiritur ad eleuandam aquam vnô digitô in tubo pedali, quam in tubo capillari, vt vidimus cum stet in æquilibrio cum eadem aquâ: in alio quocumque vase contentâ.

Deinde sequeretur quod auctis lateribus maioris vasis, ita vt impedirentur grauitationes per plures lineas; non ascenderet aqua in minori, quod tamen est contra experientiam.

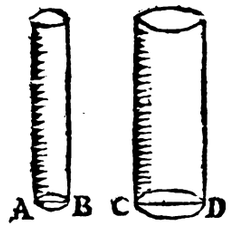
Denique si ex eo quòd aër non grauitet per plures lineas, sed per angulum valde acutum, impediatur eius vis ad premendum aut saltem minuatur, vt in figura secunda propositionis, sextæ quia angulus A E G, maior est angulô C F H, aër per plures lineas grauitabit in punctum E, quam in punctum F, ideoque in tubulo præcipue longiori, quia ille angulus est valde acutus, aër minùs premat aquam, quæ propterea vt minùs pressa, ab oppositâ & in alio latiori vase contentâ, & magis pressâ sursum propellatur, si inquam hæc ratio valeret, quotiescumque esset eadem differentia angulorum, in diuersis vasibus communicantibus, toties eadem esset eleuatio, quod tamen est contra experientiam. addo quod si fiat tubus P R, in superiori parte R




obturatus, excepto exiguô foramine, pressio aëris fiet per angulum valdè acutum; cuius 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 valde acutum,

tum, 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, eo quòd per angulum acutissimum fiat. expertus enim sum millies aërem per exiguum foramen immissum, tam bene gravitare in aquam vase conclusam, ac sublatô operculo. modò 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, vt 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 quotidianâ 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 multum minuatur earum gravitatio, nam reliquæ partes illis adhærentes, etiam tantisper illis incumbunt. dum ergo diximus aquam maiore tubô inclusam esse in æquilibrio cum aqua in minori tubo contentâ, si earum superficies ad libellam disponantur, solius aquæ rationem habuimus, non autem incumbentis desuper aëris. quare dicendum est in eo tantum tubô, supra libellam, aquam ascendere, in quô aër superficiei adhærens notabilem habet proportionem cum reliquo aëre intus incluso. ponamus enim partes aëris, ita esse minutas. vt decimam vnius lineæ partem adæquent, superficiei internæ tubi circumquaque adhærebunt partes aëris, ad latitudinem decimæ partis vnius lineæ, si ergo illa decima pars vnius lineæ nullum habeat rationem cum reliquo aëre intus incluso, non minuetur ex ea adhæsione sensibiliter illius gravitatio; si verò notabilem, & sensibilem cum eo rationem haberet, vt si esset, decima eius pars aut sexta, haud dubie de eius pressione nonnihil adimeret. si verò sit tantum centesima eius pars, decrementum erit insensibile. neque enim soliditas tubi se habet vt eius superficies, nam cylindrorum æque altorum conuexa, aut concaua superficies, se habet vt circumferentiæ circulorum qui bases sunt cylindrorum, at verò soliditas seu capacitas cylindrorum se habet, vt 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 eius altitudine & circumferentia circuli qui basis est eius, 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 vt 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 concauæ 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, quam adhæsio ducentorum ad retardandam pressionem quatuor millium punctorum. nam centum est decima pars millenarij numeri, & ducenta sunt tantum vigesima pars quatuor millium.

## COROLLARIVM I.

Sequitur primò. quòd in longiori tubo altiùs ascendet aqua, eò quod retardetur gravitatio plurium partium. cum enim sit maior superficies 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.

## COROLLARIVM II.

Sequitur item ad quamcumque altitudinem aërem ascendere posse, si modò per quascumque angustias aqua intromitti possit. posset enim tam angustus esse tubus, & aëris pressio per illum tubum impediretur, & in eo casu ad quamcumque altitudinem ascenderet.

## COROLLARIVM III.

Hôc principiô explicantur multa, quæ ad attractionem communiter reuocantur. ita spongia si aquam tangat, eâ impletur, aëris enim in poros existentis gravitatione retardatâ, 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, æque ac ascendit per cineres, quia cum cineres sint minutiores, minutiora etiam habent interualla intercepta. vnde habent rationem minutioris tubi. pariter tela exsiccat, & extergit digitos, quia aër externus partes aquæ, introducit. atque hôc modô facilè explicantur multa quæ virtuti tractici inexplicabili tribuuntur. potest autem, multis rationibus reiici huiusmodi virtus attractiua. primò quia pleraque ex

iis

Digitized by Google

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 attractiuam connectuntur, ita cohærent vt ex iis fiat vnum corpus graue, ita magnes ſi ſtaterâ examinetur, deprehenditur eſſe ponderoſior, dum illi adhæret ferrum, ſed canaliculus in aqua tantiſper immerſus, ſi ſtaterâ examinetur, non ita adhærentem habet ſibi aquam; vt propterea fiat grauior, igitur aqua non aſcendit, propter aliquam virtutem attractiuam affinem magneticæ, aut electricæ.

### COROLLARIVM III.

Ex eô ſequitur aquam in canaliculo debere potiùs ſupremam ſuperficiem cauam, quam planam, aut gibboſam, & protuberantem habere, cum enim non tam impediatur grauitatio 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 cauа eſt ſuperficies. in vaſe autem ſatis magno, pleno vſque ad ſuprema labra, aquæ ſuperficies ſe accommodat ſuperficiei ſphæricæ, cuius centrum eſt centrum terræ, immò nonnunquam protuberat aqua, ſi labra ſint ſicca; quia non poteſt facilè aquâ ſe inſinuare per ſalebras, & inæqualitates in vaſe exiſtentes. cum propter tenacitatem aliquam, partes nonnihil cohæreant. propterea melius aſcendit aqua in canaliculo madefacto. ita videmus guttas aquæ in ſublimi pendere, grauitate guttæ non potente tenacitatem illam vincere, addo & quod guttula aquæ multam habet ſuperficiem reſpectiue ad pondus vt explicuimus ſupra.

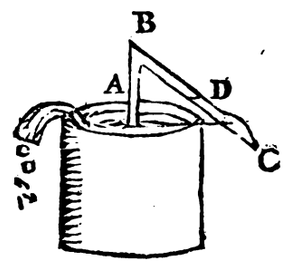
Ad hanc aëris grauitationem multa alia reuocantur quæ non ſunt huius loci. vt quòd duæ guttæ aquæ vbi ſe attigerint in vnam guttam coaleſcant, cum enim ex contactu impediatur aëris grauitatio in eam partem, cæteris ab aëre compreſſis vndique, neceſſariò in vnam conueniunt. pendet gutta ex ligno quia ex parte qua lignum attingit non grauitat aër, ſi autem feſtuca ab inferiori parte eam attingas, quia impeditur à feſtucâ ea parte aëris grauitatio; illa ſequitur. Experti ſunt nonnulli in mercurio contrarium euenire, nempe in minori tubulo, mercurium non aſcendere ad eam altitudinem, quam habet in maiori tubo, aut in vaſe. Dicendum eſt id prouenire ex difficiliori diuiſibilitate 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 maiori vaſe contentæ, excipiatur illa aqua vbi ex minori tubulo effluxerit; & quia inuenitur altior ſuperficie alterius aquæ, poterit propriô pondere ad illam ferri, atque in aqua maioris vaſis, per tubulum altius effertur, & proprio pondere ad fontem ſuum regreditur. Hæc inquam cogitatio legitima videri poſſet, affero tamen ex eo capite nihil confici. eſto enim in aquam tubulo contentam, non poſſit omnem ſuam grauitationem aër exercere, ob tubuli anguſtias, & adhæſionem partium, vbi verò ad os tubuli peruenerit aqua, totus aër in eam liberè grauitabit, impedietque quominus egrediatur, aut effluat. cum enim ſi ſpectentur aquæ ſolæ illæ ſint in æquilibrio vbi ad libellam diſpoſitæ ſunt, cogaturque aſcendere nonnihil aqua ob inæqualem aëris preſſionem, vbi ceſſabit eiuſmodi inæqualitas omnem motum ceſſare neceſſe eſt. ſed dum aqua ad os tubuli peruenerit, inuenitur æqualitas preſſionis ab aëre factæ. immò nunquam aqua per tubulum aſcendens ſupra libellam, ad os eius perueniet, ita vidimus, in longiori tubo altius aſcendere, ſi verò decurtetur, quia maior ſit grauitatio aëris, aqua minus aſcendit. vnde tubulus vt 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 vſque ad




nunquam tamen fluet niſi tubulus peruenіat in punctum C, infra ſuperficiem aquæ in oppoſito vaſe contentæ. ratio eſt quia ſi defectus preſſionis aëris eam impellit vſque ad B, ſi tubus peruenіat vſque ad D poterit preſſio aëris libera eam impedire, quo minus decidat, & ſuperare grauitatem aquæ B D. ſi verò peruenіat in C cum æqualis ſit preſſio aëris in vaſe A; & in puncto C, illæ erunt in æquilibrio; ſed aqua B C ex ſuppoſitione ſuperat aquam A B, ergo prævalebit.

Hæc neceſſariò præmittenda fuerunt, vt fontium cauſas expenderem. cum enim illi ad aquarum æquilibrium reuocentur, 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 examinate, quæ ad matheſin ſpectant. vnde referam aliquas de ea re ſententias iiſque tantùm immorabor, quæ huius ſcientiæ peculiares erunt. vt autem verus, &



Digitized by Google

germanus quæstionis sensus intelligatur quæritur quomodo aqua ad ora fontium perueniat & inde profluat.

Nonnulli ex solis pluuiis fontes generari existimant, cui opinioni multa sunt quæ faueant. Primò quod in locis in quibus infrequentes sunt pluuiæ, rarissimi sint fõtes, vt in Ægypto & Peruuiana regione. Secundò quod mirum in modum pluuiis & niuibus augeantur fontes. Tertiò quòd vix vllus sit fons, qui non arescat, deficientibus pluuiis, aut saltem mirum in modum non decrescat æstiuô calore. à multis reiicitur hæc opinio; nescio tamen an satis benè. quod enim asserunt non vltra decem pedes terram humectari pluuiis, nihil efficit, si enim licèt terra non humectetur nisi ad decem pedes, hoc non impedit quo minus augeantur fontes ex pluuiis; igitur terræ soliditas non impedit, quo minus aquæ pluuiæ ad ora fontium perueniant. existimo igitur maximas esse, in montibus præcipuè cauitates, quæ ad modum cisternarum, aquis pluuiis, per rupium commissuras, & hiatus frequentes se se insinuantibus repleantur. quarum ora quia non satis aperta sunt, aquam ad futuram vsq; pluuiam dispensent, & suppeditent. hoc clarissimum est in Alpibus in quibus quotiescumque accidit vt rupium commissuræ omnes versus vnam partem descendendo ferantur, ibi sunt frequentes fontes, in opposita verò parte nulli. facilius autem aqua per saxorum commissuras se se insinuat quam per terram, faciliusque decurrit. neque mirum videri debet tantam ex pluuiis colligi posse aquarum copiam quæ fluminibus sufficiat, si enim sola pluuia quæ in tectum alicuius domus incidit, colligatur; cisternam efficit, quæ in totum annum in vsus domesticos sufficiat; quid mirum si aqua quæ in tot montes depluit, vnum aut alterum fluuium efficiat. alpes Rhodanum tantum quatuor aut quinque minoribus fluuiis, padum pariter aliquibus augent. esse autem concauitates maximas in montibus clarissimum est, qui enim ad metalla educenda rupes excauant, nonnunquam lacus integros deprehendunt. meô quidem iudicio existimo pleraque fontes ex pluuiis generari, cum plerique deficientibus pluuiis arescant. nullique sint fontes currentes intelligo, in supremis montium iugis; 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 pluuias resoluitur, ita etiam in rupibus, & cauernis terræ, posse aërem in aquam conuerti, cautibus adhærere, & per foramina quasi per Alembicum defluere. Quæ opinio explicanda est; vix enim modò admittitur à quoquam aërem, in aquam conuerti, ob instans frigus, eò quòd non videatur sufficiens causa productiua aquæ, deinde eo quod tempore hyemali ferè tota aëris regio vicina terræ, in aquas mutaretur, & propter multas alias rationes huiusmodi. dicendum igitur est vaporem qui substantialiter adhuc aquæ naturam habet, frigefactum rursus naturalem densitatem induere, & qui priùs aëre in specie leuior erat, fieri grauiorem. cùm enim intra terram aqua lateat, & in subterraneis locis calor quô attenuetur, & ascendat, adsit & causa frigefactiua nempe cautes, & rupes quæ se habent quasi Alembici opercula; non videtur, aliquid deesse ad huiusmodi conuersionem. accedunt multa quæ id suadeant: nam in montibus vt plurimum sunt fontes, neque vllum inuenies alicuius nominis fluuium qui ex montibus originem non ducat, planities quidem puteos, fontes autem vix habet. Nonnulli vbi aquæ copiam ingentem in fluuiis alicuius alueo vident; incredibile existimant fieri posse, vt ex cautibus quasi ex Alembicis profluat, qui tamen ex montibus ita magnis vix vnum aut alterum riuum profluere viderit, facile in tam vastis cautibus posse eum formari crediderit.

Quamvis hic modus explicandi à veritate non sit alienus; non soluit tamen difficultatem. esto enim possint cautes innatô frigore, vaporem in guttas aquæ conuertere, vnde tamen tanta vaporum copia, quæ tot perennibus riuulis, & 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, vt rursus fluant. quare nobis examinandum restat quomodo aqua ex mari ad fontium ora perueniat. principium enim motûs, quô fontes, & flumina in mare præcipitantur est grauitas, cum altior 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, necessario etiam dicendum est fontes altiores esse superficie maris, & hoc mihi demonstratum est: cum nunquam aqua in liberô aëre fluat, nisi vt 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 eiusdem, aut plurimorum inuicem communicantium, aquam altiorem esse, quod supra impossibile esse asseruimus. restat igitur quæstio quomodo aqua ex maris, humiliori nempe locô, ad ora fontium deferatur.

Assero igitur etiam datis quibuscumque canalibus, & subterraneis cuniculis aquam non posse vi æquilibrij ad montiũ iuga ascendere. nam mare si cum canali comparetur se habet per modum vasis communicantis, sed vt vidimus in prima huius, vna libra aquæ est in æquilibrio cum aqua cuiuslibet vasis, si ad eandem lineam horizontalem peruenerint; ergo ex eo capite nihil subsidij haberi potest ad fontium originem explicandam. Accedit quod dum per æquilibrium aqua ascendit, debeant canales, & tubi non esse interrupti, priùs enim omnis obuia capacitas repleretur, quàm aqua ascenderet, subterranei autem specus, quam pluribus locis interrumpuntur, priusquam ad fontium ora perueniant.

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 salsedinẽ retineat, erunt quasi duo vasa communicãtia diuersorum

Digitized by Google

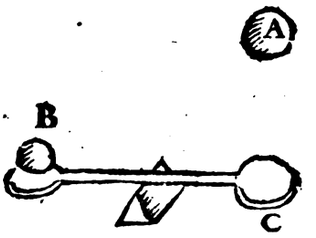
rum liquorum, & cum gravitas aquæ salsæ maior sit, gravitate specifica aquæ dulcis; erit (*per 9 huius*) vt grauitas specifica aquæ maris, ad gravitatem specificam aquæ dulcis, ita reciproce altitudo aquæ dulcis ad altitudinem aquæ maris; igitur poterit aqua ad maiorem altitudinem ascendere quàm sit 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 vnius leucæ, quod non crediderim, igitur poterit vi istius principij aqua dulcis tantum ascendere supra maris superficiem vigesima parte vnius leucæ, constat autem dari fontes quorum origo à superficie maris sit altior vnâ Leucâ, igitur hoc principiô explicari non potest ascensus aquæ in fontibus supra maris superficiem.

Tertius modus erit si impetum aduocemus, cum enim mare incrementa idemtidem habeat, ita vt aut natiua spirituum in aquis delitescentium vi, in sublime attollatur, aut luna æstum & intumescentiam in ea producat, vbi eiusmodi montes deuoluuntur, & detumescunt, ingenti impetu aquas ad littora, & terræ hiatus, & cuniculos impellunt, immò ad montium vsque iuga attollunt, cumque illi æstus sint ferè continui, inde illa in fontibus perennitas. hæc ratio explicandi, multis confirmari posset vt 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 contenta, vi impulsa, efferetur in altum.

Vt examinetur hîc 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 peruenire, vnde cum aqua quomodocumque præcipitetur, non possit ascendere, nisi quantum descendit; non adhuc vi illius impetus, poterit efferri vltra altitudinem maximæ intumescentiæ maris in æstibus.

Secundum quod perpendendum nobis est, an multa aqua præcipitata possit exiguam aquæ copiam altius efferre, quam sit locus vnde præcipitatur, verbi gratiâ, an torrens ex altissima rupe præceps, attollere possit in tubo aliquo




aquam ad maiorem altitudinem, quàm ipse ruat. sicut enim si magnus globus incidens in vectem C, potest minorem globum B ad maiorem altitudinem eleuare, quam ipse ceciderit; ita etiam videtur ingens mons detumescendo præcipitatus, longiùs posse per canalem subterraneum aquas amandare, & supra libellam attollere.

Inuenio tamen maximam liquida inter, & solida differentiam, quod solida tota simul feriantur, at verò liquida non item. dum enim mons aquæ detumescendo ad littus propellitur, eiusque aliqua pars in subterraneum meatum incurrit, non totus in aquam meàtu contentam vim suam exerit; sed maior pars in littora illiditur, quare ex eo capite non maiorem concipiet impetum aqua, quàm si illa sola pars quæ ostia subterranei cuniculi nanciscitur, ex ea altitudine decideret. Addo vlteriùs quod vt salsedinem deponat aqua, debet per angustias & arenulas percolari, in quas impingendo totum conceptum impetum amittet.

Quartus modus erit si admittamus ex mari aquàm 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 immediate ex mari non procedere, cum inueniantur in montibus, sed vt 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 peruadens, eandem salsedinem contrahat. igitur non existimo debere vllam legitimam difficultatem illi fieri qui asserat, ex mari per cauernas, & subterraneos specus aquam totam ferè terram peruadere, modò asserat aquæ sic ex mari deductæ superficiem humiliorem esse superficie maris; vnde restat adhuc difficultas quomodo, ex tam depressô locô ad montium cacumina deferatur.

Posset aliquis comminisci, quod terra spongiosa sit, sicut ergo accidit dum spongiæ extremitatem aquæ immergimus, vt aqua ascendat, totamque peruadat, aut etiam trans arenam, aut cineres in sublime euehatur, ita etiam in hoc casu dici posset, per secretos meatus, & capillares tubos aquam ex inferioti loco, ad terræ superficiem immò & ad supremos montes ascendere. sed hic modus reiicitur ex iis quæ superiori propositione diximus, nempe datô quòd aqua per rimas à pressione aëris in sublime efferretur. ille tamen modus inutilis esset ad fontes generandos, quia vbi ad ora syphunculorum peruenisset aqua, pressio aëris eius egressum inhiberet vt supra demonstrauimus.

Solus restat modus iam supra indicatus, nempe calor, sicut enim subterranei ignes, & terra calida est, vt experiuntur qui ad aliquas orgias montes perfodiunt, vt metalla eruant; sæviente enim hyeme teporem aliquem experiuntur, igitur non minùs calor terræ inhærens potest aquam rarefacere quàm solis calor. quod iam supra explicui.

Difficultatẽ facit aliquibus tanta aquarũ copia, quæ ex fontibus in flumina deriuatur, volunt etenim aquam fluviorũ intra annum fluentem globũ multò maiorem terrestri efficere quod asserere videtur Aristoteles. ego verò subductis calculis, rem aliter se habere deprehendo. Sumamus Rhodanũ

eiusque profunditatem inquiramus, quam ponamus esse in aliquibus locis triginta pedum. latitudo alvei, sit trecentorum pedum certum autem est prope ripas non esse tantam profunditatem, navigetur sine remis, aut ventis, sed tantum animaduertatur via quam conficit aqua intra horas 24. prope mare non erit quindecim leucarum, dico ergo si fieret fossa trecenties sexagesies sexies maior alueo 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 ratefactionem 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 vt 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 vt post aliquas Leucas longe altius oriantur, quam sit fluvij alveus; ita dum aquam ad pistrina ex fluviis deducimus, sæpe post centum passus, dum eius alueum 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 vt per subterraneos alveos, in vnum colligatur pluvia, quæ in montibus variis ad viginti leucas depluit.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Fontem naturalem construere.*

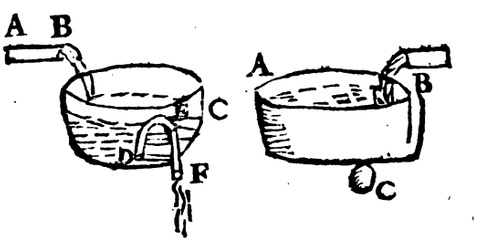
Sit aliquis cui sint quam plurima terræ inutilis iugera, in loco præcipuè elevato, vt in colle, fiat fossa ingens ex qua terra egeratur, fiantque in gyrum aggeres, vt aquam continere possint, hæc fossa sit pluribus locis, variis meatibus & cuniculis ex lapide impolito permeabilis, quo plures erunt eo meliùs, immò poterunt meatus alij aliis imponi omnes tamen in vnum colligantur, in quo erit foramen mediocre desuper silicibus, calculis & ad duos aut tres pedes glatea operiatur hæc fossa, si autem fieri possit etiam ad illam aliunde derivetur aqua pluvia, dico constructum esse fontem perennem quidem, si tantæ sit capacitatis, vt possit aquam ab vna pluvia ad aliam per foramen subministrare: si verò perennis non sit poterit esse vtilis domesticis vsibus ita vt laxatô tantum epitomiô aqua decurrat.

## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Fons Altacombanus & fons Puigroffensis statis tantùm vicibus decurrentes.*

Non refero hic quàm plurimos fontes, qui per intervalla tantum fluvnt, nam in locis maritimis, facile id maris æstui tribui posset, præcipuè verò, si in loco humiliori inveniantur, ad quem matis aqua, dum intumescit perveniat. vnum tamen moneo vix esse inquirendam fontium, hôc modô mirabilium causam, nisi ab iis qui fuerunt oculati testes, tot enim mendacia in hoc genere referuntur, & tot circumstantiæ à vero alienæ, vt res alioquin facilis sæpe intricetur. duos hic habemus fontes quos vocant mirabiles vnum prope Abbatiam Benedictorum, 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, vt semel experti sumus interea dum pranderemus, vndecies aquam dedit, ex hac irregularitate emanavit hoc prouerbium, vt dicatur nunquam fluere coram illegitimis, & spuriis. in eo nihil aliud notatu dignum animadverti, vices enim vt plurimum eôdem die sunt æquales, & æqualia tempora. quæritur huius rei ratio. scio nonnullos ad æstum maris recurrisse, sed malè, distat enim Camberium à mari sexaginta Leucis, & hic fons in lacum Burgitem, lacus in Rhodanum, Rhodanus in mare mediterraneum præcipiti cursu influit, qui maximam huius fontis supra maris superficiem denotat altitudinem. multò minus ad fluctus maris, qui haud dubie crebriores essent & non duodecies intra horam sed plusquam centies intercurrunt. Idèm dico de aliis intra montis vicini viscera locum cominiscentibus, quem cum aura agitaret, exundare cogeret, sed crebriores essent vices. assignabo igitur causam facilem, & ex nostris principis pendentem immò quæ talis sit, vt fontem quemcumque continuum, in alternum fontem mutare possit. primus modus hic erit. sit AB fons continuò fluens in cauitatem BC, quæ




aquam continere possit, in ea autem sit syphunculus incuruus DEF, nempe foramen in rupe fortuitô casu repertum, quod à fundo cavitatis sursum ascendat in E, descendat autem in F. ita vt crus EF sit longius crure DE, item foramen aut tubus DEF sit capacior tubo AB, possitque maiorem 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 cavitatis BC contentam, & per illam gravitat in aquam tubo DE comprehensam, gravitat item in aquam EF, aqua autem in EF, ponderosior est aqua DE, saltem maius momentum habet, quia ex suppositione maior est eius altitudo; quantum autem est momentum aquæ AB, tantùm

Digitized by Google

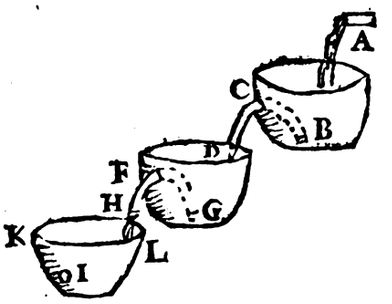
tantùm retardatur grauitatio aëris ex parte F, ſicut quantum eſt momentum aquæ DE, tantum de momento aëris grauitantis, in aquam DE perit; maius igitur erit momentum aëris grauitantis in DE, quam grauitantis in EF, igitur aër grauitans in DE, vincet & attollet aquam, cogetque ad egreſſum, & quia ex ſuppoſitione, tubus DEF, maior ſupponitur tubô 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 cauitate BC, aqua perueniat in E. tunc rurſus fluere incipiet & ſic ſtatis vicibus fluet. ſequitur quod ſi aqua per vnum 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.

Alij verò rem aliter explicant. ſupponunt enim ingentem aliquem, lapidem & vacuum, fortuito caſu, ob ſubiectum alium lapidem tanquam hypomoclion, ita potuiſſe in æquilibrio poni, vt vacuus ſtaret rectus, plenus autem inclinaretur. ſit enim talis lapis AB, ſuſtentatus in puncto C, ita tamen vt maior pars cauitatis vergeret ad punctum A. licèt dum vacuus eſſet nonnihil præponderaret pars eius B. quia tamen dum aquâ impletur maior pars aquæ, vergit ad partes A, ideò poteſt pondus aquæ præponderare: Et 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 abſolute iudicem; improbabile tamen videtur intra rupem fortuitô caſu ita diſpoſitum eſſe lapidem in æquilibrio, vt id præſtare poſſit, cum opus ſit artificiô 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, aliquando decies aliquando vigeſies fluit, ita vt inter vtrumque fluxum vix ſufficiat tempus neceſſarium ad eius cavitatem exhauriendam. non enim tantùm per ſuperiora labra aquam effundit; ſed etiam videtur aquam reſorbere, ideo quia inferioti cavitatis parte meatum habet ingentem; ſed plenum arena, per quem ſenſim tota effluit aqua. Eum fontem adivi bis, aut ter, ſinguliſque vicibus per vnam aut alteram horam ſum commoratus, nullum tamen eius fluxum vidi. Annô præteritô 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 vt 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 aquâ in eius cavitate augetur & minuitur, immò dum vltimò reſorbetur aqua, non ſine murmure quaſi interceptô 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 vero paulo minor in qua ad ſyphunculi fluxum, aqua intra duo aut tria minuta perveniat. Sit enim fons perennis A cuius aqua continuò defluat in cavitatem




ABC, impendatque quinque verbi gratia horas vt eam impleat, perveniatque ad fluxuram C, tum per ſyphonem BCD aqua exhauriatur intra ſemihoram. Sitque alia concavitas inferior FB, quæ impleatur intra duo minuta, ita vt debeat fluere aqua per foramen D, per tempus duorum minutorum vt perveniat in F; poſſit tamen tubus GFH aquam exhaurire, hoc eſt poſſit plùs aquæ effundere, quàm ſubminiſtretur tubô BCD. Sit vltimò receptaculum in cuius imo ſit foramen I glareâ plenum per quod aqua, effundi quidem poſſit ſed ſenſim. dico quinquies circiter tantum in die aqua apparebit in receptaculo KL & 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 flexuram F, vbi 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, vbi verò ceſſat, reliquum aquæ per foramen I occultum ſenſim elabitur, videturque ebibi aqua, & hoc quamdiu fluet aqua per D hoc eſt per ſemihoram integram.

Alij exiſtimant vnicam eſſe cavitatem, ABC, in quo fluat magno impetu aqua per ſyphonem BCD, immo præcipitetur vt perveniat ad receptaculum KL, deinde regrediatur, eôdem ferè modô quô 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 tempque hôc modô poſſibilem iudico, an verò de facto ita ſit, alij iudicent.

Antequam vlterius procedamus de aliis fontium effectibus eſſet dicendi locus, ſi iſti effectus ad matheſim pertinerent. & primo quidem de ſaporibus; facilis eſt ſolutio. eos enim ex terris, & mineralibus per quorum fodinas tranſeunt contrahunt, ſecundò hyeme calidi vt plurimum; æſtate verò ſunt frigidiores, quod commune eſt omnibus locis ſubterraneis, in quæ hyberno tempore, ſpiritus calidiores, aut ſe recipiunt, aut conſeruantur, quòd à circumſtante frigore, vlteriùs progredi, aut propter poros glacie & niuibus obturatos prohibeantur. æſtate verò facile auolent & aquam, ſuo natiuo frigori ſe reſtituere permittant.

Maxima difficultas quam in hac materia patiet



Digitized by Google

est haud dubie explicatio fontium calidorum, qui simul sulphuris, aut aluminis saporem & odorem habent. neque enim vnquam 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, tantùm calorem concipit. sunt in Laponia fontes subiectis flammis bulliente aqua calidiores.

*Alij* frigidissimi & aciduli.

Explicare etiam placet quomodo sint aliqui fontes, qui dum pluit non fluant, vbi vero pluuia resedit iam fluere incipiant. Existimo igitur sæpe dum pluere incipit exsiccatos antea fuisse, atque adeo aquam non dare dum pluit donec pluuiam exceperint. posset item fieri vt si cauitas vndique clausa esset, quia nullus potest aër subingredi, poris eius pluuiâ obturatis vt aquæ cursus sistatur: vt accidit in multis huiusmodi casibus, vbi vero aqua subsederit, locumque aëri fuerit, vt tunc fluat.

Camarina dicitur vocibus & clamoribus excitari, ob motum scilicet aëris quô commouetur tota aqua, & sæpè fontium ora, priùs clausa aperit.

Sunt nonnulli fontes qui æstate turbentur, eò quòd propter siccitatem summam terra, in puluerem minutum redacta, non satis sit compacta, plurimæque illius partes in aquam decidant.

Alia multa curiosa de fontibus dici possunt; quæ de industriâ vt ab institutô nostrô aliena prætereo. vt ad modum deducendi fontes accedam.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

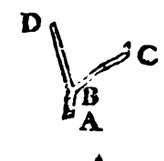
*Libellatio.*

Positis in superioribus propositionibus, principiis vniuersalibus, modò ad praxin descendimus, inquirimusque methodum fontes deducendi. Et primò quidem hic præmittendum censui, methodum fontes inueniendi si latent. Vitruuius libro oct. 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 quibus erit quærendum, & in terra mentô collocatô, & fulcô, prospiciantur eæ regiones, sic enim non errabit excelsiùs visus, quàm oporteat, cùm erit immotum mentum, sed ad 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 vt ex vapore se attollente iudicium feratur de vena intus latente.

Affert item & alia signa, nempe ex terra, vult enim in creta, sabulone soluto, terra nigra, vix inueniri salubres aquas. in glareâ verò mediocres venas, in sabulone verò masculo, arenâ, & carbunculo certiores. in montium radicibus, in saxis & silicibus vberiores & salubriores esse. signa autem erunt iuncus tenuis, salix erratica; alnus, vitex, arundo, hedera quæ ali non possunt sine humore. licèt hæc signa infallibilia non sint eo quod etiam inueniantur in iis locis quæ collectam aquam diu conseruant, 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 inuersum ibi collocari, & arundinibus palea, immo & terra operiri, si enim posterô die in eo guttæ aquæ apparent, signum est latentis aquæ. Item si in eâdem fossâ collocetur vas cretaceum non coctum quod humidum apparebit. velluscq; si collocatum apparuerit posterô die madidum; ita vt humor exprimi possit, erit pariter signum aquæ copiosæ. non minùs si lucerna concinnata oleique plena & accensa in eo loco operta, fuerit collocata, & posterô die non erit exsucta, sed habuerit reliquias olei & ellychnij, ipsaque humida inuenietur: 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 suscitauerit, is locus habet aquam. cum hæc erunt ita pertentata, & quæ supra scripta sunt signa inuenta, tum deprimendus est puteus in eo loco, & si caput erit aquæ inuentum, plures sunt circa fodiendi, & per specus in vnum locum conducendi. Hæc maxime in montibus &c.

Est etiam alia methodus quæ haud dubie si omnibus succederet esset mirabilis, vtuntur enim nonnulli virgâ amygdalinâ, aut coryli, vsus est talis. primò abscinditur ramus coryli bifurcatus qualis est A B C D, ità tamen vt duæ virgæ B D,







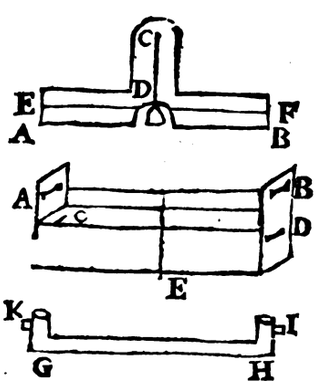
B C sint vnius anni, truncus verò A B, aut saltem pars illius sit anni prioris. abscissum huiusmodi ramum, suis exuunt frondibus, deinde vtrôque pugnô inuersum tenent, ita tamen vt pars exterior pugni deorsum vergat. hoc est vt duo minimi digiti se respiciant; tum huiusmodi ramum, sic inuersum firmiter vtrôque pugnô constrictum tenentes, ambulant in iis locis de quibus est aliquod dubium an aquam latentem habeant. vbi aquæ latenti imminebunt perpendiculariter; ramus quantumuis firmitet constringatur, inuertitur & pars A B deorsum vergit, ita vt extremitates pugnis contentæ torqueantur. Duo sunt quæ me commouent in huiusmodi experimentô, primùm quod non omnibus succedat, secundum quod non tantum sit vsui ad inueniendas aquas, sed etiam ad metalla. semel enim pecunias in terram abscondi de industriâ, quæ ab aliquo nobili me præsente ramo coryli inuentæ sunt. fontes autem ita certò inueniebat idem, vt totum fontis cursum in solo notaret, habebat item alia signa, nam vbi fontem ex ramo coryli deprehen-

Digitized by Google

deprehenderat, vt erat oculorum acie acutiſſimâ, erumpentem ex terrâ vaporem diſtinguebat, & caput fontis ſtatim aſſignabat. Hoc me ſæpe ita percalluit vt initiò pactum cum dæmone ſuſpicarer, cum tamen nec verba, nec aliquid huiuſmodi deprehenderem, & ramus coryli omni tempore, vt fontium index habitus ſi, nullum de illo iudicium fero, ſunt enim tam multa in rerum naturâ, quorum cauſas ignoramus, vt ſit propterea ea ſuſpecta haberemus, quod captum noſtrum ſuperant, vix pedem mouere liceret: ſed ad inſtitutum noſtrum reuertamur; & inuentum 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 detiuandus eſt, ſit depreſſior & humilior; an verò eleuatior, capite fontis. vt 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 cuius 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, vt 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 vt figura ſatis indicat. parùm autem intereſt quomodocumque componatur, modò linea CD ſit perpendicularis ad AB. quò autem erunt longiora brachia eò operatio

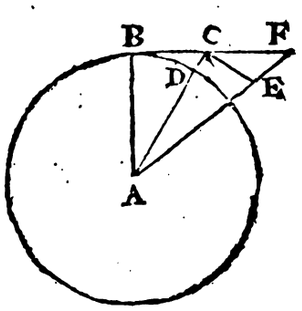



minus periculoſa erit. debet autem in aliquo puncto lineæ CD, annecti filum valde tenue, è quo bolis ſatis grauis dependeat. ſi longiores debeant eſſe libellationes, debet regula AB duobus pinnacidiis inſtrui, vel in linea AB, vel in aliqua linea illi parallela perinde eſt, non deſcribo autem pinnacidiorum figuram, cum aliis inſtrumentis ſint communia.

Hoc inſtrumentum libella vocetur. ne autem fiat inſtrumentorum multiplicatio, certum eſt quodcumque inſtrumentum, quod angulum rectum contineat, vices libellæ obire poſſe, vt ſemicirculus, quadrans circuli, ſquadra, compaſſus proportionalis, & alia huiuſmodi, quæ ad angulum rectum accommodari poſſunt; ſi nempe vnum eorum latus perpendiculo accommodetur, aliud latus lineam horizontalem, quam præcipuè hîc quærimus indicabit.

Operæpretium erit hydraulicis inſtrumentis totum negotium exequi, nec ad alia recurrere. iàm enim exactè ſuperficies aquæ, maximo terræ circulo accommodatur, quàm perpendicula, ad terræ centrum dirigunntur. Vnde nonnulli parallelepipedum oblongum vacuum componunt, ex materia quæ aquam continere poſſit, in cuius extremitatibus ſunt duo pinnacidia A & B, item duo foramina C & D, æqualiter à pinnacidiis vicinis diſtantia, infunditur autem aqua, & ita inclinatur inſtrumentum donec æqualiter per vtrumque foramen fluat, tunc ſi per vtramque dioptram reſpiciàs, linea viſualis horizontalis erit. cum enim ſuperficies aquæ *(per primam huius)* ſe accommodet maximo terræ circulo, puncta C & D æqualiter à terræ centro diſtabunt; & conſequenter puncta A, & B, quare diuisâ lineâ AB bifariam in E, ſi ex centro terræ ducatur linea EF hæc erit perpendicularis ad AB. omnis autem perpendicularis, ad lineam ductam à centro terræ, horizontalis eſt. quia verò ſæpè accidit, vt dum apertus eſt canalis ventis, turbetur ſuperficies aquæ; poſſet aliter conſtitui nempe ſi conſtet canali, vtrinque ad angulum rectum efformato vt figura ſatis exhibet, in quo ſint duo foramina KI, per quæ æqualiter aqua exeat, pinnacidia autem æqualiter à foraminibus diſtent.

Aliqua circa libellationes obſeruanda ſunt. primùm ſi fiat libellatio vnica duorum milliariorum, hanc recedere à centro terræ circiter pedes, $3\frac{3}{5}$. ſit enim terræ centrum A. linea BC tangens, ſeu linea




libellæ. ſitque arcus BD duorum milliariorum, vnum autem milliare, in terra eſt vnum minutum. ſunt enim in gradu 20 leucæ, in leuca ttia millaria: ergo ſexaginta milliaria. Ex tabula ſecantium. poſito ſinu toto AB partium 10000000 inuenio ſecantem duorum minutorum ſeu lineam AC eſſe partium 10000002. ſeu lineam DC eſſe partium 2. 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 inuenio pedes 3 & $\frac{3}{5}$ vnius pedis.

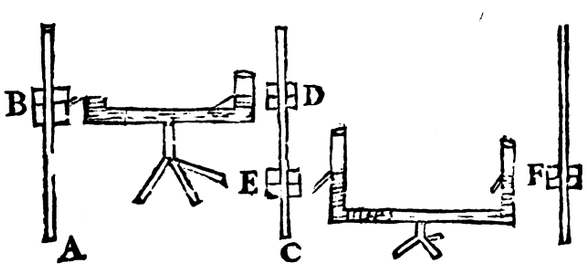
Quare ſi eſſet fons in B, non flueret aqua ex B, in C, ſed potiùs ex C in B. minoribus libellationibus

nibus id negligi potest in maioribus non item. pluribus minoribus libellationibus non tam receditur à centro terræ, quàm vnicâ maiori, receditur tamen. sit enim prima libellatio BC. secunda libellatio CE, sit autem vnica BF dico punctum F, magis recedere à centrò 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 CF cadet supra lineam CE Item in triangulo ACE, cuius angulus ACE, rectus est, erit latus AE maius, latere AC (*per* 17. 1.) atque ita deinceps ostendemus singulas libellationes recedere à centro terræ.

Vt huic incommodo occurramus, dum maiores libellationes instituuntur, ne collocetur libella in extremitate, sed si fieri potest, æqualiter in medio duorum signorum. ex quo duo consequeris primum quod illa duo signa quæ per dioptras videbuntur æqualiter à terræ centro distabunt. secundum quod pauciores erunt necessariæ libellationes, neque enim linea visualis nisi ad trecentos pedes cum certitudine protenditur ideo in plurimas libellationes sexcentorum pedum, spatium libellãdum dividendum est, vsus autem cætera docebit, ostendetque quomodo per pinnulas respiciendam, & quænam sint aptiores, videntur autem aptissimæ si rimulam satis latam habeant, & in medio rimulæ filum tenue extensum ita autem diriges aciem, vt fila duo sibi exactè respondeant.

Quia in libellationibus huiusmodi videtur difficile & operosum, vt præcisè tantundem eleuetur libella quantum necessarium est vt per dioptras signum aliquod videatur, primo eriguntur hastilia duo, ad magnam distantiam; qualia sunt AB, CD etiam in pedes & digitos diuisa, tum applicatâ libellâ in medió vt par est, respice vtrinque duo signa, quæ eleuabuntur 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 vltimum signum sit humilius, seu vicinius centro terræ quàm primum. atque hæc videntur sufficere ad deriuandos fontes quod in præsenti propositione requirimus.

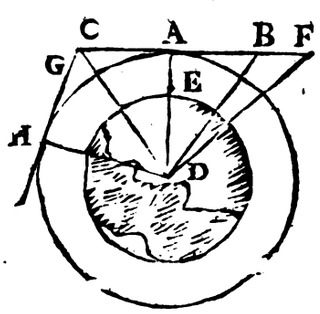
Vt exactior habeatur libellatio nonnulla obseruanda sunt, res enim lubrica est, in qua errores vel minimi, in maximos & intolerabiles excurrunt; maximè si libellationes longiores, ad fontium, & fluminum deriuationem instituantur.

Libellatio igitur nihil est aliud quàm inquisitio, an duo quælibet loca eiusdem sint, vel diuersæ altitudinis, hoc est æqualiter, vel inæqualiter distent à centro terræ, distabunt autem æqualiter, si in circumferentia eiusdem circuli, cuius centrum sit idem, ac terræ, versentur. quod manifestum est ex definitione circuli ex quô sequitur nullius lineæ rectæ plura quam duo puncta, posse esse æque alta, nam circulus lineam rectam in duobus tantum punctis secare potest.

## PROPOSITIO XVII.

*In linea horizontali duo puncta æqualiter à puncto contactûs, seu puncto perpendiculi remota, æquè alta sunt. inæqualiter remota diuersam habent altitudinem.*

Horizontalem vocolineam, eam quæ cum perpendiculo æquales angulos comprehendit, siue reverâ tangat circulum terræ. hoc est circulũ æquilibrij terræ vt vocant, seu circulum per superficiem quieti maris transeuntem siue non. Licèt enim horizon proprie physicus, sit planũ tangens superficiem terræ, superficies autem terræ, intelligatur superficies quieti maris producta vndique sphæricè; nihilominus quæcumque linea huic plano est 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 perpen-




diculo AE, angulos æquales contineat, seu rectos EAB, EAC. sintque puncta B & C, æqualiter à perpendiculo A distantia, dico puncta A & 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 maius latere DB, atque adeò punctum F, erit altius puncto B.

## COROLLARIVM.

Quæcumque linea per centrum terræ non transiens, est linea horizontalis pro aliquô locô Ducatur quæcumque linea GH quomodolibet inclinata, dico illam esse horizontalem alicubi: nam ex centro terræ D ad eam ducatur perpendicularis

Digitized by Google

pendicularis D H, 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 æque alta erunt.

## PROPOSITIO XVIII.

*Si libella applicetur in vno extremo maiorem in alio extremo altitudinem indicabit.*

Hæc propositio satis per se patet ex superiori, vt si maior instituatur libellatio, & libella ponatur in puncto A, ita vt 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 facile ex semidiametro terræ cognita, possumus per trigonometriam inuestigare. est enim ex Ricciolio passuum Romanorum 4673493. seu pedum 23367465. debet autem in digitos 280409580 immo & lineas 3464914960. conuerti. Si ergo fiat quadratum lineæ AD. cui addatur quadratum lineæ A B, habebitur quadratum lineæ D B & per extractionem radicis quadratæ habetur ipsa B D, à qua si subtrahas semidiametrum A B restabit excessus altitudinis puncti B, supra punctum A. ita subductis calculis invenimus si libellatio fuerit 100. passuum & libella collocetur in vno extremo defectum esse vnius lineæ, hoc est terminum alterum altiorem esse eo in quo collocatur libella vna linea. Si libellatio fuerit 200. duabus lineis cum dimidia. Si trecentorum 5. si quadringentorum vnius digiti, & vnius lineæ, si quingentorum vnius digiti & novem linearum, si 600. duorum digitorum, & quinque linearum. si 700. dig 3, line. 1. si 800. 4 digitorum, & 3. si 900. 5 digitor. si mille passuum 6 digit. & duarū linearū.

Ex hac consequentia à multis libratoribus, non animadversâ, emanarunt aliqua axiomata falsa, nempe in singula milliaria requiri semipedem, vt aqua deducatur, nam vt aqua simpliciter fluat, nulla requiritur cadentia; cum se accommodet naturaliter superficiei terræ, & æqualiter fundatur, circa centrum terræ. cum tamen libellationes vnius milliarij locum altiorem indicent, & hoc 6 digitis, hauddubie detrahenda erit hæc altitudo, vt aqua possit se accommodare, & hic semipes non est propter cadentia, sed simpliciter libellationis correctio.

Requiritur tamen aliqua vera cadentia, vt aqua simpliciter fluat. videturque sufficere pes vnus, aut alter in singula milliaria.

### COROLLARIVM I.

Ex his vides in minoribus libellationibus id negligi posse, vt si fiat libellatio 20. 30 pedum, sive libella in vno extremo ponatur, sive in medio, differentia erit insensibilis. vnde 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 vt 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.

### COROLLARIVM II.

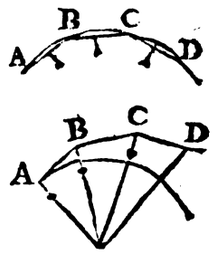
Plures libellationes in quibus libella in vno extremo collocatur, minus abludunt quam vnica maior. Id in superiori calculo satis animadvertere potes, nam 10. libellationes quarum quælibet 100 passuum; errorem inducent 10. aut vndecim linearum. at vnica iis omnibus æquivalens errorem habet 6 digitorum, & 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 adhibendum est. Instituantur ergo plures libellationes huiusmodi A B,







BC, CD. sive sint æquales, sive non. dico describi polygonum terræ concentricum, ita vt si ex centro terræ intervallô A, describeretur circulus is transiret per puncta A, B, C, D.

Demonstratio. Per Antep. lineæ AB, BC, CD, sunt horizontales, & cum perpendicula fuerint adhibita in medio puncta A & B, æqualiter ab eo distantia, æque alta erunt, idem dico de punctis B & C, C & D, ergo puncta A, B, C, D, æqualiter à centro terræ distant. Ex eo constant pavimenta ad libellam exacta esse polygona, aut ferè Sphærica.

Si libella in vno semper extremo collocetur; describitur polygonum terræ excentricum, in quo signa vltima sunt altiora prioribus.

Instituantur libellationes in quibus libella in vno 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 eccentricum. nam per proantep. punctum B altius est puncto A, punctum C altius puncto B, & ita de aliis.



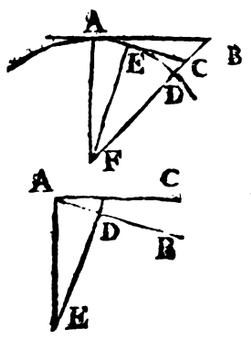
Digitized by Google

## PROPOSITIO XX.

Theorema.

*Aqua fluere poteſt, etiamſi terminus à quo ſit infra lineam horizontalem termini ad quem multo magis ſi fuerit ſupra.*

Sit terminus ad quem punctum A, dico etiamſi terminus à quo ſit infra A B lineam horizonta-




lem puncti A, poſſe tamen fieri vt aqua fluat in A, nam cum punctum B ſit altius quam punctum A. aſſumatur punctum D æque 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. vt 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, cuius linea horizontalis A B. ſit terminus ad quem deriuanda 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 deriuari poſſe fontem A. Ita ſi per oſtia Nili intelligatur duci linea horizontalis, fons ſeu origo eiuſdem Nili, erit infra hanc lineam, non tamen ad fontem deriuari poterit aqua, quia aſcenderet.

## PROPOSITIO XXII.

Theorema.

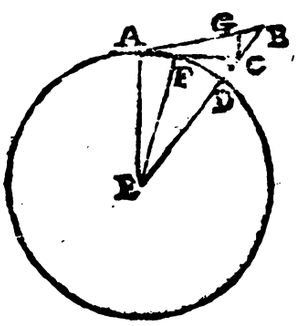
*Alueus longior, in lineam rectam extenſus, ineptus eſt ad derinandam aquam.*

Sit linea A B quantumlibet inclinata ad horizontem A C, dico ſi longior ſit hæc linea, fore vt ſit inepta ad deriuandam aquam. ex centro terræ E, ducatur E D perpendicularis ad A B, etiamſi aqua ex A in D deſcendat, ſi tamen vlteriùs tendat ſupra lineam A B, aſcendet. vt ex figura ſatis patet. ex quo ſequitur longiores alueos eſſe neceſſario circulares. verbi gratia Nilus qui originem ducit fere ex tropico capricorni, & influit in mare vltra tropicum cancri. habetque in longitudinem 50 aut 60 gradus, dico impoſſibile eſſe vt alueus eius ſit rectus. nam deberet ſaltem conuenire cum horizontali linea oſtiorum eius, quanta autem altitudo montis requireretur, quæ peruenire, 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.*

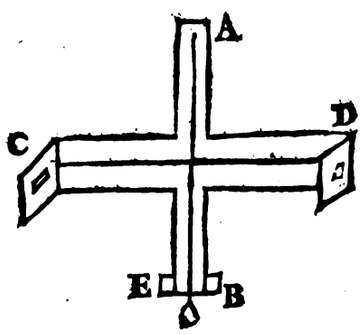



Sæpè accidit dum Riuos deriuare volumus, vt in termino à quo libellam collocemus, obſeruemuſque terminum ad quem. ſupponamus eum eſſe punctum C. quod videatur infra lineam horizontalem A B. ita vt cognoſcatur angulus B A C. cognoſcatur item linea A C quæritur linea E C, vt ſciamus an punctum C ſit æqualis altitudinis ac punctum A, an verò diuerſæ, intelligatur duci ex centro terræ E linea E A & quia ſcitur angulus inclinationis C A B & 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 E A eſt pedum 23367465. ſeu digitorum 280409580 ſupponamus lineam A C eſſe 2000 paſſuum ſeu pedum 10000 & digitorum 120000 ſoluatur triangulum more conſuetò per trigonometriam, ſumma laterum A E, A C eſt 280529580. differentia 280289580. ſumma angulorum AEC, ACE 90. 2. ſemiſumma 45. 1. fiat vt ſumma laterum ad differentiam, ita tangens 45. 1 ad tangentem ſemidifferentiæ, & habebitur ſemidifferentia angulorum & conſequenter anguli ex quibus facilè habebitur E C. poſſunt aliæ ſolutiones triangulorum adhiberi. Hæc videbitur facilior cum cognoſcatur linea AC 2000 paſſuum angulus A E D erit duorum minutorum. fiat vt radius ad

ad exceſſum ſecantis duorum minutorum ſupra radium nempe 1, ita ſemidiameter terræ 28040958o digiti & inuenio 56, digitos, ſeu pedes 4. & 8. digitos ducta ad A C; perpendiculari C G, ſuppoſitâ diametrô A C, linea C G erit tangens anguli G A C, duorum min. fiat ergo vt radius ad tangentem duorum. quæ in tabula eſt 5818. ita ſemidiameter A C 1000 paſſuum. ſeu pedum 10000. & inuenio pedes 5. $\frac{4}{5}$ igitur abſolute punctum C. inferius eſt puncto A, vnô pede & paulo plus.

Ex his intelligere potes, quam lubrica ſit hæc operatio cum error duorum minutorum in libellatione, duorum milliariorum, errorem inferat 5. pedum, vnde concludo decliuitatem duorum minutorum ſufficere, vt aqua fluat.

Quare omnibus penſatis præferrem crucem ſatis magnam cuius brachium verticale A B 7




aut octo pedes obtineret, horizontale verò CD. 15 aut 16. poſſet enim deſcribi ex puncto A arcus ſatis magnus B E, in quo minuta primâ diſtingui poſſent. nam vix putarim aquæ in duobus tubis infuſæ ſuperficiem ita exquiſitè diſtingui poſſe, vt in attollendis, aut deprimendis pinnulis, aliquando non irrepat error duorum minutorum.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*Idem per ſe error ſequitur, ſiue plures ſiue vnica fiat libellatio.*

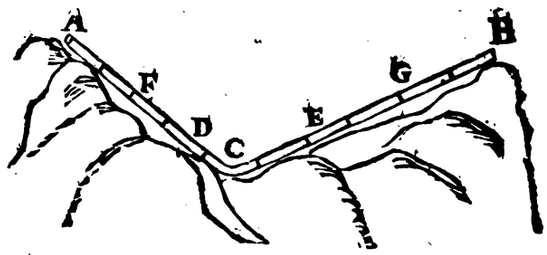
Quamvis illi qui ſumeret lineam horizontalem, pro circulari, nec rationem vllam haberet deuiationis à circulo ſatiùs ſit plurimas libellationes inſtituere, quàm pauciores, vt iam oſtendimus. ſi tamen ratio habeatur illius deuiationis, perinde eſt pluribus libellationibus vti ac paucioribus per ſe loquendo. hoc eſt ſi fiat vnica libellatio, in qua committatur error duorum minutorum, fiantque duæ minores in quibus ſingulis, idem error committatur, duorum minutorum; & in eandem partem. dico fore vt pariter totidem pedibus aberretur, ſumamus exemplum vltimum. ſit facta libellatio 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 vnius milliarij, ita vt in vtraque aberretur eodem modo, in vtraque error erit duorum pedum $\frac{2}{10}$ hoc eſt in fine erit idem error. quia tamen difficile eſt vt error in eandem partem vergat; videtur eſſe minus periculoſum vt duæ fiant libellationes, quam ſi vnica tantum fieret. quatè ſi de inſtrumento dubitetur, fiant æquales libellationes & alternis vicibus vtere inſtrumentô in contrarias partes obuerſô. ſi enim fuerit error, corrigetur.

## PROPOSITIO XXV.

### Problema.

*Fontium deriuatio.*

Inuentô, in termino ad quem punctô 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 A B C fore vt aqua aſcendat vſque ad B, ex regula generali ſupra traditâ; quòd aqua




A C, ſit inæquilibrio cum aqua C B, & quamdiu aqua non peruenier in B, aqua A C præponderabit. aliamque ſurſum impellet in C. quod ſatis per ſe patet.

Aliqua obſeruanda ſunt ad praxin. Primum vt aqua ſit lympidiſſima, ſi clauſo tubo deriuanda eſt, quod vt conſequaris receptaculum conſtruendum eſt, in cuius ſummitate tubum aptabis, ita vt non ex fundo, ſed ex ſuperficie aquam hauriat. Secundus modus erit ſi initiô tubi cribrum apponas, quô fœces arceantur; dum verò maxime turbida fuerit aqua, ſpongiâ maiori, inſtruendus erit tubus, vt prius percoletur aqua, quàm canalem ſubeat.

Secundum quod notare oportet erit. nè in canali A C B intercipiatur aër, poterit enim interceptus aër totum interturbare fluxum aquæ; ponamus enim diſruptô canali efluxiſſe aquam, ita vt reſtet, tantum in D C E, tum immittatur aqua plenô tubô, intercipiaturque aër in F D. dum aqua A F propellet aërem F D vſque ad C. ſupponitur ergo aër eſſe in DC, & A D, C G eſſe aquam, poterit fieri vt aqua C G ſit in æquilibrio cum aqua A D; atque adeo nunquam aqua brachij AC poterit impellere aquam vſque ad B.

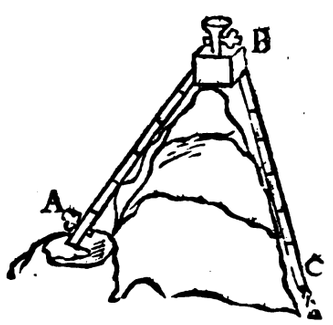
In hunc ſcopulum ſæpè aquileges impingunt, qui non raro, aut diſruptos canales, aut ſordibus impeditos exiſtimant, cum tamen

solô interceptô aëre, cursus aquæ interrumpatur. remedium satis facile si idemtidem spiracula constructuantur, quibus dum opus erit aëris exitus concedatur.

Tertium quod notari diligenter debet; erit, vt quantum fieri potest vitetur ascensus aquæ; vt in prædicto exemplo, satius esset, si id locus permitteret, vt aqua recta, à puncto A in punctum B duceretur, quam per descensum A C, & per ascensum C B nam dum rectà deriuatur, etiamsi tubi fracti essent, immo & superiori parte aperti flueret tamen aqua; dum verò aqua post descensum ascendit, vim magnam canalibus infert. ita videmus Romanos vt vitarent huiusmodi circuitum, sæpè magnas substructiones erexisse, & voragines ingentes pontibus iunxisse. sed in iis diligenter considerandum est quid ferat locus.

Ad praxin etiam spectat vt dum latericiis tubis, & canalibus aqua deducitur, vt priores inserantur in posteriores, faciliùs enim aqua fluet, nec tam citò illius cursus inhibebitur, aut frangetur, item non tam facile se in iuncturas insinuabit. idem dico de canalibus plombeis. canales vero lignei annulis ferreis coniuncti altissime defodiantur, ne calorem sentiant; sic enim diutiùs integri perseuerabunt. quantùm autem fieri poterit benè perforantur, & intus læuorem aliquem habeant; nec restent vllæ fibræ, quæ vt plurimum in radices abeunt, & canalem obturant. debet item terebra desinere in spiram longam duos ad minimum digitos, sic enim non est impellenda terebra, sed facile se insinuat, & rectius ligni medullam sequitur; quod longe compendiosius est, terebra enim in spiras & helicem conformata, duplo facilius opus absoluit.

Secundus modus deducendi fontes erit vsui, dum obstabit aliquis mons, aut prærupta rupes, quæ perfodi non potest. in quo multa sunt notanda.




Primum quod notandum est, erit syphonis aut tubi A B C brachium B C debere esse longius brachio A B, & hoc secundùm lineam perpendicularem; hoc est punctum C, debere esse humilius puncto A, in quo supponitur esse origo fontis.

Secundum ita exactos requiri canales, vt non tantum aquæ exitum denegent, sed etiam aëri aditum non permittant. supponantur enim tubi A B C vtrumque brachium A B, B C esse plenum aquâ & in aliqua parte tubi, aditum aëri præberi, verbi gratiâ in puncto B, tunc aër per foramen B grauitaret, tam in aquam B A, quàm in aquam B C, licet autem aër grauitet æqualiter in aquam A, quia pondus aquæ adiuuat grauitationem aëris per foramen B ideo descendet, & defluet aqua B A, descendet item aqua cruris B C, atque adeò totum interturbabitur negotium.

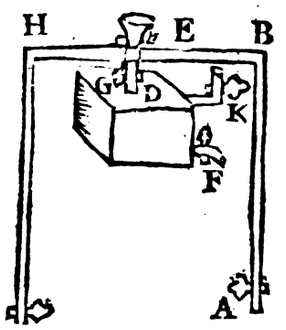
Tertium ne tubus B C sit nimium latus, sæpe enim accidit in latioribus tubis, vt mediâ eorum parte aqua fluat, & descendat; aliâ mediâ parte aër ascendat, quod etiam fluxum aquæ sisteret. huic tamen incommodo facile iretur obuiam si tubi orificium C per quod aqua effunditur, aquæ immergatur, sic enim excludetur aër. intelligo autem quod vas aquâ plenum ita illi subiiciatur, vt ad duos, aut tres digitos infra aquæ superficiem immersum sit.

Quartum. cauendum est ne altitudo montis superet 34 pedes alioquin nihil omnino fiet, quæ notatio est magni momenti, video enim in plerisque autoribus indeterminate, & sine vllâ 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, in uenietque vltra duos pedes, & duos digitos, in syphone mercurium non ascendere. cuius rei rationem iam attulimus sæpe. aqua enim ascendit per A C, quia aër grauitat in aquam, circa A positam, nec tamen grauitat in aquam tubo contentam, nam in illam grauitare non potest, nisi per aquam C B, hoc est impellendo sursum aquam C B. ponamus ergo grauitationem aëris vtrinque, in A & C esse vt sex, grauitationem aquæ A C esse vt 4, & aquæ B C esse vt quinque. quia grauitatio aquæ B C detrahit de grauitatione aëris in illam in puncto C quinque gradus, & grauitatio aquæ A B detrahit de grauitatione aëris tantum 4 gradus, non erit æquilibrium; sed grauitatio aëris in A superabit grauitationem eiusdem aëris in puncto C factam vno gradu, quare aër impellet aquam A B & ad ascensum coget. si verò brachia A B, B C sint omninò æqualia nihil fiet; eò quòd aëris hinc inde aquam sursum impellentis vires sint in æquilibrio. denique si brachium A B superet 34 pedes, aut in mercurio duos, cum duobus digitis, quia totus aër qui in terram grauitat, vt iam sæpe diximus, æqualis est ponderis cum 34 pedibus aquæ, aut 26 digitis mercurij; grauitas aquæ A B superabit grauitatem aëris, atque adeo aqua non poterit impelli vsque ad punctum C. ne igitur syphon iste 34 pedes superet.

Nonnulli hoc syphonis genere aquam deriuant saltem ad vsus domesticos, etiam supra libellam aquæ. sit enim fons in puncto A, in quem immergatur tubus A B. sitque clauicula in A & C. item sit infundibulum E instructum patiter suo Epistomio, ex canali H B ducatur tubulus G D in vas vndique 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 clausô Epistomio E, aperiuntur A & C fluitque aqua per orificium C. clausis Epistomiis H & F, aperiatur G, sensim aliquid aquæ defluet stillabit in vas D,

&c

& aër ſenſim egredietur cum aqua per tubum HC. dixi ſenſim ſi enim laxior eſſet tubus G D;



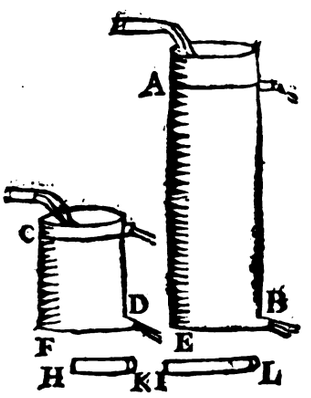

ita vt multus aër egredi poſſet ; aqua cruris C H fieret levior , ex nimiô permixtô aëre , nec prævaleret , & conſequenter eius fluxus ſiſteretur. ad hauriendam aquam ex vaſe D , claudendum eſt epiſtomium G,& aperienda K & F;per F fluet aqua & per K,aër ingredietur.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*Si duo vaſa per lumina æqualia eôdem 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




vt vaſa ſint ſemper eôdem modô 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, eôdem tempore fluentem per foramen D.

Quod antequam demonſtrem , ſupponendæ ſunt claritatis causâ aliquæ experientiæ. prima ſit hæc,ſi vas cuius altitudô ſit quatuor pedum habeat lumen , prope fundum ; cuius diameter ſit vnius lineæ fere , vt intra minuta ſecunda tredecim ; emittat libram aquæ : ſuppono autem ita aquam ipſi ſuppeditari, vt eadem ſemper perſeveret aquæ altitudo. neque refert quidquam vaſis latitudo , vt oſtendimus ſupra ; æqualia eſſe momenta aquæ in vaſibus inæqualibus contentæ, modô eadem ſit vtriuſque altitudo. quæritur autem hic, quænam requiratur tubi altitudo, vt per idem lumen eôdem tempore , dupla aqua effluat, tripla, aut in quâcumque libuerit ratione. aſſerô quadruplicandam eſſe altitudinem , vt habeatur dupla aqua ; vt habeatur tripla, altitudinem noncuplam requiri. atque ita deinceps, ſi duobus numeris propoſitis inveniatur tertius proportionalis, ille tertius exhibebit altitudinem requiſitam. vt ſi quæratur dupla aqua , quæ fluit ponatur eſſe 1. aqua quæſita ſit 2. fiat vt vnum ad duo,ita 2.ad 4. requiritur altitudo quadrupla. pariter ſi velis aquam triplam. fiat vt 1. ad 3.ita. 3. ad 9.ſic enim duplicatur ratio 1. ad 3. hoc eſt bis ſumitur. Et ita de reliquis rationibus.

Nonnulli vt vim aquæ prementis explicent;recurrunt ad velocitatem,aut impetum acquiſitum; à gravibus decidentibus.Certum quidem eſt vt in ſtaticâ explicuimus , velocitates gravium decidentium ſe habere vt tempora , ſpatia autem percurſa eſſe in duplicatâ ratione,temporum;& conſequenter in duplicatâ ratione velocitatum.ex quô fit vt grave decidens ex quadruplâ altitudine,duplam habeat velocitatem.Quæ videtur experientiis quadrare,& convenire ; vt aqua in pede tubi tantam preſſionem patiatur , & ex illa preſſione, tantum impetum ad motum , quantum haberet aqua ſi ex ſummitate eiuſdem tubi cecidiſſet,quod quidem veriſſimum eſt ; ſed id quomodo ſuadeatur,non eſt ſatis expeditum.

Primô quidem licèt initiô aqua, quæ eſt in lumine D , nunquam fuerit in ſuperficie A, vbi 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 vt 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 C E, velocitas aquæ in B dupla ſit velocitatis in D. Sed ſi duplo velocius fluat aqua, dupla fluet aqua. Sint enim foramina H & I , per quæ velocius duplo fluat aqua ; verbi gratiâ intra minutum ſecundum aqua fluat plenô foramine,ex H in K , item per idem tempus fluat plenô item alueô , ex I in L , vt extremitas L duplam habeat velocitatem , debet ſpatium HL , eſſe duplum ſpatij H K , ſed ſi ſpatium ſit duplum aquæ IL erit dupla , aquæ H K. igitur ſi velocitas ſit dupla,aqua etiam dupla erit.

Non ceſſat tamen difficultas ; neque videtur omninô ſolvi , eô quòd dum aqua cadit ex A in B , aut ex C in D, videtur retardari à ſubiecta aqua,atque adeô non poſſe tantum impetum concipere. nihilominus quia alia atque alia aqua ſuperimponitur compenſatur iſta retardatio adiectione alterius , nempe aquæ quæ continuô ſubminiſtrari ſupponitur , ſed adhuc non videtur tam præcisè , & exactè compenſari illa retardatio ex additione novæ aquæ ; vt pro principio aſſumi poſſit.

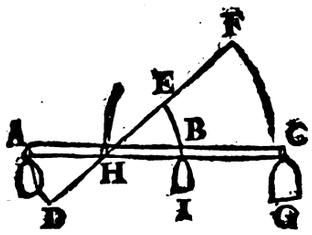
Fateor difficultatem eſſe maximam , ideoque conſiderari non poſſe aquam prementem , vt immobilem , ſed vt motam , & ex motu deorſum acquirentem impetum , ea autem gravia quæ ex motu deorſum acquirunt impetum ita ſe habent , vt deſcenſus , ſeu ſpatium deorſum , ſit in duplicata ratione velocitatum, & temporum ; igitur, & aqua deorſum mota eô-



Digitized by Google

dem modô se habebit. neque occurrit aliud forsitan hæc aliquando facilìora reddentur.

Aliô modô magis physicô rem totam expediam. Sit pondus A, quod dum in statera movetur ex A, in D, movere possit pondus B, vnius libræ ex B in E, quæritur autem quantum debeat augeri pondus A, vt dum percurrit eundem arcum A D, moveat pondus duarum librarum velocitate dupla, vt 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 vnam libram, & ex pondere adiectô, & ex distantiâ maiore, quæ requiritur ad maiorem 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 vt altitudines; igitur requiritur quadrupla altitudo. quare si posset dupla aqua fluere sine maiori velocitate, requireretur tantum dupla altitudo, quia autem connexa est quantitas aquæ effusæ cum velocitate, vt separari non possint, ideo duplicanda est ratio altitudinum.




### COROLLARIVM.

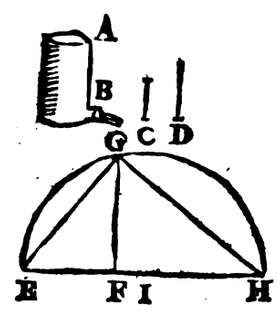
Cum quantitas aquæ fluentis se habeat vt velocitas, velocitates erunt in sudduplicatâ ratione altitudinum.

## PROPOSITIO XXVII.

### Problema.

*Datâ proportione aquæ fluentis, ex duobus tubis per æquale lumen; eôdem tempore, & datâ vnius altitudine, alterius altitudinem invenire.*

Sit ratio aquæ fluentis per foramen B, ad aquam fluentem per alterius tubi foramen æquale, vt ratio lineæ C ad lineam D, sitque cognita altitudo aquæ in tubo AB, nempe æqualis lineæ EF; fiat vt C ad D, ita E F, ad E G, ducaturque linea EG, ad quam ducatur perpendicularis GH, concurrens cum linea EF, productâ in H. dico F H esse altitudinem tubi quæsiti, in cuius pede, si fiat foramen, erit aqua fluens, per illud ad aquam fluentem per B vt D ad C.




Demonstratio. (*per* 13. 6.) FG est media proportionalis inter EF, & FH, quare ratio EF, ad FH, est duplicata rationis EF, ad F G, seu C ad D, sed altitudines (*per præcedentem*) sunt in duplicata ratione aquarum fluentium, aquæ autem se habent ex suppositione vt C, ad D; seu vt EF, ad FG, igitur altitudines se habent vt E F, seu A B ad F H: ergo F H, est altitudo tubi quæsiti. quod erat demonstrandum.

Si istæ lineæ, & altitudines numeris exhibeantur facilius operabimur sit enim C 3. & D 5. altitudo BA 7 digitorum. fiat vt 3. ad 5. ita 7. ad $11\frac{2}{3}$ rursus fiat vt 7. ad $11\frac{2}{3}$, ita $11\frac{2}{3}$ ad $18\frac{2}{7}$. dico lineam FH, esse digitorum $18\frac{2}{7}$.

## PROPOSITIO XXVIII.

### Problema.

*Datâ tuborum altitudine; invehire rationem aquæ fluentis, per æquale lumen in vtroque factum.*

Sit data tuborum altitudo EF, FH, quæritur proportio quam habent aquæ fluentes in vtroque per æquale lumen eôdem tempore. coniungantur duæ altitudines in vnicam lineam E H, quæ dividatur bifariàm in puncto I, describatur semicirculus EGH. exciteturque perpendicularis F G; dico ita esse aquam fluentem ex tubo cuius altitudo E F, ad aquam fluentem ex tubo cuius altitudo FH, vt EF, ad FG.

Demonstratio. (*per 25. huius*) aquæ sunt in subduplicatâ ratione altitudinum, seu linearum E F, FH, sed (*per* 13. 6.) lineæ EF, FG, sunt in subduplicatâ ratione linearum EF, FH, quas æquales supposuimus altitudinibus; igitur aquæ se habent vt EF, ad FG. quod erat demonstrandum.

Per Arithmeticam facilè id cônsequemur. Si enim altitudines inter se multiplicemus, & ex productô radicem quadratam extrahamus, habebitur linea FG.

### COROLLARIVM.

Si habeatur præter altitudines aqua, quæ fluit per vnum tubum, facile habebitur aqua alterius tubi. vnde vt ad praxin aliquid dicamus. Supponantur plurimi tubi in quibus sit foramen lineare. Expertus est Mercennus in tubo quadrupedali cuius foramen lineare intra 13. minuta secunda, fluere libram aquæ: ergo semilibra fluet eôdem tempore ex tubo vnius pedis, & quadrans libræ, ex tubo cuius altitudo æqualis tribus digitis, ex pedali tubo intra 16. secunda fluet libra, intra 39. secunda vna libra, cum dimidia; intra 51. secunda 1. libræ. intra minutum primum duæ libræ cum $\frac{49}{11}$ intra horam libræ $138\frac{1}{2}$. ex quo omnium tuborum, & erogatoriorum aquam fluentem facile deducemus, modò linearia sint foramina, & sciatur altitudo.

PROPO

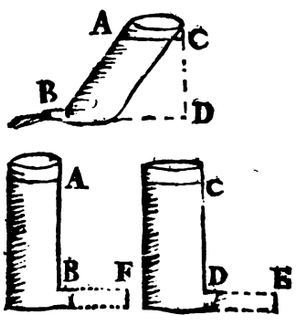
Digitized by Google

## PROPOSITIO XXIX.

Problema.

*Quantùm aquæ 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, & eôlem modô fluere per lumen B, quæ flueret per tubum cuius altitudo C D. nam (*per 6. huius*) humidum in tubo inclinato, eôdem modô suam exercet gravitationem, ac in tubo recto, cuius altitudo æqualis est perpendiculari; igitur cum aquæ pressio sit causa vnica fluxûs aquæ; eadem fluet aqua, ac in tubo recto cuius altitudo CD.

## PROPOSITIO XXX.

Theorema.

*In tubis æque altis per se loquendo, aquæ fluentes, sic habent vt lumina.*

Sint tubi æque alti AB, CD, sintque lumina inæqualia B, & D, dico ita se habere aquam fluentem per lumen B. ad aquam fluentem eôdem 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. huius*) ergo æqualem habet velocitatem; ponamus, ergo aquam quæ erat in B, spatio vnius secundi pervenire in F, & aquam foraminis D, pervenire in E, cum velocitates sint æquales, erunt etiam lineæ BF, DE æquales, sed cylindri BF, DE eiusdem altitudinis (*per 13. 12*) se habent vt bases, igitur aquæ BF, DE, se habent vt bases, seu lumina B & D. quod erat ostendendum.

Vel aliô modô, id quod gravitat in foramen B, æquale est cylindro aqueô cuius basis sit foramen B, idem dico de foramine D; sed illi cylindri se habent vt bases; ergo id quod gravitat in foramina se habet, vt foramina, ergo effectus qui producitur etiam vt 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 progreditur, quàm dum ad corpus durum illiditur, & vt iam sæpe ostendimus maiora foramina minorem proportionaliter superficiem habeant; ideò communiter plus aquæ ex maiori profundetur quam exigat eius magnitudo.

### COROLLARIVM.

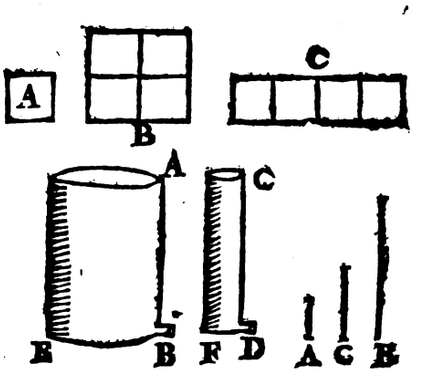
Ex his principiis facilè sciemus quantùm aquæ fluere debeat ex quôlibet lumine. primò quidem certum est (*per 20. 6.*) foramina similia esse in duplicatâ ratione diametrorum. quare cum viderimus intra minuta secunda 26. tubum vnius pedis effundere vnam libram per foramen lineare cum 12. sint lineæ in digito, fiat circulus cuius diameter sit vnius digiti erit vt 12. ad 1. ita diameter vnius digiti, & circulus ad circulum vt 144. ad 1 igitur per lumen vnius digiti intra 26. minuta fluunt 144. libræ aquæ; si altitudo tubi fuerit vnius pedis. author tamen sum vt qui voluerit certiùs determinare aliquas experientias faciat, vna enim aut altera totum negotium absolvet.

## PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

*Quomodo collocanda sint lumina in Piscina.*

Si in piscinâ plurima sint collocanda lumina, vt pluribus aqua erogetur. si de loco in quo erunt facienda nihil fuerit deductum in pactum, debent necessariò in eadem linea horizontali collocari, vt sit pro singulis eadem altitudo, atque adeò pro ratione luminum erogetur aqua. alioquin minus lumen in loco inferiori collocatum, plus aquæ profunderet, quàm maius 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, vt 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 eadé linea horizontali cum quadrato A, atque adeò respectu illorum tantam non esse tubi altitudinem. quare ex hôc capite satiùs esset oblongum foramen facere, quale est C. Sed aliunde ob maiorem in foramine C, superficiem crediderim plus profundi aquæ ex B, quam ex C. quare vt vitetur omnis error debent contra illorum in eadem linea horizontali statui.

Addo vlteriùs cæteris paribus lumina rotunda

esse

esse aptiora, quia minorem habent superficiem. vnde in his omnibus virandi sunt errores.

Item notandum aquam digitalem quadruplam esse aquæ semidigitalis cùm vt diximus, figuræ similes se habeant in duplicatâ ratione diametrorũ, in hunc tamen errorem non pauci sæpe impingũt.

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 præcipitatur prior sequentem, vt ita dicam pondere suo trahit.

Ex his principiis multæ propositiones fieri possunt, & variæ combinationes vt 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 eius cursu, aut velocitate. aliqui volunt dum dicitur aqua linearis, requiri vt aquæ superficies superet summitatem foraminis, ita Franchinus expertissimus aquarius. alij requirunt tantum 4 lineas, meliùs tamen ista ŏmnia deducantur in pactum vt præscidatur omnibus deceptionibus locus.

In præcedentibus autem propositionibus, semper supposui tubis aquam ita suppeditari, vt eadem semper aquæ altitudo perseveraret.

## PROPOSITIO XXXII.

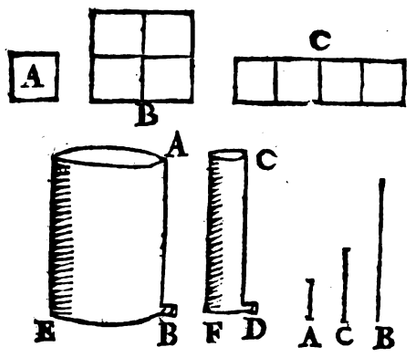
### Theorema.

*Tempora quibus tubi æque alti, per æquale lumen exhauriuntur se habent, vt bases.*

Ægyptij horologiis olim hydraulicis vtebantur, seu tubis longioribus, aut cylindris, in pede perforatis foramine non ita magno, in quorum latere signatæ erunt horæ, est autem satis difficilis huiusmodi divisio, neque enim æqualibus temporibus, æqualia sunt aquæ decrementa, sed initiò maiora esse necesse est, ob inæqualem aquæ altitudinem. quæremus autem postea methodum hanc divisionem peragendi, non quidem per attentationem & experientiam, quod difficultate caret; sed methodum Geometricam, probatis iàm principijs innixam, quod vt meliùs intelligatur, nonnullæ propositiones sunt præmittendæ.

Sint igitur duo cylindri AB, CD, sitque diameter EB, tripla diametri F D, & consequenter, (*per* 2. 12.) basis EB, erit noncupla basis FD, sintque lumina B, & D æqualia, dico tempus quò vacuabitur cylindrus AB, per lumen B, esse noncuplum temporis quò per lumen D, æquale ipsi B, deplebitur cylindrus CD.

Dem. Cylindri æque alti se habent vt bases, (*per* 13. 12.) igitur quantitas aquæ cylindro AB contenta, est noncupla aquæ in cylindro C D contentæ. Sed aqua cylindri AB, (*per* 6. *huius*) non magis premit, nec maiorem aquæ fluenti confert velocitatẽ, quàm aqua cylindri CD, ergo aqua noncupla eâdem velocitate fluit ac alia aqua. Sed si eâdem velocitate fluat necessariò tempus noncuplum impendere debet, igitur vt 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 cuius basis digitalis, per lumen lineare, intra minutum vacuatur, tubus vero eiusdem altitudinis cuius basis pedalis, & consequenter cuius basis continet 144. basis præcedentis tubi, requirit 144 minuta, seu horas 2. & 24. minuta vt per idem lumen evacuetur.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Theorema.

*Tubi æqualium basium, & altitudinis inæqualis per æquale lumen vacuantur, temporibus quæ habeant rationem altitudinum subduplicatam.*

Sint tubi quôrum bases æquales; sed altitudines inæquales A & B, qui vacuentur per æquale lumen. dico si inter A & C, sit media proportionalis C, fore tempus quò depletur tubus cuius altitudo A, ad tempus quò vacuatur tubus cuius altitudo B, vt A ad C. aut vt C ad B.

Demonstratio. Quantitas aquæ tubi A, ad quantitatem aquæ tubi B, se habet vt linea A, ad lineam B, (*per* 13. 12.) velocitas autem aquæ A, ad velocitatem aquæ in B, vt A ad C, (*per* 25. *huius*) & hoc in singulis partibus proportionalibus, ergo aqua tubi A, ad aquam tubi B, est in ratione duplicatâ velocitatum; sed aqua quæ fluit vtrinque 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 experientiâ. 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.

COROL

Digitized by Google

### COROLLARIVM I.

Tempora quibus deplentur tubi æqualium basium, per æquale lumen, sunt in ratione subduplicata aquæ quæ tribuitur totô tempore. seu quæ continetur in tubis, ita vt si expendatur pondus vtriusque aquæ, tempora se habeant in ratione subduplicata illorum ponderum.

### COROLLARIVM II.

Tempora quibus deplentur iidem tubi se habent, vt velocitates. ostendimus enim ita esse velocitates vt A ad C, & tempora vt C ad B. cum autem C, sit mediâ proportionalis ita erit A ad C sicut C ad B.

### COROLLARIVM III.

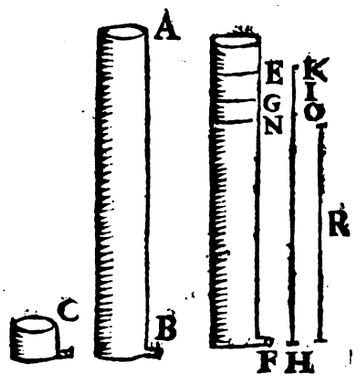
Paulò tamen aliter cogitandæ sunt istæ velocitates, quàm si essent permanentes, sunt enim velocitates decrescentes pro ratione temporum. ita vt æquali tempore æquales amittantur velocitatis gradus, & hoc in ratione subduplicatâ spatiorum. nempe quantum proceditur decrescunt velocitates, & spatia; sed spatia in ratione duplicata velocitatum & temporum, eôdem prorsus modô quô resiliendo, corpora gravia sursum ascendunt.

## PROPOSITIO XXXIV.

### Problema.

*Dividere tubum in partes singulis temporibus vacuandas.*

Sit tubus AB, qui plenus aquâ vacuetur intrâ 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 vnius horæ ad 12 horas, fiat ergo vt 1 ad 12. ita 12 ad 144. dico si AB, dividatur in 144. partes; primam partem infimam, eam esse quæ respondet vltimæ horæ. deindè eam partem ter sumptam respondere penultimæ horæ, deinde quinquies, & ita deinceps per numeros impares. quot autem istæ omnes partes adæquent numerum 144. sic ostendô. duodecimus numerus impar est 23. si pro primo statuatur vnitas; est autem arithmetica progressio in qua fiat aggregatum ex prima 1, & vltima 23 fient 24. numerus multiplicandus per dimidium numerum terminorum seu 6. efficit numerum 144. & habetur tota collectio.

Si autem daretur aliud vas, cuius altitudo EF, in quo intra horam aqua decrescat lineâ EG, quæritur quantùm decrescat sequenti horâ inter EF, & FG, quæratur media proportionalis HI, sitq; HK, æqualis ipsi EF, (*per 32. huius*) erit tempus quô depletur tubus EF, ad tempus quô depletur GF, vt HK ad HI, differentia autem KI, est hora ex suppositione; quare si scias quoties KI, cõtinetur in HK; scies tempus quo depletur EF, item quô depletur GF, si nempe notes quoties K I invenitur in HI; assumatur linea IO, æqualis lineæ KI, tum duabus lineis HI, HO, sit tertia proportionalis R. fiatque vt HI, ad R; ita FG, ad FN; dico secundâ horâ minuendam aquam vsque ad N.

Demonstratio. Cum enim HI sit tempus, quô depletur tubus FG, & IO, æquivaleat vni horæ; erit OH tempus minus vna horâ. sed vt I H, ad OH, ita OH, ad R; vnde HI ad R, erit in duplicata ratione lineæ HI ad HO, sed vt HI ad R, ita FG; ad FN ergo FG, ad F N, est in duplicata ratione temporum; quibus deplentur: igitur HO, est tempus quô depletur tubus FN, sed HO, est tempus minus vnâ horâ, quo vacuatur FG; ergo in vacuando FN, impenditur minus vnâ horâ quam in deplendo FG; quare vacuatur GN, intra vnam 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 hic referam. tubus cuius altitudo ferè 4. pedum latitudo digitorum 2. ac 6 linearũ. qui vnam libram effundit spatio 77. secundorum. secundam libram dabit intra 86. secunda. Tertiam intra 91. quartam intrà 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.

Primô tempore dedit 36 vncias.
Secundô tempore vncias 32. cũ sesquidrachma.
Tertiô 28. vncias cum drachma.
Quartô vncias 23. $\frac{1}{4}$
Quintô 21. cum sesquidrachmâ.
Sextô 19 $\frac{1}{2}$. cum sesquidrachma.
Septimô 17 $\frac{3}{4}$.
Octavô 15 $\frac{1}{2}$.
Nonô 13 $\frac{3}{4}$.
Decimô 12 $\frac{1}{2}$.
Vndecimô 10 $\frac{1}{2}$. cum tribus drachmas.
Duodecimô vncias 8 $\frac{1}{4}$.

## PROPOSITIO XXXVI.

### Theorema.

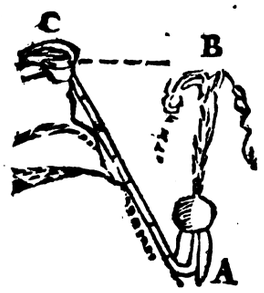
*Verticalium salientium altitudo, per se æqualis est aquæ perpendiculo.*

Sit saliẽs AB: dico per se loquendo eius altitudinem, æqualem esse perpendiculo aquæ, hoc est si ex



Digitized by Google

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, vt tantumdem ascendat ex alia parte, vt funependula satis ostendunt, & vt explicuimus, cum de velocitate acquisita ex casu gravium: igitur ad eandem altitudinem ascendere debet.

Ostendo secundò ex inconuenienti. si aquæ CA pressio, non esset in æquilibrio cum aqua saliente in AB, vel haberet maius momentum vel minus; sed quomodocumque se haberet, motum perpetuum haberemus, sit enim primò aquæ CA prementis momentum maius, quàm momentum aquæ resistentis motui quô 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, quô exciperetur aqua saliêtis, ea posset redire ad suum fontem, si nempe duceretur aliquis tubus, vsque ad fontem C. quô positô daretur motus perpetuus. deinde cum aqua CA possit aliam aquam tubô contentam attollere tantum vsque ad CB, non poterit aquam extra tubum positam ad maiorem altitudinem evehere.

Pariter ostendo aquæ CA prementis momentum, non esse minus momentô aquæ AB resistentis motui, nam tantus requiritur impetus ad evehendam aquam ex A, in B, quantùm aquirit decidendo ex B in A, per se loquendo, & aëris resistentiam separando, sed aqua cadens ex B in A non habet maius momentum, quàm aqua CA, alioquin, si aqua hôc modô per casum aquiret tantum impetum, aut momentum coalescens ex impetu & gravitate aquæ, maius esset momentô aquæ CA; posset aqua decidens ex B in A attollere aquam CA, ad maiorem altitudinem, quàm fuerit altitudo è quâ decidit, sed hoc positô adhuc sequitur motus perpetuus, nam posset deriuari rectâ via, aqua ex C in B, & B præcipitari rectà in A, & attollere totam aquam CA, atque ita semper eadem aqua recurreret. immò non esset difficile aquæ decidenti rotam annectere, quæ ex illius casu impetum conciperet, & vi illius impetûs aquam ad maiorem altitudinem eveheret. quæ cum experientiis repugnent, nec tamdiu quæsitus & tentatus, hactenus inuêtus sit motus perpetuus, dicendum est momentum aquæ prementis æquale esse, momento aquæ salientis ad eamdem altitudinem.

Hôc principiô ruunt plerique modi quibus tentatus est motus perpetuus, nam in iis vt plurimum male comparatur impetus acquisitus, ex casu, cum resistentia corporis quomodocumque ascendentis, vnde quidquid dicatur apud me quærere motum perpetuum, & tempus terere sunt idem. in quo vnum moneo asserenti se vidisse motum perpetuum nunquam credendum esse. immò si vidissem ego, vix mihi ipsi fidem haberem.

## PROPOSITIO XXXVII.

### Theorema.

*Impedimenta propter quæ, salientium verticalium altitudo, non adæquat aquæ perpendiculum.*

Primùm 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 diuisioni, nec descendendo tantum impetum acquirat, quantũ acquireret si nihil resisteret, & aër adhuc ob eandẽ rationẽ motui eius sursũ resistat, decrescũt sẽper eius oscillationes.

Secundùm imped. erit ex diuisibilitate aquæ, nã in salientibus maioribus, tantô impetu ascendit aqua, vt in aërem incurrat, & in munitissimas guttas abeat, ex qua diuisione, fit vt maiorem, illæ guttæ superficiem habeant; ostendimus autem ex maiori illa superficie retardationem maiorem oriri.

Tertiùm impedimentum orietur ex guttis anterioribus, in quas subsequentes incurrunt. certũ enim est aquam verticaliter erumpentem, maiori celeritate initiô ferri, quàm in fine, seu summitate salientis, secundùm regulam communem gravium sursum impulsorum, quorum impetus sensim minuitur à gravitate impetum contrarium producẽte. cùm igitur quæ sursum est aqua, lentius feratur, quàm subsequens, hanc in illam incurrere necesse est. inde fit vt aqua salientium sit magis vnita quam aqua, quæ præcipitatur. dum enim præcipitatur, priores partes citiùs feruntur, & velociùs quàm subsequentes, vnde ab illis distrahuntur; cõtra verò in salientibus priores expectant posterõs: ex quo fit vt dum primò aperitur epistomium altius ascendat aqua, eo quod primæ guttæ, ab aliis prioribus non retardentur. deinde in salientibus præcisè verticalibus aqua decidens, ascendentem remoratur; vnde deficientes tantillum à perpendiculo cæteris paribus altiùs ascendunt.

Quartum erit fontis inopia, si enim laxius sit orificium salientis, quàm vt fons tantâ velocitate erumpentem aquam suppeditare possit; non attolletur saliens pro ratione altitudinis fontis, ex quo fit vt tubi pleni non sint, atq; adeò aqua premens non debeat sumi ex ipso fonte. ex hoc defectu sæpe accidit, vt saliens vix se exerat supra superficiem aquæ. parum autem refert quo ad hoc, an tubi sint latiores an verò minores. eamdem enim aquam subministrant.

Quintum impedimentum ex tubi paruitate proueniet, 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 scabritiẽ aliquam habeant. nam etiãsi laxior tubus pro ratione foraminis virtualiter coarctetur, eò quòd vt plurimum fiat intra aquam, cylindrus descendẽs

æqualis

Digitized by Google

æqualis foràmini, non ita tamen retardatur aqua, dum aliam aquam attingit, quam dum in corpus durũ incurrit, cuius partes secũ trahere nõ potest.

Sextum impedimentum ex tuborum figura oriri potest, & primò si alicubi nimis coarctetur tubus; nam satiùs esset tubum totum esse minus amplum, quàm si alicubi coarctetur. deinde potiùs sit circularis, quam quadratus, eo quod sub eâdem amplitudine, minorem habet superficiem. si flectitur tubus potiùs in orbem, quam in quadrum flectatur, frangitur enim sæpe aquæ impetus. tubus prope foramen in infundibulum desinat, & orificium sit exquisitè lævigatum, ne dispergatur aqua.

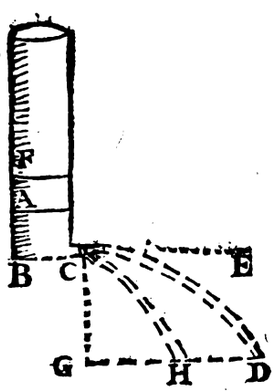
Ex his impedimentis oritur illa salientium irregularitas, notatumque est minores salientes respective ad perpendiculum aquæ, maiores esse, eò quòd maiores magis separentur ab invicem, ideoque magis in aërẽ incurrant, quidquid sit, notatũ est experientia perpendiculũ aquæ pedũ 4. haberẽ salientem perpendicularẽ seu verticalẽ pedum $3\frac{1}{3}$. ideoq; perpendiculũ ad salientẽ se habet vt 6. ad 5.

In aliis altioribus perpendiculis non observatur eadem ratio, nam sæpe perpendiculum pedum 60. quod secundum eam proportionem, salientem pedum 50. habere deberet, non habet salientem pedibus 40 altam. vnde quia nondum factæ sunt sufficientes experientiæ, nihil certi constitui potest, nec vllũ systema excogitari. si enim mutatô 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, vt ex aëris resistentia, aquæ divisibilitate, & gravitate eiusdem, 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, vnius pedis, hoc est linea AB. sit vnius pedis, & aqua perveniat vsque ad A, suppediteturq; continenter nova aqua, vt nec decrescat nec augeatur aqua. metitur lineam CE, quæ est longitudo salientis. Supponit exinde augeri aquam vsque ad F, & iterum metitur longitudinem salientis, inveniteque eam longiorem esse, & ita deinceps. ita vt in tubo cuius basis sit vnius pedis, & altitudo item vnius pedis, saliens sit fere duorum pedum si aqua perveniat ad F, sitque AF duorum pedum longitudo salientis sit duorum pedum cum dimidio, & ità deinceps vt figura exhibet.

| Pedes perpendiculi aquæ. | Longitudo salientis 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, eôdem tempore in diversis salientibus addet eundem, seu æqualem descensum; ponamus ergo lineam CG, esse descensum additum aquæ propter gravitatem intra minutum secundum, sit que GH longitudo horizontalis, perpendiculo vnius pedis, & GD longitudo salientis ex perpendiculo duorum pedum. dico GH, ad GD, esse in subduplicatâ ratione lineæ AB, ad lineam FB. sic enim intelligenda longitudo horizontalis salientis.

Demonstr. Intervallum GH, esse 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, eôdem tempore, quô nempe gravitas defert aquam à linea CE, ad lineam GH; sed spatia quæ percurruntur eôdem tempore se habent, vt velocitates, vt patet, velocitates autem *(per cor. 25. huius)* se habent in ratione subduplicatâ altitudinum tuborum; ergo & longitudines salientium horizontalium in eâdem ratione subduplicatâ erunt. quod erat demonstrandum.

Multa hic 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 proiectorũ parabolicã esse, à qua necessariò aqua deflectit propter facilem divisionem, & aëris resistentiam. ideoque iis non immoror diutiùs, vt vtilibus adhæreã.

## DE AQVIS CVRRENTIBVS.

Restat postquam varias fontium proprietates explicuimus, vt de fontium cursu, seu de fluminibus aliquid dicamus, quæ materia vtilissima est, & ad praxin facile deduci potest. quod autem de fluminibus, & eorum alueis dicemus, de canalibus, & tubis intelligendum est.

Vocamus in hac materia fluminis sectionem, capacitatem aluei, hoc est intelligendo planum quodcumq; verticale, ad fluminis cursum, & ad superficiem

perficiem aquæ perpendiculare, quidquid in eo plano ab aquâ tangetur, vocabitur fluminis sectio. vt si alueus sit parallelepipedum aliquod eius sectio erit parallelogrammum. si alveus sit semicylindrus, eius sectio erit semicirculus. In alveo parallelipipedo, sectio habetur si alvei latitudinem, per altitudem seu profunditatem multiplices. In plerisque tamen fluminibus alueus est irregularis, & potiùs circularis. certum est enim maiorem esse, circa medium alveum, aquæ profunditatem: vnde accidit vt eiusdem 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 alueis, quæ fontium canalibus, & erogatoriis. ponamus enim aquæ ductum cuius sectio, sit triginta digitorum quadratorum, sed aqua in eo satis lente fluat, si derives per foramina, quinque digitos; insertis scilicèt tubis, in parte inferiori canalis, vnde cum aquæ perpendiculum superet foramina, pluribus digitis, velociùs per singulos tubos feretur aqua, quàm moveatur in alueo, vnde accidit vt per quinque foramina, media forsitan pars aquæ exhauriatur, restentque tantum quindecim digiti aquæ in alueo, existimet tamen aquilex se 25. adhuc habere residuos. idem proportione quâdam in fluminum alueis 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.

3. Sectiones æquales, æquali tempore, æqualem aquæ copiam profundentes; sunt æque veloces.

4. Sectiones inæquales æque veloces, æquali tempore profundunt aquam in proportione sectionum.

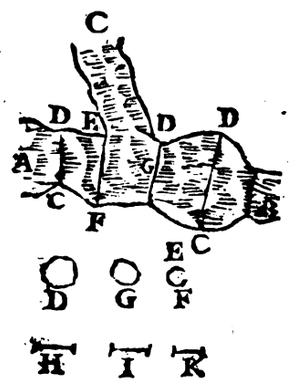
5. Sectiones æquales, profundunt æquali tempore aquam in proportione velocitatum.

## PROPOSITIO XXXIX.

### Theorema.

*Quamdiu fluvius in eôdem statu permanet, aqualis aqua per omnes illius sectiones fluit.*

Sit fluvius A B, cuius sectiones sint inæquales, permaneatque fluvius in eôdem statu per aliquos dies. dico tantumdem aquæ fluere per sectionem maiorem C D, ac per minorem E F. Si enim tanta aquæ copia non fluat per E F, ac fluit per CD superiorē; ponamus inter CD & EF, contineri centum dolia aquæ, cum intra semihoram fluxerint per C D, quinquaginta dolia, & per F E tantum 30. ergo aquæ inter CD, & FE, interceptæ addentur quinquaginta dolia, & detrahentur tantum triginta; ergo maior est copia




aquæ inter CD, & FE, quàm erat antea. quare intumescet fluvius contra suppositionem, supponimus enim fluvium aliquandiu in eôdem statu permanere.

Eôdem modò ostendam si minor aquæ copia, flueret per FE, quàm per C D, 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 alueus est minus latus, toties velociùs aquam fluere.

## PROPOSITIO XL.

### Problema.

*Quomodo metienda fluminis velocitas.*

Vt habeatur fluminis velocitas, volunt nonnulli vt aquæ globus ligneus, aut galla imponatur; si enim metiaris tempus quò à puncto A, ad punctum B defertur; habebitur eius velocitas. Si magnitudinem alvei à puncto A, ad punctum B cognoscas; ex vtraque; nota fiet aquæ copia, quæ eò tempore per fluvium præterlabitur. Sed primò dubitatur ab aliquibus, vtrum 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, multum emineat ex aqua, sitque ventus adversus; lentiùs procedet, quàm aqua, immò sæpe defluente aquâ ascendet. Tertiò ventus alterare potest superficiei aquæ cursum, ità vt 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, vt experientia constat, sive inferior à superiori prematur ad cursum, eò quod sit maius perpendiculum, sive quia superior casum maiorem habere videtur. dubitatur item vtrum eadem sit aquæ superioris, & inferioris velocitas.

Ne tamen nihil dixisse videamur, id experiri poterimus hastâ ligneâ, cuius extremitati pondus aliquod appendes, vt recta stare, non tamen omninò mergi possit, si enim inclinetur hasta; signum erit esse inter vtramque velocitatem aliquam differentiam. Si pars eminens extra aquam

antrorsum

antrorsum feratur; velocior erit motus superficiei, quàm aquæ inferioris, vel è contra, si in adversam partem inclinetur. ex tempore autem quô inclinabitur vtriusque motus differentiam cognoscemus, quâ semel cognitâ differentiâ, non erit amplius hastâ vtendum, sed tantùm globô ligneô, aut certe attramentô inficienda aqua, vt ex motu illius maculæ patefiat motus aquæ. Ex his velocitatibus superficiei aquæ, & aquæ profundioris componetur vna totalis, & media.

## PROPOSITIO XLI.

### Theorema.

*Si duæ sectiones fluminis, aut duo foramina, æquali tempore, æqualem aquam tribuant; erit reciprocè vt sectio ad sectionem; ita velocitas, ad velocitatem.*

Sint duæ sectiones C D, E F, eiusdem fluvij, 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 FE, ad velocitatem aquæ in sectione aut lumine CD. detur enim sectio G, æqualis sectioni C D, sed in qua velocitas aquæ, æqualis sit velocitati quam habet aqua in E F.

Demonstratio. Aqua fluens per CD, ad aquam fluentem per G, (*per axioma* 4.) se habet vt velocitas aquæ in C D, ad velocitatem aquæ in G, quæ cum sit eadem cum velocitate in EF, ita se habebit vt velocitas in CD, ad velocitatem in EF. pariter cum sectiones EF, & G, velocitatem habeant æqualem (*per* 5. *axioma*) ita erit aqua fluens per EF, hoc est aqua fluens per C D, cum sint æquales, ad aquam fluentem per G; vt sectio FE, ad sectionem G, seu ad sectionem CD, cum sint æquales; ergo ita est velocitas in CD, ad velocitatem in EF, sicut sectio EF, ad sectionem CD. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XLII.

### Theorema.

*Aqua fluens per vnam sectionem, ad aquam fluentem per aliam, est in ratione compositâ, ex rationibus sectionis, ad sectionem; & velocitatis, ad velocitatem.*

Sint duæ sectiones C D, EF; 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 vt velocitas in CD; ad velocitatem in EF; ita H ad I, & vt sectio CD, ad sectionem EF; ita I ad K, dico ita esse aquam in CD, ad aquam in EF, 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*) vt velocitas in C D; ad velocitatem in G; hoc est ad velocitatem in EF, seu vt H, ad I, pariter erit aqua fluens per G, ad aquam fluentem per F E, vt sectio G, seu sectio C D, cum sint æquales, ad sectionem EF, seu vt I, ad K. cùm ergo sint tres magnitudines aqua per C D, aqua per G, & aqua per EF, quæ se habent ex æquo, vt lineæ H, I, K, (*per* 22. 5.) erit vt aqua per C D, ad aquam per F E, ita H ad K. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

Quod dixi de sectionibus intelligi potest de duobus fluviis; si enim comparentur duæ quælibet sectiones, duorum fluviorum, adiunctis tamen velocitatibus quas aqua in iis obtinet, habebitur ratio aquæ, quæ tribuitur ab vno fluvio; ad aquam quæ fluit, eôdem tempore per alium fluvium. vt sint duo fluvij A, & C, sitque sectio fluvij A, ad sectionem fluvij C vt 4. ad 3. & velocitas aquæ in ea sectione fluvij A, ad velocitatem quam habet in propositâ sectione fluvij C, vt 6. ad 5. sumantur numeri paulo maiores nempe pro 4 & 3. Sumantur 16 & 12. fiatâ que vt 6 ad 5. ita 12 ad 10. dico ita esse aquam fluvij A, ad aquam fluentem eôdem tempore per fluvium C, vt 16 ad 10. seu vt 8 ad 5. vel meliùs multiplica sectionem fluvij A, nempe 4. per eiusdem velocitatem nempe 6. & habebis 24. pariter multiplica sectionem fluvij C, nempe 3. per eiusdem velocitatem seu per 5. fient 15. dico ità esse aquam fluvij A, ad aquam fluvij C, intelligendo semper de illa, quæ prætetlabitur æquali tempore, vt 24, ad 15. seu vt 8. ad 5.

## PROPOSITIO XLIII.

### Theorema.

*Velocitas fluminis influentis in alium, ad velocitatem quam habet in alieno alueo, habet rationem compositam, ex ratione latitudinis 2. alnei ad latitudinem 1. & ex ratione intumescentiæ 2. ad altitudinem primi.*

Sit igitur fluvius AB, in quem immitti debet torrens CD; quæritur quam velocitatem habeat in fluvio A B, aqua torrentis C D. dico itaque velocitatem primi seu C D, ad velocitatem A B, habere rationem compositam ex ratione latitudinis aluei AB, ad latitudinem aluei CD, & ex ratione intumescentiæ in A B, ad profunditatem CD. consideretur enim aqua C D, quasi extensa supra superficiem prioris aquæ in alueo AB, & per intellectum separetur ab aquâ sibi suppositâ.

Demonstratio. Cum æqualis aqua fluat per C D, & per A B, (loquimur enim tantùm de aqua quæ advenit de novo) erit (*per* 40. *huius*) vt sectio AB, ad sectionem C D, ita velocitas in CD, ad velocitatem in AB; sed sectio A B, ad sectionem CD, est in ratione compositâ latitudinis ad latitudinem, & altitudinis ad altitudinem, ergo (*per* 23. 6.) ratio velocitatis CD, ad velocitatem A B, æqualis est rationi compositæ, ex altitudine aluei AB, ad altitudinem aluei CD, & ex ratione latitudinis A B, ad latitudinem C D. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

Cognitâ velocitate quam habet aquâ in C D, item velocitate quam habitura est in A B, item



Digitized by Google

datâ aluei C D, altitudine & latitudine, item latitudine A B dabitur intumescentia seu augmentum fluuij A B. quod in exemplo manifestum reddo. sit enim velocitas in C D, ad velocitatem in A B vt 4. ad 3. item sit altitudo in C D 10 pedum, latitudo 20. & latitudo A B 30. quæritur quanta sit intumescentia in A B pro 4. ad 3. sume maiores numeros 16 ad 12. & ex ratione 16 ad 12 aufer rationem 30 ad 20, fiat vt 30 ad 20, ita 16 ad 10 $\frac{2}{3}$; igitur. Ratio intumescentiæ in AB, ad altitudinem in C D, seu 10, est vt 10$\frac{2}{3}$ ad 12, & vicissim altitudo in CD seu 10, ad intumescentiam in A B vt 12. ad 10$\frac{2}{3}$ fiat ergo vt 12, ad 10 & $\frac{1}{3}$ ita 10, ad 8. $\frac{10}{12}$. dico intumescentiam in A B esse 9 $\frac{10}{12}$.

Quare vides non tantum habendam rationem latitudinis & vtriusque aluei, aut profunditatis, sed etiam velocitatis, quam habet aqua in vtroque alueo. vnde paruus torrens, sed velocissimus, multum augebit fluuium lentum. Ex quo sequitur etiam non semper fluuium eôdem modo intumescere, licèt eadem quantitas aquæ in eum influat, si enim aliunde iam tumidus fuerit, & velox, etiamsi illi æqualis fiat aquæ accessio, non tamen propterea æqualiter intumesceet, saltem ex eo capite. Adde quod tunc vt plurimum aluei sunt latiores, quia reguntur aquis multæ terræ, quæ antea erant detectæ.

Multa autem in hac materia sunt considerandâ, præcipuè vero æstimatio velocitatis, quæ cum in toto alueo æqualis non sit, ideo exacta esse non potest æstimatio.

## PROPOSITIO XLIV.

### Theorema.

*Augmenta fluuij, ab eadem aquâ immissâ, à torrente auctî, se habent in reciproca ratione velocitatum in flumine acquisitarum.*

Sit flumen A, in quod diuersis 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 fluuium vel humilem, vel in iam tumidum. non augebitur tamen eôdem modô fluuius; sed si fuerit fluuius velox additamentum paruum erit.

Demonstr. cum per duas sectiones æqualis fluit aqua; sectiones, & velocitates sunt reciprocæ; si ergo considereturseorsim aqua, à torrente in fluuium immissa, sectiones per quas fluit, in his duobus casibus, se habent vt altitudines, cum eadem sit latitudo fluuij: ergo altitudines sectionum, seu incrementa, se habent in reciproca ratione velocitatum; quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

In his supponimus fluuium in omnibus suis partibus æqualiter moueri, aut loquimur de illâ parte aluei, cuius velocitas vt æquabilis assumi potest: quam Benedictus Castellus vocat altitudinem viuam.

## PROPOSITIO XLV.

### Theorema.

*De causis intumescentiæ fluminis.*

Flumina præcisè intumescere non possunt, nisi sit in alueo maior aquæ copia, quàm anteà. potest tamen fieri vt sit in alueo maior 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 vt plurimum hoc impedimentum non sit adeò magnum eò quòd ventus summam tantum superficiem perstringat, aqua profundiore consuetam velocitatem habente Intumescentia maris, multum 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 alueus esset latior propterea impediretur hæc fluminis intumescentia, modò mare aliquot diebus in eadem altitudine perseueraret. Vnde vides quàm malè rem intellexerit qui Tiberis inundationibus occurrere posse existimauit, si excauaretur fossa capax illius aquæ, quæ à riuulis, & minoribus fluuiis in tiberis alueum 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 excauare & aggeribus iisdem munire. Aliud eidem malo remedium excogitatum fuit, nempe cum experientiâ compertum esset, flante præcipue siroco, Tiberim intumescere, eo quod aquam maris in ipsum tiberis alueum immittat, nonnulli crediderunt, si alius alueus ad aliam plagam obuersus excauaretur, forè vt non ita intumesceret; in quo multa considerandâ essent, & primò an mare in toto littore non augeatur flante siroco, si enim eius intumescentia est ita vniuersalis; vt in toto littore Italiæ inueniatur; superuacanea foret illa cautela.

Flumina autem vt plurimum procul à mari sæpe magis intumescunt, quam prope mare; quod animaduertitur in Pado, in quo sufficit prope mare vt aggeres aquæ consuetæ superficiem quinque pedibus superent, in locis remotioribus requiruntur 20 pedes, quod puto tribuendum maiori aluei latitudini.

Vt ergo meliùs intelligatur fluminum decrementum, aut augmentũ quod sæpe ex retardatione, aut incitatione aquæ oritur. sciendũ est primò velocitatem fluuij oriri ex decliuitate aluei, quæ ope libellationis cognoscitur, & de quâ adhuc inferiùs. 2. ex præconcepto impetu sæpe flumina velocitatem habent, eò quòd per alueum valde decliuem aliquandiu decurrerunt, tantam velocitatem aqua potest concipere, vt alueum horizontalem facile pertranseat.

Rectitudo aluei iuuat aquæ cursum quia cæteris paribus sit maior inclinatio, quia longior alueus

Digitized by Google

alueus vt est sinuosus, sub æquali spatio minorem facit calentiam. secundò in sinuosis alueis retardatur ad ripas impetus aquæ, affectant sæpe flumina, huiusmodi sinuositates ex causis per accidens quod inæquales ripas arrodant.

Quæritur deinde an meliùs sit alueum esse latiorem, quam arctum, & an aqua faciliùs, & velociùs fluat in vno quam in alio. Et primò quidem consideranda est illa retardatio, quam patitur aqua, dum fricat & tangit alueum. nam inæqualitates aluei haud dubiè aquam remorantur; sicut inæqualitates tabulatorum in nauibus earum motum imminuunt: & secundum eam considerationem, alueus cuius superficies maior esset; maiorem etiam aquæ moram afferret. ita tubos cylindricos cæteris præferimus quiâ figura cylindrica constans circulari; minorem habet superficiem quam prismata eiusdem capacitatis. quæri secundò potest an aquæ cursus tam inhibeatur, eò quod 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. grauia autem præcisè motui horizontali non resistunt. cætera huiusmodi ad praxin vtilia considerari possunt.

## PROPOSITIO XLVI.

### Theorema.

*Aut. Ô fluuiô, quantitas aquæ fluentis, ad quantitatem pristinam. habet rationem compositam, ex ratione altitudinis, & ratione velocitatis.*

Sit fluuius qui crescat liquatis niuibus, aut aliâ quâcumque ratione; fiatque comparatio, aquæ fluentis post incrementum cum aqua pristinâ. dico rationem aquæ, ad aquam, esse compositam ex ratione altitudinis, & velocitatis.

Demonstr. (*per* 41. *huius*) aqua fluens, vel in duobus fluuiis; vel in duabus sectionibus fluuij; habet rationem compositam ex rationibus sectionum, & rationibus velocitatum: & cum sectionum sit eadem latitudo (*per* 1. 6.) se habebunt sectiones, vt altitudines; igitur aqua, ad aquam habet rationem compositam, ex ratione altitudinum, & ex ratione velocitatum; quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XLVII.

### Theorema.

*Quomodo aqua fundum excauet.*

Primò certissimum est non posse aquam, excauare fundum præcisè quòd grauitet. quia cum terra maioris sit grauitatis in specie quàm aqua, vi solius grauitationis attolli non potest, aut locô dimoueri. excauat autem dum se in poros insinuans, ab alia aqua currente trahitur & rapitur, secumque etiam terram auehit; præcipuè verò quando est inæquale solum, aqua in eas inæqualitates impingens, eas arrodit. ita dum alueus excauandus est, sulcari tantum debet solum, aqua enim præterfluens, terram secum auferet. maximè verò dum præcipitatur, fundum excauat, ex conceptô per casum impetu. ita vt in iis aggeribus quos ad dandam aquæ cadentiam construimus, ad machinas hydraulicas, opus sit post casum, lapidibus solum sternere, ne aquæ casu excauetur. Quod autem diximus de fundo intelligendum etiam est de ripis, immò aggerum terra mollior reddita sæpe grauitate sua in fluuium decidit; quare multi vt meliùs ripas conseruent, vltrò inæqualitatem omnem auferunt; & prominentes partes diffiiciunt, neque enim aqua tolleret omnem inæqualitatem; sed vnam auferendo aliam produceret.

Post maxima aquarum incrementa, si celeriter fluuij detumescant; diffiiciuntur aggeres. nam terra mollior, faciliùs dilabitur, vbi sustentari desinit, aqua enim sæpe terram continet, dum in eam grauitat; vbi verò eam molliorem redditam statim deserit, ad casum trahit, quod si fluuius sensim decrescat non est tantum periculum, quia ripa sensim exsiccatur, & indurescit.

## PROPOSITIO XLVIII.

### Theorema.

*Quomodò deriuatione minuantur fluminum aquæ, & exsiccentur paludes.*

Quia hæc in vsum communem venire possunt, fiuntque in hâc materia à multis propositiones ridiculæ, ideò nonnulla de hac subiicienda censui. Quæsitum fuit aliquando, an deriuatione flumina minuerentur, assertumque ab aliquibus non minui. Quia scilicèt si deriuentur aquæ, fluuij velocitas minor erit, & ex minori velocitate intumescet. Quæ ratio nullius est momenti, primò eò quòd manifestæ repugnet experientiæ, primò videmus quotiescumque flumina in duos aut plures ramos diuiduntur, toties decrescunt. secundò vbicumque latiorem habent alueum toties, minus etiam profundum habent. tertiò si hæc ratio valeret cum additâ nouâ aquâ crescat velocitas, deberet fluuius minui. Fateor quidem & additâ nouâ aquâ crescere velocitatem, & ex incremento velocitatis, impediri aliqua parte eius incrementum; non tamen omninò, vnde diximus suprà, non quotiescumque dupla aqua in fluuium influit, toties duplicari fluuij profunditatem: assero tamen infusâ nouâ aquâ, verè eum intumescere. Ratio est quia velocitas crescit, aut minuitur in ratione subduplicata altitudinis fluuij. vnde si fluuius mediâ altitudine detumescat; aquæ inferioris, quæ restat velocitas non duplo minor erit. quare simpliciter asseri debet, & immissione nouæ aquæ, fluuium intumescere, & deriuatione minui, non tamen secundùm rationem aquæ immissæ aut deriuatæ. nam fluuij sectio se habet per modum luminis, vnde quotiescumque maius est aquæ perpendiculum, toties est maior velocitas.

Ita deriuatione paludes exsiccantur, ad hoc autem necessarium est, fundum esse altiùs vicinis fluminibus aut mari, vt deriuatio facilis sit, immò debet multis pedibus superare aquarum in fluuio vicino

Digitized by Google

vicino existentis superficiem. subsidunt enim sæpè post exsiccationem ea,quæ propter cœnum,& lutum antea altiora videbantur.

2 Si accidat paludem altiorem esse fluuiô, dum depressus est, humiliorem autem, eôdem intumescente, primò quidem aggeribus continendus est fluuius, ne in paludem exundet. Deinde alueus quô palus in fluuium exoneratur cataractis instruatur, quæ demittantur dum intumescet fluuius, eleuentur dum humilis erit. Quia tamen fieri potest vt non aduertente custode, cui nempe attollendi, & demittendi cataractas cura est demandata, intumescat de repente fluuius; fiunt portæ, quæ ex parte fluuij aperiri possint, sit enim dum fluuius in paludem influet, ab aquâ fluuij influente claudentur, at verò aperientur ab aqua paludis in fluuium influente.

Si absolutè palus fuerit fluuiô, aut vicinô mari humilior, postquam aggeribus cohibitus omnino, maris aut fluuij 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 riuus, facilè excogitari posset machina, quæ moueretur à fluxu riui, & aquam ex palude hauriret. ne tamen fiant machinæ quotiescumque maiores sunt paludes, fonteſque perennes, & copiosos habent, tunc enim nullæ machinæ sufficere possunt.

3. Exsiccantur paludes si iniiciatur humus, & attollatur fundum, vel alluuione si immittatur riuus aut torrens, eô maxime tempore quô cœnosus est. si enim tunc in paludem iniiciatur post tres dies cœnum deponet ita alicubi vidi agrum arenosum, & inutilem; superinductô sæpe riuulô, eô maxime tempore, quô cœnosus erat secumque optimam terram deferebat, in feracem euasisse fiebant enim aggeres, qui inductas riui aquas continere possent, post triduanam autem quietem dimittebatur aqua; singulisque vicibus duobus aut tribus digitis solum assurgebat.

## PROPOSITIO XLIX.

### Theorema.

*De cadentia fluuij, vt aqua currat.*

Diximus supra necessarium esse, adhoc vt aqua fluat, terminum ad quem, depressiorem esse terminô à quo, quæritur autem in fluuiis quænam eleuatio requiratur, vt fluant, quænam vt 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 vnius 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 vinam, velocitas noua, ad velocitatem pristinam, est in subduplicatâ ratione altitudinis.*

Hæc propositio est contra Benedictum Castellum, qui referente Ricciolio vult in tali casu velocitates se habere vt altitudines, eique bonum sensum conatur attribuere idem Pater.

Nam altitudines viuæ se habent vt perpendicula tuborum, & alueus fluminis quasi lumina, sed velocitas crescit in ratione tantum subduplicata altitudinum tuborum; igitur velocitates in eadem tantum ratione subduplicatâ altitudinum viuarum procedent.

Quod enim voluit Pater Ricciolius vt aquâ in termino à quo crescceret supra aquam in termino ad quem, ponamus verbi gratia Rodanum intumescere vnô pede, etiamsi eius aqua in termino à quô, paulô eleuatior sit, non video tamen quomodo hæc mutatio in decliuitate aluei nempe vnius 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 tamẽ quasi per lumen seu foramen flueret, velocitate maiore, quæ nempe se haberet in rationẽ subduplicatâ altitudinum. vnde etiamsi non impediatur cursus aquæ superioris, eôdem tamen modô fluit inferior, & secum superiorem trahit, & auehit.

## PROPOSITIO LI.

### Theorema.

*Quando flumen excrescit in altitudinem vinam. aqua quam post incrementum transmittit, ad eam quam antea transmittebat habet proportionem compositam ex ratione altitudinum & subduplicatâ ratione altitudinum.*

Sit flumen cuius altitudo 8 pedum. crescat ad altitudinem 18 pedum sitque ratio subduplicatâ rationis 8 ad 18. ratio 8. ad 12. dico aquam quæ transmittitur post incrementum, ad aquam quæ transmittebatur antea, esse in ratione compositâ, ex ratione 8. ad 18 & 8. ad 12. fiat vt 8. ad 18. ita 12 ad 27. dico esse aquam post incrementum ad aquam anteriorem, eôdem tempore fluentem non vt 8. ad 18. sed vt 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 vt altitudines (*per* 1. 6.) igitur aqua fluens post incrementum, ad aquam pristinam, est in ratione compositâ ex ratione altitudinum, & subduplicatâ earumdem altitudinum.

### COROLLARIVM

Ex hoc vides falsum esse aquas istas se habere in

Digitized by Google

In ratione duplicatâ altitudinum, & consequenter omnes propositiones & praxes, quæ in hac proportione duplicata fundantur falsas esse.

## PROPOSITIO LII.

### Theorema.

*Quanta aqua addenda sit, vt fluvius vnô pede crescat respectiue ad aquam fluentem.*

Sit fluvius quicumque cuius altitudo nota sit verbi gratia pedum 9. quæritur quantùm aquæ illi addendum sit, vt crescat vnô pede seu an dupla an triplâ. nam absolute aqua addenda cognosci non potest, nisi fluvij velocitas cognoscatur. igitur cum altitudines se habeant vt 9. ad 10. inter 9. & 10. quæratur media proportionalis, aut inter 90 & 100. nempe 95. $\frac{75}{190}$ fiatque 90 ad 95. ita 10 ad 10 $\frac{1}{2}$ circiter. erit aqua tota quæ fluet post incrementum; ad eam quæ antea fluebat, vt 10 $\frac{1}{2}$. ad 9. & ea quæ addi debet ad aquam fluminis vt 1 $\frac{1}{2}$. ad 9. quare fluvius sextâ parte minor, sed eiusdem velocitatis illud augmentum præstare posset, in alueô regulari.

### COROLLARIVM I.

Eâdem methodô scies quanta aqua derivanda sit, vt flumen detumescat quantùm volueris, quod vsui etiam esse potest circa fontium erogatoria.

### COROLLARIVM II.

Datâ quantitate aquæ fluentis, sub duabus altitudinibus eiusdem aluei regularis, & datâ vnâ altitudine, invenire alteram altitudinem. hoc corol. est tantum conversio præcedentis propositionis.

## PROPOSITIO LIII.

### Theorema.

*Datâ altitudine vivâ fluminis, & aquæ quantitate per eius alueum defluentis, aut eius velocitate; & sectione, datâ insuper quantitate aquæ fluentis æquali tempore in torrente influente, seu datô eius alueô, & velocitate; scire quanta sit, futura fluminis intumescentia.*

Sit flumen A, cuius sciatur altitudo viva, item notâ sit quantitas aquæ, per eius alueum fluentis tempore determinatô, quæ innotescet ex velocitate, & latitudine aluei, sit item cognita quantitas aquæ fluentis eôdem tempore, per alium fluvium, aut torrentem B, influentem in fluvium A; quæritur quantùm intumescere debeat fluvius A, si in eius alueum immittatur fluvius B.

Inter aquam à fluvio soló A transmissam, & aquam post immissionem torrentis B, fluentem, quærantur duæ mediæ proportionales methodô in quarto l. Geometriæ explicatâ. dico ita esse altitudinem vivam fluvij A solius, ad altitudinem vivam eiusdem receptâ aquâ torrentis B, sicut quantitas prioris aquæ, ad secundam mediam proportionalem. quod antequam demonstrem ratione, exemplô explicandum censeo sit fluvius A, devoluens intra minutum 2000. exapedas cubicas. sit alius torrens intra idem minutum exapedas cubicas 1000 devoluens, 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 vt 2000. ad remotiorem mediorum proportionalium, nempe 2630. ita 35. pedes ad 46. dico intumescere fluvium A 11 pedibus, seu fore eius altitudinem totalem pedum 46.

Demonstratio. (*per 49. huius*) aqua quæ transmittitur per alueum fluminis A, postquam excepit torrentem B; ad aquam pristinam, seu 3000. exâpedæ 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 vna sit duplicata alterius, ratio duplicata erit ratio altitudinum, inventis autem duabus mediis proportionalibus, id præstamus cum enim sint numeri isti continuè proportionales 2000. 2306. 2630. 3000 circiter, erit ratio 2000. ad 2630. duplicata rationis 2630 ad 3000. nam vt procedatur à numero 2000. ad 2630. bis repetitur ratio æqualis, rationi 2630 ad 3000. ergo ratio 2000 ad 2630. erit ratio altitudinum, vt autem 2000 ad 2630. ita 35. pedes prior altitudo, ad 46. pedes altitudinem quæsitam, quam habebit aqua postquam fluvius A, torrentem B excepit.

### COROLLARIVM.

Vt diuidatur ratio quæcumque verbi gratiâ ratio quæ est numeri C, ad numerum F, in duas rationes quarum vna sit duplicata alterius, inter numeros C & F, quærantur duo numeri B & E, continue proportionales. ostendi rationem primi C, ad tertium E, duplicatam esse rationis numeri E ad F. licèt autem non inveniantur duo numeri medij proportionales. secundum exactitudinem Geometricam; est enim vnum 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 depressô, cognitâ item quantitate aquæ decurrentis auctô flumine, asserit altitudines se habere, vt radices quarum hæ duæ aquæ sint quadrata. immò subdit experientiam respondere Theoriæ, ita vt in superiori exemplo non se haberent altitudines, vt 2000 ad 2630. sed vt 2000 ad 2450.

Quare si exacta fuit experientia, & si potuit fieri cum ea perfectione, aliter haud dubie se habere deberet prop. 49. cuius tamen demonstratio clarissima est nisi dicendum sit dum fluvius intumescit, paulò maiorem copiam aquæ fluere, quàm pro ratione altitudinis, & velocitatis fluere debeat, ex accidenti, eô modô quô diximus de luminibus maioribus, quæ paulò maiorem 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 vlteriùs ratione, non posse aquam, ad aquam in tali casu esse in duplicatâ ratione altitudinum, ostendimus (*propos. decima septima*) si lumina sint æquatia aquam, ad aquam esse in subduplicatâ ratione altitudinum; item aquam



Digitized by Google

esse in ratione velocitatum, quæ etiam est subduplicata altitudinum. item ostendimus si sint duo foramina esse aquam, ad aquam, vt foramina, si sit eadem altitudo; si autem foramina habeant eamdem altitudinem, erit aqua, ad aquam, vt altitudines foraminum. cùm autem aluei altitudo se habeat vt foraminis altitudo, item se habeat vt perpendiculi altitudo, aqua ad aquam se habebit in ratione composita ex ratione altitudinis, considerando altitudinem aquæ in alueo pro altitudine foraminis, & ex ratione subduplicatâ altitudinis, considerando altitudinem aquæ in alueo, pro altitudine perpendiculi.

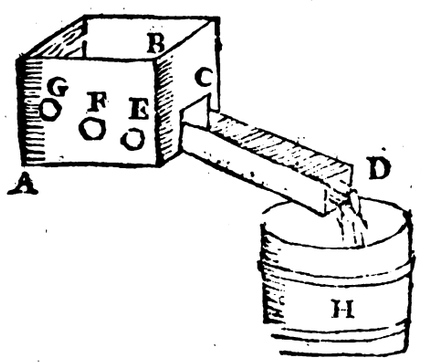
Vt nihil dissimulem quia hæc vltima consideratio non nihil videtur deficere in eo quod augmentum perpendiculi, dum crescit aqua in alueo, non fit pro toto, vt ita dicam foramine, hoc est si crescat aqua tribus digitis, non crescit tribus digitis supra foramen præsens, cum illud augmentum sit etiam pars foraminis, quare fortsitan erit aliquid demendum.

## PROPOSITIO LIV.

### Problema.

*Quomodo mensuranda aqua per canales inclinatos.*

Quia quæ diximus de tubis, & luminibus, non sine difficultate aliqua fluminibus, & eorum alueis accommodari possunt, ideo operæpretium 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, vt aqua fluat in canali CD, ad altitudinem vnius digiti, vt autem constans sit, & vniformis fluxus, aperiatur verbi gratia foramen E, vt 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 staterâ expendes. Tum manente eâdem canalis CD inclinatione, cæteris que omnibus immotis clausô foramine E, aliud aperies F, vt aqua in canali digitô 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 compositâ, ex ratione altitudinum, & ratione subduplicatâ 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 admissô Rhenô, ita augeatur, vt supersint duo tantùm pedes aggerum, qui suprà superficiem aquæ extent, videndum est vtrum immissô Rhenô Bononiensi, augendus sit Padus vnô pede, aliqui nullam velocitatis rationem habentes, cum latitudinem Padi viderent esse mille pedum, & sectionem aluei Rhenani esse 2000. pedum quadratorum, existimarunt fore, vt padus augeretur duobus pedibus. quod vt examinemus omissis multis aliorum supputationibus.

Supponenda est, latitudo Padi quæ alicubi inventa est pedum 700. maxima altitudo pedum 31. velocitas eius intra vnam horam quinque milliaria, seu pedes 25000. quare multiplicando 700. per 31. fit eius 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 eius sectio pedum quadratorum 1520 intra horam tria milliaria percurrit id est 1500. pedes. multiplica 15000 per 1520. & habebis 22800000. fiat aggregatum 56500000. & inter hos numeros 5425. & 5653. abiectis scilicet vtrinque quinque cyphris; quærantur duo medij proportionales, aut inter $54\frac{1}{4}$ & $56\frac{1}{2}$. invenio circiter pro primo numero 55. & pro secundo $55\frac{2}{4}$. dico ergo altitudinem Padi ante immissionem Rheni Bononiensis; ad eiusdem altitudinem post immissionem eiusdem Rheni esse vt $54\frac{1}{4}$ ad $55\frac{2}{4}$. seu vt 217. ad 223. fiat ergo vt 217 ad 223. ita altitudo 31 ad altitudinem $31\frac{186}{217}$. seu fere $\frac{6}{7}$. hoc est fere vno pede intumescet padus.

Invenerat autem Ricciolius vsus nempè proportione Castelli, qui vult copiam aquæ currentis esse in duplicata ratione altitudinum invenit tantum digitos 6. seu semipedem. Si nempe Rhenus intrà horam conficiat milliaria 5.

## PROPOSITIO LVI.

### Theorema.

*Vt se habet superficies vasis, aut lacûs ad sectionem aluei, per quem exoneratur; ita velocitas aquæ in prædictô alueo, 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; vt velocitas Rhodani ad decrementum aquæ, in lacu Lemano. hoc est vt spatium quod decurrit aqua in Rhodano, aliquô tempore determinatô verbi gratiâ intra horam, ad decrementum aquæ in lacu eôdem tempore.

Demonstratio.

Digitized by Google

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 lacûs, per decrementum altitudinis, qui habetur ex multiplicatione ſectionis Rhodani, per ſpatium decurſum intra horam. quare ſi ſuperficies lacûs, ſit primus numerus, ſectio Rodani 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 vt ſuperficies lacûs, ad ſectionem, ita ſpatium quod percurritur ab aquâ 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. vt autem coniicias 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 terrâ, 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 maior illa quæ per fontes, & annes fluit ab vnâ pluviâ ad aliam.

Notandum item ſupponi velocitâtem eandem perſeverare ſaltem phyſicè, vt meliùs procedat calculus, & ſit exactior; loquimur enim de eâdem velocitate perſeverante, hoc eſt etiamſi perſeveret eadem velocitas. nam imminutio velocitatis, aliô modô ſe habebit ac decrementum aquæ, hoc eſt in duplicata ratione decrementi vt diximus ſupra.





Digitized by Google

# TRACTATVS XVI.

# DE MACHINIS HYDRAVLICIS.

QVAM *vtilis, & iucundus sit futurus, hic tractatus nemo non videt, cuius nempe partes sunt, aquas & vtilitati, & oblectationi hominum accommodare, & in varios vsus deducere. multa passim motûs aquæ assignantur principia, quibus nempe aqua, iners, alioquin & pigra, animatur ad motum. Hæc autem vulgò quinque recensentur.*

*Vis attractiua, ad vacuum impediendum, aut fugiendum, quâ vi aqua, sua vi ita grauitatis oblita, in sublime attollitur. de hôc principiô, iam satis fusè, supra diximus. ostendimus omnes ferè effectus, qui passim, tali fugæ vacui tribuuntur, facilè in aëris grauitatem, aut vim elasticam refundi posse. si qua tamen occurrant experimenta, alicuius momenti, quæ id aut infirment, aut stabiliant, non dissimulabo.*

*Aliud principium erit vis expulsiua corporum, cum enim duo corpora in eôdem locô esse non possint, si ab alio impellatur aqua, locô cedere cogitur, impetumque & motum concipit.*

*Tertium est vis rarefactiua, aut elastica aëris præcipuè, neque enim, Machinas hydraulicas ita nunc attingimus, vt de aëre, & spiritalibus nihil dicere audeamus, cùm sint materiæ omninò connexæ, & quæ vix ab inuicem separari, aut seiungi possint.*

*Quartum erit aquæ naturalis grauitas, vi cuius dum in inferiorem locum magna vi, & concepto impetu descendit, rursus resilit. & in auras attollitur.*

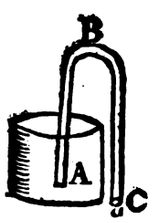
*Quintum denique erit vis externa, animalium, ventorum, quâ aqua, alioquin torpens in sublime attollitur. has machinas tractorias appellabimus ad quod genus reuocabimus eas omnes, quæ vim aquæ decidentis, & in præceps ruentis agnoscunt.*

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*Attractio seu aëris grauitatio.*

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 reuocandas, ita vt à simplicioribus incipiendo, ad difficiliores sensim progrediamur. primum ergo sit principium iam supra explicatum, syphon inver-



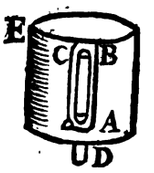

sus ABC, ita vt pars BC, longior sit parte AB, ostendimus superiùs, vel aquam BC, attrahere aquam AB, vel aërem incumbentem vasi A, attollere aquam AB, eò quod aqua BC, impediat grauitationem eiusdem aëris in aquam AB. ponamus enim aëris grauitationem æqualem esse grauitationi 32 pedum aquæ. & aquam AB, esse æqualem 20 pedibus, aër grauitans in A, superat grauitationem AB, grauitatione 12 pedum. sit BC viginti duorum pedum, grauitatio aëris in C. superat grauitatem aquæ BC, tantùm grauitatione pedum decem. cum ergo aqua BA, grauitet in A, eamque aër superet grauitatione 12 pedum, & aqua BC, grauitet in C, eamque aër superet tantum grauitatione pedum 10. ideoque quantum potest sustentat aquam BC, & eâ mediâ grauitat in aquam AB; sed grauitate 10 pedum, cum ergo aqua AB, in se habeat grauitatem pedum 20. quâ deorsum impellitur, impellatur item deorsum ab aëre grauitante in C; sed impellatur vi grauitationis vt 10. deorsum feretur aqua AB, grauitatione vt triginta: sed sursum impellitur vi grauitationis aëris grauitantis in A vt 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 quod aqua sit in minori motu dum tubus est maioris diametri.

Alij idem explicant per attractionem, volunt enim dum instat vacuum produci in corporibus contiguis

contiguis vnionem. quare cum sit contiguitas inter aquam AB, & BC, & BC prævaleat, sitque aut grauior, aut saltem maioris momenti; secum trahet aquam A B.

Ista machina etiam si simplex ita variè deformatur, vt eam agnoscere sit nonnunquam difficile.

Et primò quidem syphon quem vocant diabeten eôdem nititur principiô. sit enim tubus AB,




fundo vasis afferruminatus in A, illudque transgrediens vsque in D, circa illum sit alius tubus paulò maior, eumque ambiens habens foramen in A, concauitas maioris tubi, quæ restat inter minorem & eius latera, habet vicem vnius brachij, tubus verò interior B A D vices gerit alterius brachij, quare si plenus sit vterque tubus aquâ; cum tubus BAD sit longior aqua fluet. vnde Hero docet modum quo fiat vas, in quo si aquam vsque ad aliquam altitudinem infundas; eam continebit. Si vero vlteriùs pergas, totam profundet. nam si aquam sensim in vas AE, infundas, dum assurget in vase, sensim etiam augebitur in cauitate tubi ambientis; aëre incluso abeunte per tubum A B D, dum verò aqua peruenerit ad orificium interioris tubi præcipitabitur, vt in syphone inuerso diximus.

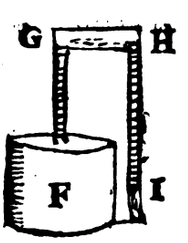
Vsus item syphonis inuersi optimus est ad euacuandum vas aliquod æquabiliter, si enim lignea tabulæ in vase penultimæ figuræ positæ, & aquis innatanti, syphonem inuersum inseras, cuius os aquæ immergatur, ad vnum aut alterum digitum; simul cum aquâ imminutâ, descendet tabula, simulque syphon, atque adeò 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.*

Vt à facilioribus sensim ad difficiliora prægrediamur, ostendendum est, aquam per attractionem ascendere, etiam si aliquod aliud corpus




mediet. sit ergo syphon inuersus FGHI, sitque aqua F G, H I, spatium autem G H sit plenum aëre. dico si crus HI, longiùs sit, crure FG, fore vt aqua adhuc ascendat, etiamsi sit interruptio.

Demonstratio. Si detur in rerum naturâ, illa vnio inter corpora contigua, quotiescumque instat periculum vacui, in tali casu dabitur vnio inter aquam HI, & aërem GH; item inter aërem G H, & aquam F G; & quia momentum aquæ H I maius est momentô aquæ G F; aqua HI debet trahere aërem, & aër aquam G F. In tali tamen casu nunquam descendet aër, nam vbi aqua excesserit orificium G, cum sit aëre grauior inferiorem locum petet, & semper occupabit orificium H.

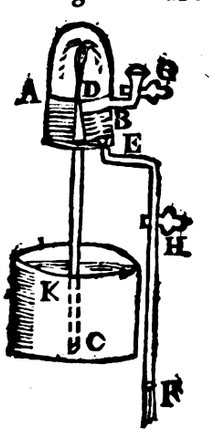
Si verò nullâ admissâ tali vnione, ad aëris grauitatem velimus recurrere; probabo vt priùs, aquam GF, cuius momentum minus est momento aquæ H I, non tam resistere grauitanti aëri, quàm resistit aqua H I, atque adeò aquam G F, impelli sursum ab aëre circumstante, modò tamen crus G F non superet altitudinem pedum 33. alioquin aër aquam ad ascensum cogere non poterit.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Salientem in vitreo vase exhibere, qui scaturigini altitudinem superet.*

Fiat vas metallicum A B, cui imponatur vitreus cylindrus, ita exactè vasi ferruminatus, vt omnis aëri externo intercludatur aditus. sit autem vas illud instructum tubô CD, eius fundum peruadente, & in apicem desinente, hic tubus aquæ immergatur. sit & alius tubus E F, paulò longior tubô CD, vas AB habeat aquam, ad duos aut tres digitos, quæ inseratur per verticellum G, sit & alia clauicula H in tubo EF, clausâ ergo clauiculâ G, aperiatur clauicula H, tunc (*per superiorem*) aqua ascendet per tubum CD, immò si tubus E F, multò longior sit tubô C D, magnô




impetu feretur aqua, videbiturque salientis in vitro, vnius aut alterius pedis; perdurabitque quamdiu in vase K non deficiet aqua.

Demonstratio nulla alia requiritur, quàm quæ supra pro interruptô syphone allata est.

Moneo tamen duo; nempe ne laxior sit tubus E F, tunc enim fieri poterit, vt aqua eius capacitatem totam non impleat, sed admittatur aër, qui si ascendat totum negotium interturbabit, fluxumque aquæ per tubum C D sistet. quia in aquam tubi C D grauitabit.

Alterum est ne tubus CD superet longitudine pedes 33.



Digitized by Google

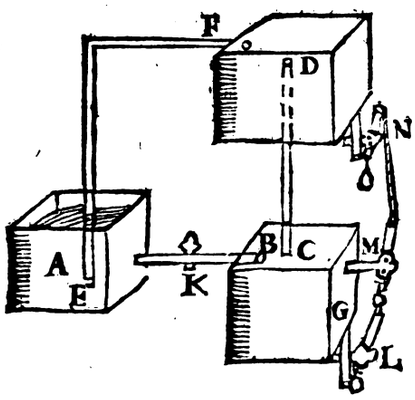
## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Fontis alicuius dimidiam aquam supra scaturiginem attractione attollere.*

In superiori fonticulo, licèt aliquid ad recreationem habeamus, nihil tamen ad vtilitatem, neque enim crescit aqua in vase AB, licèt alia atque alia succedat, quærimus autem, vt vel ad vsus domesticos, vel ad recreationem, fontis alicuius dimidia aqua sursum attollatur, modò tantundem aquæ infra scaturiginem descendat.

Sit ergo scaturigo in A, è quâ deducatur aqua in vas B, vndique clausum. sit aliud vas D item vndique clausum, in quod impelli debet aqua. pertingat autem tubus CD, ab operculo vasis inferioris ad summitatem vasis superioris. sit item tubus G æqualis priori C D in longitudine,




immò & paulò longior. sint item clauiculæ K, L, M. N. primò aperiantur clauiculæ B, M. B quidem vt aqua influat, ex A, in vas B, & clauicula M præbeat exitum aëri incluso, & claudatur clauicula L. implebiturque aquâ vas B.

Tum claudantur clauiculæ B. M. item clausa sit clauicula N. apetiatur clauicula 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 inuersi, & interrupti.

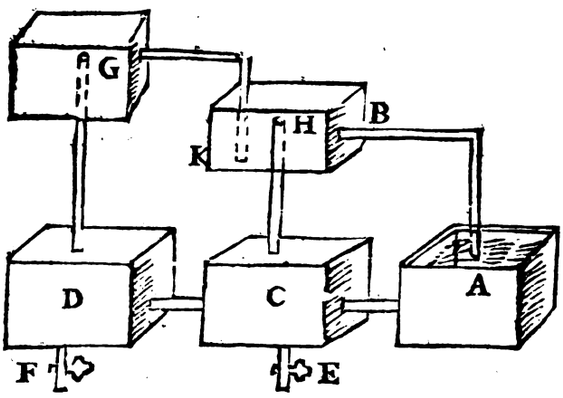
Nunc restat quætenda methodus aperiendi & claudendi clauiculas, vt nempe, non solum semel, impleatur vas D, sed pluries; effundatque aquam per foramen N in aliud vas, aut salientem efficiat. quod facile præstabimus vase culminante: quod aqua semiplenum poterit aliquantulum descendere, & vertere omnes clauiculas: vbi vero plenum fuerit aquâ, culminabit totamque aquam effundet, tunc autem poterit attolli a ponderibus contrapositis. sed hæc artificibus excogitanda relinquimus, sunt enim satis facilia.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Fontis aliquam partem, ad quamcunque altitudinem attollere.*

Duas cautiones in superiori propositione adhibuimus, prima fuit ne altitudo CD superet 33 pedes. secunda vt tubus G H, sit paulò longior tubo C D. si tamen aut altitudo ad quam eleuanda est aqua superet 33 pedes, aut sit maior quàm descensus, quo infra scaturiginem aqua potest descendere: tunc recurrendum est ad istam methodum. sit vt priùs fons A, cui immersus sit tubus AB. impleantur aquâ vasa C, D. tum aliis omnibus occlusis aperiatur clauicula C, fluetque




aqua ex vase C, in cuius locum descendet aër vasis B, & aqua ascendet vt priùs per canalem AB. aperiatur clauicula F, aqua vasis D per eam descendet, aër vasis G descendet in D, aqua interea ascendente ex vase B, per tubum KB.

Demonstratio cum tubus C E, supponatur paulò longior tubo AB, & AB minor pedibus 33. cum sit connexio inter partes vt volunt nonnulli, aqua C E 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 grauitatio aquæ DF maior sit grauitatione aquæ G K, magisque resistat DF grauitationi 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 D F. mirum autem non est si duæ libræ aquæ, attollant ad duplam altitudinem quàm ipsæ descendant, vnam libram.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

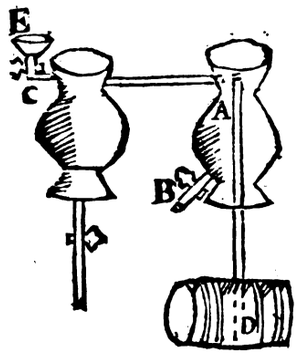
*Duo vasa ita constituere, vt per attractionem tantumdem præcisè vini, ex vno haurias, quantum aquæ in aliud infuderis.*

Hæc propositio à superioribus non differt, nisi in dispositione nam in penultima figura, etiamsi vas B, esset æque altum ac vas D, sequeretur idem effectus. sit primo vas A è quo tantumdem vini haurire volumus per clauiculam B, quantum aquæ infuderimus in vas C. primò in vase A sit tubus A D pertingens ferè vsque ad fundum alicuius dolioli, aut alterius vasis vino pleni. sit item alius tubus CA pertingens ab vno

vase

Digitized by Google

vaſe in aliud qui tubus occultus eſſe poteſt. ſint autem duo vaſa vndique clauſa. vas C ita conſtitutum ſit, vt apertâ clauiculâ C impleri poſ-




ſit aqua. clauſa nempe clauicula F. claudatur ergo clauicula E, & aperiatur clauicula F. deſcendet aqua è vaſe C in cuius locum ſuccedet aër vaſis A, atque adeo aſcendet vinum, & præcisè quanta fuerat aqua infuſa in vas C. vinum autem habebitur per clauiculam B cum opus erit.

Demonſtratio eadem eſt quæ propoſitionis 4. cum iiſdem cautionibus.

## PROPOSITIO VII.

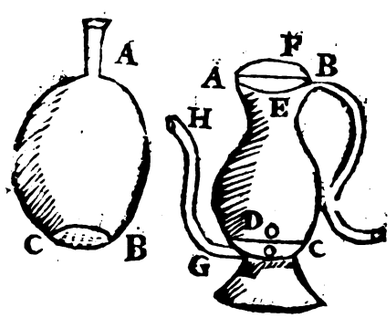
### Problema.

*Fluxus liquidorum per attractionem impeditur.*

In hâc propoſitione referam multos effectus, qui vulgò attractioni tribuuntur, non attingam tamen illos, qui principium habent mixtum. vnde nec ſyringem, nec anthlias attractiuas 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 reiiciendæ ſunt.

Sit ergo primò experientia communis, ſi è dolio, aut quocumque alio vaſe ſatis amplo, educendum ſit liquidum per foramen in vaſis aut dolij 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. alij verò aëris grauitatem agnoſcunt, impedientem ne liquidum effundatur.

Sic ergo primò irrigatorium A C. cuius fun-



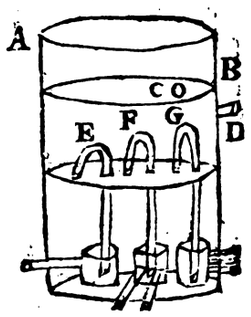

---n ſit pertuſum. illud in aquam immergimus apertô oſculo A, vbi autem plenum fuerit aqua digito idem orificium A claudimus, eductoque irrigatorio, aqua ſuſpenſa manet, nec effluit, vbi verò, amotô digitô ſuccedit aër, aqua per fundi foramina egreditur.

Idem experimur in ſcypho, qui ſi ex aquæ ſuperficie educatur, ſecum ſuſpenſam educit aquam.

Ita conſtitues vas aliquod è quô per idem oſculum, effundes vel ſeorſim aquam, vel ſeorſim vinum, vel mixtum aquâ vinum. ſit enim vas aliquod, in duas partes ſeptô aliquo verticali ABDC diuiſum. 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 A F B impleatur vino; & pars A E B impleatur aquâ. dico obturatô foramine F, vinum non effluere; & obturatô foramine E, aquam non fluere. atque ita liquorem habebimus per tubum G H quem voluerimus. In hunc modum alia multa adinuenire poſſumus.

Proponit Hero vas in quod ſi aquam infundamus. primò fluet aqua, per vnum 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 vt primum vnicô tubo foras prodeunte inſtructus ſit; ſecundus duobus; tertius tribus. cum aqua peruenerit ad flexuram E, præcipitabitur, replebitque vas ſubiectum, & exinde per vnicum tubum foras erumpet. ſupponitur autem per ſyphonem E. plus aquæ fluere poſſe, quàm ſuppeditari poſſit per foramen C. vnde euacuabitur tota capacitas, & ſyphon E, replebitur aëre, ea parte exceptâ quæ ſubiecto vaſi immergitur. dum verò ſecundò fluet aqua, peruenietque ad flexuram E, non propterea fluet per ſyphonem, E quia cum ſyphon, ſit plenus aëre; aër autem exitum non habeat, vt pote qui aquâ ſubiectâ impediatur, aqua ſyphonem ingredi non poterit, præcipuè ſi vas ſubiectum ſit ſatis altum.

Vnde 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, inuenio enim ſi præcisè rationem grauitatum habeamus, debere aquam etiam ſecundò fluere per ſyphonem E, etiam aëre plenum, aqua enim non deſinit grauitare medio aëre, in aquam inferiorem vaſe contentam: vt in aliis multis machinis accidit.

accidit,experimur tamen aliquam difficultatem vt aër aquam peruadat , aut vt eam supra se positam attollat. vnde existimo talem machinam successu non carituram.

Ad hoc machinarum genus reuocari possunt auiculæ , quæ oblatam quamcumque aquam ebi-



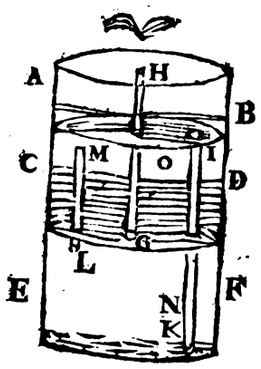
bunt. sit enim auicula cuius corpus sit plenum aquâ , si rostrum immergatur aquæ , laxeturque clavicula aqua sequetur , ne tamen aqua exire videatur nonnulli auiculæ basin subiiciunt , quæ absorptam aquam excipiat.

## SECVNDVM PRINCIPIVM,

*vis expulsiua corporum.*

## PROPOSITIO VIII.

*Fons Heronis.*




Ingeniosissimum haud dubie mihi semper visum est huius fontis artificium , nec inventu facilè , cum satis mirum videatur , vt aqua suapte vt ita dicam sponte , in altum prosiliat. simplicem in hac propositione illius exhibeo ideam, quæ variis vsibus aptari potest ; constat autem hæc machina, triplici vase, vno 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 medij protenditur. implentur vasa AB , CD aquâ , EF autem vacuum est , seu plenum aëre : vsus autem talis est aqua superioris vasis AB , per tubum IK naturali gravitate descendit . aër autem vase EF contentus per tubum LM supra aquam ascendit , & cùm alius atque alius in vas CD introducatur , expellit aquam eamque ad ascensum per tubum GH cogit.quare modò aqua descendens per tubum KI preualeat, sitque maioris momenti quàm aqua ascendens per tubum GH , necessariò habebimus intentum. vnde nonnulli separant vasa ab invicem,præcipue vero vasa CD,EF.tunc enim fit longior tubus IK idem tamen artificium perseuerat.

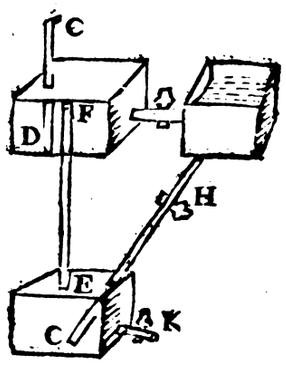
In hac machina invenitur tantùm interruptus sypho , sicut ergo in vasibus communicantibus aqua tantundem in vno ascendit , quantum in alio , ita etiam in vasibus communicantibus , in quibus interruptio fit per aërem , tunc erit æquilibrium , quando aqua descendens , erit æqualis altitudinis, cum aqua ascendente.ponamus igitur, vas EF esse plenum aquâ , vsque ad punctum N, altitudo aquæ descendentis erit IN;ponamus item in vase CD, superficiem aquæ pervenire vsque ad punctum O , aquæ ascendentis altitudo erit OH, si OH , & IN fuerint æquales erit æquilibrium, & aqua perveniet ad H , neque vlteriùs ascendet. si quis igitur desiderat salientem alicuius momenti ; debet ita machinam componere , vt tubi IK longitudo multum superet , longitudinem tubi GH , cessabit autem motus machinæ cum vas CD , vacuum fuerit aquâ aut vas EF, plenum. vt 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 vt aquâ quæ descendit in capacitatem EF , inversâ machinâ , ex aliâ parte salientem efficiat. sed tunc sex tubis instruenda est machina , quorum tres claudantur vnde ab aliquibus vocatur clepsydra, sed hæc artificum ingenio relinquimus.

## PROPOSITIO IX.

Problema.

*Dimidiam fontis aquam , supra scaturiginem attollere per vim Expulsiuam.*




Sit fons A sitq; propositum eius dimidiam aquam attollere vsque ad C, fiat vas D , vndique clausum , quod obuersâ claue intermedia impleatur aquâ , sit & aliud vas E clausum plenum aëre sintque tubi eô modo dispositi , quô figura satis indicat. clausâ clavi , intermedia & apertâ clavi H , descendet aqua per tubum GH , & occupabit capacitatem vasis G , tum aër per tubum EF, coget aquam ascendere , per DC , modò tamen perpendiculum HG paulò maius sit perpendiculo DC.

Eadem est demonstratio quæ superioris propositionis.Totâ difficultas erit in aperiendis,& claudendis suô tempore claviculis K , H , &c. nam cùm vas G , fuerit plenum aqua , & consequenter vas D vacuum , aperiendæ erunt aliæ claviculæ , & claudenda clavicula H , atque ita implebitur vas D , vacuabitur vas G , aëre vasis D,

per

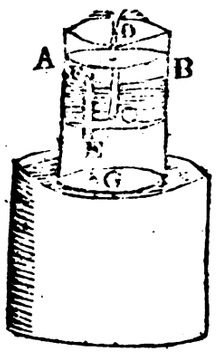
Digitized by Google

per canalem FE descendente, rursusque claudendæ erunt aliæ claviculæ & aperienda clavicula H, Id facilè præstare possumus, ope vasis culminanti, quod plenum, ponderi alicui præponderet; vacuum verò vincatur.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Salientem aliô modo exhibere.*

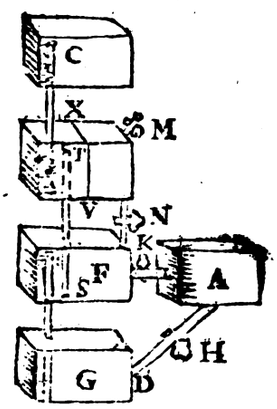



Sit machina primò constans vase AB, vndique clausô, & instructô duobus tubis, vt figura satis indicat. Sit & aliud vas E, amplum seu latum ad modum campanæ, in quo sit foramen G, imponatur tota machina aquæ, ita vt supernatet; interea dum innatâ gravitate subsidet in aquâ, aqua per foramen G ingressa, aërem expellet, qui per canalem EF, ad superiores vasis AB partes delatus, aquâ comprimet, & ad salientem efformandâ compellet.

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Tertiam aquæ partem ad duplam altitudinem evehere expulsione.*




Sæpè accidit vt aqua fontis alicuius altiùs evehenda sit, quàm sit eius casus, & præcipitium. Sit ergo fons A, sitque propositum aquam evehere ad altitudinem FC; sitque AC, dupla ipsius AD. fiant vasa T, F, G, vndique clausa sitque vas T, divisum in duo diaphragmate VX, sint vasa T, F, G. instructa canalibus, eô modô quô figura ostendit. clausâ clave H, aperiatur clavis K, ita vt vas F, impleatur aquâ. claudatur clauis K. aperiatur H aqua descendet per HD, expelletque aërem per OI, & hic aquam per ST, ita vt impleatur vtraque capacitas vasis T: debet autem clauicula M, esse aperta, & N clausa. cum aquâ vasis F, ascenderit tota in T, claudatur clauis M, sicut & H, aperiaturque clauis N. aqua præcipitabitur per canalem N, expelletque aërem ex vase F, qui ascendet per ST, cogetque aquam, in parte T, contentam ascendere vsque in C. tum rursus debet laxari clauicula K, vt impleatur totum vas F. atque ita deinceps.

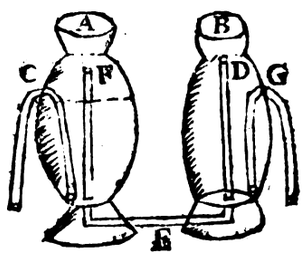
Aperiri autem poterunt claviculæ methodô superiùs traditâ.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*Vasa concordia.*

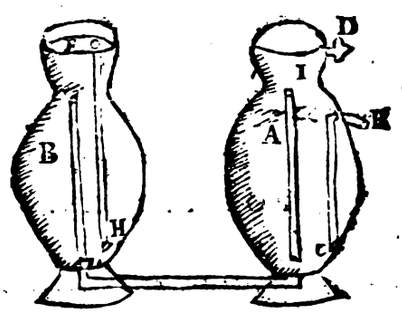
Vocamus vasa concordiæ, duo vasa, quorum vnum erit plenum vinô, aliud plenum aquâ, non tamen fluet vinum quin aliud aqua impleatur. Sint duo vasa A & B, instructa duobus syphonibus incurvis, quales figura exhibet. impleatur vinô vas A, non quidem vsque ad supremum labrum, sed paulo infra flexuram, syphonis C. consistet vinum, nec omninò fluet. impleatur vas B aquâ, ita vt aqua superet punctum D, aqua feretur per DEF, augebitque vinum, vasi A contentum; cuius proinde superficies perveniet ad flexuram C, tunc fluet vinum per syphonem G, & aquâ per syphonem G.




## PROPOSITIO XIII.

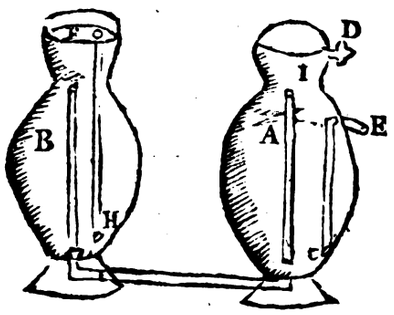
### Problema.

*Duo vasa quorum vnum tantum vini profundet, quantùm aqua in alterum infuderis.*




Sint duo vasa A, & B, vndique clausa in-

structa canalibus in figura descriptis. per clauiculam D, vas A impleatur vinô, non quidem ad



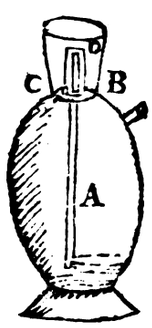

summitatem, sed eius superficies tantum non perueniat ad orificium E. tum claudatur clauicula D. dico si per orificium F. infundas aquam, tantumdem vini fluet per orificium E. nam aqua infusa per F, descendet per canalem F H, & aërem expellet per B G I; aër autem vinò incubans, illud coget ascendere, per canalem O E, atque hôc modô tantumdem vini profundetur quantum aquæ infuderis.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Vas construere, quod quamdiu infuderis aquam, illam excipit: si semel dejectas non amplius excipit.*

Sit vas A, diaphragmate B C distinctum: &




instructum diabete aut syphone inflexo. si aquam continuè infuderis, hæc tandem perueniet ad flexuram O, ac tandem fluet per diabetem, aut syphonem incurnum. aëre interea per spiraculum B exeunte. si verò desistas aquam infundere, totus syphon, exceptâ eâ parte quæ aquæ immergitur, aëre replebitur; vnde si rursus infundas aquam ab aëre sistetur in superiori capacitate, neque defluet in inferiorem.

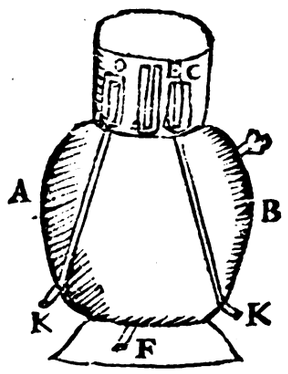
Hic latet eadem difficultas quæ in propositione 7. puto tamen quòd si multa aqua infunderetur, ita vt multum supe.aret flexuram O; tunc aquam ita compressuram aërem, vt is aquam in imo vase contentam attolleret.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Vas construere è quo vinum fluet per vnum canalem, si aquam infundamus cessabit, vini fluxus, & aqua per duos canales fluet, quâ cessante rursus fluet vinum.*

Sit vas A B interseptum diaphragmate C D.



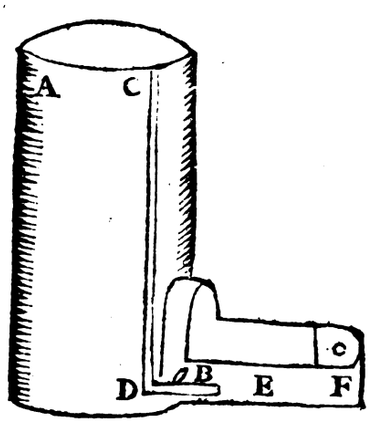

capacitas autem A B impleatur vinô per clauiculam D, quæ claudatur. habeat autem tubulum E, circumuestitum aliô tubô perfo atô prope diaphragma C D. sint & alij duo diabetes O K. dum ergo simpliciter aperietur epistomium F, vinum fluet, aere subingrediente per tubulum E, dum verò infundetur aqua, hic claudet foramen tubuli E, atque adeo desinet fluere vinum per epistomium F, vel metu vacui; vt volunt plerique, vel aëre in epistomium F grauitante. denique si tanta aqua superfundatur vt superet diabetes OK, fluet aqua per epistomia K. & cùm tota fluxerit, rursus aperietur spiraculum tubuli E. & consequenter vinum denuò fluere incipiet, per F.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Vas construere in quo quantumlibet hauries manebit tamen liquor, in eadem altitudine.*

Hæc praxis vtilissima est præcipue in lucernis, vt nempe oleum in eâdem semper maneat altitudine, & modò vtor lucerna eo modô concinnatâ. sit ergo lucerna A B instructa tubo C D E,




ad summitatem ferè pertinente. sitque foramen B, quò oleum in receptaculum B F, possit effluere. dico in receptaculô E F oleum semper in eâdem altitudine permansurum cum enim oleum ita absumptum fuerit ab igne, vt tubuli C D E extremitas E aërem attigerit; aër per tubulum

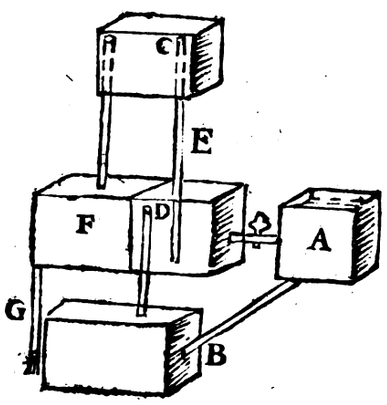
tubulum EDE, ingreditur, & tunc per foramen B oleum fluet, donec denuò orificium E obturaverit, tunc enim cessabit olei fluxus. atque hôc modô, etiamsi sit lampas, quæ ad multos menses suppeditare possit in receptaculo tamen BF, oleum in eâdem altitudine consistet.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Tertiam fontis partem ad altitudinem duplam, vtrâque vi expulsivâ, & attractivâ attollere.*

Sit fons A, possit autem aqua cadere ex A, in B, tantùm, & sit propositum eam attollere vsque in C. fiant tria vasa vndique clausâ, nempe




B, D, C. instructa syphonibus, vt figura indicat. sit autem vas D duplex. non appono claviculas quas artificis ingenio excogitandas relinquo. Sit ergo vtraque 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 vsque ad E. pariter aqua decidens per tubum F G, attrahit aërem ex vase C, & aër attrahit aquam, iam in E, consistentem vsque ad C. neque hoc mirum videri debet, observantur enim leges æquilibrij, nempe vt dupla aqua cum media sui parte, ascendente, per duplam altitudinem sit in æquilibrio. vt ostendimus in statica.

Notandum autem eandem in hac praxi inveniri difficultatem, quæ in superioribus aliquot, in claudendis, & aperiendis idemtidem claviculis.

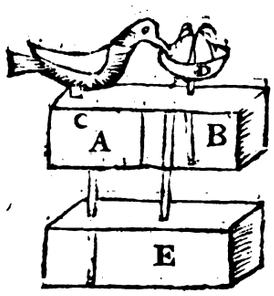
Non potuimus vi expulsivâ solâ aliquid efficere, nisi etiam coniungeremus aliud principium, nempe gravitatem aquæ decidentis.

## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

*Fontem in quo aviculâ totam aquam sorbet vi expulsivâ, & attractivâ, construere.*

Sit construenda machina in qua avicula tantùm aquæ sorbeat, quantùm è fonte aliquo prosluit. construatur vas A, B, divisum in duo dia-




phragmata. sintque ambæ illius capacitates plenæ aquâ, sit item syphon C D, 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, eiicietque aërem, qui ascendet in vas B, excluderque aquam eamque attollet in salientem. quæ quidem clarissima sunt, & inspectione figuræ per se patent. non apposui autem claviculas brevitatis causâ.

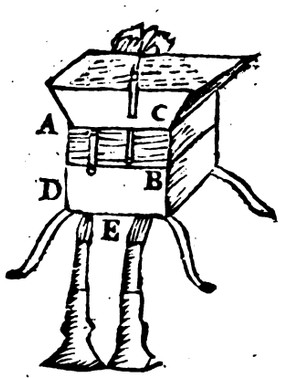
*Vis rarefactiva condensativa, & elastica.*

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Vi rarefactiva ignis, salientem efformare.*

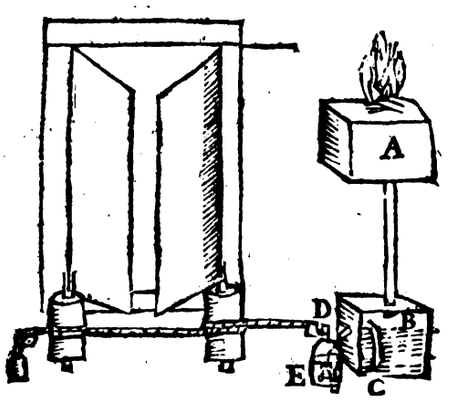
Distinguo vim rarefactivam, à vi elasticâ, & vim compressivam à vi condensativâ. rarefactio enim ex calore oritur, & condensatio à frigore. ita aër calore feruens, rarefit, & ad maius spatium extenditur, frigore verò condensatur, minusque spatium occupat. vis autem compressiva extrinseca esse potest, ita in vas aliquod multò plùs aëris coarctamus, quàm naturaliter in eo posset consistere. habet autem eam vim aër aut quodcumque aliud corpus compressum, vt cessante vi illâ externâ, se rursus expandat, maiorique loco coëxtendatur, etiam nullô calore interveniente. ita igitur fontem construemus. Sit vas AB, vndique clausum, in duas cavitates divisum. sitque pars superior AC, plena aquâ, pars verò DB, plena aëre, sint item duo tubi, quales figura satis ostendit. dico si vasi D B, ita subiiciatur



fax accensa, aut prunæ, calefiet aër DB; & quia aër calefactus se extendit, & maius spatium occupat, ascendet in vas superius, ibique aquam premet ad ascensum, & salientem coget. quod faciendum erat.

Non est autem necessarium vt vas D B, aquæ subiiciatur. tam enim, vt in hoc exemplo vsurpauimus, facilè aquam aër rarefactus attolleret etiamsi superiorem locum occuparet. ita antiqui statuas effotmabant quæ dum ignis ad sacrificia accenderetur, vino, oleo, lacte aut alio quocumque liquore aram aspergebant. sit enim ara, ærea intus vacua & vndique clausa, cui subiiciatur basis, distincta in plura interualla; pro numero statuarum. & à fundo tot deducantur tubi per corpora, & brachia statuarum. sint item duo canales ab ara, ad singulas basis cauitates, pertinentes cùm primùm accendetur ignis, & ara calefiet; calefiet, item aër arâ contentus, qui ampliorem locum quærens, per syphones liquores impellet.

Eôdem principiô nitebantur, alia quæ pro miraculis ab imperitâ plebe habebantur, nempe vt portæ, accensô igne aperirentur, aut deorum statuæ in orbem circumagerentur, & propter sacrificia tripudiare viderentur. nam si fiat ara A, vndique clausa. quæ habeat canalem A B, pertinentem ad vas B, etiam vndique clausum, & ple-




num aquâ, & instructum tubo CD. sit item vas E suspensum, è fune circumligatô, circa portarum cardines, cui respondeat pondus, grauius vase E vacuo; sed minus graue, quàm idem vas E plenum aquâ. accensô igne in ara A, aër rarefiet, & delatus per tubum AB, aquam expellet, hæc per syphonem C D, fluet in vasculum E, vnde præponderabit ponderi, & portas aperiet.

Potest item sine vllâ aquâ, aër ex arâ calefactâ procedens incurrere in rotas, easque circumagere. ita machinam construimus, quæ fumo circumagatur, & verù circumagat. immò solô candelæ fumô idem præstamus. multò magis si deorum statuæ in rotula chartacea, & leuissima statuantur, poterunt ab aëre, ob rarefactionem, ex ara calefactâ prodeunte, circumduci & in choreas moueri.

Vis autem rarefactiua, tanta nonnullis corporibus inest, vt mirabiles effectus producat. ita puluis noster nitratus, igne conceptô maximas edit strages.

Ita si fiant vitreæ sphærulæ, nucis auellanæ magnitudinem adæquantes. quibus includatur aut acetum, aut aqua, sale nitrato bene saturâ, saltem ad medietatem, illæque rursus ad lampadem hermetice claudantur. illæ prunis mediocriter accensis impositæ, vbi calorem conceperint. maximô fragore in mille minutissimas partes dissilient.

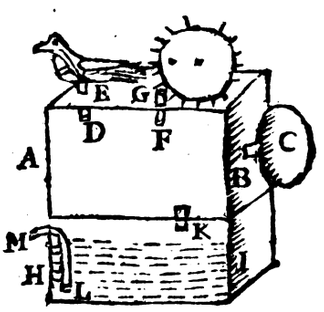
## PROPOSITIO XX.

### Problema.

*Memnonis statua, aut auicula.*

De Memnonis statua referunt antiqui scriptores Plinius, Philostratus, & alij quamplurimi; eam licèt marmoream, ita tamen compositam fuisse, vt oriente sole, sonum quasi cytharæ ederet. Memnoniæ, item auiculæ, seu Memnonis sepulchro insculptæ, concentum aliquem producebant. tentabimus igitur, an aliquô artificiô pneumaticô. 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, nullô modô potest producere. calor vix sine rarefactione motum producet. quærenda primò est materia, quæ solis radiis exposita calorem concipiat, vnde vt calorem augeamus aliquod ex dioptrica, aut catoptrica subsidium accessere possumus.

Sit ergo vas AB vndique clausum, & soli expositum, & vt solis actio iuuetur, inserantur phialæ vitreæ, qualis est phiala C, cuius collum foramini inseratur & bene afferruminetur. instruatur quam plurimis huiusmodi phialis, vasis facies, quæ solem orientem respicit. vitrum




enim satis facile incalescit. sicut & aër vitro inclusus. vt autem iuuetur actio solis, disponantur specula aut caua, aut etiam plana. quæ solis radios in phialas reflectant; sic enim actio solis augebitur, aër vase & phialis inclusus, vbi calorem senserit, rarefiet, maioremque locum quærens feretur per tubum D E, vsque ad rostrum auium, in quo aptabuntur fistulæ vnde necessariò sonus edetur. si sonum cytharæ requiras, sit alius tubus FG, per quem ventus feratur, & in rotulam exactè libratam impingat, hæc facile cytharæ chordas impellet. artificium non appono est enim cuilibet obuium.

Si præterea aquæ grauitate vti volueris. sub vase A B, sit aliud H I, vndique etiam clausum, & aquâ plenum, dum aër tam phialæ C, quam

quam vas A B contentus, radiis solaribus calefactus, rarefiet, & maiorem locum affectabit; per tubum K, in aquam aget eamque per tubum L M ad ascensum coget. quare si situlâ excipiatur, hæc grauior reddita, rotam mouere poterit; & motu rotæ quemcumque voluetis sonum, & motum producere poteris.

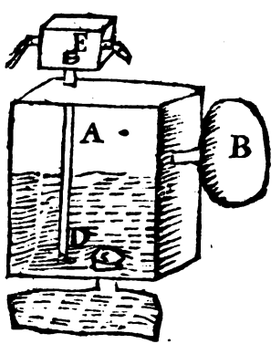
## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*Fons perpetuus, per rarefactionem, immò & motus perpetuus.*

Hactenus decantatum illud motûs perpetui problema insolubile permansit, & quamdiu vnicô tantùm grauitatis, aut elateriorum principiô innitemur, non soluetur. 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 quô rarefactio & leuitas, aquam supra aërem euehens; exinde remittente paulisper calore, innata aquæ grauitas, quâ vel in terram decidit, vel in supremis cautibus adhærens, præcipitatur ex montibus, & in mare procurrit. simile quid tentabimus.

Fiat vas A, ex materia solida vndique clausum. si hæc materia facile calefieri non potest, aptentur




illi vasi quamplurimæ fialæ satis amplæ, qualem in B efformauimus. fit in fundo vasis assarium, quod introrsum aperiri possit; atque adeò aquæ infra vas stagnanti, aditum præbeat; exitum verò deneget; hoc vas instruatur canale D E, in cuius 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. fit pars aliqua vasis plena aquâ, vbi aër phialis inclusus incaluerit, rarefiet, maioremque quærens locum aquam impellet; meliusque claudet assarium C. aqua impulsa per canalem D E feretur, aperietque assarium E & inde defluet. cum verò nocturnô frigore aër condensabitur, & se ad minorem locum coarctabit: tunc vt volunt nonnulli aquam ad se trahet, & assarium C eleuando aquam stagnantem exsuget. vel aër vasi A, & phialis B inclusus, frigefactus nocturnô frigore, non tam resistet condensationi, ac antea, atque adeo aër externus grauitabit in aquam stagnantem, eamque attollet & immittet in vas A B.

Quamvis autem præcipua mutatio aëris fiat matutinis horis, cum primum radij solares machinam attigerint, si tamen receptaculum E, fuerit satis amplum, & capax excipiendæ aquæ quæ per totum diem fluat, habebimus fontem perpetuum. fiat igitur vas A B capacissimum, sicut & receptaculum E, si nempe desideramus, fluxum aquæ perennem.

Ex hôc principiô multa alia deducemus, si quis enim horologium desiderat, aqua ex receptaculo E, decidens, in rotas horologium animabit, siue simplex, siue horologium magneticum.

Immò si horologium desideramus perpetuô mobile, aqua ex receptaculo cadat in situlam, hæc grauior facta horologium mouebit, vicesque ponderum habebit. donec incurrat in planum aliquod inclinatum, tunc enim effundetur aqua, & situla leuior reddita, ab oppositô pondere, in suum locum restitui poterit. cuius rei figuram non appono, neque enim difficile est ab vno motu ad alium progredi. sufficiat innuisse principium ex quo infinita corollaria deducere possumus.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*Thermometrum multiplex.*

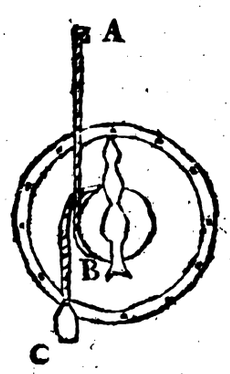
Thermometrum vocamus instrumentum, quô augmenta caloris, & frigoris dignoscere possumus: in quo nempe vel quinam dies aliis calidiores, quænam horæ, aut loca nullô negotiô animaduertere possumus. huiusmodi instrumenta in statica descripsimus.

## PROPOSITIO XXIII.

### Problema.

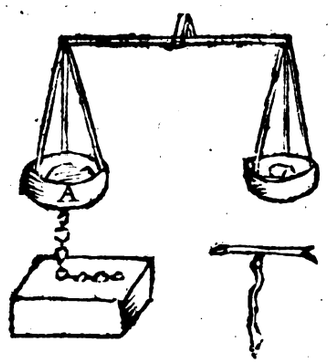
*Ygrometrum multiplex.*

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, circumuoluaturque cylindro B, adiiciaturque pon-

dus modicum C. cylindrus autem instruatur indice. Dico fore vt humidô aëre, funis fiat brevior, & consequenter cylindrum, & indicem circumvoluat. id pariter præstare poteris foliô chartæ semel aquâ salsâ madefactæ, hoc enim habet salsedo, vt humorem in aëre existentem attrahat; vnde quæcumque aquâ salsâ semel maduerunt; nunquam ita perfecte exsiccantur, vt cœlô, vel tantisper pluviô, iterum humiditatem non contrahant. Aliô modô idem præstabis, spon-




giam A. aquâ salsâ semel imprægna; etiamsi exsiccetur; tempore pluviô fiet gravior; vnde si in bilance appendatur, & ex alia parte pondus ferè æquale, item lanci, filum globis instructum annectas, quô erit humidior aër, eò magis descendet spongia A; paucioresque globi subiectæ mensæ insidebunt.

Arista item avenæ, vt pote in helicis modum contorta, ad minimum humoris attactum varie detorquetur. vnde si illi leviſſimum indicem apponas, cui circulum in gradus divisum subiicias, vel minimam indicabit aëris mutationem. Sed ista non sunt proprie huius loci.

## PROPOSITIO XXIV.

### Problema.

*Æolipila.*

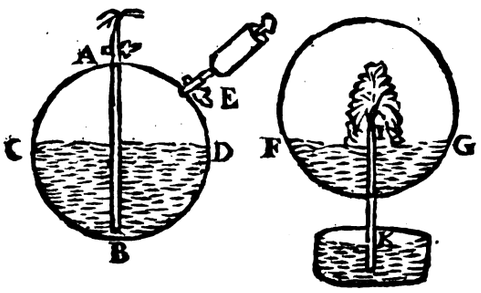
Fiat ex materiâ solidâ, vt ære, ferrô, globus in cuius extremitate sit collum breve, & foramen exiguum, impleatur dimidia parte aquâ, & prunis subiiciatur, ita vt vehementer incalescat aqua in ventum mutabitur, ita vt ventus satis validus, nonnunquam per horam integram sentiatur. si collum fuerit flexuosum, spiritus egrediens, ita illidetur, vt maximum sonum edat. si foramini fistulam, aut quodcumque aliud instrumentum aptaveris, 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 vt foramen immergatur, aër frigefactus, dum se ad minorem locum occupandum coarctabit multam aquam attrahet.

## PROPOSITIO XXV.

### Problema.

*Fonticulus per compressionem aëris.*

Sit sphæra quæcumque AB, quæ mediâ parte impleatur aquâ, per claviculam C, immittatur




syrinx, tum sæpiùs aër violenter immittatur, vel aqua parum interest, obversâ singulis vicibus claviculâ E. quod aliô etiam modo fieri posset, si nempe anthlia Sphæræ AB, ailatio instructæ aptaretur, faciliùs enim aër, & aqua intra Sphæram violenter immitteretur. postquam sufficienter aquæ, & aëris immiseris, si clausâ claviculâ E, aperueris claviculam A, aër maiorem quærens locum, aquam expellet, & salientem efficiet. hic autem fonticulus, vix per quadrantem integrum, aquam eiiciet. debetque tantùm adhiberi in ludicris aliquibus, vt in conviviis, aut theatris, vt si quis Naiadem repræsentare vellet; eius capiti corona imponi posset, quæ laxatô epistomio, aquam in altum eiiceret. pariter si quis Neptunum exhiberet, posset tridentem vacuum, & aqua, & aëre compresso implere. ita in aliis multis exemplis huiusmodi principio vtendum 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 violenter immittat, appositô singulis vicibus digitô, 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 maiorem affectans locum, salientem efficiebat.

Si addas ad latera aviculas, fistulis instructas, eô modô quô figura ostendit, clausis aliis claviculis, si aperiatur clavicula B, cantum avium habebis, potest autem ampulla A B, substitui vas aliquod capacissimum, vt diutius perduret saliens. ne tamen adhibeatur materia lignea, vix enim ita exactè claudi potest, vt nullum aditum aëri externo præbeat, aut exitum aëri violenter intrusô deneget.

Non adhibui figuram anthliæ, quâ dixi facile machinam onerari posse; quia anthlias inferiùs accurate describam. Non appossui etiam demonstrationem vllam, nam in hâc materiâ, vix alia adhiberi potest, quàm prolatio ipsius principij physici; & machinæ constructio.

PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO XXVI.

Problema.

*Navicula seipsa mobilis.*

Vt navim aquis innatantem, & seipsâ mobilem exhibeamus. constituatur navicula, ex laminis ferreis, vacua, & capax excipiendi aëris, suis instructa velis. In illius cavitatem, aër violenter immittatur, vel anthliâ vel syringe, vt supra docuimus. Sit autem tubulus ita incuruus, vt in vela, rectà spiritum dirigat; laxetur epistomium; magnô 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 machina, nempe vt ventus inclusus ipsam machinam, & seipsum hoc est principium motûs moveat. ratio difficultatis petetur ab aliâ machinâ, quam iam supra attigimus in mechanicis. Potest rota papyracea, ita construi, vt subiectâ candelâ accensâ, ab erumpente fumô 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 principij motûs; machinæ ita annectatur, vt motâ machinâ moveatur, etiam ipsa candela, nullius sequetur motus. pariter in hac machina eventorum existimo. quamvis enim si daretur vas immobile, plenum aëre condensatô, laxatô epistomio aër in vela cymbæ alicuius separatæ incurrens eam movere possit; nego tamen si vasi ipsi annecterentur vela fieri posse, vt 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, vt 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 quô possent solui nonnullæ difficultates, quæ moventur circa terræ immobilitatem, nempe cur venti terram non commoveant. qui tamen in hac materia bene ratiocinari voluerit, experimentum faciat.

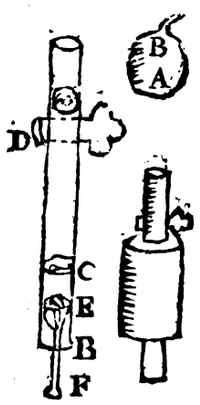
## PROPOSITIO XXVII.

Problema.

*Sclopetum pneumaticum construere.*

Sclopetorum, & tormentorum bellicorum communium vires, à rarefactione petuntur; implentur enim materiâ, quæ facile & ignem concipere, & dilatari per rarefactionem possit. hic propriè rarefactione non vtimur, sed virtute, quam vocant elasticam: vi cuius compressus aër, & in angustias redactus, vbi exitum inuenerit, se extendit.

Fiat ergo ex materia solida, vt cupro, aut ferro tubus in tres cauitates diuisus, ope duorum septorum C & D, perforatorum tamen, septo C imponatur platismation, seu assarium, sed fi-




delissimum, quod introrsum aperiri possit. septum autem D, instruatur clauiculâ perforatâ, & fidelissimâ, quæ obuersa omnem aëri exitum deneget. fiat & piulcus E F, cylindrico corio constans, & perforatô, cui introrsum apponatur platismation seu assarium; ita autem introducitur aër in cauitatem CD. piulcus E, oleô inunctus, vt meliùs cauitati quadret, omnemque excludat aërem. agitetur quàm potest citissimè, is impellet aërem contra assarium C, & in cauitatem CD introducet; dùm autem retrahetur piulcus assarium C claudetur, vt pote, attractus à piulco, aut expulsus ab aëre iam condensato, & assarium E, aperietur ab aëre externô, atque adeò reciprocô motu condensabitur aër intra cauitatem CD. tunc si imponatur globus plombeus O, & obvertatur clauicula D, dabitur exitus aëri, qui magna vi globum eiiciet; si clauicula D, citò obuoluatur, & rursus claudatur, poterit quinquies, aut sexies globos eiaculari.

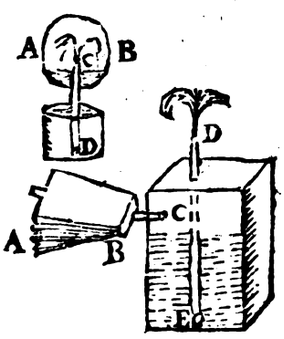
Nonnulli volunt cauitatem paulò maiorem, vnde duos canales minores, alteri maiori inserunt, & bene afferruminant.

Posset item aliud sclopetum hydraulicum excogitari, si nempe aqua, eô inclusa, vehementer calefieret, tunc enim in spiritum, & vaporem mutata, impetum conciperet.

## PROPOSITIO XXVIII.

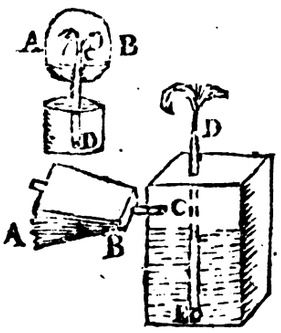
Problema.

*Alij fontes per compressionem aëris aut aquæ.*




Alios multos modos comprimendi aëris, aut aquæ, excogitare possumus, quibus artificiales fonticulos

ticulos conſtruemus, ſint enim folles pleni aëre, ſit canalis BC pertinens ad ſummitatem vaſis ali-




cuius aquâ pleni, & aliò canale 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, & vt plurimum corrumpat, ideo facilius, eſt aërem tantum follibus includere.

Hôc artificiò nonnulli ſedilia ita adornant, vt ſi quis in ipſis ſedeat, vndique aqua exiliat, idem præſtare poſſumus in aliqua parte pauimenti.

## PROPOSITIO XXIX.

### Problema.

*Fonticulus per aëris dilatationem.*

Sit ſphæra vitrea AB, canaliculò CD inſtructa, ori admoue orificium D, & quantùm potes aërem exuge, ita vt in ſingulas reſpirationes digitò 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, vt volunt aliqui metu vacui attrahet, vel vt alij aſſerunt, cum aër poſt exſuctionem, ſit magis dilatatus, quam vt poſſit reſiſtere compreſſioni, quam patitur à gravitate externi aëris, aër externus in aquam vaſis ſubiecti 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.

## DESCENSVS AQVÆ.

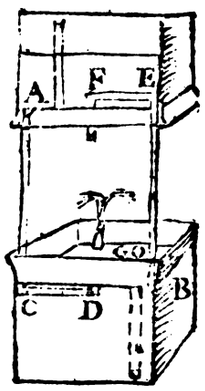
Hoc principium eſt vniuerſaliſſimum, & notum omnibus; de quo in ſuperiori tractatu multa diximus. ſicut autem fons cuius ſcaturigo, eſt in editiſſimô monte, ita poteſt deſcendere, vt reſiliens ſalientem exhibeat. ita etiam ſi vas aqua plenum in ſuperiori domus contignatione ſtatuamus, poterimus eam per occultos canales deducere, & ſalientem efficere, qui modus facilis eſt, & ſimplex, vtiliſſimus tamen, & ſæpe adhibendus, potiùs quàm alij reconditiores.

## PROPOSITIO XXX.

### Problema.

*Clepſydram conſtruere.*

Fiant duo vaſa, ampla quantùm ſatis, ad ſubminiſtrandam aquam per horam integram, aut per ſemihoram vt libuerit, ſint autem ſeparata ab inuicem, ſintque vaſa A & B, protendatur à va-




ſe A, ad vas B, canalis recurvus ACD, pariter à vaſe B ad vas A canalis BFE vtrumque vas habeat circa C labrum, & foramina G & H, tubis inſtructa, vt aqua in vaſis cavitatem poſſit deſcendere. implebitur autem alteruter um 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, vbi verò tota fluxerit, invertetur clepſidra, & rurſus aqua per tubum BEF delapſa, in oppoſito vaſe ſalientem efficiet.

## PROPOSITIO XXXI.

### Problema.

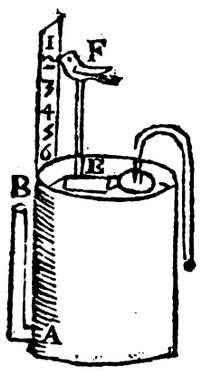
*Varia clepſidræ, & horologia hydraulica.*

Antiquorum clepſydræ, erant vt plurimum vaſa lapidea, inferiori parte perforata, quæ certæ menſuræ aquam excipiebant. dum ergo aqua per foramen non adeo magnum fluebat, certum etiam tempus elabebatur. vnde defenſori dupla aqua tribuebatur, id eſt duplum tempus. dicebantur huiuſmodi vaſa clepſydræ, quia aquam ſuffurabantur, quare cum in clepſydris aqua decreſcat continuò, ſi in clepſydræ lateribus, fiant notæ ſingulis horis reſpondentes, habebimus horologium ſatis parabile, & facile: vnum tamen moneo, ne ſcilicèt vaſa ſint parva, & foramen exiguum, alioquin cum aqua quantumvis defœcata, ſordes aliquas ſecum deferat, maxima erit, in horis notandis irregularitas. notatum etiam velim in clepſydris communibus fluxum aquæ non eſſe æqualem, ſed initiô plus aquæ effluere, quàm in fine. dedimus autem in tractatu ſuperiori proportionem, quam aquæ decrementa inter ſe obſeruarent.

Ad

Digitized by Google

Ad æqualitatem tamen revocabuntur, si aquæ supernatet lignum, cui siphunculus inseratur, ita vt descendente lignô, descendat simul, & syphunculus, & æqualiter semper aquæ, immergatur.

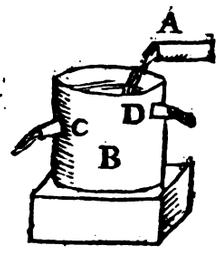



Constitutô semel hôc motu, decrementi aquæ in clepsydra, & ad æquabilitatem adductô, facile erit varia comminisci horologiorum genera. primò si vasi tubus vitreus A B addatur, cum in tubo A B, aqua decrescat, eôdem prorsus modô, quô in vase; si eius altitudo distinguatur notis aliquibus; horas in tubo vitreo indicatas videbimus, per descensum aquæ. è 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 adversô pariete, horas indicabit.

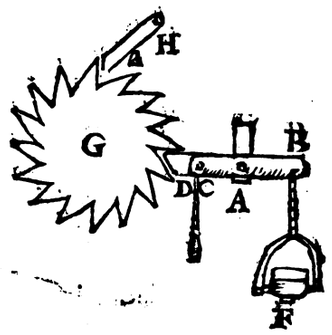
Huic ligno si funem annectas obvolutum circa trochleam cuius axi, inseratur index horarius, modò tamen trochleæ circumferentia æqualis sit, decremento aquæ duodecim horarum, index horas indicabit in circulo verticali. addunt nonnulli Magnetem trochleæ, qui successive respondeat characteribus singularum horarum, tum lacertula cartaceæ acu Magneticâ instructa reptabit in circulo horas præferente, & horam indicabit.

Pariter si locô ponderis, magnes ipse suspendatur, sensim attolletur. vnde si magnes intra canalem abscondatur; lacertula chartacea acu Magneticâ instructâ reptabit, secundùm exteriorem canalis superficiem, & horas indicabit: alia sexcenta excogitari possunt, eôdem tamen nixa principiô nempe aquæ defluentis.

Quia fluxus aquæ vix regularis esse potest nonnulli arenâ vtuntur adiecto semper ligno; quod arenæ incumbat, & ipsâ descendente subsidat.




Possumus aliô modô fluxum aquæ regularem efficere. Sit enim fons perpetuus A, sive regulariter, sive irregulariter aquam profundens. excipiatur aqua vase B, in duobus locis perforatô in C; & D, foramen C, sit in parte inferiori vasis, sitque minus; ita vt per illud tota aqua quæ tubo A suppeditatur, fluere non possit. Secundum sit D, superius ita magnum, vt reliqua aqua per illud dilabatur: dico per foramen C, eamdem semper aquam fluere, quia eadem in vase B, semper est aquæ altitudo. datô autem aquæ fluxu æquabili motus æquabiles ad horologia automata faciles habebimus. fiat vas F culminans, vas




camus 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 A B, quæ volui possit circa punctum A. sit autem in C, adhuc plicabilis eadem regula, ita vt pars C D, immotâ regulâ C B, attolli possit; deprimi autem non possit; quin tota regula moveatur. hoc vocant artifices nostri pedem capræ. atque ita dum regulæ A B, extremum B deprimetur, extremum D attolletur, & impellet rotulæ G, denticulum vnum, dum verò extremum B, attolletur extremum D; non poterit impellere denticulum, quia regula est plicabilis in C. debet item addi pondus D, quod levius sit vase F plenô, sed gravius vacuô. ponamus impendi minutum vnum, vt impleatur vas F, singulis minutis impelletur vnus denticulus; si ergo in rotâ sint denticuli 60, habebimus motum horarium, nempe vnam circumvolutionem rotæ G, intra horam. debet item esse, retinaculum H, permittens quidem vt rota denticulô vnô promoveatur, impediens tamen ne regrediatur. Idem habere poteris si vas F, haberet syphonem inversum, aut instrueretur tubo diabete supra descriptô.

In horologiis communibus automatis fiunt elateria, quæ motui in vnam partem resistunt, alteri obsequuntur, ita dum pondera attollimus, rotæ immobiles perseverant; licèt cylindrus cui annexum est pondus moveatur. è contra moveri non potest cylindrus à pondere, in aliam partem quin secum rotas horologij deferat. qui huiusmodi elateria non concipit, horologium aliquod automaton inspiciat, huiusmodi elateriis; & vase culminante horologium perficiemus. nam singulis vicibus quibus vas culminans implebitur, pondus oppositum attollet, quantùm necessarium est, vt promoveatur horologium vnô minutô, vel duobus, potest enim hoc determinari.



Digitized by Google

Vasa culminantia appositè adhiberi, possunt ad alios motus hydraulicos perficiendos, vt ad cantus avium, motus statuarum. præcipuè verò quoties continuus motus non exigitur, sed tantùm alternus, vt dicemus infra.

## PROPOSITIO XXXII.

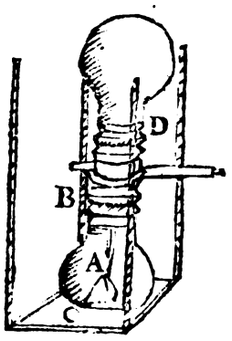
### Problema.

*De arenariis.*

Quamvis horologia arenaria non videantur huius 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, & eius locum implere. hic methodum aut conficiendæ arenæ, aut defœcandæ, & percolandæ, tradere non est animus. hoc enim ad artifices spectat. monitum tantum vnicum apponam; quod præcipuum est in hac materiâ, & cuius defectu, non pauci multum temporis in concinnandis arenariis, sine successu impendunt. præcipuum igitur punctum est vt nodus, quo ampullæ committuntur, & coniunguntur inter se, ita bene afferruminetur, vt omnem aëri exteriori aditum præcludat. Secundum est vt parùm admodum aëris intra ampullas includatur: nempe sint calidæ ampullæ, dum clauduntur. quia tunc parum aëris, vt pote calidi, & rarefacti, iis continebitur. quando enim constipatus aër includitur, fluxum arenæ sistit: ita vt arenaria alioquin optima hôc solô vitiô inutilia reddantur.

Quæri potest an arenaria sint mutationibus aëris obnoxia, ita vt plus temporis arenæ fluxus impendat, pluviô cœlô, quàm serenô. sunt qui asserant, modò benè committantur ampullæ, & nodus omnem aëri externo aditum præcludat, nullam ab externô frigore aut calore, inæqualitatem invehi posse. quamvis enim ampullæ calefiant, aut frigefiant, non tamen aër condensari, aut rarefieri potest. non quidem rarefieri, quia locum maiorem occupare non potest, cum coarctetur ampullis; non condensari, quia vt volunt condensatio aëris est ab externo aëre gravitante. Res certè digna experientiis, præcipuè verò in maioribus clepsydris, vt si quis clepsydram 24 horarum, aut 12 perficeret, quam per integrum mensem, ita suô tempore inverteret, vt nunquam eam cessare permitteret. Si enim iusta haberi possit temporis mensura tamdiu quæsita longitudo habebitur, vt adhuc docebimus sequenti tractatu.

Quia autem in machinis versamur, tradendus est modus clepsydram, seu arenarium ita perficiendi, vt seipsô postquam tota ferè arena fluxerit, invertatur, immô, & in circulo notatas horas indicet. habui aliquando tale, cuius artificium breviter perstringam. suspendebatur horologium, in cardine, seu axe versatili, & horizontaliter dispositio, qui vtramque ampullam per nodum amplecteba-




tur, vel potiùs vtraque ampulla ipsi cardini annectebatur coriô delicatô, & plicabili, eô modô, quam figura exhibet. ampulla autem inferior asserculô innitebatur, suspensô quatuor angulis, è statera, & in alio stateræ extremo respondebat, pondus paulò levius arenâ, quæ intra horam ex ampulla superiori, in inferiorem defluebat. ex quo fiebat vt ampulla inferior, iam gravior facta, stateræ brachium deprimeret. additum autem erat axi pondus, horologium invertens vbi stateræ brachium, quod impediebat machinæ rotationem depressum fuerat. nolui autem totius machinæ figuram apponere, cuius 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, & depressô stateræ brachiô horologium evertebat. aliæ nonnullæ partes addendæ fuerant, & aliqua notanda ad occurrendum nonnullis difficultatibus, quale est istud, ampullæ intra tubum ferreum carentem fundo inclusæ erant: vt 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, vt externus aër non admittatur, vix vnquam perveniet horologium, ad regularitatem exactam, qualem in horologiis nostris automatis habemus.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Problema.

*De tympano semel intra horam volubili.*

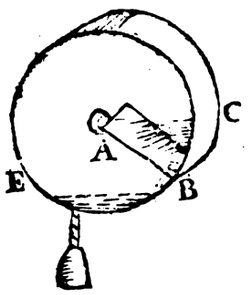
Describit Pater Bettinus in suô ærario, horologium aqueum, satis ingeniosum, quod prætermittere nefas duxi.

Sit igitur tympanum, ex materiâ, quæ aquam continere possit, vt ex laminis stamneis, aut plombeis. ex ferro vt vocant albo vix fieri debet, quia hæc materia, rubiginem contrahit. hoc tympanum ex vna parte habet diaphragma AB, perforatum vnicô foramine.

statuatur

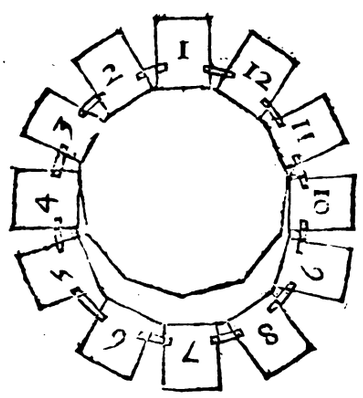
Digitized by Google

ſtatuatur autem in axe volubili tota machina, ita vt circulus qui tympani baſis eſt, ſit ver-




ticalis, axi autem appendatur pondus tertiâ, aut quarta pars tympani, ſit plena aquâ, quâlis eſt ABC, pondus autem non poſſit tympanum cum aquâ attollere, reſiſtente ſcilicèt aquæ pondere. aqua igitur per foramen in ſepto, ſeu diaphragmate AB, factum defluet in BE, & cum magna eius pars defluxerit, à pondere ita invertetur machina, vt ſeptum aſcendat ex B, in C, turſuſque 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 vt aqua ipſi reſpondens, vnâ horâ fluat, antequam ſuperetur à pondere D, ſingulis horis ſemel rotabitur, ſeu culminabit tympanum. quod faciendum erat.

Vt autem novâ methodô ſine vllis rotis horas indicet. hoc artificium quod in multis




aliis horologiis adhiberi vidi. vni ex circulis, ſeu baſibus tympani annectatur firmiter endecagonum, circa quem ſtatuatur catena, ſeu ſeries duodecim aſſerculorum connexorum inter ſe, habeantque illi aſſerculi characterem horarum; & quiâ ſunt duodecim illi aſſerculi, & latera in polygono ſunt tantum vndecim, inferiores aſſerculi dependebunt, nec inſiſtent lateribus polygoni. cogitetur autem circumuolui tota machina, ſecundum ſeriem 1. 2. 3. ſingulis circumuolutionibus aſſerculi mutabunt ſedes, & prouehentur vnô puncto. quare ſi ante huiuſmodi aſſerculorum ſeriem; ſeu catenam ponatur alius circulus totum artificium tegens, in quo ſit foramen reſpondens lateri determinato polygoni verbi gratia puncto A, ſpectabitur per foramen modò aſſerculus præferens characterem 1. & poſt ſequentem circumuolutionem aſſerculus inſignitus characterе 2. &

ita deinceps, quare aſſerculorum notæ, per foramen apparentes horas indicabunt.

Facilius ſolô tympanô horas habebimus, ſi enim tympanum duodecim diaphragmatibus, perforatis dividatur, & foramen vnicum ſq ie diaphragmatis, tale ſit vt aqua, vnam horam impendat, vt per illud fluat; habebimus rotam intra 12. horas vnam circumuolutionem peragentem. Idem arena facilius, & certius perages, ſi in orbem duodecim ampullæ vtrinquè perforatæ diſponantur.

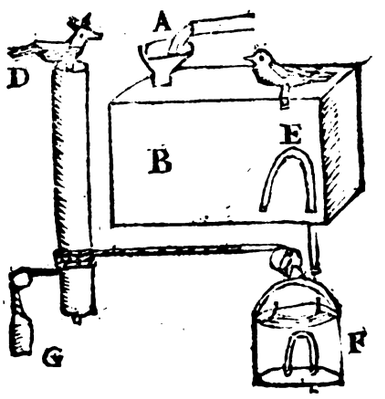
Aliæ multæ horologiorum ſpecies inveniri poſſunt, per aquæ fluxum, quia tamen aqua multum ſæpe incraſſatur, ideo æquabilitatem præſtare non poteſt.

## PROPOSITIO XXXIV.

### Problema.

*Aquâ ventum producere.*

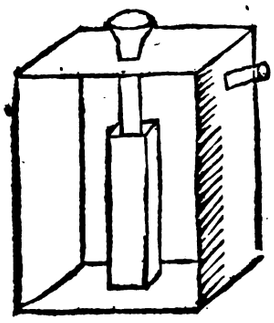
In multis inſtrumentis muſicis, ventô & ſpiritu indigemus, talia ſunt organum pythaulicum, fiſtulæ omnis generis, tubæ. quare neceſſarium exiſtimavi, modum docere, quô aquæ fluxus ventum, & ſpiritum excitare poſſit. Et primò quidem ſi intra vas quoddam aër comprimatur certum eſt, quod aliquandiu, per apertum epiſtomium magnô impetu feretur aer. idem dico de æolipila, ſed de illis iam diximus ſuô locô.




Primus modus erit ſi aquâ 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 inversô, vel diabete. ita nonnulli machinam componunt, in quâ auiculæ ad conſpectum noctuæ obſtrepunt, & canunt, noctuâ autem recedente ſilent. vt ſi ſint auiculæ, noctua D, interea dum per infundibulum A, repletur vas BE, aër egrediens auiculas animat ad cantum, cum verò aqua peruenerit ad ſyphonis flexuram E; ceſſant auiculæ, & aqua per ſyphonem E, decidens implebit vas ſubiectum, quod tunc ſuperabit pondus ipſi oppoſitum G, & columnam voluet cui noctua innititur, eamque auertet, & ita deinceps, poterimus autem efficere, vt eadem aqua ſucceſſive ab vna

basi in aliam descendens idem præstet ; vnde fere continuus audietur auicularum cantus.

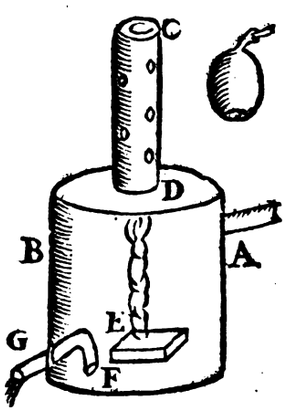
Quia tamen id incommodi videtur habere iste



modus, quod initiô maiore vi præcipitetur aqua, & consequenter ventus maiore feratur impetu ; vt sit æquabilis ventus, circa infundibuli pedem, alium tubum circumponunt, vt figura indicat ; sed neque hôc modô vitant omninò incommodum illud.

Tertius modus quem vsurpari vidi in pluribus locis, non quidem pro instrumentis musicis, sed pro rebus magis vtilibus, vt in fornacibus, in quibus ventus tantô impetu ferebatur, vt pileum in aëre sustentaret.

Adhibeatur igitur vas ligneum, vt dolium satis benè clausum, non tamen ita longum, seu altum. sitque A B ; in quod aqua influat perpendi-




culariter per tubum CD, idemtidem paruis foraminibus apertum, vt aqua secum aërem attrahat. in fundo illius vasis sit tabula E impolita, & ex ferro crassiori cõpacta, & angulosa pro vt libuerit, in vna extremitate, sit syphon incuruus FG; cuius flexura sit inferior superficie tabulæ E, in puncto A inseritur tubus A deferens aërem ad fornacem. Vsus autem talis est. dum præcipitabitur aqua per tubum C D in tabulam E, secum defert aërem, & ita eum agitat, vt cum egredi non possit per syphonem FG, vt pote ab aquâ occupatum, defertur per tubum A ad fornacem.

In maioribus fornacibus quæ ad liquandum, aut in varias formas effingendum ferrum multô aëre indigent, nulli amplius adhibentur folles, sed trompæ vt vocant, quæ eundem & sæpe maiorem præstant ventum : modò satis copiosa sit aqua. facilè autem parabile est instrumentum cuius 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 vtilem esse, vnde in omnibus fornacibus, exceptis forsitan iis, quæ ad fingendum chalibem deputantur, adhiberi potest hoc instrumentum. propter quam rationem vix consentiunt nonnulli vt organum pythaulicum hâc machinâ animetur. cum enim basis organi pythaulici, pellibus, inter se agglutinatis aptata sit, si ventus, vel tantisper humidus afflauerit, omnia dissoluentur. vnde vt hæc humiditas detergatur, seu omnis humor subsidat ; nonnulli cribra adhibent, periculum tamen est ne per tot foramina illisus aër, multum de suis viribus remittat. ego satiùs ducerem, vt idemtidem interrumperetur tubus aërem deferens, inserereturque alicui cistæ vndique clausæ, sic enim subsideret humor, in huiusmodi cistas. alij vellent tubum deferentem in spiras inuoluere, sed flexuosum iter multum de venti impetu adimet.

4. Modus erit si intra aquam demittatur vas A B, aer per ostium A delatus, lingulam aut fistulam C animabit ad motum.

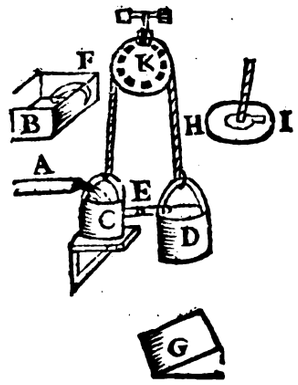
Alias dabimus machinas inferiùs in quibus aqua fluens, rotas aget & folles agitabit.

## PROPOSITIO XXXV.

### Problema.

*Situlæ automatæ dimidiam fontis aquam altiùs euehentes.*

Quod supra variis machinis per attractionem, aut expulsionem præstitimus ; modò vi grauitatis, simpliciter præstabimus. sit ergo fons perennis A, ex quô ad vsus domesticos, attollenda




est aqua vsque ad receptaculum B suppono autem fontem A, esse eleuatum ; ita vt aqua possit descendere. duæ situlæ C minor, D maior, dependentes, ex duobus eiusdem funis extremis, sint ita compositæ ; vt minor nempe C, vacua sit ponderosior situlâ D, situla autem D plena vt pote capacior, superet situlam D. sit item in situla C, tubulus E, quô vbi ferè plena fuerit, aqua defluat in situlam D; cum igitur plena fuerit situla D, attollet situlam C vsque ad receptaculum B, vbi ab vncino B, retinebitur, & inuertetur, situla D semper descendente ; vsque ad planum inclinatum G, in quod dum impinget

inclina

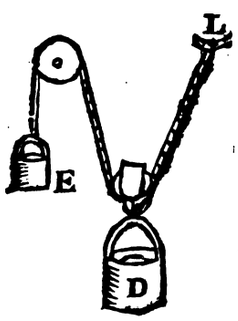
inclinabitur & inuertetur, tunc fitula D, vt ponderosior fitulâ D, descendet eamque restituet in suum locum.

Multæ autem cautiones sunt adhibendæ, vt omnia succedant, prima est vt inuertatur fitula C, ab vncino F, potest enim suspendi paulò supra medium, vt facilior sit inuersio.

Pariter debet fitula D paulò supra medium suspendi. vel alia praxis adhibenda est, vt effundatur aqua. vt si HI esset fundum fitulæ D. si instrueretur platismatio cui annecteretur funis, vbi descenderet fitula, funis attolleret platismation, seu assarium & aqua effunderetur per foramen platismatij. eôdem modô instrui posset fitula E, assario.

Est etiam aliud incommodum cui occurrendum est, nempe quòd sæpe tanto impetu descendat fitula D, & consequenter ascendat fitula E, vt aqua effundatur. fiat trochlea K, denticulos habens quæ voluat axem verticalem, flabellô instructum, quod incurrendo in aerem 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.*

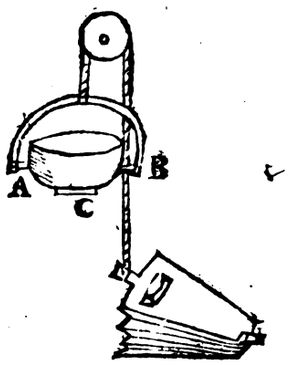
Postquam dedimus modum quô ventus ex aquâ eliciendus est, quod primò necessarium erat, vt organa Pythaulica animaremus, restat vt pariter modum tradamus, quô eadem aqua, sine vllo musicô, ea impellere, & ad concentum agitare possit. supponatur ergo perfectum organum Pythaulicum, cum sua abaco, seu consueto palmularum ordine: nisi quod palmulæ nigræ, quæ breuiores esse consueuerunt aliis, fiant iis æquales. fiat deinde tympanum seu cylindrus satis magnus, vt plurium cantilenarum sit capax. hic cylindrus ita libretur super axe volubili, vt eius superficies palmulas radat. sit rota aquaria exterior quam aqua in orbem circumuoluat, sint autem in eius axe pauciſſimi denticuli, sint item in basi tympani rota denticulata, ita vt minuatur motus, & dum rota exterior quinquaginta aut sexaginta circumuolutiones peragit, tympanum vnicam absoluat. debet item adhiberi ventilabrum vt vocant vt motus sit moderatus; & vniformis quæ omnia satis per se intelliguntur. in tympano autem sint innumera fere foramina, ita vt singuli foraminum ordines respondeant singulis palmulis. inseruntur ergo foraminibus claui, sed ad mensuram & ordinatim alij latiores, alij minores, provt alicui tono insistendum magis erit. dum ergo voluetur cylindrus suis clauis asperatus, claui palmulas depriment ad numeros. quæ omnia satis sunt facilia vnde iis diutiùs non immorabor.

## PROPOSITIO XXXVII.

Problema.

*Auicularum tantum hydraulicè producere.*

Fiat vas culminans A B suspensum infra medium, quô artificiô, ita aptatur vt vacuum propter adiectum pondus C, sit erectum; plenum




verò inuertatur, respondeat in alio funis extremo follis, onustus pondere, grauiore, quàm sit fitula A B vacua, minùs graue quàm eadem fitula plena. si ergo influat aqua in fitulam, dum implebitur, attollet folles, eosque aperiet, dum verò inuertetur, tunc pondus folles claudet, aëremque in auicularum fistulas eiiciet. alia multa circa hanc materiam dici possunt, quæ quia sunt cuique obuia & facilia perstringo leuiter, sufficiat igitur ista indicasse vt ex iis ad similia gradum facere discamus.

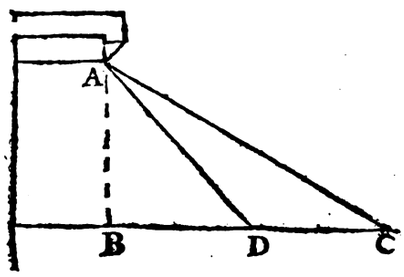
## DE MACHINIS AQVARIIS.

Machinæ omnes Aquariæ rotis alatis constant, in quas cum aqua incurrit, rotæ circumuoluuntur. harum igitur machinarum principium est aqua, eôque solô nomine ad hunc tractatum pertinent, mirum autem quàm in varios vsus adhibeantur hæ machinæ, & quàm varij sint motus qui ex iis proficiscuntur. circa huiusmodi machinas vnum tantum mihi dicendum occurrit, nempe, an meliùs sit, canalem quô defertur aqua, magis inclinatum, & breuiorem reddere, quàm minus inclinatum, & consequenter longiorem habere. quod vt meliùs explicetur, supponatur aquæ descensus seu casus esse 10 pedum, hoc est aquam præcipitari ex A in B, quæritur vtrum meliùs sit canalem efficere secundùm lineam AC, hoc est minus decliuem & longiorem, an verò secundùm lineam A D seu breuiorem, & magis decliuem. certum est ex principiis supra positis, in mechanica, grauia tantumdem impetûs habere, si ceciderint ex punctis æque altis, per quam-



Digitized by Google

cumque tandem lineam cadant, ita si ex puncto A cadant duo grauia vnum per planum inclina-




AC, aliud verò per planum inclinatum AD, ... peruenerint ad eandem horizontalem B C, æqualem omninò impetum habebunt. secluſis tamen accidentibus aliquibus; quare videtur perinde esse siue vtamur, canale AC, siue canale AD. nihilominus certum est aquæ fluxum aliquantisper retardari ab inæqualitatibus & scabritie aluei, quod facile probare possumus, nam si nauigij cursus ita retardatur ab eius scabritie, vt dum recenter est pice, & seuo illitum, acceleret notabiliter motum suum, quidni etiam scabrities, & inæqualitates canalium multum officiant, eo quod aqua incurrendo in canalis asperitates multum retardetur. ex quô fit vt cæteris paribus præferendi videantur breuiores aluei.

Aliunde tamen si alueis aptentur rotæ, quò breuiores erunt aluei & magis inclinati, seu quò ad perpendicularem magis accedent, eo aqua incurret in altiores rotarum alas, atque adeò eas attinget priusquam totum impetum acquisiuerit, quem ex tali casu potest acquirere. vnde in his omnibus mediocritas quædam est obseruanda. hi autem videntur esse aptissimi quorum inclinatio, seu angulus quem cum horizonte comprehendent erit 45 graduum aliqui præferunt angulum sexaginta graduum.

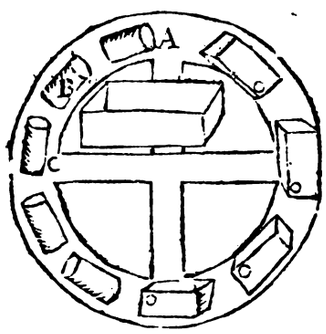
Potest item quæri, an melius sit vt aqua vi grauitatis suæ rotas moueat, an verò, vi impetus acquisiti, explicatur. ita componi possunt rotæ vt è receptaculis, & quasi situlis sint compositæ vnde fit vt aqua in partes rotæ superiores incurrens situlas impleat, quæ vbi in inferiorem rotæ partem peruenerint; effluente aquâ vacuantur. vnde vnâ semper parte situlæ vacuæ sunt, aliâ verô semper plenæ. hic modus ad grauitatem tantum pertinet, nullâ impetûs acquisiti ratione habitâ. si verò rota nullatenus oneretur aqua, sed alæ sint tantum asserculi plani, non tam vi grauitatis, quam impetûs per descensum acquisiti rotæ mouebuntur. communiter ita res disponi potest. nempe si multa sit aqua, vt rotæ potiùs per impetum acquisitum quam per grauitatem moueantur, si verò ita exigua sit aqua, vt impetus qui acquireretur non videatur sufficere, tunc aqua in superiorem rotarum circumferentiam incidat, situlasque aut receptacula impleat. sed in his omnibus vix inuenire possumus aliquid in quo pedem figamus. potiusque experientia quam certis rationibus agendum est. licèt enim speculatiue loquendo videatur in idem recidere, vel rotas mouere mediâ grauitate, vel ratione impetûs acquisiti, cum impetus acquisitus possit præcisè restituere graue in locum è quo decidit, ex variis tamen accidentibus euenire potest, vt vnus modus alteri præferendus sit. atque hæc de machinis omnibus quæ aquam vt motus sui principium agnoscunt. sequitur vt de machinis quæ etiam circa ipsam aquam versantur aliquid dicamus.

## PROPOSITIO XXXVIII.

Problema.

*Rota situlis instructa.*

Hæc machina passim adhibetur in Prouincia, & aquam attollit ferè ad altitudinem totius diametri. potest autem vel situlis communibus instrui; quales sunt A B C &c. vel quod com-



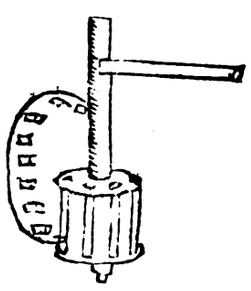

modiùs capsis quibusdam quadratis, vnicô tantum foramine perforatis. id autem habent commodi capsæ parallelepipedæ, quod faciliùs rotæ aptentur, & quod tantam copiam aquæ non perdant. eò quòd aptiùs in iis foramem construatur. possunt moueri, vel vi aquæ decurrentis, ita vt cursus aquæ rotam conuoluat & aquam attollat. tales machinas multas vidi vnicâ tantum rotâ constantes, nempe si rota duplex esset, & inter vtramque radij qui alarum vices obirent, dum aqua in eas incurreret rotam agitaret.

Alias vidi quibus mouendis iumenta adhibebantur, tum autem difficile sit vt iumenta motum verticalem efficiant, ideò mutandus est motus horizontalis in verticalem. quod facilè obtinetur ope rotæ dentatæ verticalis, cuius denticuli sint horizontales, vt in figura satis apparet, sed ista sunt communia, & in molendinis adhiberi solita.

## PROPOSITIO XXXIX.

Problema.

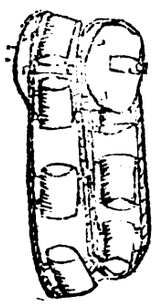
*Catena situlis instructa.*



Accidit sæpè ad tantam altitudinem aquam euehendam esse, vt nulla rota fieri possit, saltem sine

Digitized by Google

sine maximis expensis, quæ ad aquam pertingat, tunc adhibetur rota vacua, vt melius intra radiorum vacuitates, situlæ locum inueniant, quæ catenis, aut funibus inuicem connectuntur: in aliquibus regionibus vidi funes ex vitium palmitibus contextos, & situlas ex corio com-



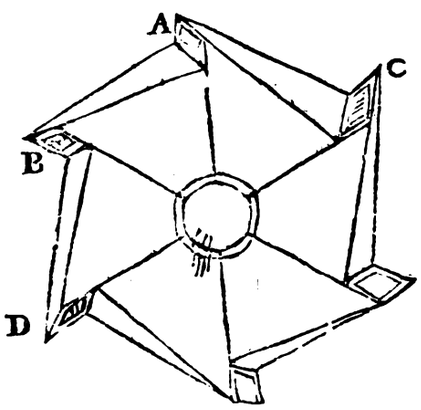
positas ne facile diffringerentur. in omnibus machinis illæ semper præferēdæ sunt quæ sunt simplicissimæ, si animal adhibeatur debebit motus horizontalis in verticalem mutari. poterit etiam fieri machina huiusmodi, cuius principium motûs, sit ventus, in Hollandia ferunt communiter haberi tales, ad exhauriendas paludes.

## PROPOSITIO XL.

### Problema.

*Rota Bremensis.*

Dicitur Bremæ esse machina satis simplex, vnicâque constans rota, & fluminis cursu circumacta, quæ tantam aquæ copiam attollat, vt riuum satis copiosum in vrbem immittat, vt pote quæ singulis circumuolutionibus 24 plaustra aquæ attollat. id est fere quinquaginta dolia



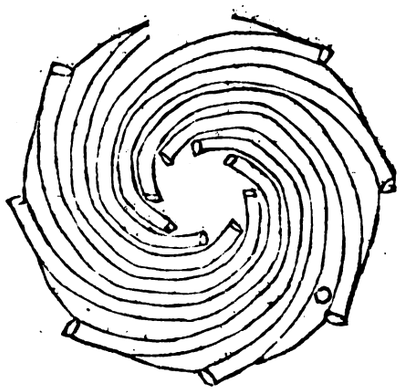

communia. machina tota vacua est impleturque per foramina AB, CD, aquam effundit per axem, singula enim internalla foramen habent axi respondens, vt figura satis ostendit. neque video in ea componenda vllam difficultatem. debet aptari alteri rotæ alatæ, vel in eôdem axe, si fluminis impetus videatur ad eam commouendam sufficere. vel ita in diuersis axibus, vt altetius rotæ plures requirantur circumuolutiones vt 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 huiusmodi machinâ, videtur aqua, non trahi, neque ad ascen-



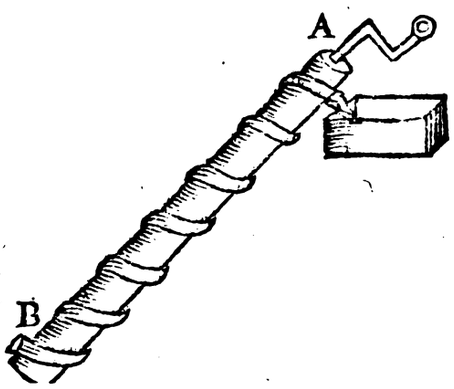
sum cogi, sed sensim quasi reptando obliquè superiorem locum affectare. fiat igitur rota qualem figurâ exhibet cui spiræ seu helices aptentur, à circumferentia nempe fere ad centrum, sint helices cauæ, ad continendam aquam tanquam canales, etiam si necessarium non sit eos vndique clausos esse. licet enim superiori parte omnino paterent, aqua tamen ascenderet, immo si globus spiris imponeretur dum rota moueretur, vi grauitatis suæ ascenderet. cum habeat id mirabile hæc rota, quod graue descendendo ascendat. debet huius rotæ aliqua pars aquæ immergi, quia singulis circumuolutionibus, tantum per singulas spiras aquæ ascendet, quantum in parte immersa continetur.

## PROPOSITIO XLII.

### Problema.

*Helix circa cylindrum.*

Hæc machina excogitata fuit ab Archimede,




ad exhaurienda celebris illius nauigij alicuius rege constructi sentinam, sit igitur cylindrus A B circa teretes cardines A, & B volubilis,

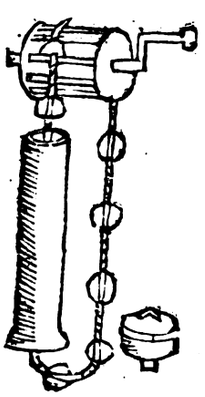
lubilis, ad angulum circiter grādorum 45. inclinatus, circa quem circumuoluatur tubus seu canalis, ad modum elicis compositus. si huius machinæ pars infima, aquæ immergatur, & voluatur contra aquam, aqua per helicem ascendet immo si fieret machina tanta, vt intra tubum homo consistere posset; si descenderet per tubum interea dum in partes contrarias circumvolueretur machina, tandem ad machinæ superiorem partem ascenderet.

Hanc machinam non ita pridem ingeniosè compositam, ad construendum pontem, & non procul à Geneua adhibuerunt artifices nostri, quæ ingentem aquarum copiam nullô fere negotiô, & summa facilitate exhauriebat. Quæ tanta facilitas nonnullis hanc mentem iniecit motûs perpetui illius ope perficiendi, cuius ideam aliquam Pater Bettinus exhibuit. Exceptam enim in summitate machinæ aliquô receptaculô aquam, in rotam alis instructam, & cylindro aptatam immittit, quam sufficientem existimauit, ad eundem cylindrum circumvoluendum Hæc autem & similia artificia, quibus per hydraulycas machinas tentatus est motus perpetuus, peccant in principio. Quamvis enim hæc aqua in spiris inclusa facilius sursum feratur vt pote per plana, vt ita dicam inclinata, quàm si perpendiculariter ascenderet; compensat tamen in copia, id quod videtur deperdere in planorum inclinatione, vt in tubis communicantibus vidimus diuersimode inclinatis. quare impossibile est, vt aqua quam subministrat machina, tantundem aquæ attollat, sunt enim in æquilibrio, præter difficultatem, & resistentiam eiusdem machinæ. quare 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 paulo latior; in inferiori extremitate, ferè ad modum infundibuli, inseratur in eum tubum, aut funis, aut catenula ferrea infinita vt vocant, hoc est cuius duo extrema coniungantur, quæ sit hæc catenula globis mollibus, nempe ex corio aut alia simili materia compactis distincta; melius tamen erit si huiusmodi globi sint tantùm dimidij, tecti circulô coriaceô vt figura satis exprimit. circulus autem coriaceus debet cauitati tubi AC exactè respondere. sit etiam addita rota vt magna velocitate trahi possit funis. vsus facilè intelligitur dum enim trahitur funis globuli, exactè cauitatem implentes interceptam aquam sursum attollunt.



In quo duo præcipuè notanda sunt; primum est si funis adhibeatur fore vt aquæ supernatet, vnde necessarium erit, rotulam adhibere, quæ illam ita dirigat, vt non aberret à tubo. secundum necessarium esse, vt velociter agitetur machina, ne scilicèt inter globulos, & tubi latera aqua preterfluat.

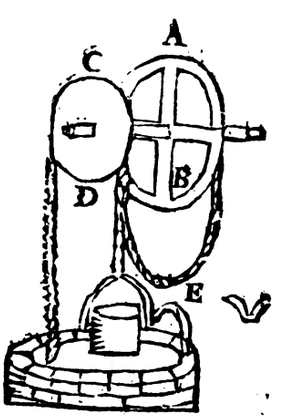
Variis modis construitur hæc machina, nonnulli enim tubum quadratum habent, vnde pro globulis quadrata lignea inuicem connectunt, immò tubum seu canalem, non verticaliter, sed in situ inclinato collocant. Eodem instrumentô vtuntur Hollandi, vt feces ex portubus hauriant, nam asserculi in feces illas incurrentes, per tubum impellunt & ad ascensum cogunt: debent esse in superiore tubi parte foramina vt aqua præterlabatur.

## PROPOSITIO XLIV.

Problema.

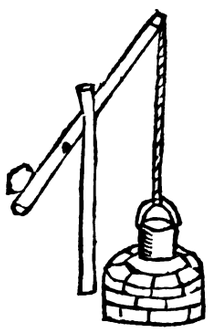
*Varij modi situlis aquam attollendi.*

Primò quidem occurrunt simplices cylindri, circa quos circumvoluitur funis quo situlæ dependent, cylindrus, vel scitalis mouetur, vel simplici manubrio quod figurâ non indiget, vt intelligatur; possunt item adhiberi machinæ compositæ, si nempe potentia mouens, sit debilis, & situla ingens: componi possunt duæ aut tres rotæ, vt augeatur motus potentiæ, vel minuatur motus ponderis secundùm principia communia machinarum. vidi etiam alicubi rotam in qua molossus ambulabat, & situlam, è puteo aquâ plenam attollebat. Quia tamen satis difficile videtur determinare machinam facilem, & commodam, referam hic vnam quam in praxi expertus sum bene succedere. AB, GD sunt duæ rotæ in eodem axe, AB maior, CD




minor. circa rotam AB funis infinitus circumvoluebatur qui etiam paulo amplior erat, quam vt rotam stringeret; vnde pendebat aliquantulum in puncto E, circa rotam CD circumvoluebatur catena ferrea, & ne preterflueret, rota vncinis instructa erat; situlæ ex catena dependebant. id etiam commodi

commodi habebat machina vt situlæ seipsis effunderentur in vicinum receptaculum : libratæ enim erant, paulo supra medietatem,ita vt dum sursum traherentur ab vncino retinerentur, per superiora labra, ex quo fiebat vt inverterentur. ne tamen hæc machina adhibeatur puteo nimis profundo, eò quòd catena tam longa, difficilius extraheretur quam situla. vbi 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.



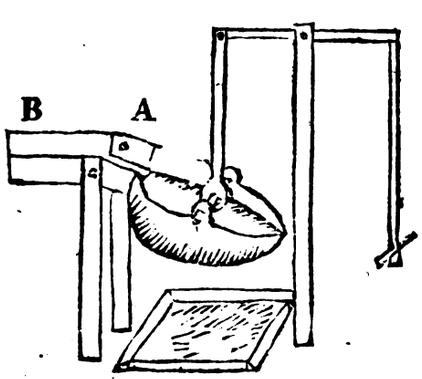
Neque etiam præterire possum machinam simplicem, & antiquam,quæ suas etiam vtilitates habet, cum enim facillimum sit situlam vacuam in puteum demittere, difficile è puteo plenam educere, hæc machina huiusmodi difficultates adæquat, & partitur, nam pondus adiectum paulo maius est quàm situla vacua, & minùs quam plena, vnde iuvandus est situlæ descensus, qui impediretur opposito pondere, iuvandus item eiusdem ascensus, eo quod vt dixi pondus oppositum situlâ plenâ sit debilius.

## PROPOSITIO XLV.

Problema.

*De Cochleari.*

Hæc Machina solum ad 6 aut 7 pedes aquam



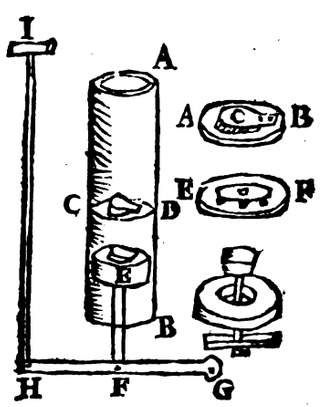

commodè potest attollere, vbi, autem altiùs evehenda non est aqua, satis vtilis est machina multumque aquæ profundit. componitur autem cochlear satis amplum; vel ex ære, vel ex ligno;parùm autem refert cuius sit figuræ, posset enim esse figuræ oblongæ tamquam parallelepipedum aliquod tantum cavendum est ne dum in aquam demittitur supernatet, sed facile seipsô immergatur:dum igitur multum attollitur aquam effundit, in parte A, quæ excipitur canale AB.

## PROPOSITIO XLVI.

Problema.

*De Anthliis.*

Quàmvis omnis machina, & omne instrumentum ad hauriendam aquam idoneum, anthlia dici possit,nihilominus tamen vsus inualuit vt Ctesibiana machina, quam ista propositione describimus hoc nomen sibi vendicarit. totum illius artificium consistit in valuulis certâ ratione compositis vt dum ex vnâ tantùm parte aperiuntur, aditum aquæ præbeant, exitum denegent, vel è contra. communiter quadruplicis speciei assignantur,anthliæ compressiuæ expulsiuæ,attractiuæ, & mixtæ,primò autem describendæ sunt valuulæ seu vt vocant assaria, in quibus ferè totum negotium positum est. valulæ istæ seu assaria,ex diversâ materia fieri possunt vt ex corio sit enim AB fun-




dum alicuius anthliæ, cuius foramen satis magnum operiatur corio C. quod introrsum quidem aperire poterit, si verò comprimatur contra fundum, seu diaphragma AB, quò magis comprimetur, eò meliùs, & exactiùs foramen claudet; huiusmodi valuulæ in anthliis minoris momenti adhiberi possunt.

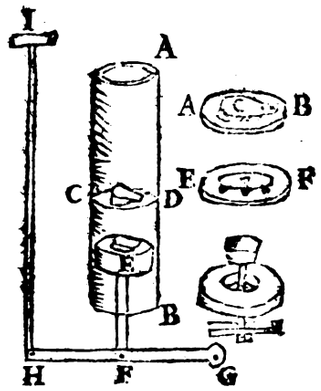
Possunt item fieri ex corio, sub quo sint plurima foramina, eô coriô tecta,aqua poterit ingredi, attollendo scilicèt huiusmodi corium, si verò deorsum nitatur; comprimatque corium, eò meliùs claudet: hic modus adhiberi potest embolis, cum valuulis, & assaris instruendi sunt. cum vero valuulæ, debent 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 vt ex ære eorum foramen tornô excauari, & tantisper in conum definere debet; huic inseritur pars coni, tornô item elaborata, & ne vacillet debet habere quasi caudicem, insertum inferiori alicui tigillo vt attolli possit, & deprimi conuexus conus; & in cauitatem rectâ incidere. quibus explicatis facilè omnes anthliarum species explicabimus.

Anthlia expulsiua ita componitur, sit tubus seu canalis AB diaphragmate CD, suô assariô seu



Digitized by Google

valuulâ instructô divisus. Sit item embolus EF, suâ item valuulâ instructus, qui possit agitari,

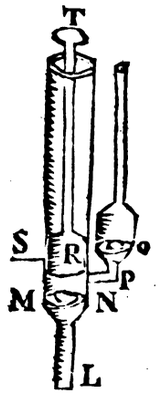



hoc est sursum attolli, & deorsum deprimi per regulam G H, quæ voluatur circa cardinem G. immergatur talis anthlia, vsque ad diaphragma C D, tum ex I agitetur embolus: dico fore vt aqua impellatur vsque ad A. supponatur enim embolus, esse in puncto B infimo, & sursum impelli, quia nititur contra aquam, eius valuula claudetur, impelletque aquam contra valuulam 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, vt 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 H G, cum embolo E F, sint aquæ immersa, ex quo fit, vt si quid fuerit vitiatum, aut corruptum, non ita facile reficiatur.

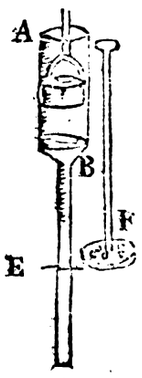



Aliter constrvi potest hæc expulsivarum anthliarum species, sit enim canalis 5.4. cum suo diaphragmate 4. valuulâ instructô. sit autem embolus perforatus 3. cum suo assario seu valuula. immergatur autem tota anthlia, vsque ad lineam 5. dum demittetur embolus, aperietur eius valuula, viamque faciet aquæ, & claudetur valuula 4. dum verò attolletur embolus; eius assarium claudetur eò quòd contra aquam nitatur, sequetur autem aqua inferior vi gravitatis aquæ circumstantis, vnde aperietur valuula 4. atque ita continuò sequetur aqua. longitudo tantum manubrij 37. videtur incommoda.

Secunda anthliarum species erit compressivarum. Sit pariter tubus seu canalis TL, diaphragmate M N distinctus. cui diaphragmati aptetur valuula, consuetô more constructa. paulò supra diaphragma MN, incipiat alius tubus N P, cui pariter aptetur valuula O. habeat pariter embolum R, solidô cylindrô R constantem, hoc est non perforatô. qui stupâ vestiatur vel coriô, vt melius canali K L conveniat. vsus machinæ talis erit. immergatur anthlia vsque ad lineam S. dum embolus demissus aquam S N comprimet, quæ claudet valuulam M N, & per tubum MPO delata, valuulam O aperiet, dum retrahetur sursum




embolus, aqua ML, vel gravitate propriâ, eò quòd in SN deficiat à libella, vel propter ambientem aërem, gravitate suâ incumbentem, ascendet rursus in SN, & 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 vt plurimum nimis longum.




Tertia species est merè attractiva, sit tubus amplior AB, in cuius fundo sit valuula, sit tubus vel æqualis, vel minor BE, ad aquam vsque pertingens; sit item embolus I, perforatus cum suo assario, debet embolus exactè quadrare cavitati tubi AB, poterit item embolus ita constrvi, vt constet circulo ferreo, aut æreô perforatô, cui imponentur duo aut tres circuli ex corio crassiore confecti, exactè cavitati tubi A B respondentes. sufficiet si anthlia, solâ extremitate, aquam tangat. Vsus 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, vnde transpirabit aqua per embolum, atque ita deinceps semper sequetur eôdem fere modô, quô aqua ascendit in syringe.

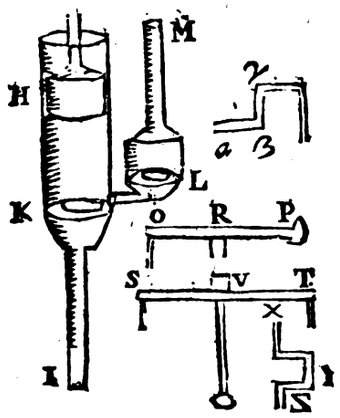
Vnum tamen moneo ne longior fiat tubus B E, quam triginta tres pedes, alioquin non sequetur aqua: rationem iam sæpè assignavimus, quia nempe totus athmosphæræ aër qui in terras gravitat tantumdem pendit, quantum triginta tres pedes aquæ.

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 delatâ fuerit in cavitatem H K, deorsum impulsus embolus, aquam comprimet, quæ assarium K deorsum impellet, & claudet; assarium autem L elevabit, vnde per canalem L M ascendet.

Varios movendarum anthliarum modos relinquo,

Digitized by Google

quo, vt si in puncto O, mobilis sit regula O P, & in puncto R, annectatur emboli cauda.




Vel si tigillus S T, mobilis sit circa cardinem V, sintque caudæ seu manubria embolorum in extremitatibus ST.

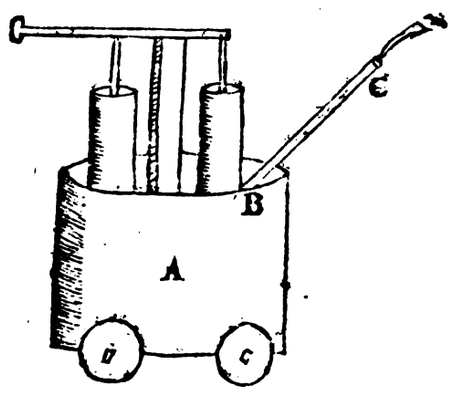
Vel si quis motum circularem habeat vt in XYZ, facile illum in reciprocum deorsum, & sursum commutabit. multò facilius si motum circularem habeat vt in αβγ. poterit idem præstare ope rotulæ, quæ mediâ tantum parte sit denticulis instructa. si in medio duarum pariter dimidia tantum parte denticulatarum, sit collocata.

Ad anthlias revocari possunt folles, sivè adhibeantur, ad ventum producendum; sive vt possunt, ad aquam attollendam. nam in omnibus follibus invenitur valuula 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, addatur tubus, ad aquam vsque pertingens, eorum deductione attrahetur aqua, & compressione ad quamcumque altitudinem evehetur. an verò facile sit folles construere qui aquam contineant, ita vt humore non corrumpantur artificum iudicio relinquo.

## PROPOSITIO XLVII.

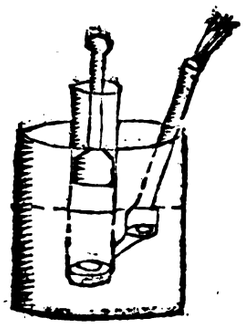
### Problema.

*De machinis ad restinguendâ incendia.*




Hæc machina in multis Germaniæ vrbibus communis est, experientiâque compertum est, non esse præsentius, & minus periculosum remedium, cum ex loco inferiori aquas eiaculetur. Sit ergo vas quodcumque ligneum satis amplum, vt cupa A, cui subiiciantur rotulæ, vt facile moveri possit, in ea cupa duæ adhibeantur anthliæ compressivæ, quales superius descripsimus, earumque canales in vnum eundemque coëant inferiori parte flexibilem, vt detorqueri possit in omnem partem, poteris autem esse flexibilis, si circumligetur corium. anthliæ ita disponantur, vt dum vnius embolus attollitur, alter deprimatur, quod figura satis indicat.

Vsus autem talis est; trahitur machina ad locum incendio vicinum, & cupa impletur aqua, agitantur anthliarum emboli, tum aqua per canalem B C, expulsa, tantò defertur impetu, vt quæcumque domorum fastigia possit superare. debet aliquis tubum C D regere. Experti autem sunt plus subsidij in incendiis dari ab vna machina, quam à mille hominibus, & hoc sine vllo periculo.

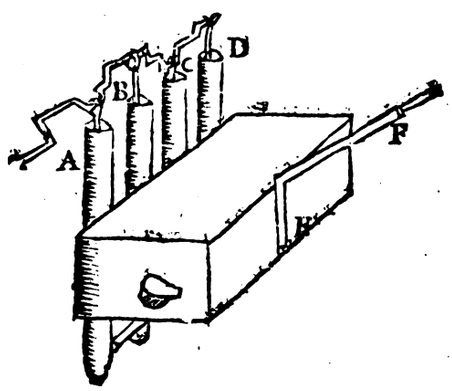


Vtuntur item sæpissime, vnica tantum anthliâ compressivâ factâ ad modum syringis ligneæ; nisi quod duabus sit instructa valuulis, ex corio tantùm compositis. simplices autem sunt adeò, vt vix nummo argenteo væneant. immerguntur autem intra ampliorem situlam, quàrè non defertur aqua, supra tectum, cum vitæ periculo; sed dum ardet aliqua domus, trecentæ sæpe anthliæ huiusmodi tantam brevi tempore aquæ copiam attollunt, vt tota domus innatet aquis, & fere obruatur.

## PROPOSITIO XLVIII.

### Problema.

*Salientem anthliis efficere.*




Sæpè in rebus ludictis indigemus saliente, hanc anthliis compressivis facile habebimus. disponantur tres, aut quatuor anthliæ compressivæ A B C, D, quarum canales secundarij desinant in arculam, in qua sint valuulæ singulis anthliis respondentes, & earum secundariis tubis impositæ. Sit item canalis E F, 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 vna anthlia nondum desiit comprimere, alia incipit, & ita deinceps. vt melius tamen res succedat, arcula fiat satis alta, vt tam aquam quam aërem contineat, & tubus aquam ad salientem deferens, à fundo arculæ incipiat. nam hôc factô etiamsi aliquandiu sistatur anthliarum motus, aër tamen intra arculam compressus aliquandiu aquam expelleret. vnum tamen moneo, vt in inferiori fingularum anthliarum parte qua immerguntur aquæ cribrum apponas, vt omnes sordes arceat, nam si sordes tubum deferentem obstruant, tanta erit vis aquæ intra arcam compressæ, vt eam diffringat; vt expertus sum in arcula ærea quæ vi aquæ compressæ, primo è cubicâ, in sphæricam mutata est, deinde diffracta. hæc machina optima esset, ad restinguenda incendia quæ aquam ad turrium fastigia eueheret.

Notandum item est quod in anthliis attractiuis, tubi debeant ita exquisite claudi, vt aërem externum nullô modô admittant, item valuæ seu valvulæ debent esse fidelissima, alioquin quoties vti volueris anthliâ toties priùs aqua in anthliam infundenda erit, quod est tædij plenissimum.

## PROPOSITIO XLIX.

Problema.

*De Anthliis, sollibus ferris cæterisque quæ aqua cursu agitantur.*

Variæ sunt excogitatæ machinæ, ad attollendam aquam, illæ autem meo iudicio primum locum obtinent, quæ nullum aliud sui motus principium agnoscunt, nisi aquam ipsam. ita in fluminibus rotas alatas disponimus, quæ continuò voluantur, quô motu semel constitutô facilè quemcumque alium motum habebimus. nam si axis rotæ, in extremitate sit inflexus, ita vt duplicem angulum rectum constituat, habebimus motum sursum & deorsum. vnde ad anthlias agitandas nihil aliud requiri videtur, ita etiam ad folles mouendos indigemus tantum motu, alterno sursum, & deorsum ferente, non erit opus alio artificio. idem dico de serris, vt sursum & deorsum ferantur. vt verò lignum serræ admoueatur, id fieri poterit ope helicis, seu cylindri, spiris instructi, qui dum in orbem sensim mouebitur, lignum serræ admouebit.

Alia artificia quæ quidem requirunt motum sursum, alium autem nempe deorsum grauitati relinquunt. ita ad attollendos ferreos malleos, in officinis ferrariis, cylindrum rotâ mobilem, clauis asperamus; qui dum in mallei manubrium incurrunt illum demittunt, & malleus attollitur, qui deinde propriâ grauitate recidat. eôdem modô constructæ sunt machinæ, ad chartam conficiendam, ad contundendam telam. sic attolluntur pistilla quibus contunditur sal nitratum, ad puluerem pyrium. Alia innumera fieri possunt artificia, cum difficile non sit, vnum motum in alium commutare.

## PROPOSITIO L.

Problema.

*Varia fontium ornamenta.*

Primum ornamentum sunt variæ, hominum, aut animalium figuræ è quibus aqua erumpit, quod facillimum est, nec vllam continet difficultatem.

Secundum erit in variis salientium figuris, vt saliens caudam pauonis referat, quod facillimum erit si tubus hôc modô disponatur, vt non tam tubus rotundus quam oblongus, ex duabus laminis ferè se tangentibus, sit aptatus.

Iridem habebis si aquâ in guttas stillante, oculum inter solem & fontem colloces, poteris autem aquam diuidere in guttas si nempe depluat in tectum aliquod rotundum, e quô vndique decidat. vel si per foramen scabrum erumpat haud dubie, in guttas abibit.

Sustinetur globus in aëre pendulus, si saliens ita sit verticalis, vt non in vnam potiùs quàm, in aliam partem declinet. debet tamen circa foramen è quo erumpit, disponi infundibulum, vt si quando accidat globum decidere, rursus salienti imponatur.

Saliens non tantùm in ascensu oculis grata erit, sed etiam in descensu, vt 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 vna saliente, plurimas efficimus.

Aqua ex superiori loco præcipitans, & extensa ad modum linei, gratissima est aspectui, plurimam autem esse oportet, quæ erit iucundior si idemtidem repetatur casus, seu præcipitium.

Innumera alia ludicra excogitari possunt in aqua, nempe aqua, è tubis latentibus, quasi ex insidiis, laxatô epistomiô, exiliens spectatores perfundat. possunt ita tubi disponi, vt nullus detur effugij locus. vnde ita specula disponunt vt qui voluerit, in iis suam imaginem videre irrigetur. ita satyros in gradibus collocant, vt si quis pedem in eodem gradu figat, subito laxetur epistomium, videanturque satyri, aquam expuisse. aut catapultam aquâ plenam, etiam cum aliquo strepitu explodere.

In aliquibus fontibus componitur arcuata porticus ex salientibus, ita vt sub illis quasi sub fornice liceat ambulare. In aliis è mensæ medio, & quasi è salaria conchula, plures erumpunt salientes, quæ inuitatos transiliant.

Audiui etiam in Italia, aliquos fontes, non tantùm pluuiam imitari quod facillimum est, sed etiam grandinem, & niuem effundere, vix tamen crediderim niuem, aut grandinem posse tam citò generari; sed tantùm coaceruatam effundi.

TRACTATVS

Digitized by Google

# TRACTATVS XVII.

# NAVIGATIO

CVM Nauigationis scientia dißitas nationes quàmuosô commercij fœdere deuinciat; mirum non est si tam impensè, his præcipuè temporibus excolatur, tantôque in honore habeatur. Huius aut scientia meritò dici potest, cuius veteres ne prima quidem principia, & elementa tenuerunt. littora tantùm legere didicerant, & in altum longiùs prouecti cæcutiebant penitus; nos verò facilius, & securius, a terra auehimur, tamque certò cursum nauigij dirigimus, ac si nota nobis littora videremus. Hoc magneti acceptum referimus, aut potiùs prouidentiæ diuinæ, quæ cum dißitas nationes Euangelicâ luce perfundere voluerit, fidum in Magnete nauigationum ducem, & cynosuram exhibuit. Ex quibus huius scientiæ necessitas, & vtilitas detegitur, quæ non tantum nautas, & naucleros spectet, sed summos etiam duces, quorum vita, & honor, vnius alioquin hominis imperitiæ permittitur. Hunc tractatum in sex partes seu libros diuido.

Primus sub nomine definitionum, varias huius materiæ voces, & nomenclaturas explicabit, non quòd omnes tradendas suscipiam, id enim impoßibile videretur. cum variæ in diuersis locis vsurpentur, & eadem diuersimodè. resque sit adeò facilis, vt ex vnius diei nauigatione, plura discipoßint, quam ex libro quôcumque,

Incipiam igitur à Nauigiorum speciebus; & distinctione. exinde nauium partes attingam. Variasque voces explicabo. tum aliquibus propositionibus agam de nauium mensura, velificatione, remigatione, anchora, Gubernaculo, & nauigatione fluuiatili.

Secundus liber Pixidem nauticam, seu Magneticam, Romboßque; & ventos in eâ inscriptos vsum, & declinationem explicat.

Tertius Loxodromiarum doctrinam tradet.

Quartus Mappas hydrographicas, varioßque earum vßus attingit.

Quintus Itineris facti, aut faciendi quantitatem metitur, & obseruatione latitudinis corrigit.

Sextus denique varius praxes, & obseruationes tradit.

Authores qui de Nauigatione egerunt sunt hi:

Rodericus Zamoranus.
Petrus Medina.
Petrus Apianus.
Petrus Nonius.
Andreas Gaspar Ceßpedius de regimine nauigationis.
Villebrordus Snellius, in suo Typhi Batauo.
Simon Stevinus l. 4. & 5. Geographiæ.
Adrianus Metius l. 5. doctrinæ Sphæricæ.
Bartolomæus Crescentius in nautica mediterranea.
Augustinus Cæsareus tractatu de nauigatione.
Robertus Dudlæus De Arcanis maris.
Iacobus Colomius in facè Nauigationis.
Author Columnæ flammantis.
Petrus Herigonius tom. 4. cursûs mathematici.
Ioannes Ianßonius in introductione ad orbem maritimum.
Morizotus in orbe maritimo.
Merßennius Hißiodromia.
P. Georgius Fournier. in sua Hydrographia.
Bernardus Varenius l. 3. Geographiæ vniuersalis.
Lazarus Baytius de re nauali.
P. Ricciolius in sua Geographia reformata.

Hic omnes recentiores sunt, cum nullus inter veteres, hanc materiam attigerit.



Digitized by Google

# LIBER PRIMVS.

# NOTIONES VNIVERSALES.

## DEFINITIO PRIMA.

NAvis est ædificium quoddam ligneum, aut ex arborum corticibus aut quâcumque materia leui constructum, intus cauum, ad iter super aquas faciendum, accommodatum.

Hac definitione excludo rates, quæ ex pluribus lignis, in superficiem planam extensis, & colligatis constant.

Nauigiorum species, aut ex magnitudine, aut ex figura, aut ex modô nauigandi distingui possunt. Hæc vltima ratio magis essentialis est, maioremque differentiam inuehit. modus nauigandi, remis, aut velis peragitur. Quare duæ species distinguentur. nempe nauium quæ solis velis aguntur, & earum quæ vela, & remos adhibent.

Primæ latera altiora, secundæ humiliora vt pote 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, multò tamen Galeassis inferiores.

Exinde sunt Triremes communes, viginti quinque, aut triginta remis vtrinque instructæ, in singulis remis quatuor, quinque & nonnunquam sex Remiges. Tormentum bellicum insignioris notæ vnum habent, mediocris duo, & duo inferioris.

Galiotæ 16 aut 20 Remis vtrinque instruuntur vt plurimum vnicum malum habent, saltem Turcicæ.

Armatomenon quod sub nomine Brigantini nuncupamus 10 aut 12 vtrinque remis, & vnô per singulos remige agitur.

Datur & alia species minor, sub nomine fregatæ, pauciforibus remis instructa. in Oceano tamen sub hoc nomine intelligimus mioparonem mediocrem.

Felouca. 6 remis agitur, nullumque habet tabulatum.

Piscatoriam nauim nomine Tartanæ intelligimus, cuius nec prora nec puppis assurgit, remis item agitur.

Dantur & lembi minores, & actuaria, sub nomine Esquifs, caic aliisque huiusmodi nominibus nuncupata.

Potest esse difficultas circa has voces, biremes, triremes, quadriremes, quid nempe his vocibus antiqui significarent. volunt nonnulli biremes duobus, triremes tribus remis instructas fuisse: quòd de nauibus bellicis intelligi non potest, fuissent enim tardissimæ, & bellicis vsibus ineptissimæ. Alij voluerunt intelligi de duobus remorum ordinibus, quod tamen impossibile censeo, si de ordinibus sibi inuicem subiectis & per tabulata distinctis intelligatur, quare germana harum vocum explicatio ad remigum ordines refertur, nempe hanc esse biremem quæ duobus remigum ordinibus à prora ad puppin extensis agatur, aut potiùs duos homines singulis remis addicat. dicatur triremis quæ tres; quadriremis quæ quatuor. Finis nostrarum biremium est ferre vnum maioris momenti tormentum bellicum in prora quod cursorium vocant.

Ad hanc speciem reuocantur Russorum, Monoxila, vtuntur enim longioribus nauiculis vnicâ arbore excauatâ constantibus. vela autem quibus istæ omnes species vtuntur sunt velâ latina; seu triangularia.

Secunda nauigiorum species solis velis agitur, horum innumeræ sunt species, à figura propria, & magnitudine petitæ.

Maiores naues 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.

*Caranelles* 4 velis latinis instruuntur.

*Saiques* sunt, naues Turcicæ vehendis mercibus idoneæ.

Caramoussalia sunt etiam naues Turcicæ quarum puppis valde Alta, in duo quasi cornua deflectit.

Acus Burdegalenses, sunt piscatoriæ nauiculæ, quarum prora valde acuminata. *Esguille de Bourdeaux.*

Cæteras species & nomina recensere superuacaneum foret; cum receptæ non sint eædem vbique gentium appellationes.

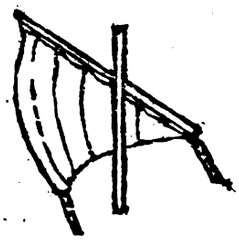
Communis est distinctio apud Massilienses. Mioparonum.

Barcarum, & Polacrarum. *Les Vaisseaux, Barques, & Polacres.*

Quæ distinctio videtur esse aliquô modô essentialis, vt pote ex diuersitate velorum petita. Tres enim vt plurimum distinguuntur velorum species. nempe latinorum seu triangularium, quadratorum & lateralium. quæ alicubi dicuntur. *Succoleua.*

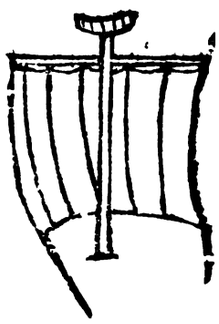
Vela latina seu triangularia, sic dicta puto, quod latini iis vterentur. antennæ longiori, & transuersim dispositæ annectuntur, id habent peculiare, quod pauciſſimis funibus egeant, in omnem ventum facile obuoluantur, sed naues multum inclinant, ideoque in tempestatibus sunt periculosa: nunquam duo vela latina seu triangu-

laria



larſa eidem malo appenduntur, hoc eſt vela latina aliis latinis non ſuperimponuntur.

Secunda ſpecies eſt velorum quadratorum, quæ ex antennis communiter horizontalibus dependent. hæc videntur maxime connaturalia.



Tertia ſpecies paulò oblongiorem habet figuram, & malo immediatè ſecundum eius longitudinem annectitur, continenturque haſtâ diagonaliter diſpoſitâ, minoribuſque tantum lembis adhibetur.

Ex prioribus velorum ſpeciebus, exurgit triplex illa nauigiorum ſpecies quarum infima duobus aut tribus malis inſtructa, vela tantum latina admittit. horum præcipuum, ſeu magiſteriale, *la Maiſtre* medium locum obtinet. In prora aliud ſimile ſed multo minus habet dictum *Trinquet*; tertium in puppi Artimon ſeu *de Mizaine*.



Hæc ſpecies nauigij dicitur Barca. Triremis duo huiuſmodi velis agitur.

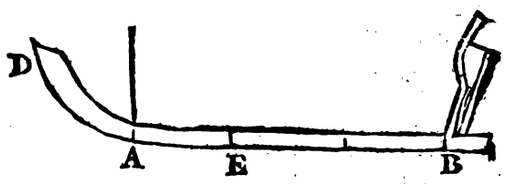
Secunda ſpecies quatuor habet malos, velis quadratis inſtructos, cum adſcititis, ſeu inſitis malis. hæc mioparonem conſtituit, *vn Vaiſſeau*.

Media ſpecies intermedia eſt, habetque malum præcipuum velis quadratis inſtructum, carcheſiò ornatum, malum tamen anteriorem velo triangulari inſtruit.

## DEFINITIO II.

*Partes Nauigij complectens.*

1. Spina (*la quille*) eſt tignum aliquod oblongum à puppi ad proram in ima nauigij parte protenſum, cui coſtæ innituntur, ſpinæ dorſi vices gerens. latitudo eſt ſemipedalis, in nonnullis pedalis longitudo varia nempe 100 pedum




talis eſt AB. fluuiatiles cimbæ vt pote latiores & planæ ſpina carent.

Rota Proræ. (*Eſtable où Eſtableure*) Italicè Rota di Proda.

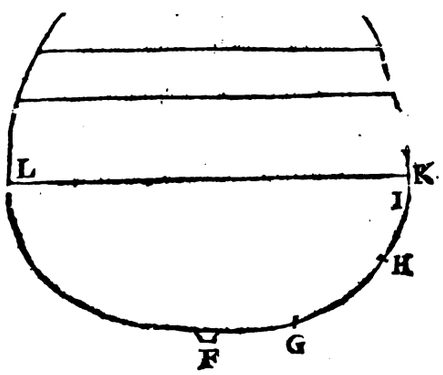
Prouincialiter *Capion de proüe*, eſt ſegmentum circuli, extremæ ſpinæ inſertum vt A D.

Rota puppis (*Eſtamber*) *Capion de Pouppe*, ad angulum obtuſum ſpinæ aptatur vt 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*.

Nauigij coſtæ ſatis ex ipſo nomine intelliguntur. cùm autem in maioribus nauigiis, vnicô lignô non conſtent, in tres partes vt plurimum diſtinguuntur. quarum prima, quæ inter vtramque ſpinam inſeritur vt F G dicitur *Madier où Varangue*.




Secunda G H à flexura dicitur Genu *Genoüil, où 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 hypomoclij Scalmus dicitur. *Scalme*.

Coſtæ dicuntur pares. *Couples*, quod binæ hinc inde copulentur.

Trabes quibus tabulata incumbunt vocantur *Bau*, vt L K.

Tabulata *Tilliac*, quorum quod omnium latius eſt dicitur *Franc-tilliac*, habentque ſuas trabes. trabs longior, ſeu quæ maximam nauigij latitudinem efficit, dicitur Architrabs ſeu *Maiſtre-Bau*.

Latitudo nauigij non vnam & eamdem in omnibus ad longitudine rationem habet. In triremibus eſt tantùm ſeptima pars longitudinis. in Mioparonibus Architrabs ſeu *le Maiſtre Bau*, quartam circiter ſpinæ partem ſibi vendicat.

Concauitas deſumitur ab Architrabe, ad ſpinam eſtque media pars Architrabis.

Latus

Latus nauigij, ſumitur vtrinque, *le Bord*, quæ vox ſæpè toti nauigio tribuitur. ſic dicitur Gallicè. *Perſonne n'eſt entré dans noſtre bord.*

Latus illud quod ſedenti in puppi dexterum, eſt, dicitur *Tiersbord* ſiniſtrum *Bas bord.*

Vltima Zona, ſeu corona *Cheinte* quæ Scalmos coniungit dicitur *Vibord.* quæ ſupra huiuſmodi Zonam, ſunt poſita dicuntur opera mortua, & communiter ex pino conſtant. quæ infra dicuntur opera viua & ex quercu conſtruuntur. *Oeuures viues, Oeuures mortes.*

Bombardarum feneſtellæ Sabords.

Carina, *Carene c'eſt le creux du Nauire. le fond de Cale* totum illud ſpatium quod primo tabulato ſubeſt. dicimus Gallicè *donner Carene* quoties in latus vnum incumbit nauigium, vt eius rimæ ſtupâ communiantur. *Calfater* dicitur item *le Nauire eſt à cran*, hoc eſt inclinat ita in vnum latus, vt ſpina ferè appareat.

Puppis eſt poſterior pars nauigij, *la Pouppe, l'arriere du Vaiſſeau* in cuius poſtrema parte eſt gubernaculum. *le Timon.*

Gubernaculi manubrium. dicitur *Orgeau.*

Puppis vt plurimum 4 habet tabulata: quibus diſtinguuntur primò in inferiori parte, panis Apotheca. *La ſouſte du biſcuit.*

Exinde ſanctæ Barbaræ cubiculum. *la ſainte Barbe* ſeu exploſorum æneorum tormentorum. in ea mouetur gubernaculi manubrium. qui tamen ad clauum ſedet, in ſuperiori eſt tabulato, & per foramen ope vnius perticæ, temonem in vtrumque latus mouet.

Sequitur Nauarchi ſeu capitanei cubiculum, picturis, vt plurimum ornatum, ad cuius duo latera, prominent duæ porticulæ.

Huic imponitur aliud cubiculum naucleri ſcilicet *du Pilotte* ante quod, eſt area ſeu Theatrum quod vulgò dicitur *la Dunette.* & ſupra aliud quod dicitur *le Gaillard.*

Ante Nauarchi cubiculum, ſita eſt cuſtodia, quam etiam habitaculum nominant *la Geſole, le Bitacle* ſeu Armarium in quo pixis nautica & vt plurimùm tres aut quatuor lampades. Arenaria, *les Ampoulettes*: cum campanula, vt 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 nauis.

Prora eſt anterior nauigij pars: quæ humiliot eſt puppi, nec in tot tabulata diſtinguitur. Altior tamen eſt reliquis nauigij partibus habetque Theatrum, *le Gaillard de proüe.*

Roſtrum *l'Eſperon de la proüe.* huic vt plurimum imponitur Hieroglyphicum aliquod ſæpe nauigio nomen imponens, quamvis vt plurimum 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 breuioribus Armati.

Sentina (*la Sentine*) locus infimus nauis, ad quem ſcilicet aqua confluit, dicitur etiam *Hoſſec.* exhauritur ſentina, vt plurimum anthliis.

Aperturæ quibus ab vno tabulato ad aliud deſcenditur dicuntur *Iloires, Eſcoutes, Eſcoutilles,* tabulæ quibus clauduntur *Panneaux.*

Saburra, *l'Eſt, Saurre, Quintelage.* conſtat autem Arena aut calculis. nauigium ita ſiſtit, vt inclinari non poſſit.

Primum tabulatum ſeu ſuperius continuum non eſt, ſed clathris apertum, vt fumo ex tormentis bellicis, per lumen erumpente, exitus concedatur. oculi bouis, 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 Poulaine.* dicitur etiam *Maſt de Ciuadiere.*

Secundus dicitur malus Dolonis, à nonnullis dicetur myſeni. *Maſt de mizaine* quamuis in multis locis hæc appellatio tribuatur vltimo 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 rotundâ malo impoſita.

His malis alij adſcititij inſeruntur, primô ad proram, inſeritur malus Pſitaci vt vocant. *Maſt de Perroquet de Beaupré.*

Malo Dolonis inſeritur malus charcheſij *Maſt de hune de Trinquet où de miſaine. où maſt de bourcet de Trinquet.*

Malo maximo inſeritur malus maioris charcheſij, *Maſt du grand Hunier*, vel *du grand Bourcet.*

Artimoni denique inſeritur malus pſitaci Artimonis, ſeu *Maſt de Perroquet d' Artimon où de Meiane.*

Duo mali medij ſecundô inſtruuntur charcheſiô. nempe, *Hune du grand Bourcet. Hune du bourcet de Trinquet.*

His inſeruntur alij duo mali, qui pſitaci dicuntur. *maſt du Perroquet de Maiſtre. maſt de Perroquet de Trinquet.*

Quare decem habentur mali & conſequenter decem Antennæ. quæ Gallice dicuntur *Verghe.*

Antennæ idem nomen habent ac ipſi mali. nempe, *la grande verghe. la verghe de Trinquet.* & ex iis pendent carbaſa eiuſdem nominis.

Vela omnia in mioparone quadrata ſunt, exceptô Artemone cuius velum triangulare eſt. velum primi mali, ſeu inclinati. *du Beaupré* in extremitate duo habet foramina, vt ſi quando accidat vt mergatur, ſeu aquam tangat, per ea poſſit effluere.

Vltimo malo ſeu ſupremo annectitur vexillum. ſeu *le Pauillon* præcipuum eſt in medio malo.

In exercitu, Admiralij nauis 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 10 vela. dantur & aſcititia. nonnunquam augentur vela, per partem inferiorem, quæ additamenta dicuntur *Bonnette.*

Vel

Digitized by Google

Vel per latera dicunturque cultelli, *des coussieaux 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 vni malo sufficiant, ex pluribus construuntur, hæc ligna vocantur. *Gemelles Gaburons Coſtons*, & mali ita fabrefacti *Gemellez Caburonez Surliez*.

Antennæ malis annectuntur, possuntque attolli, & demitti. attollere dicitur *Hiſſer*. demittere. *Amener. Carquer*. idest expandere. Vela sub antenna complicata dicuntur *Ferlez*.

*Barres* sunt ligna 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 vsque adeo magnus

Primus funium ordo, continendæ in statione, & contra ingruentem ventorum impetum firmandæ navi deputatur.

Suntque rudentes, seu cameli, *les Cables gommenes* debentque ad minimum haberi quatuor.

Minores rudentes dicuntur *Guerlin*, variisque vsibus sunt accommodati.

Principalis anchora, quæ & sacra dicebatur, in casibus tantum extraordinariis adhibetur, vt dum est periculum ne in syrtes, aut littus incidat.

Secunda communitet in statione navim detinet. Tertia ad latera ponitur, ad impediendum ne navis anchoram trahat *Elle ſert pour enfourchee vn nauire de peur qu'il ne chaſſe ſur ſon Ancre*.

Quarta anchora minor dicitur lutosa. *Toueux ou boueux*, estque vsui ad extrahendam navim ex portu, ope axis in peritrochio, *elle ſert pour haller vn nauire, & le tirer hors du port auec le cabeſtan*. minor hic funis nauticus dicitur *Anciere*.

Partes anchoræ sunt annulus, virga, brachia, vnci, & axis ligneus, *l'anneau, la verghe, les bras, les pattes, & leſſieu de bois ou le tas*. Annulus munitioribus 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 ex ipsa navi trahi anchora ope axis in peritrochio, sed tunc navis fertur ad locum anchoræ. Potest educi aliò modò, ex navicula enim educitur loro, seu fune qui annectitur vni brachio anchoræ; & alia extremitas cado, in superficie aquæ sustinetur. *Oh enleue l'ancre par les cheneux auec le lorin*, cadus hic dicitur *bouc*.

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* coniunguntur, alia Ellyptica ligna ferreis vncis firmiter adhærent, aliique minutiores funes, huiusmodi lignorum foraminibus inseruntur, vt facilius maiores funes adducantur. hi minutiores funes dicuntur *Rides*, qui vt 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 *ſgures* formanturque scalæ quibus in carchesia conscenditur.

Mali superiores suos etiam habet funes, quibus cum carchesio inferiori connectuntur. quos nonnulli vocant *Galeban*.

Solus malus inclinatus huiusmodi funibus careret, quod firmiter ipsi nauigio adhæreat.

Secundus funis quo mali firmantur est transversalis, protensus scilicet à summitate, seu carchesio vnius mali ad pedem mali anterioris, vocaturque *l'Eſté* sic dicitur *le grand Eſté, l'eſté de Trinquet eſté du grand Hunier*. Hic funis non tantum firmando malo vtilis est, sed etiam vt eo cæteri funes dirigantur.

Tertius funium ordo erit operariorum. *Manœuure* 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 *Iſſat* dicimus. hi secundum longitudinem mali protenduntur, duobusque trochlearum loculamentis vnò superiori mobili, alterò inferiori immobili annectuntur, & circa trochleas circumvoluuntur. sic enim vires hominum augentur.

Secundò sunt funes libratorij *les Valencines, ou balancines*, quòd antennam in vnam, aut alteram partem inclinent, & quasi librent. hi ab extremitate antennæ ad trochleam sub carchesio positam pertinent, descendunt; per scalas ad latus navigij.

Tertio sunt brachia *les bras*, quibus antennæ vna extremitas ad puppin trahitur.

Quarto velorum extremitates aliis funibus continentur, quæ dici possunt caudæ *Eſcote ou Eſcotte*. dantur & alij funes contrapositi, *contre eſcotte*. saltem in velis inferioribus.

Quintò de repente nonnunquam implicanda sunt vela, id præstant funes implicatorij, qui dicuntur *Brouils*, qui à limbo inferiori velorum ad antennam transversim pertinent horum funium nonnulli dicuntur *Breuils*, alij *Martinets*, alij *Garcettes*.

Primi quidem ad quartam limbi inferioris partem annectuntur, illumque attollunt ope trochleæ in superiori virga annexæ; & secundum malum descendunt.

Secundi angulis velorum annectuntur, pariter ad trochleam in antenna positam pertinent descendentque ad scalas. *Les aubans*.

Tertij, ipsi antennæ annectuntur, suntq; vsui ad complicandum omnino velũ *pour ferler les voiles*.

Dantur & funes circa vela annexi, vt fortiora evadant, dicuntur *Ralingues*.

Denique sunt aliqui funes limbo laterali velorum annexi, vt contineantur, quoties obliquò ventò procedendum est. hi dicuntur *Boulines*.

Brachia veli principalis firmantur versus Theatrum puppis. *Sont amarez vers la dunette*. brachia maioris Carchesiani *du grand Hunier* annectuntur ad latera navigij, vltra malum Artemonis.

Brachia Trinqueti annexa sunt ad tertiam partem maioris transversalis *du grand Eſté*.



Digitized by Google

Carchesiani Trinqueti brachia, annexa sunt transuersali maioris Carchesiani. *à lestè du grand Hunier.* Idem dicendum de velis supremis seu Pitacis. brachia Thalassomachi ad Transuersalem Dolonis annectitur.

Hi funes qui sunt 10 aut 12. 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 maiorem sub Carchesio positam circumuolutus, pertinensque ad loculamentum *cuì drisse seu issas* annectuntur.

In Triremibus aliisque omnibus nauigiis, quæ vela latina adhibent, alij sunt funium operariorum ordines, & multò pauciores, vt diximus.

## DEFINITIO V.

*Cætera voces & termini nautici.*

Multas nauticas voces, ad Nauium partes reuocare non potui, eas ordine Alphabetico referam.

*Agreer vn naui e.* Nauim nautico apparatu instruere aut potiùs inspicere an bene sit instructa.

*Agreils* apparatus. *Agreeur*, qui nauim apparatu instruit.

*Aisgade*, faire aisgade. Aqua dulci nauim instruere.

*Ameiner, mainer la voile* vela demittere.

*Arbalestes, balestrille* Crux Geometrica ad obseruandam syderum eleuationem.

*Aplester les voiles.* Explicare vela.

*Arizer les verghes.* Antennas demittere, & lateribus nauigij annectere, ad declinandum venti impetum.

*Banc*, transtra remigum. Syrtes arenosæ.

*Bande.* latus nauis. *Mettre le timon à la bandè* Gubernaculum ad latus detorquere, inclinare.

*Brayes* caligæ, corium est vel tela cerâ obducta, quâ maioris mali pes inuoluitur.

*Cale. fonds de cale* carina.

*Caler* demittere, dicitur de homine qui in mare demittitur.

*Cape mettre à la cape.* Est velum præcipuum ita obliquare, vt ventum in nullam partem excipiat, temone vento obsecundante.

*Chourme.* Captiui Remiges.

*Faire chappelle.* Quoties aduersis velis occurrit ventus nauis circumuoluitur vt eum excipiat.

*Collier de l'estè.* Torquis transuersalis.

*Courste.* In triremi, iter à puppi ad proram, inter remigum transtra. ex quo desumpsit nomen, tormentum bellicum præcipuũ, quod is sit eius locus.

*Dalot*, canalis ad ducendam aquam anthliis hauriendam.

*Enuergher les voiles*, vela antennis aptare.

*Equipage*, nautica turba.

*Epicer vne corde*, alteri annectere.

*Escore*, præruptum littus.

*Estotard*, lignum quô 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 quô continetur Trochlea.

*Falaise.* præcelsum & prominens littus.

*Herse* Tela. Hoc velum tot telis constat.

*Feme.* tridens piscatorius.

*Vent frais. il se rafraischist* validus, inualescit.

*Gabords planche du bordage.* Asseres quibus teguntur costæ exterius interiores verò dicuntur *serrage.*

*Gardes* custodes, duæ stellæ in cynosura.

*Guinder* in altum euehere.

*Harpons.* sunt instrumenta ferrea acie instructa, antennis adiuncta ad præscindendos hostilium nauium funes.

*Haure* Portus, *Haure de barre* portus quem nonnisi cum æstu maris subire possunt naues.

*Houage*, nauis vestigium in mari.

*Houardy lisse de Houardy* vltima trabs versus puppin

*Huter* decussare antennas. earumq; extremitates lateribus annectere ad declinandũ venti impetum.

*Largue Alarguer.* Recedere à nauigio.

*Lignes* funiculus bolidi destinatus.

*Estre au lof.* ventum alteri naui præripere.

*Louier* nauigare per anfractus.

*Lumiere* canalis quô aqua ad sentinam decurrit.

*Maistre d'Acke.* Faber lignarius.

*Mouiller.* anchoras mittere.

*Nocher* Nauclerus. velis imperans.

*Ossec* sentina.

*Orser aller à orse* obliquô ventô nauigare.

*Pages de vaisseau moussi.* Ephœbi.

*Palans* Funes transuersali annexi, ad attollenda pondera.

*Panne mettre à Panne* nauim inclinare, ad obstruendas aquæ vias.

*Pauillion. baisser le pauillion.* vexillum demittere.

*Pauier Pauesade* scuta, seu lanea lorica, quæ nauis & carchesiorum latera tegit.

*Pilote* nauclerus viæ ductor.

*Plage* ora vadosa.

*Poincter vne carte* punctum inuenire ad quod peruenit nauis.

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*Nauium mensura, & magnitudo.*

Prima mensura quæ in vsu est apud Europæos, & ad quam nauium magnitudo exigitur est doliũ. continens pedes cubicos parisinos proxime 28. pẽdens autem libras 1000. apud Hollandos sunt in vsu Vehes, quorũ singula continent 12 dolia aquæ. quare in vsu est, vt dicatur nauis 100. ducentorum, trecentorum doliorum. quod quomodo intelligẽdum sit, hic explicare debeo. certum est ex tractatu de natantibus in humido, omne corpus leuius aquâ, tantùm demergi intrà aquam, donec in eâ locum occupet aquæ sibi æquiponderantis. si igitur nauis simul cum onere quod ipsi imponi potest, occupet locum 100. doliorum; bene dicetur nauis 100 doliorum aquæ. communiter tamen fit abstractio à pondere nauigij, eaq; communiter censetur 100 doliorum, quæ onerata, præter locum quem in aqua occupabat vacua, occupat præterea locum 100 doliorum. quod idem est ac, si diceremus, cui imponi potest pondus æquale centum doliis, seu 200000. libris.

Restat tamen definiendum ex magnitudine nauis, quantùm oneris ipsi imponi commodè, & sine periculo possit; neque enim tota nauis ad suprema vsquè tabulata demergi debet, alioquin esset facile ex eius capacitate, onus imponẽdum determinare. nam cum lignum sit leuius aquâ, si tota nauis, aquâ impleretur, adhuc supernataret, ex quo videretur posse ipsi imponi pondus æquale, aquæ, cuius capax

est,

Digitized by Google

est. Quia tamen hoc nimis periculosum est, nam quâlibet vi externa ventorum ingruente mergeretur, aut saltem in aqua dulci, vt in fluviis; ideo saltem tertiâ sui parte extare debet supra aquam; ex quo fit, vt ipsi communiter imponatur pondus æquale dimidiæ aquæ, cuius concavitas navis capax est, & alia pars vsque ad duas tertias tribuitur ponderi ipsius navis: & eius supellectili.

Caracæ Lusitanorum sunt communiter 1200 doliorum. Hollandicæ 8400.

Facile autem erit capacitatem navis æstimare, si eius longitudinem per latitudinem aliquam mediam duxeris, & productum per altitudinem multiplicaveris. dixi latitudinem mediam, cum enim navigiorum figura non sit parallelepipeda, sed sensim vt plurimùm decrescat, immo ad proram, & puppim sit contractior, horum omnium ratio habenda est, vt exactus navigij calculus habeatur.

Poteris autem facilè pondus totius navis, & adiecti oneris æstimare, si partem demersam metiaris, si enim longitudinem, per latitudinem aliquam mediam, vt priùs multiplices, & productum iterum, in altitudinem partis demersæ ducas, habebis pedes cubicos, quos navis in aqua occupat, & cum pes cubicus 71. libris cum sextante æqualis sit, innotescet quantitas ponderis totius navis, & oneris impositi, cuius duæ tertiæ tribuentur oneri.

Pariter determinabis quantùm mergi debeat, navis in aqua fluviatili. cum enim aqua maris, ad aquam dulcem eiusdem molis se habeat, vt vult Mersennus vt 46. ad 45. vel vt $63\frac{1}{3}$ ad 62. vel vt $73\frac{1}{4}$ ad 72. Si navis regularis esset pars demersa in mari ad demersam in fluvio se haberet vt 45. ad 46. vt exactius procedatur debet quadragesima quinta pars addi, numero pedum cubicorum inventorum in mari.

Quò autem maius est pondus navis oneratæ, eò minùs procellis agitatur. vnde tempestates quæ minoribus navigiis periculum afferunt; maioribus non nocent.

Si onus navigij sit exiguum; aut ex materia levi, ideoque quæ etiam in superioribus navigij partibus collocari debeat; addenda est saburra, quæ duo præstat, primum vt moderatè navis immergatur aquæ, secundum vt recta, & firma adversus ingruentes ventos consistat. Licèt enim sit onerata navis, si onus impositum non sit in imo loco collocatum, sed in superiori aliquo tabulato; non resistit ventis, immò vbi tantispet inclinata fuerit navis; pondus eam magis deiicit. debet igitur saburra esse in infimo, quantùm potest, nec posse moveri in partem inclinatam. ex quo fit vt pessimum onus sit aqua, eò quod accurrat in partem iam inclinantem; debet item saburra ita distribui, vt nec prora nec puppis nimium assurgant, aut navis in alterutrum latus propendeat.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Navium proportio.*

Non vna in omnibus observatur in navibus construendis proportio. In Galeonibus nostris talis communiter observatur. carina pedes habet 120. latitudo 40. à sentina ad primum tabulatum pedes 9. à primo tabulato ad secundum pedes $6\frac{1}{3}$. à secundo ad tertium pedes $7\frac{1}{2}$. Spondæ autem pedum 6. hoc est altitudo in medio fere triginta pedũ.

Longitudo mali magistralis fere æqualis est carinæ, in maioribus navibus paulò minor. intelligitur longitudo vsque ad 6 aut 7. pedes supra caveã; dum imponuntur alij mali decrescunt semper in proportione subduplâ, antenna quinta parte minor est malo. malus *Trinquet* quinta parte minor est magistrali; & Artimon aliâ quintâ parte. huius antenna velo triangulari deputata illi est æqualis.

Velorum autem sit hæc proportio. sit navis 200 doliorum. velum grande habet altitudinem 11 vlnarum, latitudinem 22. velum *Trinquet* seu dolonis altitudinem vlnarum 10. latitudinem 19. velum grandioris caveæ; habet altitudinem vlnarum 9. latitudinem 18. immò est inæqualis latitudo eius sicut in omnibus superioribus velis, velum caveæ dolonis, altitudinem vlnarum $7\frac{1}{4}$ latitudinem 17. velum civaderæ altum vlnas 5. latum 14. alia minora pro istorum ratione.

Anchora sacra certam pro magnitudine navis proportionem habet, vt pro 100. doliis quibus onerari potest navis, quingentas libras pendat anchora præcipua. pro 200 doliis mille, & ita deinceps. qui plura in hac materia desiderat, quæ vsu potiùs & experientiâ quam vllâ ratione Geometricâ addiscuntur, legat Patrem Fournerium, Crescentium, Ianssonium, Dudlæum.

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*Remigatio.*

Quærit Aristoteles ad quam potentiam motricem, revocetur remigatio, videtur autem inclinare ad vectem primi generis, assero tamen remum esse vectem secundi generis. pondus nempe est in scalmo; hypomoclion mare. nam id cuius resistentia vincitur, illud habet rationem ponderis, sed navigij resistentia ad motum vincitur, & quò maior est nauis, eò maior est difficultas: ergo nauis habet rationem ponderis, licet autem videatur vinci aquæ resistentia quâ nempe resistit diuisioni; hoc non impedit quo minus pondus sit in naui, vt si quis per vectem secundi generis conetur, clauum in tabulam introducere, etiamsi videretur resistentia non esse in clavo, sed in ligno resistente, non desinit tamen resistentia hæc exerceri in clavo. adde quod per accidens est, quod eidem mari inritatur extremitas remi, in quo invenitur aliqua resistẽtia; nã si extremitas remi terræ inniteretur melius fieret remigatio, & terra haberet rationẽ hypomoclij.

Neque aliquid facit, quòd potentia videatur tantundem itineris conficere, quantum nauigiũ quod habet rationem ponderis, cum tamen in vecte secundi generis plus potentia moveatur, quàm pondus, nam si aliquis esset extra navim, & remigaret in primo ictu, quem remo imprimeret, plus moveretur, quàm navis. vnde per accidens est quod remex insistat navigio, & ab eo deferatur; quia singulis ictibus duplò maiorem motum efficit, quàm navis moueatur, motu nempe proprio.

Ex quo sequitur, quò maior est distantia à scalmo ad mare, eò difficiliorẽ esse remigationẽ, quia pondus est in maiori distantia, quò verò longior fuerit remus eo cæteris paribus faciliorem esse. Secundùm principium generale potentiarum motricum

tricum, nempe distantia potentiæ ab hypomoclio auget, eius vires. vnde quoties duo, aut tres remigant eôdem remô, qui magis distat à scalmo, maiores habet vires, licèt in maiori motu faciendo forsitan plus defatigetur. vnde dicit Aristoteles eos remiges plus posse qui siti sunt in medio navigij, eò quòd cum navigia in medio latiora sint, remi etiam sint longiores.

Posset quæri cur tanta navigia remis moveantur, quæ si essent in terra, ne tantillum quidem nauigarent, etiamsi quadruplò plures adhiberentur remiges. quæ difficultas communis est non tantùm remigationi, sed etiam pluribus aliis motibus. solus equus naviculam in flumine natantem trahit, qui vigesimam eiusdem oneris partem in terra non moveret. idem de ventis dicendum est.

Respondendum est id oriri ex facili divisibilitate aquæ, nam motui horizontali præcisè ponderа non resistunt, ex se, sed tantùm ratione impedimentorum occurrentium, quæ superari debent. vnde in plano omninò æquabili, & levigato, non est difficilis tractio ponderis, nisi in quantùm planum consentit. impetus igitur in navigio productus vincendam tantum habet resistentiam aquæ, vt dividatur, & locô cedat; ex quo fit vt figura navigij tantopere conferat, vt si sit rostratum, si eius latera sint lævigata, & sævô illita, facilius enim & velociùs cæteris paribus movebitur navigium, ita vt quintâ parte sit motus velocior, tantum si sævo inunctum sit.

Posset item quæri an remigatio tota in aquis fieri possit, hoc est vt remus non educatur ex aqua. Primò quidem certum est, si nullum aliud adhibeatur artificium, inutilem fore talem remigandi methodum, quia impetus qui producitur, dum remex ad se adducit remum, destrueretur dum contrariô motu, eundem remum impellit. Si enim attente consideretur totius remigationis progressus, hanc in duo tempora partiri licebit. nam remex manubrium remi demittendo, palmulam ex aqua elevat, & versus proram propellit, tum manubrium elevando palmulâ demissâ aquam verberat, cuius resistentia vicem habet hypomoclij, si autem quantum aqua resistit motui palmulæ versus puppim motæ, tantum eidem versus proram impulsæ aër resisteret, impetus qui navi imprimeretur, destrueretur, atque adeo nihil fieret ad remigationem igitur perficiendam, duo requirentur media, nempe aër non resistens remo, & aqua resistens remo. sicut dum progredimur, aër pedibus non resistit, terra verò pedibus resistit.

Nihilominus absolutè loquendo posset in eôdem mediô fieri remigatio, nam & pisces in aqua, & aves in aëre remigant; vnde initiô dixi nisi aliquod adhibeatur artificium. in natatu autem piscium pinnæ complicantur, & eâ complicatione aquis non multum resistunt, adde quod antrorsum moventur quasi obliquè, dum verò in partes posteriores moventur, secundùm latitudinem suam aquam verberant. pariter alarum pennæ, & pennarum villi, ità sunt dispositi, vt motui antrorsum facile cedant, motui retrorsum resistant, ita etiam remus valde latus si semel quasi cæsim aquam dividat, deinde totâ palmulæ latitudine aquam verberet, poterit remigatio tota in aquâ fieri. Ita aliquando in parte posticâ navicularæ, locô gubernaculi remus collocatur, qui hoc genere remigationis eam promovet, & hoc sine vllo strepitu. sed motu alterno, & concitato.

Duo mihi videntur in remigatione incommoda. Primum quod plus laboratur in promovendo remo antrorsum, & sublevando ab aquâ, quam in ipso actu proprio remigationis. Secundò quod contrariis fere motibus movendus sit remus, ex quo fit, vt acquisitus semel impetus, ita deperdatur, vt cessare omninò debeat, dum alter producendus est, quare omnes illæ machinæ, aliis præferendæ sunt quorum motus nullô modô interrumpitur, ideoque circulares sunt optimæ, eo quod motus semper in seipsum recurrat.

Excogitari posset rota aliis, seu palmulis aquam in eandem semper partem verberantibus instructa, quæ faciliorem multo remigationem redderet, haberet tamen præter expensas suâ incommoda, præcipuum est quod rotarum palmulæ, nimis oblique aquam impellant; vel nimis leviter eam perstringant; alioquin mioparomibus etiam tales rotæ facile adhiberentur, & cum magnâ vtilitate.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*De gubernaculo seu temone.*

Mirantur nonnulli quod gubernaculum exiguum licèt, & latitudinem vix vnius, aut alterius pedis habens; ingentes tamen navium moles in partem quamlibet ad nutum detorqueat. quæritur ergo vnde tanta vis homini ex gubernaculo; & ad quam potentiam revocetur. Respondeo motum navigij non esse ab homine gubernaculum movente, sed à mari, aut vento; & hominem ponere tantùm conditionem, vt motus fiat dextrorsum, aut sinistrorsum. eôdem prorsus modô, quô dum ingens pondus in planum inclinatum incurrit, motus non est à plano inclinato, aut sicut si 100. homines currum impellerent à parte posticâ, si quis temone priores rotas in vnam partem inclinaret, totus currus cum impositô sibi pondere hanc determinationem sequeretur, licèt ille qui rotas detorquet pondus illud loco movere non possit. ita etiam dicendum est in hac materia. motus navigij non est à movente gubernaculum, & hoc manifestum est, nam immotâ navi, etiamsi gubernaculum in vnam partem inclinetur, nullus tamen propterea motus in navi animadvertetur. vnde dicendum est hominem ponere tantùm determinationem, & conditionem, vt motus à ventis, aut remis producendus in vnam partem detorqueatur. Sit enim navigium AB, gubernaculi ala BC, in vnam partem detorta, interea dum navis AB, aut ventorum vela implentium impulsione, aut remorum vi fertur antrorsum, ala BC in mare incurrit, & motum illum nonnihil remoratur, ex quo fit, vt prora A, in D detorqueatur, magna autem est vis aquæ in gubernaculum incurrentis, æqualis nempe motui navigij, illâ igitur detorsione, motus incipit esse circularis. ex quo sequitur quod quò velociùs currit navis, eò faciliùs regatur, nempe in alterutram partem deflectat, difficiliùs tamen gubernaculum continetur in situ obliquô. quò longior fuerit manubrium BE, eò faci.iùs




Digitized by Google

facilius temonis alà, gubernatori obediet, vnde in gubernaculis communibus licèt ala B C, non superet vnum pedem, manubrium B E decem aut duodecim pedibus longum est.

In fluuiatilibus nauiculis aliter dispohitur gubernaculum, habetque potiùs officium remi, quàm gubernaculi. ratio autem peritur, ex eo quòd in fluuiis nauiculæ secundô fluuiô ferantur, & non incurrant in aquam, sed simul cum aqua descendant. quare gubernaculum simplex quod sub naui recta descendit, modicamque habet latitudinem nihil efficeret. quia vt iam dixi etiamsi obliquum situm obtineret, cum in aquam non impingat, non poterit detorquere nauim. non igitur adhibetur gubernaculum simplex, cuius officium cessaret, sed loco illius remus, cuius ope, quasi vecte verè mouetur puppis; vnde remus ille maximus est, vt pote qui determinatam debeat habere rationem cum pondere totius nauigij in mari verò aliter se res habet, neque enim vt dixi gubernator nauim detorquet sed ventus.

In lacubus immotis poterit adhiberi gubernaculum eiusdem rationis cum maritimo Item si aduersô fluuiô fuerit nauigandum immò legi alicubi, dum vento propitio & valido contra maris æstum velocitet ferretur nauigium, casu aliquô gubernaculum situm obliquum habuisse; ex quo factum est vt nauis celerrime ad latera detorqueretur & parum abfuerit quin in cautes illideretur. quia tunc duplex erat impetus, aquæ in gubernaculi alam impingentis; nempe nauigij magnâ celeritate à vento delati, & æstûs maris aquas in contrarias partes deferentis.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Velificatio.*

Constat experientiâ, quò altiora sunt vela, hoc est, quò Antenna magis attollitur in malo, eò cursum nauigij. velociorem esse, atque adeò maiores esse vires eiusdem venti, incurrentis in carbasa altiora quàm in demissiora. vnde prima quæstio decidenda erit, an id proueniat ratione vectis, an ex aliô accidenti.

Assero igitur altioribus velis ventum potentiorem esse ad inclinandam & euertendam nauim. quia aqua cui nauis innititur, habet rationem hypomoclij, malus rationem vectis, ventus potentiæ; nauis secundum eam partem quæ attollitur; dum alia deprimitur rationem pondetis. neque video vllam difficultatem, nam in hoc motu inclinationis, quò longior est malus, aut vela magis attollantur, eò potentia scilicèt ventus in vela impingens, magis mouetur, & maius spatium emetitur, eâdem nauigij inclinatione perseuerante. nam exactè obseruatur principium commune, & vniuersale, augmenti potentiæ; quod plus mouetur, plus mouet seu maiores habet vires ad mouendum.

At verò respectu motûs, quô currit nauigium, non videtur obseruari ratio vectis, neque enim si duplò sint altiora vela, ventus propterea duplo maiores habent vires. ratio huius rei est, quia tunc tantùm obseruatur ratio vectis quæ augeat vires potentiæ, quando augetur illius motus supra motum ponderis, sed ventus impingens in malum, tantumdem mouetur quantùm nauigium, in quâcumque mali parte statuantur vela; igitur ex eo capite, non augentur eius vires. neque enim recurrendum esset ad excessum circuli maioris, quem circa centrum mundi describit, supra circulum à naui descriptum. hic enim excessus ita paruus est, vt illius nulla ratio sit habenda. Quod explico alio exemplô. In mediô currûs excitetur malus, trahaturque ab equis currus ex diuersis partibus illius mali, haud dubiè in ordine ad difficiendum & euertendum currum, maior erit equorum virtus, quò funis altiori mali parti annexus erit, in ordine autem ad trahendum curtum, non fient potentiores equi, quia semper æquale cum curru iter conficiunt, si enim aliter res se haberet, haud dubie, currus omnes malo instruendi essent, vt vnô equô possent trahi, etiam dum coguntur tres, aut quatuor adhibere.

Alia igitur causa quærenda est. nempe ventus tenui licèt aura constans, aliquam tamen partium vnionem, aut contiguitatem habet. ita vt 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, vnde remotiores à mari partes, minùs sistentur. Adde quod omnis motus impressus rectus est, ex quo fit vt maris protuberantiâ, (nam etiam in orbem flectitur eius superficies vt diximus) facit ἀναπόμπιον, seu borrâssam, hoc est impedit motum illum directum. ventus igitur, quò erit altior eò celeriùs feretur, & consequenter maiorem impetum imprimet. & hanc nautæ rationem afferunt, nempe altiora velâ ventum excipere meliorem, quod voce Gallicâ meliùs sonat, *le Vent plus frais.*

## PROPOSITIO VI.

*An ventus posticus obliquo sit optabilior.*

Quicumque per aliquos dies, in mari nauigauerit, notauerit etiam non tantùm vento à puppi flante, seu vento omninò propitio, quem hic vocabimus posticum, iter peragi posse, sed etiam ventis obliquis vt plurimum vtendum esse. vocant Galli, *Vent de derriere*, alij verò valde obliqui dicuntur, *Vent de quartier*, quæritur ergo an optabilius sit ventum posticum habere, quam tantisper obliquum. cui quæsito vt satisfaciam distinguendum puto, vel enim nauigium vnicô malô instructum est, vel pluribus, si vnico ventus posticus cæteris paribus erit optabilior, facilisque aquam diuidet, eò quod directè nauigium impellat.

Si verò pluribus malis instructa sit nauis, vt sunt communiter longiores quæ 4 habent nempe decem vela, tria in quôlibet malô mediô, & duo in quolibet extremo, & nonnunquam 146 cùm vela non possint ita constitui, quin aliqua iaceant in directum, cum aliis, secundùm nauis longitudinem dum ventus erit omnino posticus, prima quidem vento exposita, eum excipiunt, sed reliquis in prora positis ita suffurabuntur ventum vt maneant affixa malo, sintque inutilia. Et dicuntur ea vela malum verbetare, *les*

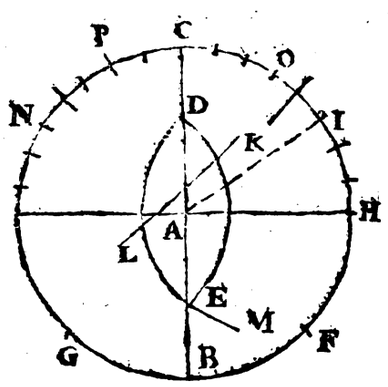
*voi es batent.* eò quòd idemtidem malum ſuccutiant, ventô verò tantiſper obliquô, vela omnia diſtenduntur & operantur, & longior venti tractus in vela incurrit. optabilior, igitur eſt ventus diſtans à poſtico gradibus 45, quam poſticus ipſe propter rationem allatam.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Quot venti obliqui ſint vtiles.*

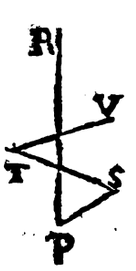
Mirabile videtur non expertis, vt eôdem tempore flante verbi gratiâ borea, nauis vna ab oriente in occidentem plenis velis feratur, alia verò contrarium omninò curſum teneat, & ab occidente in orientem naviget, ita vt duæ proræ poſſint in ſe inuicem incurrere; quod quomodo fieri poſſit hic explicandum ſuſcipio. & primò quidem ſciendum eſt cùm tota difficultas quæ in mouenda naui occurrit, præcipue ex reſiſtentia aquæ ad diuiſionem oriatur, facile mouebitur navis ſi directe impellatur, nempe ſi ſecundùm lineam à puppi ad proram ductam, curſus dirigatur. E contra vero difficillimus ſit motus ſi tranſuerſim, & quaſi ſecundum latitudinem ſuam mouenda ſit eadem navis. nam ſi conformatio navigij nempe vt ſenſim à prora aperiantur eius latera, & ipſa prora rationem habeat cunei, ſi (inquam) figura in acumen definens tantùm poteſt, vt propterea aliquæ naues, duplum ſpatium eôdem ventô, & tempore conficiant, multò maior erit difficultas vt navis tranſverſalem motum ineat, & ſecundùm longitudinem ſuam, aquam diuidat. vnde fit, vt impetus qui tranſuerſim navim mouere deberet, vel minimâ poſitâ determinatione, facile motum antrorſum producat, reſiſtente multum tantâ aquæ copia, quæ in lateribus navim amplectitur, & parum reſiſtente eâ quæ proræ acuminatæ occurrit. ſupponatur igitur navis in puncto A pupis E, prora D. ex A vt centrô deſcribatur




circulus diuiſus in ſuos gradus clariſſimum eſt ventum ſpirantem ex B in C, fore propitium, & poſticum immo quicumque venti ſunt inter G, & F poſiti, hoc eſt non diſtant à puncto mediô puppis niſi gradibus 45, illi inquam cenſentur propitij, immò & quaſi poſtici, & hi dicuntur gallice (*vent derriere*) ſit ventus diſtans à puncto B quadrante integrô aut ferè integro puta 70. aut 80 gradibus, qui à Gallis dicitur (*vent de coſté*) rectum etiam curſum tenebit nauigium; tũc enim nonnihil antennadeflectitur, hoc eſt non rectum angulum efficit, cum linea à puppi ad proram ductâ, vnde licèt ventus navis latera perpendiculariter impellat, quia tamen vela ſunt nonnihil obliqua, impellũtur in partem anteriorem, clauus item luctatur cum vento, & eſt oblique diſpoſitus, vt aqua in clauum incutrens, impediat quominus vẽtus navim aliter diſponat. quia autem vt dixi vix navigium poteſt obliquè & tranſuerſim moueri, facile autem mouetur antrorſum, & eſt aliqua determinatio, totus impetus expendetur in curſum directum, ità vt parùm admodum deflectat â linea à puppi ad proram ducta, erit tamen aliqua vt vocant aberratio quam vocant Gallicè (*derive*) periculoſus eſt iſte modus navigandi in tempeſtatibus, nam ventus facile poteſt navim ſubuertere, ſed tunc humiliora teneantur vela, coguntur etiam in tempeſtatibus hoc vti vento nautæ ne in ſyrtes & ſcopulos impellantur.

Ventus denique diſtans à puncto B pluſquam gradibus 90 minus tamen quàm 135 id eſt inter H & I poſitus vocatur communiter in toto mediterraneo mari, Ventus de Bourina, vel *de Bourdine*. Tunc autem antenna eſt fere vento parallela, vtendum eſt certis funibus medium velorum trahentibus, tantiſper ad proram, vt ventus poſſit vela implere, aut potiùs perſtringere. hi funes gallice dicuntur (*borme'he*) In huiuſmodi navigatione multum deriuatur, hoc eſt aberratur à curſu in quem directa eſt navis, vt intra diem 18 leucis ab eo deflectatur. iter etiam confectum parvum erit vixque intra diem perficies 20 Leucas ſunt igitur ex ventis 32 ad conficiendum aliquod iter 9 circiter inutiles nempe qui pluſquam 124. gradibus à ventô poſticô diſtant.

Si ventus magis diſtet à poſtico, vocetur ventus Anticus, neque propterea ſiſtendum eſt, aut regrediendum, ſed procedendum aliâ viâ vt ſi reſpectu navis, in puncto A poſitæ, ſpiret ventus ex puncto O debeatque petere locum C, dirigatur nauigium ad punctum N diſtantem ſemiquadrante à puncto O, ſic enim etiamſi nonnihil recedat à recto curſu, accedet tamen ad terminum propoſitum. ſi vero ventus ſit omnino contrarius nempe ſpiret à puncto C, dirigat curſum, ſeu proram navigij in punctum I per vnum aut alterum milliare, deinde, ad puncto N diſtans à puncto C gradibus 45, atque ita ſemper luctabitur, vt ſi fuerit nauis in puncto P, & terminus ad quem ſit punctum R, & ventus ſpiret à puncto R, poterit hanc viam inire PSTV & hôc modô ſemper accedet ad punctum R hoc Gallicè dicitur *Louier ſur onze pointes de bord à bord, où faire de bords, carreger.*




Quantùm in his caſibus nauigium deriuet, ſeu ab itinere quod à linea ductâ à puppi ad proram deflectat. hoc communiter æſtimatione aliquâ tudi perpendunt nautæ; quamuis ſi animaduertatur via quæ ad aliquos paſſus in mari relinquitur, id poſſit exactius haberi hoc autem pendet ex fabrica nauigij, ſunt enim aliqua, quæ vento bolinæo vix vti poſſunt quæ nempe nimiam habent rotunditatem.

Notandum item vela inferiora navim non ita deprimere, quam ſuperiora vnde primum velum, quod in ciuaderâ appenſum eſt, & quod Græco idiomate vulgari dicitur θαλασσόμαχον quaſi pugnans cum mari, maxime ad erigendam proram excogitatum eſt. dum enim ventus validus etiam

poſticus

Digitized by Google

posticus superiora præcipue vela implet, prora nonnihil humilior redditur; & aquas subit. quod velocitati motus plurimum officit.

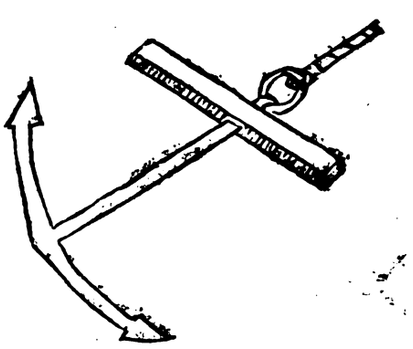
Industria nauarchi in eo elucet, vt velis suis apposite vtatur, vt directe quantum fieri potest ventum excipiat; ne laxos relinquat funes, vela cum navi annectentes, quæ omnia requirunt industriam in quo excellunt prouinciales.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*De Anchoris.*

Notus est anchorarum vsus, vt nempe in eâdem statione detineatur navis, nec vi ventorum abripiatur. necessariæ sunt anchoræ etiam in optimis portubus, cum enim naves facile moueantur, ad quemlibet etiam minimum auræ spiritum ad littora impellerentur. In medio mari cuius profunditas quadraginta, aut quinquaginta orgyas superat, inutiles sunt anchoræ, quia tunc earum vnci, infigi non possunt. quod consideratione dignum est, vnde tunc si demittantur anchoræ, erit tantum vt hinc inde pendentibus anchoris, quasi suis libiata ponderibus, non ita facile inclinetur navis. dum ergo demittitur anchora quatuor vncis constans vt plurimum rectâ descendit, cum enim sit grauior ea parte qua ad nascuntur vnci, eam etiam partem prius descendere, necesse est, vt iam diximus, cum de casu gravium egimus. debet igitur longius recedere navis, nec directè anchoram trahere, è loco ipsi perpendiculariter impendente, sed à loco distante. si enim è loco superiori anchoram trahas, eximitur eius morsus, si verò è loco dissito trahas, infigitur magis, ac magis, ex quo fit vt in alto mari non possint anchoræ fungi suo officio; quia rudente



non sunt satis longi, vt, ad maris fundum perveniant; multò minus vt per angulum graduum 45, ad anchoram vsque protendantur, dum eximenda est anchora, trahitur funis, & nauis præcise illi incumbit & tunc eximitur facile. iuvat plurimum sæpe duos rudentes iungere, vt è maiori distantia trahatur ancora quæ sæpe esset alioquin inutilis.

Maioribus anchoris inseritur tignum, quod ad angulos rectos positum est cum plano eorum cum enim lignum horizontaliter seipsô disponatur necessarium est vt alteruter vncorum terram respiciat vt plurimum anchoræ ex ipsa naui immediate demittantur, sed lembo ad locum à navi distantem transferuntur, ne cogatur navis recedere.

Neque vero tacitus præterire possum, nouum inventum, quamvis non omnino probatum, quod suas vtilitates habere potest. Ingruente tempestate, periculosum est vela omnia complicare. eò quòd tunc navis vento & fluctibus permittatur; vnicum velum totum navigium firmum tenet. coguntur tamen vela omnia contrahere, ne navis tanta vi impulsa, multum iter emetiatur, & brevi tempore ad littus appellat. In tali casu demittatur in mare antenna suo instructa velo, cuius extremitati globi ferrei appendantur, sic enim cogetur navis, totam hanc aquam trahere; quod cum sit difficillimum vix mouebitur, Etiam si velum aliquod expandat, alterum emolumentum erit, quod consequetur fiet quietum mare eô ipso loco, eò quòd hæc aqua quasi separata ab alia fluctuum impetum retundat. hæc praxis in multis casibus vtilis esse potest.

## PROPOSITIO IX.

### Problema.

*Fluvium sine vlla remigatione navi transmittere.*

Antequam navigationis difficilioris principia explicarem volui illa præmittere, quæ omni navigationi communia essent, vel quæ ad fluviatilem pertinerent & primò occurrit modus facilis transmittendi fluvium sine vlla remigatione, primò tendatur funis ab vno fluminis littore in aliud qui funis sit satis altus, ne descendentibus secundô fluviô naviculis officiat, hic funis inseratur lignô, variis trocleis instructo, vt facilè per funem currere possit; huic ligno alius annectitur funis, ad quem navicula religatur, non quidem ad proram, sed ad latera, vt figura satis exprimit in eo enim totum artificium positum est; nempe vt obuertat vnum latus flumini. nam hôc pactô aqua impellens latus, naviculam ad ripam transferet, & troclea trahetur à navicula. tum verô regrediendum erit, ad aliud naviculæ latus funis illigabitur, & ipse fluminis cursus naviculam in alterum littus transferet quod totum nulla alia indiget demonstratione.

## PROPOSITIO X.

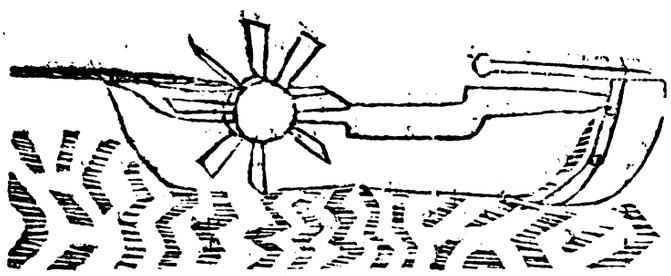
### Problema

*Adversô fluviô sine velis, sine remis, sine vllâ animalium tractione navigare.*

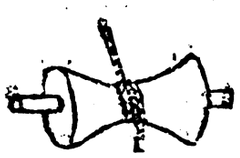
Hæc propositio paradoxa videtur, verissima tamen, & vsu & experientiâ comprobata, immô posset addi quò rapidior est fluminis cursus, eò faciliorem fore, adversô fluviô navigationem, vitarique præcipuas difficultates, quæ in navigationibus huiusmodi occurrunt. communiter enim, qui contra impetum & cursum aquæ feruntur, littora tantum legere coguntur, vbi placidior est aqua, & lentior fluxus, hic autem modus medium semper alveum tenet commodiusque rapidiorem cursum vincit, & superat, nullos equos adhibet, quale autem sit emolumentum

facile

facile concipiet, qui quinquaginta, aut sexaginta equos duabus, aut tribus nauiculis sale onustis adhiberi viderit, cæteraumque 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 immergãtur, immò possunt ita aptari vt 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 hôc modô funis circa cylindrum circumvoluitur, nisi fiat obstaculum funis currit secundum longitudinem cylindri; at vero si multùm excavatus sit cylindrus, vbi tantispet ex vna parte ascenderit funis, seipso celabitur, & idemtidem per saltus ad imam partem regreditur. quibus ita constitutis, habeantur duo rudentes validi vt alternis vicibus, iis vti possimus, vnius extremum vnum palo, arbori, aut cuicumque alteri rei firmæ alligetur, aliud verò extremum circa cylindrum circumvoluatur, deducatur navicula in medium fluminis alueum, vbi rapidissimus est aquæ impetus; sed aqua in rotæ alas incurrens, eam circumvoluet, & simul cum ea funem, & naviculam trahet. quòd autem fluvius eam vim habere possit sic ostenditur. fluminis impetus, seu resistentia, quam assensit & motui naviculæ efficit determinata est & finita, vis autem quam habet idem fluvius pro vt in alas incurrens, seu ad movendas rotas. augeri potest in infinitum auctis scilicet rotis; ergo potest tandem superari omnis resistentia. igitur ascendet navicula, & quò maior erit fluminis impetus, eò etiam celerior erit naviculæ ascendentis motus.

Hûius rei experimentum vidimus Lugduni anno 1665. & non tantum experimentum in parua nauicula, & vacua sed etiam in maiori, & sale onusta. Dominus enim Baco De Gravillè amicus meus, fuit huius noui inuenti author, & in praxin deduxit. putavit autem hactenus nemini hoc veniisse in mentem & cum ea de re familiariùs mecum loqueretur, rogavi vt in cubiculum meum ascenderet, obtulique meum manuscriptum, in quo hæc machina descripta erat, quam iam à septem annis, cum publice matheſin prælegerem, scholasticis explicueram. neque propterea me authorem vendito, nam cum essem nouitius audiveram à fratre adiutore, talem machinam iam semel à se visam, quæ fatô nescio quo perierat. Licèt autem fabricam eius non nisi obscure indicaret, facile fuit reliqua excogitare.

Multæ sunt difficultates in praxi superandæ, præcipua fuit nautarum infidelitas, cum enim vteretur iis qui operas suas in sale deportando locant, ne cessaret alia methodus in qua propter equos quos commodabant, multum lucrabantur, omnem mouerunt lapidem vt hæc praxis non succederet.

Secunda difficultas fuit in transportandis rudentibus, & ad hoc duo saltem equi sunt necessarij. Item dum funis mutandus est cauendum est ne multum temporis insumatur; ego quidem sæpe cogitaui quomodo id facillime præstari posset hæc praxis mihi visa est facilis. sit enim rudens ten-



dens ex palo vsque ad navim, habeat in extremitate duas fibulas, vnâ poterit alligari firmiter chorda minori, sed bis aut ter circa palum circumvoluta, cum ergo navicula pervenerit circa palum vt substituatur alius rudens poterit alligari fibulæ alteri, & hôc modô nullum erit temporis dispendium.

3. Difficultas est dum fluvius lentum habet cursum, tunc enim adeo lente mouetur machina vt satiùs sit adhibere animalia. huic malo remedium adhiberi poterit, si ab hominibus ipsis rotæ moveantur, immo essem author vt tunc attollerentur nonnihil rotæ, ne aquam attingerent, si nempe adeo placida est, vt motum rotarum potius retardare quam adiuvare videatur. hæc praxis vt moveantur rotæ ab hominibus habet etiam hoc commodum vt si quòmodo accidat naviculam vadô, & arenis hærere; possit facile nullâ aliâ vi eximi scio id accidisse semel, cum enim arbori cuiusæ annexus esset funis, cessit & confracta est arbor, & navicula per Rhodanum ad vnam Leucam descendit, donec arenis adhæsit, interea autem dum quæruntur instrumenta, libuit experiri, an vi rotarum educi posset; quare alligatô fune. obviæ cuicumque arbori, nautæ rotas cæperunt circumvoluere, navimque eduxerunt in medium alveum.

Existimabat prædictus Baco rotas esse nimium magnas, in eoque maximum esse temporis dispendium, nam vnicâ rotarum circumvolutione, vnica etiam tympani seu cylindri circulatio perficitur, vnde quò rotæ sunt maiores, licèt vires fluminis augeãtur, augetur etiam tempus: videbatur autem Rhodanus habere vires sufficientes vt minori rotâ idem pondus traheret, vnde ferè decreverat alias rotas minores construere. ego tamen illum ab ea mente deduxi, ne novæ sine ratione expensæ fierent, indicavi autem vt potius tympanum augeret, quam rotas minueret, quia hoc additis tantum aliquibus asseculis, sine vllis expensis fieri poterat, ad libitum, & si quidem id succederet, nempe vt rotas cum maiore tympano Rhodanus circumvolueret, dum nova construenda foret navicula, tunc tandem minores rotas efformaret. vnde



Digitized by Google

moneo vt potiùs latæ sint rotarum alæ, quam magnæ, hoc est vt fluvius ex rotæ latitudine vires augeat, potiùs quàm ex magnitudine, quia magnitudo maius tempus exigit.

Cætera, praxis & vsus dabit, præcipuè verò cooperiatur navicula telâ inceratâ, nàm dum rudens colligitur; continuò aqua ex eo stillat, & hoc incommodum est inevitable, habetur quidem alia navicula ad latus, vt 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 XI.

### Problema.

*Ab vno fluvio in alium naviculas traiicere.*

Sæpè evenire potest, vt commercij causâ, duo fluvij, inæqualis libellæ, debeant coniungi; nec tamen vnus in alium influere. quia qui altior est priorem alveum deseereret, longe lateque per campos exundaret; conservandus igitur, vtrique suus alveus, vnde murô firmissimô separandi sunt ab invicem ne misceantur. quæstio igitur est, quomodo naves ab vno in alium fluvium transvehi possint. Dux Etruriæ Liburno Pisam vsque, canalem effodit, cuius superficies, multis pedibus est inferior Arno fluvio; è quo muro quindecim circiter pedes lato disiungitur, in medio muri invenitur rota, quâ naviculæ simul cum imposito onere supra murum sensim assurgentem, attolluntur, & ex fossâ in fluvium transferuntur. hic tamen modus multùm noceat naviculis, cum experientiâ compertum sit plus deteri naues si semel extra aquam educantur; quàm si per integrum annum; in aquâ consistant, eò quòd in aqua vndique ab eâ æquabiliter fusâ sustententur. quare fiat cubiculum longitudinis vnius naviculæ, quod duas habeat portas; vnam quâ aqua ex superiori fluvio; in illud influere possit, aliam verò quâ egredi possit, in inferiorem fluvium. Si transmittenda sit navicula ex inferiori fluvio, in altiorem; aperitur porta inferior; ingressâque naviculâ; exactè clauditur, inferior ianua, & superior aperitur; vt influat aqua in cubiculum illudque repleat, attollitur navicula simul cum superficie aquæ; & dum superficies aquæ in cubiculo adæquârit superficiem superioris fluvij, navicula in fluvium ingreditur. E contrà si ex fluvio superiori in inferiorem descendere debeat, impletur cubiculum aquâ, & naviculâ ingreditur, tum clausâ superiori ianuâ; aperitur ex parte inferiori; & decrescet aqua cubiculi; quæ cum pervenerit ad superficiem inferioris fluvij, aperitur omninò, & sine periculo exitus naviculæ conceditur.

*Hic inserenda essent principia Geographiæ, sine quibus praxes sequentes vix intelligi possunt. vnde ad tractatu Geographicô reperiantur.*

# NAVIGATIONIS
# LIBER SECVNDVS.
## De Pixide Magneticâ; eiusque vsu.

*QVONIAM hodierna nauigatio tota ferè, pixidi Magneticæ, tanquam præcipuo fundamento innititur, æquum est, vt illius vsum, facilem reddamus, & explicemus. Magnetis tamen naturam, aut proprietates explicandas non suscipio, sed suppositis iis, quæ de illo passim, & referuntur; & demonstrantur, nosque in tractatu Magnetico demonstrauimus, quæ ad vsum nauticum pertinere videbuntur, hic breuiter referemus; & quantum fieri poterit enucleabimus.*

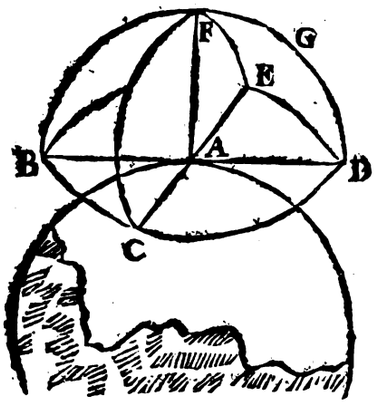
## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*De plagis, & earum numerô.*

PLaga, quam ventum alij nominant, nonnulli rombum; est planum quodcumque verticale, per verticem nempe alicuius regionis transiens, ad horizontem rectum. & ab ea regione ad quodcumque horizontis punctum ductum. addidi hanc particulam ab aliquâ regione, ad quodcumque horizontis punctum ductum; nam sicut omne planum verticale duos numeros habet, vnâque sui parte vocatur vno nomine, & alia parte aliud nomen sibi vendicat; vt circuli meridiani pars illa quæ ad austrum spectat dicitur verticalis nonagesimus, ea verò quæ ad Septentrionem protenditur, dicitur ducentesimus septuagesimus verticalis, ita etiam quilibet circulus verticalis in ratione plagæ, duplicem habet nomenclaturam. Ratio huius rei est, quia distinguimus plagas per horizontis divisiones; cum ergo quodlibet planum verticale, in duobus punctis horizontem secet, duas etiam nomenclaturas sortietur. quod vt in exemplo ostendamus,

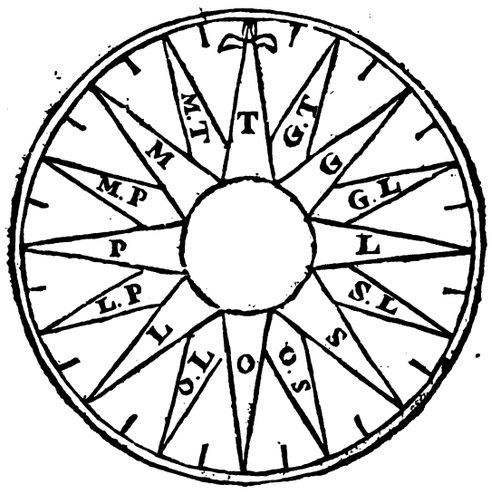
damus. Sit A telluris quodlibet punctum BCDE, horizontalis circulus F ; Zenith. sitque verti-




calis B F D , verbi gratiâ meridianus punctum B meridiem , punctum D , Septentrionem respiciat, pars meridiani F B , dicetur Auster , & pars F D , vocabitur Aquilo. non quod ventus talis aspiret , sed potiùs quod motus navigij dirigatur ad locum , è quo talis ventus adspirat. Ratio vlterior est quia plagarum distinctio , est vsui maximè ad distinguendum navis motum , sicut ergo alius est motus, dum ex A , procedit in B, alius dum ex A , fertur in D , ita duplicem appellationem sortiri debet.

Numerus igitur plagarum , æqualis est numero punctorum , in quæ dividi potest horizon , qui cum infinitus sit , infinitæ etiam plagæ cogitari , & distingui possunt. Quia tamen tam accuratè in iis procedere non debemus , communiter plagæ tantum 32 distinguuntur , quarum quælibet gradus $11\frac{1}{4}$ continet. quamvis enim vlteriùs horizontem subdividere possimus ; quia tamen motus navigij , non est ita firmus , vt non fluctuet , & quâcumque diligentiâ adhibita , ferè continuò in vnam , aut in alteram partem nutet , ideo accuratior diligentia esset inutilis ; adde quod , qui hanc artem profitentur , plerique nec ingenio , nec doctrina valent ; multique nec legere sciunt. ideo praxes non ita exquisitæ illis proponendæ sunt, sed quæ fuerint illorum captui accommodatæ.

Diuisiones horizontis varia sortiuntur nomina , apud diversas nationes , hic tantùm ea referam quibus vtuntur Europæi , qui in hoc omnes conuenere , vt horizontem in 32. partes æquales dividerent , quamvis in toto mediterraneo mari , alia sint illis indita nomina , quàm in mari oceano. hoc est omnes gentes quæ mare mediterraneum ambiunt in hoc conveniunt , vt terminos , & voces nauticas easdem habeant ; immò turcæ ipsi , eadem nautica vsurpant vocabula, quibus vtuntur Itali. Hanc horizontis diuisionem transferimus in rosam chartaceam pixidis Magneticæ , quæ rosa propterea horizontem refert ; dividatur ergo horizon in partes æquales 32. quarum primæ , apponitur lilium & Septentrionali plagæ tribuitur, vocaturque Tramontana. seu Aquilo. eius opposita O dicitur ostrò. seu auster . L vocatur Levante , seu oriens , P dicitur ponen-




te occidens. Inter Septentrionem , & occidentem interiicitur alia plaga M , quæ vocatur maestro. seu magistralis , inter Septentrionem , & orientem G Græco ; inter orientem, & meridiem , plagà S dicitur Sirocho.

Inter meridiem , & occidentem plaga L, vocatur Garbino , aliquibus Lebech. atquè illæ sunt appellationes primariæ , ex quarum repetitione , & combinatione , aliæ intermediæ indicantur. primò inter T & G , seu inter Tramontanam , & Græcum plaga dicitur Græco-Tramontana. inter G ,& L. seu inter Græcum , & orientem plagà G L , dicitur Græco-Levante. pariter plagæ S L , & SO , Sirocho Levante , Siroco Ostro. plagæ LO Garbino-Ostro ; Garbino ponente , plagæ PM. Maestro ponente. M T Maestro Tramontana. Aliæ plagæ intermediæ dicuntur quartæ. plaga quarta Tramontanæ cum Græco. plaga quartà Græci cum Tramontana. plaga quarta Græci cum Levante , plaga quarta Levantis cum Græco, & ita de reliquis atque hæc est prima lectio quæ nautis tradi debet. vt nempe imperante nauclerò , quicumque ad clavum sedet , possit in eam plagam navigij proram dirigere , quæ fuerit nominata.

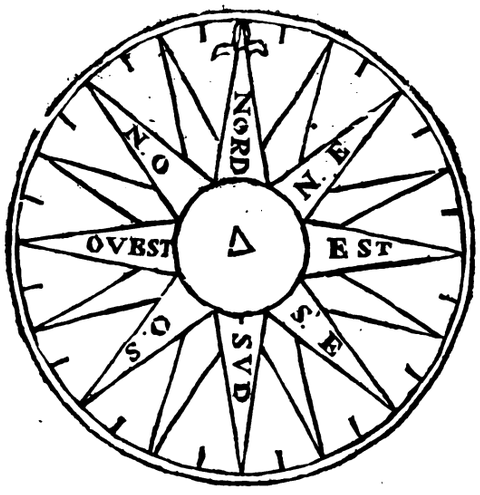
Alia plagarum nomenclatura in oceano mari vsurpatur. nempe ab iis nationibus Europæis, quæ in oceani littoribus sitæ sunt ; vt sunt Lusitani, Hispani , Galli , Angli , Flandri , Hollandi Dani , Sueci. qui omnes in iisdem nominibus conveniunt. quæ quatuor principales sunt,nempè Nord seu boreas , Sud Auster ; Est, oriens ; Oest occidens. ex iis quatuor reliquæ appellationes formantur NO,Nordoest plaga scilicet inter Septentrionem,& occidentem. SO.Sudoest. inter austrum,& occidentem. SE Sudest inter meridiem, & orientem ; N E Nordest inter Septentrionem, & orientem.

Aliæ intermediæ per repetitionem aliarum Nord , Nordoest. id est media inter Nord , & Nordoest Oest Nordoest. Oest-Sudoest Sud Sudoest Sud-Sudest. est - Sudest. Est Nordest. Nord Nordest , Nord , Nord , Nordoest. Nordoest , Nord Nordoest , Nordoest est Nordoest. Nordoest , oest oest Nordoest. Et ita de reliquis. meliùs tamen , & faciliùs indicabuntur per quar-

tas.

Digitized by Google

tas. hoc modo Nord quard ad Nordoest. Nordoest quard ad Nord. Nordoest quard ad L'oest.




Oest quard ad Nordoest. Oest quard au Sudoest. Sudoest quard ad l'oueſt Sudoest quard ad Sud. Sud quard ad Sudoest.

Et sic deinceps ita vt ex combinatione 4. nominum fiant appellationes 32.

Atque hæc est recepta communiter plagarum appellatio; possent quidem aliâ imponi nomina quæ & faciliùs hærerent memoriæ, nullamque parerent confusionem; sed parùm refert, nam quod pertinet ad voces, ab vsu communi recedendum non est: sicut nec accuratior divisio instituenda.

Hæc plagarum divisio potiùs, vt dixi instituta est ad cognoscendam regionem, ad quam navis cursus dirigitur, quàm ad cognoscendam venti speciem qui tunc aspirat. cum enim nanigia non tantum ventô directô ferantur, sed etiam obliquô, non sunt multùm scrupulosi nautæ, in cognoscenda venti specie, sed vbi navis cursum tenuerit, hoc est directa fuerit in eam plagam in quam debet; carbasa vento directe obiicere conantur, quicumque tandem ille sit. at verò in hoc maxime incumbunt, vt à propriô itinere non deflectat navis, nam quilibet, in eo error, post aliquod spatium in maximum se extendit.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*In singulis locis cognoscere plagas Septentrionem, Austrum orientem, occidentem.*

Hoc problema ita necessarium est, vt videatur locum habere primi principij, cui tota navigatio innititur. Atque in hoc maximè punctô, manca erat veterum navigatio. nostra vero illi præstat, quòd omni tempore, & locô, plagas assignare possit, & consequenter navigationem ad quam libuerit dirigere; cum veteres vbi nulla ampliùs littora erant conspicua cæcutirent omnino, nec quam in partem vergeret Septentrio, aut Auster determinare possent. habuere tamen aliquos modos quibus lineam meridianam, & consequenter reliquas plagas invenirent. Primus igitur modus fuit per stellas, nempe minoris vrsæ cauda, sive helice quæ non nisi duobus, aut tribus gradibus distat à polo, satis exactè indicat lineam meridianam, aut potiùs plagam Septentrionalem, ex qua difficile non est reliquas invenire. nam facie ad Septentrionem versâ, oriens est ad dextram, occidens ad sinistram, quibus cognitis facile reliquæ omnes intermediæ innotescunt, præcipue si circulus habeatur superiori methodo descriptus, & divisus.

De die autem per orientem solem, vel occidentem, plagas inveniebant exactissimè, si amplitudo ortiva haberetur. immò quâcumque horâ diei eam poterant habere, si cognosceretur latitudo regionis, formareturque aliquod genus astrolabij, & observaretur solis elevatio.

Item per horologium horizontale in quo arcus signorum essent descripti; si enim ita moveretur planum horologij, donec extremitas vmbræ in arcum signi, quem sol eo die percurrit, incideret, hora meridiana horologij, cum verâ meridianâ congrueret.

Altera veterum methodus ex cognitione littorum, & promontoriorum procedebat. cùm enim haberent descriptas littorum, & marium mappas, in quibus haud dubiè circuli meridiani descripti erant, ex aspectu cuiuscumque littoris, poterant in cognitionem plagarum venire. Ex quo fiebat vt non longè à littoribus recederent, nisi quantùm ad vitandos scopulos; & promontoria superanda, necessarium erat. immò neque tunc necessarium fuit ad plagas attendere; sufficiebat enim ab vno littore, ad aliud navim dirigere; ita modò dum navigando littora legimus, aut inter medias insulas iter facimus, plagas non intuemur, sed tantum ad littora advertimus, vt mediam quandam viam ineamus.

Nonnulli tertiam methodum assignant, nempe observatio navis cursûs; sed in hâc methodô petitur principium. cùm impossibile sit navis cursum observare, nisi constans habeatur cognitio plagarum. neque enim navigia eô modô diriguntur quô sagitta, quæ semel emissa, quem iniuit cursum constanter peragit, sed quilibet fluctus, in gubernaculum impingens, navim à cœptô itinere detorquet. qui motus non advertitur, nisi habeatur aliquod signum constans, ad quod exigatur ista deflexio. neque aliquid aliud habere potuerunt veteres, quô suas navigationes dirigerent, quare tempore nubilo, è cœlo nullum habere poterant subsidium, è terrâ verô de nocte nihil emolumenti hauriebant, cum littora non apparerent.

Si verò altiùs proveherentur, nubilumque esset cœlum, & littora non cernerentur, impossibile erat cursum tenere. vnde sæpè aves emittebant vt viderent, quam in partem tenderent. ad ventorum temperiem, frigus, calorem, cæteraque proprietates animum adiiciebant, quæ quàm essent imperfecta, & errori obnoxia, nemo non videt.

In hodierna autem navigatione, ope Magnetis, quôcumque tempore & locô lineam meridianam cognoscimus. nam omnia Magnetica, & quæcumque ferrea quæ Magneti fuerint coniuncta ad Septentrionem, & austrum diriguntur, secundum duo sibi opposita puncta, vnde reliqua eorum puncta reliquas plagas respiciunt. Hæc Magnetis tam vtilis proprietas priscis omnino ignota fuit; quamvis alia eius virtus, quâ ferrum ad se trahit eos non latuerit.

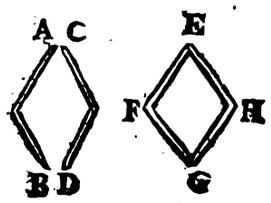
ſuſpenſus igitur magnes è tenui filo, vel in aquâ libratus, ſe ad mundi polos convertit, meliùs tamen & quo ad praxin faciliùs id præſtat acus ferrea, cuius extremitas ad polum Magnetis auſtrinum fricata fuerit. ſi enim tereti paxillo, & acuto imponatur, vt liberè ſe circumvoluere poſſit, vna extremitate Septentrionalem plagam, oppoſitâ meridionalem indicabit.

## PROPOSITIO III.

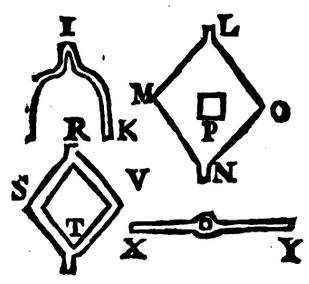
### Problema.

*Compaſſum nauticum componere.*

Primò paretur pixis lignea concava, rotunda cuius diameter ſit circiter quinque, aut ſex digitorum. in eius medio infigatur, ſtylus, non ferreus, vel æreus, aut cupreus, quamvis nonnulli acuminis extremitatem ex chalibe benè temperato conficiant, vt viuidius ſit acumen, nec tam facile obtundatur. Componitur circulus ex charta craſſiore, in cuius medio aptatur capitellum inferiori parte nonnihil exquiſitè, & ad tornum excauatum, vt ſtyli acumini impoſitum, facile circumvolui poſſit. circulo chartaceo triginta duas plagas inſcribunt, appoſitis characteribus, vt facile dignoſcantur, ita plagam Septentrionalem liliô Gallicô inſigniunt, orientalem cruce, & ita de reliquis. huic chartaceo circulo, acum Magneticam ſubiiciunt; ita tamen vt extremitas, quæ Septentrionem reſpicit, Septentrionali plagæ directè ſubiiciatur, quæ verò ad Auſtrum dirigitur, auſtrinæ plagæ reſpondeat. Acus figura varia eſt, nonnulli enim ſimplicem acum adaptant eiuſdem formæ, ac illæ quæ in portalibus horologiis communiter habentur. alij in Rhombum illam efformant; ita vt tamen eius extremitates, nonnihil in vtramque partem excurrant. E ſimplici filo chalybeo eam compingunt. talem exhibet figura

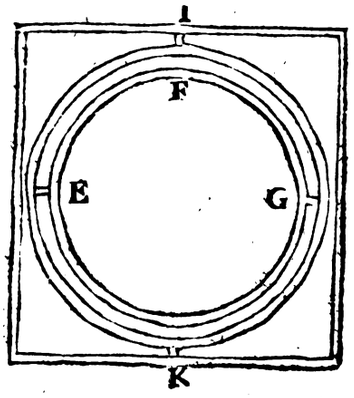



ABCD. Alij verò ex laminâ chalybeâ Rhombum componunt cum foramine in medio, vt ſtylo locum faciat cum duobus item paruis foraminibus, vt roſæ chartaceæ poſſit affigi. talem oſtendit figura M O. præfertur autem Rhombus ſimplici acui, quia cum plus materiæ chalybeæ contineat, videtur maiores habere vires ad ſecum deferendam roſam chartaceam quàm ſimplex acus. quamvis expertus ſim ſæpe acus delicatiores exactiores eſſe. Item acus ad modum Rhombi compoſita meliùs, & faciliùs totam roſam in æquilibrio detinet, quia maiorem habet extenſionem, quàm ſimplex acus, debet item roſa chartacea eſſe in æquilibrio, vbi ſtylo impoſita fuerit. operitur deinde pixis vitreô circulô, qui quidem roſam non tangat ne eius motum impediat, ab ea tamen non ita diſtet, vt poſſit roſa è ſtylo excidere.




debet denique omnis vento, & externo aëri aditus præcludi.

Pixidi ita aptatæ plombum ſubiicitur, vt firmiùs maneat in æquilibrio. aptatur item arculæ quadratæ, quadruplici cardine, hoc




eſt ſit pixis EFGH, in E, & F, ſint duo cardines oppoſiti quibus circulo alicui æreo libere annectatur. hic circulus duos habeat cardines, in punctis K & I, ex quo fiet vt quantumlibet moueatur nauigium pixis tamen parallelum horizonti ſitum ſemper obſervet. diligenter autem obſervandum eſt, vt ſtylus ſit teres, & exquiſitè acuminatus 2. vt capitellum quod ſtylo imponitur, ſit interiùs ad modum coni exquiſitè excavatum 3. vt roſa ſit bene æquilibrata, nec aliqua parte vitrum, aut pixidem tangat 4. Acus ſit chalybea, & à generoſo Magnete animata 5. denique ne prope pixidem ſint clavi, aut ferrum quodcumque.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Vſus compaſſi nautici.*

Præſupponimus acum Magneticè animatam, & exquiſitè libratam vnâ extremitate ad Septentrionem, oppoſitâ verò ad auſtrum vergere. Acus igitur roſæ chartaceæ ſubiecta, directè lineæ boreæ, & auſtri ſuppoſita, idem omninò præſtabit, ſecumque roſam deferendo, lineam roſæ, meridianam in ſitu ſibi debito, & veræ lineæ meridianæ congruente collocabit. vnde ſicut in reliquis pixidibus Magneticis, vbinam ſit meridies vbi Septẽtrio licebit quôlibet tempore intueri, Quia verò roſa chartacea diviſa eſt in triginta duas partes æquales, quæ repræſentant triginta duas plagas horizontis, licebit ſemper aſſignare in horizonte

in

Digitized by Google

in quâ parte sit oriens, in qua sit occidens; si nempe rosæ chartacæ sic disposita visu sequamur lineam cuilibet plagæ assignatam. Rosa igitur librata repræsentat horizontem, sexdecim verticalibus in triginta duas partes æquales diuisum, & quælibet versorij linea per centrum eius, & hinc inde ad circumferentiam vsque ducta, communem sectionem circuli verticalis cum horizonte repræsentat, duasque plagas designat. has lineas Rumbos cum Lusitanis appellare possumus. cum autem circulus hic sit horizontali circulo concentricus, & circuli concentrici, lineis per commune centrum ductis, similiter diuidantur: diuisiones rosæ chartaceæ cum diuisionibus horizontalis circuli coincident. Ex his intelligere possumus rationem cur vtamur rosâ chartaceâ volubili, quæ simul cum acu circumuoluatur, aut meliùs quæ ab acu magneticè animatâ in situ proprio detineatur, potiùs quàm simplici acu. quia nempe simplex acus plagas duas tantum indicat, nempe septentrionalem, & meridionalem. quamvis autem in fundo pixidis possent describi cæteræ plagæ, quia tamen pixis non sequitur motum acus, ideo aut falsò indicarentur illæ plagæ, aut in aliud incommodum incidendum esset. verum quidé est quod si descriptis in fundo pixidis omnibus plagis, pixidem ita disponas, vt linea eius meridiana coincidat, cum ea linea quæ à puppi ad proram protenditur, si nauigium, & simul cum illo linea meridiana depicta deflectat ad orientem, acus tantumdem videbitur ad occidentales plagas processisse, & hôc modô possemus satis expeditè nauigium gubernare, vt dum nauis verbi gratia dirigenda est ad Syrochum, seu Sudest, ita obuertatur, vt acus cadat supra plagam Garbini seu Lybici, hoc est Sudoesti. hoc tamen turbat imaginationem, dum contraria vt ita dicam via videtur indicari, illi per quam nauigatio instituitur.

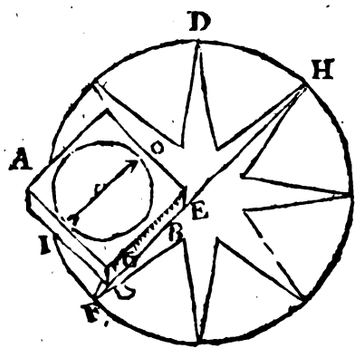
Ex his cursum nauigij facilè dirigemus, quem vt meliùs explicem supponamus aliquem soluere Massiliâ. & versus Melitam insulam nauigationem instituere. videatque in mappa Geographica, ductam lineam ab vrbe Massiliâ ad Melitam, coincidere cum linea Sirochi, seu Sudesti. statuat pixidem nauticam, ita vt crux quæ in latere pixidis intus notata est, directè respondeat proræ, hoc est linea ducta à centro pixidis per illam notam, sit parallela longitudini nauigij, seu lineæ rectà ductæ, à puppi ad proram. tum vtatur gubernaculô, & ventô aspirante, ita obuertat nauigium, vt linea Sirochi huic cruci, seu notæ respondeat; dico nauigium, rectà directum esse versus Melitam. nam vt explicuimus linea Sirochi rosæ chartaceæ, coincidit cum linea Sirochi circuli horizontalis, sed linea Sirochi rosæ chartaceæ, coincidit etiam cum linea ducta à puppi ad proram; igitur nauigium directè respicit Sirocum & consequentet Melitam. quare beneficiô pixidis nauticæ, prora nauigij obuersa est ad Melitam. ideoque si aspiret ventus, & nauigium rectà tendat, haud dubiè attinget insulam illam. Et quod mirum est tam facilè erit nauim dirigere de nocte, quàm de die, tam in infimo cubiculo, quàm sub dio, tàm nubilô, quàm serenô cœlô, ita vt ne tantillum quidem à rectô tramite possit deflectere nauigium, quin animaduertatur error. nisi forte transuersim agatur, ab aliquo maris fluxu, quod difficile satis est ob maximam totius nauigij resistentiam, nempe vt iter secundùm latitudinem faciat.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

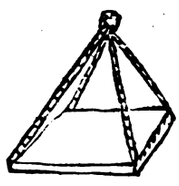
*Alia instrumenta ad inueniendas plagas & eorum vsus.*

Quia sæpè accidere potest, vt aliquô casu, vel compassus magneticus vitietur, aut illô careamus; æquum censui, vt ostenderem methodum dirigendi nauigium sine compassô nautico. Et primò quidem ope cuiuslibet simplicis acûs magneticæ nauim poterimus dirigere, hôc modo; habeatur simplex pixis magnetica etiam parua, benè librata. describatur in charta separata rosa plagarum, quæ horizontali asserculo imponatur, itaque disponatur, vt linea plagæ, seu Rombi, per quam dirigenda est nauis, directè proram respiciat, tum rosæ imponatur pixis instructa paruâ acu, itaque dirigatur nauigium donec acus, lineæ Septentrionis & Austri in chartâ descriptæ respondeat, aut illi sit parallela. vt si dirigenda esset nauis per plagam D, ita disponatur rosa, vt punctum D proram respiciat, atque




adeò E D coincidat cum linea longitudinis nauigij; tum impositâ pixide, ita moueatur nauigium donec acus incidat in lineam E H; quæ est linea Septentrionis, & Austri; aut illi sit parallela; dico tunc nauigium rectà tendere, ad plagam mundi repræsentatam per lineam E D.

Demonstratio. In tali situ linea E H aut HO, coincidit, cum verâ lineâ Meridianâ, ergo etiam E D coincidit cum ea plagâ, quam repræsentat: sed linea cursûs nauigij, coincidit etiam cum linea E D; igitur nauigium directum est vt quærebatur. tota difficultas posset esse in librando asserculo, sed poterit quatuor funibus in vnum coëuntibus è superiori tabulato suspendi. quæ indicasse non piguit. Quia experientiâ compertum est; non esse omnino fidendum nautarum diligentiæ, qui licèt dubitare non possint, totam

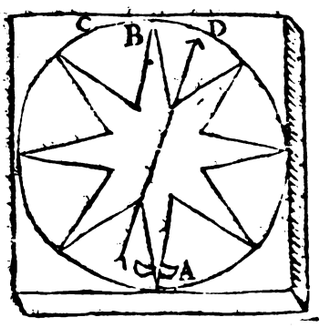


nauigationem, immò & omnium vitam pendere ex compassô nautico, ita tamen negligentes sunt, vt in multis nauibus in quibus sæpè quinque, aut sex inueniuntur compassi nautici, vix vnum

reperias cui fidere possis, quare ad istas praxes recurrendum esset, si compassus omninò deficiat.

Non dissimili ratione vteremur acu simplici, sed magneticè excitata: si enim acus infigatur frustulo suberis, ita vt aquæ possit innatare, imponaturque scutellæ aquâ plenæ, dirigetur ad meridiem, & austrum; quare huiusmodi acu, eôdem modô vti poteris, quo ostendi vtendum esse simplici acu magneticâ dicuntur Sinæ iam à longo tempore vsi phialis in quibus acus ostendebat meridiem & austrum. Quæ omnia adhiberi possunt; cum modi consueti deficiunt, si pixidem magneticam habeas in cuius fundo, notati sint rumbi rombum per quem nauigandum est obuerte ad proram, tum ita nauim dirige vt acus lineæ meridianæ subiaceat, tunc vt patet nauigium directum erit in eam plagam.

Aliô item modô, eâ vteris. linea meridiana




pixidis nempe A B dirigatur ad proram, tum ita moueatur nauis ope gubernaculi, vt acus tantumdem ad occidentem vergat, quantum procedere desideras ad orientem, & bene erit directa nauis.

Demonstratio. Supponamus dirigendam esse nauim per Ostro siroco. seu inter Sirocum & meridiem, hoc est per plagam distantem à meridie duobus ventis ad orientem, ita dirigatur nauis, vt acus incumbat secundæ plagæ versus occidentem, seu ita vt arcus B D, duas plagas contineat, cum punctum B sit meridianum, & linea A B ex suppositione respiciat proram, prora distabit à meridie duabus plagis seu rombis quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*De magneticorum declinatione.*

Si magnes, & alia magneticè animata, semper & vbique meridianam plagam directè respicerent, non tot & tantis erroribus nauigatio obnoxia foret; sed experientiâ compertum est, ab eo situ, non nihil in aliquibus locis, in aliis multum in aliis ne tantillum quidem deflectere. Atque hæc variatio, vt volunt nonnulli ad 30 gradus potest excrescere. ideoque necessariò adhibenda est aliqua correctio, ne tantus error periculum, & sæpe perniciem afferat. si enim de vnô tantùm, & altero gradu ageretur, dissimulari posset, sed cum tantus sit, necessariò correctione indiget.

Hæc magnetis declinatio nullam obseruat regulam, cum in eiusdem Meridiani diuersis punctis sit diuersa, item in eiusdem paralleli diuersis longitudinibus eadem non perseueret. immò nonnulli asserunt, in eôdem locô successiue, aliam atque aliam inueniri: superuacaneum igitur existimo diuersorum locorum diuersas recensere declinationes. Duplex communiter agnoscitur acûs magneticæ declinatio, prima est ea, quâ extremitas quæ Septentrionem respicere debet, ad orientem declinat, & hoc vocatur Nordestare, seu Greciſare; alia verò, quâ eadem extremitas ad Occidentem deflectit, & dicitur Noroestare, seu Maestreliſare. non affero hîc declinationis rationem, cuius diligentior explicatio, ad peculiarem tractatum de Magnete pertinet. communiter tamen Magneticorum directio telluri tribuitur, ideoque in tractibus borealibus, vbi plus est terræ, ibi etiam maior est attractio. In medio Oceano, nempe in illo tractu, qui inter Europam & Americam situs est, in medio (inquam) illo tractu nulla est declinatio, si accedatur ad Americam extremitas Septentrionalis ad Occidentem deflectit, si verò ſias Europæ vicinior, ad Orientem declinabit. referam quod vni ex patribus nostris accidit, qui cùm ab America Septentrionali ad Europam nauigaret, in medio ferè tractu, validissimis ventis, & tempestate sat periculosâ correptus fuit, ita vt abiectâ itineris curâ, vento obsequendum fuerit. vbi verò vis venti & tempestatis remisit; grauis orta est inter nautas disceptatio, de loco nauigij, aliis se regressos longô interuallô asserentibus; aliis è contrà se progressos dicentibus. Pater ita litem diremit, iussit enim, vt quam diligentissimè acus magneticæ declinatio obseruaretur, quæ inuentâ est Nordestare, seu ad Orientem deflectere, & consequenter definiit Europam non ita longe abesse. sequenti die Hiſpaniam viderunt.

Referunt item prope insulam del Coruos quæ est Azórum, vna nullam esse declinationem idemque obseruari in multis eiusdem meridiani locis; vt non immeritò, propterea pro primo meridiano sumi possit. ab hoc meridiano ad promontorium, cui nomen de las Aguglias prope promontorium bonæ spei declinatio est à Septentrione ad Austrum, ita vt in medio itinere hoc est, prope insulam dictam Tristan de cunia sit graduum 13. rursusque decrescat vsque ad prædictum promontorium. Ab eo promontorio incipit declinare ad occidentem. In pleriſque Galliæ locis declinat à Septentrione ad orientem. Constantinopoli ad occidentem, in medio tractu nulla est.

Non est tamen constans hæc declinatio. nam Londini anno 1584. fuit gr. 11. 1622. gr. 6. 1634. gr. 4. Parisiis 1610. gr. 8. 1640. grad. 3. Aquis sextiis obseruata fuit à quinquaginta annis gr. 8. Orientalis, quæ paulatim decreuit. modò nulla est. obseruata tamen est eâdem acu, & in eâdem lineâ meridiana obseruator fuit Dominus Prior de la Valette.

Hic apponenda foret tabula declinationum, magnetis quam quidem facile ex Ricciolio excerperem, nisi inutilem, & perniciosam crederem. si enim mutabilis est declinatio, vt modò vix dubitatur, illi amplius fidendum non est, sed vnusquisque debet obseruare declinationem modis inferius tradendis.

Antequam declinationem Magnetis obseruemus, æquum est vt instrumenta quibus Syderum eleuationes obseruamus explicem.

INSTRV

Digitized by Google

## INSTRVMENTA AD OBSERVANDAM,

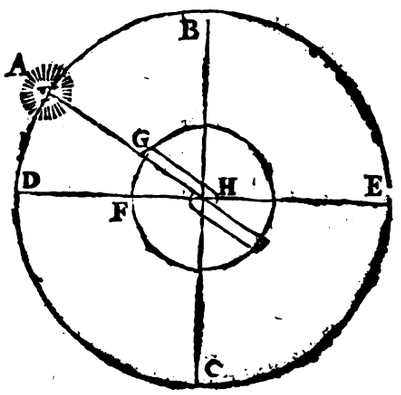
*In mari Syderum eleuationem.*

### PROPOSITIO VII.

Theorema.

*Principium vniuerſale omnium inſtrumentorum, quibus Syderum eleuationem obſeruamus.*

Primum principium cui innititur demonſtratio omnium inſtrumentorum, iſtud eſt, nempè circulos concentricos ſecari in partes ſimiles lineis à communi centro, ad vtriuſque circumferentiam ductis. vt ſi circuli DBE, FG, ſint concentrici, ducanturque lineæ HFD, HGA, arcus DA, FG erunt ſimiles partes ſuorum circulorum, ſeu tot erunt gradus licet minores in FG, quot in DA.



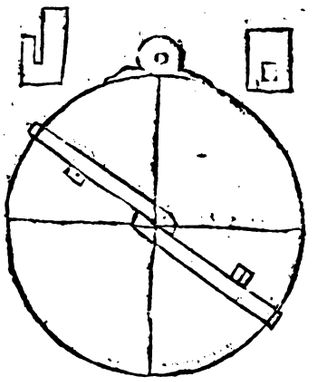

Secundò ſupponitur tanquam certum, terræ molem, cum cœlo comparatam, eſſe ad inſtar puncti, ex quo ſequitur quodlibet terræ punctum aſſumi poſſe pro centro cœli. cum eius diſtantia à centro terræ; hempe à centro cœli nullius ſit momenti, atque adeò errorem ſenſibilem non poſſit inducere. vnde centrum cuiuſlibet inſtrumenti erit centrum cœli.

Eleuatio alicuius aſtri, nihil eſt aliud quàm, numerus graduum inter aſtrum, & horizontem interceptorum, qui numerantur in circulo verticali per aſtrum & per Zenith tranſeunte, in circulo ſcilicet, qui ad angulos rectos horizontem ſecet.

Supponatur Sol eſſe in puncto A. Zenith illius qui obſeruat in B, horizon DE, quærimus quot ſint gradus intercepti inter A & D. ſuſpendatur circulus quicumque à cuius centro ducatur linea, ad horizontem vſque. ſitque HD, & alia quæ ad ſolem A dirigatur nempe HA, quæ circulum ſecent, in F & G, numerus graduum qui erit in arcu GF, oſtendet eleuationem ſolis AD. cum tot ſint gradus in arcu FG, quot ſunt in arcu AD.

Ex his vides circulum diuiſum in 360 partes æquales, eſſe primarium inſtrumentum, ad quod cætera reuocantur. vocatur communiter hoc inſtrumentum Aſtrolabium ſaltem à nautis. ſufficeret ſi eius vnus quadrans in 90 partes æquales diuideretur. diuidendo illum primo in tres, deinde ſingulas per mediam, & rurſus in tres. Denique & ſingulas in quinque. nonnulli circulum exteriorem diuiſum in 365 dies, addunt, cui interior in ſigna & gradus diuiſus aptatur; vt quôlibet die locus ſolis in Zodiaco haberi poſſit: id tamen neceſſarium non eſt ad eleuationem Syderum obſeruandam.

Omnis diligentia adhibenda eſt, vt inſtrumentum exquiſitè libretur in puncto O, ita vt linea




ad centrum, ſit linea congruens cum perpendiculo, & conſequenter alia ſit horizontalis.

Secundo pinnulæ ſint exquiſitè perforatæ ſupra lineam fiduciæ quæ tranſit per centrum: ne foramina ſint maiora. vt inſtrumentum fiat âptum obſeruandis ſtellarum eleuationibus, præter foramina debent in pinnulis eſſe fiſſuræ, vt per eas ſtellæ videri poſſint.

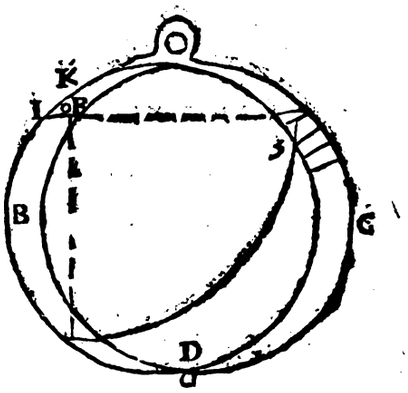
Vſus autem talis erit eleuetur allidada, donec ſuſpenſô inſtrumentô vt par eſt, ſolaris radius per vtrumque foramen tranſmittatur. allidada gradus in limbo oſtendet. nauis agitatio vſum iſtius inſtrumenti reddit difficilem, ſed præcipuè quod toties eleuanda ſit allidada, donec veram ſolis eleuationem attigerit. adhibetur tamen licèt cum difficultate hoc inſtrumentum, præcipuè vero ad littora, cum horizontem liberum non habemus, qualem cætera inſtrumenta exigunt.

### PROPOSITIO VIII.

Problema.

*De Annulô in gradus diuiſô.*

Vocamus annulum; circulum intus vacuum




cuius forma annulum imitatur. ſuſpenditur, eô ferè modô quô Aſtrolabium ſuperius. diuidatur annulus KDC in quatuor quadrantes quadratis

OR

OB diuidatur bifariam in puncto F, in quô fiat foramen exiguum; diuidatur item quadrans OD in puncto, S semicirculus SCD diuidatur in 90 partes æquales, quia (*per 22. 3. Eucl.*) anguli ad centrum sunt dupli, angulorum ad circumferentiam, quare quilibet gradus eleuationis duos sibi vendicat, in hôc instrumento. has diuisiones etiam faciliùs notabis, si ex F vt centrô describatur quadrans.

Atque id habet primò commodi Annulus, quod gradus in eo sunt maiores.

Secundò quod pertinet ad vsum. vnicâ obseruatione habemus eleuationem solis, cum sufficiat suspensô instrumentô notare gradum quem attingit radius solaris. deficit tamen quod stellarum eleuationi obseruandæ sit prorsus inutile.

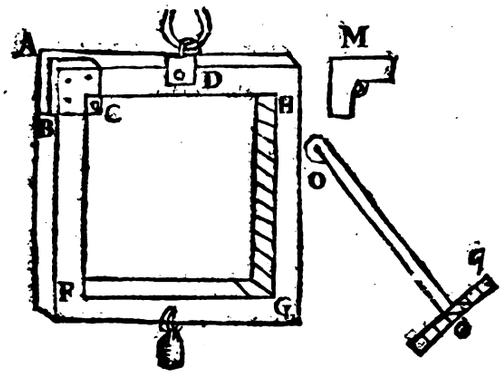
## PROPOSITIO IX.

### Problema.

*De quadrato in gradus diuiso.*

Quia difficile est habere artifices qui cupreum circulum exactum faciant; ad quadratum recurrimus, constans quatuor regulis.

Fiat fissura AB in qua inseratur clauus C.

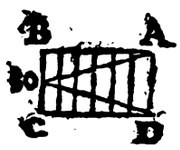



Suspendatur exacte in puncto D, & vt constanter obseruet æquilibrium addatur pondus tum ita, suspensô instrumentô, perpendiculô exactô. ducantur lineæ C F, G H, tum ex puncto F, ad lineam G H ducatur perpendicularis F G, & hoc cum diligentia præstetur. Vt fiat diuisio, separatim transferatur linea C H, ad quam ducatur perpendicularis; tum ex puncto C duces quadrantem circuli quem diuides in 90 partes, ductisque lineis occultis per singulas diuisiones, notabis puncta in quibus attingunt lineam G H. si charta tua non est satis magna, operare cum dimidia parte lineæ C H, vel cum tertia parte, & diuisiones quas inueneris duplicabis, aut triplicabis. Idem præstabis in linea F G, assumendo pro radio lineam C F.

Si exactiùs velis operari habeatur tabula tangentium, & ad notandos gradus in G H, vteris pro radiô lineâ CH. quam subintelliges diuisam in 10 partes. & quamlibet decimam partem in alias decem, sic fient 100, & adhuc quamlibet in 10 sic erit diuisa in 100 partes. denique fiat scala eô modô quô docuimus tam in Geometria practica; quam in Architectura militari. ope istius scalæ millesimam partem lineæ diuisæ habere poteris.

Desumptis ex tabula tangentium gradibus, translatisque in lineam HG, idem præstandum est circa lineam FG. assumpta CF pro radiô. sed diuisio quæ incipiet in primò gradu ab F, habet Cyfram 89.

Si velis vt minuta notentur, supponamus quadrilaterum ABCD esse vnum gradum notatum in nostro instrumento, diuidatur AB in 6. ductis lineis parallelis; tum ducantur transuersales A 30, 30D. singulæ diuisiones æquiualebunt 5 minutis.




Vsus istius instrumenti erit. obuerso ad solem latere A F instrumenti, vmbra claui C ostendet gradum eleuationis. si modò medium vmbræ diligenter notes. quia tamen fieri potest, vt sol sit ita altus, vt non possit per fissuram ingredi poterat instrumenti pars aliqua abscindi circa L, & substitui hinc inde laminæ ferreæ in quibus insereretur clauus.

Quia nonnulli videretur incommodum quadratum adeo magnum, vt singula minuta exhiberet, fiat quadratum mediocre, cuius latus sit vnius saltem pedis cum dimidio, quod diligenter æquilibretur additô certò pondere, quod ita adhæreat vt amplius auferri non possit. ponantur duo claui vnus in C, alius in H & vna facies diuidatur secundum clauum C, & aduersâ secundum clauum H. habeantur duæ regulæ quatuor aut quinque pedum qualem O O repræsentant, cui ad angulos rectos alius addatur tigillus, diuisus in 4 aut quinque hinc inde gradus assumptâ linea O O in radium. duæ vt dixi habeantur huiusmodi regulæ, vna pro quô libet clauo. hæ duæ regulæ ne alterent æquilibrium sint eiusdem ponderis. & aptantur suis clauis, annectanturque singulæ supra gradum eleuationis æstimatum, præcise, hoc est ita vt cadat præcise supra vnam diuisionem in tigillo Oq ostendet quantum addere, aut detrahere debeas, eleuationi æstimatæ; & quia gradus in tigillo Oq sunt maximi, distinguere poteris vsque ad minuta. Posui duas tales regulas, nempe ne si vna tantum adesset, alteraret æquilibrium; obuersô instrumentô, probare poteris, an duæ hinc inde obseruationes conueniant, si esset differentia, illius dimidium assumendum esset.

Vti poteris eô instrumentô etiam pro stellis, sed aliô modô. nempe si duæ pinnulæ sint immobiliter affixæ lateri C H, æquidistantes eidem lineæ C H. & ex clauo dependeat regula multo plombo onusta. nam propter nauigij motum, vt plurimum perpendicula redduntur inutilia.

## PROPOSITIO X.

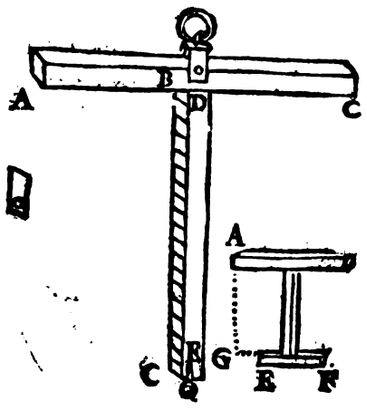
### Problema

*De instrumento imitante formam litteræ Tau.*

Compositio huius instrumenti facilior est, compositione quadrati, duo habet brachia æqualia, vt prestet æquilibrium; quamvis vnicum sit vtile. suspenditur ex puncto D, illique additur pondus in puncto E, vt constantius sit æquilibrium. vt meliùs notentur in eo gradus, vbi suspensum

Digitized by Google

suspensum erit, poterit perpendiculo duci linea D C. & notari in eo gradus eôdem modô, ac in quadrato, assumptâ lineâ A B, tanquam radiô.




Vsus facilis est, si enim soli exponatur; vmbra puncti A, in linea BC gradus indicabit.

Primus huius instrumenti defectus, in eô situs est; quòd vmbra non sit exacta, nec dignosci possit quænam illius pars ad solis centrum pertineat. huic errori mederi possemus adhibito clauo, vel laminâ perforâtâ.

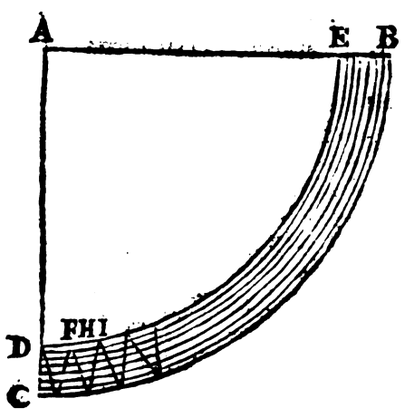
Secundò deficit quod vltra sexagesimum gradum, eleuatio solis obseruari in eo non possit; nisi latus D E sit valde longum, vnde nonnulli aliud transuersale lignum E F illi addunt. tertiò stellarum eleuationibus accommodatum non est. timendum etiam est à motu nauigij quamvis qui fuerit assuetus tam facile, hoc instrumentum tractare poterit ac crucem Geometricam, quæ ditigenda est ad horizontem visibilem.

## PROPOSITIO XI.

Problema.

*Quadrans circuli.*

Idem præstat quadrans, ac circulus, immò




superfluum videtur vti circulô integrô, cùm Syderum altitudines, ab horizonte ad Zenith numerentur, quæ distantia quadrantem tantum adæquat. si in quadrante solos gradus desideres, vnus quadrans diuidendus est in 90 partès æquales eô modô quô diximus.

Si præterea minuta requiris, fiunt verbi gratiâ 6 circuli concentrici, diuisôque gradu in medio fit triangulum, vt vides in D C F, exhibebuntur enim quina quæque minutâ, si decem ducerentur circuli concentrici, diuideréturque gradus in tres partes æquales; haberentur singula minuta.

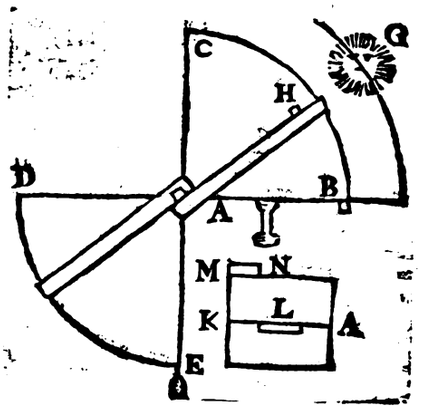
Sunt aliæ methodi vt habeantur minuta. nonnulli plurimos describunt circulos concentricos, vnum diuidunt in partes 90 sequentem in 89. & alium in 88, & sic deinceps. fieri non potest vt in tanta multitudine diuisionum allidada non cadat præcisè in aliquam diuisionem, sed opus est regulâ aureâ. verbi gratia si allidada cadat in partem 45, circuli diuisi in 80. debes dicere si 80 dant 90. quot dabunt 45. habebisque 50 gradus 37 min.

Alij diuidunt singulos gradus bifariam affiguntque allidadæ arcum 29 semigraduum, quem diuidunt in 30 partes, ex quo fit vt si allidada non cadit præcisè in vnam diuisionem; vnus ex his semigradibus, cadat exactè, in vnam diuisionem, si primus semigradus cadit, in vnam diuisionem præcisè, addendum est minutum semigradui ab allidadâ indicato, si secundus duo, & ita consequenter ad 29.

Si diuisus fuisset gradus in tres partes; accipiendi fuissent nouemdecim trientes graduum, seu 6 gradus cum triente, & hic arcus diuidendus esset in 20 partes.

Ex compositionem quadrantis; restat vt eius vsum doceamus.

Quadrans circuli ita disponi potest, vt eius vnum latus sit horizontale, aliud verò verticale, & hoc duobus modis, vel ita vt eius latus infimum A B sit horizontale, & latus A C sit ver-




ticale. vel ita vt superius latus A D horizontale sit, & A E verticale.

Primus modus videtur connaturalior; cum enim obseruare debeamus arcum cœlestem, verbi gratia F G. quadrans eôdem modô disponi debet, quô arcus quem metiri debemus. si essemus in terra seu in loco stabili, non esset difficile instrumentum vt par est statuere. nam perpendiculum dirigeret lineam A E, vel A C sed in mari nauis motus id impedit. vnde ad aliam lineam directionis recurrimus nempe ad horizontalem lineam, hoc est dirigimus lineam A B ad vltimam superficiem maris.

Quare ita obseruatur solis eleuatio duobus modis. tres sunt pinnulæ in instrumento vna in



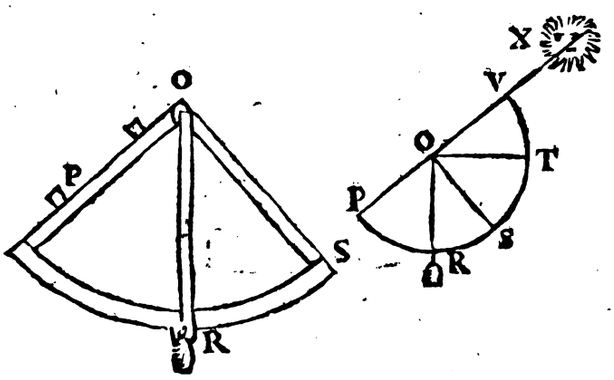
Digitized by Google

centro A, alia in linea AB, tertia vel adhæret alli-dadæ AH, vel potest currere secundum circumferentiam quadrantis, sit v. g. in H. Respice oculo posito in A, horizonte per pinnulas A & H, arcus BH metietur eleuationem solis &, quia sol non est punctum indiuisibile attollitur pinnula H, donec infimus solis limbus, videatur, per infimum latus pinnulæ H. addunturque propterea elevationi inventæ 15 min. pro solis semidiametro.

Hic modus obseruandi syderis, per partem vt vocant anteriorem, id habet incommodi quod simul duo obiecta videnda sint, nempe horizontalis superficies, & astrum cuius altitudo obseruatur; quæ cum simul intueri non possimus, præcipue si sub maiori angulo comprehendantur, successiuè ea respicimus, & dum ab vno obiecto ad aliud fit progressus, periculum est ne locò moueatur instrumentum, atque adeò non ampliùs ad horizontem collimemus adde quod solis splendor oculos perstringit.

Ex quo alius effluxit modus obseruandæ solaris eleuationis per partem vt vocant posticam. fit in pinnula A linea AK quæ respondet centro instrumenti fitque crena L vt per eam horizon spectari possit, obuertitur igitur occiput ad solem, & oculo in B posito respicimus per pinnulas B & A horizontem, & vmbra inferioris limbi pinnulæ H cadere debet in lineam AK. eleuandâ aut deprimenda est pinnula H; donec id accidat. quia autem oriri potest aliqua confusio ex penumbra pinnulla H fit eiusdem latitudinis, ac linea MK, debet autem semper ei esse parallela, si ergo vmbra limbi inferioris pinnulæ H cadat in AK, & limbi superioris in MN & hoc æqualiter, assumitur gradus quem limbus inferior indicat, nullâ habitâ ratione penumbræ, aut semidiametri solaris.

Oritur inde aliquid incommodi, nempe quod instrumentum satis magnum esse debeat, vt gradus, & minuta exhibeat, debet extendi manus ad pinnulam H, non sine incommodo. quare pinnula H, aut est immobilis, aut saltem præcisè supra vnam diuisionem gradùs ponitur, & pinnula B mobilis est, & ita subdiuidunt tantum aliquos gradùs versus B, puta decem immò habent tantum partem aliquam magni quadrantis, vt gradus eius subdiuidant in minuta, & pinnulam H ponunt in parvò quadrante diuisò tantum in quinos, aut denos gradus. sed hunc modum infra explicabimus in quadrante Anglico.

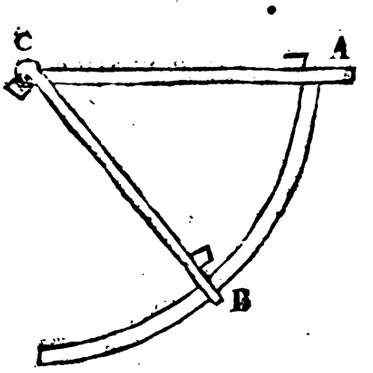



Vt huic incommodo obuiam eatur, nempe quod duo obiecta simul respicienda sunt, possumus vti quadrante, hôc modô. pinnulæ sunt affixæ vni eius lateri O P, per quas astrum respicimus, aut solis radium per foramina transmittimus, tunc perpendiculum OR arcum eleuationis RS indicabit quod sic demonstro.

Demonstratio sit linea horizontalis O T, perpendiculum O R quadrans O S P, qui intelligatur produci in T V, eritque T V eleuatio syderis, ostendere debeo arcus R S, T V æquales esse, cum V O P sit linea recta erit V S P semicirculus, & cum arcus P S sit quadrans, ex suppositione; S V quadrans erit, sed pariter arcus R T est quadrans, cum angulus TOR sit rectus, vt pote comprehensus lineâ horizontali O T, & perpendiculo O R, igitur quadrantes T R, S V sunt æquale, & ablatô commun arcu S T, arcus R S, TV sunt æquales.

Hic modus vtendi quadrante censetur incommodus, primò quod sæpe quadrans non teneatur verticaliter, in quo casu perpendiculum aberrat longius à quadrante, ideoque deberet ita suspendi instrumentum vt suo pondere, sisteretur in plano verticali.

Secundum incommodum quod insuperabile censetur, oritur ex fluctuatione nauigij, quæ perpendiculum agitat sed pro perpendiculo addatur regula onusta plombo, hanc regulam se expertos in cassum asserunt nonnulli; vix tamen mihi persuadent. si enim pixidem nauticam ita suspendimus, vt suô fungatur officiô, quidni instrumentum aliquod. sunt quidem qui experientias nonnullas faciunt quas, si primâ vice non succedunt subitò abiiciunt quasi inutiles quæ tamen adhibitis aliquibus cautionibus succederent.




Ad quadrantem referimus nonnulla instrustrumenta affinia, quale est istud, duæ regulæ, quarum vni quadrans circuli inscribitur, qui per alterius crenam transit. eius vsus non differt ab vsu quadrantis. Possent item haberi duæ regulæ, quæ coniungerentur ad modum circini, cum tertia regula diuisione cordarum instructa. illud quidem instrumentum facile esset, & sine vllis fere expensis satis magnum haberi posset; quamuis eius vsus, non mihi videatur vsque adeò commodus.

PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO XII.

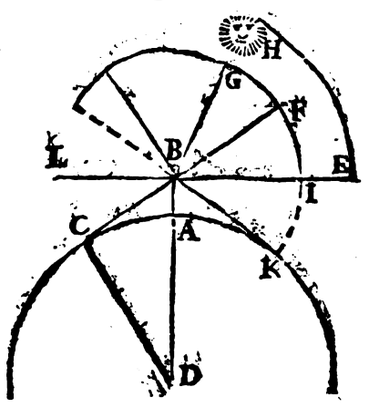
### Theorema.

*De errore ex horizonte proueniente.*

Antequam vlteriùs progrediar cum pleraque instrumenta, quibus nautæ Syderum eleuationes obseruant, ad horizontem dirigantur, assumitur hæc linea pro horizontali, quod examinandum mihi est. deberent omnes Nauarchi esse instructi aliquo instrumento, quo fine horizonte visibili Syderum eleuationes obseruent; non quidem quod id sit necessarium ad nauigationem, nam si horizontem non habent, vicini sunt littori, tunc autem ad nauigandum obseruationibus non indigent, sed quia id plurimum conferret ad rectificandas, & corrigendas Mappas Geographicas, item ad declinationem magnetis habendam quâ indigemus, vt littoris alicuius ichnographiam delineemus.

Dico primò Instrumenta quæ à parte posteriori, solis eleuationem obseruant, si horizontem respiciant, erronea esse & eleuationem solis esse maiorem obseruatâ, ideoque aliquid addendum esse obseruatæ, vt habeatur verâ.

Addo insuper quò oculus magis à superficie maris distabit, eò maiorem fore errorem. Sit enim A C circulus maximus terræ, & centrum instrumenti sit B, tangens B C. sumitur pro ho-




tizontali; quamuis non sit horizontalis respectu puncti B, sed tantùm respectu puncti C; nam horizon obseruatoris est B E, ille tamen oculum habet in F & respicit punctum C, & eleuatio quam inuenit est arcus G F, cum tamen eleuatio vera sit I G.

Addo insuper quod si obseruet à parte anteriori vt vocant, fore vt eam maiorem verâ inueniat. tunc enim linea quam pro horizontali assumet erit B K, & eleuatio obseruata G K, maior verâ.

Si duo diuersò modò simul Syderis eleuationem obseruent, vnus ex parte anteriori, alius à posteriori, differentia diuisa bifariàm exhibebit, veram eleuationem.

Hunc angulum F B I facilè habebimus. nam æqualis est angulo A D C. cum enim angulus C rectus sit, anguli A D C, & C B D erunt æquales vni recto, (*per* 32. 1.) sed pariter anguli L B C, C B D vni recto sunt æquales: ergo anguli L B C seu ei oppositus ad verticem F B I & A D C, sunt æquales. est ergo linea D B secans anguli illius quem quærimus, & A B excessus secantis supra radium. Semidiameter terræ A D est milliariorum 5431, seu pedum 17155000, posito quod sint 60 milliaria in gradu seu 5431000 passus, tabulæ sinuum & tangentium & secantium habent pro radio 1000000 ita vt ratio radij tabularum ad radium terræ sit, vt 10000 ad 17155, & negligendo aliquid vt 10 ad 17. Inuenio excessum secantis duorum minutorum esse 3. hoc est si radius fuerit 10000000. secantem esse 10000002 sed radius est 17155000 fiat ergo vt 10 ad 17, ita 2 ad $3\frac{4}{10}$. habebisque oculo eleuato supra superficiem maris 3 pedibus $\frac{4}{10}$ errorem inpehi duorum minutorum, error erit trium minsi eleuatus fuerit oculus 7 circiter pedibus, & fuerit 12 pedibus error 4 minutorum, si 18 pedibus $\frac{1}{2}$, erit 5 minutorum vt vides in tabula, sed memento hos pedes esse magnos, nam semipes æqualis est virgulæ Geometricæ iam supra assignatæ.

| *Min.* | *pedes.* |
|---|---|
| 2. | $3\frac{4}{10}$ |
| 3. | 7 |
| 4. | 12 |
| 5. | $18\frac{1}{2}$ |
| 6. | 27 |

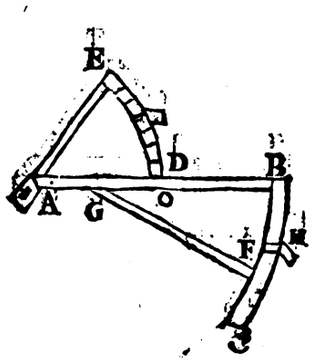
Ex his vides quando distas 6 milliaribus à terra, si dirigas instrumentum ad eam partem aquæ quæ videtur terram attingere, eam esse lineam horizontis visibilis, quia nunquam es elepatus in naui 27 pedibus & arcus telluris quem vides non se extendet ad 6 milliaria.

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*De quadrante Anglico.*

Quadrans Anglicus mihi videtur est aptissimus, ad eleuationes obseruandas. Eius constru-



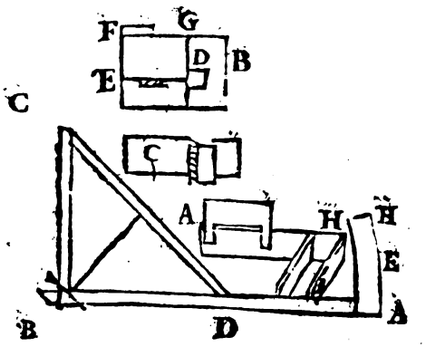

ctio ex eo quod iam suprà innuimus originem duxit, nempe necessarium non esse, vt totus quadrans diuideretur in minuta. quare Angli tertiam tantum partem quadrantis, seu 30 gradus diuidunt in gradus, & minuta, ita vt radius A B, arcus B C triginta graduum sit duorum pedum cum dimidio: minorem verò

arcum E D 60 graduum, in denos tantum gradûs diuidunt, ita pinnula quæ in minori quadrante apponitur, sit ferè parallela, alteri pinnulæ in A collocatæ. Additur & tertia pinnula in arcu B C, quæ mobilis est. reliquæ partes, ad roborandum instrumentum adduntur.

Vsus talis est. respicio per dioptram arcûs B C, & per dioptram A superficiem vltimam maris, & tunc dioptræ arcûs E D, vmbra cadere debet in lineam dioptræ A. si verò non cadit; mouetur dioptra vicinior oculo, quæ est in B C, donec id accidat, & eleuatio Syderis componitur, verbi gratia si vna dioptra fuerit in D, alia in H. componetur (inquam) eleuatio Syderis ex arcubus DO. BH.

Multa reprehendi possunt in hôc instrumentô, sed præcipuè, quod pinnula quæ est in arcû E D, non sit semper parallela pinnulæ A. quod in multis casibus errorem potest inducere. Hoc tamen instrumentum cruci Geometricæ anteponendum est.

Simpliciorem eius Ideam propono. fiat squadra A B, cuius latus A B sit trium circiter pe-



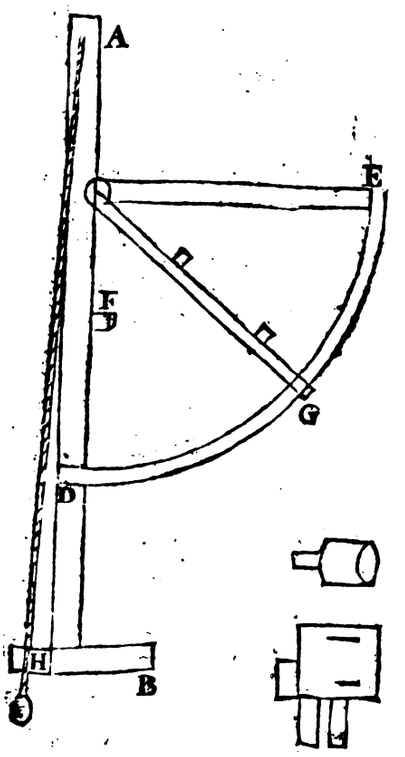

dum. sint B C. B D, vnius pedis cum dimidio vel duorum, diagonalis D C, sicut & arcus A E; sit ex ligno quod capax sit diuisionum exquisitarum, ex centro B interuallô B A; fiat arcus A E, diuidendus in gradus, & minuta. diuidatur linea C D, in gradus, eo modo, quo diuisionem quadrati supra peregimus, nempe vtendo tabulâ tangentium.

Assumptâ in radium perpendiculari. ad diuidendum arcum A E quærenda est corda 5 aut 6 graduum. fient 5 aut 6 circuli concentrici, ad habenda minuta. diuidendo præterea quemlibet gradum in duas, aut tres partes æquales.

Posset addi Allidada quæ volueretur circa centrum B, ferretque pinnulam, & notaret in arcu A E, gradum. hæ allidadæ maxime probantur, eo quòd facilius voluantur quam pinnulæ. Ea pinnula quæ est in B, obliquè disponitur vt sit parallela, pinnulæ quæ est supra D C. apposui figuram pinnularum.

Ad obseruandam eleuationem stellarum oculus ponitur in B, qui per inferiorem partem aut potius per fissuram respicit limbum inferiorem pinnulæ H & horizontem & per superiorem limbum pinnularum B, & C respicit Sydus.

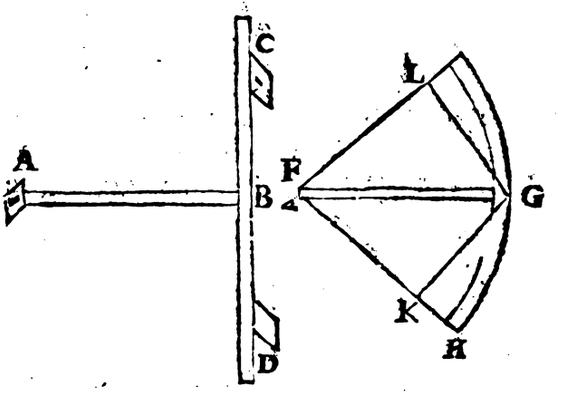
Si regula suspensa, vices perpendiculi supplens, in mari locum habere, nec nauigij motus illi obesset: daretur alius istius instrumenti vsus, duæ tantùm adhiberentur pinnulæ; in allidada G, per quas spectaretur astrum, aut per earum foramina solaris radius transmitteretur, filo, A H aut potius regulâ suspensâ indicante gradum in arcu B H. hoc instrumentum virtualiter maximum est, posseque esse vsui, illi




qui vellet corrigere Mappas Geographicas, posset enim illius ope habere Syderum eleuationes vsque ad minuta.

Quia satis est difficile habere pinnulas, quibus videantur stellæ, nonnulli in centro quadrantis, cylindrum exquisitè tornô elaboratum infigunt pinnulamque oculo admouent duabus fissuris apertam. spatium inter vtramque fissuram æquale est diametro cylindri. vsus autem erit, vt stellam æqualiter per superiorem rimam, & superiorem limbum cylindri, ac per inferiorem rimam, & inferiorem limbum cylindri videretur.

Ad hoc instrumentum posset reduci duplex




squadra in quo nempe triplex pinnula, vna in A immobilis; alia item in B C, quæ diuisionibus integris insisteret. tertia verò in B D moueretur. atque adeò latus B C, in denos tantum gradus diuideretur, at latus B D, in gradus & minuta; ope tabulæ tangentium.

Referri item posset aliud instrumentum, quod balistæ figuram imitatur, & qui à quadrante non differt nisi accidentariò.

Posset item loco arcuum G I, G H perfici quadratum, ductis lateribus G L, G K.

PROPO

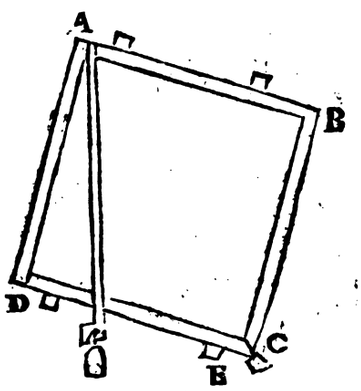
## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

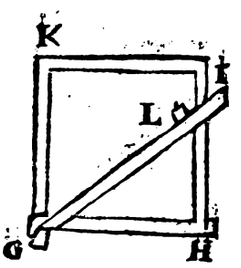
*De quadrato.*

Vsus quadrati idem prorsus est, ac quadrantis; sola differentia petitur ex diuisionibus, quæ in quadrato peraguntur per tangentes paulo difficilius quàm in quadrante. diviso gradu in tres partes possunt singuli in 20. minuta dividi per transversales, vt diximus.

Præter vsum quem supra dedimus, si regula suspensa vices obtinere potest perpendiculi; potest




runt, addi pinnulæ lateri AB. poterunt item pinnulæ addi lateri DC, vel in quibuscumque aliis punctis laterum AD, BC. Item si ponantur pinnulæ in C & A, idem latus DC, poterit præferre divisiones à 45. gradu ad nonagesimum, immo si regula suspensa potest locum habere in navi, sola squadra ADC sufficiet.




Possumus item vti quadrato, si respiciamus horizontem per pinnulas H & G, ita vt vmbra pinnulæ L, cadat in pinnulam G. vel respiciendo horizontem per pinnulas G & H, oculo in G posito, videretur astrum per pinnulas G & L.

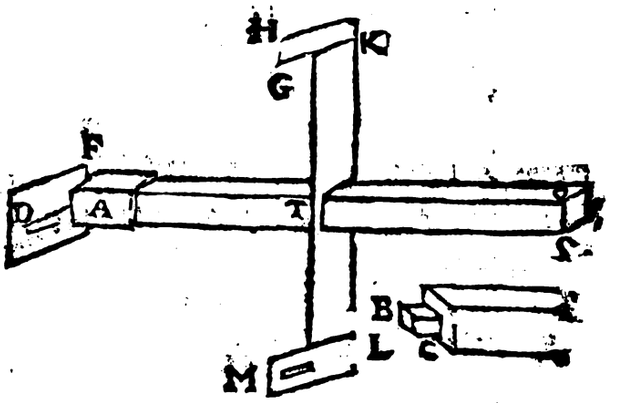
## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*De cruce Geometrica.*

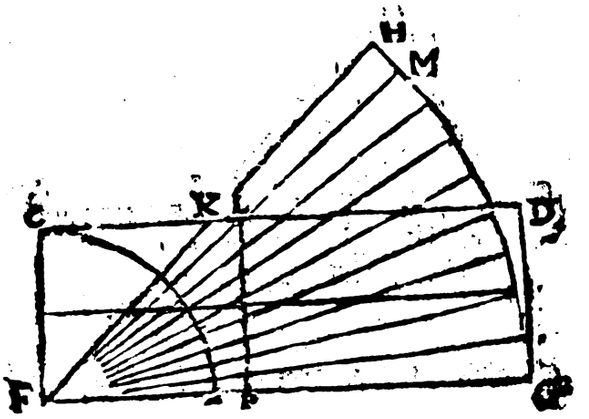
Crux Geometrica est vsitatissimum in mari instrumentum; quo scilicet syderum altitudines observant nautæ, solis quidem à parte posteriori, & stellarum ab anteriori. multis tamen indiget cautionibus.

Prima erit vt transversale lignum MG, feratur secundum longitudinem tigilli AO, angulumque rectum semper cum eo comprehendat.




nec in alterutram partem inclinetur, in quo maior est difficultas, quàm primâ fronte videatur.

Secundò dividi debet tigillus AO, in 90 partes; quod vel ope canonis tangentium, vel pra-




xi Geometricâ præstare possumus. Incipiamus à Geometrica. quia autem transversale lignum duabus constat partibus æqualibus, sufficiet divisio ad 45 gradum, sed opus erit divisione in semigradus; quia duo semigradus, hinc inde positi gradum integrum efficiunt.

Sit ergo linea FG æqualis, tigillo dividendo, ex puncto F, vt centro fiat arcus G H graduum 45. qui dividatur in gradus, & semigradus, hoc est dividatur in 90. partes æquales, tum per singulas divisiones, ducantur lineæ ad centrum F. ducantur item duæ perpendiculares GD, FC, æquales dimidio transversali G T, iungaturque linea CD. Dico in linea CD, haberi divisiones tigilli AO, posito transversali T H; modò numerum apponas duplum illius quem exhibet arcus, hoc est in puncto K, ponas gradus 90. in sequenti divisione quæ erit tantum semigradûs, ponas 89. eò quòd transversale duo habeat brachia.

Demonstr. Linea FG assumatur pro tigillo AO, sitque E P, æqualis lineæ A T, sicut P L, sit æqualis transversali T H. Dico quod angulus comprehensus à lineis, per extremitates transversalis ductis, nempe angulus H A M, est 89. graduum nempe æqualis angulo KFP duplicato; qui ex suppositione est graduum 44. Si promoveas transversale vnâ notâ, quam voluimus æqualem esse semigradui, angulus ex vtrâque parte decrescet semigradu, ergo angulus totalis decrescit vnô gradu.

Ex his vides quod si transversale sit satis mag-



Digitized by Google

num, non poterunt notari in instrumento omnes gradus, vt in hoc exemplo deessent 40 gradus. Ideoque multiplex transversale construitur, vt omnes elevationes haberi possint. nempe maximum ad elevationes capiendas à nonagesimo gradu, ad trigesimum. Secundum à trigesimo ad vigesimum. Tertium à vigesimo ad decimum. Quartum à decimo ad primum gradum. in quò notandum est optimum esse vti maioribus transversalibus, eò quòd transversale determinet magnitudinem radij.

Secunda methodus dividendi crucem Geometricam in gradus, ope tabularum tangentium peragitur. nam positò quod T H, dimidia pars transversalis sit radius; A T, erit tangens anguli HAT, quare si intelligas semitransversale divisum in 10000 partes, eò modò quò diximus, in divisione quadrati, ad habendum angulum 90. assumes in tabula tangentem complementi dimidij anguli, verbi gratiâ vt habeas angulum 80. sume tangentem complementi anguli 40.

In quo vides instrumentum paruum esse, licèt videantur aliqui gradus valdè magni, radius enim est æqualis tantum dimidio transversali, & in eo præstantior est quadrans Anglicus.

Modus vtendi cruce Geometricâ sine pinnulis, ita est errori obnoxius, vt ad gradum integrum perveniat. vt refert P. Fournerius. quare aperiam modum quò, eò instrumentò vtendum censeo.

Primò ad observandam solis elevationem. à parte posteriori. addatur pinnula in extremitate A, hæc pinnula habeat aperturam per quam videri possit horizon, & quæ respondeat, lineæ dividenti bifariàm longitudinem tigilli, in puncto E, posset esse denticulus. vellem item brachium vnum transversalis esse longius altero, quanta est linea DE. hoc est vt haberet denticulum GH, æqualem lineæ DE; pinnula A, operitur chartâ albâ, vt meliùs vmbra dignosci possit, additur & alia pinnula, quæ habeat fissuram ML, respice ex ML, per pinnulam A, horizontem, ita vt vmbra denticuli GHIK, obumbret pinnulam A, hoc est tam benè lineæ HI, vmbra cadat in E F, ac vmbra lineæ GK, cadit in DA.

Vt habeas elevationem stellæ, respice horizontem, ex fissura D A, per M L, limbum inferiorem transversalis, & per EF, HI respice stellam, & videbis in cyphris tigilli elevationem syderis.

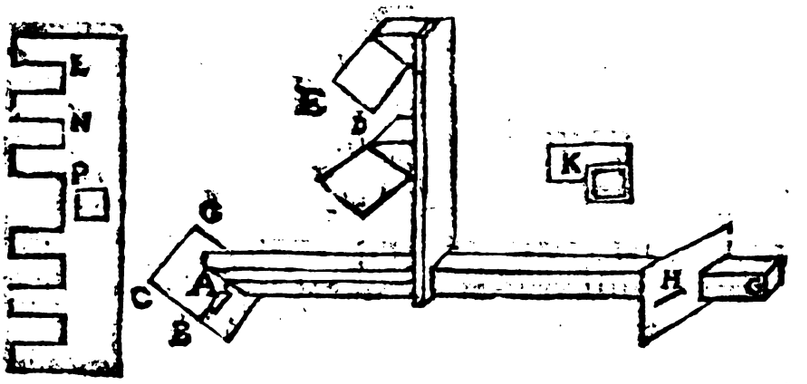
Quia vt dixi necessaria sunt plura transversalia; poteris vnum transuersale denticulis instruere, vt vides in figura.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*De dimidiata cruce Geometricâ.*

Hollandi vt plurimum semicruce Geometricâ vtuntur, quam aptiorem puto cruce Geometricâ. habet autem pinnulam A B, obliquè dispositam, cum apertura per quam spectari possit horizon. Secundò pinnula transuersalis ei est parallela, & æqualis interuallò inter lineas A B, C G comprehenso. Habet item aliam pinnulam in H, in qua est fissura.




Ad obseruandam solis eleuationem, respice ex fissura H, per AB horizontem, tamdiuque promone, transuersale donec vmbra pinnulæ ED, obumbret æqualiter pinnulam ABCG; tunc transversale indicabit elevationem.

Dividitur autem tigillus eòdem fere modò quò crux Geometrica, nisi quòd non sit opus dividere quadrantem in semigradus. Sed in gradus integros, quia cùm transversale non sit duplex non addatur ex altâ parte æqualis angulus, vnde gradus in tigillo duplò maiores euadunt, quàm in cruce Geometricâ.

Ad obseruandam elevationem stellæ; eòdem modò operandum est, ac in cruce Geometrica, nisi quod pinnula H, mutanda sit in pinnulam K, hoc est oculus admoueatur pinnulæ AB.

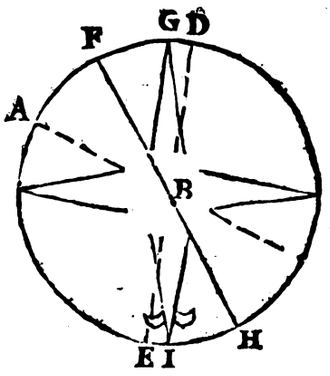
## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Primus modus inuestigandi Magneticam declinationem.*

Omnes modi quibus Magnetica declinatio deprehenditur coincidunt, cum methodis quibus lineam meridianam inuestigare solemus. quia autem in terra stylum plano horizontali infixum, soli exponimus, notamusque duo puncta, in quibus vmbra eumdem circulum, ex pede styli tanquam centro descriptum attingit; asserimusque lineam meridianam in medio horum punctorum sitam esse, ita etiam in mari proportionaliter agendum est. dixi proportionaliter, vidi enim aliquas praxes ab aliquibus proferri, quæ peccarent in principio;

principio ; cogitarentque navim immotam, cum tamen continuò moveatur. Sole lucente duabus circiter horis ante meridiem ; fiant simultaneè duæ obseruationes, prima elevationis solis supra horizontem, altera azimutalis in quo invenitur. hoc est cui plagæ in compasso nautico notatæ respondeat. Exponimus enim soli compassum nauticum, seu pixidem Magneticam, tum manu prehensum filum, è quo pendet perpendiculum, ita circumferimus, vt eius vmbra per centrum rosæ chartaceæ transeat, & tunc notamus plagam quam vmbra secat, seu in quam plagam sol incidat, ponamus incidere in plagam, seu rombum A B. hoc est vmbram fili esse A B. post me-




ridiem totidem circitet horis, exploretur solis elevatio, totque fiant obseruationes donec tandem vna occurrat, æqualis in gradibus obseruationi antemeridianæ, eôdemque tempore obseruetur, vt priùs plaga in quam sol cadit ; sit hæc plaga DBE, dividatur bifariàm arcus AD, in puncto F, arcus FG erit declinatio Magnetis, & FH erit linea meridiana ; vnde quia lilium I, seu plaga Septentrionalis Magnetica, vergit ad orientem, dicetur acus Magnetica Nordestare tot gradibus, quot inveniuntur in arcu HI.

Demonstratio. Hic modus respondet primæ praxi inveniendæ lineæ meridianæ, quæ vulgò circumfertur ; probabimus autem in tractatu de horologiis, solem versantem in duobus verticalibus, æqualiter à meridianô dissitis, esse in æquali altitudine, si eundem parallelum percurrat, hoc est solam inæqualitatem posse oriri, ex motu proprio illius diei, vi cuius in aliio parallelo invenitur pomeridianis horis horis, ac erat antemeridianis. In mari tamen alia inæqualitas potest inveniri, cui obviam ire, difficillimum est, nempe quod interea moveatur navigium. vnde si mutetur poli elevatio, esset illius aliqua ratio habenda ; item si non eandem in loco vtriusque obseruationis magnes obtineret declinationem : aliqua media declinatio per obseruationes inveniretur. Sed etiamsi vno gradu aberraretur, non propterea desistendum est ab ea correctione. nam istæ minutiæ errorem notabilem non invehent. posset item ad lunam idem haberi, sed obseruatio pluribus erroribus esset obnoxia nisi innumeræ cautiones adhiberentur quæ nautarum captum superant.

## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

*Secundus modus inueniendi declinationem Magneticam.*

Secundus modus inveniendi declinationem Magneticam, non est dissimilis priori, oriente sole, obseruetur plaga rosæ Magneticæ in quam incidit eius ortus, vt in priori figura, dum oritur sol, imposita pixide nautica, videatur in quo Rombo oriatur, vel per vmbram fili, vel si vmbra vsque ad rosam pertingere non potest, eô quod rosa intrà pixidem existens à sole oriente non illuminetur, pixidi ipsi duæ infigantur assiculæ in punctis è diametro oppositis, verbi gratia in eo puncto in quo voluimus crucem notari, ita circumferatur tota pixis, vt vnius assiculæ vmbra in aliam incidat, & tunc videbis quæ plaga respondeat assiculæ. sit v. g. plaga A. sole occidente idem præstabis, inueniatur plaga D, diuisô arcu AD, bifariàm in F, erit HBF, linea meridiana, & arcus IH, erit declinatio, diceturque nordestare.

Nonnulli hanc methodum reprehendunt, eô maxime nomine, quòd propter refractiones, sol priùs oriri videatur, quàm reuera horizontem attingat. Sed quomodocumque res se habeat, semper constat hæc praxis. supponamus enim solem dimidio gradu esse adhuc infra horizontem dum apparet in horizonte orientali ; igitur iam dimidio gradu erit infra horizontem occidentem, cum occidere videbitur, sed dum inuenitur in eodem circulo depressionis infra horizontem, attingit circulos verticales æqualiter à meridiano dissitos, vt demonstratio quæ habetur in horologiis, satis ostendit : igitur semper optima est hæc praxis. nisi quod nimium tempus, inter vtramque obseruationem, aliquem errorem inuehat.

## PROPOSITIO XIX.

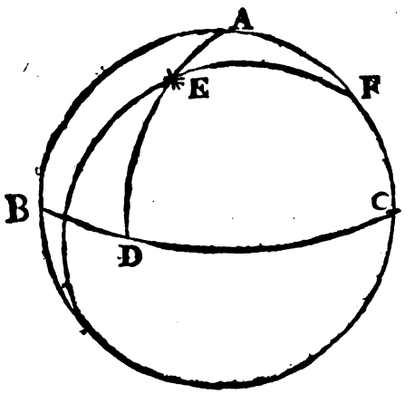
### Problema.

*Tertius modus vnicâ obseruatione, Magnetis declinationem inueniendi.*

Hic modus est paulò subtilior, nec nisi ab illis naucleris, qui aut Trigonometriam calluerint, aut alicuius astrolabij vsum habuerint adhibendus, quôcumque tempore, obseruetur solis eleuatio, & plaga rosæ chartaceæ cui respondet, hoc est verticalis sumptô initiô, à linea meridiana quam indicat magnes sive falsa sit ; sive vera, hoc enim inquiremus. ponamus ergo plagam in qua sol inuenitur eleuatus gradibus 30. distare à linea Austri versus ortum gradibus 45. cum eleuatione solis, & eleuatione poli quam etiam cognitam suppono ; quæratur circulus verticalis in quo sol eo tempore versatur, qui si distet gradibus 45. à meridie, nulla est declinatio, si verò distat pauciori bus gradibus, differentia erit declinatio Magnetis, & magnes nordestabit, si vero pluribus quam gradibus 45. distet, differentia erit declinatio vergens ad occidentem. per Trigonometriam autem

Digitized by Google

autem ita res se habet. sit ABC meridianus, B C horizon, DE sit eleuatio solis obseruata, FC poli




eleuatio A, Zenith. ex polo F, ducatur circulus horarius FE. In triangulo AEF, cognoscitur latus AE, complementum eleuationis solis, cognoscitur latus AF, complementum eleuationis poli, cognoscitur latus EF, nempe distantia solis à polo. hæc enim habetur si declinationem solis ab æquinoctiali, quam suppono cognitam esse, subducas à gradibus 90. si borealis fuerit, vel addas gradibus 90. si australis fuerit. Suppono autem te versari in parte terræ Septentrionali, alioquin contrarium faciendum esset. quare triangulum AEF, habet tria latera cognita, ideoque per Trigonometriam, notus fiet angulus DAF, & consequenter angulus B A D, distantia verticalis A D à meridiano. ita autem soluitur triangulum FAE, vt cognoscatur angulus F A E. fiat summa trium laterum A F, A E, E F, & à semisumma subduc latera A F, A E, vt habeas eorum differentiam, tum fiat vt sinus AF, ad differentiam AF, ita differentia AE, ad quartum sinum. deinde vt sinus A E, ad sinum totum, ita quartus sinus ad septimum sinum: adde logarithmum sinus totius logarithmo, sinus septimi; dimidia summa erit logarithmus dimidij anguli FAE, ex quo innotescit angulus BAD, seu arcus B D. moneo autem bonum nauarchum carere non debere Kalendario, in quo habeat pro singulis diebus, locum solis in Zodiaco. habeat item declinationem solis pro quolibet Zodiaci gradu. habeat item tabulas declinationum stellarum. item amplitudinum ortiuarum, & multas alias quas apponemus in fine tractatûs.

Per Astrolabia, aut analemmata id facile præstabimus, astrolabij tamen praxes huc reuocare non debeo. quare in eorum tractatibus quæratur modus aut inueniendi lineam meridianam, aut verticalem, in quo sol existit.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

*Quartus modus inueniendi declinationem Magnetis.*

Eôdem tempore obseruetur stellæ alicuius notæ eleuatio, item plaga seu Rhombus rosæ Magneticæ in quo inuenitur, quod quidem obseruatu satis difficile inuenio, eò quòd stellæ nullam vmbram efficiant. quare in limbo pixidis debent duo styli è diametro oppositi erigi perpendiculariter, caueatur autem ne sint ferrei. tum ita circumuoluatur pixis, vt per eos stylos videatur stella, & animaduertatur cui Rombo respondeat vnus è stylis. Et habebis Rombum in quo stella inuenitur seu eius distantiam à plagâ meridianâ, quam indicat magnes tum vt priùs, cognitâ stellæ declinatione, eius eleuatione, & eleuatione poli inuenies circulum verticalem stellæ, qui si coincidat, cum priùs inuento circulo verticali Magnetico, seu cum Rombo obseruato; nulla erit declinatio. differentia autem inter obseruatam plagam, & verticalem per Trigonometriam, aut astrolabium inuentum erit Magnetis declinatio. cautiones autem adhibendæ sunt, quæ in præcedenti notatæ sunt.

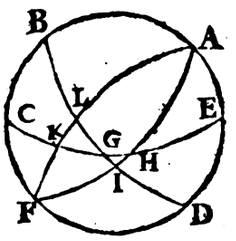
## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*Quintus modus inueniendæ declinationis Magneticæ ope amplitudinum ortiuarum.*

Amplitudo ortiua est, distantia puncti horizontis in quo oritur astrum, à puncto æquinoctiali, seu à rombo est seu Leuante. hæ amplitudines ortiuæ variæ sunt, & pro varia eleuatione poli, & pro varia declinatione sideris. quare compendij causa habenda est tabula, in quâ ponantur amplitudines ortiuæ, pro variâ syderum declinatione, vt autem vsus habeatur ponamus solem oriri decem gradibus ab ortu æquinoctiali, versus meridiem, seu amplitudinem ortiuam esse 10. graduum & australem. Expono pixidem Magneticam soli orienti, & obseruo an decimus gradus rosæ, à Rhombo (est) versus meridiem respondeat soli, si hoc accidat nulla erit Magnetis declinatio. Si verò inueniatur aliqua differentia hæc erit declinatio, si sol minus distet à meridie, declinatio erit versus occidentem hoc est versus noroest, si verò sol magis distet à meridie declinatio erit orientalis id est verget ad nordest, intelligendo semper de extremitate Septentrionali acûs Magneticæ.

Facile autem pro gradibus declinationis, inuenietur amplitudo ortiua, in qualibet elevatione poli. si fiat vt sinus complementi eleuationis poli, ad sinum declinationis, ita sinus totus ad sinum amplitudinis ortiuæ. vt si A B C sit meridianus,




BGD æquinoctialis, sitque astrum. oriens in puncto K, arcus KG, erit amplitudo eius ortiua, a KL declinatio. A est polus. angulus L rectus est, in triangulo KLG, datur declinatio KL, & angulus L G K, nempe complementum elevationis poli; qua (*per 2 libri 4 Trigonometriæ*) si fiat vt sinus anguli KGL ad sinum lateris KL, ita sinus totus nempe anguli L. ad quartum; habebitur latus KG.

Hæc praxis tam adhiberi potest, sive vtamur stellis, sive sole. In eâ tamen locum habere potest, ille error qui ex refractione oritur, quæ sidus attollit circa horizontem fere semigradu. sed hæc errorem modicum afferret.

ELEVATIO

# TABVLA AMPLITVDINVM ortivarum.

## ELEVATIO POLI.

DECLINATIONIS GRADVS.

| Elev. 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. | 10 G. M. | 11 G. M. | 12 G. M. | 13 G. M. | 14 G. M. | 15 G. M. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1° | 1. 0 | 1. 0 | 1. 0 | 1. 0 | 1. 0 | 1. 0 | 1. 0 | 1. 0 | 1. 0 | 1. 1 | 1. 1 | 1. 1 | 1. 1 | 1. 1 | 1. 1 |
| 2 | 2. 0 | 2. 0 | 2. 0 | 2. 0 | 2. 0 | 2. 0 | 2. 1 | 2. 1 | 2. 1 | 2. 2 | 2. 2 | 2. 2 | 2. 2 | 2. 2 | 2. 3 |
| 3 | 3. 0 | 3. 0 | 3. 0 | 3. 0 | 3. 0 | 3. 1 | 3. 1 | 3. 1 | 3. 1 | 3. 2 | 3. 2 | 3. 3 | 3. 4 | 3. 4 | 3. 5 |
| 4 | 4. 0 | 4. 0 | 4. 0 | 4. 1 | 4. 2 | 4. 3 | 4. 4 | 4. 4 | 4. 5 | 4. 6 | 4. 6 | 4. 7 | 4. 8 | 4. 9 | 4. 10 |
| 5 | 5. 0 | 5. 0 | 5. 0 | 5. 1 | 5. 2 | 5. 3 | 5. 4 | 5. 5 | 5. 5 | 5. 6 | 5. 6 | 5. 7 | 5. 8 | 5. 10 | 5. 11 |
| 6 | 6. 0 | 6. 0 | 6. 0 | 6. 2 | 6. 2 | 6. 3 | 6. 4 | 6. 5 | 6. 5 | 6. 6 | 6. 8 | 6. 9 | 6. 11 | 6. 13 | 6. 15 |
| 7 | 7. 0 | 7. 0 | 7. 0 | 7. 1 | 7. 2 | 7. 3 | 7. 4 | 7. 5 | 7. 5 | 7. 6 | 7. 8 | 7. 9 | 7. 11 | 7. 13 | 7. 15 |
| 8 | 8. 0 | 8. 0 | 8. 0 | 8. 1 | 8. 2 | 8. 3 | 8. 4 | 8. 5 | 8. 6 | 8. 7 | 8. 8 | 8. 9 | 8. 11 | 8. 13 | 8 15 |
| 9 | 9. 0 | 9. 0 | 9. 0 | 9. 1 | 9. 2 | 9. 3 | 9. 4 | 9. 5 | 9. 6 | 9. 7 | 9. 8 | 9. 9 | 9. 12 | 9. 14 | 9. 17 |
| 10 | 10. 0 | 10. 0 | 10. 0 | 10. 1 | 10. 2 | 10. 3 | 10. 4 | 10. 5 | 10. 7 | 10. 8 | 10. 10 | 10. 12 | 10. 15 | 10. 18 | 10. 21 |
| 11 | 11. 0 | 11. 0 | 11. 0 | 11. 1 | 11. 2 | 11. 3 | 11. 4 | 11. 5 | 11. 7 | 11. 9 | 11. 11 | 11. 13 | 11. 15 | 11. 17 | 11. 20 |
| 12 | 12. 0 | 12. 0 | 12. 0 | 12. 1 | 12. 2 | 12. 4 | 12. 5 | 12. 7 | 12. 9 | 12. 11 | 12. 13 | 12. 16 | 12. 19 | 12. 22 | 12. 26 |
| 13 | 13. 0 | 13. 0 | 13. 0 | 13. 1 | 13. 2 | 13. 3 | 13. 5 | 13. 7 | 13. 9 | 13. 12 | 13. 15 | 13. 18 | 13. 24 | 13. 26 | 13. 28 |
| 14 | 14. 0 | 14. 0 | 14. 1 | 14. 2 | 14. 3 | 14. 5 | 14. 7 | 14. 9 | 14. 11 | 14. 13 | 14 18 | 14. 19 | 14. 22 | 14. 26 | 14. 30 |
| 15 | 15. 0 | 15. 0 | 15. 1 | 15. 2 | 15. 3 | 15. 5 | 15. 7 | 15. 9 | 15. 11 | 15. 14 | 15. 17 | 15. 20 | 15. 24 | 15. 28 | 15. 32 |
| 16 | 16. 0 | 16. 1 | 16. 2 | 16. 3 | 16. 4 | 16. 6 | 16. 9 | 16. 10 | 16. 12 | 16. 15 | 16. 18 | 16. 22 | 16. 26 | 16. 30 | 16. 34 |
| 17 | 17. 0 | 17. 1 | 17. 2 | 17. 3 | 17. 4 | 17. 6 | 17. 8 | 17. 10 | 17. 13 | 17. 16 | 17. 20 | 17. 24 | 17. 28 | 17. 32 | 17. 37 |
| 18 | 18. 0 | 18. 1 | 18. 2 | 18. 3 | 18. 4 | 18. 6 | 18. 8 | 18. 11 | 18. 14 | 18. 17 | 18. 21 | 18. 25 | 18. 30 | 18. 35 | 18. 40 |
| 19 | 19. 0 | 19. 1 | 19. 2 | 19. 3 | 19. 4 | 19. 6 | 19. 9 | 19. 11 | 19. 15 | 19. 18 | 19. 22 | 19. 27 | 19. 32 | 19. 37 | 19. 42 |
| 20 | 20. 0 | 20. 1 | 20. 2 | 20. 3 | 20. 4 | 20. 6 | 20. 9 | 20. 12 | 20. 15 | 20. 19 | 20. 23 | 20. 28 | 20. 33 | 20. 38 | 20. 42 |
| 21 | 21. 0 | 21. 1 | 21. 2 | 21. 3 | 21. 5 | 21. 7 | 21. 10 | 21. 13 | 21. 16 | 21. 20 | 21. 24 | 21. 29 | 21. 34 | 21. 40 | 21. 46 |
| 22 | 22. 0 | 22. 1 | 22. 2 | 22. 3 | 22. 5 | 22. 7 | 22. 10 | 22. 13 | 22. 17 | 22. 21 | 22. 26 | 22. 31 | 22. 36 | 22. 42 | 22. 49 |
| 23 | 23. 0 | 23. 1 | 23. 2 | 23. 4 | 23. 6 | 23. 9 | 23. 10 | 23. 15 | 23. 18 | 23. 21 | 23. 26 | 23. 31 | 23. 37 | 23. 44 | 23. 53 |
| 24 | 24. 0 | 24. 1 | 24. 3 | 24. 5 | 24. 6 | 24. 9 | 24. 13 | 24. 16 | 24. 20 | 24. 24 | 24. 30 | 24. 36 | 24. 42 | 24. 48 | 24. 54 |
| 25 | 25. 1 | 25. 2 | 25. 4 | 25. 5 | 25. 6 | 25. 10 | 25. 14 | 25. 17 | 25. 21 | 25. 25 | 25. 31 | 25. 37 | 25. 44 | 25. 50 | 25. 57 |
| 26 | 26. 1 | 26. 3 | 26. 5 | 26. 6 | 26. 7 | 26. 11 | 26. 15 | 26. 18 | 26. 22 | 26. 26 | 26. 32 | 26. 39 | 26. 46 | 26. 53 | 27. 0 |
| 27 | 27. 1 | 27. 3 | 27. 5 | 27. 6 | 27. 7 | 27. 11 | 27. 15 | 27. 23 | 27. 19 | 27. 27 | 27. 33 | 27. 40 | 27. 48 | 27. 55 | 28. 3 |
| 28 | 28. 1 | 28. 3 | 28. 5 | 28. 6 | 28. 7 | 28. 11 | 38. 16 | 28. 20 | 28. 24 | 28. 28 | 28. 35 | 28. 42 | 28. 50 | 28. 57 | 29. 6 |
| 29 | 39. 1 | 29. 3 | 29. 5 | 29. 6 | 29. 7 | 29. 12 | 39. 16 | 29. 20 | 29. 24 | 29. 29 | 29. 47 | 29. 45 | 29. 53 | 30. 0 | 30. 8 |
| 30 | 30. 1 | 30. 3 | 30. 5 | 30. 6 | 30. 8 | 30. 12 | 30. 17 | 30. 21 | 30. 25 | 30. 31 | 30. 39 | 30. 47 | 30. 55 | 31. 3 | 31. 11 |
| 31 | 31. 1 | 31. 3 | 31. 5 | 31. 7 | 31. 8 | 31. 12 | 31. 17 | 31. 22 | 31. 27 | 31. 32 | 31. 40 | 31. 50 | 31. 59 | 32. 7 | 32. 14 |
| 32 | 32. 1 | 32. 3 | 32. 5 | 32. 7 | 32. 8 | 32. 13 | 32. 18 | 32. 23 | 32. 28 | 32. 33 | 32. 41 | 32. 51 | 33. 0 | 33. 8 | 33. 17 |



Digitized by Google

# TABVLA AMPLITVDINVM. ortivarum.

## ELEVATIO POLI.

DECLINATIONIS GRADVS.

| Elev. Poli. | 16 G. M. | 17 G. M. | 18 G. M. | 19 G. M. | 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. | 30 G. M. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1. 2 | 1. 2 | 1. 3 | 1. 3 | 1. 4 | 1. 4 | 1. 5 | 1. 5 | 1. 6 | 4. 6 | 1. 7 | 1. 7 | 1. 8 | 1. 8 | 1. 9 |
| 2 | 2. 4 | 2. 4 | 2. 5 | 2. 6 | 2. 7 | 2. 7 | 2. 8 | 2. 9 | 2. 10 | 1. 11 | 2. 12 | 2. 13 | 2. 15 | 2. 16 | 2. 17 |
| 3 | 3. 5 | 3. 7 | 3. 8 | 3. 9 | 3. 10 | 3. 11 | 3. 13 | 3. 14 | 3. 15 | 2. 17 | 3. 19 | 3. 21 | 3. 22 | 3. 24 | 3. 26 |
| 4 | 4. 11 | 4. 13 | 4. 14 | 4. 15 | 4. 17 | 4. 19 | 4. 21 | 4. 23 | 4. 25 | 3. 27 | 4. 29 | 4. 31 | 4. 34 | 4. 36 | 4. 39 |
| 5 | 5. 12 | 5. 14 | 5. 16 | 5. 17 | 5. 19 | 5. 21 | 5. 23 | 5. 26 | 5. 28 | 5. 31 | 5. 33 | 5. 36 | 5. 39 | 5. 43 | 5. 46 |
| 6 | 6. 16 | 6. 17 | 6. 19 | 6. 21 | 6. 24 | 6. 26 | 6. 29 | 6. 32 | 6. 35 | 6. 38 | 6. 41 | 6. 45 | 6. 48 | 6. 52 | 6. 57 |
| 7 | 7. 16 | 7. 18 | 7. 21 | 7. 24 | 7. 26 | 7. 29 | 7. 32 | 7. 36 | 7. 40 | 7. 44 | 7. 48 | 7. 52 | 7. 56 | 8. 0 | 8. 5 |
| 8 | 8. 17 | 8. 20 | 8. 24 | 8. 27 | 8. 31 | 8. 34 | 8. 38 | 8. 42 | 8. 46 | 8. 50 | 8. 55 | 9. 0 | 9. 5 | 9. 10 | 9. 15 |
| 9 | 9. 20 | 9. 23 | 9. 26 | 9. 30 | 9. 35 | 9. 39 | 9. 44 | 9. 47 | 9. 51 | 9. 56 | 10. 1 | 10. 6 | 10.12 | 10.18 | 10.24 |
| 10 | 10.24 | 10.27 | 10.31 | 10.35 | 10.38 | 10.43 | 10.48 | 10.53 | 10.58 | 11. 3 | 11. 9 | 11.15 | 11.21 | 11.27 | 11.34 |
| 11 | 11.24 | 11.27 | 11.31 | 11.35 | 11.39 | 11.43 | 11.48 | 11.53 | 12. 0 | 12. 8 | 12.16 | 12.23 | 12.30 | 12.37 | 12.44 |
| 12 | 12.30 | 12.34 | 12.38 | 12.42 | 12.47 | 12.52 | 12.57 | 13. 3 | 13. 9 | 13.16 | 13.23 | 13.30 | 13.37 | 13.44 | 13.53 |
| 13 | 13.32 | 13.36 | 13.41 | 13.46 | 13.51 | 13.57 | 14. 3 | 14. 9 | 14.15 | 14.22 | 14.29 | 14.33 | 14.45 | 14.53 | 15. 2 |
| 14 | 14.35 | 14.40 | 14.45 | 14.50 | 14.55 | 15. 1 | 15. 8 | 15.15 | 15.22 | 15.29 | 15.37 | 15.46 | 15.55 | 16. 4 | 16.13 |
| 15 | 15.37 | 15.42 | 15.48 | 15.54 | 16. 0 | 16. 7 | 16.14 | 16.21 | 16.28 | 16.35 | 16.44 | 16.53 | 17. 3 | 17.13 | 17.23 |
| 16 | 16.40 | 16.45 | 16.52 | 16.58 | 17. 3 | 17.10 | 17.17 | 17.25 | 17.33 | 17.42 | 17.51 | 18. 0 | 18.10 | 18.21 | 18.33 |
| 17 | 17.42 | 17.48 | 17.54 | 18. 0 | 18. 7 | 18.15 | 18.21 | 18.31 | 18.40 | 18.49 | 18.59 | 19.10 | 19.21 | 19.32 | 19.44 |
| 18 | 18.46 | 18.52 | 18.58 | 19. 5 | 19.12 | 19.20 | 19.29 | 19.38 | 19.47 | 19.56 | 20. 7 | 20.18 | 20.29 | 20.41 | 20.54 |
| 19 | 19.47 | 19.52 | 20. 0 | 20. 8 | 20.16 | 20.24 | 20.33 | 20.43 | 20.53 | 21. 3 | 21.14 | 21.26 | 21.38 | 21.51 | 22. 5 |
| 20 | 20.50 | 20.57 | 21. 4 | 21.12 | 21.21 | 21.30 | 21.39 | 21.49 | 21.59 | 22.10 | 22.22 | 22.34 | 22.47 | 23. 1 | 23.16 |
| 21 | 21.54 | 22. 2 | 22.10 | 22.19 | 22.28 | 22.37 | 22.46 | 22.56 | 23. 6 | 23.17 | 23.28 | 23.41 | 23.55 | 24.10 | 24.25 |
| 22 | 22.56 | 23. 3 | 23.11 | 23.20 | 23.30 | 23.40 | 23.50 | 24. 1 | 24.13 | 24.25 | 24.38 | 24.52 | 25. 7 | 25.22 | 25.38 |
| 23 | 23.58 | 24. 6 | 24.13 | 24.24 | 24.34 | 24.46 | 24.56 | 25. 8 | 25.21 | 25.35 | 25.49 | 26. 3 | 26.18 | 26.33 | 26.49 |
| 24 | 25. 3 | 25.11 | 25.22 | 25.31 | 25.38 | 25.50 | 26. 1 | 26.13 | 26.27 | 26.40 | 26.56 | 27.12 | 27.28 | 27.44 | 28. 1 |
| 25 | 26. 6 | 26.14 | 26.24 | 26.33 | 26.43 | 26.55 | 27. 7 | 27.19 | 27.34 | 27.47 | 28. 4 | 28.21 | 28.39 | 28.57 | 29.13 |
| 26 | 27. 9 | 27.18 | 27.28 | 27.38 | 27.48 | 28. 0 | 28.14 | 28.26 | 28.43 | 28.55 | 29.15 | 29.33 | 29.50 | 30. 7 | 30.25 |
| 27 | 28.12 | 28.23 | 28.33 | 28.43 | 28.53 | 29. 6 | 29.20 | 29.32 | 29.50 | 30. 4 | 30.22 | 30.41 | 31. 0 | 31.18 | 31.37 |
| 28 | 29.15 | 29.26 | 29.34 | 29.44 | 29.58 | 30.12 | 30.27 | 30.40 | 30.57 | 31.12 | 31.31 | 31.50 | 32. 9 | 32.29 | 32.50 |
| 29 | 30.18 | 30.29 | 30.39 | 30.51 | 31. 3 | 31.18 | 31.34 | 31.48 | 32. 4 | 32.20 | 32.40 | 33. 1 | 33.21 | 33.42 | 34. 3 |
| 30 | 31.22 | 31.37 | 31.45 | 31.56 | 32. 8 | 32.24 | 32.40 | 32.56 | 33.12 | 33.29 | 33.49 | 34.10 | 34.22 | 34.44 | 35.16 |
| 31 | 32.25 | 32.37 | 32.49 | 33. 1 | 33.14 | 33.30 | 33.46 | 34. 3 | 34.20 | 34.38 | 35. 0 | 35.22 | 35.45 | 36. 7 | 36.30 |
| 32 | 33.28 | 33.41 | 33.54 | 34. 7 | 34.20 | 34.36 | 34.52 | 35.11 | 35.28 | 35.40 | 36. 4 | 36.28 | 36.53 | 37.18 | 37.43 |



Digitized by Google

# TABVLA AMPLITVDINVM.

## ortivarum.

### ELEVATIO POLI.

DECLINATIONIS GRADVS.

| Elev. Poli | 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. | 40 G. M. | 41 G. M. | 42 G. M. | 43 G. M. | 44 G. M. | 45 G. M. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1. 10 | 1. 11 | 1. 12 | 1. 12 | 1. 13 | 1. 14 | 1. 15 | 1. 16 | 1. 17 | 1. 18 | 1. 19 | 1. 20 | 1. 21 | 1. 23 | 1. 25 |
| 2 | 2. 19 | 2. 21 | 2. 23 | 2. 25 | 2. 26 | 2. 28 | 2. 30 | 2. 32 | 2. 34 | 2. 37 | 2. 39 | 2. 41 | 2. 44 | 2. 47 | 2. 50 |
| 3 | 3. 29 | 3. 31 | 3. 34 | 3. 37 | 3. 40 | 3. 43 | 3. 45 | 3. 48 | 3. 51 | 3. 55 | 3. 58 | 4. 2 | 4. 6 | 4. 10 | 4. 15 |
| 4 | 4. 41 | 4. 44 | 4. 48 | 4. 52 | 4. 55 | 4. 57 | 5. 0 | 5. 4 | 5. 8 | 5. 13 | 5. 17 | 5. 21 | 5. 28 | 5. 31 | 5. 40 |
| 5 | 5. 50 | 5. 54 | 5. 58 | 6. 2 | 6. 6 | 6. 11 | 6. 16 | 6. 21 | 6. 26 | 6. 32 | 6. 38 | 6. 44 | 6. 5 | 6. 58 | 7. 5 |
| 6 | 7. 1 | 7. 6 | 7. 11 | 7. 15 | 7. 20 | 7. 25 | 7. 31 | 7. 37 | 7. 44 | 7. 51 | 7. 58 | 8. 6 | 8. 13 | 8. 21 | 8. 30 |
| 7 | 8. 10 | 8. 15 | 8. 20 | 8. 25 | 8. 32 | 8. 40 | 8. 47 | 8. 54 | 9. 1 | 9. 9 | 9. 17 | 9 26 | 9. 35 | 9. 45 | 9. 5 |
| 8 | 9. 21 | 9. 27 | 9 .33 | 9. 40 | 9. 47 | 9. 54 | 10. 2 | 10.10 | 10.19 | 10.28 | 10.37 | 10.47 | 10.58 | 10. 9 | 10.21 |
| 9 | 10.31 | 10.38 | 10.45 | 10.53 | 11. 1 | 11. 9 | 11.18 | 11.27 | 11.37 | 11.47 | 11.57 | 12. 9 | 12.21 | 12.33 | 12.47 |
| 10 | 11.42 | 11.50 | 11.58 | 12. 6 | 12.17 | 12.24 | 12.33 | 12.43 | 12.54 | 12. 6 | 12.18 | 12.31 | 12.44 | 12.58 | 12.1 |
| 11 | 12.51 | 12.59 | 13. 8 | 13.17 | 13.27 | 13.38 | 13.49 | 14. 1 | 14.13 | 14.26 | 14.39 | 14.52 | 15. 7 | 15.22 | 15.39 |
| 12 | 14. 2 | 14.12 | 14.22 | 14.32 | 14.42 | 14.53 | 15. 5 | 15.18 | 15.31 | 15.45 | 16. 0 | 16.15 | 16.31 | 16.48 | 17. 6 |
| 13 | 15.11 | 15.22 | 15.33 | 15.44 | 15.56 | 16. 4 | 16.22 | 16.35 | 16.49 | 17. 5 | 17.20 | 17.37 | 17.55 | 18.14 | 18.33 |
| 14 | 16.24 | 61.35 | 16.46 | 16.58 | 17.11 | 17.24 | 27.38 | 17.53 | 18. 8 | 18.25 | 18.42 | 19. 0 | 19.19 | 19.39 | 19. 0 |
| 15 | 17.34 | 17.46 | 17.59 | 18.11 | 18.25 | 18.40 | 18.55 | 19.10 | 19.27 | 19.45 | 19. 3 | 19.23 | 19.44 | 19. 5 | 19.28 |
| 16 | 18.45 | 18.58 | 19.11 | 19.25 | 19.40 | 19.55 | 20.11 | 20.28 | 20.40 | 21. 5 | 21.25 | 21.46 | 22. 8 | 22.32 | 22.56 |
| 17 | 19.57 | 20.10 | 20.24 | 20.39 | 20.55 | 21.11 | 21.28 | 21.46 | 22. 0 | 22.20 | 22.47 | 23.10 | 23.34 | 23.59 | 24.25 |
| 18 | 21. 8 | 21.22 | 21.37 | 21.53 | 22.10 | 22.27 | 22.48 | 22. 5 | 23.26 | 23.48 | 24.10 | 24.34 | 25. 0 | 25.26 | 25.54 |
| 19 | 21.19 | 22.34 | 22.50 | 23. 7 | 23.25 | 23.44 | 24. 3 | 24.24 | 24.46 | 25. 9 | 25.33 | 25.59 | 26 26 | 26.54 | 27.24 |
| 20 | 23.31 | 13.47 | 24. 4 | 24.22 | 24.41 | 25. 0 | 25.21 | 25.43 | 26. 6 | 26.31 | 26.57 | 27.24 | 27.53 | 28.23 | 28.56 |
| 21 | 24.41 | 25. 1 | 25.19 | 25.37 | 25.57 | 26.18 | 26.39 | 27. 3 | 27.27 | 27.53 | 28.20 | 28.49 | 29.20 | 29.54 | 30.27 |
| 22 | 25.55 | 26.13 | 26.32 | 26.52 | 27.13 | 27.35 | 27.58 | 28.23 | 28 49 | 29.17 | 29.45 | 30.16 | 30.49 | 31.24 | 31.59 |
| 23 | 27. 7 | 27.26 | 27.46 | 28. 7 | 28.29 | 28.53 | 29.17 | 29.43 | 30. 11 | 30.40 | 31.10 | 31.43 | 32.17 | 32.54 | 33.32 |
| 24 | 28.20 | 28. 39 | 29. 1 | 29.23 | 29.46 | 30.11 | 3.037 | 31. 6 | 31.35 | 32. 4 | 32.40 | 33.16 | 33.53 | 34.30 | 35. 7 |
| 25 | 29.32 | 29.54 | 30.16 | 30.39 | 31. 4 | 33.30 | 31.57 | 32.27 | 32.58 | 33.29 | 34. 6 | 34.43 | 35.23 | 36. 3 | 36.42 |
| 26 | 30.46 | 31. 8 | 31.31 | 31.55 | 32.21 | 32.48 | 33.17 | 33.48 | 34.21 | 34.54 | 15.35 | 36.16 | 36.57 | 37.38 | 38.19 |
| 27 | 31.58 | 32.22 | 32.47 | 33.12 | 33.39 | 34. 8 | 34.17 | 34.57 | 35.38 | 36.20 | 37. 3 | 37.46 | 38.30 | 39 13 | 39.57 |
| 28 | 33.13 | 33.37 | 34. 3 | 34.30 | 34.58 | 35.28 | 36. 0 | 36.33 | 37. 6 | 37.48 | 38.35 | 39.20 | 40. 6 | 40.50 | 41.36 |
| 29 | 34.27 | 34.52 | 35.19 | 35.47 | 36.18 | 36.49 | 37.23 | 38. 1 | 38.38 | 39.16 | 40. 4 | 40.52 | 41.40 | 42.28 | 43.17 |
| 30 | 35.41 | 36. 8 | 36.36 | 37. 5 | 37.38 | 38.10 | 38.46 | 93.26 | 40. 5 | 40.45 | 41.36 | 42.27 | 43.18 | 44. 9 | 45. 0 |
| 31 | 36.56 | 37.24 | 37.53 | 38.24 | 38.57 | 39.32 | 40. 9 | 40.53 | 41.37 | 42.14 | 43. 8 | 44. 2 | 44.56 | 45 51 | 46.46 |
| 32 | 38.11 | 38.40 | 39.20 | 39.44 | 40.19 | 40.55 | 41.34 | 42.18 | 43. 2 | 43.47 | 44.44 | 45.41 | 46.38 | 47.35 | 48.33 |



Digitized by Google

# AMPLITVD. ORTIVA.

DECLINATIONIS GRADVS.

| Eleu. | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poli. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. | G.M. |
| 1 | 1. 26 | 1. 27 | 1. 29 | 1. 31 | 1. 33 | 1. 35 | 1. 37 | 1. 39 | 1. 42 | 1. 45 | 1. 47 | 1. 50 | 1. 53 | 1. 56 | 2. 0 |
| 2 | 2. 53 | 2. 56 | 2. 59 | 3. 3 | 3. 7 | 3. 11 | 3. 15 | 3. 19 | 3. 24 | 3. 29 | 3. 35 | 3. 41 | 3. 47 | 3. 53 | 4. 0 |
| 3 | 4. 19 | 4. 24 | 4. 29 | 4. 34 | 4. 40 | 4. 46 | 4. 52 | 4. 59 | 5. 6 | 5. 14 | 5. 22 | 5. 31 | 5. 40 | 5. 50 | 6. 1 |
| 4 | 5. 46 | 5. 52 | 5. 59 | 6. 6 | 6. 14 | 6. 22 | 6. 30 | 6. 39 | 6. 49 | 6. 59 | 7. 10 | 7. 22 | 7. 34 | 7. 47 | 8. 1 |
| 5 | 7. 12 | 7. 20 | 7. 29 | 7. 38 | 7. 48 | 7. 58 | 8. 9 | 8. 20 | 8. 31 | 8. 44 | 8. 57 | 9. 11 | 9. 28 | 9. 45 | 10. 2 |
| 6 | 8. 39 | 8. 49 | 8. 59 | 9. 9 | 9. 21 | 9. 33 | 9. 46 | 10. 0 | 10.14 | 10.30 | 10.46 | 11. 3 | 11.22 | 11.42 | 12. 4 |
| 7 | 10. 6 | 10.18 | 10.30 | 10.43 | 10.56 | 11.10 | 11.25 | 11.41 | 11.58 | 12.16 | 12.35 | 12.56 | 13.18 | 13.41 | 14. 6 |
| 8 | 11.33 | 11.46 | 12. 0 | 12.15 | 12.31 | 12.47 | 13. 4 | 13.22 | 13.41 | 14. 3 | 14.24 | 14.48 | 15.14 | 15.40 | 16.10 |
| 9 | 13. 1 | 13.16 | 13.31 | 13.47 | 14. 5 | 14.24 | 14.44 | 15. 4 | 15.26 | 15.50 | 16.15 | 16.42 | 17.10 | 17.40 | 18.14 |
| 10 | 14.28 | 14.44 | 15. 2 | 15.21 | 15.40 | 6. 1 | 16.23 | 16.45 | 17.11 | 17.37 | 18. 6 | 18.36 | 19. 8 | 19.42 | 20.19 |
| 11 | 15.57 | 16.15 | 16.34 | 16.54 | 17.19 | 17.39 | 18. 3 | 18.29 | 18.56 | 19.29 | 19.56 | 20.29 | 21. 6 | 21.46 | 22.26 |
| 12 | 17.23 | 17.45 | 18. 6 | 18.28 | 18.52 | 19.17 | 19.41 | 20.12 | 20.42 | 21.15 | 21.50 | 22.27 | 23. 6 | 23.48 | 24.34 |
| 13 | 16.22 | 16.35 | 16.49 | 17. 5 | 17.20 | 17.37 | 17.55 | 18.14 | 18.35 | 18.54 | 19.16 | 19.38 | 20. 3 | 20.29 | 20.54 |
| 14 | 20.23 | 20.46 | 21.12 | 21.28 | 22. 6 | 22.36 | 23. 6 | 23.42 | 24.18 | 24.57 | 25.38 | 26.22 | 27.10 | 28. 0 | 28.56 |
| 15 | 21.53 | 22.19 | 22.45 | 23.14 | 23.45 | 24.17 | 24.52 | 25.28 | 26. 7 | 26.45 | 27.35 | 28.22 | 29.14 | 30.11 | 31.16 |
| 16 | 23.23 | 23.50 | 24.20 | 24.51 | 25.24 | 25.58 | 26.35 | 27.15 | 27.58 | 28.43 | 29.32 | 30.24 | 31.20 | 32.21 | 33.27 |
| 17 | 24.53 | 25.22 | 25.54 | 26.27 | 27. 3 | 27.40 | 28.21 | 29. 4 | 29.50 | 30.39 | 31.32 | 32.28 | 33.29 | 34.36 | 35.47 |
| 18 | 26.25 | 26.50 | 27.30 | 28. 6 | 28.42 | 29.24 | 30. 8 | 30.54 | 31.43 | 32.38 | 33.33 | 34.34 | 35.40 | 36.52 | 38.10 |
| 19 | 27.57 | 28.30 | 29. 6 | 29.45 | 30.20 | 31. 9 | 31.55 | 32.44 | 33.38 | 34.35 | 35.36 | 36.42 | 38. 2 | 39.12 | 40.37 |
| 20 | 30. 8 | 30.44 | 31.25 | 32. 9 | 32.55 | 33.45 | 34.38 | 35.33 | 36.37 | 36.37 | 37.43 | 38.54 | 40.12 | 41.36 | 43. 9 |
| 21 | 31. 3 | 31.41 | 32.23 | 33. 6 | 33.53 | 34.42 | 35.36 | 36.32 | 37.34 | 38.40 | 39.51 | 41.11 | 42.33 | 44. 5 | 45.46 |
| 22 | 32.38 | 33.19 | 34. 5 | 34.49 | 35.39 | 36.12 | 37.29 | 38.30 | 39.26 | 40.47 | 42. 5 | 43.27 | 44.59 | 46.40 | 48.21 |
| 23 | 34.13 | 34.57 | 35.44 | 36.33 | 37.26 | 38.23 | 39.23 | 40.29 | 41.40 | 42.56 | 43.45 | 45.50 | 47.30 | 49.20 | 51.23 |
| 24 | 35.56 | 36.45 | 37.35 | 38.25 | 39.15 | 40.26 | 41.37 | 42.49 | 44. 0 | 45.10 | 47. 1 | 48.52 | 50.43 | 52.34 | 54.26 |
| 25 | 37.34 | 38.27 | 39.20 | 40.13 | 41. 6 | 42.22 | 43.28 | 44.55 | 46.10 | 47.28 | 49.30 | 51.32 | 53.35 | 55.38 | 57.42 |
| 26 | 39.13 | 40. 7 | 41. 2 | 41.57 | 42.52 | 44.13 | 45.34 | 46.56 | 48.18 | 49.41 | 51.59 | 54.28 | 56.37 | 58.56 | 61.15 |
| 27 | 40.52 | 41.57 | 42.57 | 43.57 | 44.57 | 46.26 | 47.54 | 49.23 | 50.51 | 52.20 | 54.55 | 57.30 | 60. 7 | 62.40 | 65.14 |
| 28 | 42.39 | 43.43 | 44.47 | 45.51 | 46.55 | 48.37 | 50. 7 | 51.43 | 53.19 | 54.56 | 57.55 | 60.54 | 63.54 | 66.53 | 69.53 |
| 29 | 44.25 | 45.33 | 46.41 | 47.49 | 48.58 | 50.42 | 52.27 | 54.12 | 55.57 | 57.42 | 61.20 | 64.53 | 68.35 | 72.13 | 75.51 |
| 30 | 46.12 | 44.24 | 48.36 | 49.50 | 51. 4 | 52.59 | 54.54 | 56.49 | 58.43 | 60.39 | | | | | |
| 31 | 48. 4 | 49.21 | 50.39 | 51.57 | 53.15 | 55.22 | 57.30 | 59.38 | 61.46 | 63.54 | | | | | |
| 32 | 49.57 | 51.21 | 52.45 | 54. 9 | 55.33 | 57.56 | 60.19 | 62.43 | 65. 7 | 67.31 | | | | | |

Hoc triangulum K L G facile etiam solvi potest, si enim fiat vt sinus totus.

Ad secantem elevationis poli;

Ita sinus declinationis syderis,

Ad sinum amplitudinis ortivæ.

Habebitur amplitudo ortiva, in hoc triangulo vitatur divisio. nam abiiciendo 7 cyfras fit divisio per sinum totum. Quare tantum multiplica, secantem elevationis poli, per sinum declinationis, & abiice 7. cyphras restabit sinus amplitudinis ortivæ.

In priori per logarithmos facilis est operatio; nam diximus esse, ita esse sinum complem. Eleuationis poli.

Ad sinum totum;

Sicut sinus declinationis,

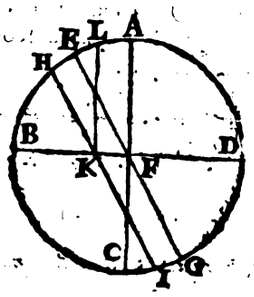
Ad sinum amplitudinis ortivæ.

Si vtamur logarithmis addendi erunt logarithmi sinus totius, & sinûs declinationis quæ additio fit, præmittendo 1, ante logarithmum sinûs declinationis; & ex summa subtrahendus est logarithmus sinûs complementi elevationis, quare si in scheda scribas logarithmum sinus complementi elevationis poli, facile eum subtrahes ex omnibus logarithmis declinationum. atque ita tabulam constitues quam hîc subscribimus.

Vsus

Vsus autem tabulæ talis erit. obserua oriente sole, aut Sydere quôpiam, (hæc enim praxis tam conuenit stellis, quam soli) cui plagæ tuæ rosæ respondeat sol dum oritur, & quantum hæc plaga differat à puncto veri ortus. quære in tabulis declinationem Sydéris aut solis pro eo die, tum vide in fronte eleuationem poli regionis in qua versaris, & declinationem Syderis in prima columna: concursus vtriusque dabit amplitudinem ortiuam, quæ si æqualis sit distantiæ ortûs Syderis, obseruatæ ab puncto veri ortûs, nulla erit declinatio magnetis, si verò fuerit maior aut minor differentia erit declinatio.

Qui tabula caret, & trigonometriam nescit, per analemma facilè amplitudinem ortiuam inuenier. describatur circulus A B C D, in quo du-




cantur duæ diametri AC, & BD se intersecantes ad angulos rectos. assumatur BD pro horizonte, abscindatur arcus A E, æqualis latitudini regionis in qua versaris, ducaturque, æquator EFG. consule tabulam 4 annorum, & vide solis declinationem eô die. fiatque arcus H E illi æqualis: ducatur H I parallela æquatori, eritque HI parallelus quem sol eô die percurrit, & punctum K, erit locus in quo sol oritur. ducatur ad B D perpendicularis K L, erit arcus A L amplitudo ortiua. hæc praxis potest sufficere, licet enim vnô gradu aberraret, non tamen inutilis esset obseruatio.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*Declinationem magnetis per altitudinem Syderum meridianam.*

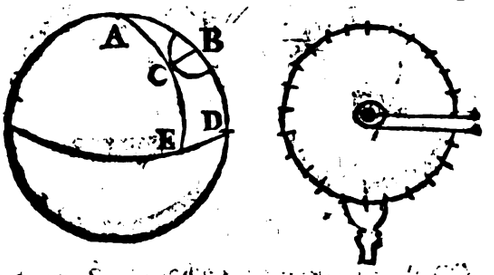
Vt habeatur latitudo regionis, obseruatur altitudo solis, aut stellæ meridiana, volo vt eadem obseruatio, declinationem magnetis patefaciat. singulis ergo vicibus quibus obseruatur altitudo verbi gratia solis, obseruetur etiam plaga rosæ magneticæ in quam cadit sol, vel per vmbram fili vel obuersâ pixide ad solem, quæ erit maxima omnium erit meridiana, ideoque si tunc sol videatur in plagâ meridiana rosæ magneticæ, nulla erit declinatio magnetis. si verò sol videatur in gradu aliquo distante à linea meridiana rosæ magneticæ, hæc distantia erit declinatio magnetis. habet tamen id incommodi hæc praxis, quod cum astra versus meridiem non mutent multum eleuationem, erit periculum alicuius erroris.

## PROPOSITIO XXIII.

### Problema.

*Sextus modus inueniendæ declinationis magneticæ.*

Magneticam declinationem per cynosuram, seu stellam polarem inueniemus. immo & ope




cuiuscumque stellæ nunquam occidentis. si enim sciamus quandonam stella polaris meridianum attingit, si tunc pixis magnetica ad eam dirigatur, inueniaturque cynosura respondere lineæ tramontanæ, nullâ erit declinatio. cynosura bis in die meridianum attingit: nempe cum lucida in humero Andromedæ in meridiano versatur. sunt enim ambæ in eodem meridiano.

Informis prope caudam maioris vrsæ in meridiano oppositio.

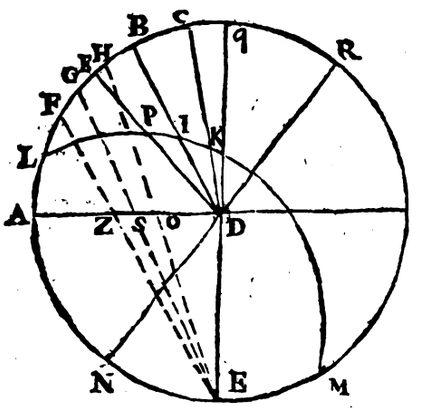
Posteriores rotæ maioris plaustri cynosuram antecedunt 10 horis 12. min. Erit ergo cynosura in meridiano, quando hæ posteriores rotæ, erunt in circulo horæ primæ & min. 48, quare si nocturlabium eleues, & per eius foramen intuearis stellam polarem & hæ rotæ posteriores maioris plaustri, fuerint, in hoc circulo hor. 1. & min. 48.

Posset cognosci per trigonometriam verticalis in quo stella polaris inuenitur, modo scias in quo circulo horario inueniatur.

Pariter cognito circulo horario in quo inuenitur cynosura scire poteris verticalem in quo inuenitur. Sit enim polus B, A Zenith, sit stella polaris in puncto C, ducatur verticalis A C E, quæritur angulus B A C, qui facilè cognoscetur per trigonometriam, nam in triangulo ABC, datur AB, complementum eleuationis poli, & B C distantia stellæ polaris à polo. gr. 2. 40, supponitur & angulus ABC cognitus, nempe scitur circulus horarius in quo inuenitur; quare per trigonometriam dabitur BAC. Idem & multò facilius in aliis stellis circumpolaribus habebitur.

Vltimus modus poterit esse per triplicem eiusdem Syderis obseruationem in quâ obseruatione, notetur tam eius altitudo, quàm differentia inter verticales. hoc est in singulis obseruationibus notetur plaga cui respondet astrum. Et est eadem praxis quæ habetur in tractatu de horologiis est. que desumpta ex Astrolabio horizontali, in quo paralleli solis per circulos ducuntur, in omni autem circulo datis tribus punctis perfici potest circulus. quare vt exemplo praxis intelligatur, obseruetur astri cuiuscumque elepatio, simul cum plaga verbi gratia sit plaga *est*. eleuatio 5 graduum. tum plaga distans 10 gradibus versus meridiem à plaga (*est*) cum eleuatione 15 graduum. denique plaga distans 20 gradibus à plaga *est*. cum eleuatione graduum 25. fiat circulus A B C. in quo linea D A repræsentet plagam *est*. fiat angu-

lus ADB, graduum 10. quia secunda plaga distat gradibus 10, & angulus ADC 20 graduum. in linea DA, inuenienda est Eleuatio graduum 5. in linea DB eleuatio 15 graduum, denique in linea




CD eleuatio graduum 25. hôc modô, ad quamcumque ex his lineis verbi gratiâ ad AD, ducatur perpendicularis DE, sintque arcus AF 5 graduum; AG 15; & AH 25. ducanturque lineæ occultæ EA, EG, EH, secantes lineam AD in punctis Z, O, S, eritq; AZ repræsentans gradus 5, AS representabit gradus 15. & AO gradus 25. fiat DK æqualis lineæ DO, & DS æqualis lineæ DI, DZ; DP describatur circulus per puncta P, I, K. hic in astrolabio horizontali repræsentabit parallelum, quem sol eo die percurrit, secans circulum horizontalem in L, & M, punctis, æqualiter à meridiano distantibus. quare diuidatur arcus APM bifariàm in puncto R, ducaturque linea RD hæc erit meridiana, à quâ si linea AD (quam supposuimus, esse plagam *est* magneticè indicatam distat 90 gradibus; nulla erit declinatio, si distet paucioribus, acus totidem gradibus declinabit ad orientem, si pluribus quàm 90 distet, magnes totidem gradibus declinabit ad occidentem.

## PROPOSITIO XXIV.

### Problema.

*Cognitâ magnetis declinatione compassum nauticum corrigere.*

Volunt nonnulli vt in compositione compassi nautici; acus non subiiciatur lineæ meridianæ, sed ducatur linea declinationis magnetis, cui acus magnetica subiiciatur, sic enim fiet, vt cùm acus dirigat lineam declinationis notatam in charta, ad plagam ad quam declinat magnes, linea meridiana, seu nordsud ad propriam plagam dirigatur, atque hic modus optimus est, si nauigatio breuis instituenda esset, aut in iis locis consistendum in quibus eadem perseuerat magnetis declinatio.

Si verò alia atque alia loca peragranda sint, in quibus varia subinde occurret declinatio; ita aptãt acum rosæ chartaceæ, vt facilè possit alteri, aut alteri lineæ subiici, sed hic modus mihi videtur inconcinnus, & periculosus, eò quòd deberet multoties aperiri pixis nautica, & contrectari acus; vnde vitiaretur, aut saltẽ imminueretur eius virtus. quare melius esse censeo vt mente tantùm corrigatur magnetis declinatio, vt si acus nor- esset, seligamus in rosa chartacea aliam plagam, quæ contrario vt ita dicam motu procedat. quod vt exemplis pateat, sit declinatio magnetis à septentrione ad orientem graduum $11\frac{1}{2}$, hoc est vnius venti sitque nauigandum ad austrum, pro austro in rosa chartacea seligatur ventus sequens versus ortum, nempe quarta sud ad sudest. nam in tali casu ille Rombus est vera linea meridiana. si nauigandum esset ad Rombum Est, seligenda esset quarta Rombi Est ad Nordest. si ad septentrionem, vtendum esset quarta rombi nord ad noroest. si ad oest, quartâ Rombi oest ad sud.

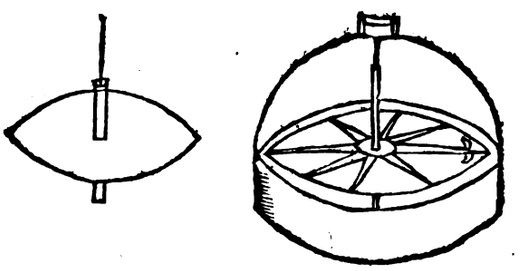
Contrariô modô corrigenda est declinatio magnetis, à septentrione ad occidentem, nempe selectis aliis plagis. vt si declinatio esset 11 graduum cum dimidio, à septentrione ad occidentem, pro sud, sumenda esset 4 rombi sud ad sud oest, pro oest. quarta Rombi oest ad noroest & ita de reliquis.

## PROPOSITIO XXV.

### Problema.

*De modo magnete vtendi, nulli declinationi obnoxio.*

Multi variè magnetem versarunt, vt tandem modum eô vtendi inuenirent, nulli declinationi obnoxium. P. Grandamicus è Societate nostrâ acum sex circiter digitorum longitudinis, suberi inserit, ad medium vsque; suberi autem rosam chartaceam imponit, tum acum hôc modô aptatam in aquam immergit, ita vt pars eius borealis, seu quæ boream respicit, infimum locum teneat, seu ad nadir dirigatur; Acus aquæ innatans ita obuertitur, vt qua facie semel septentrionem respexit; semper, & constanter ad eam plagam obuertatur; quare si in rosa chartacea notetur ea pars, quæ septentrioni semel respondet, perficiaturque tota romborum descriptio ostendentur omnes plagæ sine vllo declinationis periculo, hoc totum ab experientiâ dependet. sed eâdem experientiâ probatum est, motum acus, ita innatantis ita lentum esse, vt facilè quâlibet extrinsecâ motione possit interturbari. vnde in mari prorsus inutilis iudicatur.



PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

*De inuentione magnetica pixidis.*

Antiquis incognita non fuit magnetis proprietas, vi cuius ferrum ad se allicit, ea tamen vi cuius omnia magnetica, haud magneticè animata ad septentrionem, & austrum diriguntur priscis omnino incognita fuit; ita vt nullum eius extet vestigium. nam verba illa Plauti (*hic secundus ventus est, cape modò versoriam*, multis aliis rebus tribui potest quam acui magneticæ: quamvis nonnulli ea de versorio intelligi velint. quod etiam volunt nonnulli Salomonis seruos, non potuisse nauigationes tantas instituere, sine ductu acûs magneticæ mera est coniectura nullô nixa fundamentô, cùm potuerint legere tantùm littora.

Dicuntur autem maris Baltici nautæ, habuisse triangulum ferreum, quod ope trium frustulorum suberis innatabat aquæ, & meridianam plagam indicabat. cuius vsum Marcus Paulus venetus circa annum 1260. in reliquas Europæ regiones inuexit. sed iam Gallis cognitus erat ille vsus, nam Guiottus de Prouincia ante annum 1200. ita loquitur de stella polari.

*Icelle Estoile ne se muet.*
*Vn'art sont que mentir non puet.*
*Par vertu de la marinette.*
*Vne pierre laide, & noirette.*
*Ou le fer volentiers se ioint.*

Stella hæc non mouetur. artem faciunt, quæ mentiri non potest. ope marinettæ, lapidis turpis & subnigri cui ferrum libenter iungitur.

Itali item hanc sibi gloriam vendicare student. Alij aliis vix tamen vni debitam esse existimo. creuit enim decursu temporis eius vsus, & perfectio, & sicut in aliis omnibus ille autor dicitur, qui eius vsum perfectiorem inuenit. Amalphitani tamen dicuntur pixidem nauticam inuenisse.

## PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

*Cur qui ad orientem mediterranei maris, nauigant, Ad dextram quartà venti integrà deflectere cogantur.*

Celebris est hæc quæstio, & iam à sexaginta annis proposita quæ insolubilis communiter existimatur, ita autem se res habet. Creta respectu Melitæ præcisè satis orientalis est, ita vt si mappas hydrographicas consulamus, indicent nauigandum esse per plagam illam quam Leuante, seu Est nominamus, si quis tamen melita soluës, hunc Rombum constanter teneat, cretam non attinget, sed supta ad plagam septentrionalem nonnihil ascendet, ita vt non linea Leuantis sed linea quartæ leuantis ad sirocum ipsi seligenda sit. In Reditu verò non Rombus occidentalis sit seligendus qualem indicat mappa, sed ad dexteram deflectendum ad quartam ponentis, versus magistralem. pariter si Insula Cerigo respectu melitæ, cadat in quartam Leuantis, ad Græcum, seligenda est sequens plaga, nempe Leuantis. in reditu pariter procedendum non est per quartam ponentis ad lybicum, sed per ponentem. pariter Alexandria Ægypti respectu melitæ indicetur in mappis per siroco Leuante; procedendum non erit per eam plagam, sed seligenda sequens ad dexteram quarta siroci versus Leuantem: & in reditu quarta magistralis ad ponentem, Atque is est status quæstionis, qui ita torsit nautarum ingenia, vt habeatur tanquam quadratura circuli, cum tameu in sexcentis ferè locis, idem eueniat.

Iam vt dixi Initiô à Domino Defumee Equite Melitensi celeberrimis nauarchis proposita fuit hæc quæstio. qui in assignanda huius rei causa non consensere. Primus enim motui aquæ in vnam partem, seu currentibus vt vocant; id tribuebat.

Secundus mappas peruersè, & incongruè notatas, vnam pro alia plagam indicare, & in latitudine maxime peccare causabatur.

Tertius tandem in pixidem nauticam, magnetisque declinationem falsos, & adulteros Rombos indicantis, omnem erroris causam transferebat. neque aliud in mentem cuiquam meo iudicio venire potest, quare nobis expendendum est, quænam, huius effectus ex his tribus potissima sit causa.

Primò quidem certum est dari aliquem in mediterraneo motum id est currentes, vi cuius sæpè abripiuntur naues, aliumque Romburn perficiant, quàm à pixide nautica indicetur. id sexcentis experientiis confirmare, & stabilire possumus. ita vt iam pro certo habeatur oceanum in mediterraneum mare influere, Africæ littora, seu Barbariæ oras legere; & se littoribus conformare, ita vt post promontorium quod vulgò vocant *Cap bon*, seu promontorium orientale Tunetani sinûs, in sinum Sidræ descendat, versus sirocum, ascendatque ex alia parte ad Græcum, exinde versus Ægyptum ad orientem feratur, rursusque ad septentrionem secundùm Syriæ Lyttora ad Alexandretam vsque procedat, vbi ad occidentem rursus reflectitur. notatur idem motus procedens secundum Italiæ littora ad magistralem, exinde ad ponentem versus Prouinciam, & ad Hispaniæ oras versus lybicum, exinde ad occidentem per fretum Gaditanum feratur. multis id experientis confirmarem. Licèt Tabarqua respectu Galitæ ad meridiem sita sit, si tamen quis Galita Tabarquam petat, quartam Austri ad lybicum seligere debet, ne currentibus abreptus ad orientem deflectat, & regressum facilem non habeat. qui ex Insulâ cypro Alexandriam dirigitur per quartam integram nonnunquam duas, præsertim exundante Nilo, deflectere debet ad dexteram, in regressu ad sinistram. pariter ex Cyprô Alexandrettam ad dexteram deflectendum est. Ex Cypro satalliam ad dexteram, satalia cyprum ad sinistram, confirmatur hic maris cursus illustri Thunnorum piscium exemplo, qui hunc constanter cursum tenent, vnde accidit vt quicumque Thunni in Italiæ, Prouinciæ, & Hispaniæ oris capiuntur; macilenti sint, nec Idonei, vt fiat Tonnina, vnde dicuntur Tunni regressûs, qui verô ad imæ Sardiniæ oras pinguiores sunt. Dico tamen huiusmodi maris fluxum, seu currentes, non esse causam huius effectûs. primò quia hi currentes in littoribus sunt vehementiores

Digitized by Google

vehementiores, in alto verò mari vix ſunt perceptibiles, vixque vllum habent effectum ſenſibi-ſibilem. ergo in iis curſibus nempe Melita ad cretam nihil officere poſſunt. præcipua tamen ratio ſit hæc: ſi propter currentem aquam procedendo melitâ ad candiam, per quartam venti ad dexteram deflectendum eſt, fluxus maris ad ſeptentrionales plagas ſeu ad ſiniſtram deferetur: ſed hoc eſt falſum, ergo non vt obluctemur fluxui maris, hæc quarta ſeligenda eſt. probatur, ſi fluxus maris ferret ad ſeptentrionem reſpectu regredientis ex candia melitam, ferret ad dexteram; ergo ad infringendas eius vires ad ſiniſtram deflectendum eſſet: contra experientiam, quæ aſſerit etiam in regreſſu dexteram ſeligendam eſſe. quare ſi conſtet experientia, de qua nonnihil vt verum fatear dubito ſi inquam conſtet experientia currentibus tribui non poteſt, hæc aberratio.

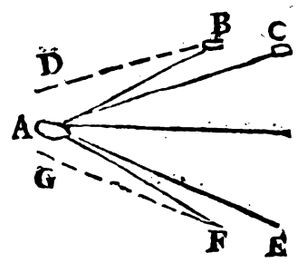
Ad ſecundum igitur quod peſſimè deſcripta ſit mappa hydrographica. In ea opinione fuit Dominus de Fumée Eques Melitenſis. qui eius correctionem inſtituit, etiam adhibitô calculô Trigonometricô. Non eſt autem dubium quin ſi mappa geographica aberret à vero, aliamque indicet plagam, quàm eam quæ ineunda eſt, neceſſarium eſſe, vt ſi eundo ad dextram procedendum ſit, in reditu idem ſit vſurpandum. Poteſt autem errare mappa Geographica vel in latitudine, vel in longitudine locorum deſcribenda; & ex vtroque capite idem effectus produci.

Dico igitur ſecundò hunc effectum quem ſupra deſcripſimus, procedere poſſe ex male aſſignatis locorum latitudinibus. Probatur mappæ geographicæ quibus data eſt hæc quarta ad lævam ſeu quæ reſpectu earum nauigationum quæ communiter à noſtris inſtituuntur habent loca, in ea plaga quæ vſurpari debet; in iis inquam regiones orientales ſunt ſeptentrionaliores quam par ſit. nam Creta ſit altior melita, cùm tamen in eodem proximè parallelô iaceãt. idem dico de Cythere Inſula. Alexandria item promouetur verſus ſeptentrionem, plus quam ferant obſeruationes à Ptolomæo cæteriſque Aſtronomis factæ; totus item Archipelagus altior eſt quam par ſit, immô cum tanto errore, vt Conſtantinopolis cuius altitudo eſt grad. 41 & quadrantis ad 45 gradum attollatur. Inſuper addo pro duabus aut tribus plagis ſic correctis; ita in aliis detortam eſſe mappam, vt fere reddatur inutilis. quidquid igitur ſit de hoc vltimo. certum eſt caſum propoſitum poſſe prouenire ex eo quod partes orientales mediterranei maris ſint notatæ ad ſeptentrionem pluſquam par ſit, non tamen omnino, ideoque etiam ſi omnia loca in mappis notarentur ſecundum latitudinem ſuam, non tamen deſineret omnino illa cautio quod in mappa Geographica à me correcta, Expertus ſum.

Longitudo reſtat nobis examinanda, certum eſt autem quod Antiqui longius fecerint mediterraneum mare, quàm re verâ fuerit, nam à Gadibus, ad Alexandretam plerique in parallelo trigeſimo ſexto gradus numerabant 64, alij ſexaginta & vnum, decurſu vero temporis tantum 48, ſunt autem tantum gradus 44. vt ex eclypſibus accurate obſeruatis eodem tempore, ſmirnæ à Bullialdo, & Maioricæ à Domino Vincentio Mut euidenter demonſtratur. hunc errorem longitudinis iam ab annis fere 30 notaueram, cum enim degerem in Inſula Naxo, obſeruaui aliquas eclypſes, quas antea ex tabulis Mulerij friſiæ meridiano affixis, calculô cognoueram, nec tantam vnquam meridianorum differentiam, quantam mappæ Geographicæ exhibebant deprehendi. reſtat ergo inquirendum quid error in longitudinem, obſeruatâ verâ latitudine preſtare poſſit.

Dico ergo, errorem in longitudinem nullô modô mutare plagam orientalem, & occidentalem ſupponamus enim Melitam & Cretam eſſe ſub eodem parallelo, & verè in eodem notari, ſed longius prouehi Cretam quam par ſit, dico quod ſeligenda erit, plaga quæ notatur, in mappâ nec deflectendum ad dexteram. quia parallelus eſt Rombus per quem nauigandum eſt.

Dico ſecundò quod orbes rombi inter ſeptentrionem, & orientem ex errore longitudinis falſi ſunt, & corrigendi ſunt deflectendo ad ſiniſtram tàm eundo




quàm redeundo. ſupponamus, nauim ſoluere ex puncto A, ſeu melita locum quem petit notatum eſſe in C, & eſſe cerigo inſulam; ſed peccatum eſſe in longitudinem, ita vt Cerigo notari debuerit in B. clarum eſt quòd eundo ſeligenda ſit plaga AB, pro Rombo AC, igitur deflectendum eſſe ad ſiniſtram. In reditu verò ſi ex B qui eſt verus locus procederetur per rombum notatum qui eſt CA, aut illi parallelum BD, non peruenireturin A ſed in D, ergo vt perueniatur in A, ſeligendus eſt Rombus BA, qui eſt ad ſiniſtram: ergo tam eundo quàm redeundo deflectitur ad ſiniſtram.

Dico 3. In Rombis inter meridiem & orientem; Error nimiæ longitudinis corrigitur deflectendo ad dexteram; tàm eundo, quam redeundo Notetur Alexandria Ægypti in puncto E ſitque Rombus in mappa notatus AE, inter plagam orientalem, & meridianam. peccatum ſit in longitudine, ita vt referrà eâdem latitudine notari debuerit in F, clarum eſt ſeligendum eſſe Rombum AF, qui reſpectu Rombi AE, poſitus eſt ad dexteram, in reditu idem obſeruandum, ſi enim procederetur per BA, aut illi parallelam FG, non peruenireretur in A ſed in G.

Ex his concludo cum eundo in orientem & redeundo, non tantum in Rombis inter orientem, & ſeptentrionem ſitis, ſed etiam in Rombis inter ſeptentrionem, & Auſtrum, & in ipſomet Rombo orientis ſemper deflectendum ſit ad dexteram, caſum noſtrum non poſſe excuſari, per errorem nimiæ longitudinis.

Reſtat declinatio magnetis, & miror naucle-rorum noſtrorum inſcitiam, qui hunc nobis ſcrupulum eximere non potuerunt. & hanc quæſtionem, tanquam inſolubile problema quadraturæ circuli, aut duplicationis cubi proponunt, cum tamen res ſit peruulgata, poſſimque texere catalogum pluſquam ſexcentorum locorum

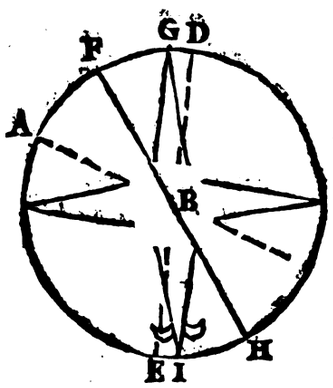
Digitized by Google

eorum in quibus idem, accidit. vt ergo propositionem vniuersaliorem faciam.

Dico vbicumque Acus Nordoestat, seu ad Græcum deflectit vnô circiter rumbo, deflectendum est ad dexteram vnâ quartâ, tàm eundo, quàm redeundo.

Demonstratiô. supponamus in eô tractu qui inter Cretam, & Melitam positus est, in quo præcipuè obseruari debet hæc quarta ad dexteram; Acum magistrare vt vocant, hoc est deflectere ad occidentem & Rombum per quem nauigandum est, esse plagam orientalem, seu lineam Est, indicatique eandem à mappa hydrographica. Dico deflectendum esse ad dexteram & seligendam esse in rosa magnetica, quartam Leuantis ad sirocum.

Quia Rombus leuantis à pixide nautica indicatus, non est verus Rombus leuantis, sed ab vero deflectit vnô Rombô, versus sinistram, ergo quarta Leuantis ad syrium, à pixide indicata coincidit cum vero Leuante. ponamus enim lineam DE, esse veram meridianam & consequen




ter BA lineam veri orientis. ponamus pixidem deflectere ad magistrum vides lineam A B coincidere, cum quarta leuantis ad Græcum pixidis nauticæ. In reditu item vt quis ad ponentem eat, vti non debet ponente pixidis nauticæ, sic enim ad Libicum sudoest procederet, sed per lineam AB quæ distat secundum quartam, & hoc ad dexterum, atque hoc demonstratum mihi: vtrum autem maestralizet acus magnetica in toto illo tractu id obseruent nautæ, paucas enim hactenus habuimus notatas declinationes magneris in mediterraneo mari, ob nauarchorum incuriam innumeras in oceano.

Dices si hoc esset ea regulâ obseruandâ esset in omni Rombo, sed non obseruatur quoties itur recta à septentrione in Austrum.

Respondeo tria. Primò quæro in quo itinere eundo à septentrione in Austrum non obseruetur hæc regula, nulla est in huiusmodi tractu nauigatio consueta à septentrione in Austrum. quia caderet in sinum sidræ vt vocant, in quo nulla vrbs alicuius momenti, ideô notari non potuit.

Secundô Dico posse fieri vt in medio mari in toto illo tractu sit vna declinatio, & prope continentem alia, vnde debebit id obseruari dum proceditur in medio mari, id est ab ortu in occasum, & vicissim non autem à septentrione ad Austrum.

Dico 3 Propter currentes qui maximè vigent versus littora, alias obseruari regulas dum proceditur à septentrione ad Austrum & vicissim, ita dum ex Insula Cypro nauigatur Alexandriam deflectitur ad dexteram propter currentes, & in reditu ad sinistram. pariter ab insulâ Cypro Satâliam deflectere debemus ad dexteram, quia fluxus maris currit ad occidentem seu sinistram, euntis ad septentrionem; in reditu contrarium tenendum est, atque ita in multis aliis, quia vt dixi fluxus maxime viget ad littora.

Dico 4. Non esse ita certas mappas Geographicas in longitudine quæ in meridianis posita est, ac in latitudine quæ est obseruabilis. Explico mentê meam. Aliquis procedendo Melita, Cretam, & sequendo Rombum orientalem inuenitur infrà Cretam, quamuis obseruarit eandem esse latitudinem vtriusque; haud dubie mutare non potest Cretam aut Melitam, nec accusare, suam mappam hydrographicam. at verô si soluendo melitâ per Rombum meridianum, perueniat Tripolin etiamsi Tripolis non sit vere sub eodem meridiano eam collocabit sub eodê meridiano, quia nullâ est obseruatio pro longitudine, in qua acquiescat, ideo collocabit Tripolin sub meridiano melitæ licet non sit, sed inueniatur magis occidentalis, & iuerit melita Tripolin per quartam meridiani cum Lybico, seu per quartam sud ad sudoest, quam, ob declinationem magnetis, existimabat esse Rombum præcise meridianum. potuit ergo fieri vt mappa Geographica quò ad hoc sit conformis declinationi magnetis, eò quòd nulla sit obseruatio quæ detegat hunc errorem & non sit conformis declinationi magnetis, quo ad latitudinem, quia latitudo est obseruabilis.

Quæri exinde potest vtrum possit fieri mappa Geographica in qua nulla ratio habeatur magneticæ declinationis, aut potius quæ sequatur magnetis declinationem, ita vt duce magnetica pixide, eam semper sequamur plagam quam mappa indicat, sic enim mappa non rombos veros, sed magneticos ostendet.

Respondeo nostros nauarchos id tentauisse, & eas mappas quæ uulgò uæneunt Massiliæ esse huiusmodi, an benè an verô male restat inquirêdum: certum est quod si in toto mediterraneo esset vbique declinatio magnetis eadem posset talis mappa institui, quæ & locorum distantias, & rombos magneticos indicaret.

Addo insuper positâ declinatione magnetis diuersâ, in variis mediterranei maris, oris; impossibile esse mappam componere, quæ indicet Rombos magneticos; quamuis enim aliqua loca, ità disponi possint, non tamen omnia. quod ostendo manifestè in iis mappis in quibus hæc quarta tribuitur, quæ sunt ita detortæ, vt Constantinopolin exhibeant in latitudine graduum 45. cum sit tantum 41½, & in toto archipelago hic regnet error.

Quare existimo mappas componendas modô ordinar. ô, immò & habeant longitudinem, & latitudinem, & nauarchi discant, & latitudinem obseruare, & magnetis declinationem, sic enim non erit opus ad istas minucias attendere. Nauigaui cum Anglis, qui ad istam quartam non attendebant, quia tamen quotidie latitudinem obseruabant, tàm rectô trâmite inter Melitam, & Siciliam transierunt vt Neutram viderint,

Addo vlteriùs me dubitare de istâ quartâ, esto enim aliàs fuerit verum, potest non esse verum modô; quia declinatio magnetis non est fixa, sed mutatur idemtidem, ideoque mappæ accommodatæ magnetis declinationi, temporariæ tantùm esse, non perpetuæ.



Digitized by Google

# NAVIGATIONIS LIBER TERTIVS.

## De Rhombis.

### PROPOSITIO I.

Theorema.

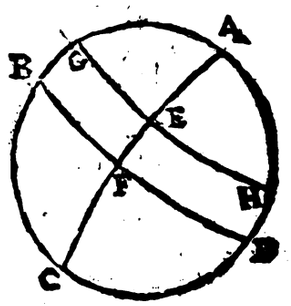
*Quid sint Rombi & quam lineam decurrat nauigium eidem rumbo insistens.*

EX definitione explicatâ propositione prima, præcedentis libri, constat lineam à Rombô quôlibet designatam, referre communem sectionem circuli verticalis,& horizontis.circuli autem verticales,sunt circuli maximi in vertice regionis, seu in Zeniht coëuntes,qui ex definitione circuli maximi,totam Sphæram, & terram ipsam in duas æquales partes dividunt. quare si vnam ex Romborum lineis,in ipso profectionis initiô designatam,persequeretur navis;haud dubie totum circuiret orbem, & ad idem punctum è quo emigravit reverteretur,quod totum patet ex ipsa definitione Rombi, & circuli maximi, si tantum attendamus ad vnam designationem.nam si dum soluit è portu navigium designet vnum maximum circulum, sibi percurrendum;& dum progressum est aliquantisper,alium atque alium arripiat, non percurret circulum maximum;sed aliquam lineam mixtam. ista enim valde differunt, designare circulum maximum; & illi semper insistere, singulis quidem temporibus navis designat maximum circulum, cum sit corpus grave insistens perpendiculariter ad horizontem,an verô illum sequatur, & semper eundem designet,hic expendendum suscipio.

Creditum fuit diu navim eundem sequendo Rombum,seu potiùs vtendo eôdem Rombô rosæ Magneticæ,percurrere circulum maximum, quod tamen non est in omnibus verum,vt hac explicatione clarum fiet. verum quidem est vt iam dixi, quod cum Rombus sit maximus circulus,qui percurrit eundem Rombum, eidem circulo maximo insistit,sed quæritur vtrum vtendo eodem rombo compassi nautici, sequamur eundem Rombum cœlestem, aut terrestrem.

Hæc difficultas primò proposita fuit Nonio, à peritissimo Navarcho, qui ita argumentabatur, dum vtor linea orientali,seu Rombo Est,percurro parallelum æquinoctiali circulo,seu non muto latitudinem,seu elevationem poli,neque accedo propiùs,ad æquinoctialem,aut ab eo digredior; quod constantissimâ certum est experientiâ,& iam vsurpatum apud nautas tanquam principium; præcipuè cum vtantur mappis in quibus paralleli per lineas rectas, perpendiculares ad meridianos descripti sunt. At linea designata,per rombum orientalem.nempe per rombum (*est*) supponitur esse circulus maximus,omnes autem circuli maximi se intersecant; quare circulus designatus per eum rombum, est primarius verticalis, qui necessariò intersecat æquinoctialem,ita vt à puncto intersectionis ad meridianum vsque sint tàm in æquatore, quàm in verticali primario,gradus nonaginta. aliter autem probabat hic navarchus suam propositionem, nempe modô magis suo captui, accommodatô.dicebat enim se notavisse, solem in æquinoctio existentem dum oriebatur,præcisè respondere rombo orientali,seu (*est.*) igitur concludebat ille Rombus orientalis tendit, ad aliquod punctum æquinoctialis circuli.

Hæ igitur duæ experientiæ sibi contradicunt, & quod Rombus sit circulus maximus, seu quod linea L'estis,vt vocant respiciat solem in æquinoctio existentem, & quod si sequamur semper lineam illam,seu si vtamur eôdem Rombô compassi nautici percurramus,tamen parallelum.



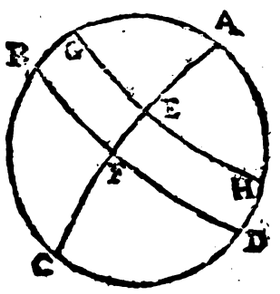

Sit enim meridianus ABCD,æquinoctialis BD. poli A,& C.sit navis in E, sitque Rombus lestis cum meridiano angulum rectum comprehendens EF, qui cum sit maximus circulus concurret cum æquinoctiali circulo in puncto F. Et cum anguli FBE,FEB,sint recti (*per Theodosium*) erunt arcus EF, BF quadrantes.

Si tamen vtamur semper eodem Rombo lestis rosæ nauticæ;percurremus parallelum EG.solutio huius difficultatis inferiùs patebit melius;eam tamen delibare volui.nempe id oriri, eò quòd dum aliquantulum progredietur navis in eo verticali EF,alium meridianum inveniet,respectu cuius circulus EF,non est circulus,seu rombus lestis. quare licèt initiô navigationis, navis ineat circulum EF, deflectit tamen ab eo, aliumque atque alium circulum lestis assumit.

Quod vt meliùs intelligatur advertendum est ad modum navigationis hodiernâ die vsurpatum, & ad instrumentum præcipuum navigationis,nempe compassum nauticum.qui in quocumque locô fuerit navis, ostendit omnes plagas respectu illius loci,in quo tunc invenitur. & methodus est, vt quô semel vsi sumus Rombo compassi nautici,eô semper vtamur; atque adeò linea quam percurrit navigium

Digitized by Google

navigium æqualem semper angulum cum meridianis faciat. dixi esse communem methodum, licèt simus examinaturi infra, an aliter institui possit navigatio. vt verbi gratiâ, si imperet navarchus vt navis dirigatur per lineam seu Rhombum Lestis seu Orientalem, & continenter per aliquot dies eôdem Rhombo vtatur, qui clavum tenet. linea quam percurret navis cum omnibus & singulis meridianis angulum rectum faciet, non enim tantùm, cum proficiscitur, via quam carpit cum meridiano cui insistit angulum rectum comprehendit; sed etiam cum provectus est aliquantisper, via quam arripit cum meridiano ad quam pervenit, angulum rectum comprehendit: sed nullus circulus maximus excepto æquinoctiali cum omnibus meridianis angulum rectum efficit. sit enim in priori figurâ circulus maximus EHF cum circulo meridiano AB, angulum AEH




rectum comprehendens; dico angulum EHA non esse rectum; sed acutum si arcus EA fuerit quadrante minor, vt vidimus in trigonometria. Ex quo fit vt si velim semper cum occurrentibus meridianis angulum rectum efficere, fieri non possit, vt navis vtendo eâdem plagâ nautici compassi, circulum maximum describat. quare si in mappis hydrographicis, notentur lineæ plagarum seu Rhomborum, tanquam circumferentiæ maximorum circulorum, illæ lineæ sunt inutiles navigationi, nec coincidunt cum iis lineis, quas percurrit navis ducta eiusdem Rhombi notati in Rosâ nauticâ. quare inutile mihi videtur circulos positionum vt vocant seu 32 circulos maximos in globis notare, neque enim sunt, ij quos sequitur navis. vt ergo iudicium feramus conveniens de aptioribus mappis ad navigationem, & earum vsu consentaneum mihi visum est, totam hanc doctrinam, satis alioquin difficilem, & intricatam explanare, quod sequentibus propositionibus præstabo.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Navis vtens rhombis, Nord & Sud, meridianum percurrit.*

Sit Navis quæ dirigatur per rhombum Nord aut Sud, hoc est dirigatur semper per lineam indicatam, continuè ab acu magneticâ carente declinatione; dico verè percurri meridianum, & sub eodem circulo semper navim consistere.

Demonstratio, Plaga indicata per lineam Sud, & Nord, est communis sectio meridiani, & horizontis, quæ tota est in plano circuli meridiani, cuius cum aliqua pars peragrata fuerit, indicatur tamen linea meridiana eiusdem meridiani sectio, cum alio horizonte ad priorem inclinato, atque ita semper indicantur, & percurruntur communes sectiones eiusdem meridiani; ergo nunquam ab eiusdem meridiani plano disceditur: ergo percurritur circa terram meridianus circulus. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*Navis sub æquinoctiali posita, & directa per Rhombum Lestis, aut Loüestis, æquinoctialem percurrit.*

Sit navis quæ solvat ex aliquo portu posito sub æquinoctiali circulo, & huius cursus dirigatur per lineas estis aut cüestis, hoc est linea cursûs illius, cum meridianis omnibus angulos rectos efficiat, dico ab eâ portionem æquinoctialis percurrendam.

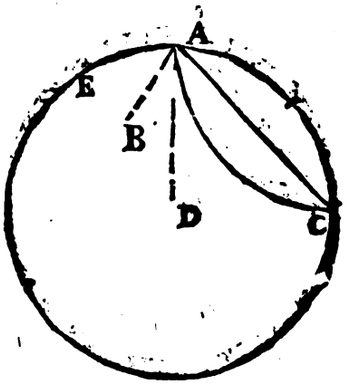
Demonstratio, plaga quæ indicatur per lineam estis, aut oüestis seu per lineam Orientalem, aut Occidentalem, tota est in plano æquinoctialis circuli, & quantumlibet percurratur eius aliqua portio semper linea quæ indicabitur, in eodem est plano æquinoctiali; ergo non disceditur vnquam à plano æquinoctiali. quare percurretur æquinoctialis circulus, quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Navis sub parallelo quolibet posita, & directa per lineas Lestis, aut Loüestis, parallelum percurrit.*

Sit navis quæ sit sub parallelo, & dirigatur per lineam verbi gratiâ Orientalem: dico ab ea parallelum percurrendum.




Demonstratio linea Orientalis, & Occidentalis, seu linea Lestis & Loüestis quæ sit A B.

Primò tangit globum, seu est tangens; ergo (*per* 2. *Theod.*) perpendicularis est ad diametrum globi. quod dicendum est de omnibus lineis plagarum, sed etiam perpendicularis est ad lineam meridianam igitur (*per* 4. 11.) perpendicularis est ad planum meridianum, & cum diameter patalleli, nempe AC sit in plano meridiano, erit perpendicularis ad AC. Item planum paralleli ADC, ex constructione sphæræ rectum est

ad planum meridianum A E C; igitur linea AB, est in plano A D C. quamvis sit etiam in plano verticalis primarij, si illius percurratur minima portio, & alteri meridiano occurratur, fiet alia linea estis, aut ouestis, quam pariter ostendam esse in eodem parallelo; igitur non discedit ur ab eodem parallelo. cum semper indicentur lineæ tangentes in eiusdem paralleli plano existentes, & illarum portiones percurrantur. nam cum terra sit globus valde magnus, si cogitetur linea tangens terram, & per 20 passus procedatur in ea linea tangente, non discedetur sensibiliter à superficie terræ, quod si tunc alia linea, tangens in eodem plano paralleli existens arripiatur, parallelus describetur, & ab eius plano non aberrabitur.

Alia demonstratio afferri potest. nulla linea cogitari potest in globo terrestri, quæ cum singulis meridianis, angulum rectum efficiat nisi parallelus, sed nauis ita dirigitur, vt via quam init tum omnibus meridianis angulum rectum efficiat; igitur parallelus à naui percurritur.

Neque difficultatem facere debet, quod planum paralleli sit inclinatum ad horizontem, & nauis tanquam corpus graue, stet perpendicularis ad illum, hoc enim non impedit vim demonstrationis, nec quominus flectatur, & aliam atque aliam tangentem, & designet, & sequatur.

## COROLLARIVM.

Ex quo fit vt nauigando pet, Lesten, & Louesten nunquam ad æquatorem perueniatur, aut ab eo recedatur, quantumvis nauigium videatur ad aliquod punctum æquinoctionalis dirigi.

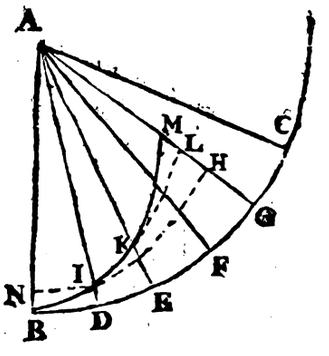
## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Nauis per eundem rumbum, excepto meridiano, & Rumbo orientali, & occidentali directa; circulum non describit, sed aliam lineam, spiralem, quam deinceps Loxodromiam vocabimus.*

Quia difficillimum est, huiusmodi spirallum proprietates explicare; ideo eas perspicuitatis causa, in plurima segmenta partiemur; & quasi componemus ex plurimis segmentis maximorum circulorum indicatorum, per lineas rumborum. neque enim variationem quamlibet anguli possunt animaduertere nautæ.

Demonstratio. Sit ergo polus terræ A, æqui-




noctialis BC, sintq; meridiani AB, AD, AE, AF, AG, minimo interuallo inter se distantes, puta vnius minuti secundi; hoc est angulus B A D sit vnius minuti secundi. sitque nauis soluens ex puncto B, per rumbum aliquem inclinatum, v. g. 60 graduum, hoc est sit angulus A B H graduum sexaginta sitque BH maximus circulus, verticalis scilicet indicatus per lineam Rombi inclinati ad meridianum, quem sequatur nauigium per vnum minutum secundum, hoc est per 16 passus. nam minutum secundum in terra tantum obtinet sexdecim passus: & duos trientes, cum sint 60 milliaria in gradu. igitur minutum primum erit vnius milliarij; sexagesima autem pars vnius milliarij, est æqualis passibus $16\frac{2}{3}$ cum peruenerit nauis in I, angulus A I H non erit amplius graduum sexaginta. sed maior. nam (*per 18. 4. Trig.*) cum arcus AB, A I simul sumpti minores sint semicirculo, quia AB & AD sunt quadrantes, erit in triangulo A B I angulus externus A I H; maior interno A B I, quare qui clauum tenet animaduertens ex compasso nautico, se maiorem angulum efficere cum meridiano, aliam viam arripiet, dirigetque nauim per I K L, ita vt angulus A I K sit graduum 60. Pariter, cum peruenerit in K, quia animaduertet angulum A K L esse maiorem angulo A I K, qui factus est graduum sexaginta; alium verticalem designabit K M; atque ita deinceps alium, atque alium; igitur linea qua progredietur nauigium, non erit primo circulus maximus, quia in puncto B vnus tantum cogitari potest circulus maximus B H cum meridiano angulum comprehendens graduum sexaginta. sed neque est circulus minor, quia nullus circulus minor exceptis parallelis potest æquales angulos cum meridianis efficere: igitur est aliqua alia linea, quam si in globo perfecerimus videbimus spiralem esse.

## COROLLARIVM I.

Si nauis, initio nauigationis dirigatur ad locum quem petit, sequaturque eandem lineam rombi inclinati, ad illum locum non perueniet. sed si ascendat versus polos, ad maiorem perueniet latitudinem, quam par sit. vt si locus quem petit, sit H, & ad eum recta dirigatur, per circulum maximum B H, perueniet tandem aut in M, aut etiam supra M. hoc est magis ascendet versus polos quam sit necesse. Pariter si nauis sit in H, & dirigatur ad punctum B. dico fore vt non satis descendat nam cum percurrerit arcum H I, angulus A I B (*per 18. 4. Trig.*) maior erit angulo A H I igitur dirigenda erit nauis versus punctum N, vt fiat angulus æqualis.

Quare in omni rumbo inclinato, si initio nauigationis nauis respicit locum destinatum, ad illum non perueniet, sed maiorem inuenietur nauis habere latitudinem, cum ad eius meridianum peruenerit, si latitudo terminorum à quo, & ad quem fuerit eiusdem rationis, hoc est vel vtraque borealis, vel vtraque australis.

## COROLLARIVM II.

Loxodromia, seu linea quam describit nauis, supra globum terraqueum, dum sequitur ductum eiusdem rombi, non est linea breuissima, quia linea breuissima, quæ ab vno loco ad alium ducitur, est circulus maximus, vt facile probari potest. nam in quacumque alia linea possunt inscribi arcus maximorum circulorum, in triangulo autem Sphærico; duo latera reliquo sunt maiora.

PROPO

Digitized by Google

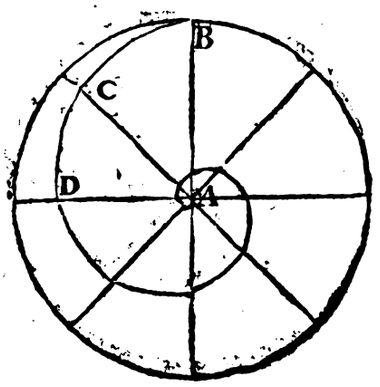
## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Nulla loxodromia in polum se inuit.*

Feratur nauigium secundùm loxodromiam quamcumque. dico fore vt licèt ad polum semper accedat, ad illum tamen non perueniat. non comprehendo autem sub nomine loxodromiæ lineas Nord, & Sud seu meridionalem, & Septentrionalem, quia certum est, quod si feratur per meridianum tandem ad polum perueniet. certum est item quod si sequatur lineam orientalem, aut occidentalem non perueniet ad polos quia (*per 4. huius*) describit parallelum. restat ergo vt loquamur de cæteris, angulum quemcumque cum meridiano comprehendentibus.

Demonstratio. Via quam describit nauigium cum singulis meridianis angulum comprehendit; ergo cum nullo meridiano coincidere potest; igitur nunquam nauis respiciet polum, sed circa illum circumuoluetur. Sit enim polus A, nauis in




B sitque via BC, cum meridiano angulum faciens, verbi gratiâ 50 graduum; nempe ABC, cum peruenerit in C, fiet angulus ACD graduum 50. & ita deinceps accedet quidem ad polos, mathematicè tamen non perueniet. quia vt perueniret ad polos, deberet nauis dirigi ad polos; ergo dirigi secundùm meridianum aliquem, nam linea ducta à meridiano ad polos est meridianus, aut certè debet cum meridiano coincidere, ista autem æquali semper angulo ab illo discedit: ergo mathematicè loquendo ad polum peruenire non potest: quod erat demonstrandum.

## DEFINITIO I.

### *De Latitudine Regionis.*

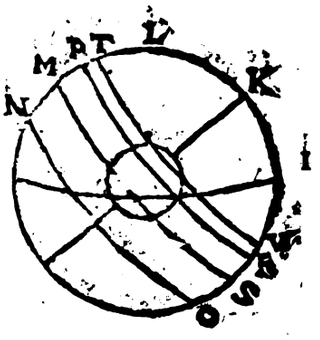
Antequàm vlteriùs progrediamur explicare debemus nonnullos terminos qui necessarij sunt in decursu, qui licet alibi fuerint explicati, vt magis ab aliis independentem reddamus hunc tractatum breuiter repetendi sunt. occurrit igitur definitio latitudinis regionis explicanda.

Latitudo igitur alicuius regionis, est distantia illius ab æquinoctiali circulo sumpta per lineam breuissimam, seu in meridiano. vt si dicas latitudinem Lugdunensem esse graduum 46. nihil est aliud quam inter æquinoctialem, & Lugdunum intercipi gradus 46. Sit enim globus ABCD, æquinoctialis CD, Lugdunum in puncto I, duca-




tur meridianus A I B, secans æquinoctialem in puncto latitudo erit arcus I F, quod si ducatur circulus G I parallelus æquinoctiali, omnia loca, in eo circulo posita æqualem habebunt latitudinem, quia cum circulus G I, ex suppositione sit parallelus æquinoctiali, debent omnia eius puncta æquidistare æquinoctiali. ex quo fit vt datâ latitudine illius loci, non sit difficile assignare loca eandem, aut æqualem latitudinem habentia. hæc autem latitudo sumi potest, vel in terrâ vel in cœlo, in cœlo erit distantia verticis seu Zenith, ab æquatore cœlesti. hæc distantia dicitur latitudo, quia quotiescumque sunt duæ in quopiam corpore dimensiones, quæ maior est dicitur longitudo, quæ vero minor latitudo. Cum ergo alias censerentur Zonæ, torrida, & frigida inhabitabiles, ideoque sola crederetur temperata posse ab hominibus incoli, maxima terræ dimensio erat ab oriente, in occidentem, nempe ab oceano ad Indiam vsque; minima verò quæ propterea latitudinis nomen obtinet à Septentrione in Austrum.

Hæc latitudo æqualis est altitudini poli, quamvis non sint eadem res. nam eleuatio poli, est arcus meridiani interceptus inter horizontem &




polum, vt arcus I K, latitudo arcus interceptus inter Zenith, & æquinoctialem. vt arcus L M, qui sunt æquales, nam cùm à vertice seu Zenith L, ad horizontem vsque sint gradus 90. item à polo K, ad æquinoctiale punctum M, sint gradus 90. erunt arcus K M, L I æquales, vnde ablato arcu LK communi, restant arcus LM, KI, æquales. non trado hic methodum inueniendæ latitudinis, sed tantum volui explicare quid esset latitudo. differentia latitudinum duarum regionum, est distantia parallelorum per duo quælibet loca transeuntium. vt si sint duo loca, alter locus in parallelo PR, alius in parallelo TV; differentia latitudinum erit arcus PT. qui habetur subducta

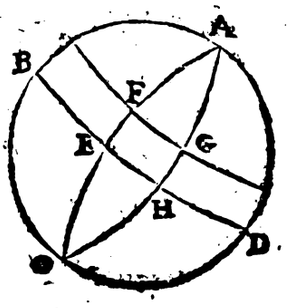
minori latitudine à maiori, hoc est si M P, esset 30 graduum, & MT 40. PT differentia esset 10 graduum. Si verò vna sit borealis vt MP, & alia australis vt NO, addendæ sunt, vt habeatur arcus NP, differentia latitudinum. pariter mutatio latitudinis est differentia inter latitudinem loci è quo perfectum est navigium; & latitudinem loci ad quem devenit.

## DEFINITIO II.

*De Longitudine.*

Longitudo est distantia meridiani alicuius regionis à primo meridiano, procedendo ab occasu in ortum. Quamvis cùm moles terraquea sit perfectus globus, nulla sit ratio, cur vnus potiùs meridianus sit primus, quàm alius, in eo tamen convenere Geographi, vt meridianum circulum per insulas Canarias transeuntem primum nominarent, & ab eo longitudinum initium ducerent. Ratio vt puto fuit quia vltra illum nullas antiqui terras agnoscebant; immò nec vllas esse suspicabantur. cum ex parte orientali, nullus adhuc determinatus esset terminus, atque adeò nullum, præfigi posset initium numerandi. adde quod longitudo terrestris proportione quâdam debeat cœlesti longitudini respondere, quæ ab occasu in ortum, secundùm signorum consequentiam ducitur.

Longitudo igitur regionis est arcus æquinoctialis, interceptus inter primum meridianum, & meridianum illius regionis, vt si circulus ABCD




sit primus meridianus, sitque aliqua vrbs in puncto F, & eius meridianus AFC, secans æquinoctialem in puncto E. longitudo illius regionis erit arcus BE. Ex quo sequitur omnia loca eidem meridiano subiecta eandem habere longitudinem; Et ea quæ eandem habent longitudinem eidem meridiano subiacere. atque adeò meridiem, & reliquas omnes horas simul numerare. E contra verò quæ diversam habent longitudinem, non habent simul eandem horam: Sed pro differentia longitudinum, simul differentes horas numerant. vt si arcus EB, sit graduum 30. versus ortum; dum erit meridies iis, qui in meridiano A E C versantur, non erit meridies in primo meridiano, nempè ABC, sed tantùm decima ante-meridiana, quia duæ restant horæ, vt sol primum meridianum attingat; vnde regiones quæ illi meridiano subiacent meridiem nondum habent.

Notandum autem eundem circulum, duplicem notare longitudinem, cum in duobus punctis, æquatorem attingat. vt semicirculus ABC, dicetur primus meridianus, semicirculus ADC; dicetur centesimus octogesimus, cum arcus B D, sit graduum 180.

Differentia longitudinum, est arcus æquinoctialis inter duos quoscumque meridianos interceptus, vt si sint duo loca F, & G, differentia longitudinum inter ea duo loca est arcus EH.

Hæc communia licèt, Tyronibus diligenter explicanda sunt; cùm sine illis Navigationis principia intelligi non possint.

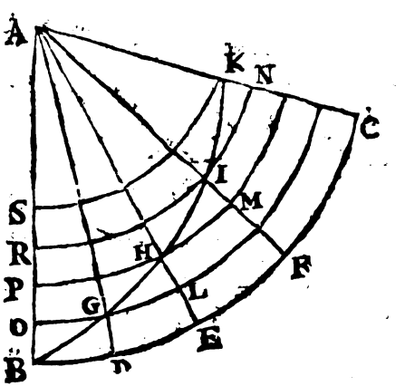
Sed iam ad loxodromias nostras revertamur, quas vt iam monuimus, in partes minimas dividemus, quas vt partes maximi in terra circuli assumemus, immo si velimus tanquam partes linearum rectarum, nam in terra arcus vnius minuti secundi, hoc est 16. passuum, non differt sensibiliter à linea recta, vnde factâ divisione lineæ loxodromicæ in minutissimas partes, si quæ exurgant triangula ea pro rectilineis assumemus.

## PROPOSITIO VII.

Theorema.

*Loxodromia secatur in partes æquales à parallelis æqualiter inter se distantibus.*

Explicatâ longitudine, & latitudine, loxodromiam seu semitam navis, eôdem rumbô pixidis nauticæ, semper vtentis, facilè explicabimus.




Sit ergo polus terræ A, æquinoctialis BC, varij meridiani paruô intervallô inter se distantes, sint AB, AD, AE, AF, AC. sitque loxodromia BGHIK in partes æquales divisa, in punctis G, H, I, ex polo A, sint descripti paralleli GL, H M, I N, dico illos æquali intervallô inter se distare; hoc est partes meridianorum GD, HL, IM, KN, esse inter se æquales.

Demonstratio. Triangula BGD, HGL, IHM, IKN, pro rectilineis sumi possunt, quia supponuntur lineæ BG, GH, & cæteræ esse tantùm vnius secundi. hæc autem triangula habent angulum rectum, in punctis D, L, M, N; anguli item BGD, GHL, HIM, IKN sunt æquales, per definitionem loxodromiæ. supponuntur item hypotenusæ BG, GH, HI, IK æquales, ergo (*per 26. 1. Eucl.*) triangula BGD, GHL, HIM, INK, sunt omni sensu æqualia; quare latera GD, HL, MI, KN, sunt æqualia quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM I.

Eâdem demonstratione ostendam segmenta æquinoctialis, & omnium parallelorum esse omninò

ninò æqualia. nempe lineas BD, GL, HM, IN, esse omninò æquales. quod intelligendum est absolutè, in mensurâ aliquâ eâdem, hoc est si BD, sit 100 pedum; GL, erit 100 pedum HM, item erit 100 pedum; & ita deinceps de aliis omnibus. quia tamen æqualis numerus milliariorum in parallelis vicinioribus polo, vt pote minoribus, plures gradus obtinet; ideo GL, erit arcus plurium graduum, quàm BD; & HM, quàm GL, & IN, quàm HM. vnde cum arcus parallelorum sint etiam mensura angulorum in polis, comprehensorum à meridianis; erit angulus BAD, minor angulô BAE, & DAE, minor quàm EAF, & consequenter arcus BD, minor quàm DE, & DE, minor quàm EF, & ita de reliquis.

## COROLLARIVM II.

Sequitur, quòd percurrendo æquales loxodromiæ partes variatio latitudinis æqualis sit, variatio verò longitudinis in gradibus inæqualis, & quò propiùs accesserimus ad polos, eò maior erit longitudinis variatio.

## COROLLARIVM III.

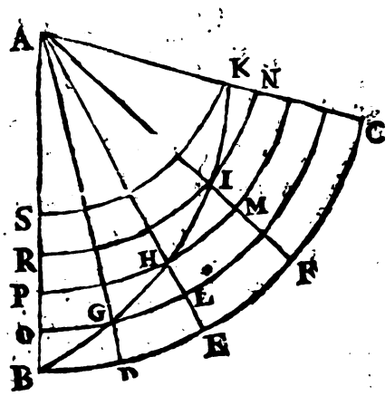
Si sumatur aliquod segmentum notabile loxodromiæ verbi gratiâ BK, variatio latitudinis nempe KC, æqualis est omnibus arcubus meridianorum simul sumptis, hoc est KC æqualis lateribus GD, HL, IM, NK, simul sumptis.

At verò arcus BC, non est æqualis nisi in gradibus, omnibus arcubus parallelorum simul sumptis. quare latus KC, benè vocatur latus respondens latitudini. quasi formaretur magnum triangulum BKC; cum latus KC, vt dixi sit æquale omnibus arcubus meridianorum, sitque æquale eorum aggregatô. At aggregatum omnium arcuum parallelorum, æquale non est arcui BC, indicanti longitudinem. vnde aggregatum omnium arcuum parallelorum, ne vocetur latus longitudinis, sed tantum latus potens longitudinem; seu vt volunt nonnulli latus mecodynamicum.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Vt sinus totus ad sinum complementi inclinationis loxodromiæ; ita loxodromiæ quantitas in milliaribus, ad variationem latitudinis, in milliaribus, seu minutis.*




Sit navigium quod percurrat loxodromiam BK, cuius nota sit quantitas in milliaribus; si fiat vt sinus totus ad sinum complementi anguli ABK, ita loxodromia ad aliud: dico quærtum esse latus KC, hoc est variationem latitudinis in milliaribus, diximus autem vnum milliare vni minutô æquivalere.

Demonstratio. In singulis triangulis BGD, GHL, & cæteris (*per primam tertij Trigonometriæ*) ita est sinus anguli recti D, ad sinum anguli GBD, qui est complementum anguli BGD, inclinationis loxodromiæ, vt BG, ad GD, & ità GH, ad HL, & ita de reliquis: ergo (*per 15. 5. Eucl.*) vt sinus totus ad sinum complementi inclinationis loxodromiæ, ita loxodromia BK, ad aggregatum omnium arcuum meridianorum, seu (*per corol. 2. præcedentis*) ad arcum KC, sumptum in milliaribus, & cum milliare vnum æquivaleat minuto, habebitur arcus KC in minutis. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

Ex hôc Theoremate poterit formari aliqua tabula, quæ ostendet quantum mutetur latitudo pro singulis milliaribus, in omnibus loxodromiis, & vicissim pro mutatione quâcumque latitudinis; verbi gratiâ vnius gradûs, dabitur iter confectum in loxodromiâ, est enim conversa huius propositionis,

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Vt secans anguli inclinationis loxodromiæ, ad sinum totum; ita loxodromiæ quantitas in milliaribus, ad variationem latitudinis in minutis.*

Hæc propositio facillima est. vidimus enim in Trigonometriâ, sinum totum esse medium proportionalem, inter sinum complementi, & secantem alicuius anguli; ergo ita est secans anguli inclinationis ad sinum totum, vt sinus totus, ad sinum complementi; sed vt sinus totus, ad sinum complementi; ita est loxodromiæ quantitas ad variationem latitudinis; ergo vt secans anguli inclinationis, ad sinum totum, ita loxodromiæ quantitas in milliaribus, ad variationem latitudinis in minutis. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Datâ variatione latitudinis, & angulô inclinationis scire iter confectum, aut conficiendum.*

Hæc propositio est tantùm conversa superioris; cognoscat aliquis angulum inclinationis, seu per quem rombum navigat, & ex cœlo cognoscat mutationem latitudinis, quærit iter confectum. fiat vt sinus complementi inclinationis loxodromiæ, ad sinum totum, ita mutatio latitudinis, ad iter confectum. vel si ex Mappis Geographicis sciatur rombus per quem navigandum est, & differentia latitudinis cognoscetur, iter conficiendum.

PROPO

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Datâ variatione latitudinis, & itinere confecto inuenire angulum inclinationis nauigij.*

Si quis aut ex tabulis, aut ex obſervationibus cœleſtibus cognoſcat variationem latitudinis, & iter confectum, poterit invenire angulum inclin. Si fiat. vt iter confectum.

Ad variationem latitudinis,

Ita ſinus totus,

Ad ſinum complementi anguli inclinationis loxodromiæ.

Hæc propoſitio in multis vtilis eſſe poteſt. nam ſi accipiatur in milliaribus, diſtantia termini à quo, ad terminum ad quem, item differentia latitudinis, ſcietur Rombus, quò vtendum erit.

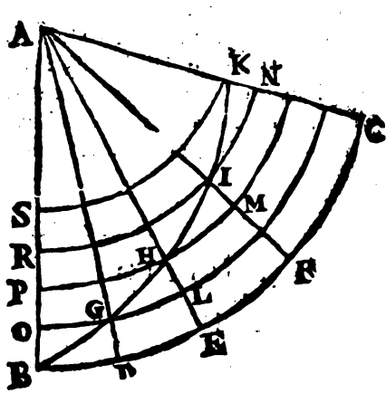
Item ſi iter confectum ſit ſatis aliunde notum, vt ex variis obſervationibus, quibus communiter vtuntur nautæ. Item ex obſervatione cœleſti habeatur latitudo, dubitetur autem an navigium tenuerit, eum rombum quem indicavit, an verò latentibus aquarum motibus abreptum fuerit, cognoſcetur hoc problemate plaga per quam navigavit.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*De variatione longitudinis, & inuentione cruris mecodynamici.*

Paulò maior eſt difficultas, in longitudinis variatione inveniendâ, eò quod in illis paruis triangulis, longitudinis variatio ſumatur in diverſis parallelis. quare ſi fiat aggregatum habebitur tantum in milliaribus, non autem propterea habebitur variatio in gradibus, & minutis.




Vnde primò quæri debet aggregatum omnium arcuum BD, GL. HM, IN in milliaribus, & hoc aggregatum, vt iam diximus vocatur latus, mecodynamicum fiat ergo

Vt ſinus totus,

Ad ſinum inclinationis loxodromiæ;

Ita quantitas loxodromiæ BK,

Ad crus mecodynamicum.

Demonſtratio. In ſingulis triangulis, vt ſinus totus anguli recti D, ad ſinum anguli BGD, ita BG, ad BD, ita GH, ad GL; ita HI, ad H M; ita IK, ad IN; ergo (*per* 15. 5. *Eucl.*) ita tota BK, ad aggregatum ex BD, GL, HM, IN. quod erat demonſtrandum.

Reſtat vt crus mecodynamicum in ſingula triangula diſtribuamus. quod vt meliùs intelligatur; ſupponendum eſt lemma ſequens.

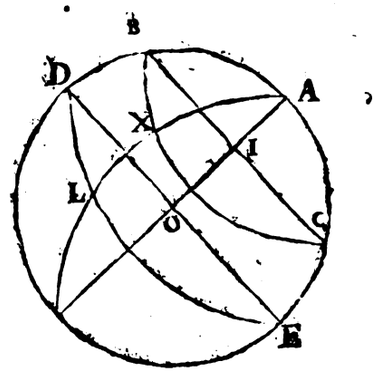
## LEMMA.

Vt ſinus complementi declinationis alicuius paralleli,

Ad ſinum totum;

Ita arcus paralleli cuiuſlibet,

Ad arcum æquinoctialis, illi reſpondentem.




Sit polus A, parallelus quilibet BXC, æquinoctialis DE, ſitque BI, ſinus arcûs AB, complementi declinationis BD; ſintque duo arcus ſimiles B X, D L, hoc eſt totidem graduum. ſit item ſinus totus DO. dico ità eſſe BI, ad DO, vt arcus BX, ad arcum DL.

Demonſtratio. Vidimus in Geometriâ, ità eſſe circumferentias circulorum, item arcus ſimiles, ſicut ſe habent diametri; & ſemidiametri, ſed BI eſt ſemidiameter paralleli BC; & D O, ſemidiameter æquinoctialis, ſeu ſinus totus; igitur ità ſe habet arcus BK, ad arcum DL, ſicut ſinus complementi decl. ad ſinum totum. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Inuenire variationem longitudinis ex angulo loxodromico, & quanti ate loxodromia.*

Inventô crure mecodynamicô, non erit difficile, invenire ipſam longitudinem; nam ità eſt arcus GL, ad arcum DE, ſimilem ſeu ipſi reſpondentem in æquinoctiali, ſicut ſinus arcûs A G, complementi declinationis, ad ſinum totum, & ita eſt H M, ad E F, ipſi reſpondentem vt ſinus arcûs AH; ad ſinum totum, & ità de reliquis, & ſi velimus addere ipſum B D, cum etiam ſit BD, ad BD; vt ſinus arcûs AB, ſeu 90. gr. ad ſinum totum. ergo ſi fiat aggregatum ex ſinubus declinationum cui aggregato addatur ſemel ſinus totus. fiat item aggregatum toties continens ſinum totum, quot ſunt triangula, fiatque vt primum aggregatum ad ſecundum, ita crus mecodynamicum

Digitized by Google

micum ad quartum; quartus hic numerus erit arcus B C in milliaribus, seu minutis.

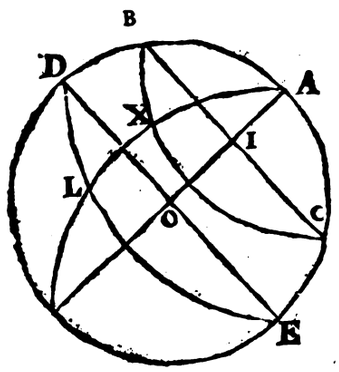
Demonstratio cum sit per lemma superius vt sinus complementi latitudinis, ad sinum totum, ita arcus cuiuslibet paralleli, ad similem arcum æquinoctialis; erit etiam (*per* 15. 5. *Eucl.*) aggregatum ex omnibus sinubus complementorum, ad sinum totum toties repetitum; vt aggregatum ex arcubus variorum parallelorum, ad aggregatum arcuum æquinoctialis, ipsis respondentium.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Datâ variatione latitudinis incipiendo à dato parallelo; & angulô loxodromiæ, inuenire variationem longitudinis.*

Sit primò nauigium, soluens ab æquinoctiali. nempe ex puncto B. & percurrens loxodromiam B K incognitam quidem quoad quantitatem; sit-




que cognita, tàm variatio latitudinis nempe CK, quàm angulus loxodromicus ABK; quæritur variatio longitudinis nempe arcus B C.

Fiat vt sinus totus,
Ad tangentem inclinationis loxodromiæ;
Ita variatio latitudinis in milliaribus:
Ad latus mecodynamicum.

Quô inuentô si fiat, vt omnes sinus complementorum latitudinum additô etiam semel sinu totô, pro primo triangulo; ad toties repetitum sinum totum, ita crus mecodynamicum, ad aliud, quartus numerus erit variatio longitudinis.

Demonstratio in primô triangulô B G D, (*per trigonom.*) ita est sinus totus, ad tangentem anguli B G D; sicut G D ad B D; positô nempe, quod GD, sit sinus totus.

Pariter in triangulo C H L, ita est sinus totus, ad tangentem anguli GHL qui æqualis est angulo BGD; sicut HL, ad GL, quare (*per* 15. 5. *Eucl.*) erit aggregatum omnium laterum G D, H L, &c. seu latus C K, ad aggregatum ex lateribus B D, GL, &c. seu ad crus mecodynamicum, sicut sinus totus, ad tangentem anguli inclinationis loxodromiæ, quod erat demonstrandum.

Secunda analogia iam superiùs demonstrata fuit.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Datâ tàm longitudine, quàm latitudine terminorum à quo, & ad quem; Inuenire angulum loxodromiæ, & itineris quantitatem.*

Hoc problema vtilissimum est, potestque nauarcho sufficere, vt etiamsi desint mappæ hydrographicæ; tutò tamen possit nauigationem dirigere. Sit verbi gratiâ nauigium in puncto B. sitque exempli causa punctum B insula sancti Thomæ, in ipso æquinoctiali circulo sita; instituaturque nauigatio, ad ostia fluuij argentei, differentiâ longitudinis seu arcus BC est graduum 60. latitudo loci quem petit nauigatio est graduum 34. quæritur primo angulus A B K. quare iam habetur latus C K. graduum 34. sunt autem in gradibus 34 milliaria Italica 2040. cognoscitur item arcus B C, nempe graduum 60. sunt autem in sexaginta gradibus milliaria 3600. supponantur esse facta triangula 2040.

Fiat ergo vt sinus totus repetitus ducenties quadragesies,
Ad ducentos triginta nouem sinus complementorum, additô
Insuper semel sinu toto
Ita milliaria 2040
Ad crus mecodynamicum.

Rursus cognitô crure mecodynamicô.
Si fiat vt milliaria 2040, seu latus CK,
Ad crus mecodynamicum
Ita sinus totus
Ad tangentem inclinationis; igitur habetur angulus inclinationis.

Demonstratio. primam analogiam demonstrauimus (*in propos.* 13.) secundam ita demonstramus. in singulis triangulis, ita est arcus meridiani, ad arcum paralleli; vt sinus totus ad tangentem anguli inclinationis (*per trigonometriam*) ergo (*per* 15. 5. *Eucl.*) erit aggregatum omnium arcuum meridianorum, seu arcus C K, ad aggregatum omnium arcuum parallelorum; seu ad crus mecodynamicum vt sinus totus, ad tangentem anguli inclinationis loxodromiæ quod erat demonstrandum.

Secundò. Ex angulo, inclinationis loxodromiæ, & latitudine C K (*per* 10. *huius*) habebitur quantitas itineris.

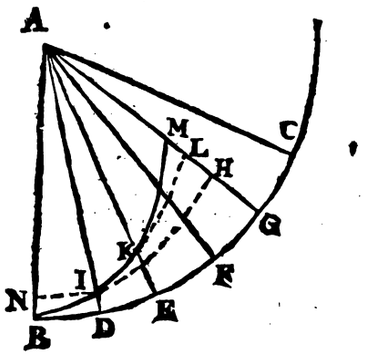
Si fieret initium nauigationis ab aliô parallelô; eadem adhiberetur methodus, nisi quod vbi ponitur in primô triangulô, sinus totus & additur cæteris sinubus complementorum latitudinis, fieri debet solum aggregatum talium sinuum complementorum, omissô sinu totô.

## PROPOSITIO XVI.

*Datô angulô inclinationis loxodromiæ, differentiâ longitudinis & latitudine vnius termini; variationem latitudinis, & quantitatem loxodromiæ definire.*

Sit idem exemplum in quo differentia longitudinis BC sit graduum sexaginta; inclinatio data sit graduum quadraginta; quæritur quot milliariorum

rorum sit linea BK, & quot graduum sit arcus EK, hoc problema solui non potest nisi per attentationē.




Quare experire vtrum in hoc angulo mutationi latitudinis 30 graduum, respondeat variatio longitudinis 60 graduum, per 14 huius, si adhuc non respondent gradus sexaginta, addes aliquos gradus.

Eôdem modô per attentationem solues aliud problema, nempe si detur parallelus, vel è quo soluit nauis, vel ad quem perueniendum est, detur item differentia longitudinis, & quantitas itineris seu loxodromiæ, & quæratur differentia latitudinis, & angulus inclinationis loxodromiæ. ( *per* 13. *huius.*

## PROPOSITIO XVII.

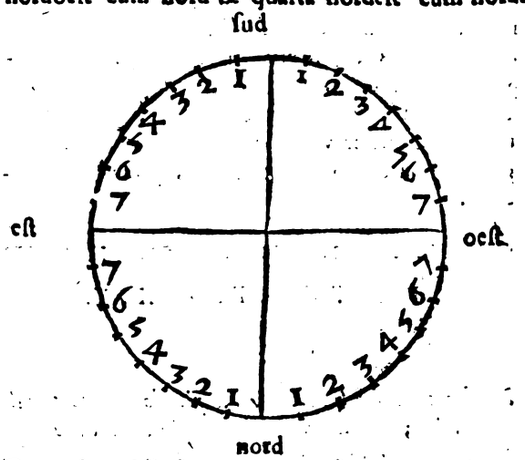
### Prolema.

*Tabularum constructio.*

Quia iure à nautis tanta trigonometriæ cognitio exigi non potest, ideò ad minuendum calculum, inuentæ sunt aliquæ tabulæ, quârum ope nullô negotiô superiora problemata solui possunt. Quia autem nimis operosum esset pro singulis gradibus inclinationis, quos variæ loxodromiæ comprehendunt, tabulas componere, ideo sufficere creditur, tantum pro singulis Rumbis seu plagis tabulas exhibere. in quo notandum est plagas oppositas eandem inclinationem ad meridianum habere, immò vnam, & eandem esse loxodromiam, vt verbi gratiâ ascendatur ab æquinoctiali B per loxodromiã BK, quæ sit nordest, cum meridiano comprehendens angulum ABK graduum quadraginta quinque, dico nauim in K positam descendere per eandem lineam, quæ tunc vocabitur sudoest. nam si nauis in B ascendat versus polos per lineam BK, angulus ABK, erit angulus inclinationis; si verò descendat, versus æquinoctialem, erit angulus AKB, angulus inclinationis, sed priori æqualis.

2. Loxodromiæ hinc inde à meridiano æqualiter distantes, æqualem inclinationem habent, vnde septem tantum assignantur loxodromiæ hoc est sunt septem in vno quadrante, verbi gratiâ à meridie ad occidentem, sed illæ sunt eædem cum loxodromiis oppositi quadrantis, nempe à nord ad oest, item similes sunt alterni quadrantis à meridie ad oest. igitur in tabula loxodromica 7 tantùm notabimus loxodromias. prima erit vsui pro quarta, sud ad sud oest, & pro quarta sud ad sudest. item pro quarta nord ad nordest, & pro quarta nord, ad nordoest.

2. Loxodromia erit vsui, pro sud sudest, pro sud sudoest, item pro nord nordest & pro nornordoest. Tertiæ pariter quatuor respondent rumbi, quarta sudest cũ sud, quarta sud, oest cum sud quarta nordoest cum nord & quarta nordest cum nord.




Quarta loxodromia quatuor rumbos sibi vendicat, nordest, nordoest, sudest, sudoest. Quinta habebit quartam sudest cum est, quartam sudoest cum oest, quartam noroest cum oest, & quartam nordest cum est. Sexta habebit est sudest, est nordest; oest nordoest, oest sudoest. Septima denique indicat quartam est cum sudest, quartam Est cum nordest, quartam oest cum sudoest, & quartam oest cum nordoest.

Tota autem tabula facilè absoluitur duabus propositionibus, nempe 10. & 14. supponitur enim descripta loxodromia ab æquinoctiali versus vnum polum, saltem vsque ad gradum septuagesimum latitudinis. nam in consuetis nauigationibus vix proceditur vlteriùs. supponitur igitur in prima columna latitudo quæ crescit per æqualia intervalla. Ex quo ( *per prop.* 8. *huius.*) sequitur loxodromiæ quantitatem, etiam æqualiter crescere, ita vt si inueniatur quanta sit quantitas loxodromiæ, respondens primo gradui, habeatur quantitas totius loxodromiæ. quæratur item ex variatione latitudinis quæ supponitur, & angulo loxodromico per 14, variatio longitudinis illi respondens. incipiendo semper ab æquinoctiali. nempe quæ variatio longitudinis, respondeat vni gradui variationis latitudinis, quæ duobus tribus, quatuor, incipiendo semper ab æquinoctio.

Tres igitur columnas habebit quælibet tabula, nempe columnam variationis latitudinis, quæ procedit passibus æqualibus, incipiendo ab æquinoctiali, & intelligitur in gradibus collectis. hoc est vnus gradus. duo, tres, quatuor, quinque. sex. secunda columna habet variationem longitudinis respondentem. tertia exhibet iter confectum. quia autem in singulis tabulis latitudo supponitur eôdem modô crescere, ideò columna latitudinis quæ est prima, communis est omnibus tabulis. tota difficultas in tabulis construendis, posita est in variatione longitudinis. nam iter etiam eodem modo crescit. ac latitudo.

Loxodromia in singulos gradus latitudinis habet milliaria.

Prima $61\frac{1}{5}$
Secunda $64.\frac{4}{5}$
Tertia 72.
Quarta $84\frac{4}{5}$
Quinta 108.
Sexta $156\frac{4}{5}$
Septima $307\frac{3}{5}$

DESCRI

## I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

| Latit G.M | Rhomb. I. Gr. 11. 15. Lon. Iter. G.M. | Mil. | Rho. II. G. 22. 30. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho. III. G. 33. 45. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho. IV. G. 45. 0. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho. V. G. 56. 15. Lon. Iter. G.M. | Mil | Rho. VI. G. 67. 30. Lon. Iter. G. M. | Mil. | Rho. VII. G. 78. 45. Lon. Iter. G.M. | Mil |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 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. | 5.53 | 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 | 235. | 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 | 820. |
| 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 | 524. |
| 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 | 284. | 5. 0 | 360. | 8. 2 | 524. | 16.49 | 1028. |
| 33 | 0.42 | 215. | 1.27 | 227. | 2.20 | 252. | 3.30 | 296. | 5. 15 | 376. | 8.26 | 548. | 17.37 | 1076. |
| 40 | 0.44 | 224. | 1.32 | 237. | 2.27 | 264. | 3.40 | 310. | 5. 30 | 394. | 8.52 | 576. | 18.27 | 1128. |
| 50 | 0.46 | 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 | 432. | 9.39 | 628. | 20. 9 | 1232. |
| 10 | 0.50 | 255. | 1.44 | 270. | 2.47 | 300. | 4.10 | 350. | 6. 15 | 450. | 10.4 | 652. | 21. 0 | 1284. |
| 20 | 0.52 | 265. | 1.48 | 280. | 2.54 | 312. | 4.20 | 265. | 6. 30 | 468. | 10.29 | 680. | 21.48 | 1332. |
| 30 | 0.54 | 276. | 1.52 | 291. | 3.10 | 324. | 4.30 | 380. | 5. 45 | 484. | 10.23 | 704. | 22.39 | 1384. |
| 40 | 0.56 | 285. | 1.56 | 300. | 3.71 | 336. | 4.40 | 396. | 7. 0 | 504. | 51.17 | 732. | 23.30 | 1436. |
| 10 | 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. 3 | 1592. |
| 20 | 1. 4 | 325. | 2.12 | 344. | 3.34 | 384. | 5.20 | 4521 | 8. 0 | 576. | 12.53 | 836. | 26.51 | 1540. |
| 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. | 31.54 | 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. | 3.41 | 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. | 11.45 | 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 | 489. | 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 | 5611 | 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 | 216. | 6.22 | 684. | 6.30 | 808. | 14.15 | 1024. | 23. 3 | 1488. | 47.57 | 2920. |
| 40 | 1.56 | 591. | 4. 1 | 625. | 6.29 | 696. | 9.40 | 824. | 14.30 | 1044. | 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. |



Digitized by Google

## I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

| latit. G.M. | Rhomb.I. G.11.15. long. G.M. | Iter. Mil. | Rhom. II. G. 22. 30. Long. G.M. | Iter. Mil. | Rhom.III. G.33. 45. Lou. G.M. | Iter. Mil. | Rho.IV. G.45.0. Lon. G.M. | Iter. Mil. | Rhum. V. G.56 15. Lon. G.M. | Iter. Mil. | Rho. V I. 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 | 848. | 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. | 52.16 | 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 | 1278. | 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 | 746. | 5. 5 | 791. | 8.11 | 876. | 12.15 | 1030. | 18.20 | 1314. | 29.36 | 1906. | 61.36 | 3743. |
| 20 | 2.28 | 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. | 15.51 | 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. | 64.12 | 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 | 996. | 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 | 2196. | 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 | 896. | 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. | 6.39 | 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. | 1056 | 1168. | 16.23 | 1370. | 24.31 | 1746. | 39.35 | 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. | 26.44 | 1398. | 25. 2 | 1782. | 40.25 | 2586. | 84. 9 | 5073. |
| 40 | 3.22 | 1017. | 6.59 | 1583. | 11.17 | 1204. | 16.55 | 1412. | 25.18 | 1800. | 40.50 | 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 | 2590. | 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 | 1090. | 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 | 2820. | 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. | 45.55 | 2926. | 95.32 | 5741. |
| 50 | 3.49 | 1150. | 7.57 | 1221. | 12.49 | 1360. | 19.10 | 1592. | 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. | 97.20 | 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 & milliaribus Italicis.*

| Latit G.M | Rhomb.I. Gr.11.15. Lon. Iter. G.M. | Mil. | Rho.II. G.22.30. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho.III. G.33.45. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho.IV. G. 45. 0. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho. V. G. 56.15. Lon. Iter. G.M. | Mil | Rho. VI. G. 67. 30. Lon. Iter. G. M. | Mil. | Rho.VII. G 78.45. Lon. 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 | 31.57 | 2232 | 50. 1 | 3240 | 106.14 | 6356 |
| 50 | 4.15 | 1274 | 8. 49 | 1353 | 14.15 | 1504 | 21.18 | 1566 | 31.53 | 2250 | 51.26 | 3256 | 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 | 8.21 | 1304 | 9. 3 | 1384 | 14.36 | 1540 | 21.50 | 1810 | 32.42 | 2304 | 52.43 | 3344 | 109.48 | 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 | 53.37 | 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 | 38.58 | 2718 | 62.49 | 3946 | 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 | 8051 |
| 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 | 66.30 | 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 | 2324 | 42.50 | 2970 | 69. 6 | 4310 | 143.51 | 8461 |
| 40 | 5.43 | 1692 | 11.56 | 1792 | 19.15 | 1096 | 28.49 | 2338 | 43. 7 | 2988 | 69.33 | 4336 | 144.49 | 8512 |
| 50 | 5.46 | 1702 | 11. 1 | 1808 | 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 | 1536 | 20.54 | 2252 | 31.17 | 2532 | 46.49 | 3220 | 75.32 | 4676 | 157.16 | 9176 |



Digitized by Google

## I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

| | Rhomb. I. G. 11. 15. | | Rhom. II. G. 22. 30. | | Rhom. III. G. 33. 45. | | Rho. IV. G. 45. 0. | | Rhum. V. G. 56 15. | | Rho. V I. G. 67. 30. | | Rho. VII. G. 78. 45. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| latit. G. M. | long. G. M. | Iter. Mil. | Long. G. M. | Iter. Mil. | Lou. G. M. | Iter. Mil. | Lon. G. M | Iter. Mil | Lon. G. M. | Iter. Mil. | Lon. G M. | Iter. Mil. | Lon. G. M. | Iter. 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 | 1842. | 13. 7 | 1958. | 21. 9 | 2176. | 31.40 | 2558. | 47.24 | 3258. | 76.27 | 4730. | 159.12 | 5279. |
| 20 | 6.20 | 1852. | 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 | 5.29 | 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. 3 | 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. [illegible] | 2030. | 14.35 | 2154. | 23.30 | 2392. | 35.12 | 2814. | 52.40 | 3582. | 84.58 | 5198. | 176.55 | 10260. |
| 20 | 7. [illegible] | 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. | 86.25 | 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 | 2550. | 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. | 92.45 | 5618. | 193.11 | 11020. |
| 36 0 | 7.41 | 2204. | 16. 0 | 2340. | 25.49 | 2596. | 38.38 | 3056. | 57.49 | 3888. | 93.16 | 5644. | 194.14 | 11072. |
| 10 | 7.43 | 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 | 344 . | 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. | 96.18 | 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. 0 | 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 | 11952. |
| 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 | 4302. | 105.21 | 6244. | 218.41 | 12242. |



Digitized by Google

## I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

| latit. G.M. | Rhomb. I. G. 11. 15. long. G.M. | Iter. Mil. | Rhom. II. G. 22. 30. Long. G.M. | Iter. Mil. | Rhom. III. G. 33. 45. Lon. G.M. | Iter. Mil. | Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M. | Iter. Mil | Rhum. V. G. 56. 15. Lon. G.M. | Iter. Mil. | Rho. V I. G. 67. 30. Lon. G.M. | Iter Mil | Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G.M. | Iter. Mil. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 0 | 8.42 | 2448 | 18. 6 | 2596 | 29.12 | 2888 | 43.45 | 3396 | 65.25 | 4320 | 100.32 | 6272 | 219.41 | 12300 |
| 10 | 8.44 | 2458 | 18.12 | 2607 | 29.21 | 2900 | 43.56 | 3410 | 65.45 | 4338 | 106. 4 | 6298 | 221.49 | 12351 |
| 20 | 8.47 | 2468 | 18.18 | 2618 | 39.30 | 2912 | 43. 9 | 3424 | 66. 4 | 4356 | 106.35 | 4324 | 221.56 | 12402 |
| 30 | 8.49 | 2478 | 18.22 | 2629 | 29.38 | 2924 | 44.21 | 3438 | 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 | 12504 |
| 50 | 8.55 | 2498 | 18.34 | 2652 | 29.56 | 2948 | 44.48 | 3466 | 67. 4 | 4410 | .08.10 | 6402 | 225.18 | 12556 |
| 41 0 | 8.57 | 2508 | 18.40 | 2664 | 30. 5 | 2960 | 45. 2 | 3480 | 67.23 | 4428 | 108.42 | 6428 | 226.35 | 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 | 46.22 | 3564 | 69.23 | 4538 | 111.56 | 6584 | 233. 3 | 12916 |
| 10 | 9.16 | 2578 | 19.18 | 6738 | 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. 3 | 4572 | 113. 1 | 6636 | 235.21 | 13018 |
| 30 | 9.21 | 2599 | 19.29 | 2760 | 31.26 | 3068 | 47. 2 | 3606 | 70.23 | 4590 | 113.34 | 6663 | 236.30 | 13069 |
| 40 | 9.24 | 2610 | 19.35 | 2770 | 31.35 | 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 | 3118 | 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 | 3262 | 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 | 7848 | 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. 6 | 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 | 13634 |
| 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 | 3358 | 52.64 | 3960 | 79. 9 | 5040 | 127.44 | 7318 | 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 | 231.15 | 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 | 44866 |
| 30 | 11. 4 | 2966 | 23. 3 | 3149 | 37.10 | 3500 | 55.37 | 4114 | 83.14 | 5238 | 134.15 | 7606 | 279.34 | 14921 |
| 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 | 3524 | 56. 7 | 4142 | 83.58 | 5274 | 135.28 | 7658 | 282. 8 | 15023 |
| 49 0 | 11.13 | 2995 | 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 | 3036 | 285.56 | 15176 |
| 30 | 11.22 | 2929 | 23.40 | 3216 | 38.10 | 3572 | 57. 8 | 4198 | 85.30 | 5346 | 137.57 | 7762 | 287.14 | 15221 |
| 40 | 11.25 | 2940 | 23.46 | 3226 | 38.20 | 3584 | 57.23 | 4213 | 85.54 | 5365 | 138.34 | 7389 | 288.33 | 15272 |
| 50 | 11.28 | 3051 | 23.52 | 3236 | 37.30 | 3596 | 57.39 | 4228 | 82.16 | 5384 | 139.12 | 7816 | 289.46 | 15324 |



Digitized by Google

## I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

| Latit G.M | Rhomb.I. Gr.11.15. Lon. Iter. G.M. | Mil. | Rho.II. G.22.30. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho.III. G.33.45. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho.IV. G. 45. 0. Lon. Iter G.M. | Mil | Rho. V. G. 56.15. Lon. Iter. G.M. | Mil | Rho. VI. G. 67. 30. Lon. Iter. G. M. | Mil. | Rho. VII. G.78. 45. Lon. 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 | 292.24 | 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 | 3656 | 58.58 | 4300 | 88.10 | 5472 | 142.20 | 7944 | 296.24 | 15580 |
| 50 | 11.47 | 3110 | 34.32 | 3310 | 39.34 | 3668 | 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 | 3176 | 25.10 | 3365 | 40.38 | 3740 | 60.49 | 4398 | 91.8 | 5598 | 146.51 | 8126 | 305.42 | 15940 |
| 52 0 | 12. 9 | 3180 | 25.18 | 3376 | 40.49 | 3752 | 61. 5 | 4412 | 91.25 | 5816 | 147.30 | 8152 | 307. 5 | 15992 |
| 10 | 12.12 | 3190 | 25.25 | 3387 | 41. 0 | 3764 | 61.21 | 4426 | 21.50 | 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 | 3880 | 62.10 | 4478 | 93. 3 | 5688 | 150. 7 | 8256 | 312.36 | 16197 |
| 50 | 12.26 | 3230 | 25.52 | 3433 | 41.43 | 3812 | 62.26 | 4493 | 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 | 415.22 | 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 | 4504 | 95.33 | 5796 | 154.11 | 8410 | 320.56 | 16505 |
| 50 | 12.45 | 3293 | 26.34 | 3497 | 4251 | 3884 | 64. 8 | 4568 | 95.58 | 5854 | 154.48 | 8437 | 322.23 | 16557 |
| 54 0 | 12.49 | 3304 | 26.41 | 3508 | 43. 3 | 3896 | 64.24 | 3590 | 96.24 | 5832 | 155.32 | 8468 | 323.49 | 16608 |
| 10 | 12.52 | 3314 | 26.48 | 3518 | 43.14 | 3908 | 64.41 | 4603 | 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 | 4337. | 3932 | 65.15 | 4629 | 94.40 | 5886 | 157.36 | 8524 | 328. 4 | 16761 |
| 40 | 13. 2 | 3344 | 27.19 | 3550 | 43.48 | 3944 | 65.32 | 4642 | 97. 7 | 5904 | 158.17 | 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 | 69.42 | 4696 | 99.51 | 5976 | 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 | 19174 |
| 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 | 41.58 | 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 | 3398 | 29. 0 | 3711 | 48.47 | 4124 | 70. 0 | 4850 | 104.40 | 6174 | 169. 4 | 8962 | 352. 0 | 37579 |
| 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 | 9014 | 355. 8 | 17681 |
| 40 | 14. 7 | 3528 | 29.23 | 3745 | 43.24 | 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 | 4332 | 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 | 9252 | | |
| 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 | 180.3 | 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. Iter. G.M.Mil. | | Rho. II. G. 22. 30. Lon. Iter G.M.Mil | | Rho. III. G. 33. 45. Lon. Iter G.M.Mil | | Rho. IV. G. 45. 0. Lon. Iter G.M.Mil | | Rho. V. G. 56. 15. Lon. Iter. G.M.Mil | | Rho. VI. G. 67. 30. Lon. Iter. G. M. Mil. | | Rho. VII. G. 78. 45. Lon. Iter. G. M. Mil | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60 0 | 15. 0 | 3672 | 31.16 | 3896 | 50.25 | 4328 | 75.46 | 5052 | 112.56 | 6480 | 182.11 | 9408 | 379. 19 | 18428 |
| 10 | 15. 4 | 3682 | 31.24 | 3907 | 50.38 | 4340 | 76.47 | 5106 | 113.25 | 6498 | 182.59 | 9434 | | |
| 20 | 15. 8 | 3692 | 31.32 | 3918 | 58.52 | 4352 | 76. 8 | 5120 | 13.56 | 6516 | 183.48 | 9460 | | |
| 30 | 15.12 | 3702 | 31.41 | 3929 | 51. 6 | 4364 | 76.28 | 5134 | 111.26 | 6534 | 184.36 | 9486 | | |
| 40 | 15.16 | 3712 | 31.48 | 2941 | 52.20 | 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 | 4986 | 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 | 42.40 | 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 | 5694 | | |
| 62 0 | 15.49 | 3792 | 32.58 | 4028 | 53.10 | 4472 | 79.34 | 5260 | 119. 6 | 6696 | 192.10 | 9720 | | |
| 10 | 15.54 | 3402 | 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 | 85.17 | 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 | 44.21 | 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 | 35.26 | 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. 6 | 4704 | 86.41 | 5530 | 129.46 | 7038 | 209.20 | 10218 | | |
| 20 | 17.20 | 3996 | 36. 5 | 4244 | 58.12 | 4716 | 87. 6 | 5544 | 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 | 14.34 | 4020 | 36.36 | 4277 | 59. 1 | 4 51 | 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 | 430 | 59.50 | 4788 | 89.32 | 5628 | 134. 1 | 7164 | 216.13 | 10400 | | |
| 30 | 17.53 | 4070 | 37.16 | 4329 | 60. 6 | 480 | 89.57 | 5642 | 134.38 | 7182 | 217.15 | 10426 | | |
| 40 | 17.58 | 4080 | 37.26 | 4330 | 60.23 | 4812 | 70.23 | 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 | 221.20 | 10530 | | |
| 20 | 18.18 | 4130 | 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 | 90.30 | 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 | 93.54 | 4956 | 95.38 | 5824 | 143. 9 | 7416 | 230.49 | 10764 | | |
| 50 | 19. 7 | 4210 | 39.50 | 4469 | 64.12 | 4968 | 96. 5 | 5838 | 143.49 | 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 | 4 | 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 | 25.27 | 5016 | 98. 0 | 1897 | 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. 5 | 5040 | 98.58 | 5920 | 48 | 7560 | 138.54 | 10984 | | |

## I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

| | Rhomb. I. G. 11. 15. | | Rhom. II. G. 22. 30. | | Rhom. 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. | long. G. M. | Iter. Mil. | Long. G. M. | Iter. Mil. | Lon. G. M. | Iter. Mil. | Lon. G. M. | Iter. Mil | Lon. G. M. | Iter. Mil. | Lon. G. M. | Iter. Mil. | Lon. Iter. G. M. Mil. |
| 70 | 19.46 | 4280 | 41.10 | 4544 | 66.25 | 5053 | 99. 26 | 5940 | 148.48 | 7350 | 230. 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 | 5340 | 112.24 | 6280 | 168.15 | 7992 | 271.21 | 11604 | |

## II. TAB. *Loxodromica cum milliaribus Italicis.*

| Romb. | $6\frac{1}{4}$ | $5\frac{2}{3}$ | $5\frac{3}{4}$ | $6\frac{1}{4}$ | $6\frac{2}{7}$ | $6\frac{1}{4}$ | $7\frac{1}{4}$ | $7\frac{2}{7}$ | $7\frac{3}{5}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 | 12.5 | 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 |

TABVLA

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 | 353 | 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 | 525 | 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 | 479 | 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 |



Digitized by Google

*Vſus tabularum in eo præcipuè conſiſtit, vt ſuperiora problemata per trigonometriam, & calculum ſoluta, per tabulas ſine vllo calculo perficiantur, quod ſequentibus propoſitionibus exequemur.*

## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

*Datis latitudinibus terminorum & Rhombo inuenire per tabulas quantitatem itineris, & variationem longitudinis.*

Ex magnâ Canariâ cuius latitudo 28, profectum eſt nauigium per quartum Rhombum ſeu nordeſt, peruenitque ad latitudinem graduum $36\frac{1}{2}$, quæritur differentia longitudinis, & quantitas itineris, pro hac vltima, nempe pro itinere ſubduc 28, ex $36\frac{1}{2}$, reſtant octo gradus cum dimidio, pro differentia latitudinis, cum qua ingredere tabulam; quærendo in prima columna 8, gradus cum dimidio, quibus deberi videbis in quarto rhombo milliaria Italica 720. ſunt autem milliaria 60 in gradu: cum pro iis ſit confecta tabula.

Ad inueniendam longitudinis variationem, quære in columna latitudinis gradus $36\frac{1}{2}$, iſſque reſpondere videbis in quarto rhombo, variationem longitudinis graduum 39. 15. hoc eſt ſi nauigatio incepiſſet ab æquinoctiali vſque ad latitudinem graduum $36\frac{1}{2}$ variatio longitudinis, fuiſſet graduum 39. 15, & ab æquinoctiali ad gradum latitudinis 28, reſpondere in 4. rhombo gradus 29. 11. quibus ſubductis ex 39, 15. reſtat variatio longitudinis 10. 4.

Si latitudo alterutrius haberet minuta, quæ in tabula notata eſſent proportionaliter agendum eſſet; ſicut etiam dum nauigatio inſtituitur inter duos Rhombos.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Data vtráque latitudine, nempe termini à quo, & ad quem; cum differentia longitudinis, Rhombum, & quantitatem itineris conficiendi per tabulas inuenire.*

Proficiſcatur nauigium è promontorio Angliæ cuius longitudo graduum 16; 20. latitudo graduum 51. 8. ad Inſulam Palmariam cuius longitudo gr. 35. 40. latitudo grad. 28. 30. differentia longitudinis 19. 20 conſule tabulam rhombi, quem vtilem tibi eſſe exiſtimas, vt per attentationem examines, an vere ſit ille eligendus, ſit igitur rhombus æſtimatus quartus.

In eo rhombo ſume longitudinem reſpondentem minori latitudini, quæ erat graduum 28. 30. & inuenies longitudinem grad. 29. 46. quære item longit. reſpondentem in eodem rhombo latit. 51. 8. & inuenies 59. 46. aufer 29. 46. ex 59. 46 erit differentia longit. graduum 30. & inuenire tantum debueras 19. 20. quartus igitur Rhombus non eſt tibi vtilis. Quare examinandus eſt alius rhombus nempe Tertius in quo repetitâ eâdem ptaxi, inuenio differentiam longit. graduum 20. cum inuenire tantum debuiſſem 19. 20. vtilis igitur erit Tertius rhombus, ſi tantiſper ab eo recedatur verſus meridiem.

Vt habeas quantitatem itineris, ſubtrahe minorem ex maiori latitudine. eritque differentia 22. 8. quære in tertio rhombo quot milliaria reſpondeãt latitudini grad. 22. 8. inueniesque 1598. milliaria Italica.

Si vero latitudines ſint diuerſæ ſpeciei hoc eſt vna ſit borealis, alia auſtralis, in rhombo æſtimato, in linea vnius latitudis quære variationem longitunis, idem præſta in linea akerius latitudinis, & has variationes longitudinis ſimul adde, ſi exurgit variatio longitudinis æqualis propoſitæ, bene electus fuit rhombus.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

*Datô Rhombô, & Itineris quantitate, cum latitudine termini à quo: per tabulas inuenire, locum ad quem peruenit nauis, nempe latitudinem eius, & longitudinis differentiam.*

Nauis ſoluit ex decimô parallelo, & procedens per quartum Rhombum Nordoueſt confecit milliaria 1317. quæritur locus ad quem peruenit.

Vide in columna quarti Rhombi, & quære millitia 1317. inueniesque illis reſpondere in columna latitudinis grad. 15. 25. hæc igitur erit differentia latitudinis, quare hoc iam habemus locum ad quem peruenit nauis habere latitudinem graduum 25. 25.

Pro differentia longitudinis in eôdem quarto Rhombo quære lõgitudinem reſpondentem maiori latitudini nempe, 25. 25. inueniesque 26. 17. quæratur in eodem Rhombo longit reſpondens minori latitudini graduum 10, inuenio gradus 10. 3. hæc auferatur à 26. 17. reſtabit 16. 14. pro differentiâ longitudinis.

## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*Datâ latitudine vtriuſque termini, & quantitate itineris; Inuenire Rhombum, & differentiam Longitudinis per tabulas.*

Hoc problema eſt vtiliſſimum, ad cognoſcendum, an verè nauigium tenuerit Rhombum, quem indicauit roſa magnetica, an verò per latentem aquæ curſum, abreptum fuerit. obſeruata ſit vel aliunde cognita ſit latitudo loci, è quo profecta eſt nauis: cognoſcatur item praxibus infra explicandis, quantitas itineris confecti. tum obſeruetur latitudo loci, ad quem peruenit nauis, quæritur per tabulas & Rhombus, & longitudinis differentia. ſit verbigratia latitudo termini à quo graduum 20. & poſt multos dies inueniatur latitudo grad. 46 50. & iter milliariorum 4200. Italicorum. primò ſubductâ minori latitudine, ex maiori habetur differentia 26. 50. cum qua ingredior primam columnam, & quæro in quonam rhombo inueniantur 4200. reſpondere gradibus 26. 50. & inuenio in ſexto rhombo.

Pro differentia longitudinis in eôdem ſextô Rhombô, video reſpondere minori latitudini graduum 20. longitudinem 49. 18. & latitudini 46. 50. longitudinem 128. 18. ſubduc minorem ex maiori

Digitized by Google

maiori restabit differentia longitudinis graduum 79.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*Datâ vnius termini latitudine longitudinis differentiâ, & itineris quantitate, inuenire Rhombum, & alterius latitudinem, per tabulas.*

Cum itineris quantitate in rhombô æstimatô, quæres differentiam latitudinum, tum vtrique latitudini, in eodem rhombo æstimatô, quæres longitudinem respondentem, & subductâ minori à maiore, habebis differentiam longitudinis, si hæc differentia longitudinis inuentâ, æqualis est differentiæ datæ, Rhombus æstimatus vetus est. si inuenta differentia longitudinis maior est datâ, Rhombus debet magis accedere ad meridianum: quare hoc problema per attentationem soluatur.

## PROPOSITIO XXIII.

### Problema.

*Datô Rhombô, differentiâ longitudinis, & Latitudine vnius termini; alterius latitudinem & itineris quantitatem per tabulas inuenire.*

Supponamus per quintum Rhombum, ex latitudine graduum 30. versus polos iter fuisse confectum, donec differentia longitudinis sit graduum 34. quære in quinto rhombô latitudini graduum 30. longitudinem respondentem, hanc inuenio gr. 46. 6. quibus adde 34. & habebis 80 quære in quinto rhombo longitudinis variationem graduum 80. inuenieſque latitudinem 47. 30.

Pro itinere subtrahe iter respondens primæ latitudini, ab itinere respondente secundæ latitudini. vel, subtrahe minorem latitudinem ex maiori, & cum differentiâ latitudinis, quære in quinto Rhombo quantitatem itineris.

Praxes fere omnes superiùs traditæ, supponebant latitudinem vtriusque termini esse eiusdem speciei, hoc est vel vtramque esse borealem, vel vtramque australem, si verò vna sit borealis alia australis, vt habeatur earum differentia, debent addi. quæ animaduersio adhibenda est quoties sub æquinoctiali circulo transeundum est.

Idem ferè dico, cum sub primô meridianô transeundum est, cauenda est æquiuocatio, quæ ex cyphrarum mutatione oriri potest, nam post primum meridianum, cyphræ longitudini respondentes, numerantur ab ipso meridiano transeundo per orientem.

Alia similia problemata ex tabulis propositis facile solui possunt, videtur tamen, hæc methodus paulò subtilior, quam vt ab omnibus nautis exigi possit, cum eorum plurimi vix arithmeticam teneant vnde censeo, eam esse illorum captui magis accommodatam, quæ ex mappis hydrographicis eruitur. nomen tamen nauarchi non meretur qui huius methodi capax non fuerit.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*Loxodromia ad sensum æqualis est hypothenusæ trianguli plani rectanguli, cuius vnum crus est æquale differentiæ latitudinum aliud autem differentiæ longitudinum, sumptæ in parallelo medio.*

In construendis tabulis loxodromicis tota difficultas fuit in longitudinis columna, constituendâ. nam cum partibus æqualibus loxodromiæ respondérent æquales partes latitudinis; partes itẽ æquales longitudinis respondebant in singulis paruis triangulis quæ partes, debent distribui, & adunatæ plures gradus efficiunt, quâ si sumerentur in æquinoctiali aut parallelo maximo, pauciores quam si sumerentur in parallelo minimo; vnde sumendæ sunt in parallelo aliquo intermedio, ponamus rem in exemplo. sit qui nauiget in quarto rhombo cuius inclinatio 45. incipiendo à gradu 40. latitudinis, versus æquinoctialem, confeceritque 1000 milliaria.

Si fiat vt sinus totus 100000.
Ad complemen. inclinationis 45. 70710000.
Ita 1000.
ad 707. milliaria in latitudine quæ sunt minuta, igitur diuidendo per 60 habentur gradus 11. min. 47.

Fiat regula vt sinus totus.
Ad sinum inclinationis qui etiam est 45.
Ita 1000 milliaria.

Ad 707 milliaria quæ non sumi debent in parallelo maximo 40, neque in minimo illius nauigationis qui est 28. 13 sed in intermedio consule igitur tabulam quæ assignat milliaria in singulis gradibus parallelorum: gradus paralleli 40. habet mill. 46. & paralleli 38. milliar. 53 adde 46, & 53 fient 99 diuide per medium fient $49\frac{1}{2}$ diuide crus mecodynamicum 707 per $49\frac{1}{2}$ prouenient 14 gradus 16. min. ex tabulis autem eruuntur methodo communi gradus 14. min. 24. est error min. 8. qui in tanto itinere negligi potest.

Vnde dixi in propositione (*Ad sensum*) quia certum est parallelos non decrescere vniformiter. Ex hac propositione vides simpliciter per sinus solui posse superiora problemata vtendo trigonometriâ rectilineâ.

Huic etiam innititur praxis quadrati diuisi in plurimas partes æquales de quo inferius.

## PROPOSITIO XXV.

### Prolema.

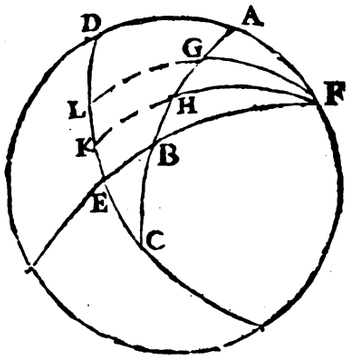
*De Nauigatione circulari per Trigonometriam peragenda.*

Ostendimus suprà Loxodromias non esse circulos maximos, ex quo sequitur eas non esse breuissimas lineas, seu iter breuissimum, quod duci potest ab vno loco, ad alium; quare sequitur, quod si quis per iter breuissimum, seu per circulum maximum nauigare velit, debeat mutare inclinationem viæ, cum meridiano, hoc est debeat mutare rhombum, & non semper eidem insi-



Digitized by Google

ſtere. Id igitur vnô problemate perficio, nempe datâ vtriuſque latitudine, &, differentiâ longitudinis, cognoſcere inclinationem circuli poſitionis, cum ſingulis meridianis, & quantitatem itineris faciendi.




Sit punctum A locus è quo ſoluit nauis: & B locus ad quem tendit intelligatur duci maximus circulus ABC qnem deinceps vocabimus circulum poſitionis; volumus vtriuſque termini datam eſſe latitudinem, ſeu Arcus DA, EB: & eorum complementa AF, BF. cognoſci item differentiam longitudinum, ſeu arcum DE, hoc eſt angulum AFB. In triangulo AFB tria dantur, nempe Arcus AF, FB, & angulus AFB. quare innoteſcet baſis AB, & angoli BAF, ABF, inclinatio circuli poſitionis ad meridianum. diuidatur baſis AB, in partes æquales AG, GH, HB, quæ etiam dabuntur, tam in gradibus, quàm in milliaribus, ducantur meridiani FGL, F H R. In triangulo AGF datô latere A F, & baſi AG, item angulo GAF, non latebit angulus AGF, & latus GF, ſic cognoſcentur anguli, quos comprehendit circulus poſitionis AB, cum ſingulis meridianis. Si ergo baſis AB diuidatur in gradus, poſt ſingula ſexaginta milliaria percurſa, mutandus erit Rhombus, ſeu alia inclinatio aſſumenda. Poterimus etiam aliter procedere, per mutationem latitudinis hoc eſt tamdiu ſequemur eundem Rhombum, donec inueniamus latitudinem puncti G, tunc enim mutandus erit Rhombus, & aſſumendus alius angulus.

Sicut autem ſoluimus iſtud problema, in quo datâ vtraque latitudine, & differentiâ longitudiuis, inuenimus quantitatem itineris, ita etiam datâ latitudine vnius, differentiâ longitudinis, & itineris quantitate, cætera innoteſcent. Poſſent quidem tabulæ aliquæ confici ad ſubleuandum laborem trigonometriæ, vix tamen quæ omnibus caſibus ſatisfaciant.

## PROPOSITIO XXVI.

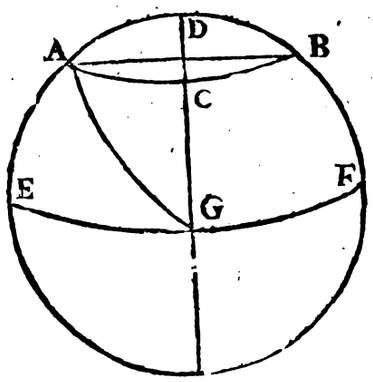
### Theorema.

*Comparatio Nauigationis Loxodromicæ, cum nauigatione circulari.*

Quærimus hic, an præſtet vti loxodromicâ nauigatione, quàm circulari. Certum eſt autem in primo, & ſecundo Rhombo eas inter ſe notabiliter non differre; & prope æquatorem in omni Rhombo.

Certum eſt item quòd in loxodromicâ nauigatione, ſelectô ſemel verô Rhombo, ſi ei ſemper inſiſtatur, ad optatum locum perueniemus, in circulari verò, cognitô verô angulo circuli poſitionis, cum diuerſis meridianis, ſi fiat anguli mutatio, citiùs quàm par ſit, à loco deſtinato aberrabimus: propter quod periculum, iure merito præfertur loxodromica nauigatio, niſi forſitan multò compendioſior eſſet via circularis, ſeu breuiſſima. Hoc expendimus modô, nempe quid emolumenti viâ circulari habere poſſimus, præ via loxodromica: idque aliquibus exemplis manifeſtamus.

Primò verſus polos. Sit parallelus grad. 60. ſitque nauigandum â puncto A, ad punctum B, quæritur quid compendij erit. ſi per meridianum ADB feramur, præ via loxodromica ACB.




Parallelus AB, eſt media pars, æquatoris EF, quia AD radius paralleli eſt media pars ſinûs totius, ſeu radij æquatoris nempe eſt ſinus arcus AD grad. 30. quare ſemicirculus ABC in milliaribus æqualis eſt quadranti æquatoris, & conſequenter meridiani, arcus autem ABD eſt tantum graduum ſexaginta.

Igitur nauigatio per ADB breuior eſt tertiâ parte, quàm ſit ACB. idem eſt nauigare per æquatorem EF, & per meridianum EDF. hoc exemplum fictum eſt, nec inueniri poteſt in globo terraqueo.

Proponatur aliud exemplum. Sit nauis in A. quæ debeat petere punctum G, in medio æquatoris ſitum. cum G ſit polus meridiani, arcus AG erit quadrans ſeu grad. 90. continebitque milliaria Italica 5400. ſi procedendum ſit per Rhombum. cum cum differentia longitudinum ſit 90. & latitudinum ſit 60. ſi conſulas tabulam, inuenies eſſe inter quartum, & quintum Rhombum. & milliaria 2620. differentia inter viam circularem eſt 220. milliariorum, ſeu vigeſima quarta pars totius itineris: quod quidem videretur alicuius momenti, niſi exemplum fictum eſſet: quare aſſumamus vera exempla.

Nauiget aliquis ex Hyberniæ promontorio cuius longitudo grad. 9. & latitudo borealis gr. 55. Ad fretum Magellanicum, cuius meridianus diſtat à primo grad. 43. lat. Auſtralis 52. loxodromia erit ſecundus Rhombus: & iter loxodromicum leucarum Germanicarum 1737. Iter per circulum poſitionis erit leucarum 1727. differentia 10. leucarum. ideoque aſſero per primum, & ſecundum Rhombum, ſatiùs eſſe nauigare loxodromicè, quàm circulariter, niſi verſus polos.

Pariter ſi ex eodem Hyberniæ promontorio ad Cubam inſulam, duæ naues ſoluant, quæ per loxodromiam quintam feretur, conficiet leucas 954. quæ per circulum poſitionis leucas tantum

926.

Digitized by Google

926. differentiâ est leucarum 28. quæ differentia non præualet facilitati loxodromiæ, quæ eidem semper Rhombo insistit.

Soluat quis ex Insula terræ nouæ, apud Canadenses. cuius latitudo borealis grad. 50, distantia à primo meridiano versus occidentem grad. 30. petatque promontorium bonæ spei cuius latitudo australis grad. 35. long. 50. differentia long. gr. 80. loxodromicè inuenies leucas 1668. circulariter 1650. differentia leucarum 18. quæ est nihil in tanto itinere.

Soluant aliæ duæ naues à Freto Magellanico ad Iaponas, Freti Magellanici latitudo est graduum 53 australis. longitudo 310. Iaponiæ latitudo borealis graduum 35, longitudo graduum 175. differentia longitudinum 135. quare loxodromice inuenies leucas 2231. circulariter 2156, differentia leucarum 75, quæ in tanto itinere modica est.

Ex his concludo in omnibus nauigationibus, quæ verè fieri possunt, non esse curandam eam differentiam, præcipuè in paruis nauigationibus, vt in mari mediterraneo. Excipio tamen circumpolarem nauigationem, vltra sexagesimum latitudinis gradum.

## PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

*Error ex loxodromia pro circulo positionis assumpta.*

Aliam inimus compatationem loxodromiæ, cum circulo positionis. supponimusque nautam ignarum naturæ loxodromiarum, existimare cursum nauigij eôdem Rhombo ventis esse circularem, cum tamen ad spiram accedat; atque adeò eum cognoscere trigonometrice, angulum circuli positionis cum meridiano, è quo proficiscitur. discedat igitur exempli gratiâ ab insula terræ nouæ, cuius diximus latitudinem borealem esse grad. 50. long. 330. & tendat ad promontorium bonæ spei, inueniet angulum circuli positionis cum meridiano graduum 59. loxodromia autem quâ vtendum esset, erit inter tertiam, & quartam nempe graduum circiter 38. Error ergo esset intolerabilis, & si quis eô angulô inuariatô vteretur, non perueniret ad promontorium bonæ spei, sed tantum ad ea Africæ littora per quæ transit æquator.

# NAVIGATIONIS, LIBER QVARTVS

## De mappis Hydrographicis.

## PROPOSITIO I.

Theorema.

*Discrimen mapparum Hydrographicarum à Geographicis.*

AFine petitur totum Hydrographicarum mapparum, à Geographicis discrimen, nam Geographicarum finis est, oculis exhibere superficiem vniuersam globi terraquei, ideoquè non tantùm maria cum insulis, & littoribus; sed etiam quæ à mari longiùs distant loca, diligentissime delineata repræsentant. Quare in iis vix vlla conficiendi itineris, aut plagarum habetur ratio; solisque meridianis, & parallelis insigniuntur hæ mappæ. duo tantùm pro singulis locis indicant, hempe distantiam ab æquatore, quæ latitudo dicitur, in circulis æquatori parallelis numerata: Indicatur item distantia à primo meridiano per insulas canarias transeunte, & hæc distantia dicitur longitudo.

Inter eas molis terræqueæ descriptiones, globus primum locum obtinet: nihil enim similius est globo, quàm globus. secundum locum obtinent proiectiones omnes sphæræ in planum ad modum astrolabiorum; quales sunt descriptiones omnes quæ in plano meridiano; oculô positô, in puncto veri ortûs, aut occasûs; vel in plano æquinoctiali, aut solstitiali; oculô in polis positô. Aliæ verò sunt omninò planæ quæ quidem satis sunt conuenientes; modò non exhibeant tractum aliquem terræ longiorem.

Finis verò Hydrographicarum mapparum, est eandem terraqueam superficiem oculis exhibere, in ordine ad nauigationem: ex quo fit, vt quæ longiùs à mari distant negligantur, solaque littora, portus, syrtes, scopuli, sinus; plagæ delineentur; adhibentur autem in huiusmodi mappis; non tantùm meridiani, & paralleli; sed etiam aliæ lineæ dirigendæ nauigationi accommodatæ; quare illæ perfectiores, & commodiores censeri debent quæ faciliùs, & certiùs, singulas plagas, per quas nauigandum est ostendent, quæ distantias locorum exactiùs indicabunt, pluráque nauigationis problemata soluenda præbebunt: Illæ item aliis præferendæ sunt in quibus maiori facilitate; quoties libuerit poterunt nautæ, assignate locum ad quem peruenerit nauis; quantùm itineris, aut confectum sit, aut conficiendum restet, quæ via carpenda, vt ad destinatum portum perueniatur, quod faciliùs exequemur,

Digitized by Google

exequemur, cognitâ iam ex superiori libro illâ lineâ, quàm in superficie globi terraquei nauis decurrit; dum eidem Rhombo, seu plagæ semper insistit.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*De globi materialis commodis, & incommodis.*

Quia vt diximus nihil est quod molem terraqueam, melius exhibeat, quàm globus materialis; cùm ipsa sphærica sit; examinandum est quæ emolumenta ex eô; in ordine ad nauigationem habere possimus. Primò in genere certum est, in globo materiali omnes regiones propriam, & genuinam posse proportionem & situm obtinere, certiùsque de duorum locorum distantia iudicium ferri posse, dum ea in globo notata intuemur; quam in cæteris mappis, in quibus scilicet multa sunt distorta, multæ regiones propria carent magnitudine; vnde, quo ad magnitudinem, & situm regionum spectat, globus haud dubiè cæteris mappis Geographicis esset præferendus.

Ex aliâ tamen parte, vel globus esset molis alicuius ingentis, vel mediocris tantùm capacitatis. si primum; maximam nauigij partem occuparet, atque ex hoc capite non paruum afferret incommodum, vel eius diameter vnum aut alterum pedem non superaret, & in eo minuta distingui non possent, atque adeò nec portus, nec scopuli aut syrtes notari: quare hôc ipsô inutilis esset, cum crassities pedis circini quô vtendum esset, semigradum facilè auferret, & vnius diei nauigationem occultaret. si globo vtendum esset eius diameter triginta circiter pedum esse deberet. quod cum sine immensis expensis ob magnitudinem fieri non possit; abstinendum omnino à globi tractatione videretur.

Pater Ricciolius huic incommodo obuiam ire nititur ope mapparum, quæ insensibiliter in sphæram inflexæ essent; vt pote quæ exiguam tantùm ingentis globi portionem continerent. vellet enim ingentem fingi globum cuius diameter, sit circiter 36 pedum Romanorum, & consequenter cuius vnus gradus sit plusquam trium digitorum, atque adeò diuidi facile possit in minuta, seu totidem milliaria. vellet ergo fieri chartas inflexas aliquantisper, quarum singulæ continerent 10 gradus longitudinis totidemque latitudinis; & quia vix nauigatur vltra gradum septuagesimum, essent tam in terra quam in mari in singulis hemisphæriis chartæ circiter 252. quia tamen quod pertinet ad nauigationem, non indigemus descriptione, regionum quæ mare non attingunt, vix inuenirentur 100 huiusmodi quadrilatera, ad nauigationem necessaria in vtroque hemisphærio.

Quod si quælibet charta contineret 20 gradus longitudinis & totidem latitudinis, quinquaginta aut sexaginta folia sufficerent. Vellet autem vt ex chartone, aut ex metallo fierent, quasi scamna quædam parum conuexa, supra quæ huiusmodi chartæ leuiter inflexæ extendi possent, immò & coaceruari, vt figuram suam semper tetinerent. quare etiam posrô quôd huic incommodo, hâc praxi occurreretur, videndum est quam vtilitatem nauigationi præstare possunt huiusmodi chartæ, nonnihil sphæricæ.

Primò igitur examinandum est, an Rhombi seu loxodromiæ in iis chartis notari possint, dubium non est quin loxodromiæ in globis possint notari, & de facto, in proiectionibus sphæræ in planum, seu in mappâ vniuersali eas notatas animaduertamus, quia tamen vt soluantur nautica problemata necessarium erit, vt in quolibet fere puncto notari, aut cogitari possint, hæ lineæ ideo vix crediderim loxodromicæ nauigationi globum vtilem esse, qui tamen absolute iis etiam ad nauigationem loxodromicam vti voluerit, in medio singularum mapparum partialium rosam ventorum describat ex superioribus tabulis quasi exceptam, hôc modô. primò in singulis rombis sciat, pro variatione vnius gradus latitudinis, quantum itet respondeat. vt in primo rombo pro variatione vnius gradus latitudinis respondent milliaria 61. sume circino milliaria 61 seu totidem minuta, nempe vnum gradum cum vno minuto. hoc enim habet peculiare globus, quod mensuræ itineris sint legitimæ, & minimè alteratæ. quare circini ita aperti vt contineat vnum gradum, & vnum minutum, pedem vnum infige in medio tuæ chartæ, supra vnum parallelum, itaque moue circinum vt pes alter sequentem parallelum attingat, punctum illud in sequenti parallelo pertinebit ad primum rombum. pariter si accipies quantitatem loxodromiæ, respondentem duobus gradibus, in primo rhombo, nempe milliaria, seu minuta 123, habebis in sequenti parallelo punctum pertinens ad primum rhombum, & ita deinceps absoluentur omnes rhombi. quibus absolutis vsus facilis erit.

Si enim vterque terminus nempe is è quo proficiscitur nauis, & ad quem tendit in eâdem mappâ partiali inueniatur, videndum est cui rhombo sit parallela ea linea, quæ ac terminô à quo, ad terminum ad quem ducitur, is enim rhombus erit ille quô vtendum est. cætera autem problemata nautica eadem sunt; ac ea quæ in vsu mapparum, planarum explicabimus.

Paulò maior est difficultas, quoties terminus ex quo proficiscitur nauis inuenitur in vna mappa partiali, & terminus ad quem inuenitur in alia; eo quod istæ mappæ propter globositatem quam habent, non ita facile sibi cohæreant ac planæ. si tamen scamnis conuexis imponantur, poterunt sibi inuicem quadrare, & tunc pariter ductâ lineâ similiter inflexâ ac lineâ thombi à termino à quo, ad terminum ad quem, videndum erit cui rhombo sit parallela. hæ lineæ in globo ad helicem accedunt saltem dum ab æquinoctiali recedunt.

Globus tamen non censetur accommodatus nauigationi loxodromicæ, sed circulari. quare vt eius vsum melius explicem, supponenda sunt ea quæ ad hanc circularem nauigationem spectant.

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*De Nauigatione circulari per mappas peragendâ.*

Supponimus mappas quales supra descripsimus, reliquæ

reliquæ enim omninò planè ineptæ sunt. habeatur paruus circulus chartaceus diuisus in 32 partes, seu in triginta duos circulos positionum, quod si exactiùs procedere velimus; dividatur paruus circulus chartaceus in trecentos sexaginta gradus. hic circulus debet parum convexus esse, quod facillimum erit; si enim semel madefiat imponaturque scamno convexo, quadrabit omnibus mappis similiter convexis. quibus paratis in mappa ipsa sint dati, locus è quo soluit navis, & locus in quem tendit, regulâ convexâ ducatur arcus maximi circuli, ab vno in alium, is erit circulus positionis, quem sequi debemus; vnde primò, si itineris quantitatem scire volumus; extendantur pedes circini à termino à quo ad terminum ad quem, transferaturque hæc distantia in meridianum aliquem, aut in æquinoctialem, habebitur quantitas illius arcûs, in gradibus, & minutis, & consequenter in milliaribus. hic arcus circuli positionis intelligatur diuisus, in plures partes, verbi gratia in gradus, singulisque eius gradibus succesiuè applicetur centrum parui circuli chartacei; ita tamen vt linea Nord Sud, seu linea meridiana congruat cum meridiano; videbitur in limbo talis circuli, quem angulum comprehendat hic circulus positionum cum singulis meridianis, atque ita solutum erit problema. poterimusque identidem mutare angulum prout hæc praxis indicarit.

Alia problemata similia facilè solui possunt, sic enim praxes inferiùs tradendæ in vsu ceterarum mapparum, his etiam mappis conuexis applicentur.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

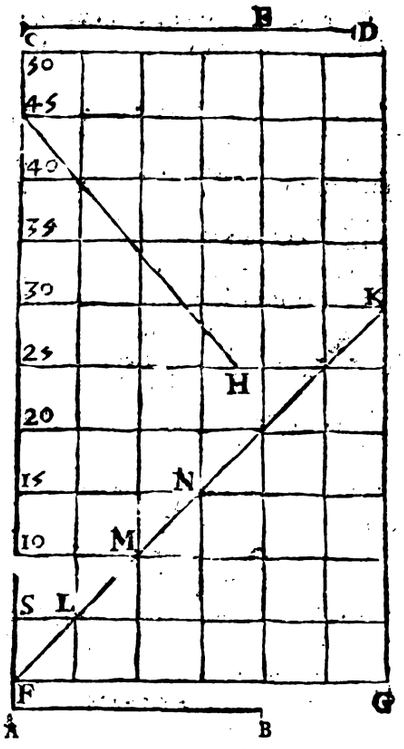
*De mappis hydrographicis planis earumque erroribus.*

Mappæ hydrographicæ communes, meridianos per lineas parallelas exhibent, diuisas in partes æquales, & perpendiculariter à lineis, circulos parallelos exhibentibus. dividuntur igitur circuli meridiani, in gradus æquales, gradibus æquatoris; tum singulæ regiones in propriâ longitudine, & latitudine collocantur; expendendum est, an huiusmodi mappæ sint commodæ, an verò multis incommodis sint obnoxiæ, iisque nautica problemata facilè solui possint.

Certum est primò meridianos non esse parallelos, quamvis enim in exiguo terræ tractu, duæ lineæ meridianæ videantur ad sensum parallelæ; quamdiu non proceditur, ad parallelum notabiliter minorē si tamen maior terræ, aut maris portio exhibeatur; meridiani non possunt esse paralleli.

Secundò ex eo meridianorum parallelismo oritur omnes circulos latitudinum, seu parallelos æquinoctiali, eidem æquinoctiali fieri æquales; atque adeò regiones ab eo remotiores maiores exhiberi, quàm re vera sint, ex eô defectu fœda sæpe orta sunt naufragia. nam cum aliqui in parallelis ab æquinoctiali remotioribus navigarent; eosque æquales æquinoctiali existimarent, pro vt eos hydrographica mappa repræsentabat; cum tamen minores sint; longiorem viam æstimabant, & ad terram appellebant, cum se ab ea distare maximò intervallô crederent.

Huic incommodo obviam ire voluerunt nonnulli per mutationem mensuræ, ita vt maiori mensurâ vterentur, ad æstimandum iter in parallelis, ac in æquinoctiali, vt verbi gratiâ quia æquinoctialis se habet, ad parallelum quinquagesimum, vt 3. ad 2. viciſſim mensura continens 1200. milliaria Italica pro parallelo; se habeat ad mensuram totidem milliariorum in æquinoctiali, vt 3. ad 2 sic ehich milliaria 1200. in parallelo plures gradus auferent, quàm in æquinoctiali, & hoc secundùm rei veritatem, hoc est in ea proportione quam re vera habent.




Demonstratio. Cum enim arcus F G, & 50, E sint similes, *(per lemma ad prop. 14. præcedentis)* se habeant vt sinus totus, ad sinum complementi arcûs gradium 40. nempe vt 3. ad 2. CE, continet milliaria 800. qualia F G continet 1200. ergo mensura continens milliaria 1200. pro parallelo, debet se habere ad CB, seu AB, vt 3 ad 2. quod erat ostendendum.

Sed neque sic occurritur huic malo, esto enim mutatione mensuræ, possimus veras distãtias in parallelo venari, in meridiano tamen semper vtendũ est mensura æquatoris. quia nempè meridiani circuli supponuntur diuisi in gradus æquales, gradibus æquatoris, vt re vera sunt æquales; sed pro distantiis inclinatis erit magna confusio, quia pro vt Rhombus magis accedet ad meridianum, vel ab eo recedet, & parallelo propior erit; vtendum esset aliquâ mensurâ inter mensuram æquinoctialis; & mensuram debitam parallelo. vt si determinandum esset, quot milliaria inuenirentur in linea 45. H, nec vtendum esset mensurâ propriâ parallelî grad. 45. nec etiam mensura pertinente ad meridianum quæ eadem est ac mensura æquinoctialis; sed aliâ inter vtramque mediâ, pro vt linea 45. H, magis, vel minùs participabit de meridiano.

Alius defectus istarum mapparum est, quòd in iis; Rhombi per lineas rectas non exhibeantur, atque adeò, si a termino à quo, ad terminum

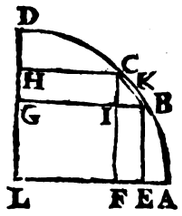
ad quem ducatur linea recta, hæc non erit linea Rhombi, nec via cui insistit navigium, dum eôdem semper Rhombo vtitur, vnde in huiusmodi mappis cognosci non potest, Rhombus quô vtendum est, qui tamen præcipuus est mapparum vsus, in ordine ad navigationem. hoc autem ita demonstro. in vno tantum Rhombo.

Sit ergo aliquis in puncto F æquinoctialis, qui velit petere locum K; ducatque lineam FK, quæ cum meridiano angulum graduum 45 comprehendat, quod manifestum est cum sit diagonalis quadrati assero illam non esse lineam Rhombi.

Demonstr. (*per coroll. 2. prop. 7. precedentis libri*) æqualibus loxodromiæ partibus, non respondet variatio longitudinis æqualis, sed quò propiùs ad polos accesseris, eò variatio longitudinis maior est, sed partibus FL, LM, MN æqualibus, respondet in hac mappa variatio longitudinis æqualis; igitur linea FK, non est linea Rhombi.

Possent quidem ope tabularum superiùs traditarum exhiberi lineæ Rhomborum, quæ haud dubie rectæ non essent; sed hoc non sine labore efficeretur.

Fateor tamen in exiguâ latitudinis mutatione, posse fieri mappam in qua servetur paralleliſmus meridianorum; quia paralleli tam parùm, distantes, non decrescunt sensibiliter, vt si verbi gratiâ exhibendum sit mediterraneum mare, quod excurrit ab oriente in occasum cum exigua mutatione latitudinis nempe, à 31. ad 42. gradum latitudinis in præcipuis partibus, hoc est exceptis sinubus: poterit describi mappa, quæ habeat meridianos parallelos; sed gradus meridiani fiant maiores gradibus parallelorum. provt re verâ sunt. quare vt ad praxin descendamus determinetur quantitas vnius gradus meridiani sitque L A, describatur quadrans circuli A D, & quia mediterraneum mare




protenditur à 31. gradu latitudinis ad 42. erit 37 gradus medius mediterranei maris, sit ergo arcus AB graduum 37. eritque BD, eius complementum, dico si AL, supponatur gradus meridiani, hoc est si paralleli distent ab invicem lineâ A L; gradus parallelorum debent fieri æquales lineæ B G, seu meridiani ab invicem distabunt lineâ BG.

Demoustratio. Gradus meridiani æquales sunt, gradibus æquinoctialis, sed gradus æquinoctialis ad gradum paralleli 37. se habet vt sinus totus ad sinum complementi, (*per lemma ad prop. 14. precedentis*) igitur gradus meridiani se habent ad gradus paralleli 37. vt AL ad BG; possunt autem assumi paralleli reliqui à 32. & 42. vt æquales quia differentia non est sensibilis.

Constat ex iis mappas communes nullô modô reductas, hoc est in quibus gradus parallelorum æquales sunt gradibus meridianorum, aut æquatoris; multis erroribus obnoxias esse, atque adeò solum vtiles esse ad indicandam omnium locorum longitudinem, & latitudinem, non autem ad distantias nisi maxima adhibeatur cautio, Rhombos autem in iis non nisi ex tabulis loxodromicis per lineas inflexas notari posse.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*De mappis per Rhombos & distantias compositis.*

Vsitatissimæ sunt apud Gallos istæ mappæ hydrographicæ, præcipuè in mediterraneo mari, quæ vocantur *Par route & distance*. nullasque habent lineas nisi lineas Rhomborum, lineis rectis repræsentatas, cum scala aliqua quæ sit vbique eadem. facilis est earum vsus, constructio forsitan difficilior.

Primò ergo ducuntur duæ lineæ se intersecantes perpendiculariter, quarum vna sit Nord Sud, alia Ovest - est tum perficiantur cæteri Rhombi, debent autem omnes regiones ita disponi, vt invicem se respiciant secundùm proprium Rhombum, item sint in ea distantia ad invicem quam re vera secundum eam lineam Rhombi obtinent.

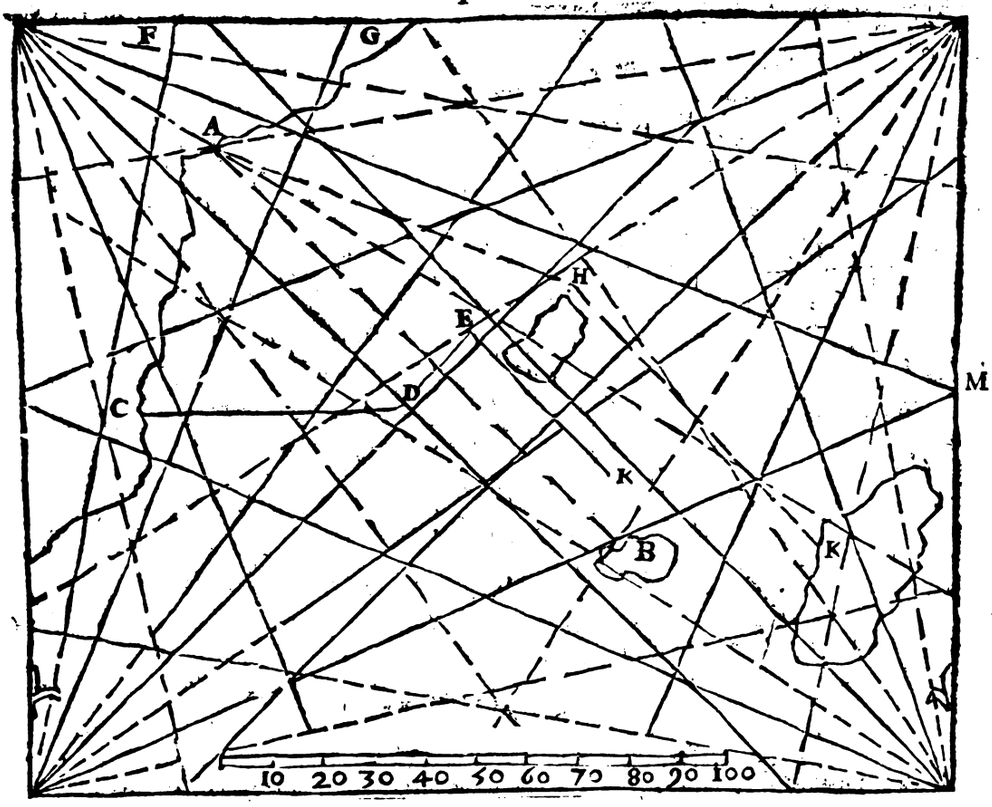
Vsus talium mapparum facilis est, cùm enim tria tantùm in iis contineantur, nempe Rhombi, distantiæ, & loca, vel cognitis terminis à quo soluit navis, & ad quem tendit quæritur Rhombus qui eligendus est, & iter conficiendum, vel cognito terminó à quo, Rhombô, & itinere confecto, quæritur locus ad quem perventum est, in iis enim duobus, totus tabularum vsus consistit, & tota navarchorum communium scientia.

Sit ergo datus locus A, è quo soluit navis, debeatque petere locum B, ducatur linea recta AB, saltem per imaginationem si duci potest, hoc est si nullæ occurrant terræ, nullæ syrtes, aut scopuli, animadverte cui lineæ Rhomborum sit parallela linea AB, invenioque parallelam esse lineæ OD, seu quartæ Sudest cum Est, dico si quis à loco A, ad B, navigare velit, vti debet quarta Rhombi Sudest, cum Rhombo Est. quod si vtatur scalâ ad metiendam lineam AB, inveniet 105. milliaria. vt autem sciat an linea AB, sit parallela lineæ BD, pedem circini figat in A, aliumque extendat ad lineam OD, & hoc normaliter tum ducet, hoc modo circinum supra vtramque lineam, si vtramque percurrit, illæ lineæ sunt parallelæ.

Si autem duci non possit linea recta, vt si ex pũcto A, ad locum K, sit navigandum, intercurrente scilicèt insulâ. Id fiat per navigationem compositam, nempe per lineas AH, HK, quârum AH, cũ sit parallela lineæ OM, nempe quartæ Est cum Sudesto, indicat vtendum tali Rhombo per totam lineam AH, quæ est 110. milliariorum vt ex scalâ satis constat. tum mutanda navigatio, & cum HK, sit parallela lineæ sudesti, vtendum est eô Rhõbo, per octodecim milliaria, cũ linea HK, cõtineat octodecim partes scalæ, hæc praxis diligenter inculcãda, cũ in ea vt dixi tota nauclerorum scientia posita sit.

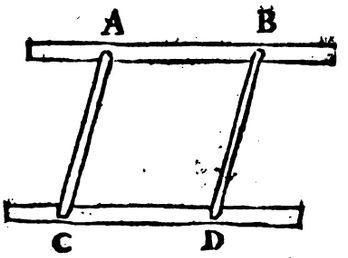
Alter vsus communis talis erit, sit navis quæ ex puncto C, navigarit per Rhombum Est, decurreritque milliaria 50. tùm progressa sit 20. milliaria per Rhombum nordest; tum 40. decurrerit per Sudest, quæritur locus ad quem pervenit navis. ducatur linea CD, parallela Rhombo Est, & quæ contineat 50 partes scalæ, tum ducatur linea DE, parallela Rhombo Nordest, & continens partes 20. denique ducatur linea EK, parallela Rhombo Sudest, & continens

Digitized by Google




continens 40. partes scalæ. dico navim perveniſſe in K. id autem præſtatur ope duorum circinorum. nam vnum circinum extendo à puncto C, ad lineam Oveſt-Eſt Normaliter, aliô circinô ſumo milliaria 50. & ponendo primum circinum ſuprà lineam Oveſt-Eſt Normaliter, & alterius vnum pedem in C, vbi ſe interſecant hi circini eſt locus primæ ſtationis, ſeu finis primi curſûs.

Nullus occurrit alius vſus talium mapparum, quia tàm meridianis, quàm parallelis carent; quibus corrigantur errores, ſi qui obrepſerint, vel in Rhombo, vel in æſtimatione itineris. Iſtæ mappæ communes ſunt mari mediterraneo, quod cum ab occidente in orientem excurrat, modicum præbet ex mutatione latitudinis ſubſidium. navigavi maximam mediterranei partem nempe Maſſiliâ Conſtantinopolin, nunquam tamen vidi Maſſilienſes poli altitudinem obſervare, eò quòd mappis vterentur inſtructis ſolis Rhomborum lineis, & diſtantiis. Angli tamen cum quibus in reditu navigavi, quotidie altitudinem ſolis meridianam obſervabant, vt ex ea latitudinem venarentur.




Præter recenſitos harum mapparum defectus; alios invenio. primò nimis multæ in iis inſcribuntur ventorum roſæ, ita vt confuſionem pariant; & ſæpe naucleros in errorem inducant.

Secundò ad ducendam lineam alicui Rhombo parallelam, & ad inveniendum cui Rhombo linea ducta ſit parallela, vtuntur communiter circinô, cuius duos pedes vtramque lineam percurrunt. ſatiùs ducerem habere inſtrumentum ex 4. regulis compactum, vt vides, quod tale eſt, vt in quôlibet ſitu oppoſitæ regulæ ſint parallelæ. Si enim regula AB, imponatur termino à quo, & ad quem, itáque adducatur regula CD, donec in centrum alicuius roſæ incidat, videbis cui Rhombo linea AB, ſit parallela.

Alij vtuntur quadrante diviſô in 8 Rhombos, & inſcriptô, vel foliô ſelinitis, vel folio corneo, vt ſub eo videri poſſit locus ad quem pervenit navis.

## PROPOSITIO VI.

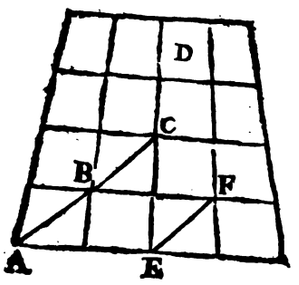
### Theorema.

*De mappis reductis.*

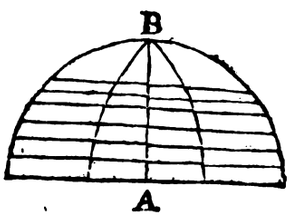
Recenſuimus iam ſupra defectus mapparum in quibus meridiani, per lineas parallelas, & circuli latitudinum per alias item lineas æquinoctiali parallelas, & æquali inter ſe intervallô diſtantes exhibentur. præcipuus autem error, vt diximus, & è quo reliqui oriuntur, in eo poſitus eſt, quod parallelorum gradus æquales ſunt, gradibus meridianorum. huic incommodo multis modis occurſum eſt per reductionem mapparum, nonnulli enim meridianos non parallelos exhibuere, ſed coëuntes, ita vt ſenſim paralleli, æquali intervallô inter ſe diſtantes, ſemper decreſcerent; fierentque ſenſim minores, & minores. ſed neque hôc modô, error corrigitur; primò quia impoſſibile eſt, vt lineæ rectæ, ita ad invicem accedant, & lineæ tranſverſales æquali intervallô diſtent; & in eâ ratione decreſcant, quâ paralleli; nam in globo primi paralleli non multum minores ſunt æquatore, in fine verò valde ſenſibiliter minuuntur.

Secundò in aliud incommodum multò maius in ordine ad navig. incurritur, nempe quod paralleli

cum omnibus meridianis æquales angulos non comprehendunt; ex quo fit, vt si attendamus ad




angulos quos lineæ Rhomborum cum meridianis faciũt,& quos præcipuè in his mappis quærimus, in maximos errores incidamus. vt si duceretur linea Rhombi ABC, quæ ab æquinoctiali procedens, in primo parallelo, totidem gradus abscindit quot sunt in meridiano, illa cum meridiano non efficeret angulum quæsitum, quare nisi omnes lineæ Rhomborum ex tabulis exceptæ describantur, ita vt tota mappa iis, vt ita dicam impleatur, impossibile esset scire Rhombum per quem, ab vnô punctô istiusmodi mappæ,ad aliud navigandum esset. adde in iis mappis non vtendum eâdem mensurâ, in distantiis æqualibus, cum linea AB,maior sit lineâ EF.



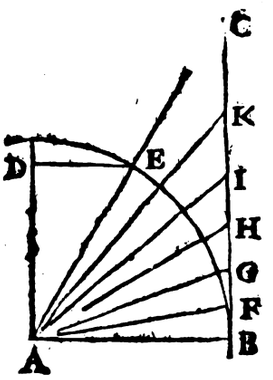

Possent aliæ reductiones excogitari, in quibus meridiani per lineas non ducerentur, vt si factô circulô per singulos eius gradus ducerentur parallelæ lineæ,quæ parallelos circulos exhiberent, & illæ lineæ singulæ in 180. gradus dividerentur, & per divisiones similes, ducerentur meridiani. In hâc reductione multa sunt incommoda, primum quod paralleli æqualiter inter se non distent, sed versus polos magis accedant inter se quàm par sit.Secundùm,quod meridiani per lineas curuas ducantur; ex quô fit vt portiones meridianorum diversorum inter duos parallelos interceptæ, non exhibeantur æquales, atque adeô diversis mensuris etiam inter duos parallelos vtendum esset. Tertiò lineæ Rhomborum cum meridianis æquales angulos non comprehenderent. Alia item posset tentari nempe si paralleli per lineas parallelas æquali intervallo inter se distantes, propriam magnitudinem obtinerent, sed neque hôc modô præcipua vitatur difficultas, nempe quod lineæ Rhomborum, cum meridianis æquales non efficerent angulos, quod præcipue quærendum est; in ordine ad nostrum institutum. Quare obseruandum puto meridianorum parallelismum.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*Vera & commoda mapparum reductio.*

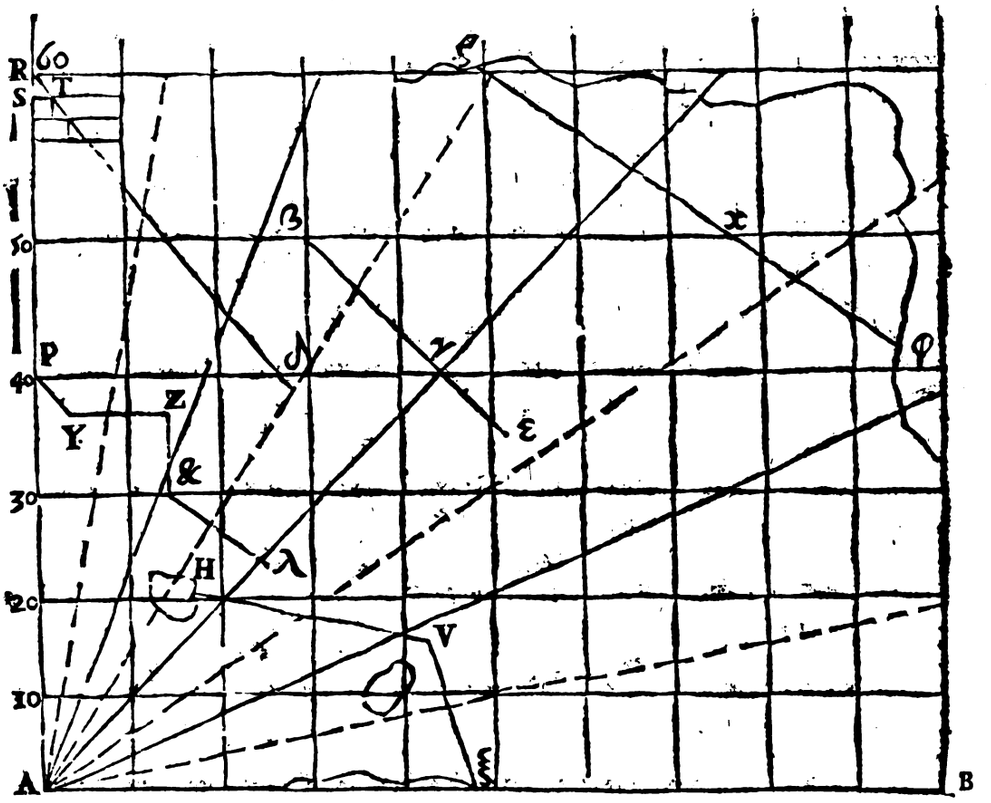
Vt commodissimè reducatur mappa in ordine ad nauigationem, retineantur meridiani paralleli, sic enim linea recta quæcumque in meridianos incidens (*per* 28. 1. *Eucl.*) cum iis æquales angulos comprehendet. Secundum est vt meridianorum gradus, cum parallelorum vicinorum gradibus eam in mappâ rationem habeant quàm re vera in globo obtinent. vidimus autem (*in lemmate ad* 14. *præcedentis libri*) parallelum ad æquinoctialem, & consequenter ad meridianum, aut vnum gradum paralleli, ad vnum gradum meridiani; ita se habere, vt sinus complementi latitudinis, ad sinum totum; vt autem sinus complementi ad sinum totum, ita in Trigonometria vidimus esse sinum totum, ad secantem anguli




vt si sit angulus C A B, sinus complementi D E, cum triangula DEA, CAB, sint æquiangula,erit vt DE, sinus complementi ad AE, sinum totum, ita AB, sinus totus ad AC,secantem anguli CAB. fiat ergo mappa in quâ meridiani sint paralleli, crescant tamen meridianorum gradus, pro vt re vera in Sphæra maiores sunt, gradibus parallelorum vicinorum;debent autem crescere, quia gradus paralleli exhibentur omnes,vt æquales gradibus æquinoctialis, ergo vt gradus meridianorum ad vicinorum parallelorum gradus, eam rationem habeant, quam re vera in globo obtinent debent augeri. nempe fiat vt sinus totus, ad tangentem latitudinis paralleli, ita gradus paralleli, ad gradum meridiani sibi vicinum. Sit ergo in mappa linea AB, sumpta pro æquinoctiali, in qua determinetur gradus vnius longitudo, aut 10 graduum prout libuerit; aut exactiùs volueris procedere. fiat in charta separata linea AB illi æqualis, circa quam describatur quadrans diuisus per denos gradus, ducatur tangens B C, & per singulos saltem denos gradus ducantur secantes AF, AG, AH, AI, AC. vsque ad sexagesimum gradum vix tamen vltra, eò quòd nimis deformis euadat mappa. ductis igitur per singulas æquinoctialis diuisiones parallelis,quæ meridianos repræsentent;vt ducantur circuli paralleli æquinoctiali, fiat linea A10. æqualis secanti A F, 10 graduum. ducatur per punctum 10. linea parallela æquinoctiali, quæ repræsentabit parallelum decimum,

fiat

Digitized by Google

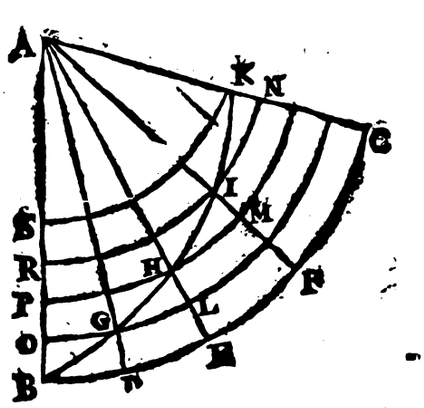



fiat item linea 10.20 æqualis secanti vigesimi gradûs, nempe lineæ A G; & linea 20. 30 æqualis secanti A H? & ita deinceps. dividantur deinde singula intervalla in partes æquales. vt habeantur paralleli intermedij.

Si quis tamen exactiùs velit procedere, assumat vnum gradum æquinoctialis, circa quem describat quadrantem in suos gradus divisum ducatque pariter secantes, & pro singulis gradibus meridiani, assumat secantes singulorum graduum.

In quo adhuc est aliquis error nempe primus gradus meridiani post æquinoctium, fit paulo maior gradu æquinoctij, non habet ad gradus æquinoctij eam rationem in mappa, quam habet in globo, quamvis ad gradus sequentis paralleli veram habeat rationem. nam vere eam habet rationem quam secans, vnius gradus ad sinum totum, quæ est eadem quam habet sinus totus, ad sinum complementi. quare si hóc modô componatur mappa, gradus meridiani, ad gradus sequentis paralleli ascendendo, versus polum eam rationem habebunt, quam habent in globo, non autem ad gradus sequentis paralleli versus æquinoctium, nam si vellemus vt gradus meridiani eam rationem haberent ad gradus paralleli sequentis descendendo versus æquinoctium, quam revera obtinent in globo terrestri. primus gradus meridiani prope æquinoctium, æqualis esse debet gradui æquinoctij, secundus esset secans vnius gradus. Tertius secans duorum graduum. quare media via ineunda est, nempe primus gradus post æquinoctium fiat æqualis secanti dimidij gradûs; secundus sit secans vnius gradus cum dimidio, & ita deinceps. immò qui scrupulosiùs in istis procedere vellet per calculum nempe; assumere deberet vnum minutum, ita vt primum minutum meridiani post æquinoctium æquale esset secanti seminuti, secundum minutum esset secans vnius minuti cum dimidio, & ita de reliquis.

In ordine tamen ad praxin, assumatur in chartâ separata linea æqualis quinque gradibus æquinoctij, circa quam fiat vt priùs quadrans dividendus, pro primo intervallo meridiani, ascendendo ab æquinoctiali, accipiatur secans duorum graduum cum dimidio, pro secundo intervallo nempe à quinto gradu ad decimum accipiatur, secans septem graduum cum dimidio. pro tertio intervallo à decimo gradu, ad decimum quintum, fit secans duodecim graduum cum dimidio, & ita deinceps. tum subdividantur singula intervalla in quinas partes æquales per quas ducantur cæteri paralleli. ita præparatâ mappâ, ex aliâ quâcumque mappâ in qua erunt descripti paralleli, & meridiani, facile transferes omnes regiones, & maria secundum propriam longitudinem, & latitudinem. melius tamen erit, vt gradus meridiani proportionem debitam habeat, cum parallelo consequenti, procedendo ad æquinoctialem quia in triangulis loxodromicis semper comparatur




gradus meridiani cum parallelo sequenti. nam in figura loxodromiarum, gradus meridiani G D, comparatur cum grad. BD, æquinoctialis item HL,

cum GL, vnde sumpto gradu æquinoctialis; factoque circa illum quadrante. primus gradus meridiani, æqualis erit gradui æquinoctialis. secundus gradus meridiani æqualis erit secanti vnius gradûs. tertius secanti duorum &c. sic enim exactiùs omnia procedent.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*In mappis reductis Rhombi, per lineas rectas proprium, cum meridianis omnibus angulum comprehendentes, describuntur.*

Hæc est præcipua mapparum superiori propositione descriptarum proprietas, & in qua omnes illarum vsus fundantur, ita vt quidquid emolumenti ex tabulis loxodromicis, calculô satis difficili habere possumus in hac mappa inveniamus. dico ergo omnes Rhombos in hoc genere mappæ esse lineas rectas.

Primò quidem certum est lineam Nord - Sud esse lineam rectam, nam ille Rhombus cum meridiano coincidit, meridianus autem vt ex constructione patet per lineam rectam repræsentatur.

Secundò linea octavi Rhombi, seu Rhombus Oueſt, Eſt cum parallelo coincidit, paralleli autem per lineas rectas describuntur.

Tertiò sit alia quæcumque linea verbi gratiâ R ♪, cum meridiano AR, & consequenter cum aliis omnibus angulum cuiuscumque Rhombi comprehendens, putà secundi; itelligatur item in globo terrestri ducta loxodromia secunda, asſero lineam R ♪, in omnibus parallelis per eos gradus transire, in hâc mappa, per quos loxodromia secunda ducta à gradu 60. versus æquinoctialem, in globo terrestri transit. quod vt meliùs demonstrem supponatur tota loxodromia divisa esse in minutas partes, ita vt sicut aliàs diximus cum meridianis, & parallelis formet parua triangula, quæ pro rectilineis assumi possint. pariter intelligatur meridianus RA, in totidem partes divisus; ita vt si in globo terrestri, primo triangulo in meridiano respondeat vnum minutum, linea RS, sit etiam vnius minuti, & ita de aliis: comparetur ergo triangulum RST, cum eo triangulo quod fit in terra; certum est quod est illi æquiangulum, cum supponatur vtrobique angulus rectus, & angulus S R T, supponatur æqualis angulo loxodromiæ secundæ; ergo vt se habet RS, ad S T; ita se habet vnum minutum meridiani, ad partem paralleli abscissam in parallelo terrestri; cum ergo totus gradus meridiani mappæ ad totum gradum paralleli mappæ, se habeat, vt gradus meridiani terrestris ad gradum paralleli; item ita se habeat RS, vnum minutum meridiani ad S T, sicut se habet vnum minutum meridiani terrestris, ad partem in parallelo abscissam, erit convertendo vt S T, ad vnum gradum paralleli, in mappa, ita pars abscissa in parallelo terrestri ad vnum gradum eiusdem paralleli: ergo proportionaliter eadem pars paralleli in mappa abscinditur, quæ abscinditur à loxodromia in globo terrestri. quod dixi de primo triangulo intelligendum est de secundo, eundem enim linea T ♪, angulum facit cum meridiano, igitur linea R ♪, æqualem angulum cum meridianis comprehendens, ac loxodromia secunda, similiter secat parallelos mappæ, ac loxodromia secunda secat parallelos terræ, atque adeò per eadem loca transit, similemque facit variationem longitudinis. quod erat demonstrandum. Idem intelligendum de aliis quibuscumque loxodromiis.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

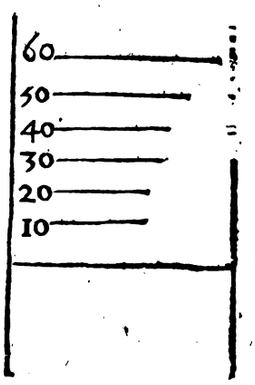
*De scala distantiarum in mappis reductis.*

Præcipua difficultas quæ in mappis reductis invenitur, oritur ex diversitate mensuræ quæ in diversis parallelis adhibenda est, cùm enim omnes paralleli exhibeantur æquales, re vera tamen sint inæquales, necessariò inæqualis mensura, in diversis parallelis adhibenda est.

Quare asſero gradus meridiani posse esse mensuram paralleli sibi vicini, gradus autem quilibet meridiani æquivalet milliaribus sexaginta, ergo iam hoc habemus, quod gradus meridiani repetiti si opus sit, possunt metiri quodcumque iter in parallelo confectum, nam (*per 7. huius*) gradus meridiani, in mappâ, eandem rationem habet ad gradus paralleli vicini; ergo sexagesima pars gradus, seu milliare in mappa, eandem rationem habet ad gradum paralleli vicini, ac sexagesima pars gradus in globo seu milliare ad vnum gradum paralleli similiter, & ad duos, tres, quatuor gradus, & ad totum parallelum.

Immò potest eadem mensura adhiberi in toto spatio, in quo non mutatur notabiliter quantitas gradium meridiani. vt si gradus in tota 50P, sint quasi æquales; poterimus vti eâdem mensurâ in toto spatio inter parallelum sexagesimum, & quinquagesimum comprehenso.

Si tamen velimus poterimus scalam hôc modô componere, nempe eô modô quô invenimus secantes, quibus vsi sumus ad compositionem tabulæ. se ponamus seorsim, sitque 10. secans quæ denotat primum intervallum. hæc quia in nostro exemplo continet decem gradus, dividatur in decem gradus, & gradus quilibet in sexaginta milliaria habebis scalam milliariorum pro totô intervallô, inter æquinoctialem, & parallelum decimum. pariter linea 20. in 10. gradus divisa, & quilibet gradus in 60. milliaria; dabit scalam pro secundo intervallo inter parallelum decimum, & vigesimum, & ita consequenter eædem secantes quibus vsi fuimus ad construendam mappam, divisæ in totidem gradus; gradibus item in sexaginta




Digitized by Google

ta milliaria, erunt mensura milliariorum inter duos quoslibet parallelos percursorum, sequitur vsus mappæ huiusmodi.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Datis, latitudine vtriusque termini, & Rhombo, invenire per mappam reductam, quantitatem itineris, & variationem longitudinis, seu locum ad quem perventum est.*

Sit navis profecta ex puncto β. cuius latitudo 50. sitque profecta per Rhombum Sudest, perveneritque ad latitudinem 40. quod animadverti potest ex observatione latitudinis, per altitudinem meridianam alicuius syderis, fiat in puncto β, angulus proprius illius Rhombi, nempe in nostro casu graduum 45, sit verbi gratia angulus δβγ graduum 45. quod facillimè præstabis, si habeas in materiâ perlucidâ, vt cornea, aut papyro oleo inuctâ, rosam ventorum descriptam, cuius centrum applicabis puncto β, & lineam Nord Sud supra meridianum β δ, ducatur linea βγ, vsque ad latitudinem inventam graduum 40. dico navim perveniisse ad punctum γ. variationem longitudinis esse quantitatem graduum inter δ & γ interceptorum. Vt autem scias quantitatem itineris confecti, quia totum iter est confectum inter parallelos 40 & 50. cui intervallo respondet scala 50. eâ vtere vt cognoscas, quot sint milliaria in linea βγ.

Si vero linea percursa partim esset in vnô intervallô, partim in alio qualis est linea βε, primò quære in scala 50. quot milliaria respondeant lineæ βγ, tùm in scala 40. quot milliaria respondeant lineæ γε, eaque addes prioribus, vt habeas aggregatum.

Erit exactior calculus, si ex tabula propria, scias quot in tali Rhombo respondeant milliaria, pro variatione latitudinis vnius gradûs, ponamus respondere milliaria 84. cum tota βγ, variet latitudinem gradibus 10. fient milliaria 840. nam (*per 7 precedentis*) loxodromia secatur in partes æquales à parallelis æqualiter inter se distantibus. Hæ methodi adhibendæ erunt quoties cognoscendum erit, quot milliaria contineat aliqua linea. potest etiam in mappâ reductâ, describi rosa ventorum, vt faciliùs inveniamus Rhombum, per lineas parallelas, vt fecimus in mappis communibus.

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Datâ vtrâque latitudine, & differentiâ longitudinis Rhombum, & quantitatem itineris conficiendi per mappam reductam invenire.*

Hoc problema sicut superius, perfici potest etiamsi locus è quo proficiscitur navis, & locus ad quem tendit non sit notatus in mappa. ex quo fit vt descriptis tantum meridianis, & parallelis methodô superiori. in aliqua charta satis ampla, habeatur instrumentum ad solvenda omnia problemata nautica. nisi quod hoc instrumentum non possit ostendere, an inter locum profectionis, & locum petitum intercurrant aliquæ syrtes, aut aliqua promontoria, & terræ: quod neque tabulæ vllæ ostendere possunt, quare vt iam dixi, pro tabulis omnibus loxodromicis substitui potest tale instrumentum.

Si igitur latitudo vnius termini graduum 50. latitudo loci petiti 36. differentia longitudinis graduum 20. sumatur in parallelo 50. quicumque meridianus, nempe punctum β. in meridiano βδ existens. tum quære in meridiano distante gradibus 20. pro datâ nempe variatione longitudinis, gradum 36 latitudinis, quod sit ε, duc vel realiter vel per intellectum lineam βε. applica rosam Rhomborum in charta perlucida descriptam puncto β, vt scias quantitatem anguli δβε, is erit Rhombus quæsitus. metire lineam βε, per scalas traditas, & scies quot milliaria contineat, quæ duo requirebantur.

Hic demonstratione nulla opus est, istæ enim praxes adeò claræ sunt, vt eas indicasse sufficiat. non dissimili ratione agendum esset si vna latitudo sit borealis, alia australis, tunc enim habenda esset tabula duplex, quæ hinc inde ab æquinoctiali, haberet parallelos notatos.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*Datis terminis à quo, & ad quem invenire Rhombum per quem navigandum est.*

Eâdem praxi vteris, si locus è quo soluit navis, & is ad quem tendit sint notata in mappa. facilè enim Rhombum, & quantitatem itineris conficiendi cognoscemus. primo duci possit linea recta, ab vno termino ad alium, vt si proficiscatur navis ex puncto ρ. tendatque ad locum φ. ducatur linea ρφ, & applicatâ vt prius rosâ chartaceâ in puncto ρ, & lineâ eius meridianâ supra meridianum ρε. cognoscatur Rhombus, seu inclinatio itineris, vtere deinde scalâ propriâ, vt scias quot milliaria contineat linea ρχ, & alia scalâ, vt scias quot milliaria sint in segmento χφ.

Si verò inter locum profectionis, & locum ad quem tendit navis interiectæ essent aliquæ terræ, vt si ex puncto H, ad punctum ξ, esset navigandum, id fieri deberet per duplicem lineam nempe HV, Vξ, esset enim primò quærendum quem angulum linea HV efficeret, cum meridiano, & is esset Rhombus quæsitus. per quem tot milliaribus eundum esset, quot in eâdem lineâ HV, ex scala sibi propria animadvertimus contineri, quibus percursis, mutandus est Rhombus secundum inclinationem lineæ Hξ, quæ ferè cum linea meridiana coincidit. inquirendum item ex scalâ propriâ, quot in ea contineantur milliaria. Ita agendum esset si plures, quàm duæ lineæ, ducendæ essent, vt ad destinatum locum perveniretur.

PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Datô Rhombô, & itineris quantitate & locô profectionis, aut saltem eius latitudine, locum ad quem pervenit navis, per mappam reductam invenire.*

Hoc problema solemne est, & singulis diebus saltem semel à nautis vsurpatur. Est enim regula, & quasi commune axioma; Determinandum immò notandum in singulos dies in mappâ locum ad quem pervenit navis, & referendum esse in diarium.

Proficiscatur ergo navis ex aliquo Emporio P, cuius latitudo graduum 40. processeritque per rhombum Est sudest, per 24. horas ita vt singulis horis confecerit octo milliaria. Vel si navis ita vt tribus primis horis ea celeritate, vt singulis confecerit milliaria 10. quatuor sequentibus, confecerit singulis octo, aliis quinque sequentibus confecerit singulis 7. octo aliis, confecerit novem in singulas. quatuor reliquis confecerit 6. quia toto eo die navigatum est per eundem Rhombum colligantur omnia milliaria. tribus primis respondent 30, quatuor sequentibus 32, quinque sequentibus 35. octo sequentibus 72. quatuor vltimis 24. fiat summa horum numerorum fiuntque milliaria 193. in scala 40. quæ est debita intervallo, inter parallelum 40, & 30; accipe circinô 193. milliaria; applicatôque in puncto P circulo chartaceo ducatur linea qY, Rhombi Est sudest in quâ abscindes PY æqualem 193 milliaribus: assero punctum Y esse locum ad quem pervenit navis intra 24 horas. Ponamus duobus sequentibus diebus navim progressam esse per rhombum Est; colligatur totum iter, intra hos dies confectum, fintque 400 milliaria, applicetur in puncto Y rosa chartacea, vt ducatur linea Est, in quam ex scala 40. transferes lineam YZ æqualem quadringentis milliaribus. Ponamus tribus aliis diebus navim procedere per Rhombum Sudo, & conficere milliaria 300, ope rosæ chartaceæ ducatur linea Z &, æqualis 300 milliaribus eiusdem scalæ. denique per quatuor dies ponamus navim esse progressam per Rhombum Sudest, & confecisse milliaria 600 ducatur in puncto &. linea Sudest quæ sit &λ. & æqualis 600. milliaribus, ex sequenti scala desumptis, nempe ex 30. Dico intra hos decem dies navim perveniisse ad punctum λ. atque hôc modò singulis diebus navigationis, in mappa navigij locum assignabis.

| | |
|---|---|
| 30. | |
| 32. | |
| 35. | |
| 72. | |
| 24. | |
| 193. | |

## PROPOSITIO XIV.

### Problema

*Datâ latitudine vtriusque termini, & quantitate itineris per vnicam loxodromiam confecti; invenire Rhombum per mappam reductam.*

Sit data latitudo loci è quo solvit navis, graduum 30; & post aliquos dies observetur esse graduum 60, itineris autem quantitas sit milliariorum 800, dubitetur autem an re vera navis rombô per acum magneticam indicatô cucurrerit, an verò per alium quempiam, vel propter declinationem magnetis malè observatam, vel ptopter currentes. Quæritur ergo Rhombus quem navis secuta est. sumantur intra circini pedes ex propria scala milliaria 800, positôque pede vnô in puncto β, fiat arcus secans parallelum 40 in puncto γ, ducatur linea βγ, appliceturque puncto β rosa chartacea, in situ debito, & hæc indicabit rhombum.

Si tamen transeundum esset ab vno intervallô ad aliud, atque adeò vtendum duabus scalis, deberent sumi milliaria in aliquâ scalâ intermediâ, & per attentationem; ita omnia componi, vt pars debita milliariorum in vna scala, alia vero, in alterâ scala accipiantur. vt si locus ad quem pervenit navis, haberet latitudinem tantùm graduum 36, atque adeo differentia latitudinum esset 14, ponamus esse 1200 milliaria, dividatur hæc summa per 14 exurgent milliaria $85\frac{5}{7}$ pro quolibet gradu, seu pro 10 gradibus 857 milliaria quæ sumenda sunt in scala 30, & reliqua in scala 40.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Datâ vnius termini latitudine, & longitudinis variatione, & quantitate itineris, invenire Rhombum & latitudinem alterius termini, per mappam reductam.*

Sit vt priùs data latitudo 30, variatio longitudinis graduum 20. Itineris confecti milliaria 1500. sume circino, vel ex vnica scala vel ex duabus milliaria 1500, factoque circulo ex puncto β intervallo milliariorum 1500 arcu, secante meridianum distantem 20 gradibus, in puncto ε, linea βε, erit Rhombus quæsitus, & punctum ε dabit latitudinem termini ad quem.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Datâ latitudine vnius termini, Rhombo, & differentia longitudinis, alterius termini latitudinem & itineris quantitatem, per tabulas reductas invenire.*

Supponamus in eâdem latitudine graduum 50 progressam navim, per quartum Rhombum, mutasse longitudinem gradibus 20, quæritur latitudo alterius termini. ex puncto β cuius latitudo graduum 50, ducatur quartus Rhombus βε, donec attingat meridianum distantem gradibus 20, in puncto ε, punctum ε erit latitudo termini ad quem peruenit navis. & linea βε in milliaria reducta, erit iter conficiendum.

PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO XVII.

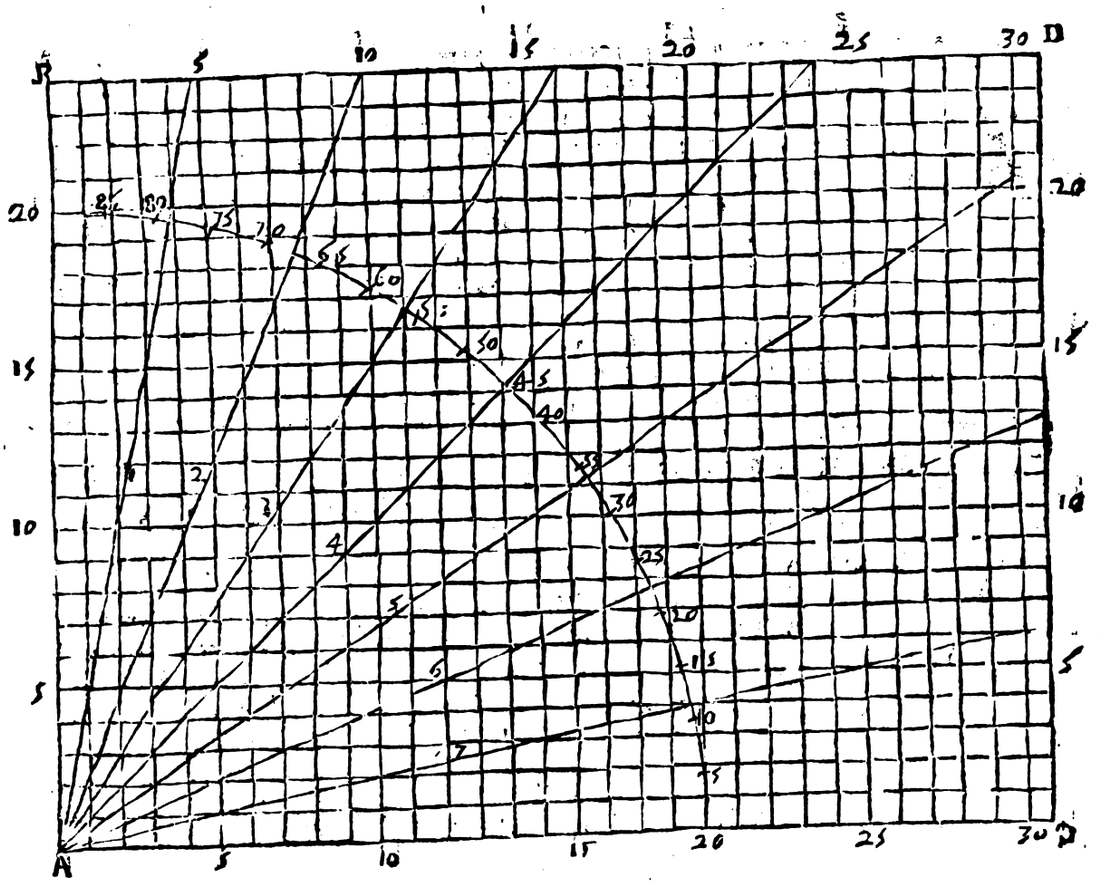
### Prolema.

*Compositio quadrat. reductionis.*

Quia plerǽque mappæ hydrographicæ reductæ non sunt, cogimur tamen iis vti, & Loxodromiarum vsus videtur superare captum eôrum qui communiter nauigant, hoc quadratum reductionis excogitavi, quô aptam reddimus quamcumque mappam Geographicam, modò tam meridianos, quàm parallelos habeat, quómodocumque; immò etiam circulariter notatos.

Describatur parallelogrammum rectangulum, cuius latera diuidantur in partes æquales, & per singulas partes ducantur lineæ parallelæ; ita vt totum parallelogrammum diuidatur in parua quadrata.

Ex illius vno angulo A, tanquam centrô, describatur quadrans circuli occultus, in 8 partes æquales diuidendus, per quas agantur lineæ Rhomborum, eritque AB meridianus, AC parallelus, reliquæ suô ordine ponantur licèt autem sint tantum 9 Rombi computatô meridianô & parallelo, virtualiter tamen sunt 32, quod enim ad dexteram positum est, ad sinistram intelligi potest, cum igitur AB sit meridianus, in eo computabimus latitudinis variationem, variationem autem longitudinis in parallelo AC aut BD. sa-




tiùs est numerare istas variationes, per milliaria tam longitudinis, quam latitudinis; in quo notandum est, gradum latitudinis esse gradum in meridiano, & consequenter continere milliaria magna 60. seu Massilienſia 75. nos in hâc praxi magnis vtemur vt pote commodioribus. gradus verò longitudinis numerantur in parallelis, & consequenter in aliquibus pluta, in aliis verò parallelis pauciora continentur in vno gradu milliaria. Id figura nostra satis exprimit, descripsi enim quadrantem circuli interuallô partium 20, quot sunt nempe leucæ in vno gradu æquatoris, videbis in parallelo vigesimo contineri pauciores quam 20 leucas, in parallelo vigesimo quinto 18. in trigesimo, $17\frac{1}{2}$ & ita, de cæteris, si respicias lineas perpendiculares cadentes à singulis gradibus in lineam AC, vnô intuitu poteris videre, quot leucæ in vnoquoque parallelo; qui tamen scrupulosius procedere voluerit sequentem tabulam consulat.

Inseratur filum olosericum in puncto A in quo sit globulus, seu vnio mobilis, secundum longitudinem fili.

## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

*Datâ longitudine, & latitudine vtriusque termini, determinare Rhombum, & itineris quantitatem ope quadratæ reductionis.*

Auser vnam latitudinem ab alia, sicut & longitudinem, vt habeatur differentia latitudinum & longitudinum, differentiam latitudinis, in minuta, seu milliaria conuersam numera in lilinea AB, quælibet diuisio instrumenti, potest vel æquiualere vni milliario, vel decem milliaribus. pariter differentia longitudinum in

milliaria conuerte. Sumendo nec parallelum termini à quo, nec parallelum termini ad quem; sed intermedium aliquem, vel sume hanc differentiam longitudinis in parallelo termini à quo, & in parallelo termini ad quem, adde simul milliaria vtraque: & summam divide per medium sit v.g. parallelus termini à quo 45. termini ad quem 40. sitque differentia longitu. 6 graduum. in parallelo 45. 6 gradus dant mill 255 & in parallelo 40. 276. adde simul omnia fit summa 531. cuius medietas 265. erit differentia longit. æquata hanc numera in linea AC, nempe $26\frac{1}{2}$. si singulæ diuisiones pro 10. milliaribus sumantur. ponatur differentia latitudinum esse milliarium 180 seu 18. ad communem concursum linearum latitudinis, & longitudinis extende filum, & eius globulum, dabitur præcisè Rhombus 5. hoc filum impone lineæ AC, globulus cadet vltra punctum C, duobus intervallis eruntque intervalla 33. seu milliaria 330. per 5 Rhombum.

Demonstr. Petenda est ex iis quæ superiori libro explicuimus. de crure mecodynamico. in quo ostendimus addenda esse omnia crura longitudinis, & crus istud non sensibiliter differre ab arcu intermedij alicuius paralleli. In latitudine non obseruatur talis cautio, quia partes æquales loxodromiæ, æquales arcus latitudinis sibi vendicant in quamcumque parte meridiani.

Hoc problema ordine primum est, ab eo enim incipit Navarchus antequam è portu soluat, vt sciat quam viam inire debet.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Datâ latitudine termini à quo, Rhombô & quantitate itineris, latitudinem & longitudinem termini ad quem, seu differentiam latitudinis, & longitudinis inuenire.*

Hoc problema accommodatum est, ad inueniendum locum, ad quem peruenit nauigium, seu ad punctuandam mappam.

Procedat nauis ex latitudine graduum 40. nauigetque per duos dies per Rhombum Sud Sudest, seu per secundum Rhombum, æstimetque milliaria 170. ponat filum supra lineam AC, adducatque globulum, vsque ad notam 17. sic quodlibet interuallum 10. milliaribus æquiualebit. filum ita aptatum imponatur lineæ secundi Rhombi. Et vnio dabit mutationem latitudinis, interuallorum $15\frac{1}{2}$, seu milliariorum, aut minutorum 155. quem numerum si dividas per 60. habebis mutationem latitudinis grad. 2. min. 35. erit ergo nauis in latitudine grad. 37. min. 25. & mutatio longitudinis erit numeranda in parallelo 38. aut 39. exhibetur autem in instrumento intervallorum $7\frac{1}{2}$. seu milliariorum 75. consule tabulam vt ea reducas ad gradus. in qua vides vni gradui competere milliaria circiter $47\frac{1}{2}$. habes autem 75. habes ergo vnum gradum, & restant milliaria $27\frac{1}{2}$ quæ circiter efficiunt minuta 18. est ergo mutatio longitudinis, vnius gradûs min. 38.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

*Datâ latitudine vtriusque termini, & Rhombo; inuenire longitudinis differentiam, itineris quantitatem & locum ad quem peruenit nauis.*

Hæc propositio vtilis est ad corrigendam æstimationem, per obseruationem latitudinis. Supponamus nauim profectam ex latitudine grad. 50. per 3 Rhombum, & post multos dies, inuenire latitudinem graduum 46. quæritur longitudinis differentia. differentia latitudinis est grad. 4. seu milliariorum 240. numera in linea A B milliaria 240. seu sume 24 interualla, & sequere hanc lineam, donec occurrat lineæ tertij Rhombi, & numera interualla longitudinis, inuenieſque $15\frac{11}{3}$ seu milliaria 153. quære in tabula in parallelo intermedio nempe 47 vel 48. videbis 121 milliaria efficere 3 gradus, & restare milliaria 32. quæ efficiunt min. 48. est ergo mutatio longitudinis gr. 3. min. 48. ex quibus in mappa sufficienter determinatur locus ad quem pervenit nauigium, vt habeas quantitatem itineris. filum extende supra lineam 3 Rhombi, & adduc globulum ad intersectionem illam Rhombi, & lineæ latitudinis, tum filum ita aptatum transfer in lineam AC, & globulus indicabit 277 milliaria.

Demonstratio. Pendet ex iis quæ de loxodromiis demonstrauimus.

## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*Datâ differentiâ latitudinis, & itinere; inuenire Rhombum.*

Hæc propositio vsui esse potest, quando dubitatur de Rhombo, vel propter declinationem Magnetis non obseruatam; vel propter maris cursum occultum. Volo igitur dari quantitatem itineris, & vtriusque termini latitudinem, sit vt priùs nauis progressa à 50. latitudinis ad 46. sitque quantitas itineris 277. milliaria. filo lineæ AC, impositio adduc globulum vsque ad 277 milliaria. filum ita aptatum ita transfer donec globulus incidat in lineam latitudinis distantem à puncto A, milliaribus 240. seu in vigesimam quartam. videbis filum insistere tertio Rhombo.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*Datâ latitudine vnius termini, cum variatione longitudinis, & itineris quantitate inuenire alterius termini latitudinem, & Rhombum.*

*Vel datâ latitudine alterutrius termini cum variatione longitudinis, & Rhombo inuenire reliqua.*

Hæ duæ propositiones facilè solui possunt, ope quadrati nostri, quia tamen sunt inutiles, eò quod differentia longitudinis sit inobseruabilis, ideo illas prætermitto.

PROPO

Digitized by Google

## PROPOSITIO XXIII.

### Problema.

*Modus conficiendæ mappæ, aut corrigendæ.*

Pleræque chartæ hydrographicæ, præcipuè mediterranei maris, innumeris scatent erroribus, ob plurimas rationes, præcipuè verò quod navarchi, incurij sunt & insciij, qui nec latitudinem observare, nec Magnetis declinationem; nec iter confectum vllâ methodô æstimare norunt. vnde vix vllius littoris situm explorant. Ex quo fit vt omnia detorta, nam quoad latitudinem multæ regiones quæ sub eôdem parallelo positæ sunt, aberrant nonnunquam duobus aut tribus gradibus, multò minus fidendum est earum longitudinibus, quare necessariò corrigendæ sunt. correctio autem omnis quæ adhiberi potest, in tribus posita est, in latitudine observanda, in Rhombo, & quantitate itineris. nam longitudo inobservabilis est.

Quod pertinet ad latitudinem: notandum est pleraque instrumenta prope littora inutilia esse. nam cum in vsu instrumentorum, plerorumque opus sit horizonte non impeditô, prope littora sunt inutilia. quare primò necessarium esset habere instrumenta, quæ minuta singula exhiberent, & putarem opus esse excensionem in promontoria facere, vt commodius, & certiùs latitudo observaretur. vtinam omnes navarchi vbique has observationes fecissent, difficile non esset mappas corrigere. nam ex observationibus Astronomorum à Patre Ricciolio collectis, ego mediterranei correctionem institui. sed non omnes habui ideoque in nonnullis me dubium reliquerunt.

Secundum principium huius correctionis erit observatio diligens Rhombi quô ab vno loco ad aliud navigatur. vellem autem duo, primum est, vt corrigeretur Magnetis declinatio. Secundò vt non tantum Rhombus, sed si fieri possit gradus notaretur, scio quidem navigium non dirigi ad modum sagittæ, ideoque non posse ita exactè navigari, vt distinguatur omninò gradus cui insistit navigium, si tamen adhibeatur diligentia, poterit saltem aliquid dari distinctiùs. Vellem item vt quoties licet excendere in promontoria exquisitè, & in omnem partem dirigantur Rhombi, hoc est ope pixidis Magneticæ, in gradus diviſæ; observetur in quem gradum cadant lineæ ad promontoria vicina, insulas, vrbes, syrtes, cæteraque huiusmodi directæ. notetur item figura littoris, quæ multò melius è superiori locô, sese manifestat. Hæc observatio creberrimè fiat.

Tertium principium correctionis erit, æstimatio itineris ab vno loco in alium, quæ si niteretur praxibus infra referendis, sola correctioni mapparum sufficere posset.

Supponamus igitur me incipere à monte Gilbratar, & velle totum littus Hispanicum in mappam referre. illius latitudinem exactissimè observo, & colloco in quocumque meridiano, mappæ præparatæ eô modô quô diximus, hoc est, cum gradibus meridianorum crescentibus.

Tum navigo à monte Gilbratar, vsque ad promontorium Gates, & invenio me navigasse per quartam Levantis ad Græcum. tum observo eius latitudinem supponamus me inuenire differentiam latitudinis esse 40 minutorum. ita vt si mons erat in 36. gradu latitudinis, promon. Gates sit in 36. 40. duco in mappâ mea lineam quartæ Levantis ad Græcum, eamque produco donec secet parallelum 36.40 ibi erit verus locus talis promontorij. poteris si velis consulere tabulam loxodromicam. videbisque in septimo Rhombo à 36 gradu. ad 36. 40 esse differentiam longitudinis grad. 4. min. 8. quare à meridiano montis Gilbratar versus orientem numera gradus 4. min. 8. & in eo colloca promotorium Gates in latitudine 36.40.

Notandum tamen in 6 & 7 Rhombo, errorem paruum in observatione latitudinis, posse excrescere, & errorem maiorem in longitudinem creare. vnde in his præcipue Rhombis æstimatio itineris diligenter facta, adhibenda est. à Promontorio Gates ad promontorium Palos observo me navigasse per quartam Græci ad Levantem, seu per quintum Rhombum, & inuenio 20. minuta pro differentia latitudinis; hoc est promontorium Palos habet 37. gradus latit. huic differentiæ latitudinis respondent in tabulâ loxodromicâ vnus gradus 4 minut. prouehor vnô gradu, & 4. minutis in longitudinem, & in eo meridiano in elevatione 37. graduum colloco promontorium Palos, & ita consequenter 6. aut septem stationes littus Hispanicum constituerent.

Pro intermediis intervallis ad Rhombos recurrendum est, volo autem esse exactos; ita vt si fieri possit habeatur vbique declinatio Magnetis, & Rhombi notentur vsque ad gradus, & si fieri possit, duo notentur Rhombi ad idem punctum attinentes. nam constitutis semel duobus locis si ex singulis tertius locus respiciatur, notenturque plagæ ab his duobus locis, ad hunc tertium pertinentes: ductis in mappa huiusmodi Rhombis, locus intersectionis erit locus quæsitus.

Et hæc methodus sola posset sufficere. modò idemtidem per latitudinem corrigatur.

Vnum tamen moneo si ex vno loco pateat prospectus in alium dissitum aliquibus gradibus, Rhombum esse potiùs circulum positionis quam lineam loxodromicam, vnde ad inueniendam longitudinis differentiam, ex latitudine vtriusque termini cognitâ, recurrendum est ad calculum Trigonometricum, & solutionem trianguli Sphærici, potiùs quàm ad tabulas loxodromicas. ratio est quia linea visualis recta est, non loxodromica. vnde erit sectio alicuius verticalis: loxodromia oritur eò quòd dum percurrimus iter aliquod, angulos semper æquales cum singulis meridianis facimus, linea autem visualis id non habet, si tamen linea sit brevior duobus, aut tribus gradibus, differentia inter circulum positionis, & lineam loxodromicam, ita parua est, vt in ea examinanda tempus terere non debeamus.

Quare in omnibus intermediis distantiis simpliciter per lineas Rhomborum procedere debemus. immò si constitutis semel aliquibus præcipuis locis, facile examinabimus, an bene procedant plagæ acceptæ. nam videbimus vtrum differentiæ longitudinum quæ iis respondent non sibi invicem adversentur. debent autem notari syrtes omnes, scopuli, portus, cui vento exponatur, quam profunditatem habeat, quô in locô statio sit optima, cur-



Digitized by Google

rentes, declinatio Magnetis quâ horâ accidat fluxus apparentiæ montium, aliaque signa.

Distantiis item vti possumus, si tamen exactè sumerentur, nam terrestres mappæ vt plurimum solis distantiis perficiuntur. sed moneo ne fidamus soli navarchorum iudicio, sed adhibeantur cautiones infra tradendæ.

Vt vnô verbô comprehendam omnia, mappæ hydrographicæ eôdem modô perficiuntur, quô invenimus locum ad quem pervenit navis. nam dum verbi gratiâ à monte Gilbratar ad promontorium Gatez navigamus.

Si inveniamus in mappa locum ad quem pervenit navis, in eo collocâdum erit tale promontoriû.

# NAVIGATIONIS
# LIBER QVINTVS.
## De bonâ itineris æstimatione.

*VOCO Æstimationem, iudicium de quantitate itineris à naui certô tempore confecti, vocatur æstimatio, quia difficillimum est aliquid certi super eâ re definire, cum celeritas nauigij ex variis circumstantiis dependeat, ita vt nisi experientiâ duce, & magistrâ vix quidquam constituamus. non omnes naues eâdem celeritate feruntur, cùm partium proportio, & figura ad id multùm conducat, modus oneris imponendi, magnitudo velorum, æquabilitas partium quæ pice, & sæuo inducitur, ventorum vehementia, aut imbecillitas, eorumdem in nauim incidentia. vnde puto nisi ad experientiam, & effectum aliquem sensibilem prouocetur, hoc iudicium humani vires ingenij superare. ideoque plerique nauarchi attendunt ad celeritatem aquæ praterlabentis; multæ tamen aliæ suppetunt methodi, satis certò definiendi quantitatem itineris, à nauigio percursi, modò constituerimus aliquam in genere itineris mensuram.*

### PROPOSITIO I.

Theorema.

*Quid sit milliare.*

MAximam in hac materia perplexitatem, peperit mensurarum diversitas, in variis regionibus vsurpatarum, quam perplexitatem hâc propositione tollere, & hunc scrupulum intendo evellere.

Certum est milliare in genere, mille passus continere, passum quinque pedes. pedem autem duodecim vncias seu digitos. sed nihil adhuc constituimus cum varia sit, apud diversas nationes pedis longitudo: & adhuc dubium sit ad quem pedem milliaria in mappis geographicis notata exigi debeant. vnde puto vt tollatur omnis æquivocatio. recurrendum esse ad magnitudinem terræ, & ad vnum gradum maximi circuli molis terraqueæ. scio non convenire omnes in ea magnitudine assignanda. nonnulli Leucas 17½, in vno gradu constituunt; alij 20. alij plures, alij pauciores, quorum sententiæ licèt in specie discrepantes forsitan conveniunt, eò quòd mensuris variis vtantur.

Nos vtemur obseruationibus Patris Ricciolij, qui non ex vnica obseruatione terræ magnitudinem constituit, sed 10. integros annos in eo labore consumpsit.

Primò constituenda est aliqua mensura; ille profert primo lineam quam multis probat esse semipedem antiquum Romanum tempore Vespasiani. Snellius alium semipedem antiquum paulo maiorem profert, qui idem est pes Leydensis, seu Rinlandicus. pes Romanus Ricciolij ad pedem Rinlandicum se habet vt 1200 ad 1218.

Idem pes Romanus ad Bononiensem se habet vt 1200 ad 1520.

Obseruavit Pater Ricciolius in vno gradu terræ passus Bononienses 64363. seu pedes 321815. quarè si velimus, vt terræ gradus contineat milliaria tantum 60. quodlibet milliare continebit pedes Bononienses 5363. & pollices 7. seu passus Bononienses 1072. pedes 3. pollices 7.

Si paulo maiores faciamus passus, nempe vt sint tantùm 1000. in vno milliari paulo maiorem pedem habebimus qui se habeat ad Bononiensem vt 1072. ad 1000. & consequenter linea AB, erit semipes ille quem terrestrem vocabimus.

Dominus Mouton in suo tractatu de mensuris transmittendis, vocat virgulam Geometricam, quæ decies repetita virgam Geometricam, seu passum Geometricum efficit. qui passus millies in vno milliari, & milliaria in vno gradu terræ sunt 60. quia autem mensuræ alterari possunt. pendulum fecit longitudinis vnius virgæ Geometricæ, seu cuius longitudo à puncto suspensionis ad centrum globi ferrei aut plombei, decies contineret lineam AB, invenitque tale perpendiculum intra semihoram absoluere vibrationes;

Digitized by Google

nes ſimplices 1252. & conſequenter perpendiculum æquale lineæ AB, abſolvet intra ſemihoram



B vibrationes ſimplices 3959. quod & calculo, & experientia comprobavit. calculò quidem cum tempora ſint radices, & longitudines perpendiculorum ſe habeant vt quadrata ita erit longitudo virgulæ ſeu lineæ AB.

Ad longitudinem virgæ quæ eſt 10.

Vt quadratum vibrationum virgæ 1272. ſeu 1567504.

Ad quadratum vibrationum virgulæ, ſeu 15675040.

Cuius ſi extrahatur radix prodibit numerus vibrationum virgulæ nempe $3959\frac{1}{5}$.

Pariter cognitò numerò vibrationum duorum pendulorum, & longitudine vnius cognoſcemus longitudinem alterius.

Si fiat vt quadratum vibrationum penduli B,

Ad quadratum vibrationum penduli A,

Ita longitudo penduli A.

Ad longitudinem penduli B. vt quia indigebimus in decurſu peſſulo, quod intra horam perficiat vibrationes 3600. nempe cuius vna vibratio ſimplex ſit vnum minutum ſecundum, hoc eſt quod intra ſemihoram perficiat vibrationes ſimplices 1800.

Fiat vt 3240000. quadr. vibrat. 1800.

Ad 1667504. quadrat. vibr. 1272.

Ita longitudo virgæ 10. 00.

Ad longitudinem penduli quod continebit quater lineam AB, eum octo partibus decimis, & tribus decimis decimarum: hoc eſt ſi dividatur AB in 10. partes quæ vocentur digiti decimales, & quilibet digitus in 10. lineas decimales, pendulum quod continebit quater lineam AB; cum 8 digitis decimalibus, & tribus lineis decimalibus intra ſemihoram vibrationes ſimplices abſolvet 1800. intra horam 3600. hoc eſt illius vna vibratio ſimplex erit minutum ſecundum, quod ſi quartam eius partem accipias, habebis pendulum cuius vibrationes ſimplices intra horam erunt 7200. ſeu compoſitæ 3600.

Quare ſi pendulum facias cuius longitudo ſit linea complectens virgam Geometricam, & inſuper duos digitos decimales, & 3 lineas. vna vibratio compoſita, hoc eſt

A complectens itum, & reditum æqualis erit minuto ſecundo. ſeu 120 vibrationes ſimplices minutum abſolvent, & ſexaginta ſeminutum. ſeu 36 eius vibrationes compoſitæ adæquabunt partem centeſimam horæ.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Primus modus æſtimandi itineris.*

Naves vt iam dixi non eâdem celeritate feruntur; immò vt iam innui eôdem ventô ſimiliterque expanſis velis, navis eadem non decurret ſimili celeritate, ſed velociùs vbi recenter ſævô illitâ, & inuncta fuerit, quam ſi iam mucorem contraxit. vnde non niſi à peritiſſimo navarcho ex formâ & figura poterit conficiendum iter æſtimari.

Prima methodus æſtimandi itineris petitur ab experientiâ. dum enim recentem navarchus navim conſcendit, hanc probare debet diligenter, notando tempus quod in certô, ſibi noto itinere conſumpſit, venti intenſionem, habitudinem, an ſcilicet poſticus eſſet ventus, an quadrantalis an bolinæus, poteſt autem experimentum ſumere non tantum dum legit littora, ſed etiam dum in altum provehitur, præcipuè dum per Rhombos à meridiano non multum aberrantes navigat; conferendo enim latitudinem vtriuſque termini, certò ſciet quantitatem itineris confecti. debet autem vt dixi ad omnes circumſtantias advertere, præcipue ad venti vires, & velorum diſtenſionem vix putarim tamen poſſe coniecturam ita infallibilem eſſe, vt iter octo millium in ſingulas horas diſtinguat ab itinere novem millium.

Notandum autem eſt nullum navigium, niſi vi tempeſtatis delatum conficere in ſingulas horas 16 milliaria. velociſſime navigaſſe æſtimandum eſt, ſi intra horam 10 aut 12. milliaria decurrit. ſi 6 aut octo ſatis velociter.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Secunda methodus æſtimandi itineris.*

Hanc communiter adhibent nautæ noſtri Maſſilienſes, nempe vt fluxum aquæ, ſecundum navigij coſtas diligenter notent. hoc eſt cum motus navis in anteriora non advertatur; refunditur in aquam, quæ in poſteriora videtur refluere. quare hanc regulam communiter aſſignant, ſi quis in mare lignum ad proram proiiciat, & totis viribus ad puppin currendo æquali velocitate, cum eo feratur: dicunt navis motum adæquare veredarij curſum, & in ſingulas horas decurrere 6. milliaria, ſi verò curſu antevertamus lignum, navis tardius fertur. nunquam niſi ſemel vidi fieri hanc obſervationem, quam haud dubie fallaciis obnoxiam iudico: vnde nutant nauarchorum noſtrorum æſtimationes, quia nullô certô nituntur fundamentô, quod manifeſtum fiet; ſi duos aut tres navarchos ſeparatim interroges, nunquam conſentientia habebis reſponſa; & vt plurimum qui ad proram ſedebit vnum, aut alterum milliare addet curſui horario, ſupra æſtimationem illius, qui in puppi conſiſtit, eo quod aquæ reſiſtentia, & motus melius advertatur in prora, ad quam aqua frangitur, quàm in puppi.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Anglica æſtimandi itineris methodus.*

Hæc praxis communiter ab Anglis adhibetur, vidique fere ſingulis horis vſurpari.

Primò habebant clepſydram, ſeu arenarium, quod intra ſeſquiminutum fluebat, hoc eſt centies vigeſies intra horam. habebant item funiculum diviſum nodis aliquibus, intervallum autem à



Digitized by Google

nodo, ad nodum, erat ni fallor 7 orgiarum, quamuis viderim in alio esse 11. orgiarum huic funiculo, nauiculam ligneam, plombea saburra instructam annectebant, funis autem vt facilè deuolueretur, circa tornum ad puppin volubilem complicatum habebant. demittebatur nauicula in mare, & triginta orgias quasi inutiles demittebant, ne scilicèt altitudo puppis aliquid detraheret, de longitudine itineris, tum vbi prima nota apparebat clepsidram inuertebant, deuoluebantque funem moderatè secundùm nauigij cursum, donec fluxisset arenarium seu semiminutum, tum asserebant se tot milliaria in singulas horas conficere, quot nodi intra semiminutum pertransissent. cauebant autem ne ad se traherent nauiculam; sed liberum semper funiculum relinquerent. secundò iudicium illud suppohit ventum æquabilem per totam horam. Tertiò habenda est ratio fluctus si feratur in eandem partem.

Vides igitur inter nodum, & nodum debuisse esse centesimam partem vnius milliarij hoc est passus geometricos continentes decies lineam AB, $8\frac{1}{3}$ seu virgulas id est lineam AB 83 cum vno digito decimali. si enim intra semiminutum nauis conficit passus 8 & $\frac{1}{3}$ intra horam conficiet vnum milliare si eadem celeritate feratur.

Vt faciliorem reddamus hanc praxin, dico opus non esse arenatiô vnius minuti, sed sumat glandem plombeam vnius mousqueti, factoque foramine suspendat, ita vt longitudo fili, à puncto suspensionis, ad centrum glandis sit, qualem assignauimus, numeretque simplices oscillationes 30 habebit semiminutum vel si penduli longitudo sit eius quarta pars tunc simplices vibrationes 60 adæquabunt. semiminutum.

Poterit subdiuidi distantia illa quæ est centesima vigesima vnius milliarij, in 10. 8 partes, vt possit distingui decima pars vnius milliarij quod videtur sufficere. poteris item diuidere funiculum in passus geometricos & numerare passus qui præterierint intra 36 minuta secunda: si enim numero passuum addas duo 00. habebis iter vnius horæ. verbigratia si inuenias 47 dicito 4700 passus intra horam absolui; quia 36 minuta sunt centesima pars vnius horæ. habes passum geometricum nempe decies lineam AB, habes & pendulum cuius vibratio composita æquiualeat minuto secundo. ergo habes id totum quod necessarium est.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Quartus modus æstimandi itineris.*

Antiqui vt refert Vitruvius ad navium latera, rotas addebant, alis instructas, quæ cum in aquam incurrerent voluebantur, & milliaria confecta indicabant.

Si aliquid tale ad praxin reuocari posset, maximi esse momenti ad nauigationem. sed multa obsunt. Primum est quod naues nostræ non æquabiliter ferantur, sed modò in hanc, modo in illam partem inclinentur. secundum & præcipuum quod huiusmodi rotæ velocitati obessent. & cursum nauis remorarentur. nam quod pertinet ad inclinationem nauis possent construi duæ nauiculæ, aliquibus tantum pedibus ab inuicem seiunctæ quæ rotam alatam, hinc inde per axem sustentarent. deberet autem axis spirâ instrui, vt singulis reuolutionibus, aliam rotam dentatam, vnô dente promoueret, & sic index notaret circumuolutiones primæ.

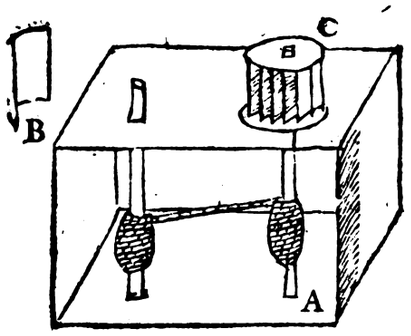
Possemus experiri quot in singulâ milliaria circumuolutiones perficiendæ essent, in itinere nobis aliunde notô, aut procedendo à septentrione in Austrum, & obseruatâ latitudine possent & aliæ multæ cautiones adhiberi; sed nunquam nautæ persuaderi poterunt vt iis vtantur, eò quòd hæc machina quæ trahi deberet, velocitati & cursui officeret.

## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*Quintus modus æstimandi itineris.*

Cum velocitas quâ fertur nauigium ventum vt causam vnicam agnoscat, satis certo de illâ iudicabimus, si de venti intensione, & viribus aliquid certi constituerimus. methodus Anglorum ne sit obnoxia ventum supponit æquabilem, quia tamen ventus sæpe sensim aut remittit, aut intenditur. hæc praxis in aliquo semper deficiet; vnde vellem addere machinam, ad ventum volubilem, cuius circulationes scire possemus. primò posset fieri rota alata, qualem in moletrinis velaribus adhibemus: id tamen incommodi habet; quod non nisi directe vento opposita voluatur, posset quidem detineri in eo situ à pinnacidio aliquo.

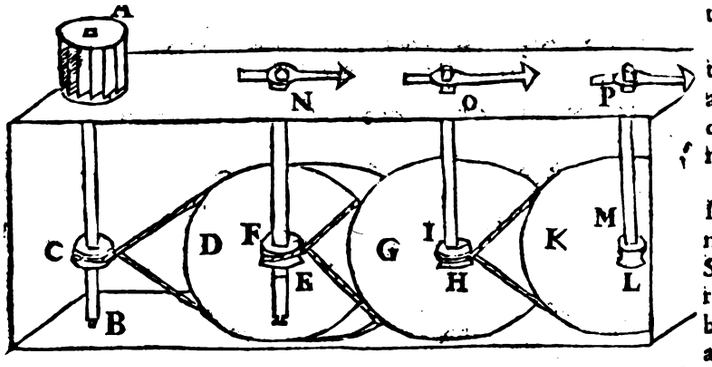



Arridet magis rota horizontalis, cuius diameter esset vnius aut alterius pedis, ex ferri albi laminis componi posset. illius artificium in eo positum est, quòd conuexo concauis alis constet in eandem partem obuersis: ex quò fit, vt ventus maiores habeat vires ex ea parte, quâ in concauitates incurrit.

Aliqui machinam simplicissimâ hâc rotâ instruunt. duo sunt axes quibus alternatim imponi potest hæc machina. circa vnum axem filum valde longum circumuoluitur, tum alteri imponitur rota. vt deuoluatur filum, sic enim scire poteris quot circulationes perficiet donec circumuolutum sit filum, & tunc mutari debet rota & alteri imponi. supponamus filum continere circumuolutiones 4000. demitto in mare nauiculam illam anglicam, & numero passus geometricos in fune notatos, qui decurrantur interea dum rota 100 circulationes perficiet, tum

dicerem

dicerem in singulas vices quibus ab vno, in alium axem alternanda esset rota. si 100 dant 60. verbi gratia passus, quot passus dabunt 4000. inuenirem duo milliaria 400 passus. hæc obseruatio iteranda esset quoties ventus mutaretur, aut expanderentur de nouo aliqua carbasa. Id quod in hac praxi timeo esset, ne filum, vnum in locum coacernaretur; & sic augeret diametrum axis, si enim posset ita benè aptari, vt æqualiter semper circa axem circumvolueretur exactus in singulas vices circulationum numerus haberetur.




Aliam machinam commodiorem propono, cuius expensæ sunt modicæ quatuor aut quinque axibus constat quorum primo imponitur rota qualem supra descripsimus, huic parua trochlea inseritur; cuius funis, circa aliam maiorem trochleam circumuoluatur: proportio autem maiorum, & minorum trochlearum sit talis, vt maior sit decupla minoris. sic enim tribus maioribus trochleis, vltima semel tantum circulabit, cum rota alata mille circulationes peraget.

Si adderetur quarta circũuolueretur semel, cum prima rota decies millies. quare hâc machinâ, cognoscemus exactè circumuolutiones primæ.

Posset quidem alia machina fieri idem omninò præstans nempe si pro paruis trochleis fierent paruæ rotulæ quinque denticulorum, quæ incurrerent in maiores quinquaginta 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 volueretur interea dum primus axis 100. circulationes absolueret. si axi huius rotæ alia addatur spira, quæ pariter in denticulos rotæ æqualis incurrat; cum prima decies millies voluetur, secunda vnicam circulum absoluet.

Quamvis hæ machinæ videantur parui momenti, assero tamen maximi esse in nauigatione, & satis exactam haberi posse itineris confecti cognitionẽ.

Dum triremis aut quæcumque alia nauis remis agitur. adhuc facilius æstimari potest quantitas itineris, cum enim vniformior sit remigatio, quàm velificatio, si bis aut ter adhibeatur praxis Anglica, & exactè notetur tempus quô remigatur, habebitur quantitas itineris.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

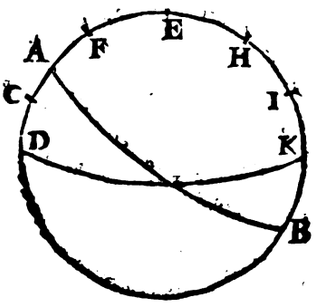
*Modus obseruanda latitudinis.*

Iam diximus supra cuiuscumque loci latitudinem, eleuationi poli supra horizontem, æqualem esse, quare hic indiscriminatim, modos eleuationis polaris obseruandæ referemus, eosque seligemus, qui in mari possunt adhiberi, neglectis iis qui firmitatem aliquam exigunt. quanti autem sit momenti hoc problema nemo non videt, cum ex eius vsu, quam plurimi errores qui in nauigationem irrepere possunt corrigantur, qui modi vt intelligantur.

Notandum est solem ab æquinoctiali circulo, nunquam distare pluribus quam 23 gradibus cum dimidiô, distantia autem cuiuscumque syderis à circulo æquinoctiali, per lineam breuissimam, vocatur declinatio, idemque est in cœlis declinatio, quod in terris latitudo.

Stellæ fixæ non mutant declinationem sensibiliter, nisi intra 100 annos. planetæ vero in singulos dies aliam, atque aliam declinationem habent.

Sol igitur in variis Eclypticæ suæ punctis variam sortitur declinationem, australem quidem à 24 Septembris; ad 21 Martij; & borealem à 21 Martij ad 24 Septembris. Notandum item eleuationem æquinoctialis circuli meridianam, æqualem esse complemento eleuationis poli Sit




enim meridianus AEB. polus H, Zenith E, horizon DK, æquinoctialis AB, eleuatio poli KH, complementum eleuationis poli, seu residuum ad quadrantem, sit HE, eleuatio æquinoctialis meridiana arcus DA; dico arcus HE, DA esse æquales, & complementum AE, æqualem esse eleuationi poli KH.

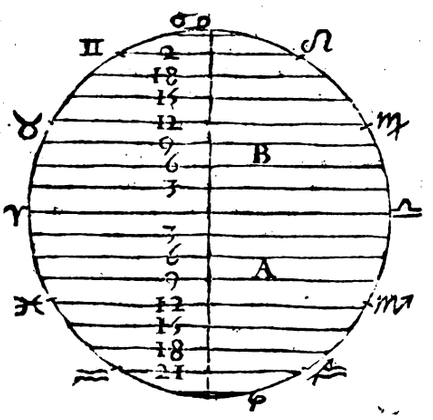
Demonstratio. Arcus AH, ED sunt quadrantes; ergo æquales; quare subtrahendo arcum AE communem, restant arcus AD, HE, æquales eôdem modô iam ostendi arcus AE, KH æquales esse.

Ad hanc propositionem necessariò habenda est solis declinatio pro quôlibet die, hæc vt habeatur, primò necessaria est tabula declinationis cuiuslibet puncti Eclypticæ. in qua prima columna continet gradus Eclypticæ, sex signorum in fronte notatorum. vltima columna habet gradus Eclypticæ, signorum nempe in calce descriptorum, vsus facilis est. si nempe priùs cognoscatur locus solis in Eclyptica. Sit verbi gratia assignanda solis declinatio, sole in gradu 15. Tauri existente, quæratur in prima columna gradus 15. & sub titulo Tauri in communi concursu habebis 16. 23. 39. Declinatio erit borealis graduum 16. min. 23. Secundorum 39. sit pariter quærenda declinatio solis existentis in decimo gradu amphoræ; quæratur decimus gradus in vltima columna, & in titulo amphoræ, in communi concursu habebitur 17. 48. 14. si gradibus signi adiecta essent minuta, pars proportionalis illis respondens esset accipienda.

TABVLA

# TABVLA 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. 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. 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. 5. | 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 eamdem habere declinationem si centro A, facto circulo lineas A C, A B, in viginti tres cum dimidia partes æquales diuiserimus, tum diuisô circulô in suos gradus quibus, & signorum, & graduum notas addemus. videbimus vno intuitu singulorum graduum Eclypticæ declinationem.

Nomina

| Nomima. | 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. |
| Lucid ♀ pes Orionis. | 2. 14. 16 | 8. 41. A |
| Dexter humer ♀ Orio. | 2. 23. 42 | 7. 17. bor. |
| Syrius. | 3. 7. 6. | 16. 12. Au. |
| Superi ♀ 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. 39 | 28. 329. 60. |
| Lyra. | 9. 6. 2 | 38. 29. bor. |
| Aquila. | 9. 23. 4 | 7. 57. bor. |
| Cauda cycni. | 10. 7. 8 | 43. 57½. bor. |
| March. 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 vero opus erit recurrere ad locum ſolis, vt habeatur ſolis declinatio, ſed immediate ex tabula annorum excerpi poteſt. vſus 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, vt non ſis in eodem meridiano cui tabulæ tuæ affixæ ſunt, ſed iſta ſunt leuioris momenti, niſi nauigatio inſtituatur ad Indos.

Sequentes tabulæ declinationum ſolis ad annum 1800. adeò exactè declinationes ſolis exhibent, vt tribus tantum ſcrupulis à cœlo diſſentire poſſint.



Digitized by Google

# TABVLAS DECLINATIONVM

Solis, debet Index præcedere, multorum Annorum seriem continens, vt ex illo addiscatur, quota ex Tabulis octo sequentibus, quolibet anno proposito; vtendum sit: Nam è regione anni cuiuslibet, signatur Tabula, quæ debeat esse in vsu, toto illo Anno, à prima die Martij, vsque ad primam Martij anni sequentis. In annis autem communibus, omittitur dies 29. Februarij, vt par est: Neque tamen omissione illa declinatio Solis, hinc collecta luxari postridie deprehenditur, immo die sequenti prima Martij, eadem declinatio ex alia Tabula ab Index designata, aquiritur. quæ alias in anno Bissextili die 29. Februarij, è priori Tabula collectâ fuisset.

| 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. | 5 | 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 |

DECISIO

Digitized by Google

# DECLINATIONVM SOLIS.

## TABVLA PRIMA.

| dies mẽsiũ. | Martij Sud. Grad. | April. Nord. Grad. | Maij Nord. Grad. | Iunij. Nord. Grad. | Iulij. Nord. Grad. | Augu. Nord. Grad. | Sept. Nord. Grad. | octob Sud. Grad. | Nove. Sud. Grad. | Dece. Sud. Grad. | Ianv. 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 |
| 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 |
| 3 | 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 | 22.41 | 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 | 23.19 | 20.23 | 11.19 |
| 19 | 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 |
| 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 Sud. | 11.24 | 20.24 | 23.29 | 19.30 | 9. 52 |
| 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 | 19.35 | 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. 5 | 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-sĩũ. | Martij Sud. Grad. | April. Nord. Grad. | Maij Nord. Grad. | Iunij Nord Grad. | Iulij Nord Grad. | Augu. Nord. Grad. | Sept. Nord. Grad. | octob Sud. Grad. | nove. Sud. Grad. | Dece. Sud. Grad. | Ianv. Sud. Nord | 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 | 32.28 | 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. 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 Nord. | 11.29 | 19.58 | 23.29 | 20.49 | 12.39 | 1. 17 | 10.14 | 19.41 | 23.29 | 20.14 | 11. 2 |
| 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 Sud. | 11.19 | 20.21 | 23.30 | 19.33 | 9. 57 9. 35 |
| 23 | 1. 23 | 12.49 | 20.45 | 23.29 | 20. 2 | 11. 18 | 0. 17 | 11. 40 | 20.34 | 23.29 | 19.19 | 9. 13 |
| 24 | 1. 47 | 13. 9 | 20.56 | 23.28 | 9. 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 | 18.34 | 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 | |



Digitized by Google

# DECLINATIONVM SOLIS.

## TABVLA TERTIA.

| dies mẽ-siũ. | Martij Sud. Grad. | April. Nord. Grad. | Maij Nord. Grad. | Iunij. Nord. Grad. | Iulij. Nord. Grad. | Augu. Nord. Grad. | Sept. Nord. Grad. | octob Sud. Grad. | Nove. Sud. Grad. | Dece. Sud. Grad. | Ianv. 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. 10 |
| 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 |
| 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 |
| 3 | 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 | 21.2, | 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 | 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 | 14.2 | 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 | |



Digitized by Google

# DECLINATIONVM SOLIS.

## TABVLA QVARTA.

| dies mẽ-sũ. | Martij Sud. Grad. | April. Nord. Grad. | Maij Nord. Grad. | Iunij Nord Grad. | Iulij Nord Grad. | Augu. Nord. Grad. | Sept. Nord. Grad. | octob Sud. Grad. | nove. Sud. Grad. | Dece. Sud. Grad. | Ianv. Sud. Nord | 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 | 22.43 | 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 Nord. | 11.18 | 19.51 | 23.29 | 20.54 | 12.49 | 1. 29 | 10. 3 | 19.34 | 23.29 | 20.20 | 11. 13 |
| 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 |
| 23 | 1. 11 | 12.39 | 20.39 | 23.29 | 20. 8 | 11.29 | 0. 5 Sud. | 11. 29 | 20.27 | 23.30 | 19.26 | 9. 46 9. 24 |
| 24 | 1. 34 | 12.59 | 20.51 | 23.28 | 19.56 | 11. 8 | 0. 29 | 11. 50 | 20.39 | 23.29 | 19.12 | |
| 25 | 1. 58 | 13.19 | 21. 1 | 23.27 | 19.43 | 10.47 | 0. 51 | 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. | Martij Sud. Grad. | April. Nord. Grad. | Maij Nord. Grad. | Iunij. Nord. Grad. | Iulij. Nord. Grad. | Augu. Nord. Grad. | Sept. Nord. Grad. | octob Sud. Grad. | Nove. Sud. Grad | Dece. Sud. Grad. | Ianv. 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. 25 | 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 | 20.25 | 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 | |



Digitized by Google

# DECLINATIONVM SOLIS.

## TABVLA SEXTA.

| dies mẽsiũ. | Martij Sud. Grad. | April. Nord. Grad. | Maij Nord. Grad. | Iunij. Nord. Grad. | Iulij. Nord. Grad. | Augu. Nord. Grad. | Sept. Nord. Grad. | octob Sud. Grad. | Nove. Sud. Grad. | Dece. Sud. Grad. | Ianv. 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 | 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. 31 | 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 | 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. 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. | Martij Sud. Grad. | April. Nord. Grad. | Maij Nord. Grad. | Iunij. Nord. Grad. | Iulij. Nord. Grad. | Augu. Nord. Grad. | Sept. Nord. Grad. | octob Sud. Grad. | Nove. Sud. Grad. | Dece. Sud. Grad. | Ianv. Sud. Grad. | Febr. Sud. Ga d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 4 | 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 |
| 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. 21 | 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 | 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 Nord. | 11.24 | 19.55 | 23.29 | 20.51 | 12.44 | 1. 22 | 10. 9 | 19.38 | 23.29 | 20.17 | 11. 9 |
| 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. 11 | 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 Sud. | 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 | 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 | |



Digitized by Google

# DECLINATIONVM SOLIS.

## TABVLA OCTAVA.

| dies mēsiū. | Martij Sud. Grad. | Aprīl. Nord. Grad. | Maij Nord. Grad. | Iunij. Nord. Grad. | Iulij. Nord. Grad. | Augu. Nord. Grad. | Sept. Nord. Grad. | octob Sud Grad. | Nove. Sud. Grad | Dece. Sud. Grad. | Ianv. 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 | 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 | 15. 4 | 22.30 | 22.56 | 17.18 | 7. 13 | 4. 23 | 15.29 | 22.2 | 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 | 4. 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 | 13.59 |
| 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 Nord. | 11.39 | 20. 3 | 23.30 | 20.43 | 12.29 | 1. 5 | 10.25 | 19.48 | 23.30 | 20. 7 | 10.52 |
| 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 Sud. | 11.29 | 20.27 | 23.30 | 19.26 | 9. 46 |
| 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 | 12.1 | 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 | 21. 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 | |

PROPO

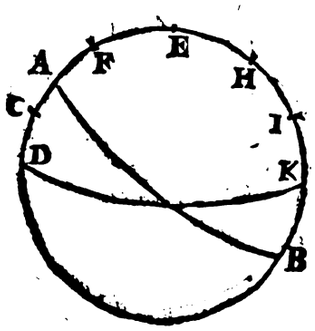
Digitized by Google

## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*Ex Altitudine meridiana ſolis, quôlibet die inuenire altitudinem poli.*

Obſerva aliquó ex inſtrumentis ſupra deſcriptis altitudinem ſolis meridianam. hæc autem ita habetur, ante meridiem obſerva altitudinem ſolis, tum intra vnum, aut aliud minutum obſervetur denuò eius altitudo,& hoc tamdiu fiat, donec videatur detreſcere,quæ enim maxima fuerit, illa erit meridiana.neceſſariò autem hæc methodus adhibenda eſt; quia licèt acus Magnetica oſtendat plagam meridianam;eſt tamen obnoxia declinationi,atque adeò, certi eſſe non poſſumus ſolem præcisè in meridiano verſari.ex huius altitudinis complemento,ſubtrahe declinationem ſolis,ex tabulis ſuperiùs traditis deſumptam ſi auſtralis fuerit. vel illi adde ſi fuerit borealis, & habebis altitudinem poli tuæ regionis ſeu latitudinem.Sit enim æquinoctialis circulus AB, ſolis habentis declinatio-




nem auſtralem,elevatio meridiana CD,cuius complementum CE,ſi auferas declinationem auſtralem CA,reſtabit diſtantia æquinoctialis à vertice,nempe arcus AE, latitudo regionis.

| Gradus Elevat. | Refractio Mi. | Grad. Elev. | Refr. Mi. |
|---|---|---|---|
| 0 | 34 | 18 | 6 |
| 1 | 26 | 19 | 5 |
| 2 | 20 | 20 | 4 |
| 3 | 17 | 21 | 4 |
| 4 | 15 | 22 | 3 |
| 5 | 14 | 23 | 3 |
| 6 | 13 | 24 | 3 |
| 7 | 12 | 25 | 2 |
| 8 | 11 | 26 | 2 |
| 9 | 10 | 27 | 2 |
| 10 | 10 | 28 | 2 |
| 11 | 9 | 29 | 2 |
| 12 | 9 | 30 | 1 |
| 13 | 8 | 31 | 1 |
| 14 | 8 | 32 | 1 |
| 15 | 7 | 33 | 1 |
| 16 | 7 | 34 | 1 |
| 17 | 6 | 35 | 1 |
| | | 36 | 1 |
| | | 37 | 1 |
| | | 38 | 0 |

E contrà ſi ſol habeat declinationem borealem AF,ſitque eius elevatio meridiana DF, cuius complemento FE,addas declinationem AF, exurget latitudo AE,quam diximus æqualem eſſe eleuationi poli. qui exactiùs procedere volet in eleuatione ſolis determinanda,rationem habeat parallaxis,& refractionis ſolis.parallaxis ad gradum trigeſimum eſt min.3.à trigeſimo ad 60. eſt min.2. à ſexageſimo ad octogeſimum eſt vnius minuti. vnde negligenda eſt.

Habeatur ratio refractionis ad trigeſimum vſque gradum,cum igitur parallaxis deprimat ſydus, addenda eſt parallaxis obſervatæ elevationi, vt habeatur vera.

E contra quia refractio attollit ſydus, ſubtrahenda eſt ab obſervata elevatione ſyderis, vt habeatur vera.hæc tabula refractionis eſt vtilis etiam pro ſtellis.

## PROPOSITIO IX.

### Problema.

*Ex altitudine meridianâ ſtellæ, latitudinem loci inuenire.*

Supponitur ex ſuperiori aliquâ tabulâ, vel aliunde cognita ſtellæ illius declinatio, cuius obſervata eſt altitudo meridiana. triplex autem caſus poteſt accidere, primus eſt ſi habeat declinationem auſtralem, quam auferes ex complemento altitudinis meridianæ inventæ, & reliquum erit latitudo regionis; vt ſi elevatio meridiana ſtellæ fuerit arcus DC, graduum 30. complementum erit arcus CE,graduum 60:ſit declinatio CA, graduum 26. aufer 20. ex 60. reſtabit latitudo CE, graduum 40.

2. Si autem declinatio fuerit borealis AF, graduum pariter 20.Elevatio meridiana DF,ſi graduum 70.complementum FE, graduum 20. cui complemento addenda eſt declinatio AF,aggregatum AE,erit pariter latitudo regionis,

3. Caſus erit ſi ſtella in meridie fuerit inter Zenith, & polum verbi gratia; ſit altitudo meridiana ſtellæ arcus KH grad. 70. ſitque eius declinatio AH graduum 65. complementum illius ſit graduum 25. aufer tale complementum graduum 25. ex altitudine meridianâ 70. reſtabit arcus KH graduum 45.nempe elevatio poli quam diximus æqualem eſſe, latitudini regionis.

4. Caſus erit ſi elevatio meridiana ſtellæ fuerit minor elevatione poli, vt ſi ſit KI graduum 20. declinatio BI graduum 65. adde complementum illius, hoc eſt gradus 25. elevationi KI graduum 20. & pariter habebitur elevatio poli HK graduum 45.

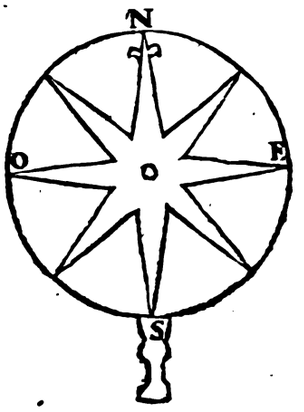
## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Per ſtellam polarem, venari latitudinem regionis.*

Stella polaris, quæ in extremitate caudæ minoris vrſæ in polo non eſt,ſed ab eo diſtat gradibus duobus, & minutis 40 hôc tempore. haberque nonnunquam eandem cum polo elevationem,nonnunquam maiorem, aut minorem, vnde

cognitâ elevatione ſtellæ polaris, etiam non expectando donec meridianum attigerit, ſed in quôlibet alio ſitu, per ſubtractionem, aut ad-




ditionem, elevationem poli inueniemus. fiat ergo inſtrumentum nempe circulus chartaceus, aut ligneus, diuiſus in Rhombos 32. nam ſolemne eſt apud nautas, vt diuiſiones omnes circulorum, fiant in plagas 32. etiamſi in iis circulis neque plagæ, neque aliquid ſimile inueniatur. centrum circuli ita perforatum ſit, vt ſtella polaris videri poſſit. vtere item alia ſtella quam cuſtodem vocant, quæ eſt lucidior poſtremarum rotarum eiuſdem currûs, ſi igitur manubriô eleves inſtrumentum, ita vt per foramen ſtellam polarem reſpicias, noteſque cui Rhombo reſpondeat illa ſtella quam cuſtodem vocauimus, ope tabulæ inferioris cognoſces, quantùm addendum ſit, vel demendum elevationi ſtellæ polaris, vt habeas elevationem poli.

**Dum cuſtos inuenitur in Rhombo.**

| | | Gr. | Mi. | |
|---|---|---|---|---|
| | Eſt | 1. | 31. | Adde |
| Quarta Eſt cum Nordeſt. | | 1. | 55. | A |
| | Eſt Nordeſt. | 2. | 15. | A |
| Quarta Nordeſt. cum Eſt. | | 2. | 29. | A |
| | Nordeſt. | 2. | 38. | A |
| Quarta Nordeſt. cum Nord. | | 2. | 40. | A |
| | Nord Nordeſt. | 2. | 36. | A |
| ¼. | Nord cum Nordeſt. | 2. | 26. | A |
| | Nord. | 2. | 11. | A |
| ¼. | Nord cum Nordoueſt. | 1. | 59. | A |
| | Nord Nordoueſt. | 1. | 26. | A |
| ¼. | Nordoueſt cum Nord. | 0. | 56. | A |
| | Nordoueſt. | 0. | 29. | A |
| ¼. | Nordoueſt cum Oueſt. | 0. | 3. | Sub |
| | Oueſt Nordoueſt. | 0. | 35. | Sub |
| ¼. | Oueſt cum Nordoueſt. | 1. | 4. | Sub |
| | Oueſt. | 1. | 15. | Sub |
| ¼. | Oueſt cum Sudoueſt. | 1. | 34. | Sub |
| | Oueſt Sudoueſt. | 1. | 57. | Sub |
| ¼. | Sudoueſt cum Oueſt. | 2. | 16. | Sub |
| | Sudoueſt. | 2. | 31. | Sub |
| ¼. | Sudoueſt cum Sud. | 2. | 38. | Sub |
| | Sud Sudoueſt. | 2. | 40. | Sub |
| ¼. | Sud cum Sudoueſt. | 2. | 35. | Sub |
| | Sud. | 2. | 25. | Sub |
| ¼. | Sud cum Sudeſt. | 2. | 9. | Sub |
| | Sud Sudeſt. | 1. | 50. | Sub |
| ¼. | Sudeſt cum Sud. | 1. | 23. | Sub |
| | Sudeſt. | 0. | 55. | Sub |
| ¼. | Sudeſt cum Eſt. | 0. | 24. | Sub |
| | Eſt Sudeſt. | 0. | 7. | Adde |
| ¼. | Eſt cum Sudeſt. | 1. | 34. | Adde. |

Vſus tabulæ facillimus eſt: inuenta ſit elevatio ſtellæ polaris ſupra horizontem eſſe graduum 47. & ſit cuſtos in Nordeſt addendi ſunt duo gradus cum min. 38. id indicante ſigno. (*adde*) quare elevatio poli erit 49. 38.

Quia tamen dum inſtituitur nauigatio verſus æquinoctialem, fieri poteſt, vt ea ſtella quæ cuſtos dicitur lateat ſub horizonte; tunc recurrendum eſt ad caput meduſæ, quæ ſtella, priori ferè oppoſita eſt quoad aſcenſionem rectam. Praxis autem eadem eſt, niſi quod vtaris Rhombo oppoſito illi cui reſpondet caput meduſæ. vt ſi inuenias caput meduſæ eſſe in Eſt, vtere Rhombo contrario nempe Oueſt. eritque vnus gradus cum min. 15. ſubtrahendus ab elevatione ſtellæ polaris, vt habeatur elevatio poli.

Vt exactior eſſet operatio, quia tale inſtrumentum debet quantùm fieri poteſt eſſe parallelum æquatori debebit foramini addi tubulus ad angulos rectos, vt dum tubus dirigitur ad ſtellam polarem, planum circuli ſit parallelum æquinoctiali, poſſet manubrio addi filum plombo inſtructum, vt linea Sud inferiorem teneret partem.

In parte Auſtrali iſta methodus vix adhiberi poteſt, eò quòd nulla ſtella ſit polo arctico vicina, ſi tamen haberetur earum ſtellarum accurata deſcriptio, poſſemus aliquid ſimile excogitare. ſunt & alij modi difficiliores.

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Inuenire latitudinem per amplitudines ortiuas.*

Inter alias praxes, inueniendæ declinationis Magneticæ vna iubet obſeruari Rhombum, & gradum in quo ſtella oritur, & occidit, ita vt diuidendo biſariam arcum, inter ortum, & occaſum ſyderis interceptum, inueniatur vera linea meridiana. ſcimus ergo hac praxi quantùm ortus, & occaſus illius ſyderis diſtet à verâ lineâ meridianâ, & hoc independenter ab omni tabula. Supponamus igitur ortum illius ſyderis diſtare 30. gradibus à verâ linea meridiana, complementum illius diſtantiæ ſeu arcus gradum 60. erit eius amplitudo ortiua, conſule tabulam amplitudinum ortiuarum, & vide quâ in latitudine, habeat hæc ſtella amplitudinem ortiuam graduum 60. In hac enim latitudine verſaris.

Idem præſtare potes per ortum, & occaſum ſolis, ſi enim obſerues quô in Rhombo, & gradu oriatur, & occidat, ſcies quam amplitudinem ortiuam habeat, quare ſi conſulas tuas tabulas, videaſque eius declinationem, & cum eius declinatione, animaduertas quâ in latitudine eam habeat amplitudinem ortiuam, quam deprehendiſti, hæc erit tua latitudo.

Vniuerſaliter igitur loquendo, ſi obſeruare poſſis cuiuſcumque ſyderis amplitudinem ortiuam independenter à tabulis, conſulendo tabulas inuenies latitudinem.

PROPO

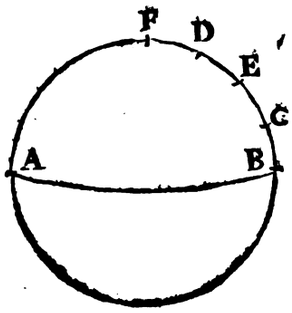
Digitized by Google

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*Latitudinem inuenire duplici altitudine meridianâ ſtellæ.*

Hæc methodus adhiberi non poteſt niſi hyeme, dum nox ſuperat 12 horas. cum primum ſtellæ apparent, obſeruetur eleuatio meridiana alicuius ſtellæ earum quæ nunquam occidunt; certum eſt quod intra 12. horas rurſus meridianum attinget, ſemel ſupra polum, & ſemel infra, adde vtramque altitudinem in vnam ſummam, dimidium illius erit altitudo poli.




Demonſtr. Sit prima ſtellæ eleuatio BD, & ſecunda BC, abſcinde arcum DF, æqualem arcui BC, diuide bifariam arcum BF, in E: dico punctum E eſſe polum. cum enim arcus FE, EB ſint æquales. ſint item facti æquales arcus K I, E F, reſtabunt arcus K H, H F æquales, certum eſt autem polum inueniri in medio punctorum K, & F, aut I & E, cum ſtella non mutet diſtantiam à polo, igitur conſtat praxis aſſignata.

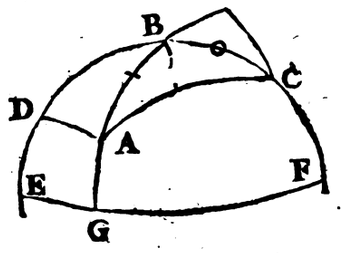
## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Datâ verâ lineâ meridianâ, declinatione ſyderis, ad primam altitudinem obſeruatam latitudinem regionis inuenire.*

Hæc propoſitio ſupponit cognoſci declinationem Magnetis, & conſequenter cognoſci veram lineam meridianam. obſeruentur ſimul duo, nempe verticalis ſolis, qui habebitur, ſi vmbra perpendiculi per centrum roſæ nauticæ tranſeat, & eôdem tempore obſeruetur eius eleuatio ſupra horizontem, quære item in tabula quatuor annorum; eius declinationem. ope Trigonometriæ facile cætera exequeris, nam in triangulo A B C, datur A B, complementum eleuationis ſolis, datur latus A C, diſtantia ſolis à polo, cognoſcitur item angulus EBG, & conſequenter A B C, ducatur ex puncto A, arcus A D, perpendicularis ad meridianum CB.

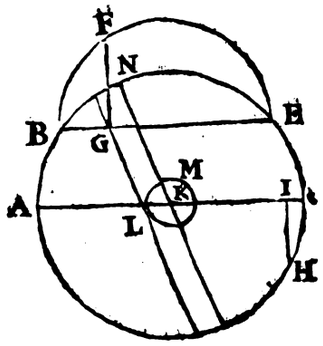
Fiat vt ſinus totus,
Ad ſinum complementi ABC,
Ita tangens AB,
Ad tangentem B D.




Rurſus fiat
Vt ſinus complementi AB,
Ad ſinum complementi AC,
Ita ſinus complementi arcûs BD,
Ad ſinum complementi arcus CD.

Differentia inter CD, & BD, ſeu arcus BC, eſt complementum eleuationis poli.

Hoc problema ſolui poteſt per quodlibet Aſtrolabium vniuerſale ſicut, & per Analemma.




Deſcribatur circulus quôlibet interuallô, linea AI, ſit horizontalis; arcus A B, ſit eleuatio ſolis ſupra horizontem, & B E, Almicantarath in quo ſol inuenitur, circa B E, deſcribatur ſemicirculus BFE, in quo arcus B F, ſit diſtantia ſolis à meridiano, quæ obſeruata fuit, ducatur ad BE perpendicularis FG, erit punctum G locus ſolis. ſit arcus IH, æqualis declinationi ſolis pro eô die, ex centro K, interuallo HI, deſcribatur circellus LM, deniq; ex puncto G, ducatur linea GL, tangens circellum LM, & lineæ LM, parallela KN, erit arcus AN, complementum eleuationis poli. non affero demonſtrationem, quia non eſt huius loci.

Aliqui inſtrumento conſtante duobus au tribus ſemicirculis vtuntur. in quo ſcilicèt æquator attollitur, aut deprimitur hæ tamen praxes vix poſſunt non errare aliquo gradu, quod in hac materia eſt alicuius momenti.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

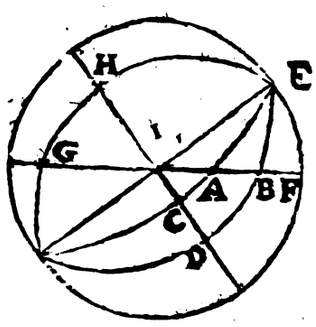
*Obſeruare latitudinem, per occaſum aut ortum duarum ſtellarum.*

Suppono haberi tabulas declinationis ſtellarũ, declinatio autem nihil eſt aliud, quam diſtantia ſtellæ ab æquinoctiali plano. ſtellæ B, declinatio eſt arcus BD. volo item vtriuſque ſtellæ habe-



Digitized by Google

ri aſcenſionem rectam aſcenſio autem recta, eſt punctum æquinoctialis reſpondens directè alicui ſtellæ, hoc eſt ducendo circulum horarium per




ſtellam, gradus æquatoris qui attingitur. ponàmus ergo duas ſtellas ſimul oriri aut occidere, nempe in A & B. cum ſciatur vtriuſque aſcenſio recta, ſcietur item differentia inter aſcenſionem rectam vnius, & aſcenſionem rectam alterius, nempe arcus CD, ſubtrahendo ſcilicet maiorem à minori. arcus autem CD eſt menſura anguli AEB, & per trigonometriam in triangulo AEB, cum cognoſcantur latera AE, BE, complementa declinationis, non latebit angulus ABE. rurſus in triangulo ABF, rectangulo in F, dato latere BE, & angulo EBF, facile habebitur arcus EF, ſeu arcus eleuationis poli.

Idem conſequemur ſi vna ſtella oriatur, alia vero occidat eodem tempore. opus eſt nonnullis animaduerſionibus formatur enim primò triangulum, ex arcu horizontis & duobus circulis horariis per ſtellas tranſeuntibus, cognoſcitur item angulus quem comprehendunt hi circuli horarii; vnde poteſt cognoſci, angulus quem vnus ex circulis horariis, cum horizonte comprehendit, & ex eo ſicut priùs cognoſcetur eleuatio poli. vt hæc praxis reddatur facilior habeda eſt tabula differentiarum aſcenſionalium, quæ vt intelligantur, ſuppono in ſphæra recta omnes ſtellas impendere 6 horas ſeu 90 gradus, vt ab horizonte ad meridianum progrediantur, in ſphærâ verò obliqua, plus aut minus impendunt, & hoc plus, aut minus dicitur à me differentia aſcenſionalis. vt ſi ſupponatur circulus horæ ſextæ eſſe EI, differentia aſcenſionalis ſtellæ A erit arcus CI, ſtellæ B, arcus DI, ſtellæ G, arcus GI habentur autem tabulæ harum differentiarum, ita vt cognitâ declinatione ſtellæ, & eleuatione poli, ſciatur differentia aſcenſionalis. pariter datâ declinatione ſtellæ, & eius differentia aſcenſionali cognoſcetur eleuatio poli.

Suppono igitur cognoſci arcum interceptum inter has duas ſtellas differentiam aſcenſionum rectarum, ſeu arcum CD, quem diximus cognoſci, ſubtrahendo aſcenſionem rectam vnius, ab aſcenſione recta alterius. conſule tabulam aſcenſionalium differentiarum iuxta eleuationem poli æſtimatam, & ſubtrahe vnam differentiam aſcenſionalem, ab alia, ſi ſint ex vtraque parte: vel adde ſimul ſi vna ſtella declinet ad Auſtrum, & alia ad boream, ſi hic ſecundus arcus æqualis eſt priori, bene æſtimaſti altitudinem polarem, ſi verò ſint inæquales quære aliam, atque aliam donec occurrant æquales.

Tertius caſus qui poteſt occurrere, erit ſi vna ſtella oriatur, alia occidat, & vlteriùs poſſunt vel ambæ eſſe boreales, aut ambæ Auſtrales, vel vna borealis alia Auſtralis, ſi ambæ ſint Auſtrales, ſubtrahantur eorum differentiæ aſcenſionales à 180, id quod reſtabit debet eſſe æquale differentiæ inter aſcenſiones eârum rectas, ſumptæ ab occidente per meridiem ad orientem ſi vtraque borealis ſit adde 180, earum differentiis aſcenſionalibus, arcus qui conflabitur æqualis eſſe debet differentiæ inter earum Aſcenſiones rectas, ſumptæ ab occidente per meridiem ad orientem.

Si vna fuerit borealis alia Auſtralis, Adde 180, boreali differentiæ aſcenſionali, & ex ſumma ſubtrahe differentiam aſcenſionalem auſtralis id quod relinquetur æquale debet eſſe differentiæ inter earum aſcenſiones rectas, ſumptæ ab occidente per meridiem ad orientem.

Vt exactior ſit calculus vna ex ſtellis vicina ſit æquinoctiali, alia verò multum ab æquinoctiali diſtet; nam ſi vtraque eſſet vicina æquinoctiali, paruus error, in maiorem ſe extenderet.

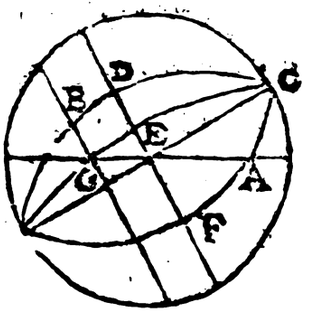
Nonnulli timent refractionem, ſed cum ſit æqualis vtrobique, immo etiam ſi ob vapidum horizontem videatur occultari antequam vere occidat. modo ambæ ſimul occultentur bene procedet operatio. Quamvis multi dicant in his præſertim regionibus horizontem, ita eſſe vapidum, vt vix quidquam certi, circa ortum aut occaſum ſtellarum conſtitui poſſit.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

*Latitudinem eruere ab occaſu aut ortu ſtellarum non ſimultaneo.*

Quia non ſine difficultate, & rarò accidit vt duæ ſtellæ ſaltem illarum, quæ vulgò cogno-




ſcuntur, ſimul præciſe oriantur, aut occidant, aſſumemus duas ſtellas, quarum vna occidat, alia adhuc ſupra horizontem elevatâ. dico fieri poſſe vt ſciamus elevationem poli, modò cognoſcamus tempus, quod intercedet, inter vtriuſque occaſum. tempus autem metiemur ope penduli, dedi iam longitudinem penduli cuius 60. vibrationes compoſitæ minutum primum adæquarent. hoc igitur tempus inter vtriuſque ſtellæ occaſum interceptum, mutetur in gradus, & minuta graduum nam dividendo numerum minutorum per 4. efficies gradus, & dividendo numerum minutorum ſecundorum temporis per 4. efficies minuta graduum. hi gradus, & minuta nonnunquam addi debent, nonnunquam ſubtrahi à differentia aſcenſionum rectarum ſtellarum. quod in exem-

plo

Digitized by Google

manifestum fiet. Proponantur duæ stellæ A & B quarum sciatur ascensio recta, & declinatio, & consequenter differentia ascensionum rectarum; seu arcus D F, stella B appareat adhuc per 4. min.dum stella A occidit, hoc est cum stella A occidit punctum G occidit. arcus autem BG est vnius gradus & DE, etiam quia vnus gradus quatuor minutis æquiualet, quare si hunc gradum auferas ex arcu DF, restabit arcus EF, finge punctum G esse stellam aliquam, & eodem modô operare ac in superiori propositione.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Cognoscendo tempus quod intercedit ab occasu stellæ, donec alia stella sit in meridiano, latitudinem regionis inuenire.*

Quamuis sit valde difficile determinare tempus quô, stella ad meridianum peruenit, cum id cognoscamus tantùm per eleuationem maximam; sunt tamen aliquæ stellæ, quas aliter obseruare possumus talis est quæ in pectore cassiopeyæ, & tertius Equus maioris cursus: quæ in eodem circulo horario versantur cum stella polari, nam si præ manibus perpendiculum habeas, videasque tempus quô stella polaris, & alterutra ex his stellis illud attingunt, tunc erit præcise, in circulo meridiano, quare ex tabulis ascensionum rectarum habes punctum æquinoctialis quod inuenitur in meridiano, & detractis 90 gradibus habes punctum æquinoctialis quod occidit, vtere pendulô, vt metiaris tempus, vsque ad occasum alicuius stellæ. mutando hoc tempus, in gradus & minuta; quæ addes, & habebis punctum æquinoctialis, quod cum tali stella occidit; habenda est ascensio recta stellæ: differentia inter gradum ascensionis rectæ, & gradum æquinoctialis occidentem, est differentia ascensionalis illius stellæ. quare consule tabulam differentiarum ascensionalium, & vide quâ in eleuatione poli, hæc differentia ascensionalis respondeat prædictæ stellæ declinationi: & hæc erit eleuatio poli.

Si Nocturlabium paulo exactiùs locum stellarum indicaret; omni tempore haberemus latitudinem, hoc est non tantum dum hæ stellæ ad meridianum peruenirent, sed necessarium esset vt nocturlabium esset magnum, & diuisum in gradus, nam eôdem tempore, quô stella quæcumque occideret, obseruaretur nocturlabiô circulus horarius in quo inueniretur pectus cassiopeyæ, & consequenter sciretur punctum æquinoctiale, quod in eodem circulo horario inuenitur, nempe per ascensionem rectam eiusdem, & addendo gradus vsque ad sextam, haberetur gradus æquatoris occidens, & hic gradus esset descensio obliqua stellæ occidentis, quam comparando cum ascensione rectâ eiusdem, innotesceret differentia ascensionalis, & ex tabula differentiarum ascensionalium eleuatio poli.

Si haberemus horam exacte, vt horologiô pendulis instructô, vel ex clepsydra exacta, haberetur latitudo ex stellæ cuiuscumque occasu: nam sciendo horam cognoscitur circulus horarius in quo sol inuenitur, cognoscitur ergo ex tabula ascensionum rectarum gradus æquatoris qui in eodem circulo horariô inuenitur, & per additionem graduum competentium distantiæ talis horæ à sextâ, gradus æquatoris occidens, cætera fiant vt supra.

## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

*Obseruare latitudinem per amplitudines ortiuas duarum stellarum.*

Obserua dum duæ stellæ simul occidunt, aut fere simul: arcum inter eas interceptum, quod præstabis, vel cruce geometricâ vel quadrante Anglico. vel quôcumque aliô instrumentô, horizontaliter dispositô. Iam vide tabulas amplitudinum ortiuarum, & subtrahendo vnam amplitudinem ab alia, si sint eiusdem rationis, vel eas addendo, arcus qui fiet, aut residuus erit debebit esse æqualis, obseruato; si inæqualis fuerit, aliæ atque aliæ adhibendæ sunt tabulæ, & quæ æqualem exhibebit obseruato ea est quæ huic eluationi poli conuenit.

Si pixis nautica esset satis magna, & exhiberet gradus & minuta: possemus eôdem tempore, & eleuationem poli, & declinationem magnetis hôc modô inuenire. obserua vnius stellæ amplitudinem ortiuam respectu lineæ orientalis tuæ rosæ; obserua item amplitudinem occiduam alterius stellæ, volo autem aut vtramque esse borealem, aut vtramque Australem. quære in tabula amplitudinum ortiuarum, aliquam latitudinem in quâ, aggregatum amplitudinum ortiuarum æquale sit obseruato, & habebis eleuationem tuæ regionis. neque timendum est à declinatione magnetis, id enim quod daret ex vna parte, detraheret ex alia. Habebis item veram amplitudinem, & consequenter declinationem magnetis. Etiamsi hæc praxis sit optima ad declinationem magnetis obseruandam; non tamen satis exactam puto ad latitudinem inueniendam.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Cognoscere latitudinem obseruando altitudinem duarum stellarum.*

Sint duæ stellæ B & C, quorum scitur ascensio recta & consequenter angulus CAB, cognoscuntur item complementa declinationum AB AC, & per trigonometriam cognoscetur latus BC & anguli A B C, A C B, quæ omnia ante obseruationem præparari possunt.

Volo obseruari altitudines CE, BF, ita vt sciantur complementa D C, D B, quare in triangulo D C B dantur tria latera; cognoscetur, igitur angulus DBC, sed iam cognoscebatur A B C, igitur cognoscitur angulus A B D, & in triangulo A B D cognitis lateribus AB, DB,

Digitized by Google

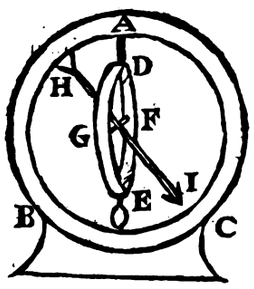
AB, DB & angulo ABD, dabitur basis AD, complementum eleuationis poli.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

*Eleuationem poli inuenire per magnetem.*

Hæc praxis nititur experimento magnetico. fiat enim acus chalybea, duobus cardinibus F & G suspensa. æquilibrata priùs quam magnetem sentiat, quæ magnetice excitetur, perdet æquilibrium, eaque extremitas quæ ad boream vergit, in boreali hemisphærio, deorsum inclinabitur. ab hoc experimento fluxit, hoc instrumentum. diuiditur quadrans HI in suos gradus. tum circulus BHI, vero meridiano aptatur, ita vt I meridiem, H boream respiciat, extremitas I indicabit inclinationem magnetis seu angulum quem cum horizontali linea comprehendit.




Hic angulus æqualis non est latitudini regionis, ex eo tamen eleuationem poli licet coniicere.

Gilbertus Londini cuius eleuatio poli est grad. 50. inuenit inclinationem magnetis grad. 71. 4.

Cabæus in lat. 45, inclinationem inuenit 54.

Kircherius Romæ cuius latit. 42, inclinationem 65. 50.

Melitæ vbi latit. 35. Inclinatio 59. 15.

Experti sunt nostri in itinere Goano in hemisphærio boreali satis exacte inclinationem magtis, respondere experientiis Gilberti, in australi non item.

Hic tantum nautis indico praxin non inutilem, modo habeatur inclinatio respondens singulis gradibus latit. quam tamen habere non possumus, nisi vel experimentò, vel raticiniò Experimentum duplex esse potest. primò posset quis se transferre ad regiones diuersæ latitudinis, & in iis experiri magnetis inclinationem. quod experimentum optimum esset.

Secundò Potest quis experiri supra magnetem generosum, & in sphæram conformatum, quam in diuersis latitudinibus, seu in diuersis à polo distantiis, acus magnetica inclinationem habeat, quam enim inclinationem respectu magnetis habebit eandem respectu terræ obtinebit: cum probabile sit terræ magneticam inesse virtutem, vt vidimus. quia tamen magnetes non sunt satis magni, vix experimentum circa magnetem ita præcisum est vt non aberret aliquibus gradibus, si tamen habeatur generosus magnes. qui centro circuli in gradus diuisi collocetur, & pixis magnetica, in circuli circumferentiæ singulis gradibus successiuè statuatur, poterit inclinationis magneticæ, aliqua cognitio haberi.

Authores qui de magnete scripserunt, has tabulas proponunt. quæ cum differant puto insistendum obseruationibus Cabæi, cum Patres nostri Goam profiscicentes, eas hemisphærio boreali congruere deprehenderint.

Puto tamen rem ita lubricam esse vt nisi instrumentum sit delicatissimum intolerabiles committantur Errores.

| Elev. poli. Grad | Inclin. Ex Cabæo. Gr. Mi. | Inclin. Ex P. Grad Gr. M. | Incli. ex Kircher Theoria Gr. Mi. |
|---|---|---|---|
| 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. 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. 23 |
| 80 | 88. 5 | 86. 0 | 88. 42 |
| 85 | 89. 0 | 88. 0 | 89. 4 |
| 90 | 90. | 90. 0 | 90. 0 |

## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*De correctione æstimationis in cursu simplici.*

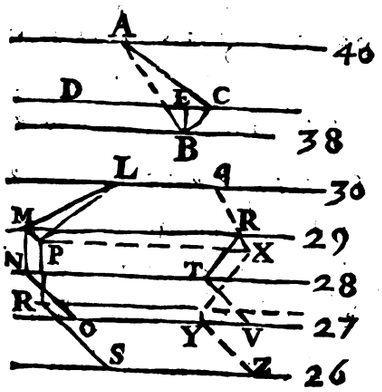
Supra docuimus methodum assignandi in mappa hydrographica, loci, ad quem peruenit nauigium, atque adeo eius longitudinem, & latitudinem æstimandi. multa sunt quæ hanc æstimationem erroneam reddant. quòd duobus principiis fallibilibus nitatur, nempe æstimatione itineris confecti, & Rhombò quem tenuit nauis. quod pertinet ad primum, si praxes supra traditæ negligantur potest in itinere æstimando error committi. non minùs in Rhombo potest error latere, siue ob magnetis declinationem; siue ob latentes aquarum fluxus. correctio quæ adhibetur tota ex obseruatione latitudinis pendet: huius regulas aliquas proferemus.

Æstimatam latitudinem vocamus eam, ad quam, ex itinere confecto, & rhombo quam tenuimus; æstimamus nos peruenire. obseruatam autem dicimus eam, quam ex astrorum obseruatione independenter

Digitized by Google

pendenter scilicèt à Rhombo, & itinere cognoscimus.

Prima Regula, si latitudo æstimata, æqualis est obseruatæ correctione non indiget; & æstimationem loci, ad quem pervenit navis, confirmat.




Secunda Regula, si latitudo obseruata, differt ab æstimata, latere errorem necesse est: aut in Rhombo, aut in itineris quantitate.

Si cursus fuerit simplex, hoc est si navigatum fuit per vnicum Rhombum, fueriſque certior de itineris quantitate, quàm de Rhombo, eò quòd vel declinationem Magnetis obseruare non potuisti: vel aliunde cognoscis in eo mari, esse latentes aquarum fluxus, eadem itineris quantitas retineatur.

Processerit navis ex puncto A, cuius latitudo 40. credaturque processisse per Rhombum AC 200 milliaria, æstimeturque perveniſse ad punctum C. cuius latitudo 37. 40. Sed obseruata invenitur 38. circinum extende ex A in C, fiatque arcus BC, secans parallelum gradum 38. in puncto B. dico navim processisse per Rhombum AB. Aliter enim retineri non potest, eadem itineris quantitas, cum punctum B, in ea latitudine, sit illud quod distat 200. milliaribus à puncto A.

E contrà si ita habueris declinationem Magnetis, vt de Rhombo non dubites, sed dubia sit itineris quantitas. retineatur Rhombus, eritque locus navigij, in puncto in quo linea AB, intersecat parallelum latitudinis obseruatæ.

Denique si vtrumque æqualiter dubium esset; nempe iter, & Rhombus mediâ viâ procedatur, retineatur longitudo puncti B. ductâ perpendiculari B E, eritque locus navigij in puncto E.

Secunda Regulâ, si Rhombus æstimatus fuerit meridianus, videaſque multis diebus, te non mutare latitudinem pro ratione itineris confecti. certò scias te abreptum ad latera ad orientem, aut occidentem; quod circumstantiæ illius maris detegent. si haberetur longitudo esset negotium absolutum.

Tertia Regula, si Navigatio directe fuit facta ad orientem, aut occidentem, secundùm directionem pixidis Magneticæ, & post aliquos dies inveniatur aliqua mutatio latitudinis. defectus hic Rhombo totus tribuitur: eadem itineris quantitas retineatur. quamvis enim occultus maris fluxus, possit retardare navigij motum, hæc tamen retardatio, non mutat latitudinem, & inobseruabilis est. ideo multi nautæ malunt nonnihil obliquare cursum, quàm directè ad orientem procedere, vt ex mutatione latitudinis, comparatâ cum itinere confecto, melius de loco ad quem pervenit navis iudicium ferant. memini me legisse navim quæ ex America, in Africam in Zona torrida navigabat, per mensem integrum navigationis, cum vento propitio vix processisse per aliqua milliaria.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema

*De correctione æstimationis; in cursu composito.*

Est maior difficultas in cursu composito. voco autem cursum compositum, navigationem per diversos Rhombos, priusquàm detur correctionis locus. multæ sunt causæ propter quas vtendum est diversis Rhombis. primò ob promontoria, & procurrentes terras, sæpe cogimur Rhombum mutare. secundò quia vento contrario, resistere non possumus: cogimur obliquare cursum, aliumque Rhombum inire. omnes Rhombi ad Septentrionem ferentes augent latitudinem, qui ad Austrum minuunt. qui ad orientem longitudinem augent; qui ad Occidentem eam minuunt.

Prima Regula In cursu composito ex variis Rhombis præcipuè si aliqui in Septentrionem; alij in austrum ferant. si latitudo æstimata differt ab obseruata. eadem retineatur longitudo, & locus navigij à parallelo æstimato, in obseruatum transferatur. vt si navis processerit ex puncto q. & æstimetur esse in puncto V, in latitudine 27. Sed obseruatio latitudinis indicat 26. retentò eòdem meridiano, transferatur navis locus in punctum Z.

Secunda Regula si cursus partiales, ex quibus componitur aliqua nauigatio, sint eiusdem rationis, poterunt omnes corrigi, si nempe differentia inter latitudinem obseruatam; & æstimatam distribuatur singulis cursibus; & singulorum retineatur itineris quantitas, quam suppono minùs dubiam quàm Rhombum.

Navis procedere credatur ex puncto L, cuius latitudo 30. per Rhombos L M, M N, N O: æstimeturque eius locus esse in O. latitudinis 27. Sed obseruatur parallelus 26. differentia est vnius gradûs, quæ singulis cursibus debet distribui. retineatur ergo eadem itineris quantitas. quare ex L, vt centrò, fiat arcus MP, intervallò L M, donec secet parallelum 28. 40. in puncto P. pariter ex P, fiat arcus, intervallò MN, seu itineris secundi cursûs donec secet parallelum gr. 27. 20. in puncto R. denique ex R, vt centrò, intervallò N O, seu itinere tertij cursûs; fiat arcus secans parallelum 26. in puncto S. is enim erit locus navigij.

Si denique nullus esset dubij locus, circa Rhombos, eò quòd obseruata semper esset declinatio Magnetis, distributâ differentiâ latitudinis obseruatæ, ab æstimatâ, retineantur iidem Rhombi, vt primus cursus q R, producatur donec attingat parallelum sibi debitum, fiatque secundus Rhombus X Y, priori R T parallelus, sed longior, donec debitum sibi parallelum attingat, idem fiat circa Y Z. erit Z locus navigij. atque hôc modô per solam latitudinem

obſeruatam, tota nauigationis æſtimatio corrigetur. Quod ſi longitudo obſeruari poſſet; facilior, & exactior euaderet correctio.

## PROPOSITIO XXIII.

### Theorema.

*Quanti momenti ſit longitudo, é cœlo obſeruanda.*

Explicuimus ſuprà quid eſſet regionis, aut loci cuiuſlibet longitudo; item quid eſſet longitudinum differentia, quæritur ergo methodus aliqua obſervandæ longitudinis, ita vt ſi per miraculum in inſtanti, vt ita dicam in quaſlibet terras aſportarer, vel vi tempeſtatis abreptus, nullâ itineris habitâ ratione, in quælibet maria devenirem, poſſem tamen factis aliquibus obſervationibus, certò aſſerere meridianum in quo verſor, tot gradibus à primô diſtare, eumque in mappis indicare. & ſicut in eôdem caſu, ex ſyderum elevationibus, invenire poſſem elevationem poli, ſeu latitudinem, nempe circulum parallelum æquinoctiali, in quo verſarer, ita etiam indicare poſſim circulum meridianum, ad quem deveni, & conſequenter his duobus ſimul cognitis determinare in mappa locum in quo verſor. Supponamus enim me è cœlo obſervaſſe latitudinem graduum 30. certum eſt me exiſtere in aliquo puncto illius paralleli, in quo vero incertum. ponamus obſervari poſſe longitudinem, hoc eſt differentiam, inter primum meridianum, & eum ad quem deueni; ponamus eam eſſe graduum 40. ductô meridiano à primo meridiano, gradibus 40 diſtante communis interſectio, paralleli 30. & meridiani 40. Exhiberet loeum in quo verſor. quia cum ſim, & in meridiano, & in parallelo neceſſariò interſectio locum in quo verſor exhibebit. atque adeò non eſſet opus Rhombi, aut itineris habere rationem.

Atque illud eſt problema, cuius ſolutio tantoperè à nautis expetitur, quodque omnibus numeris abſolutam redderet artem nauticam, ſi nempe poſſemus quoties liberet, aſſignare locum ad quem pervenit navis, tanti autem æſtimatur huius quæſtionis ſolutio, vt Galli, Angli, & Belgæ, quinquaginta millia Francorum mercedem ei conſtituerint, qui eius ſolutionem exhibebit, & iure; puto enim multò maiorem ex eâ vtilitatem haberi poſſe, quam ex duplicatione cubi, aut circuli quadratura.

## PROPOSITIO XXIV.

### Problema.

*Primus modus obſeruandæ longitudinis.*

Primus modus erit per Eclypſes Lunares hâc methodô. habeat quis ſupputatam Eclypſin ex tabulis Aſtronomicis, pro quôcumque meridianô. ponamus facilitatis gratiâ, me inveniſſe initium Eclypſis eſſe horâ decimâ poſt meridiem, reſpectu eorum, qui primo meridiano ſubiacent. Ego autem eiuſdem Eclypſis initium obſervans. ex ſtellæ alicuius altitudine horam invenio 11. poſt meridiem. quare aſſero me 15. gradibus diſtare à primo meridiano orientem verſus, qui enim plures horas numerant orientaliores ſunt. Sed is modus quamvis videatur ſolutionem problematis exhibere, in multis tamen deficit. Primò rarò accidunt Eclypſes, atque adeò, nullum ferè emolumentum ex hâc praxi ad nauigationem haurire poſſumus. Secundò vix tabulæ ita exactæ, ſunt hactenus compoſitæ, vt non aliquibus minutis deficiant, quatuor autem minuta, gradum componunt, error intolerabilis. Tertiò initium Eclypſis non eſt ita indiviſibile, vt qui acutiori pollent oculorum acie, non aliquibus minutis antea Eclypſin videant quam qui hebetiores habent oculos. Quàm autem proclive ſit in iis errare, poterit facilè cognoſcere, qui varias locorum terreſtrium longitudines, cum variis Eclypſium obſervationibus contulerit, videbit enim omnia confundi.

Inutiles multò magis ad hoc negotium ſunt Eclypſes ſolares, propter parallaxin, multò minus ſunt vtiles coniunctiones veneris, aut mercurij cum ſole, quæ cum tantâ difficultate obſervari poſſunt, vt omnem nautarum diligentiam ſuperent.

## PROPOSITIO XXV.

### Problema.

*Secundus modus obſeruandæ longitudinis.*

Secundus modus erit ex coniunctione lunæ cum aliquibus ſtellis fixis, ſi enim ex Ephemeridibus cognoſcam, quâ horâ, reſpectu eorum qui ſub primo meridiano degunt, luna diſtet 10 gradibus aſtella, ponamus me inveniſſe horam octavam Veſpertinam, ex obſervatione autem id invenio accidere horâ nonâ, cum dimidia, hoc eſt viginti duobus gradibus cum dimidio. Ex eo concludo me verſari in meridiano magis orientali, quàm ſit primus meridianus 22. gradibus cum dimidio. Sed requiruntur multa, primò vt ſupputatio, ſit accurata. ſecundò vt obſervatio ſit exquiſita. tertiò vt habeatur ratio parallaxis. Si haberetur ſatis benè declinatio Magnetis, & linea meridiana cum luna perveniret ad meridianum, obſervanda eſſet ſtella quæ ſimul ad meridianum perveniret; & tunc procedendo per aſcenſiones rectas, nulla parallaxis timenda eſſet, quia tamen proclive eſt errare in iis omnibus; exiſtimo hanc praxin ſuperare nautarum captum. ideoque non immoror diutius.

## PROPOSITIO XXVI.

### Problema.

*Tertius modus obſeruandæ longitudinis.*

Tertius modus erit ope Iovis ſatellitum, ſunt enim circa Iovem quatuor ſtellulæ, eum ſuis circulationibus ambientes, ita vt quæ illi eſt propinquior, circulum ſuum abſoluat intra 42 horas. Secunda inſumat tres dies, horas 13. min. 20. in vna circulatione. Tertia diebus 7. horis duabus circulum efficiat. quarta diebus ſexdecim,

&

Digitized by Google

& horis octodecim. si habeantur Ephemerides pro primo meridiano institutæ, & ex iis cognoscam accidere coniunctionem primi satellitis cum secundo, voco autem coniunctionem quoties iupiter, & duo satellites, in vnâ eâdemque lineâ inveniuntur, observemque horam quâ talis coniunctio accidet, differentia horarum, meridianorum differentiam exhibebit.

Sed multæ sunt difficultates in hac praxi, prima est quod motus satellitum, non sit adhuc bene constitutus. Secunda quod motus navigij, vsum certum telescopij præripiat, sine quo nihil præstari potetit.

## PROPOSITIO XXVII.

### Problema.

*Verus modus inuenienda longitudinis.*

Habeatur horologium arenarium, duodecim circiter horarum, dixi circiter, neque enim requiro, vt præcisè sit duodecim horarum. immo existimo vix fieri posse, vt tantumdem temporis insumat ex vnâ parte, quantùm ex aliâ. huius tamen duratio optime cognita sit, nempe quantùm temporis insumat, vt bis fluat: & ad hoc per mensem integrum sumatur experimentum. hoc est sole existente præcisè in aliquo circulo horario verbi gratia, horâ sextâ matutina illud invertat, & per mensem integrum sit diligens in eô vertendô, ita vt cessare non permittatur. si post 30. dies desinat fluere horâ sextâ, erit eius duratio præcisè duodecim horarum, aut potiùs 24 horarum. Si verò fluere desinat hora octava. duæ horæ dividantur per dies 30. vnicuique competunt minuta quatuor, quare eius duratio erit 24 horarum, & quatuor minutorum.

Vsus illius arenarij talis erit. die antequam soluam, quâcumque horâ, verbi gratiâ dum præcisè erit nona matutina, horologium fluere permitto, expectoque donec semel fluxerit, nempe circa nonam Vespertinam, ex altitudine alicuius stellæ invenio horam. ponamus me invenire nonam cum tribus quadrantibus, assero huius horologij ope, me posse bis quôlibet die, assignare longitudinem loci ad quem pervenero. fluxerit enim semper horologium, (neque enim debet, vel tantillulum cessare) expecto igitur donec fluxerit horologium circa horam nonam matutinam, & tunc ex elevatione solis observo quænam sit hora. ponamus me invenire horam decimam, & esse sextum diem navigationis, hoc est horologium per sex dies fluxisse. cum igitur vt supponimus impendat, vt bis fluat 24 horas, & 4 minuta, vt fluat duodecies; impendet sexties 24 horas, & 24 minuta. quare in loco vnde exivi est hora nona cum 24 minutis, sed invenio esse horam decimam in loco, ad quem perveni, differentia est minutorum 36. seu graduum 9. igitur meridianus loci ad quem perveni distat à meridiano loci profectionis gradibus novem versus ortum.

Eôdem modô operandum est Vespertinis horis ad stellas. nam arenarium ostendet bis in die horam respectu loci è quo soluit navis. Astra autem dabunt horam illius loci ad quem perventum est, differentia horarum; in gradus conversa, erit differentia meridianorum.

Tota difficultas in eo posita est, an arenarium construi possit quod pro temporis varietate, frigore aut calore, siccitate aut humiditate, nullô modô varier. sunt qui putent arenarium cuius nodus ita benè compactus fuerit, vt nulli externo aeri aditum præbeat, aëris, & temporis vicissitudini obnoxium non esse.

## PROPOSITIO XXVIII.

### Problema.

*Alius modus inuenienda longitudinis.*

Aliam viam tentarunt nonnulli inter quos Dominus Eughens nobilis Hollandus, pro arenario horologium automaton pendulo instructum adhibuit, immò duo talia horologia sibi vicina constituit, quæ ita sibi respondebant, vt amborum vibrationes congruerent. Legimus autem, in doctorum diario, eum promissum præmium petiisse; & ad experientiam provocasse. dicam tamen quod sentio, quamvis habeam præ manibus horologia automata pendulis instructa, dum hæc scribo duo habeam in cubiculo meo, & horologium magnum huius Collegij Camberiensis, pendulo regatur, non puto tamen quâcumque adhibitâ diligentiâ fieri posse, vt huiusmodi automata aliquibus minutis intra 24. horas non aberrent, quamvis longè communibus sint exactiora: quare donec doceamur modum horologia automata exactissima componendi; puto inutiliter ea in longitudine inveniendâ adhiberi, quidquid super ea re, doctorum diarium retulerit.

## PROPOSITIO XXIX.

### Problema.

*Aliqua nota circa horas ad inueniendam longitudinem.*

Quamvis arenarium exactissimum haberemus, aut automata pendulis instructa, eam haberent præcisionem, quam doctorum diarium eis tribuit, nonnulla tamen circa horas notanda essent.

Hoc arenarium, sicut & automaton, dies æquales exhiberent, dies tamen naturales 24. horarum ad solem sumpti, hoc est ab eo tempore quô sol meridianum attingit, donec ad eundem meridianum recurrat, sunt inæquales. nam cum sol in orientem feratur motu propriô ferè vnô gradu, dies nihil erit aliud nisi cœli revolutio integra, vnâ cum eâ parte, quæ respondet motui eius diurno, quod tempus efficit fere 4 minutorum. Hic motus diurnus solis æqualibilis non est, cum moveatur tardiùs circa Apogæum, quam circa perigæum, præterea planum Eclypticæ obliquum est ad æquatorem, vnde sequitur, quod etiamsi singulis diebus moveretur æqualiter ascensio recta, seu arcus æquatoris respondens eius motui diurno non essent æquales, hæ duæ anomaliæ inæqualitatem



Digitized by Google

invehunt in dies solares; quamvis autem hæc differentia in singulos dies, sit exigua; decursu tamen temporis ad 20. minuta perveniret.

Astronomi tabulam habent, vt eam inæqualitatem corrigant in qua supponendo medium diem solarem, hoc est neque maximum neque valde brevem, ad illum omne tempus exigunt, atque ita tempus quô notatur aliqua Eclypsis, non significat tempus apparens solis; sed tempus medium, & aliquid adimunt, aut addunt illi tempori, vt diem apparentem efficiant.

Hâc tabulâ ita vteris respice tempus in quo experiris tuum horologium quot minuta addenda sunt, aut demenda, vt tempus medium in apparens mutetur, quod si intra mensem tantumdem addendum est horologium aptatum est tempori apparenti, si plura minuta addenda sunt dies erant nimis parui, si è contra non essent tot minuta addenda sunt nimis magni. Idem faciendum erit dum vteris tuô horologiô. sed ista superant captum navarchorum communium quare.

Satiùs foret experiri automata ad stellas, sumendo pro die tempus, quod insumitur à transitu syrij per meridianum ad alium transitum eiusdem, faciliusque referetur locus solis ad locum syrij, volo autem tam solis quàm syrij ascensiones rectas. & differentia inter eas ascensiones, exhibebit differentiam inter horam syrij, & horam solis.

Hic modus vt extricatior faciliùs adhibetur, sed opus est Trigonometria, debemus enim exactissime operari, neque hora ope horologium sciatericorum inventa sufficere potest.

Supponamus igitur me per mensem integrum experimentum sumpsisse horologij mei ad syrium, ita vt dum syrius meridianum attingit fluere incipiat arenarium, vel automaton horam meridianam indicet, ponamus esse circa horam nonam Vespertinam; sequenti die circa nonam matutinam, dum fluxerit arenarium, acceptâ elevatione solis, determino circulum horarium in quo syrius invenitur. post mensem integrum dum fluxerit arenarium, Vesperi, observabo elevationem syrij, vt sciam quantum absit à meridiano, supponamus decesse horam, seu sexaginta minuta temporis, divido hoc tempus per 30 dies, horologium meum fluet bis minus duabus minutis. in vnâ revolutione cœlesti. idem præstandum est circa solem, referendo eius locum, ad syrium. Dum conscendo navim observo solis elevationem, & fluere permitto Arenarium, & per Trigonometriam horam solis, & syrij eruo.

Denique quando post 6. verbi gr. dies cognoscenda erit longitudo. dum fluxerit horologium, observo altitudinem syrij, & concludo in quo circulo horario inveniatur, sed arenarium meum indicat in quo circulo horario inveniatur Massiliæ, differentia horarum erit differentia meridianorum.

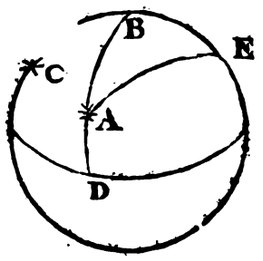
Automaton adhuc commodius est, præcipue, si possit, exactè respondere vni revolutioni cœlesti. Sed quam lubrica sit hæc operatio nemo non videt.

## PROPOSITIO XXX.

### Problema.

*Datâ altitudine & declinatione syderis, & latitudine regionis, circulum horarium Trigonometricè concludere.*

Dixi propositione præcedenti, in hac longitudinis inquisitione fidendum non esse horologiis sciatericis. suppono igitur ex aliis observationibus cognosci latitudinem, & observari altitudinem syderis.




Supponatur igitur sydus in puncto A, eius elevatio supra horizontem sit AD, complementum illius A B. volo item cognosci elevationem poli, & eius complementum EB. ex declinatione syderis cognoscetur eius distantia à polo, ità vt in triangulo ABE, dentur omnia latera, quare per Trigonometriam cognoscetur angulus BEA, quæ est distantia circuli horarij EA, à meridiano BC, methodus autem hæc est.

Adde in vnam summam latera AB, AE, BE, & ex semisumma subtrahe B E, vt habeas eius differentiam; subtrahe item latus AE, vt habeas eius differentiam, & fiat

Vt sinus lateris BE,
Ad sinum suæ differentiæ,
Ita sinus differentiæ lateris AE,
Ad quartum sinum.

Rursus fiat

Vt sinus lateris AE,
Ad sinum totum
Ita quartus sinus iam inventus.

Ad septimum sinum cui addes sinum totum, hanc summam divide bifariàm, & habebis dimidium angulum AED. quare si hunc angulum duplicatum in horas convertas, habebis distantiam syderis à meridiano.

Vel adde complementa Arithmetica arcuum BE, & A E, & logarithmos sinuum differentiarum, iam inventarum; dimidia summa erit logarithmus dimidij anguli BEA.

## PROPOSITIO XXXI.

### Problema.

*Verus modus vtendi pendulo ad longitudinem inueniendam*

Faciliori methodô vtemur, ad inveniendam longitudinem, ope horologij automati. Supponitur autem ita aptatum tale horologium, vt horas

Digitized by Google

horas indicet pro loco è quo proficiscitur navis, & ne motus navigij interrumpat motum horologij, suspenditur in superiori tabulato globus chalybeus exactissime tornatus, quem ambit Sphæra concava paulo maior quam hæmisphærium, huic annectitur capsa longa 4 circiter pedes, in qua tam horologium, quam eius pondera contineri possint. in imo capsæ additur ingens pondus ducentarum, aut trecentarum librarum, sic enim semper erit verticalis capsa, & quamvis in partem alterutram navigium inclinet, cum facile circa globum circumvolui possit ab adiecto pondere in suo situ continebitur. pondera autem horologium animantia, ita continentur intra capsam, vt fluctuare non possint. horologium igitur ostendet quocumque tempore quænam est hora verbi gratia Massiliæ, si Massilia est locus profectionis.

Cum inquirenda est hora in loco ad quem perveniſti ita operaberis. Cum sol orietur, vide quænam hora sit in tuo pendulo: & pariter cum occidit. tempus hoc divide per medium, habebis tempus meridiei pro loco ad quem perveniſti; differentia à meridie quem indicat horologium, est differentia longitudinis Massilienſis ab longitudine loci ad quem perveniſti.

Quod vt in exemplo manifestum fiat, supponamus me aptato horologio ad horam Massilienſem me soluere è portu, & me circa Cretam oriente sole, intueri horam ad horologium, & invenire quartam cum dimidia pariter occidente sole invenire quartam Vespertinam cum dimidia. tempus intermedium erit 10. cum dimidia. quare dum erit meridies circa Cretam, erit 10. cum dimidia Massiliæ, creta igitur orientalior est gr. $22\frac{1}{2}$.

Alio modo idem habebis, aliquibus horis ante meridiem observa solis altitudinem, & vide quænam sit hora in horologio automato, post meridiem observa solis altitudinem, donec invenias æqualem matutinæ, & pariter vide quænam hora sit in horologio automato. hoc tempus per medium divisum dabit meridiem pro loco in quo es, & differentia à meridie Massilienſi in gradus conversa differentiam longitudinum.

Idem habere poteris per quamcumque stellam cuius sciatur ascensio recta. nam vel dum orietur, & occidet, vel dum æqualem habebit elevationem antemeridianam, & pomeridianam intuere horam in horologio automato. dividendo hoc tempus bifariam habebis tempus Massilienſe quo est in meridiano ad quem perveniſti. quare si ex ascensione recta, scias tempus quo debet ad meridianum Massilienſe pervenire, hæc differentia dabit longitudinis differentiam.

Nonnulli ex Magnetis declinatione, se longitudinem inventuros crediderunt, sed vana fuit coniectura, cum Magnetis declinatio certa careat regula.

# NAVIGATIONIS LIBER SEXTVS.

## Variæ obseruationes Nauigationi perutiles.

### PROPOSITIO I.

Problema.

*De notis diurnis.*

VT rectè instituatur Navigatio, non debent nautæ fidere suæ memoriæ, sed quidquid ad navigationem pertinere videbitur, notandum est, ne elabatur. Et primo quidem habeatur tabula in qua sint 24 horæ notatæ, à meridie ad meridiem, notabuntque in singulas horas quæ in figura continentur.

Vt verbi gratia quia dividunt diem in vigilias, tres, & noctem in totidem, ita vt singulæ vigiliæ quatuor horas, seu octo semihoras contineant, vellem haberi sex tabulas, quarum vna cuilibet vigiliæ tribueretur, & ei nauarcho, qui vigiliæ præest traderetur. vellem autem, vt septem in tabula essent columnæ prima semihoras cuiuslibet vigiliæ præferret: secunda milliaria decursa,

| Semihoræ. | Milliaria. | Rhombus. | Ventus. |
|---|---|---|---|
| 1. | 3. | N. N. E. | S. S. O. P. |
| 2. | $2\frac{1}{2}$. | N. N. E. | S. S. O. P. |
| 3. | 3. $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{4}$ n. cũ E | S. S. O. P. |
| 4. | 4. | $\frac{1}{4}$ n. cũ E | $\frac{1}{4}$ S cũ E Obl. |

| Intensio. | Latit. Observ. | Declin. Magnet. |
|---|---|---|
| mediocr. | 45. 10. | 4. 30. Or. |
| debilior. | | |
| validus. | | |
| validior. | 45. 15. | 4. 15. |

Tertia Rhombum per quem decurrit navis. quarta ventum, quinta venti intensionem, sexta latitudinem observatam. quinta declinationem Magnetis. Vt verbi gratiâ prima linea significat, primâ illius vigiliæ horâ, decursa esse milliaria tria, quod vel ab æstimatione pendebit, vel ex praxi superiùs traditâ, quæ ferè singulis semihoris repeti debet. navim decurrisse per Rhombum Nord Nord Est. ventum esse Sud Sudovest, & consequenter posticum, ventum esse mediocrem. latitudinem regionis si observata est intra illam semihoram esse graduum 45. & min. 10. declinationem item Magnetis fuisse gr. 4. min. 30. orientalem.

Duo hic notanda sunt vt tollatur omnis æquiuocatio; nauim processisse per Rhombum Nord, Nordestem, habita scilicet ratione declinationis Magnetis, ita vt realiter processerit per talem Rhombum, quamvis aliter indicauerit rosa; debent enim in hoc conuenire nautæ, vt vel notent Rhombum pro vt indicatur à rosa, & habeatur ratio declinationis tantum dum conferendæ erunt omnes notæ diurnæ. vel certè habeatur ratio declinationis etiam tunc, cum procedit nauis.

Secundò notare velim in vento valdè obliquô, nempe bolinæo, nauim non sequi præcisè Rhombum, à rosa indicatum, vnde aliquid huiusmodi obliquitati tribuendum esse. Ego tamen obseruavi cum post navim relinquatur eius vestigium, nonnunquam ad ducentos passus, posse nauarchum pixide nauticâ observare, quam in plagam vergat hoc navis vestigium, & consequenter cui Rhombo insistat nauis. quod diligenter notari velim. sicut etiam circa declinationem Magnetis, quoties obseruata est, eâ vtendum esse donec alia obseruetur.

Ex huiusmodi tabulis semel saltem in die collatis exurgit diarium quod ita instituitur.

## PROPOSITIO II.

Problema.

*De Diario.*

In nomine domini.

Nauis dicta Sancta Anna, Nauarchô Vincentiô, nauclero autem Claudio; Sperans dei ac B.V. deiparæ ope pervenire Massilia Constantinopolim soluit; Massiliæ 1. Mayi 1665. cuius longitudo 27. & latitudo 43. 20. ipso meridie.

| | Rhombus. | Ventus. | Intensio. | horol. | mil. | Lat. æst. | long. diff. | lat. obs. | declinatio Magnetis. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | S. S. E. | N. obliqu. | Validus. | 48. | 110. | 41. 30. | 53. 10. | 41. 55. | 4. 30. Or. |
| 2. | S. S. E. | N. O. | mediocr. | 26. | 50. | | | | |
| | ¼ Sudest Est | ¼ No. O. | Validus. | 22. | 55. | 40. | 3. 50. | 40. 15. | 3. 20. |

Exactô primô die nauigationis saltem, meridie conferantur omnes tabulæ, & siquidem per totum diem nauigatum fuit per eundem Rhombum. notetur Rhombus ille, vt in prima die, notetur Sud Sudest, in secunda sede; in tertia notetur ventus spirans Nord, qui consequenter obliquus est semiquadrantalis. in quarta notetur intensio venti. notentur in quinta semihorarum numerus quibus nauigatum est per eum Rhombum. in sexta sede ponatur numerus milliariorum confectorum, qui resultat ex collectione milliariorum omnibus horis competentium. Ex eo vel per tabulas loxodromicas, vel in mappa determinetur locus ad quem creditur peruenisse nauis, & consequenter habetur illius loci latitudo, quæ dicetur latitudo æstimata, in septima sede notanda. in octava sede habebitur longitudo, saltem differentia à longitudine Massilienſi, si potuit de meridie observari latitudo adscribatur, in nona sede, in vltima tandem sede ponatur declinatio Magnetis.

Quia tamen sæpe accidit, vt per integrum diem nauis non feratur per eundem Rhombum, vt in secundo die, notandi sunt plures illi Rhombi, cum horis quibus per quemlibet delata est nauis, & insuper quot milliaria percursa sint, vltimæ sedes non geminantur propterea, quia semel tantum in die, hoc est in meridie æstimatur latitudo, & longitudo, dum nempe conferuntur omnes tabulæ vigiliarum.

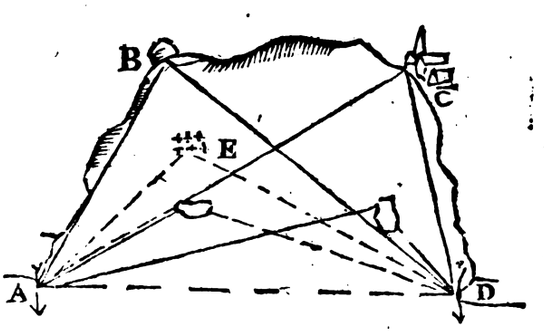
Si quæ alia videbuntur notanda ne negligantur, vt si venti constantes, color maris, scopuli, montes si appareant, insulæ, quarum figura quantum fieri potest describetur, portus, & alia, quæ posteris vtilia esse possunt. mirum enim quantum ex lectione diariorum doceantur illi qui eamdem instituunt navigationem, sive in præcauendis periculis, sive in dirigendo cursu. in multis locis cautum est legibus, vt nauarchi suum diarium in tabulas publicas referant, Theodorus le bry quinque volumina edidit huiusmodi diariorum.

## PROPOSITIO III.

Problema.

*Methodus describendi alicuius littoris.*

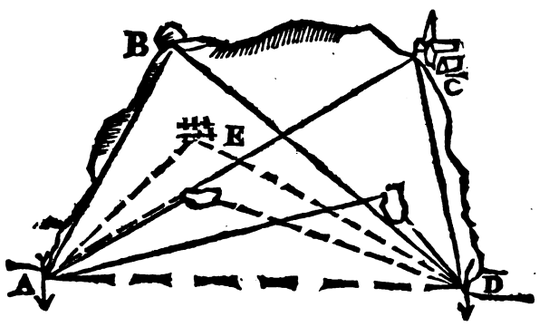
Solent diligentiores nautæ interea dum nauis stat in anchoris, omnis circa regionis situm, in




mappam referre; ex quibus particularibus descriptionibus generales componuntur mappæ. S t ergo

Digitized by Google

ergo describendus situs portûs, aut sinûs ABCD, seligantur duo insigniora loca A, & D, quan-




tùm fieri potest dissita, ita tamen vt ab vno ad alium pateat prospectus. incipiat à loco A, in quem se transferat, cum pixide nautica, cuius præcisam declinationem si fieri potest exploratam habeat, non tantùm ex relatione, sed etiam ex propriâ 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 Ovest. punctum B, & syrtes E in Ovest Nordovest, & ita de reliquis.

Tum in charta ponantur ad libitum puncta A, & D, factôque in iis circulô seligantur in eius circumferentia puncta superiùs notata, hóc modô quia puncta A, & D cadunt in Est - Ovest ducatur linea A D, quæ respectu puncti A erit Est, respectu puncti D, erit Ovest. ad habendum in charta punctum B, ducatur per A, linea Nord Nordest A B. & quia punctum B, respectu loci D, cadit in Ovest Nordovest, ducatur linea Ovest Nordovest, quæ sit D B, vbi hæc secat lineam A B, collocandum erit punctum B, & ita de reliquis punctis. vt fiat scala apposita; metire chordâ aliquâ vel quâvis aliâ methodô, vnam ex distantiis verbi gratia DC. inveniantur trecenti pedes, fiat linea illi æqualis divisa in trecentas partes, hæc erit scala pedum, in portubus præterea solent idemtidem profunditatê aquæ adhibitis cyphris item notare loca in quibus statio optima est.

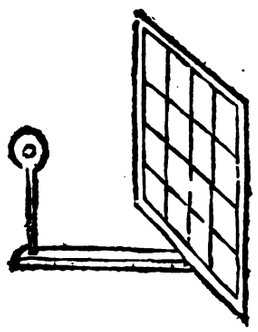
Si talis littoris situs nulla adhibita declinationis ratione descriptus est, dum quis eum subire volet, nullam illius rationem habere debet. pariter si mappæ componantur quæ solos Rhombos, & distantias habeant, sine vlla declinationis Magnetis ratione; dum navigandum erit nulla Magnetis ratio habenda erit. Si tamen possibile est mappam hoc modô componere, quæ infinitis erroribus non scateat. Possumus etiam addere distantias ab æstimatione petitas. debet & notari eleuatio poli.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Scenographia littorum, & montium.*

In hac propositione aliud describendum suscipimus, ac in præcedenti, volumus enim littus describere, eôdem modô, ac si eius tabellam exhiberemus. Hæc descriptio vtilis est ad cognitionem loci, & sæpe necessaria ad subeundum portum. bonus enim Nauarchus, ita littora perspecta habere debet, vt ex notis, & quasi characteribus illa possit agnoscere. Volo igitur has notas, vt sunt rupes, sylvæ, ædificia in charta exarari. quod quidem visu duce præstandum est, vt montium circuitus qualis apparet notetur. in quô certa regula præfigi non potest.



Si res ageretur in loco stabili, possemus cancellos adhibere, quales figura exhibet, nempe vt per pinnulam respiciantur omnia loca provt apparent, vt referantur in quadratum cui respondere videntur. hæc tamen praxis sicut capsa speculo, & lentibus instructa, in mari locum non habet.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*De errore cursûs navigij propter occultum maris fluxum.*

Occultus sæpe maris fluxus naues à verô itinere, & per pixidem nauticam indicatô abducit, & ad latera detorquet. huius rei quam plurima sunt exemplâ. Navarchus ex Americâ ad Sanctæ Helenæ insulam iter intendens, plenis velis, sub eôdem parallelô, 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 malô vix occurrere possumus, nisi ex aliorum infortuniô cautiores fiamus, nempe vt ex eorum relationibus catalogum texamus locorum, in quibus frequentiores sunt huiusmodi fluxus.

Oceani pars circa Guineam à promontorio viridi, movetur versus curvaturam seu sinum eiusdem Africæ quam vocant Fernando Poo; hic motus vehemens est, & naues abducens ab occidente, in orientem. vnde 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 vnius gradûs distantiam à littore occupat; vitetur igitur littus.

Circa

Digitized by Google

Circa ſumatram mare fluit ab auſtro verſus Septentrionem in ſinum Bengalenſem.

Idem motus deprehenditur inter Iauam, & terram Magellanicam.

Inter Inſulam Madagaſcar, & promontorium bonæ ſpei, & littore 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 vllis 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 Manilienſis ad Philippinas ſimilis motus deprehenditur. & in Iapone 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 maxime 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, præcipùe inter cubam, & Iucatan.

In ſinu Pariæ qui dicitur Os draconis vehementiſſimus eſt influxus.

Sentitur etiam hic motus prope terram eanadenſem.

In mari mediterraneo fluxus ordinarij ſunt iſti. Oceanus in mediterraneum influit, legendo littus Barbariæ, ita vt 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. vbi 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 vt 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, vt alius ſeligatur Rhombus, in pixide nautica, quam is quem mappa exhibet.

Ita qui ex Cypro, Alexandriam navigant, ad ſiniſtram per quartam venti, ſeu vndecim 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, difficillime reſtituetur.

Ex Cypro Inſulâ ad Sataliam, dexteram teneat, in reditu contrarium obſervet. qui ex Sardinia, Drepanum navigat, ſiniſtram teneat. Qui ex Galita 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 vt exhauſtos lacus repleant. vnde abducuntur naves, & ſæpe ad littora impinguntur.

Periculoſus eſt ille ſinus, eò quòd profundus non ſit, ventique boreales, per Rhodani oſtia, vbi 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 vnam partem ſpirat ponamus ad Orientem, fluere mare verſus littora ad Occidentem. Ratio eſt quod cum ventus continuò aquas propellat in plagam Orientalem, vbi illæ aſcenderint ſupra ſuperficiem conſuetam, neceſſariò defluere debent, & cum refluere non poſſint in medio mari, eo quod à vento propellantur, ſecundùm littora, in quibus ventorum impetus minor eſt regrediuntur. hoc ſatis experiuntur minores lembi.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*De fluxu Periodito.*

Præter motus maris generales, & conſtantes, neceſſarium etiam exiſtimavi recenſere motus maris periodicos. qui vt plurimum ab anniverſariis ventis oriuntur.

Inconſtantiſſimus omnium Euripus ille eſt qui inter Negrepontum, & Moream poſitus eſt, qui aliquot horis in vnam, & aliquot in contrariam fertur, in quem ſe præcipitem dediſſe ferunt Ariſtotelem.

Secundus inter Calabriam, & Siciliam valde irregularis. inter Sardiniam & Corſicam.

Ad Inſulam Iavam in freto Calappa menſe mayo fluit mare verſus Orientem.

Inter Inſulam Celebes, & maduram in Decembri, Ianuario, Februario mare fluit, ad Sudeſt.

Ad Inſulam Ceilam à medio Martio, ad Octobrem fluit mare verſus Auſtrum, reliquis menſibus verſus boream, propter ventos diverſos.

Inter

Digitized by Google

Inter Cocinum & Malacam ab Aprili, ad Augustum fluit mare versus orientem, reliquô tempore versus occidentem.

In Maldiuis post 25 Februarij; fluit mare versus orientem, aliquot mensibus.

Ad littora Chinæ,& Camboyæ mensibus Oct. Nov. Dec. fluit mare versus Nordoveſt. mense Ian. versus Sudoveſt maximô impetu versus pulvinos de Champa.

Ad paulo Cato, vsque ad Varella in littore Camboyæ, motus maris fit versus Austrum, sed venti in aliam plagam mouent.

In littore sinûs Bengalensis à Patana, ad Malacæ promontorium mense Nou. & Dec. incitatus cursus maris est versus Austrum.

A China ad Malacam mensibus Iunio, Iulio, Aug. vehemens est maris motus à Pulo Cato, ad Pulo Cambir in littore Camboyæ.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*De ventis periodicis.*

In ea parte oceani, quæ inter Africam, & Americam, & in Zona torrida posita est mensibus, Octobri, Nouembri, & Ianuario, vt plurimum spirat Boreas.

Circa mensem Iulium ad promontorium Viride Africæ spirant australes venti. quia tunc est hyems, & pluviæ.

Ad promontorium bonæ spei mense Septembri spirat Græcus, seu Nordeſt.

Ad Patanen in India orientali mensibus Nov. Dec. & Ianuario continuæ pluviæ ventus Nordeſt, reliquis mensibus ventus orientalis. circa Sumatram motionum mutatio fit Nov. & Decembri.

In insula del mayo vna ex Azoribus in fine Aug. Auster spirat, & pluit.

In regno Congi Africæ, à medio Martio ad Septembrem spirant venti Nord, Nordoveſt, & Oveſt. à Septembri ad Martium; Sud, Sudeſt Eſt.

In oceano inter Africam, & Indiam vsque ad Moluccas motio orientalis versus occidentem, incipit cum Ianuario, & spirat per 6 menses, vsque ad Iunij initium, in quo & sequenti fit mutatio, & sævæ tempestates à Septentrione; Augusto, & Septembri, spirat ventus occidentalis.

Ad littora variat motio orientalis. Ex Malabarico littore naues petentes Persiam, Arabiam, Africam nauigant à Ianuario ad finem Martij, quia sequentibus mensibus fœdæ sunt tempestates; præcipuè à borea, & Nordeſt, sed in Coromandelio non sunt tales tempestates.

A Ceilano & Insula Iaua ad Molucas, instituitur nauigatio, mense Septembri; quia tunc incipit ventus occidentalis, si tamen procedatur vltra gradum 15. latitudinis australis, non spirat ventus occidentalis, sed Sudeſt.

A Cocino ad Malacam instituitur nauigatio mense Martio quia tunc ibi spirat Nordeüeſt.

In Regno Guzaratensi à Martio, ad Septembrem spirant venti Septentrionales, à Septembri ad Martium australes, ferè sine intermissione.

Ad Bandam insulam, cessant occidentales, sub finem Martij, ad finem Aprilis venti variabiles, & Malaciæ; cum Mayo incipiunt venti orientales.

Ad Ceylanum Insulam circa promontorium punto Gallo, die 14 Martij incipit ventus Oveſt-Sudoveſt, qui in fine Martij mutatur in Sudoveſt, vsque ad primum Octobris, tunc spirat Nordeſt ad Martium.

Inter Mozambicum Africæ, & Goam mense Mayo, & Iunio Euroaustri, seu Sudeſt dominantur vsque ad æquatorem, sed ab æquatore ad Goam regnant austri, & Zephyroaustri.

In meridiano qui tranſit per insulam dictam triſtan de Cunha in gradu 35 eleuationis, mense Mayo in nouilunio furit Zephyrus.

In 2. gradu latitudinis borealis, in mari septuaginta milliaribus à Guinea, ventus Sudeſt dominatur à 20 Aprilis ad 5 Mayi. non tamen in littore.

Ad Insulam Madagascar. à 15 Aprilis ad vltimam Mayi spirat boreas, & Zephyroboreas sed magiſtralis, Nordoueſt. Februario, & Martio Auſter, & Euroauſter Sudeſt.

Ab Insula Madagascar ad promontorium bonæ spei mense Martio, & Aprili boreas, & Græcus, seu Nordeſt.

Post 20 Aprilis, in mari di Bengala ventus Auſter vehemens, ante hûc diê Sudoueſt, & Nordou.

Ad Nauigandum Malaccâ, Maccaum mense Iuliô, Octobri, Nou. Decembri spirant venti austrini, & Sudoueſt, & sæpe Sudeſt, In Iunio verò, & Iuliô, Zephyri spirant præcipuè circa Malaccam, & Sinas.

Ad nauigandum à Iaua ad Chinam ventus spirare incipit ab occidente in orientê cũ Mayo mẽſe.

Nauigatur à China in Iaponem cum vento ab occidente in orientem, qui viget mense Iunio, & Iulio eſtque vt plurimum Sudoveſt, nonnunquam spirat boreas, & Nordeſt præcipue de die, de nocte verò nonnunquam Sud, & collateralis ad orientem.

Nauigatur à Iapone ad Maccaum ab oriente in occidentem in Februario, & Martio quibus spirant Eurus Eſt, & Nordeſt. hic tamen in mari non dominantur sed ad littora Chinæ.

Nauigatur A China ad Americanæ Hiſpaniæ portum Aquapulco, cum vento occidentali mensibus Iuniô, Iuliô, & Auguſtô, qui sunt debiles niſi in plenilunio, sunt que Zephiro-austri, vitanda eſt Zona torrida. vnde legenda ora Americæ, vt vitetur ventus generalis ab oriente in occidentem.

In mari Chinensi ventus Auſter, & Austro Zephyrus, spirant Iulio, Auguſto, Octobri, qui venti si mutentur in orientales, non fient austri niſi primo spirauerit boreas, tum redeunt ad orientem Austrum.

In Græcia circa decimum Iulij vsque ad finem Augusti spirant Eteſiæ sunt boreales, de die spirant, de nocte ceſſant, nec matutine surgunt propterea dicuntur somniculoſi, & delicati.

Hic ventus spirat in Thracia Macedonia, & Archipelago.

Circa Brumam spirant venti Australes satis continui, interrumpuntur autem per menſem integrum à vento orientali vergente nonnihil ad Græcum.

In locis Zonæ torridæ, vt plurimum spirat ventus orientalis.

In littoribus Peru, & partis regni Chili, & in mari vicino ventus fere perpetuus eſt Auſter & Sudoueſt. in mari à littoribus remoto non spirat hic ventus. ex quo fit vt naues Limâ Panamam intra paucos dies nauigent, sed Panamâ Limam requiruntur multo plures.



Digitized by Google

Ad littora terræ Magellanicæ quæ dicitur del fuego, circa fretum Le Maire admodum frequentes sunt venti occidentales.

In littoribus Malabaricis, totô ferè annó boreas, & Zephyroboreas.

In mari prope Guineam frequens est Zephyroboreas, in remoto Euroboreas.

Medio itinere inter Iaponiam, & vrbem Liampo fere semper occurrunt venti occidentales.

Sunt item periodici venti, qui certis horis in aliquibus regionibus spirant, aliqui à terra in mare, alij à mare in terram.

In Malabarico littore à Septembri ad Aprilem spirant venti terrestres ab hora 12 noctis, ad meridianam, à meridiana ad mediam noctem, spirat verus marinus, seu Zephyrus debilis tamen.

In littore novæ Hispaniæ ad pacificum mare de nocte spirant terrestres de die marini.

In regno Congi terrestres per noctem, de die marini spirant.

In littore Camboyæ à 28. Iulij ad 4. Aug. alternis diebus spirant marini, & terrestres.

In aliquibus locis ros matutinus in ventum post solis ortum mutatur qui per quinque horas perdurat, & de repente totus deficit, hoc in Troade, & parte meridionali Cretæ animadvertitur.

Smirnæ æstate hora circiter octava oritur Zephyrus qui εμπάτης, seu ingrediens dicitur, & augetur vsque ad vesperam.

In genere autem ventus expectandus non est, ex locis arentibus, & siticulosis. alia videre poteris in diariis.

## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*De æstu maris.*

Generalis motus totius Oceani est fluxus, seu æstus maris: de quo multa dicenda sunt, si Theoriam spectes, nonnulla hic attingo, ad praxin nauticam pertinentia.

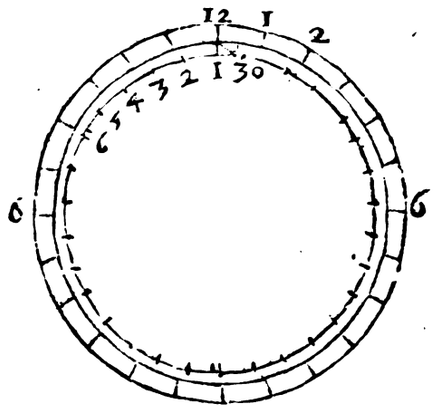
Primò notandum est hunc æstum in medio mari, vix animadverti; parumque officere, aut prodesse navigationibus. ideoque tantum cavendum esse ab æstu maris, dum subeundus est aliquis portus, aut adversô fluviô navigandum.

Secundò in toto mediterraneo mari non esse sensibilem, quamvis dicatur Massiliæ esse fere vnius pedis. In extremitate tamen Adriatici maris, & in sinu sidræ sentitur æstus vehementior.

Tertiò notandum, quamuis in locis liberis, æstus, seu maxima intumescentia fiat lunâ meridianum occupante, in portubus tamen fretis, & fluviis hanc regulam non obseruari; sed sæpe longè antequam luna meridianum attingat, aut postquam eum prætergressa est maximum esse affluxum. *Le vif de l'eau.*

Quoties igitur portus aliquis subeundus est necessarium est scire tempus, quô accidit summus ille æstus, seu aquæ affluxus. ideoque nautæ catalogum habent portuum, simul cum Rhombo, quó die nouilunij, aut plenilinij est, æstus. non quod lunâ eum Rhombum attingente fiat æstus, sed quod solemne sit apud nautas, vt diuisionem Rhomborum, in omnem circulum transferant, vt iam suprà notauimus. ita vt ipsas, etiam horas per Rhombos indicent. sic meridies erit Sud: hora sexta Oveſt. media nox Nord, Est hora sexta matutina, & ita de reliquis. Et non immeritò in hoc negotio, cum enim luna recedat à sole singulis diebus tribus circiter quadrantibus, seu gr. 12. hæc retardatio coincidit fere cum diuisione Rhomborum quæ est $11\frac{1}{4}$.

Quia tamen hæc diuisio reducenda est ad horas, ideo regula erit generalis nempe vt datâ ex catalogo subiiciendo horâ, quâ accidit affluxus, in aliquo portu, die nouilunij, aut plenilunij, inuenias quócumque die, tempus eiusdem affluxûs, nempe etiam extra nouilunium, aut plenilunium. retardatur enim in singulos dies tribus quadrantibus, seu min. 48. sic vt 5 diebus, ante plenilunium anticipat 4 horis; seu in singulos dies tres quadrantes.




Quod vt faciliùs determines. fiant duo circuli concentrici, quorum exterior immobilis diuidatur in 24 horas.

Secundus volubilis diuidatur in 29 dies lunæ, cum dimidio, sitque series dierum secundum seriem horarum, vsus talis erit. ponatur prima dies lunæ, supra horam quâ die plenilunij accidit affluxûs in aliquo portu, aut regione; instrumentô ita disposito, reliquis diebus respondebunt horæ quibus in eodem portu, fit affluxus.

## *CATALOGVS PORTVVM, ET horarum quibus accidit affluxus die Nouilunij, aut Plenilunij.*

| Hispaniæ ora maritima. | Horæ |
|---|---|
| Ad Tauiles. | 12 |
| Ad palos & Ayamonte. | $3\frac{1}{2}$ |
| S. Lucar de Barrameda. | $2\frac{3}{2}$ |
| Fretum Gaditanum. | $1\frac{1}{2}$ |
| C. Carteiæ C Trafalgar, & C. S. Mariæ. | $1\frac{3}{4}$ |
| Ad ostia Tagi. | $3\frac{3}{4}$ |
| In ora Argarbij. | 3 |
| Ad S. VES Tones, & Maestrol. | $3\frac{3}{4}$ |
| Ad Villa Condo, & ad montego. | 3 |
| A S. Andero, Laredo, & Castro. | 4 |

In

In reliquis locis oræ Hispanicæ. 3½

## GALLIÆ ORA MARITIMA.

In littore Aquitaniæ *Gascogne*. 3
In ostio Garumnæ. 3
Infra flumen. 3¾
*Brouage Rochelle*. 3¾
Os ligeris *Loyre*. 3
Australis ora Britanniæ. 3
*Isle de Ré*. 3
Ad Ollonam, Bolienas. 3¾
*Bell'isle*. 1½
*Garaude* S. Nazario. 3¾
Ad Fontenau violentissimus Brest Boledâ. 2¼
Ad *Vly* & conguer 4½
A Vvert & Pennaques. 3
A C. *Fourne ou Four*. 3¾
Ad insulam *Vschant*. 4½
Vltra illam. 6
A *Bresont*. 7½
A Raziu. 5¼
An Insulam de bos. 6
Ad 7 insulas. 4½
Ad Portland. 9
A *S. Malo*. 6
A *Caen*. 10½
Ad Honfleur, & ostia Sequanæ. 10½
Ad Depam S. Valere. 10½
Rothomagi violentus. 10½
Ad Fescamp, & littus Normandiæ & Picardiæ. 10½
Carnesul & *Blenchernes*. 9
Ad insulam *Hebas*. 5¼
*Boulogne*. 10½
Caletum. 9

## ANGLIA SCOTIA HIBERNIA.

Ad insulam Vvicth. 11. 25.
In eius littore orientali. 9
In syrtibus prope Vvicht. 12
A Vvicht ad *Beuesier*. 8
In portu Artemo. 8¼
A Plimutho ad C. Lezardum. 7½
Plimuti ora occidentalis 6
Orientalis. 5½
Insulæ *Sorlinges*. 4⅞
*Pessans Musol*. 6¼
*Faint* Falamui. 7½
Dover Dubrin. 11¼
Ostia Tamisis. 11¼
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. & Porchestet. 11¼
C Bsouve, & Sohapton. 12
Valper, & in ostio canalis. 1½
Flamborouhead. 4½
Ad littora Vvalsiæ. 5¼
Inter Fauvich. Vnelmugan in canali. 6¾
Ostia fluvij *Curlid*. 3
Prope Londinum. 3

*Schelauen*. 11½
*Haruuich* in portu. 11¼
Extrà in mari. 10½
Ad ostia Humbri fl. C. Sporne Bremold Vviaterton. 9
Baruvich in Nortumbria. 3
Tynmout & Stokton. 3
Vvilibray. 3
C. S. Tabs, Albrodt & Oerk. 3
In ora orientali Scotiæ. 3
Montrot. 2½
Lith Edenbotou. 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

## BELGIVM.

Duncherke, Ostende Neuport. 12
Ad flumen Vveper & ad Vnx. 12
Ad littora & portus Zelandiæ. 1½
Vt Bergen, Briela midef. borova, & Vpzooa. 1½
Ad Syrtes Zelandiæ contra Flandriam. 3
Flisingæ. 12
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 versus 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 Fleuum. 8¼
Quartuvich, & Sanfoord. 4½
Edam, & Der Noellæ. 1½
Blog. Dorkam, & Vvitlam. 9
Ad ostia Eyder. 12
Ad insulas Iutlandiæ. 12
Ad ostia Amisis ante Fleuum. 9
In Frisiæ littoribus. 9
Ante Amburg. & Bremum. 6
Monster. 4½
Straven Harlinga, Groninga, Ameland, Burkam, Oldersum Rottomi. 9
Melesward, & Vvangeruoc. 12
Ad portus Ripen, Huylum, numit. 12
Huvir, & Doodebergh. 12
Suarzyth. 4½
Doodeberch. 1½
Ora Iuslandiæ. 12

*Finmarchia, Finlandia Liuonia, Laplandia Russia.*

Littus Finmarchiæ & Finlandiæ. 1½



Digitized by Google

| | |
|---|---|
| Nort Caep. | 12 3/4 |
| Vadhous. | 3 |
| Bosford Laplandiæ. | 12 |
| Insula Kildem. | 7 1/2 |
| C. S. Mariæ. | 8 1/4 |
| C. Thchers, & Ponoy. | 12 3/4 |
| Mare bianco Laplandiæ & Russiæ. | 10 |
| Ad ostia divinæ flu. | 6 |
| In portu Morzorem insulæ Candenox. | 1 1/2 |
| Ad insulam cogien. | 3 |
| Ad ostia Pecoræ fluv. | 3 |
| Arcangel Russiæ. | 6 |
| Deorsum. | 7 |

## AFRICA.

| | |
|---|---|
| C. Spartel. C. Gruer, & Cantin. | 3 |
| C. Blancum Africæ. | 9 3/4 |
| Ad capita Matas,& Roxo. | 3 |
| Et inde vsque ad æquatorem. | 3 |
| Promont. Sierra liona. | 8 1/2 |
| Ad caput nigrum. | 3 |
| Ab æquatore ad caput bonæ Spei. | 3 |
| Ad Canariam & Tenerifam. | 3 |

## ASIA.

| | |
|---|---|
| Macai. | 8 3/4 |
| | 10 2/3 |
| | 9. |
| | 11. |

## AMERICA BOREALIS.

| | |
|---|---|
| In flotidæ portu S. Aug. | 7 1/2 |
| Kebec in nova Francia. | 6 |
| Ad tria flumina. | 9 |

## AMERICA AVSTRALIS.

| | |
|---|---|
| Ad caput Caribum in sinu Pariæ. | 2 1/4 |
| Ad ostia fluvij Amazonum. | 6 1/4 |
| In Porto desire. | 12 |
| In littore Chilensi. | 3 |

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Tempus aptum variis nauigationibus.*

Vt ex Lusitania Goam Eatur, solvendum est à 4 ad 12 Aprilis, vt perveniatur Septembri mense.

Hollandi initiô Mayi.

Iidem vt locatrâ redeant in Hollandiam, circa natalitia proficiscuntur; satius est proficisci initio Martij, ad vitandas Malacias.

Cavendum est ne fluxus maris navim abripiat ad littora Guineæ, nam plaga hæc morbos generat, si quæ alia in totó orbe.

Reditus inchoandus est Decembri aut initio Ianuarij,ad superandum promontorium initiô Mayi.

Diepenses vt ad mare rubrum navigent,initiô Ianuarij proficiscuntur.

Vt eant in Groenlandiam ad piscationem,Cœtorum eunt mense Martio, redeunt Octobri. Vt eant ad promontorium Nord in America proficiscuntur sub finem Martij,redire incipiunt mense Augusto.

Ad eundum Ormusia Goam, proficiscendum aut 15 Aprilis, vel 25. dec. Goa Malacam proficiscendum à 15. ad finem Septembris. vt venias Malacam sub finem Octobris.

Malaca Goam decimo Februarij. qui proficiscereturmense Mayo non appelleret Goam.

Ex Iaponia in Indiam Octobri.

Ex Iaponia sinas mense Martio.

Goa aut Cochino In Iaponiam sub finem Aprilis, eundumque priùs Malacam, expectandique Mousonij.Malaca Macaum expectandi alij venti. eundo redeundo impenduntur fere 3 anni.

Cochino in Lusitaniam Ianuario,& 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 Mayi.

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 vt pluviæ ad ostia fluviorum arenam deferant, obstruuntur omnino. adde quod pluvia cordas omnes putrefaciat,& corrumpat. A promontorio autem commorini æstas est,dum Goæ est Hyems.

Gallia ad Brasiliam aut mexicum descendendum est secundùm littus Africæ,vsque ad tropicum,vbi invenitur ventus orientalis ferè perpetuus. In reditu autem ascendendum secundum littus Americæ,ad 35 gradum elevationis borealis.

Ex Nova Hispania ad Philippinas descendendum vsque ad 10.latitudinis australis gradum, ad inveniendum ventum orientalem.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*Signa mutationis temporis.*

Quoties cœlum serenum,rubeum est; protendit ventum.

Dum cœlum serenum est ad plagam orientalem, nec tamen incaluerit, signum serenitatis in sequentem diem.

Si ante solis ortum,videntur ex parte orientali, nubes ratæ,signum est venti.

Si ante solis ortum apparent ex parte orientali nubes densæ nigræ,& rubeæ;signum est pluviæ,& quò densiores erunt nubes, hoc signum minus fallet.

Si sol oriens, aut occidens splendorem clarum habeat,signum est serenitatis pro totô die,aut nocte.Si vero solis orientis,aut occidentis discus fuerit discolor,aut rubeus,protendit ventum.

Sol oriens pallidus tempestatem indicat.

Dum sol oritur, si nubes ad occidentem feruntur signum est serenitatis.

Si ante solis ortum videantur eius radij,signum est pluviæ & motus maris.

Si radij solares in eius ortu,non splendeant,nec tamen solem nubes ambiant,signum est pluviæ.

Si solis discus duplicem ostendat rotunditatem, tempestatem vehementem infallibiliter indicat.

Si sol oriens,mædium tantum discum ostendat, signum est venti orientalis.

Si ad plagam occidentalem nubes rubeæ fuerint;signum est serenitatis in sequentem diem, si

virides

Digitized by Google

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 noua 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, cùm 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 plenâ ambiant; timenda est tempestas, multò magis si 3 etiã si interrupti esset.

Luna noua periculosa est nauigantibus, timent nonnulli quintum & sextum, quia plerumque illis diebus tempestates accidunt.

Notandus est ventus qui spirat in nouilunio, si enim perseueret vsque ad tertium diem; perseuerabit vsque ad 12. idem erit de plenilunio, si enim ventus qui spirat in plenilunio, ad 18 diem perseueret ad 27 vsque spirabit. sed si detur alius ventus intermedius, alternis vicibus spirabunt; pluries tamen qui tertiô die Idem dicendum de pluvia, & serenitate.

Si stellæ de repente splendorem amittant nec tamen nubes appareant, signum est tempestatis.

Si nonnullæ stellæ solito maiores 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 moueantur venti ab ea plaga spirabunt, in quam feruntur, si verò nulla lege moueantur inconstantem ventum indicabunt.

Dum nubes in vertice montium adunantur, signum est tempestatis.

Si dum nullæ sunt nubes in vertice montium, mane 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, maiora sunt fulgetris; indicant ventum ab ea parte quâ tonat. si e contra fulgetra maiora sint tonitru, pluuiam.

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, & pluuiæ 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 solitò; ventum significant.

Dum tempore pluviô, flamma lucernæ quieta erit, sine scintillis signum erit serenitatis.

Cum Ellychnium lucernæ optimo oleo instructæ, clauum, seu fungum efficiet signum erit pluviæ.

Cum æstate mane, & vesperi; hyeme verò, quôcumque tempore, solito incaluerit signum erit pluviæ.

Dum mari tranquillô 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 tranquillô audietur murmur; indicat ventum.

Dum silices humidi erunt indicabunt pluviam, ante tertium diem futuram. idem dicendum de parietibus, de sale.

Quando aues aquaticæ super aquas iocantur, signum erit pluviæ, & tempestatis.

Quando Galli & Gallinæ in pulvere volutantur; pluviam portendunt.

Si vnum in locum congregantur, signum erit pluviæ copiosæ, non tamen diuturnæ.

Cum muscæ, pulices pungunt, ardentius, & frequentius solitô, signum est pluviæ.

Cum formicæ oua sua extrahunt vt ad altius foramen deferant, signum erit pluviæ. è contra si è foramine altiori, ad humilius transuectent, signum erit serenitatis.

Dum talpæ frequentius solito solum impellunt & attollunt; signum est pluviæ.

Cum oues & capræ ad pastum sunt ardentiores, ita vt non sine renisu ad caules regrediantur; signum est tempestatis.

Dum ranæ coaxant vltra modum, signum est pluviæ.

Dum bos mordet anteriorem pedem, signum est tempestatis.

Dum Asinus mouet caput & aures nisi à muscis id procedat, intra 24 horas aderit pluvia.

Dum parserculi 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 solito est signum pluviæ.



Digitized by Google

# TRACTATVS XVIII.

# OPTICA.

*PARTEM Matheſeos iucundiſſimam inter alias aggredimur, quam opticam nominamus: Sub qua nuncupatione ea omnia, quæ ad oculum quomodocumque pertinent, non comprehendimus; vt 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 huius ſcientiæ limites aget.*

*Secundus, aget de Viſione duorum.*

*Tertius, de Propagatione luminis, in quo vnum mihi condonari poſtulo, nempe vt tantiſper de rigore geometrico remittere liceat. Rem enim non abſtractam, & remotam à ſenſibus explicandam ſuſcipio; ſed iis penitus immerſam. Secundum vt quæcumque certis, & indubitatis experimentis comprobata referam, quaſi ſufficienter demonſtrata aſſumere deinceps mihi concedatur.*

---

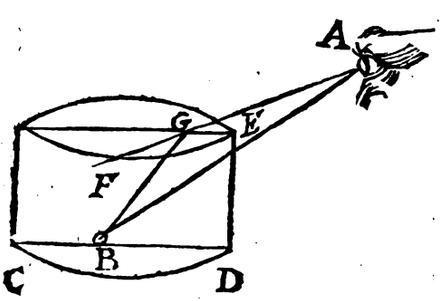
# OPTICÆ.

## LIBER PRIMVS.

## Suppoſitiones, de Viſione in communi

SVPPONO primo aliqua ex Dioptrica, quæ fuſiùs infra explicabuntur, & demonſtrabuntur.

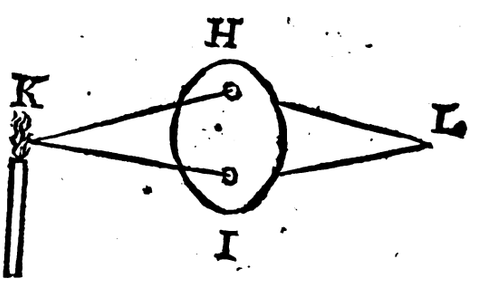
Primò, Dari aliquam refractionem luminis, dum à medio rariori, ad denſius radius protenditur, aut è contra. Hanc ſuppoſitionem aliter probare, non debeo hîc, niſi experimentis variis. ſum enim etiam infra tentaturus, an huius refractionis cauſam aliquam, ex intimis eius legibus petitam in medium afferre poſſim.




Sit in medio alicuius lebetis CD; 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, iam videbitur calculus B. ſed multò in altiori locô nempe in F; quod fieri non poteſt niſi radius BG frangatur in G, vt oculum A, attingat.

Quod ſi tale experimentum non arrideat, eò quod videatur ſupponere aliquid ab obiectis propagari ad oculum vſque, quod tamen non mihi ita facilè aliquis concederet.

Aliud experimentum propono. ſumatur phiala

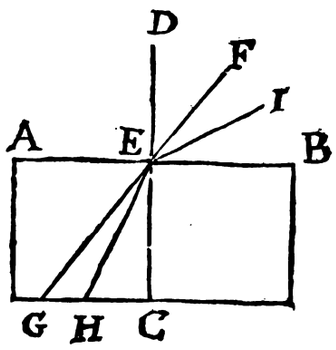



vitrea, aut lens convexa HI, quæ contegatur chartâ vt denegetur aditus lumini emiſſi ex face accenſa, exceptis duobus foraminibus, excipiantur que chartâ mundâ radij luminis per huiuſmodi foramina traiecti. Dico ſi ſufficienter charta remoueatur; huiuſmodi radios in vnicum & idem punctum coalituros. maiuſque ſeu intenſius lumen in illo puncto concurſûs producendum, quàm in radiis ſeorſim ſumptis & ſeparatis. hoc

aliter

Digitized by Google

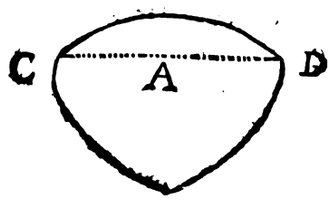
aliter demonſtrare non debeo niſi ipsâ experientiâ, quam qui negabit, detegat omnino huiuſmodi lentem, eam directe ſoli exponat manumque opponat ad diſtantiam puncti concurſûs, priùs notati; calorque nimius in manu productus totam ſuppoſitionem demonſtrabit. Duo ex hac ſuppoſitione concludo. Primum dari 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; nullô modô iſti radij in vnum coaleſcerent, cum duæ lineæ rectæ ſpatium non comprehendant. Secundum eſt quod ſol vel quodlibet luminoſum, agendo per lentem huiuſmodi vitream conuexam, fortiùs agat, in punctum illud concurſûs, quam ageret ſi in aëre libero ſuum lumen propagaret. ad hanc ſuppoſitionem pertinent communes leges refractionis nempe ſit



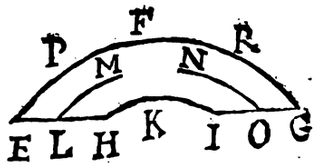

medium aliquod A B denſius aëre, in quod incurrat ex aëre radius F E, qui niſi obſtaret medium per lineam rectam propagaretur, nempe F E G. ducatur ad ſuperficiem A B communem vtrique medio, perpendicularis E C, dico radium F E fractum iri in puncto E, & magis acceſſurum ad perpendicularem E C, ita vt producatur ſecundum lineam E H ideoque dicitur frangi ad perpendicularem, dum tranſit à medio rariori v. g. aëre in medium denſius. quod intelligendum eſt de radio oblique incidente.

E contrà ſit radius G E procedens per medium denſius, & incidens in medium rarius. Ita vt niſi medium mutaretur procederet ſecundum rectam lineam G E F. ducatur in medio rariori linea E D perpendicularis ad ſuperficiem A B, communem vtrique 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 vt poſſent intelligi ea quæ de oculo dicturi ſumus, immo poſt dioptricam eſſet differenda optica, niſi ordo doctrinæ poſtularet, vt ante de viſione in genere agerem, quam de eius ſpecie viſione refracta.

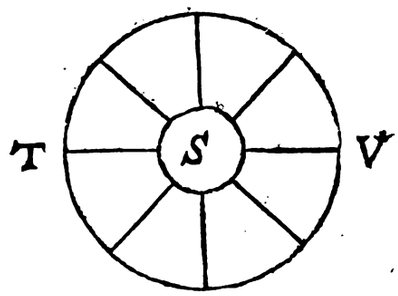
Suppono ſecundò, Oculum ita compoſitum eſſe vt ſi totum, & integrum ſpectes, figuræ ſit pene ſphæricæ, ſed oblongiuſculæ ad modum fere pyri, cuius codex ſit nervus opticus. tres præcipuas partes habet nempe tres humores, tunicaſque eos humores continentes, præcipuus humor eſt criſtallinus; cuius figura lenticularis eſt, & in multis animalibus omnino ſphærica. In homine, anteriori parte videtur ſphærica, & poſticâ parte, paulò acutiori ſeu hyperbolicâ conſtare. talem exhi-




bet figura A. tunica quâ continetur hic humor dicitur aranea. habet item zonam ſubalbicantem quam vocant proceſſus ciliares qualis eſt CAD, & hâc probabile eſt poſſe conſtringi aut dilatari chriſtallinum, in acutiorem, ſeu minorem ſphæram aliquando in maiorem abeat. ſitus illius eſt medius inter alios humores.



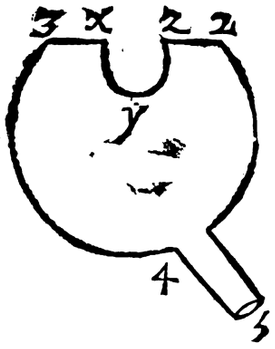

Aqueus humor in anteriori oculi parte poſitus, convexus eſt, ſecundum partem anticam, & in poſticâ concavus. vt in ea concavitate H K I chriſtallinum excipiat, continetur diuerſis tunicis. Nam ſeparatur ab humore chriſtal-




lino, portione H K I, aranêæ. ab humore vitreo, proceſſibus ciliaribus E H, I G. continetur ex parte anteriori conſolidatiuâ E P, G R; & corneâ P F R, quæ pauliſper protuberat eſtque portio minoris alicuius ſphæræ. In medio humore aqueo innatat vuea 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.

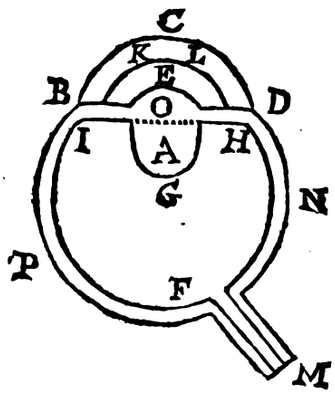
Humor vitreus maior quo ad quantitatem eſt

est etiam convexo concavus, cavitatem habet, XYZ quâ christallinum excipiat; à quo separatur, tunicâ araneâ. separatur ab aqueo, processibus ci-




liaribus 3X, 2Z; continetur immediate retinâ, seu retiformi tunicâ 342. sic dicta quod ad modum retis pluribus nerulis constet. humores omnes perlucidi sunt, seu diaphani, cornea item PFR, & aranea HKI, & X Y Z perlucidæ sunt. vuea TV, non est diaphana ideoque est perforata.

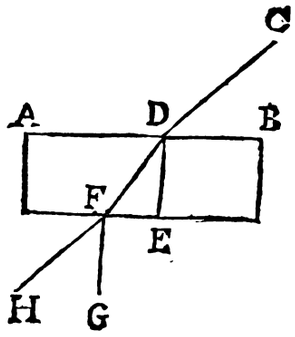
Quia figuræ planæ non satis bene exprimunt res solidas; ideo solent optici solam oculi sectionem exhibere, quam vt intelligas finge tibi oculi tres humores duritiem aliquam contraxisse, oculumque ita induratum, diuidi in duas partes sectione horizontali, figuram hic appositam habe-




bis; in qua A est christallinus humor, B C D E aqueus BFDG, vitreus BCD cornea, IK, LH, sunt portiones vueæ KL, foramen vueæ, seu pupilla BOD, processus ciliares. IEHG aranea. BFD, est retina BPND, est consolidativa, FM nervus opticus.

Densitas christallini humoris est fere æqualis densitati christalli; vt experti sunt aliqui, easdemque lumen in eo humore patitur refractiones, quas habet in christallo. aqueus humor christallino minùs densus est, sicut & vitreus, & ne quid sine experimento ostendatur. repleatur aliqua Sphæra vitrea christallino humore, oculi bovini; alia aqueo, alia vitreo, sit alia ampulla omnino æqualis ex christallo solida, alia plena aqua. & exponantur singulæ radiis solaribus, noteturque distantia ad quam radios solares vniant. videbisque differentiam non esse adeo magnam; hoc est Sphæram plenam aqueo, aut vitreo humore maxime convenire cum ea quæ plena erit aqua. refert *Descartes* se expertum esse aliquid huiusmodi, & se vix potuisse animadvertere differentiam notabilem.

Suppositio Tertia. Vitrum eiusdem crassitiei nihil immutat in obiecto, neque in lumine per ipsum traiecto. sensus istius suppositionis est, quod si sumatur vitrum eiusdem crassitiei, vel planum, vel ex vna parte convexum. ex alia concavum, ita tamen vt crassities sit eadem, quod negligi possit fractio quam lumen patietur dum huiusmodi vitrum traiiciet. frangatur ampulla vitrea, & ante oculos habeatur; invertatur quomodocumque, obiecta semper in eodem loco videbuntur; vt constat experientiâ. ex quo concludo non esse habendam rationem refractionum, quæ fiunt in tunicis ambientibus humores.




Ratio est quia quantum accedit radius ad perpendicularem dum ingreditur huiusmodi tunicas, tantum recedit à perpendiculari in egressu. vt sit vitrum A B, in quod incidat radius CD, qui frangatur; & accedat ad perpendicularem D E. sitque DF, deinde in egressu tantùm recedat à perpendiculari F G, ideoque vlterius producatur per lineam FH. certum est quod lineæ DC, & F H erunt parallelæ. vnde si vitrum non habeat notabilem crassitiem, in directum iacebunt lineæ DC, FH. quod experientia patet. deinde si densitas tunicarum ambientium humores sit æqualis humorum densitatibus, ita vt non multum discrepent; certum est nullam refractionis, quæ fit in tunicis habendam rationem, cum vnica fiat. ideo in hac materiâ nullam rationem habebimus refractionis, quæ fit in cornea B C D, in aranea IEH, aut IGH.

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*In oculi fundo obiectorum imagines depinguntur.*

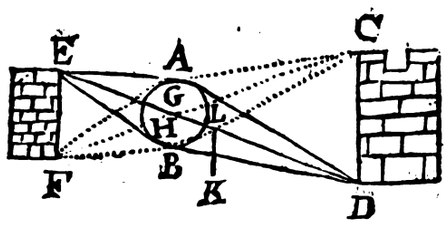
Suppono ad probationem huius propositionis experimentum satis commune, & de quo multa solent philosophi disputare. nempe si claudatur exactè cubiculum; ita vt nullus pateat aditus lumini, nisi per foramen vnum, cui obiiciatur ad aliquam distantiam corpus album. vt charta munda; videbuntur in ea charta imagines obiectorum, extra cubiculum positorum: sed inversô situ, duplici autem modô id fieri potest. primò si foramen sit simplex, nihilque illi addatur:

Digitized by Google

tur: in quo casu imagines obiectorum erunt valde confusæ, & imperfectæ, immo sine distinctione colorum, videbunturque potiùs quasi vmbræ obiectorum, quàm perfectæ imagines. deinde nulla erit peculiaris distantiæ observanda, sed quò charta foramini opposita, ab eo magis removebitur, eò etiam maiora videbuntur obiecta. denique quo maius erit foramen, eò quidem cum maiori luce videbuntur istæ imagines; sed confusiores, quorum omnium rationem reddere est satis facile. Supponendo scilicet à singulis obiectorum partibus reflecti vario modo lumen solis, quod traiectum per foramen illud, deinde ad oculum à charta reflectatur. Sed neque hic huius experimenti rationem reddere suscipio, cum inferiùs de illo sim dicturus, neque ad probandam meam propositionem id requiritur.

Secundus modus quô fieri potest idem experimentum erit, si foramen rotundum, cuius diameter vnius digiti instruatur lente vtrinque convexâ, perfectè elaborata, obiiciaturq; charta ad certam, & determinatam distantiam, quam faciliùs invenies recedendo sensim à charta quàm quâcumque aliâ viâ: tunc imagines, ita nativos obiectorum colores, proportiones, distantias, vmbras exhibent; vt omnem pictorum artem superent. quatuor in hoc phænomeno notanda sunt. primò expressissimas esse imagines cum coloribus propriis. secundum eas esse distinctissimas sine vlla confusione. tertium eas habere inversum situm. quartum chartam debere obiici ad certam, & determinatam distantiam; ita vt 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 AB, plena aquâ in eò foramine posita; sitque obiectum CD; & charta intrà cubiculum obiecta foramini sit EF. ex puncto C, intelligatur radius C G F, transiens per centrum Sphæræ G, qui cum perpendicularis sit, irrefractus erit, & vlterius protendetur, ex eodem puncto C obiecti, radij CA, CB. & alij infiniti qui cogitari possunt in Sphæram A B incidant. hi radij per suppositionem primam concurrent in eodem puncto post Sphæram. ergo illud punctum erit in aliqua parte radij C F irrefracti. Idem dico de puncto D, à quo si intelligantur plurimi radij in Sphæram A B incidere, hi omnes per suppositionem primam concurrent, ergo in aliquo puncto radij irrefracti D E. sit illud punctum E. igitur si charta in ea distantia obiiciatur foramini, in qua concurrunt radij ab iisdem obiecti partibus emissi.




Primò imago erit inversa, cùm enim concurrant hi radij simul cum radio irrefracto, radij irrefracti determinabunt locum imaginis, sed radius irrefractus puncti C, superioris in obiecto, post centrum G, inferiorem locum occupat, & radius irrefractus DE, puncti inferioris D, post centrum G, superiorem locum occupat, ergo imago puncti superioris C inferiorem locum occupabit. vocentur autem radij irrefracti principales.

Secundò expressior erit imago, quàm si radij per nudum foramen traiicerentur, quia eò erit expressior imago, quò plures radij luminis ab eadem obiecti parte emissi, in eodem puncto oppositæ chartæ vniuntur; sed plures vniuntur apposita Sphæra vitrea, quam si nudum pateret foramen. ergo expressior erit imago, nam per suppositionem primam lumen collectum lente vitrea maius est lumine dispersò.

Tertiò imago est distinctior, quia tunc est distinctior imago; quando in eodem puncto imaginis repræsentatur vnicum punctum obiecti, quam si in eodem puncto imaginis repræsententur plura puncta obiecti. Sed quando lens vitrea adhibetur foramini, in eodem puncto chartæ colliguntur omnes radij pertinentes ad idem punctum obiecti; quando vero solum patet foramen; illud cum indivisibile non sit, sed habeat v. g. diametrum semidigiti, ad idem punctum chartæ appositæ possunt pervenire radij plurimarum partium obiecti: ergo non tam benè vitatur confusio, ac dum instruitur foramen lente vitreâ. est etiam imago vivacior, quia in eodem puncto chartæ colliguntur plures radij ad eandem obiecti partem pertinentes, nempe illi omnes qui in diversa lentis convexæ puncta incidunt, quod non accidit quando est simplex foramen. sicut ergo dum radij solis incidentes in lentem convexam, post ipsam adunati, sunt intensiores, & fortiores, quam si solis radius per simplex foramen transmitteretur: ita etiam quælibet pars obiecti, emittens radios suos, (quidquid tandem sint illi radij: sive radij luminis reflexi, sive species non inquiro adhuc) fortiorem, & vividiorem imaginem depingit, vt constat experientiâ.

Quartò debet obiici charta in certâ, & determinata distantia. si enim non præcisè in concursu radiorum ab eadem parte obiecti emissorum collocetur; iam in eodem puncto chartæ incident radij ad diversas obiecti partes pertinentes, ita si ponneretur charta in puncto intermedio; ibi inveniretur duplex radius pertinens ad partem C obiecti; & radius pertinens ad partem D obiecti.

5. Si adhibeatur maior Sphæra, aut lens quæ sit segmentum maioris Sphæræ, maior apparebit imago. nã vt in dioptrica ostendemus, maiores Sphæræ ad maiorem distantiã, radios à sole emissos vniunt: sicut & radios luminis ab eâdem parte obiecti procedentes, quorum omnium dabitur demonstratio in dioptrica. sufficiat in præsenti experientia.

6. Si moveatur obiectum, aut vitrum; movebitur, & imago. cùm enim motô obiectô mutetur, & radius principalis, qui vt 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 cuiuscumque partis obiecti CD, aliqui radij incidunt in lentem vitream; illi sufficient ad pingendam imaginem; sed debilior erit imago; quia intercipiuntur cuiuscumque partis obiecti aliqui radij, qui expressiorem reddidissent imaginem, si adfuissent.



Digitized by Google

9. Si obiectorum vicinorum distincta sit imago; erit confusior imago obiectorum remotiorum, & viciſſim, ſi imago obiectorum remotiorum fuerit diſtincta: erit obſcurior imago obiectorum vicinorum. ratio eſt quia obiectorum vicinſorum radij incidentes in lentem vitream: vniuntur poſt lentem vitream in maiori diſtantia; & in minori diſtantia qui ab obiectis 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 radij, huiuſmodi lente, removeaturque charta poſt lentem donec radij perfectæ vniantur. 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 maior affulgeat obliterabitur imago.

11. Notandum quod licèt lentes non ſint Sphæræ integræ, ſed tantum portiones Sphæræ; nihilominus proportione quâ dam inveniri radium principalem in quo vniantur cæteri omnes radij. 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 alicuius animalis oculus accipiatur, à cuius retinâ, ita ſeparetur adhærentes aliæ tunicæ opacæ, vt aliquam diaphaneitatem habeat: atque ita præparatus oculus in feneſtræ foramine collocetur, in ſuo ſitu naturali, vt pupillam ad externa obiecta obvertat, clauſo aliunde diligenter cubiculo; apparebunt illuſtrium, & bene illuminatorum obiectorum imagines in ipſa retina. vel ſi ſeparari non poſſint adhærentes tunicæ, ſecetur pars aliqua retinæ, & loco illius, vel inunctâ chartâ, vel putamine oui contineatur humor vitreus ne diffluat, colloceturque oculus in foramine cubiculi clauſi ſecundùm ſitum ſuum naturalem; in eo oui putamine, aut chartâ oleo inuncta, quæ locum retinæ obtinet, videbuntur obiectorum imagines, quam experientiam affert ſi enatus Carteſius licèt non dicat expreſſe ſe eam feciſſe. Ego illam feci in oculo canis optimeque ſucceſſit, vt dicam infra.

Quia tamen difficile eſt ita putamen ovi oculo inſerere, vt humor non effluat; ſuperne poteſt incidi oculus, vt per illud foramen videri poſſit retina. ſi oculum ad foramen feneſtræ ita adhibeas, vt inciſio facta ſit in loco ſuperiori, poteris, in retina imagines obiectorum inverſas ſpectare.

Nobilis Danus cuius 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 propoſitionē ſtabilire conabimur. Si diligenter conſiderentur humores ex quibus oculus coaleſcit. tam bene deſcribi debent imagines in fundo retinæ, ac in charta oppoſita foramini inſtructo lente convexâ; ſi eædem ſint conditiones requiſitæ ad hunc effectum producendum, quæ inveniuntur in cubiculo ita clauſo, vt diximus; ſed eædem inveniuntur conditiones, igitur tam bene depingi debent. maior indubitata eſt obiecta enim ſunt cauſæ neceſſariæ; quare eôdem modô agent in ſubiecta eodem modo Capaciaſuæ impreſſionis. minor igitur probatur. Sphæra integra vitrea aqua plena, exprimit obiecta in charta appoſita valde vicina. Sed oculus eſt ampulla plena humoribus eandem cum aqua refractionem efficientibus (vt diximus in ſuppoſitione tertia, & quilibet experiri poteſt) niſi quod chriſtallinus ſit tantiſper denſior, ergo oculus exprimere deberet obiecta ad paruam diſtantiam poſt ſe; ſeu poſt retinam, niſi acceleretur hæc expreſſio; ſed acceleratur tantiſper expreſſio; ſeu vnio radiorum ad eiuſdem obiecti partem pertinentium, tum propter paulò maiorem denſitatem chriſtallini, tum propter figuram oblongiorem ipſius oculi, ergo depinguntur obiecta in ipſo oculi fundo. neque enim parua admodum diverſitas quæ in chriſtallini denſitate invenitur, poteſt niſi paruam admodum refractionem inducere; ergo tantummodo accelerare poteſt tantillulum radiorum ad eamdem obiecti partem pertinentium vnionem; nempe vt vniantur in retina.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Imagines obiectorum depinguntur in retinâ inuersô ſitu*

Reclamabunt multi phyſici, qui potius ſuo ſenſu, quam ex ipſa oculi conformatione, & refractionum legibus viſionem metiuntur. Prima ſit ratio ipſum experimentum, eodem enim modo quo obiectorum imagines deprehendimus in retina depingi, eodem evincimus illas everſo ſitu, efformari hoc eſt obiecti dextri imaginem exprimi in ſiniſtra retinæ parte, & ſiniſtri in dextra, altioris in ima. Sed ſi oculus ſeparatus ab animali, præparetur, ſeparenturque à retinâ adhærentes carnes, vt fiat diaphana, in ea videbis rerum imagines everſas: ergo tales ſunt.

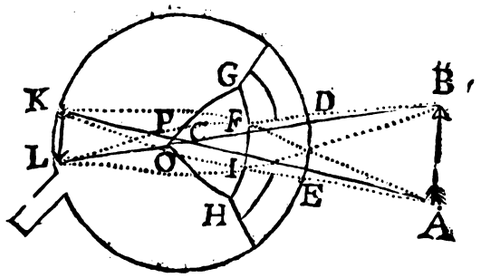
Sed præter experimentum, oſtendo aliter fieri non poſſe conſideratâ oculi figura, & partibus ex quibus coaleſcit hoc modo.

Inverſô ſitu in retina depingi debent obiectorum imagines, ſi radij principales, & aut irrefracti aut ſaltem non multum refracti alternato ſitu ad retinam appellant; ſed hoc accidit: igitur imagines inverſô ſitu in retina depinguntur. maior hôc modô ſtatuitur. Si imagines ſitu recto, & naturali in retina depingerentur, licèt radij principales inverſo ſitu ad retinam appellerent: imago non pingeretur in iiſdem partibus retinæ, ad quas radij principales obiectorum pertingerent, quod eſt abſurdum: cum ad radios principales alij omnes accedere debeant; & per vnionem radiorum ad idem obiectum pertinentium vividiorem reddere imaginem & diſtinctiorem; eſſet autem confuſiſſima niſi radij omnes ab eadem parte obiecti emiſſi vnirentur in eadem parte retinæ. probatur autem prima minor. Sit obiectum A B. ſitque C centrum cornææ D E, ſeu ſuperficiei convexæ aquei humoris. intelligunturque emitti ex A, & B, radij A C, B C. qui incidant in ſuperficiem DE, illi non frangentur; ſunt enim perpendiculares; cum tranſeat per punctum C, centrum ſuperficiei DE. cum vero incident in F I, ſuperficiem convexam chriſtallini; quæ eſt aut concentrica ſuperficiei D E; vt probabiliùs eſt, aut ſaltem non multum aberrat, item

cum

Digitized by Google

cum densitas christallini non multum distet à densitate aquei humoris, aut nullam in pun-




ctis F, & I, patientur refractionem, aut saltem insensibilem, sunt enim aut perpendiculares, aut fere perpendiculares, quare adhuc procedent sensibiliter secundum lineam rectam. restat igitur videndum, vtrum dum egrediuntur è christallino, & ingrediuntur vitreum humorem adhuc frangantur. primo si punctum C, esset centrum etiam superficiei GPOH, nullam refractionem paterentur, essent enim perpendiculares. (linea enim per centrum alicuius Sphæræ ducta, perpendicularis est ad eius superficiem) quod si C, non est centrum superficiei GPOH, debet quidem fieri aliqua refractio in punctis P & O, sed valde parua; quia christallini densitas non multum differt à densitate vitrei humoris, & radij CP, CO fere sunt perpendiculares; esset autem maxima refractio, si radios CP, CO, rursus ita vniret, vt se secarent antequam ad retinam pervenirent.

Quia tamen ista omnia non ita Geometricè demonstrari possunt, vt 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 obiectorum (*per primam propositionem*) depingi debent in fundo retinæ, addo quod debeant esse distinctæ, & nullô modô confusæ. hæc autem distinctio oritur, eò quod in eodem puncto retinæ, excipiantur plures radij ab eadem parte obiecti emissi, & nulli alij. Si enim alij incidant in idem punctum retinæ, oriri confusionem necesse est. Sed radij omnes emissi ex puncto A verbi gratiâ, non possunt vniri in punctum retinæ, si radij principales A C K, BCL, bis se intersecent, vt non inverso situ ad retinam appellant; ergo non bis se intersecant, sed tantum semel. quare imagines depinguntur inverso situ. probatur autem minor. impossibile est vniendo tres lentes quarum duæ sint convexo concavæ, vt sunt aqueus, & vitreus, & vna convexo convexa, qualis est christallinus, vt imagines obiectorum erigantur; concavitas enim huic erectioni multum nocet, cum in refractione saltem à medio densiori ad rarius potius dispergat, quàm vniat radios, rem experire. cura enim fieri phialas vitreas eiusdem figuræ cuius sunt humores oculi, easque si velis reple humoribus iisdem, eductis ex vno, aut pluribus oculis bovinis; nihil vnquam perficies ad erigendas, vt vocant species.

Ratio vlterior est quia vt erigantur obiectorum imagines, seu vt loquuntur alij erigantur species; non tantum sunt necessariæ duæ lentes convexo-convexæ, aut plano convexæ, sed etiam debent ab invicem distare duplici distantia sui foci. cuius rei si velis experimentum aliquod facile, sume præ manibus ea perspicilia quibus vtuntur senes; immo convexissima, quæ cataractas vocant, (eò quod iis aptissima sint, quibus cataracta ab oculis eruta est) eáque oculis admove; non ex eo quod nova refractio fiat; fiet talis radiorum decussatio, vt mutet situm imaginis in oculis depictæ, sed adhuc obiectum videbis in situ naturali quo videbatur antea: licèt cum aliquâ confusione. quia huiusmodi perspicilia non sunt tuis oculis accommoda. remove sensim ab oculis, eadem perspicilia; confundentur magis, ac magis obiecta; donec ita confusa appareant, vt nihil omnino videas. remove adhuc vlteriùs; incipient de novo videri obiecta distinctissima, cum colore vivido, sed inverso situ. experientia est communis, & quam fortè centies feci. immo quoties alicui seni volo seligere perspicilia hâc vtor. si enim ostendant mihi perspicilia, quæ sint ipsis perutilia ea removeo ab oculo meo, donec videam obiecta inversa, & noto eam distantiam. deinde apud mercatorem experior, donec occurrant alia perspicilia, quæ in simili distantia obiecta inverso situ repræsentent; quæ semper ipsis etiam perutilia sunt. ham vt pedibus calcei certæ mensuræ competunt, ita & oculis perspicilia.

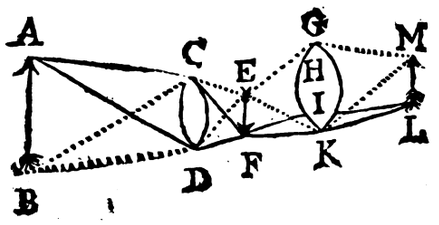
Ex quâ experientiâ indubitatâ sic argumentor, vt imago oculi mutet situm quem habebat, eo quod obiiciatur lens vitrea, requiritur certa distantia ab oculo. Si enim oculum attingat, non mutabitur situs. Sed humores oculi sunt contigui; igitur adiectio vnius humoris, non potest mutare eum situm quem haberet imago si vnicus esset tantum humor convexus. Sed si esset tantum vnicus humor convexus, nempe christallinus; imago pingeretur inverso situ in retina; vt in cubiculo clauso accidit; neque vnquam vnica lente obiectorum imagines eriges: ergo etiamsi sint duo alij humores præcipue vero eiusdem fere densitatis, & contigui, non poterit imago depicta in retina, habere alium situm quam inversum.

In quo notandum est dum lentem ita conuexam oculo nimis admoues, non mutatur quidem situs imaginis; quia tamen acceleratur nimis vnio radiorum, ad eandem partem obiecti pertinentium; & post eam vnionem rursus diuaricantur, inde fit confusio: quia nempe in eadem parte retinæ appellunt radij ad diversas obiecti partes pertinentes.

Aliam experientiam propono, vt ostendam fieri non posse, vt imagines obiectorum in retinâ erecto situ distinctissimo depingantur. Assume duas lentes maxime convexas, hoc est quarum singulæ depingant obiectorum imagines ad distantiam vnius digiti inverso scilicet situ. vt duabus lentibus easdem imagines erectas in charta habeas, debebunt in tubo ita collocari; vt tribus, aut quatuor digitis inter se distent, & tunc si obiiciantur alicui obiecto illustri, excipiaturque imago ad distantiam vnius, aut alterius digiti; exprimetur imago erecta satis distincte, in quo vides requiri maximam distantiam à prima lente ad vltimam, & ab

vltima ad chartam. ità vt loco distantiæ vnius digiti quæ requiritur, vt imago expressissime depingatur in charta everso situ, vt situ erecto exprimatur iam requirantur duæ lentes distantia inter vtramque lentem quatuor fere digitorum, & adhuc distantia ab vltima lente ad chartam in qua depinguntur imagines, sit duorum fere digitorum. vnde iam charta (quæ vicem habet retinæ) remota est à prima lente sex fere digitis.

Et adhuc sunt duæ lentes convexæ, inter vtramque lentem est aër, ideoque fit transitus primo ab aëre ad primam lentem; à prima lente ad aërem, valde dissimilem in raritate, à vitro; ab aëre rursus in secundam lentem, à se-




cunda lente rursus in aërem. vt si sit obiectum AB, à cuius singulis punctis A, & B, mittantur radij AC, AD, in lentem C D, qui vniantur in F, item BC BD qui post lentē CD vniantur in E; si charta esset in EF, in eâ depingeretur exquisitissimè imago obiecti AB inverso situ. si ad paulo maiorem distantiam quam sit CE alia obiiciatur lens vitrea GK; apparebit imago erecto situ in L M. in quo vides distantiam CM, quadruplam esse distantiæ CE. Contendo autem in oculo ad hoc vt erigeretur imago, multò adhuc maiorem requiri distantiam. primo quia non sunt duæ lentes convexæ. Secundo quia omnes humores sunt contigui, & sunt eiusdem fere densitatis, nec vllus intercipitur aër qui cum valde differat à vitro, quò ad densitatem maxime confert ad quantitatem refractionis ergo multo maior requireretur distantia quam ea quæ in oculo inveniatur, qui oblongus ad modum tubi esse deberet. vnde bene concludo impossibile esse, vt tribus lentibus compositis, eô modô quô sunt humores oculi, vnquam imagines obiectorum in charta erigas. præcipue si illæ lentes sint contiguæ, & charta non distet ab vltima.

In quô rideas aliquorum philosophorum imperitiam, qui cum scirent radiorum vnionem oriri ex refractionibus; tot volebant dari tales radiorum intersectiones ideoque tot mutationes situs; quot erant refractiones. quia vero in singulis humoribus, immo & in singulis tunicis duas admitterent, volebant depingi imagines situ erecto, quia numerus refractionum erat par. nam prima refractio invertit (vt volunt) situm; secunda erigit. tertia invertit, quarta erigit, & ita deinceps. mille rationibus evincitur esse falsum. nam dum lentem convexam oculis propius admoveo video obiecta erecto situ (quia inquiunt) refractiones sunt pares. dum eandem lentem ab oculis removeo, video obiecta inverso situ, cum tamen totidem sint refractiones. deinde vnica lens convexa imagines inversas depingit in chartâ, numerus tamen refractionum est par cum vna fiat in egressu, alia in ingressu ipsius lentis. addo si secunda lens primæ admoveatur; imago adhuc erit inversa; sed minor, & charta propius admovenda erit. immo si adhibeantur tres aut quatuor ante congressum radiorum. si vero duæ tantum adhibeantur lentes; sed ad duplam distantiam primæ vnionis, erigetur imago. non ergo numerus refractionum id præstare potest, sed habenda est ratio distantiæ.

Quamvis apud mathematicos nullus sit locus obiectionibus, cum nihil sine demonstratione in medium afferant: nullusque propterea relinquatur dubitandi locus, illi qui demonstrationem probe intellexerit; quia tamen versamur in materiâ mixtâ, & non purè Geometricâ; ideo aliquid mihi in contrarium afferre liceat, ex cuius solutione nonnihil lucis huic materiæ affundetur.

Dices si imagines obiectorum depingerentur in retina inverso situ; obiecta apparerent inverso situ, seu vt tollatur omnis æquivocatio viderentur habere situm contrarium illi quem de facto habent, sed hoc repugnat experientiæ; ergo & assertio nostra. probatur maior eô modô apparent obiecta, quô depinguntur in retina, sed in retina depinguntur inverso situ, ergo debent apparere inverso situ. si enim distincte depingantur in retina, distincta apparebunt, si confuse confusa, ergo si inverso situ depingantur, inversa etiam apparebunt. hæc est præcipua ratio, quare multi totum ordinem istarum refractionum immutent.

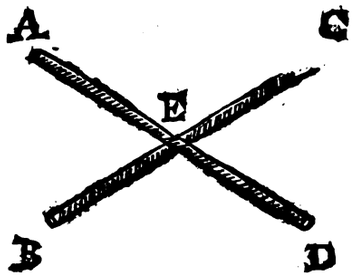
Antequam respondeam vnum quæro, an ea omnia quæ conveniunt imagini debeant convenire obiecto, seu videri esse in obiecto. quod si hoc semel admittatur, multa concludam absurda. Sic enim argumentor. eô modô debent videri obiecta quo depinguntur in retina, sed depinguntur in retina intra oculum; ergo debent videri obiecta esse intra oculum. respondebis eam esse proprietatem visionis, vt repræsentet obiectum esse in alio loco, quàm in eo in quo ipsa sit. sicut intellectio aut actio imaginativa, hic Camberij 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 obiecto, dicantur propterea videre obiectum, sic enim videretur obiectum esse in eo loco in quo est hæc imago, sed hæc imago apta est ad determinandam animam ad hoc vt eliciat actionem aliquam, repræsentativam obiecti 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 obiectum esse intra oculum.

Quod ingeniosissimo exemplo explicat, Cartesius nempe alicuius cæci vtraque manu baculum tenentis, qui dum baculo prætentat iter, licèt recipiat tantum in manu pressionem aliquam à baculo factam, diversam quidem provt 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 necessario puto debere fieri ab adversario quamcumque tandem in his materiis opinionem sequatur. puto tamen eâdem responsione totam dilui, & solui difficultatem. Et primo quidem eâdem responsione debet soluere quomodo licèt imago in oculo facta non superet magnitudinem

vnius

Digitized by Google

vnius digiti, vt tamen illius videatur ingens palatium, & secundum magnitudinem propriam quam habet. quia (inquies) dum videt palatium oculus licet habeat imaginem paruam; determinatur tamen ad videndum illud obiectum secundum lineam

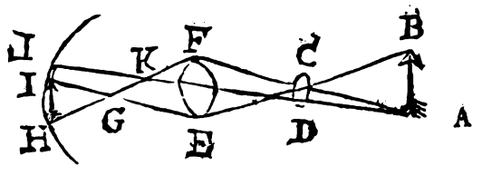



rectam, secundum quam imago in oculo depingitur, & cum videatur tale obiectum cum aliqua distantia, quomodocumque tandem hæc distantia videatur, quod suo loco explicabitur, videtur cum sua magnitudine. vt si cœcus noster vtraque manu baculum teneret, prætentaretque duo corpora magis dissita inter se quam sint ambæ manus, bene iudicaret de distantia 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 iudicaret de obiecto C, sinistro per impressionem factam in manu dextra, & de obiecto dextro D, vi impressionis factæ in manu sinistra C. vnde falsum est quo ad locum & situm eô modô videri obiecta, quô depingitur imago; vi cuius illa videmus. cum aduersarius etiã id cogatur dicere quoad locum, & magnitudinem, ego autem addo, & quoad situm: ergo imago inuersa determinare potest, ad videndum obiectum esse rectum, sicut parua ad videndum magnum, & in oculo recepta ad videndum illud esse extra oculum, & duplex in vtroque scilicet oculo recepta ad videndum vnicum. Sed de hoc vltimo suo loco dicemus. Fateor quidem quod si imago in oculo fuerit confusa, non poterit distincte videri obiectum. ratio est quia si ego simul, & semel feriar à multis, in eodem loco; impossibile est vt iudicem ex qua parte fuerim percussus. quia fit ex multis percussionibus vnicus totalis impetus, & quia istæ percussiones supponuntur diversæ naturæ, non potest iudicium ferri certum. At verò quod percussus in sinistra manu, sentiam me percussum à parte dextra nullum est inconueniens.

Restat secundum dubium nempe modus quo aliqui tueri volunt imaginis istius erectionem. dicunt enim radios à diversis obiecti partibus emissos in pupillà, quasi in foramine aliquo, intersecari, deinde christallinô humore excipi longe post eam intersectionem, & vi christallini rursus vniri, 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. secundo non tantum requiritur ad imaginem perfectam, vt aliquis radius ab obiecto emissus, incidat in retinam, sed præterea requiritur vt omnes radij ab eadem parte obiecti emissi, in idem punctum retinæ confluant, alioquin non vitabitur confusio. Fateor quidem quod si esset ob-




iectum AB, & foramen CD, quod vt indiuisibile sumeretur, possent transmitti duo radij AF, BE, se intersecantes in foramine, & incidentes in lentem FE, qui vnirentur in G. & post intersectionem inciderent in chartam HI, ita vt punctum H, pertineret ad punctum A, & I ad punctum B, nego tamen propterea depingi vnquam imaginem. quod si aliquis id velit experiri non erit difficile. factô enim foramine in fenestra alicuius cubiculi clausi, removeat quantum voluerit lentem convexam à foramine; nunquam tamen videbit imaginem erectam. ratio est quia foramen non est indiuisibile; ergo ex quolibet puncto obiecti transmittuntur plurimi radij ad lentem. transmittatur ergo alius radius AD, qui frangetur, nisi sit perpendicularis, & vnietur cum radio AF, in puncto K, & post vnionem ab eo separabitur, ita vt nunquam postea vniatur. debent autem inter radios AD, AF, alij innumeri cogitari, qui pariter vniuntur in K; & post illam vnionem in varia puncta lineæ HL incident: igitur tam punctum obiecti A pingeret suam imaginem in L. quam in H. & in toto spatio H L. idem intellige in puncto I; igitur nihil videbitur; nisi lux confusa, cum in tota subiecta charta inueniantur radij pertinentes ad singula obiecti puncta.

Dices iterum si hoc esset neque obiectorum 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 vmbras, propter eam confusionem, nempe quòd omnes radij ab eodem obiecti puncto emissi non vniantur in eodem obiectæ chartæ puncto. Respondeo secundo 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 radij emittuntur, qui ad eandem obiecti partem pertinent, non multum à se recedunt, sed tantum secundùm magnitudinem foraminis; immo in maximâ distantiâ obiecti à foramine sunt physice paralleli, & ostendemus hanc differentiam non esse notabilem, ita sol per foramen cuiuscumque figuræ suam imaginem rotundam emittit. quod suo loco explicabitur. at vero si adhibeatur lens convexa, radios quidem eiusdem partis obiecti vnit in certa, & determinatâ distantia, post quam vnionem eos dispergit, ideoque omnimoda sequetur confusio: cum tamen in nudo foramine seruetur aliqua distinctio. Atque de hac propositione modò satis. reliquæ difficultates in decursu explicabuntur.



Digitized by Google

## PROPOSITIO III.

Theorema.

*Rationem reddere cur ita compositus sit oculus.*

Suppono hic ab obiectis, sensum moueri ad sensationem producendam cùm enim sensus sit indifferens ad quamcumque sensationem, debet ab obiecto determinari, certum, est igitur ad præsentiam obiecti sensus nostros aliquid percipere, quod antea nec percipiebant, nec percipere poterant; item adhibitô quôcumque obice impediri huiusmodi sensationem, ita clausis palpebris, aut interpositô corpore opacô obiecta non videmus, quæ priùs videbamus. tertiò obiecta validiora ad validiorem sensationem determinant, ita maior ignis meliùs sentitur; vicinior meliùs quam remotus; quæ omnia cum sint signa actionis alicuius ab obiecto quomodocumque prouenientis, nullus negare potest eam determinationem peti ab obiecto siue sit propria efficientia, siue non; parum interest. siue id fiat medio lumine solo, ab obiecto remisso; siue addatur aliquid aliud, siue lumen sit corpus quod neruum delicatulum impellat, aut pungat, siue cum lumine aliquid aliud producatur parum interest hoc non inquiro modò. certum est obiecta visibilia, in oculum agere ideo sentimus dolorem ab obiectis nimis potentibus: non determino item an emittantur ab oculis nostris aliqui radij, qui in obiecta 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 obiectô ad oculum siue per reflectionem, siue tanquam ab obiecto primario. quod tamen ne aliquid sine evidenti experientia assumam ita ostendo.

Primò etiamsi sit intensissimum lumen in medio, si tamen tale lumen in obiectum non incidat, non videbitur obiectum, ita dum non longe ab ostio cauernæ alicuius versamur, non videntur obiecta, quæ in tali specu posita sunt etiamsi omnia exteriora, sint bene illuminata.

2. Etiamsi illuminetur obiectum, lumen quodcumque aliud in medio receptum, & nullo modo pendens ab obiecto, aut ab eo remissum, non iuvat ad visionem, sed vt plurimum illi nocet, aut saltem inutile est. inutile erit si ad oculum non perueniat; vt lumen solis in aëre intermedio extra vmbram terræ receptũ, non meliùs ostendit stellas sed inutile est ad talem visionẽ, ita si de nocte obiectum aliquod probe illuminetur, & transeant per interiectum aërem quam plurimi radij luminosi, obiectum melius non videbitur. nocebit autem lumen aliunde prouenies si in oculos incidat, ita solis radij oculos perstringunt. ita dum videntur rerum imagines in cubiculo clauso si aliunde quam per foramen lux aliqua affulgeat obliterabuntur.

3. Etiamsi obiectum illuminetur, non tamen videbitur, si lumen ab obiecto remissum, in oculum non incidat. etiamsi speculum lumen solis directe 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 obiecta videantur. respondebo enim falsũ esse nihil luminis à stellis emitti, & referam indubitatam experientiam. exposui non semel stellis lentẽ conuexam satis magnam, & notaui in charta multum luminis, colligi nempe in puncto foci, esto non possint alia videri obiecta; cum enim vt videantur obiecta deberet lumen à stellis emissum, vsque ad obiecta, & ab iis ad oculum remissum esse sufficiens ad mouendum oculum, sed dum hoc modo reflectitur debilius est, quam si directe exciperetur ab oculo; ergo licèt lumen à stellis emissum sit sufficiens ad mouendum oculum si directe ab eo excipiatur, non tamen poterit eundem oculum mouere, si ab obiectis reflectatur, nisi dum reflectitur à speculo læui & polito, scabrities enim obiectorum multum imminuit & dissipat radium.

Ex quibus concludo necessarium esse vt lumen ab obiectis, aut directe, aut reflexe, aut refracte emissum, incidat in oculum, & quo maius erit illud lumen, eò maior erit & potentior sensatio. siue cum illo lumine aliquid aliud producatur siue non.

Quibus positis sic ostendo rationem propter quam necessarius fuerit christallinus humor; nempe vt per illum, obiecta potentiùs agerent in retinam. sicut enim sol potentiùs agit per lentem vitream conuexam, quam si per simplex medium suum radium transmitteret, simili modô singulæ obiecti partes potentiùs agunt in fundum oculi, trans christallinum humorem, quam si per liberum & vnicum medium suam actionem transmitterent; eò quod radij à singulis obiecti partibus emissi, colligantur in eadem parte retinæ. secundum quod requirebatur ad perfectam visionẽ est distinctio, hoc est vt singula obiecta singulas organi partes determinandas suscipiant; si enim singula obiecta in singulas retinæ partes agant easque feriant; vt ita dicam, & pungant; impossibile erit vt distinguat à quo feriatur & pungatur, præcipue si omnes illæ affectiones sint diversæ naturæ. Necessaria igitur fuit lens christallina vt singulis diuersas, obiectis partes organi feriendas assignaret & attribueret. nam si organum visûs patuisset omnino, obiecta singula æqualiter in singulas eius partes egissent, vnde non poterat magis vitari confusio, quam cum excitato tumultu, à confertâ multitudine vnus idemque sine vllo ordine verberatur. si verò tantum per foramen aliquod suas obiecta transmisissent actiones, vel foramen illud exiguum foret, vel satis amplum; si primum inualida fuisset cuiusque obiecti actio; dum per vnicum tantum radium singulæ eius partes in organum egissent. si verò fuisset satis amplum; non fuisset vitata confusio, quælibet enim pars obiecti in plures organi partes egisset, & consequenter plures obiecti partes in eandem partem organi. igitur apposite concinnata fuit lens christallina, quâ obiecta singula in diuersas obiecti partes etiam per plurimos radios agerent, fieretque simul & actio validissima, & simul distinctissima.

Aqueus humor licet absolute non videatur necessarius, (cum in experimento communi supra relato) vnica lente vitreâ totum absoluamus negotium; nihilominus inutilis non est cum in eo iam inchoëtur aliqua refractio, multumque conferat

Digitized by Google

ferat ad vnionem radiorum ad easdem partes obiecti pertinentium, deinde fuit necessaria vuea perforata, cuius foramen coarctari, & dilatari posset, ne nimia obiectorum actio organo noceret; & vt ita dicam combureret, tam enim bene potest sol mediô christallinô humore comburere retinam, ac comburit alia corpora dum eius radij lente vitrea colliguntur. quare dolor aliquis, immo & si attentiùs & diu respiciatur aliqua cicatrix, quæ per aliquod tempus perdurat, redditque inutilem eam partem retinæ ad percipienda alia obiecta, propter duritiem illam & callum quem obduxit. eô modô quo dum cibis formaliter calidioribus alicuius comburitur lingua; non potest tam facile sapores percipere. debuit igitur author naturæ huic malo prouidere vueamque christallino obducere perforatam quidem ne radios luminis prohiberet, cuius tamen foramen coarctaretur quoties nimium luminis immittendum foret, esset que periculum ne organo noceret, & dilatari dum lux modica affulgeret, vt pluribus radiis aditus pateret, & consequenter produceretur maius lumen in organo. vt autem facilior esset motus vueæ, debuit alicui humori innatare, ne nimia siccitate corrugaretur, redderetur que inutilis ad talem motum. hic autem motus liber non est, sed vbi nimia lux ad oculos appellit suapte sponte pupilla sensim coarctatur; aperitur autem & maxime hiat in tenebris, quod notare possumus in alienis oculis, si ipsis propiùs accensam facem admoueamus. non distat vuea à christallino, quia talis distantia noctua potiùs quam vtilis foret, si enim distantia esset notabilis, plerorumque obiectorum radij tantum oblique in christallinum inciderent; qui minus essent apti ad efficiendam visionem. non tamen vuea immediate adhæret christallinô quia non haberet motum liberum. aqueus humor modicus est, vt videatur tantum esse factus ad vueam continendam. nihil dico de cornea, quæ ad continendum aqueum est facta, durior est aliis menbranis, & tunicis ne tam cito ab incurrentibus corporibus læderetur. omitto palpebras & cilia, quæ potius ad tutelam & cautionem erunt apposita quam quod ad visionem aliquid conferant Aranea totum vestit christallinum ne diffluat & cum aliis confundatur aut suam amittat figuram.

Quia experimur post lentem vitream non tam citò radios à sole, aut à singulis obiecti partibus emissos vniri, sed postquam in lente vitrea ita refracti sunt vt ad se inuicem conuergant; necessarium esse aliquod spatium, ideo pars organi in qua depingerentur obiectorum imagines, debuit distare à christallino, propterea que retina non est illi immediata, sed cum habet in centro, & ab eo fere æqualiter vndequaque distat.

Atque vt eam distantiam semper seruaret, nec proprio pondere subsideret; plena est humore vitreo, quo humectaretur; redderetur que aptior ad impressiones obiectorum excipiendas. est item neruus opticus vt 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.*

Quamuis hæc propositio potiùs physicam, quàm ad matheſin pertineat, quia tamen siue nostris principiis in hac materia cæcutit physica, nostrisque principiis positis & bene intellectis facile sequitur hæc propositio, ideo iure merito hanc examinandam censui. Id vnica propositione facio quod alij libris integris peragunt; res enim meo iudicio ita facilis est vt non tot tricis egeat vt 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, vt radij siue luminis siue specierum visibilium, possent appositè ad retinam appellere ad visionem in ea faciendam, quam assertionem duplici ratione demonstro quantum patitur materia physica prima positiua est.

Secunda negatiua, per reiectionem aliarum partium. non est autem hæc propositio eadem ac prima, & secunda quæ tantum probarunt eô modô depingi in retina obiectorum imagines, quô 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 perceptiua rerum visibilium quam vocamus visionem, hanc in retinâ produci.

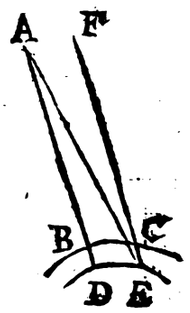
Probatur primo. Illud est proprium visionis organum, quod magis apposite potest determinari ab obiectis ad visionem eliciendam; sed talis est retina, ergo retina est proprium visionis organum. maior videtur mihi certissima, cùm enim debeat obiectum coagere cum ipso organo; vt volunt aliqui, vel emittere aliquid, quod per seipsum formaliter determinet animam ad suam actionem eliciendam: si in aliquo organo ita recipiatur impressio facta ab obiecto, vt sit aptissima ad faciendam talem sensationem, & aliunde organum illud sit capax talis actionis; puto nullum illô meliùs constitui posse organum in quo talis actio producatur. probanda igitur restat mihi minor, primò retina seu retiformis tunica, tota contexta est ex neruulis, immo videtur esse pars nerui optici, seu neruus opticus productus: ergo ex se capacissima est talis operationis; seu visionis, nempe vt sentiat obiecta. 2. Illud organum maxime potest determinari ab obiectis in quod & potentissime agunt obiecta, & sine vlla confusione, sed talis est retina in qua (*per primam huius*) distinctissime depinguntur obiectorum imagines; ita vt agant singulæ partes obiecti in singulas retinæ per vnionem plurimorum radiorum, ideoque potentissime. vnde concludo inepte fuisse concinnatum oculum, si in eam partem potentissime agerent obiecta, in qua omnis talis

actio

actio inutilis esset ad visionem; sed actio obiectorum 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 obiecta,& non in retinam.

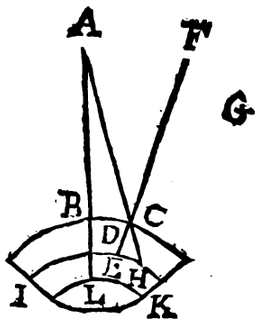
2. Argumentum negativum est. In nulla parte ante ipsam retinam posita, in nulla post retinam fieri potest visio, ergo vel nulla est; vel fit in retina,non in parte aliqua post ipsam retinam positâ; quia retina diaphana non est, nec potest transmittere radios ab obiectis emissos vlteriùs. non etiam in parte anteriori; quia si fieret visio in parte aliqua anteriori inutiles essent partes posteriores: neque diaphanæ esse deberent, & transmittere vlteriùs luminis radios. quod vt meliùs, & certius exequamur; percurramus singulas oculi partes,vt 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 obiecti pars in quamlibet corneæ partem agit; cùm à quâlibet obiecti parte ad singula corneæ puncta duci possit linea recta, ergo incondite, & nullo servato ordine determinaretur ad visionem. Secundò quælibet obiecta in singulas corneæ partes per vnicam tantum lineam; ergo cum maxima debilitate.Tertiò dum adnascitur alicuius oculis cataracta, hæc non tegit corneam, sed tantum obturat pupillam, seu foramen vueæ, & tunc nihil prorsus videtur, videretur autem aliquid si cornea esset proprium visionis subiectum. nisi dicas obturatâ pupillâ impediri spiritus animales, qui necessarij sunt ad visionem, sed contra, cornea etiam demissâ tali cataractâ benè nutritur, nec vllô modô apparet immutata: ergo haberet etiam sufficientes spiritus animales. deinde spiritus animales non sunt lucidi, vt egeant medio diaphanô ad hoc vt transmittantur,à nervo optico vsque ad corneam. denique extinguerentur illi spiritus si transmitteretur à nervo optico in corneam per tres humores. quarto inutiles essent alij humores,& tunicæ. quinto alicui perforata fuit cornea acu, & asservit 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 radij ab eodem obiecto per duo foramina emissi corneam attingerent quod tamen est falsum. si enim dicas quod etiamsi sint duo radij diversas retinæ partes attingentes,quod vnicum tantum obiectum ostendant, quia ab eodem obiecto procedunt. Sed contra si obiicias chartam in certâ distantia, perforatam duobus aut tribus foraminibus in aliquo situ inferius explicando, videbitur duplex, aut triplex obiectum pro numero foraminum; sed in tali casu hi radij ab eodem obiecto emittuntur; ergo non sufficit radios ab eodem obiecto emitti,ad hoc vt vnicum & non geminatum obiectum videatur.

Multò minus fit visio in cornea, ita vt radius qui in corneæ profunditate recipitur sit visorius, & determinatiuus potentiæ ad videndum. Sit enim obiectum A, emittens duos radios in corneam BC, nempe radios A B, A C, sitque AB perpendicularis, & consequenter irrefractus. Sit autem alius radius AC obliquus, qui cum à medio rariori nempe aëre,incidat in corneam, frangetur ad perpendicularem (*per suppositionem primam*) frangatur ergo in CE, & radius EC,producatur secundum lineam rectam in F. si radij BD,CE,essent visorij. hoc est essent ij qui vltimò




determinarent organum ad videndum; videretur obiectum A, secundum lineam E C; ergo videretur etiam in F. neque enim oculus videt obiectum nisi secundum vltimum radium quem recipit, alioquin res per speculum reflexe 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; cum neque sit nervus neque aliquid huiusmodi. nimia enim mollities est ad sentiendum inepta. deinde probabilius est humores non animari. Secundò in eo humore est adhuc confusio radiorum, hoc est à pluribus obiecti 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 adeo obiectum geminatum, & in duobus locis



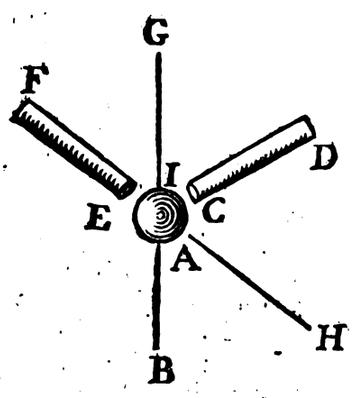

appareret. vt si punctum A, duos radios emittat in aqueum humorem nempe radios AB, AC.primum perpendicularem, & irrefractum, secundum vero obliquum, & consequenter refractum in puncto C. si aqueus humor, & cornea sint eiusdem densitatis non recta procedet in H, sed frangetur in DE, & obiectum videbitur secundum lineam ED, ergo in puncto F, quod si humor aqueus fuerit densior quam cornea adhuc fiet alia fractio ex eadem parte, ita vt radius DE, productus, magis vergat ad partes G;ergo adhuc in tali casu obiectum per duos illos radios visum; geminatum, & in locis A, & G videbitur. si denique aqueus humor dicatur esse minus densus quam cornea, quia maiorem habet densitatem

Digitized by Google

densitatem quam aër radius CD, frangetur in H, non tamen ita vt radius HD, coincidat cum AC, quia ad hoc necessarium esset, vt tanta esset differentia quoad densitatem inter corneam, & aqueum humorem, quanta est inter aërem & corneam, vt restitueret radium in pristinum statum.

Quæ ratio etiam valet ad probandum araneæ portionem anteriorem non esse sedem visionis qualis est IK.

Probatur item alia ratione radij AC, AB, emissi ab eodem obiecti puncto A, licet iam inter se accedant; propter refractionem in puncto C factam; non tamen adhuc vniuntur in anteriori parte christallini 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 vnius Sphæræ: ergo non potest vnire radios ad idem obiectum pertinentes. consequentia patet; si habeas lentem vitream convexo concavam, aut etiam plano convexam, nunquam in eius superficie poteris radios solis vnire; sed in aliqua distantia. quô argumento etiam probo neque in christallino, neque in araneæ alia parte, neque in toto vitreo humore fieri posse visionem. quæro enim quid requiratur, vt aliquod obiectum licet vnicum in se, geminatum appareat. certũ est enim aliquando tale apparere, nempe vt duo radij ab eadem parte obiecti emissi, duas diversas partes organi in quo fit formalis visio feriant, & insuper hi duo radij producti versus obiectum non conveniant. Sed sive ponatur visionis organum esse christallinus, aut illum ambiens aranea, sive statuatur vitreus humor: hæc duo inveniuntur, nempe quod in illius duas partes distinctas incidant radij ad eandem obiecti partem pertinentes, & insuper producti versus obiectum non conveniant inter se, nec ostendant obiectum esse in eodem loco: ergo omne obiectum non dico duplicatum: sed multiplicatum videri deberet.




Sit enim obiectum A, radij incidentes in oculum AB, AC. quos ostendimus tantùm vniri in retinâ in puncto D, si statuatur organum visionis esse aranea EFN. dico fore vt duplex videatur obiectum A, quid enim requiri potest, vt obiectum A, videatur duplicatum, nisi hæc duo nempe vt afficiat duas partes organi, seu pũcta E, F, & ita eas afficiat, vt non possit oculus sentire eas duas affectiones prodire ex eodem loco; sed etiam hoc postremum invenitur. nam si producerentur radij EP, FO, non inciderent in punctum A, sed EP, in L, & FO, in K, ergo sentit oculus se percuti in E, ex loco L, in F, ex loco K, igitur geminatum deberet apparere obiectum 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 vnicum illius punctum verbi gratiâ D, ab vnico tantum obiecti puncto A, feriatur & pungatur.

Restat tamen vna difficultas; nempe contendunt aliqui in alia tunica retinam vestiente fieri visionem. hôc persuasi argumento.

Si visio fieret in retina, fieret in omnibus eius partibus, fierique non posset, vt obiectum oculo obiiceretur, & non videretur, sed fieri potest, vt obiectum obiiciatur oculo, & non videatur, si nempe eius imago incidat, in eam partem retinæ, in quam inseritur nervus opticus. probatur autem minor experimento.

Ponantur tria obiecta distantia ad invicem semipede, sintque maxime visibilia. Sit vnum obiectum maxime ad lævam voceturque A, sit intermedium B, & C, maxime ad dextram. respice vno tantum oculo, obiectũ A, ita vt oculus in illud intendat, seu sit in axe optico, videbis tamen alia duo obiecta, licet non ita distincte. retrede sensim intendendo semper in obiectum A, quod supponitur esse ad lævam: accidet vt non videatur obiectum intermedium B, licet videatur obiectum C, quod maxime est ad dextram: ergo signum est esse in organo visûs aliquam partem, quæ non sit visiva. Sed si fieret in retina, illud obiectum videretur, vere enim eius 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 obiecti, mirum non est si videri non possit cum in tali loco deficiat.

Respondeo parum interesse an præcisè in ipsa retina, an in choroide quæ pars eius dici potest fiat visio. quamvis etiamsi retina sit visionis organum, poterit fieri, vt qua parte ei inseritur nervus opticus, non sit satis tenuis, & sensibilis, vt 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 choroide, ipsam vestiente, & quæ propterea aliqua eius pars dici possit fiat proprie visio, quod meæ assertioni contrarium esse non censeo.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

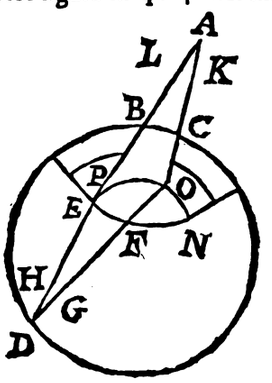
*Obiectum licèt per plures radios in eadem parte retinæ collectos visum, vnicum appareat.*

Attingo hic difficultatem satis magnam, & quæ meô iudicio, sola est quæ nonnihil negotij potest facessere. Hæc autem ita moveri potest. Si visionis organum nempe retina potentissimè movetur ab obiecto, eò quod eadem pars retinæ pluribus radiis ab eodem obiecto prodeuntibus feriatur, & pungatur: obiectum multiplicatum apparere debet, toties nempe quot radij eam partem retinæ



Digitized by Google

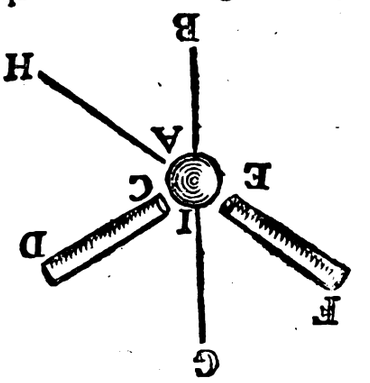
attingunt : ſed hoc eſt manifeſte contra experientiam : ergo doctrina ſuperiùs tradita nequaquam poteſt ſubſiſtere. probatur maior, obiectum tunc multiplicatum apparet cum videtur eſſe in pluribus locis;ſed deberet videri eſſe in pluribus locis, ergo multiplicatũ apparere deberet.maior eſt certa;ſi enim videatur eſſe in pluribus locis non poterit non apparere multiplicatum. minor ita probatur. oculus videt obiectum eſſe in eo loco, ex quo ſentit ſe affici,& vt ita dicam pungi;ſed ſentit ſe pungi ex pluribus partibus à radiis ad idem obiectum pertinentibus,nam ſentit ſe affici ex ea parte, ex qua radij vltimi ipſum ferientes procedunt, & ad ipſum appellunt;ſed ad idem punctum organi ſentientis nempe retinæ, radij ad idem obiectũ pertinentes appellunt ex diverſis partibus, ergo debet videre obiectum eſſe in diverſis locis.inſpiciatur ſuperior figura in qua punctum D, retinæ




attingitur pluribus radiis ab eodem obiecto 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 obiectum A,eſſe in K ergo ſi inveniantur duo radij ED, DF, videbitur ſimul in L & K, confirmatur tota hæc ratiocinatio. videmur eàdem vſi, vt probaremus viſionem non fieri in chriſtallino,aut vitreo;v.g.non fieri in pũctis E, & F, quia videlicet idem obiectum A, videretur eſſe in radio F O, & in radio E D, qui duo radij cum inter ſe non conveniant verſus A, repræſentabunt obiectum eſſe in duobus locis.

Duplici aut triplici viâ nodum hunc ſoluam. 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 motũ 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,multo melius, ſi id etiam cum aliqua diviſione fiat,ita poſſet aliquis non omnino quoad hoc propugnare radios luminis ab obiectis 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 impel atur duplici impulſu non quidem omninò contrario; quod aut vnicus producetur impetus,aut quod idem eſt;duo vnico, & eidem æquivalentes.Sit enim globus A, qui ſimul




duobus baculis CD, E F impellatur, motus qui producitur erit ſecundùm lineam AB, idemque producetur impetus, ac ſi impelleretur globus A, ſecundum lineam GI,vnde 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 vt oculo applicetur. dũ 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 vnitos immediate antequam retinam attingant,punctum illud aut minimũ ſenſibile luminis impulſum à duobus radiis ED,FD,movetur motu intermedio ſicut globus A, ſupra deſcriptus; & vnicum in retina producit impetum, ſecundùm lineam aliquam intermediam, id eſt quæ velut ex puncto A procederet. hic tamen vltimus modus ſubſiſtere nullatenus poteſt, quia ſequeretur quod duo radij luminoſi poſt vnionem in vnum eundemque coaleſcere deberent quod eſt manifeſte contra experientia.

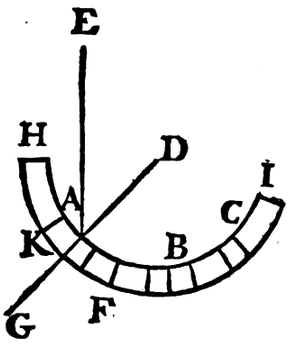
Contra huiuſmodi modum explicandi eſt manifeſta inſtantia,cui vix puto reſponderi poſſe, ſi in ea explicatione præciſe ſiſtatur. ſequitur enim quod interceptô radiô AC;& conſequenter radio DF,ita vt ſolus remaneat radius DE,videretur moveri obiectum,ſed hoc nemo experitur. Si enim per duo foramina ita obiectum aliquod reſpicias, vt non appareat geminatum (neque enim in omni caſu,& ſitu geminatum apparet) ſi(inquam) intercipiatur vnus radius,non apparebit obiectum mutare locum. Sed ſi hæc explicatio valeret,id accideret.nam tunc non produceretur aliquis impetus, aut motus mixtus,vt 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 ſecundum lineam AH pariter ſi punctum D, impulſum duobus radiis DE,DF repræſentat obiectũ in loco aliquo intermedio, intercepto radio DF,non ampliùs repræſentabit obiectum in aliquo loco intermedio,ſed tantum ſentiet ſe pũgi ex puncto L.

Secundus modus magis probabilis,& ſatis bene explicans,ea quæ in oculo accidunt,eſt iſte,nempe quodcumque punctum retinæ,aptum eſſe vt moveatur ſecundùm perpendicularẽ,ita vt aliæ partes retinæ, impediant quominus moveatur ſecundum aliam lineam.quod ego explicabo exemplo fornicis cuius ſinguli lapides,ita diſpoſiti ſunt,vt loco moveri non poſſint niſi ſecundùm lineã perpendicularẽ,ſeu per centrũ illius ductam. Sit enim fornix

ABC,

Digitized by Google

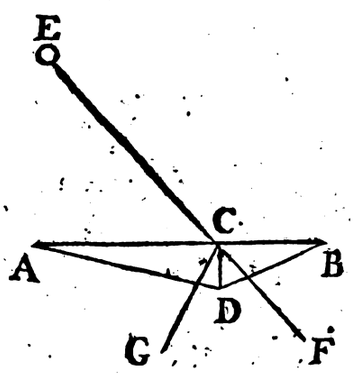
cuius D,centrum est, si lapis A, impellatur per lineam EA, non movebitur secundum illam,huic




enim motui resistunt lapides vicini,sed movebitur secundum lineam AG, cùm hæc sola motui relinquatur via,ergo eôdem modô movebitur ac si impulsio ex centro D procederet.vnde omnis impetus in iis lapidibus productus, eundem effectum producet,ac si ex puncto D procederet.

Quod vt materiæ nostræ applicetur, favet maxime huic explicationi aliquorum opinio, qui dicunt totam retinam compactam esse ex neruulis non quidem extensis; sed quorum fibræ omnes centrum retinæ respiciant,eô modô quô in figura vides lineolas esse ductas.

Venit etiam mihi in mentem alia eiusdem principij explicatio, non considerando retinam per modum fornicis;sed per modum, alicuius chordæ flexibilis,aut corporis alicuius contexti ex huiusmodi nervis flexibilibus,flexibilem autem nonnihil esse retinam,ostendit satis materia.dicitur enim retina, seu retiformis tunica, quod neruulis hôc modô extensis constet.si autem impellatur chorda extensa,inflectetur non secundùm lineam quâ impellitur;sed secundum eam lineam secundum quã est facilior motus.est autem facilior motus,vt pars A,secundum lineam AG,moveatur quam secundũ quamcumq;aliam;ergo movebitur secundũ lineam AG,quocumq;impetu impellatur.probo autem faciliorem esse motum secundum lineam AG,si moveretur pars A,secundum lineam AF, huic motui resisteret pars retinæ AH, quæ nimis extenderetur,item pars retinæ ABC, quia eius partes nimis

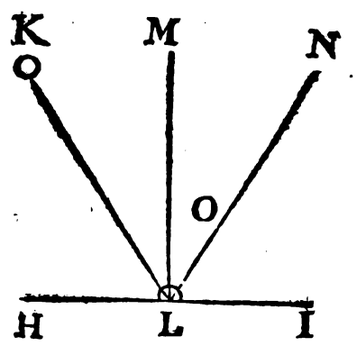



comprimerentur;motui autem AG, nulla resistit, aut saltem non ita resistit. quæ explicatio confirmari potest aliis exemplis. sit enim funis AB extensus,& firmiter annexus in punctis A,& B incidat in eum globus E,sed obliquo casu. annè propterea movebitur secundùm lineam EC, productam, haud dubie non ita fiet;sed tantum secundũ lineam CD, rẽsistente priori 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 secundum lineam C F; item resisteret motui segmentum CB, si punctum C, moveri deberet secundum lineam CG, quia tunc nimium extendi deberet.

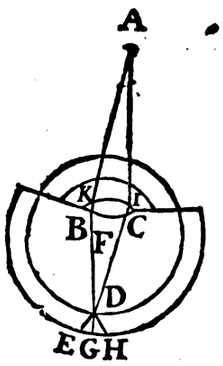
Nonnullos vidi qui ita explicarent,dicerentque quod quoties sentitur impetus impressus ab aliquo corpore,nisi fiat divisio corporis, neque multùm moveatur corpus percussum,quod(inquam) sentitur ille impetus secundùm perpendicularem, ita si alicuius frontem percuterem,quæ sit,v.g.HI, quo-




modocumque percutiatur non sentietur ex quâ parte fiet percussio,sive percutiatur secundùm perpendicularem ML,sive obliquè, modò HI, non multùm introrsum moveatur, nec corpus impellens,multum penetret intra profunditatem corporis H I. quod adhuc volunt magis verum esse si corpus impellens sit Sphæricum,vt si impelleretur ex puncto K,globus secundum 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(provt horizontalis est, hoc est provt defert mobile K ex H in I, sed tantùm provt illud defert ex K in H,seu ex M in L; ergo quomodocumque deferatur globus K, in punctum L,sentiet illum motum, præcise 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 secundum latitudinẽ navigij,& 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 nullô modô patiar ab ea pilâ,quatenus fertur ad occidentem, quia illi motui non resisto,eo quod simul ferar in occidentem;pariter quia superficies HI,non resistit motui illius globi provt 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,& per ML, nisi quod forsitan ictus erit maior in vno,quàm in alio,sed loquimur tantum quod sentiat ex qua parte feriatur.

Qui nolet ita philosophari,nec respicere sensum visûs aut modum alicuius tactûs,hãc habeat explicationẽ. Supponatur retina non esse omnino opaca,sed habere aliquam diaphaneitatem;supponatur

item maiorem habere denſitatem quã humor vitreus; quibus poſitis facile in multis explicabo, quomodo licèt obiectum videatur per plures radios, hoc eſt fiant duo coni contrapoſiti quorũ eadem baſis nempe oculus; vertex vnus in obiecto alter in retina: nihilominus vnicum appareat obiectum in linea recta à puncto illo ad obiectum, aut ab oculi centro ad idem punctum quod idem eſt.




Sit obiectum A, emittens per pupillam, & chriſtallinum radios AB, AC, qui vniantur in eodem puncto retinæ D. producti autem rectà in craſſitie retinæ incidant in E, & H. ducatur per punctum D perpendicularis DG. certum eſt quod frangentur illi ambo radij ad perpendicularem DG, (*ſecundùm ſuppoſitionem primam*) licèt autem omninò mathematicè non conveniant cum perpendiculari, phyſicè tamen cum illa conveniunt: cum ergo radij BD, DC, non ſint in organo in quo fit viſio, fit enim (*per 3.*) in retina, ſed tantum radius D G, aut duo cum illo phyſice convenientes; videbitur obiectum ſecundùm lineam GD, nihil enim ſentire poteſt oculus, niſi ſecundum id quod in proprio organo visûs reperitur: ergo videbit obiectum in linea GD, ſed linea GD, producta tranſit per F, centrum retinæ; quod probabiliter eſt etiam centrum aliorum humorum; ergo videtur obiectum in loco ſuo proprio, licèt videatur etiam per radios obliquos, cum illi radij obliqui coincidant ſenſibiliter cum perpendiculari.

Atque ſunt iſti modi quibus explicatur hæc propoſitio, quæ eſt fundamentalis in toto hoc negotio, & qua ſuppoſita facile multa alia explicantur. Fuit propoſita in ratione dubitandi aliqua confirmatio quam ſine ſolutione relinquere non debeo. nempe quod videamur vſi eo argumento, quod ſoluimus ad probandum viſionem non fieri in chriſtallino aranea aut vitreo, hoc eſt quod viſio puncti A, non fiat verbi gratia in B & C chriſtallini; quia cum radij BK, CI, partes diſtinctas chriſtallini attingant, & producti rectà non reſpiciant punctum A; impoſſibile eſt vt oculus vi illorum videat vnicum obiectum. licet enim duæ organi partes impulſæ duabus pulſionibus ex diverſis partibus factis non poſſint, vt ita dicam iudicare, ſe impulſas eſſe ab eodem obiecto, eadem tamen pars impulſa duobus radiis propter diſpoſitionem ad vnum tantum motum, vnico tantum motu moveri poteſt, & conſequenter eodem modo, ac ſi vnica fuiſſet pulſio; Igitur aliter philoſophandum eſt de vnica parte retinæ à diverſis radiis impulſa; aliter de duplici parte impulſa duabus pulſionibus. quæ nullo modô videantur venire ex eodem obiecto propter refractionem iam præſuppoſitam. dico ergo fieri poſſe, vt eadem pars retinæ ſimul percutiatur à duobus, iudicet tamen vt ita dicam ſe vnicâ percuſſione petitam; fieri autem non poſſe, vt duæ partes impetantur duabus pulſionibus, quæ diverſa reſpiciant loca, iudicent tamen ſe ab vno eodemque obiecto percuſſas. dixi quæ diverſa reſpiciant loca, duo enim oculi vnicum vident obiectum; quia vt oſtendam infra cum de duobus oculis, licèt duplici viſione videant idem obiectum, illud nihilominus in eodem loco vident; atque adeò non geminatum. hoc eſt impetuntur duæ illæ partes, duabus pulſionibus, quæ ferant in eundem obiecti locum.

Hanc autem difficultatem videtur attigiſſe P. Skeinerus dum percurrens refractiones, quas patitur quilibet radius ab obiecto in oculum immiſſus, oſtendit tandem in retina ita refringi vt directè ferat in obiectum. puto tamen hic aliquid phyſicum intelligendum, fateor enim non vſque adeo Geometricè omnes radios quadrare cum perpendiculari ducta ad punctum retinæ quod attingit, & quæ conſequenter ferat in obiectum.

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, obiecti quamcumque partem pluribus radiis in idem retinæ pũctum collectis agere, vel nullam poſſe aſſignari, probabilem rationem cur ita compoſitus ſit oculus, & eô admiſsô omnia ſine vlla difficultate, non ſolùm explicari; ſed etiam fere palpari. cum igitur aliunde conſtet experientiâ nos vnicum obiectum videre, & in ſuó proprió locô, ſi nihil aliud accidat; dicendum eſt (*inquam*) eam eſſe vim retinæ, vt quomodocumque attingatur; & ex quâcumque parte, referat eam impreſſionem ad perpendicularem. atq; hoc in omni opinione explicandum puto, hoc eſt ſive dicatur viſio fieri inversô ſitu, ſive erectô. nam quod incidant plures radij ab eâdem parte obiecti ad oculum, nullus negare poteſt. cum omne agens agat in omnem partem; & ab eadem parte obiecti, ad ſingula puncta pupillæ duci poſſint lineæ rectæ; propagabitur etiam lumen aut ſpecies (parum intereſt) ſecundùm illas lineas, quæ cum inveniant humores diaphanos, penetrabunt vſque ad retinam, vel ergo vnientur in eôdem punctô tales tres radij, vel non; quidquid vero dicas reſtat difficultas integra; ergo omnibus ea difficultas eſt explicanda. quare ſit indubitatum, idem punctum retinæ excipiens plurimos eiuſdem obiecti radios, illud vnicum videre ſecundum lineam perpendicularem ad illud punctum retinæ ductam.

## COROLLARIVM I.

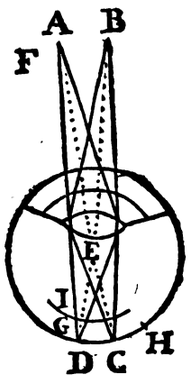
Obiecta quorum radij diverſas retinæ partes attingunt videntur in diverſis locis. Sint enim obiecta A, & B, quæ retinam in diverſis punctis C, & D attingant; dico illa obiecta viſum iri in diverſis locis extra oculum. ſit enim centrum retinæ E, obiectum A attingens punctum C, retinæ videtur per præcedentem eſſe extra oculum, ſecundùm lineam CF; obiectum B, attingens punctum D, retinæ videtur eſſe extra oculùm ſecundùm lineam DE; ſed illæ duæ lineæ vnitæ intra oculum in puncto E neceſſariò extra illud divaricantur, & in diverſa incidunt loca; ergo obiecta diverſa, attingentia diverſas retinæ partes, in diverſis videntur eſſe locis.

COROL

Digitized by Google

### COROLLARIVM II.

Obiecta idem attingentia punctum retinæ videntur ſecundum eandem lineam, vt ſi obiectum




A, attingat punctum retinæ C, & accidat caſu aliquo, vt aliud quodcumque obiectum F, attingat radiis ſuis, idem punctum C, per præcedentem ambo videbuntur ſecundum lineam CE, ideoque vidébuntur eſſe, aut in vno eodemque loco ſi oculus iudicare non poſſit de diſtantia, aut ſi iudicet vnum videbitur diaphanum, non impediens alterius viſionem, aut certe erit confuſio.

### COROLLARIVM III.

Obiecta 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, & contra.

### COROLLARIVM IV.

Idem obiectum duas attingens retinæ partes videtur in pluribus locis, vt ſi retina eſſet in GI, & punctum B, attingeret partes eius 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.

### COROLLARIVM V.

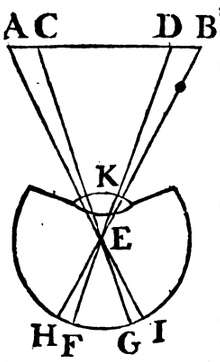
Illud obiectum cuius imago in retina maior eſt, cæteris paribus maius apparet. quia illud obiectum maius apparet cuius extrema magis inter ſe diſtare videntur, ſed illud cuius imago maior eſt tale eſt; ergo maius apparet. probatur minor ſit enim imago DH, maior imagine DC, dico cæteris paribus obiectum FB, maius apparere quam AB; nam ductâ per intellectum perpendiculari HE, ſi producatur attinget punctum F, vltra punctum A: ergo ſi diſtantia ſit eadem; aut iudicium ferri non poſſit de diſtantia; quia nimia eſt, aut iudicentur illa obiecta eſſe æqualiter diſtantia; obiectum illud apparebit eſſe FB, ſed obiectum FB, maius apparet, quam obiectum AB, nempe totum, maius apparet, quam pars illius; ergo quoties obiectum maiorem imaginem depingit in retina, apparebit maius, cæteris paribus. quæ voces ſunt diligenter attendendæ. ſcio enim dum poteſt iudicium ferri de diſtantia hoc falſum eſſe: nam fieri poteſt, vt obiectum paruum valde vicinum oculo, maiorem depingat in retinâ imaginem, quam obiectum maius remotum, quia nempe id colligimus ex diſtantia; diſtantiam autem ex multis cognoſcimus infra explicandis, ideoque addidi cæteris paribus.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Quæ ſub maiori angulo videntur; maiora apparent.*

Quia innumeræ ſolui poſſunt quæſtiones, præcipuè verò ad magnitudinem viſam obiectorum determinandam. ideo primo ſcire debemus quid ſit ipſe angulus viſorius. intelligo enim per angulum viſorium angulum aliquem cuius apex ſit in oculi centro, & baſis ſit ipſum obiectum. vel melius angulum ſolidum in oculi centro comprehenſum à lineis ductis à ſingulis obiecti terminis per centrum, ita vt ſi obiectum ſit ſuperficies aliqua rectilinea quæ intelligatur tanquam baſis alicuius pyramidis, cuius vertex ſit in centro oculi; angulus ille ſolidus in centro oculi conſtitutus, ſit is de quo loquimur. ſi vero obiectum ſit figuræ curuilineæ; 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, vt faciliores ſint figuræ, me ſolum chriſtallinum notaturum cum retina. ſint igitur obiecta AB, CD,




angulus viſorius AEB, obiecti AB, ſit maior angulo viſorio CED, obiecti CD. dico obiectum AB, cæteris paribus maius videri.

Demonſtr. Imago obiecti AB erit HI, & obiecti CD, erit FG, nam lineæ per centrum oculi tranſeuntes, determinant locum obiecti; ergo imago obiecti A eſt I, & obiecti B eſt H, pariter obiecta 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 obiecti AB, maior eſt quam obiecti CD, ſed (*per coroll. vltimum præcedentis*) illud obiectum cuius imago in retinâ maior eſt, apparet maius; ergo AB, apparet maius.

Vel breviùs angulus AEB, ex ſuppoſitione maior eſt angulo CED, ſed (*per 15. 1.*) anguli AEB, HEI, ſicut CED, FEG, ad verticem ſunt æquales; ergo angulus HEI, maior eſt angulo FEG. triangula autem HEI, habent duo latera HE, IE, æqualia lateribus FE, GE trianguli FEG, & angulum HEI, maiorem angulo FEG, ergo (*per 24. 1. huius*) baſis HI, ſi duceretur maior eſſet baſi FG. ergo (*per cor. 5. 5. huius*) obiectum AB, maius apparet quam BD.

Licèt autem in decurſu ſimus formaturi illum angulum quaſi eſſet in ſuperficie externa ipſius oculi, vt in puncto K, illum tamen intelligemus in centro ipſius oculi, & facile oſtenderemus, quod ſi maior fiat angulus in ſuperficie oculi, maior etiam erit in centro ipſius oculi.



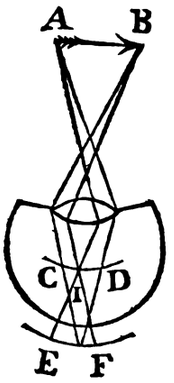
Digitized by Google

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*Ad distinctam visionem requiritur, vt retina radios ab eadem parte obiecti prodeuntes, excipiat precisè in puncto concursûs.*

Sit obiectum AB, ex cuius singulis punctis A & B emittantur radij in christallinum, qui deinde vniantur in retina, primò assero visionem fore distinctam tunc enim visio est distincta, quando quodlibet obiecti punctum videtur in distincto loco; sed quando accidit vt in retina vniantur omnes radij, eiusdem partis obiecti, radij ad diuersas partes pertinentes, diuersa puncta retinæ attingent; vnientur enim in radiis principalibus, & irrefractis, quæ obiecta autem distinctas attingunt retinæ partes (*per cor. 1. 5. huius*) videntur in diuersis, locis; ergo quælibet partes obiecti, videntur in diuersis locis, & non duæ in vno: igitur erit summa distinctio.




Assero secundo si retina attingat huiusmodi radios in CD, sitque vicinior quàm par est, fore confusionem. tunc enim est confusio, quando eadem pars obiecti, videtur in pluribus locis; & duæ in vno; sed hoc accidet in tali casu nam radij AI, AD, ad idem obiecti punctum pertinentes non sunt adhuc vniti, ergo si retina esset in CD, attingerent duo eius diuersa puncta D & I. ergo per corol. 2. propo. 2. huius punctum A videbitur in duobus locis, & quia inter I & D, sunt plurimi, radij, videbitur punctum A, in toto aliquo spatio satis magno Idem ostendam de puncto B. & quia radij AI, BI ad diuersa obiecta pertinentes, vniuntur in eadem parte retinæ, scilicet puncto I (*per cor. 2. 5. huius*) videbuntur A, & B in eodem loco, ergo est confusio, cum & plura obiecta in vno loco, & idem in pluribus locis videatur.

Idem inconueniens sequetur, si retina sit nimis remota vt in EF, nam radij eiusdem partis obiecti post vnionem separantur, idem obiectum in toto aliquo spatio, & plura in eodem loco videbuntur: ergo in vtroque illo casu erit confusio: ergo vt visio sit distincta, retina radios eiusdem partis obiecti, præcise in puncto concursûs, debet excipere.

### COROLLARIVM I.

Dum imago obiectorum distinctè depingitur in retina, oculus clare, & distincte videt, & vicissim dum obiecta clare videt; eorum imago distincte depingitur.

### COROLLARIVM II.

Dum imago confuse depingitur in retina, oculus confuse videt, & vicissim. dum enim imago confusa est; plurimorum obiectorum radij eandem partem retinæ attingunt; ergo illa omnia in eodem loco videbuntur.

### COROLLARIVM III.

Dum imago depingitur in oculo, inuerso situ, videtur obiectum erectum esse; & vicissim dum videtur obiectum in situ naturali; imago est euersa, vt demonstr. prop. 2. & 5.

### COROLLARIVM IV.

Obiecta quorum imagines depinguntur erecto situ videntur euersa.

### COROLLARIVM V.

Ea quorum imagines in retina maiores sunt; maiora videntur cæteris paribus, & vicissim si imagines minores sint apparent minora.

### COROLLARIVM VI.

Ea quorum imagines sunt rotundæ, rotunda videntur, si quadratæ quadrata &c.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Vt obiecta viciniora distinctè videantur, debet aut coarctari christallinus; fierique sectio minoris sphæræ, aut retina remoueri à christallino,*

Suppono dari homines, qui non tantum obiecta satis vicina distincte videant; sed etiam remotiora.

Suppono item ex Dioptrica duas experientias.

Prima erit, lentem vitream, quæ est minoris sphæræ segmentum, radios vnire, seu obiecta pingere distincte supra chartam, ad minorem distantiam, quam lentem maioris sphæræ.

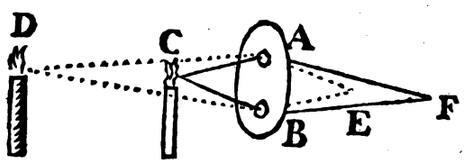
Secunda erit, lente eâdem, obiecta viciniora, exhiberi ad maiorem distantiam, quam remotiora. vtramque experientiam omissis demonstrationibus dioptricis quæ non sunt huius loci facile explico hac methodo.

Sumantur duæ lentes quæ successiue in eodem foramine fenestræ cubiculi vndique clausi apponantur, noteturque distantia ad quam remouenda est charta, vt obiecta in ea distincte appareant: videbisque lentem maiorem, seu maioris sphæræ segmentum, exigere vt charta magis remoueatur, quàm lentem magis conuexam, seu quæ sit minoris Sphræræ segmentum.

Secundo sit lens vitrea quæcumque AB quæ tegatur chartâ, relictis tamen duobus, aut tribus foraminibus, huic ad distantiam aliquam maiorem tamen quam sit ea, in qua vnit radios solis, illi

Digitized by Google

illi obiiciatur fax C, apponaturque charta post lentem ad excipiendos radios transmissos per fo-




ramina A & B; noteturque in qua distantia vniantur. sit verbigratiâ punctum concursûs F; obiiciatur alia fax accensa in loco D magis distanti, dico te experturum radios facis D, transmissos per foramina A, & B, citius vniri seu ad minorem distantiam verbigratiâ in puncto E, quod experiere.quibus positis.

Dico si aliquis respexerit obiectum remotius, illudque distincte viderit, velitque oculos adiicere ad obiectum vicinum, quod etiam distinctè videat; necessariò vnum ex duobus accidere necesse est. nempe vel processibus ciliaribus christallinum dilatauerit,illumque reddiderit obtusiorem, seu efformauerit in segmentum maioris sphæræ, vel retinam à christallino remouerit. nam dum vidit distinctè obiectum remotius, retina debuit excipere radios ab iisdem partibus illius obiecti Emissos præcisè in puncto concursûs, (*per 7. huius*) sed per suppositionem secundam huius, eadem lens obiecti vicinioris radios, ad maiorem distantiam vnit, inueniturque retina in eo loco concursûs:ergo vel recessit retina à christallino, si christallinus eandem omninô figuram seruauit, vel si immota fuit retina, necessariò mutata est figura christallini, in sphæræ maioris segmentum: si enim omnia manserunt eadem,nempe eadem distantia retinæ à christallino, eademque figura christallini, obiectum vicinum appareret confusè, contra suppositionem. tunc enim obiectum apparet confusum; cum retina non inuenitur in concursu radiorum ab eadem parte obiecti prodeuntium,non inueniretur autem,quia supponitur in distantia in qua vniuntur radij obiecti remotioris; sed distantia in qua vniuntur radij obiecti vicinioris non est eadem, cum ea in qua vniuntur radij obiecti remotioris sed maior. ergo vt vtrumque obiectum hôc modô distincte videatur, debuit facta esse alterutra ex prædictis mutationibus quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Quomodo vnus oculus videat distantiam.*

Suppono primo vno oculo vix distantiam bene videri, hoc est, vi illius impressionis, quæ fit in oculo, iudicare non possumus, an duo aliqua obiecta non indirectum posita æqualiter, magis, aut minùs ab oculo sint remota. ratio huius est quia distantia magnitudo quædam est,sed non omnis magnitudo obiecta oculo, videtur pro vt est in se, nisi debite obiiciatur, ea autem indebite obiiciuntur, quæ ita obiiciuntur vt eius omnes partes eandem affectionem in oculo efficiant, linea autem ita obiecta perpendiculariter ad oculum non aliam facit visionem, quam efficeret punctum vnicum.

Probatur Assertio experimentô communi, ad distantiam vnius aut alterius pedis alicuius oculo obiectum satis paruum obiice, & iube vt transuersim digito obiectum illud feriat, ita vt non dirigat digitum ab oculo aperto ad tale signum, sed à sinistrâ ad dexteram, aut contra;vix vnquam attinget scopum:vnde sic argumentor.si distantiam vnus oculus determinate videret, ita vt vi illius impressionis, quæ fit in vno oculo, posset iudicium certum ferre de distantia,posset homo illud signum respiciens, & videns simul suum digitum, iudicare, an digitus sit æquè remotus ac signum obiectum, sed si posset de illo iudicium ferre, non aberraret, retraheret enim ad se digitum, aut remoueret à se, donec æque distaret ac illud signum, sæpe tamen aberrat ab eo signo: ergo non potest iudicium certum ferri de distantia etiam non magna, vi vnius oculi.

Nolo hic percurrere omnes modos quibus de distantia iudicamus, etiam vi illius impressionis quæ fit in vno oculo, sed tantum vnicam attingo. oculi christallinus dilatatur hoc est fit segmentum maioris sphæræ dum obiecta remotiora videntur, fit segmentum minoris Sphæræ dum obiecta viciniora videnda sunt, aut retina admouenda est christallino aut remouenda (*secundum prop.* 8.) sed illa dilatatio christallini, aut arctatio sicut, & remotio retinæ non fit sine aliquo nisu, & motu ipsius oculi; ergo vi illius motûs potest aliquo modo cognosci distantia illius obiecti; ergo vnus oculus habet aliquam cognitionem distantiæ obiectorum, ex eo nisu quem adhibet oculus, ad videnda obiecta distincte: & poterit de distantia iudicium ferre. cætera quæ ad distantiam pertinent dicentur suo loco cum de obiectis communibus.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

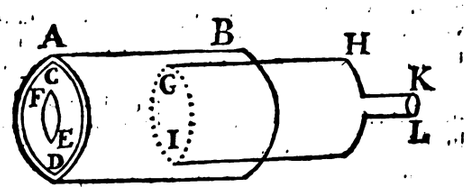
*Fabrica oculi materialis cui ea omnia accidant quæ naturali conueniunt.*

Mirabile quiddam videor hic proponere, liberabo tamen fidem,& in sequentibus propositionibus, quæcumque de oculo naturali quæstiones fient;priùs in artificiali tentabuntur, & ita euentus optatis respondebit,vt quod plerique authores vix extricare possunt, facili negotio ferè palpandum concedam.his igitur partibus constat oculus materialis.

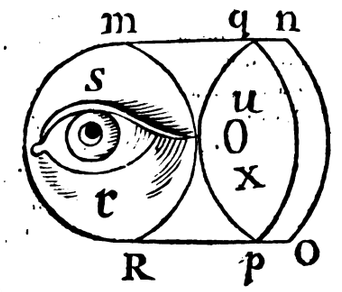
Præcipua eius pars sit lens vitrea conuexa satis exquisita, quæ sit portio minoris sphæræ, hoc est quæ ad distantiam vnius aut alterius digiti radios solares vniat, hâc lente instruatur tubus aliquis satis amplus cuius diameter sit duorum circiter digitorum, longitudo sit quatuor aut quinque digitorum. huic tubo inseratur alius tubus, qui adduci possit ad libitum.hic secundus tubus, tegitur vna sui parte chartâ albâ, tensa & oleo etiam inuncta, potest etiam hic tubus desinere in tubum minorem vt meliùs repræsentet caudicem ipsius oculi, seu nerùum opticum. Primus tubus adhuc inseritur alteri instructo,septô aliquô perforatô ad modum pupillæ,& adhuc si velis cuius exterior pars habeat foramen aliud instructũ,aut fo-

lio

lio ſelenitidis, aut vitro convexo concavo, nempe fruſto alicuius phialæ. immo depingere potes oculum naturalem, & aliquo artificio palpebras efformare, quæ relinquo ingenio artificis. eſſentialia tantum perſequor. ſingularum igitur partium imaginem hic ſubiicio, & explico. prima figura repræſentat primum tubum nempe AB. non longe




ab extremitate A B, habentem ſeptum cartaceum CD, inſtructum lente vitrea F E. huic inſeritur alius tubus cuius caput GI, tegitur circulo cartaceo, benè extenſo, & inuncto oleo. hic tubus deſinat in tubum minorem KL, apertum in KL, vt videri poſſit circulus GI. Sit tertius tubus MN,




cui primus inſeri poſſit, eô modô quô 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 ſedenitidis, aut fruſto phialæ alicuius, depingaturque oculus exterior.

Hanc autem habet analogiam cum oculo naturali. tubus BHKL, repræſentat nervum opticum vacuum & apertum, vt per illum videri poſſit quid agatur in retina, hæc autem erit circulus cartaceus GI, quem volui inungi oleo, vt contraheret aliquam perſpicuitatem. volui item vt tubus BH, moveri poſſet, diximus enim (*propoſ.* 8.) vnum ex duobus accidere, vel chriſtallinum coarctari, dum obiecta viciniora proponuntur oculo videnda; vel retinam recedere à chriſtallino, vtrum accidat in oculo naturali ſcire non poſſum, forſitan vtrumque.

In meo oculo artificali priorem motum imitari non potui; ſufficiat igitur ſecundus, qui eoſdem effectus præſtare poteſt. tota capacitas CGID, eſt vitreus humor, repletur in hoc oculo aere: & licèt ſubſtituatur aër pro humore vitreo; nihil tamen erit incommodi in ordine ad effectus quos inquirimus; quia ex hoc ſequetur quidem quod radij ad idem obiectum pertinentes, (quos vocant penicillos, eò quòd deſinant in acumen, vt penicilli, & pingant obiectum, liceat etiam mihi hoc nomen vſurpare) quod (inquam) illi penicilli citius, aut tardiùs vniantur. motus autem retinæ chartaceæ, quæ multum accedere poteſt ad chriſtallinum hoc totum ſupplebit.

Lens vitrea convexa FE, repræſentat chriſtallinum humorem, & bene quidem. ſuperficies vtraque illius lentis vitreæ erit aranea, circulus chartaceus DE, cui inſeritur lens vitrea, repræſentat proceſſus ciliares quibus conſtringitur chriſtallinus humor.

Alius tubus qui imponitur tubo AB, tanquam eius operculum, conſtat primò diaphragmate qP, perforato in VX, eſt igitur vuea, & VX pupilla. quæ quia aliquando coarctatur, aut dilatatur habeantur duo, aut tria huiuſmodi ſepta, quorum foramina ſint inæqualia, & ad libitum apponi poſſit quodlibet ex illis.

Circulus MR, qui etiam conuexitatem habere poſſet ad ornatum, repræſentat exteriorem oculi ſuperficiem ideoque volui, vt inſtrueretur foramen ST, folio ſelinitidis, repræſentante corneam, tota cavitas quæ eſt inter ſuperficiem MR & chriſtallinum humorem; repræſentat aqueum humorem, ideoque fiat quam breviſſima poterit, ego paulo maiorem expreſſi, vt 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 obiecta in retina quod depingenda forent.

Volo item haberi aliquam ſuppellectilem, vt omnia experimenta fieri poſſint, primò vt habeantur perſpicilia quibus vtuntur ſenes; nempe convexa, ſed maioris Sphæræ ſegmenta, habeanturque alia aliis magis convexa. habeanturitem perſpicilia concava, quibus vtuntur miopes, ſeu ij 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 obiecta 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 valde ſimplici fieri non poſſit. conquiram igitur vndequaque experientias, vt eas primo explicem per oculum hunc materialem, quem cum poſſimus aperire cùm libuerit, & inſpicere, ſciemus etiam quid in eo geratur. Et vt 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, vt paruum oculum conficiat, aſſumat lentem perſpiciliorum communium quibus vtuntur ſenes, vel duas aut tres, tantùm non contiguas, & habebit oculum forſitan longiorem; ſed tamen optimum, immo in quo melius imagines appareant.

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Quid accidat in oculo noſtro dum videmus obiecta.*

Licèt iam dixerimus in retina noſtra obiectorum imagines depingi exactè, libet tamen id oculis ſubiicere, in materiali noſtro oculo. obiice oculum materialem obiecto, alicui illuſtri, & bene illuminato, diſtanti ſaltem aliquibus paſſibus,

ſi

si desint obiecta illustria, & bene illuminata, obsice tali oculo cancellos feneſtrarum, ex decem, quindecim paſſibus, & vide per neruum Opticum quomodo huiuſmodi obiecta appareant, admoue chriſtallino, retinam chartaceam, vel ab eodem remoue, tandem inuenies aliquem ſitum in quo diſtinctè apparebunt in retina huiuſmodi obiecta; ergo bene concludere debes idem accidere in retina noſtra, & eum eſſe ſitum retinæ in oculo naturali obiecta clare, & diſtincte videntis.

## PROPOSITIO XII.

### Theorema.

*Presbytæ retinam nimis habent chriſtallino propinquam, aut chriſtallinum non ſatis conuexum.*

Presbytam voco eum qui vicina obiecta confuſe, remota diſtincte videt. quod eſt vitium oculorum in ſenibus.

Hi duo defectus ſunt idem virtualiter, nam ſi retina ſit nimis propinqua chriſtallino excipiatque penicillos, (ſeu radios ab eadem parte obiecti prodeuntes) antequam perfecte vniantur, erit confuſio, quod ſi chriſtallinus fieret magis conuexus, hoc eſt minoris Sphæræ ſegmentum; cum minor Sphæra ad minorem diſtantiam vniat radios; poſſent radij vniri præciſè in retina, & ſic omnem confuſionem tollere. quod vero hic ſit defectus presbytæ, ita demonſtro primo in oculo meo artificiali.

Obiice oculo materiali obiectum illuſtre in diſtantia aliqua debita, itaq; admoue, aut remoue retinam à chriſtallino donec imago obiecti appareat in retina diſtinctiſſime. tum admoue adhuc retinam chriſtallino, confundetur imago non propter aliam rationem, niſi quod nimium admouiſti retinam chriſtallino. tunc oculo materiali ſic diſpoſito adhibe lentem conuexam, deſumptam à perſpiciliis quibus communiter vtuntur ſenes. tunc in retinâ chartaceâ licèt immotâ, rurſus diſtinguetur imago.

Vnde ſic demonſtrationem inſtituere licebit. ſenes ſine perſpiciliis conuexis obiecta confuſe vident, ergo (*per cor. 2. 7. huius*) imago in eorum retina confuſa eſt, ſicut & in oculo materiali, adhibitis autem perſpiciliis conuexis ſenes diſtincte videnr: ergo adhibitis perſpiciliis imago in retinâ diſtincte depingitur; ſed non diſtinguitur imago propter lentem conuexam ſuperadditam, niſi quæ confuſa erat, propter nimiam vicinitatem retinæ cum chriſtallino, ergo ſecluſis perſpiciliis conuexis imago obiectorum in retina ſenum eſt confuſa, quia retina excipit penicillos antequam perfecte vniantur. probatur autem lentem conuexam diſtinguere eam tantum imaginem, quæ confuſa erat propter nimiam viciniam.

Extrahatur neruus Opticus artificialis oculi, donec imago obiecti ſit confuſa ob nimiam diſtantiam adhibe lentem conuexam quantùm volueris, tantùm abeſt vt imaginem diſtinguas, quinimmo eã confundes magis, ergo lens conuexa eam tantum imaginem reddit diſtinctam, quæ confuſa erat propter nimiam viciniam. ratio eſt quia lens conuexa, vt ſuppoſuimus ex dioptrica, colligit radios, ergo ſi admoueatur chriſtallino radios citiùs vniet: ergo poterit fieri vt imago quæ erat confuſa, quia radij nondum erant vniti in retina, adhibita lente proportionatâ euadat diſtincta; eo quod accelerãdo vnionem radiorum, efficiat vt radij ad idem obiectum pertinentes, ſeu penicilli vniantur in retina.

Notandum eſt me dixiſſe lentem proportionatam, nam etiamſi ſupponantur penicilli nondum vniti, in eo interuallo in quo eos excipit retina, non continuò quælibet lens conuexa eos vniet, præciſe in eo interuallo. Si enim adhiberetur lens non ſatis conuexa; diſtingueret quidem aliquantiſper imaginem non tamen tolleret omnem confuſionem: ſi adhiberetur lens nimis conuexa, vniret penicillos antequam peruenirent ad retinam, ideoque fieret alterius generis confuſio: ergo proportionata eſſe debet, ſecundùm defectum oculorum, hoc eſt requiritur, vt penicillos vniat in eo præciſe loco in quo retina inuenitur. Licet enim aliquantiſper retina poſſit accedere ad chriſtallinum, aut ab eo recedere pro exigentia obiectorum; ille tamen motus habet certam latitudinem extra quam excurrere non poteſt; ideoque ſi figura chriſtallini talis ſit, vt nec ſatis comprimi poſſit, nec poſſit retina ſatis recedere, ideoque penicilli non ſint adhuc vniti, dum incurrunt in retinam, aduocamus ſubſidium lentis conuexæ, quæ iuncta chriſtallino; idem efficit cum illo quod chriſtallinus conuexior, hoc eſt vnit radios citiùs, & 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 chriſtallo excellentiſſima non tamen figuræ reſpondentis oculo: nec facile damnari debeat quaſi male elaborata aliqua lens, eò quod ſit inutilis oculo tuo; exactam quidem poterit habere figuram, ſed non tuis oculis reſpondentem.

Non quæro hic 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 conuexæ (nempe eà quæ in oculo materiali vicem habet chriſtallini, & ea quæ inſuper additur) vniant propius radios, hoc probabitur in dioptrica: petitur enim ex natura refractionis.

## PROPOSITIO XIII.

### Theorema.

*Cur presbytæ meliùs obiecta paulò remotiora vident, quàm valde propinqua.*

Eſt commune effatum etiam apud imperitos, quòd dum ſimus ſenes, viſus à nobis recedat; nempe quod communiter ſenes meliùs videant obiecta paulò remotiora, hoc eſt non legant niſi remouendo oculos à characteribus ad diſtantiam duorum, aut trium pedum, cum antea legerent ad diſtantiam vnius pedis: & quia ſæpe accidit aliunde, vt characteres in tali diſtantia videantur ſub angulo minimo, ſæpe nihil poſſunt legere niſi ſubſidiò perſpiciliorum.

Ratio eſt quia (*per præcedentem*) presbytæ, habent retinam chriſtallino propiorem quam par eſt, ideoque obiectorum penicilli nondum ſunt vniti dum incurrunt in retinam: ſed obiectorum

remotiorum penicilli citiùs vniuntur, seu ad minorem distantiam, quàm obiectorum viciniorum (*per suppositionem secundam octauæ huius*) ergo dum incurrunt in retinam, melius sunt vniti obiectorum remotiorum quàm viciniorum radij: ergo meliùs, & perfectius proportione seruatâ videbuntur obiecta remotiora, quàm viciniora, ab iis qui retinam magis vicinam habent christallino, quam exigat eius conuexitas, quæ nimis accedit ad superficiem planam.

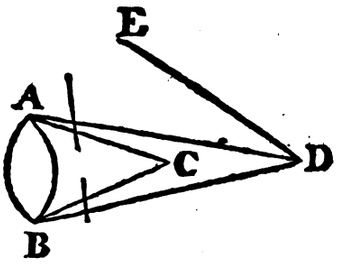
Quod si quæras vlterius rationem physicam, quare is sit consuetus senectutis defectus, respondebo posse oriri ex multis capitibus. primò quidem processus ciliares comprimentes christallinum, & eum coarctantes, vt minoris Sphæræ figuram induat; ob imbecillitatem laxantur, neque eum ita in angustum cogunt, vnde subsidit humor, & maioris Sphæræ figuram induit. quod si ex senectute nerui exsiccentur, & contrahantur isti processus ciliares adducentes vndique araneam eam magis in superficiem planam efformant; vt si vndique crumenæ extremitates adducas, non ita turgebit, & in maioris Sphæræ figuram abibit, vel si christallinus humor, pauliſper exsiccetur non ita turgebit hæc ampullula. Vel denique si neruus Opticus pauliſper contrahatur, introrsum oculos trahet, quod manifestum satis est in senibus, quibus oculi non ita prominent; retina occurret ossibus capitis, nec poterit tam facile retrocedere, vt par esset; ad obiectorum etiam viciniorum distinctam visionem.

## PROPOSITIO XIV.

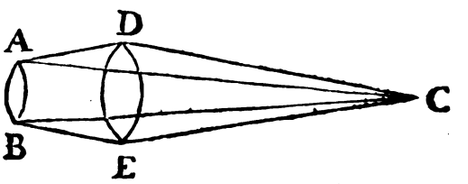
### Theorema.

*Presbyta maiori luce indigent, vt legant.*

Experientia huius propositionis facilis est; interrogandi enim sunt senes; ratio autem etiam in promptu est. obiectum vicinius cæteris paribus fortius agit in subiectum, quam remotius; sed vt legant distinctè (*per præcedentem*) debent magis remouere characteres, quàm alij qui hôc vitiô non laborant: ergo in eâ distantiâ debiliùs agent obiecta, quàm si propiùs admouenda essent. Secundò eò indigemus maiori lumine ad bene videndum obiectum, quò pauciores illius obiecti radij colliguntur; sed obiectorum remotiorum pauciores radij colliguntur, quam viciniorum, & senes debent remouere characteres, vt eos distincte, & sine confusione videant; vt enim sit perfecta visio debet imago in oculo esse distincta hoc est, vt omnes penicilli perfecte vniantur: Item debent isti penicilli pluribus constare radiis, in senibus autem vix ista duo simul inueniri possunt, nisi obiectum plurimum lumen emittat, quia vt penicilli perfectè vniantur, removendi sunt characteres, dum autem removentur minus luminis emittunt; quia Sphæra activitatis decrescit, & aliunde pauciores radij in christallinum incidunt. Sit enim christallinus AB, duo obiecta C vicinius, & D remotius. clarum est quod C, comprehendat angulum maiorem quam D, hoc est angulus ACD, (*per 21. 1. Eucl.*) sit maior quam angulus ADB, fiat angulus EDB, æqualis angulo ACB, tot emittit radios punctum C, sub angulo ACB, quod obiectum D, sub angulo EDB, cum anguli supponantur æquales, sed pauciores emittuntur sub angulo ADB, quàm




sub angulo EDB, vt manifestum est, cum angulus ADB, sit pars anguli EDB; ergo sub angulo ADB, pauciores emittuntur radij, quam sub angulo ACB, sed christallinus AB, omnes anguli ACB, radios excipit, ergo plures excipit obiecti vicinioris radios, quam obiecti remotioris. Ex quibus colliges cur dum adhibent perspicilia non egeant tanto lumine. primò quia tunc obiecta sunt viciniora; secundò quia adhibendo hoc modo lentem conuexam, plures colligunt radios quam sine lente conuexa.




Sit enim pupilla AB, obiectum C, ducantur radij CA, CB, incurrent tantum in oculum per pupillam radij, qui veniunt sub angulo ACB, adhibeatur lens conuexa, quæ radios vniat; plures incurrent in pupillam AB, nempe verbi gratia qui continentur sub angulo DCE, vel aliquo alio maiori quam ACB. neque enim semper omnes radij in pupillam incident, qui appellunt in lentem conuexam.

Hinc obiter colligere licebit, rationem aliquam, cur obiecta aliqua in certa distantia non videantur, quæ nempe sub ita paruo angulo radios emittunt, vt paucissimi in pupillam incidant, atque adeo non sint sufficientes ad depingendam imaginem.

## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Adhibitâ lente conuexa obiectum maius, videtur confusius, quò magis ab oculo hæc lens remouetur, in certâ distantiâ confusissimè; post quam rursus distinguuntur, & apparent inuerso situ.*

Nolo hic vt iam sæpe monui rationes dioptricas persequi; sed tantum rationem aliquam desumptam ex oculo meo materiali afferre, vt ostendam vere oculum naturalem esse compositum secundum formam istius artificialis, cum nihil accidat naturali, quod materiali non conueniat.

Obiice oculum artificialem illustri obiecto, & nota diligenter imaginem, quæ pingitur in retina charracea inverso situ; admove lentem conuexam maior imago depingetur, remove lentem sensim, longiùs

Digitized by Google

longiùs ab oculo in eadem tamen lineâ augebitur imago in retina inverso semper situ; eritque confusior. Si vlteriùs eam removeas, imago erit confusa, si pergas adhuc vlteriùs removere, distinguetur imago; sed situ erectò, & tum quò vlteriùs remoueris; eò minor apparebit. hoc totum positum est in experientia, quæ non ita benè succedet nisi lentem quam admoues, tubo ipsum oculum ambienti imponas, præcipue si lens totum oculum non tegat. nam obiecta quæ aliunde radiabunt, in oculum artificialem; impedient quo minus eam imaginem bene distinguas.

In oculo naturali idem accidet, nempe adhibita lente conuexa maior pingetur imago in retina, ergo per corol. 5. quintæ maius videbitur obiectum.

Secundò quò magis remouebitur, lens conuexa, eo maior erit imago, ergo per idem corolli. maius videbitur obiectum. Sed confusius; quia imago confusior erit.

Apparebit autem in suo situ naturali, quia imago est situ inuerso. ostendimus autem (*prop.* 2.) obiectorum, quæ apparent in suo situ imagines in retina esse inuersas.

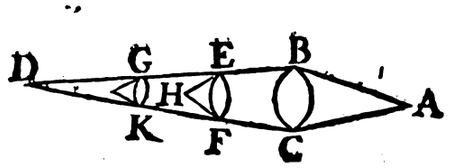
In aliqua distantia erit confusissima imago, ergo in aliquo situ oculus naturalis habebit confusissimam imaginem in retina, vnde confusissimè videbit obiectum.

Post eam distantiam si vlteriùs remoueatur lens conuexa, imago in oculo artificiali erigitur; ergo & in naturali, sed (*per cor.* 3. 5.) dum imago erecta est, obiectum apparet inuersum, ergo in tali situ ita apparebit.

Si vlterius pergas removere minor erit imago minus distincta, ergo & obiectum ita apparebit semper inuerso situ.

Ne tamen indelibata relinquatur ratio horum omnium; quæ in dioptricis ex professo explicanda est. quod spectat ad confusionem; vbi lens adiecta simul cum christallino vnuerunt in retinâ exactè penicillos; si vlteriùs remoueatur lens adiecta, aliis immutatis non vnientur radij in retinâ; sed ante retinam. ratio clara est; cum enim illa lens sit convexa, vniet radios, si adhibeatur christallinus in maiori distantia, christallinus excipiet penicillos iam magis vnitos, ergo eos vniet citiùs; nempe antequam pervenerint ad retinam, si vlteriùs removeas lentem; adhuc magis vnitos excipiet christallinus; ergo adhuc citiùs eos vniet. tunc autem erit confusissima imago, quando quodlibet punctum obiecti mittet radios in omnem partem retinæ.

Si verò penicilli fuerint vniti ante christallinum, vi nempe prioris lentis; poterit christallinus eos rursùs vnire, quæ omnia debent oculis




lubilci. Sit obiectum A, lens convexa BC, quæ apta sit ad radios à puncto A, prodeuntes vniendos in D; si his radiis occurrat christallinus in EF, adhuc franges radios BE, CF, qui vnientur in H. Si verò idem christallinus removeretur in GK; perinde autem est christallinum removere à lente BC, aut lentem à christallinô citiùs vnientur radij in I, quia eos excipit magis vnitos, vnde si retina maneat in eadem distantia à christallino, cùm post vnionem separentur erit maior confusio, quia ad distinctionem debebant esse vniti.

Si verò vniti essent radij antequam christallinus eos exciperet, poterit eos denuo vnire, sed inverso situ. quæ omnia demonstrari non possunt sine dioptrica.

Notandum autem, quò lens adhibita fuerit conuexior, eò magis crescet imago; & consequenter obiectum, & fiet confusior dum remouebitur, & citiùs erigetur.

Notandum item quòd si lens aliqua non fuerit satis conuexa, vt exigit alicuius oculi defectus; remoueatur ab oculo, & vtilis esse poterit. Hoc experire hoc modo in oculo artificiali. admoue lentem, & impelle retinam donec imago fit distincta, impellatur vlteriùs retina, imago confundetur. dico si immotâ manente retinâ remoueas paulisper lentem ab oculo, rursus distincta erit imago, cuius rei ratio facilis est ex superioribus, hæc lens immediate applicata oculo, non distinguit perfectè imaginem, quia licèt vniat citiùs radios quam solus christallinus, adhuc tamen non eos vnit sat citò; ideoque dum incurrunt in retinam non adhuc sunt perfectè vniti, sed si remoueatur lens illa ab oculo, ad minorem distantiam vniet radios, vt diximus: ergo licèt immediate applicata, non distingueret perfectè imaginem, distinguet tamen si paulisper remoueatur, in eo nempe casu in quo retina esset nimis vicina christallino.

## PROPOSITIO XVI.

### Theorema.

*Si presbyta obiectum minutum valde lucidum respiciant, videbunt illud rotundum cum aliquo capillitio radiorum, quorum si intercipiantur sinistri, videbuntur occultari dextri.*

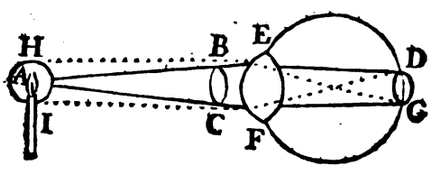
Experientia clara est. sit aliquis presbyta respiciens ex distantiâ modicâ obiectum, valde paruum quale esset foramen magnitudinis, vnius aut alterius lineæ, quod sit lucidum ob lumen radians per illud. dico illud foramen videndum quasi stellulam rotundam, suis radiis circumfusam. addo insuper quòd si intercipiantur radij sinistri ab eo obiecto, ad oculum emissi, videbuntur occultari partes dextræ illius capillitij. addo vlterius ideo videri illud obiectum, hôc modô confusum, quia retina est nimis vicina christallino: distractum autem, quia illius christallinus non est omni ex parte diaphanus, sed aranea illum vestiens aliquibus fibris non diaphanis exasperatur.

Si velis in oculo artificiali experimentum capere. eius lenti vitreæ, seu christallino, impone aliquas notas, quasi partes illius minùs diaphanas; illique ita disposito, obiice facem accensam; admoue tamen retinam chartaceam christallino, plus quàm satis est, vt imago depingatur distincta, loco facis accensæ quæ oblonga



Digitized by Google

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 radij ab eo luminoſo per pupillam, & chriſtallinum tranſmiſſi, excipiuntur retinâ chartaceâ antequam vniantur; ideoque non depingent imaginem perfectam, ſed potiùs adhuc retinebunt figuram pupillæ, per quam tranſmittuntur, vt 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. huius*) obiectum apparet rotundum. quod vt oculis ſubiiciam. Sit fax A pupil-




la BC, chriſtallinus E F, radij tranſmiſſi ex puncto A, per pupillam ſint AE, AF, qui excipiantur retinâ in D, & G, antequam vniantur; efformabitur in retina circulus cuius diameter DG, & quia in chriſtallino, ſupponuntur eſſe aliquæ partes non diaphanæ; illæ intercipient aliquos radios, ideoque in circulo DG, deficient aliqui radij. retina vi radij G, repræſentabit obiectum ſecundum lineam GH, & propter radium D, repræſentabit facem A, ſecundum lineam DI; hoc eſt in I, (*per 5. huius*) quare fax A, videbitur circulus integer, & quia in circulo D G, deficiunt aliqui radij, quos nempe impediunt partes chriſtallini non diaphanæ; totidem partes in circulo HI, deficere videbuntur; ita vt 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 D G, deſcripto in retina, ſed vi illius radij, & affectionis receptæ in puncto D, videtur fax A, in puncto I; ergo ſi intercipiatur radius dexter illius obiecti HI, tegetur pars ſiniſtra I. 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 chriſtallino. aſſero tamen hic neminem poſſe videre partes ſui oculi. Et primo quidem quod pertinet ad internas, ratio eſt in prompta, non ita illuminantur, vt poſſit ab ipſis lumen aliquod reflecti in retinam.

Secundò præcipuè vt aliquod obiectum videatur, vt par eſt; neceſſarium eſt, vt ab eadem parte obiecti mittantur plurimi radij, qui vniantur 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 chriſtallini, aut araneæ ipſum veſtientis, aut etiam vitrei humoris.

Si enim obiecti nimis vicini radij non vniuntur niſi poſt retinam, multo minùs radij alicuius partis ipſius oculi, quæ adhuc vicinior eſt chriſtallino omni obiecto extrinſeco. quare quælibet pars oculi radiat in omnem partem retinæ, & quia non eſt luminoſum aliquod, non poteſt per huiuſmodi radios diſperſos determinare ad viſionem; ergo non videbitur.

Quando autem dixi videri maculas in obiecto illo, intelligendum potius eſt quod ſit negatio viſionis obiecti in tali loco, quæ creditur eſſe macula. nam ſæpe accidit vt obiectum 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 chriſtallini in quôcumque obiecto.*

Hæc difficultas oritur item ex præcedentibus; ſi enim videmus aliquando partes minus diaphanas chriſtallini, quomodocumque explicetur hæc viſio, hoc eſt ſive proprie loquendo videantur illæ maculæ, ſive hoc oriatur, eò quòd deficiat viſio obiecti in aliquibus partibus retinæ, quare id nõ accidit reſpectu omnium obiectorum.

Reſpondeo primò duobus verbis; id non accidere in obiectis diſtincte viſis, vt mox explicabo, accidere tantum in obiectis quorum radij non vniuntur in retinâ, & præcipue in luminoſis, quorum radij ſeparati poſſunt ſufficienter determinare oculum ad viſionem ſui. ſic autem demonſtro primam partem. primo experientia ſumpta ab oculo artificiali.

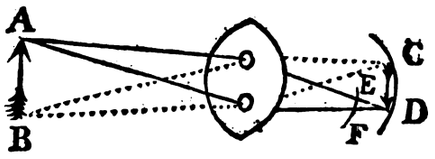
Obiice facem accenſam oculo artificiali, cuius chriſtallino impoſuiſti aliqua ſigna non diaphana; & remove retinam chartaceam donec fax illa diſtincte depingatur in retina, nullum animadvertes veſtigium illarum notarum, quas impoſuiſti chriſtallino. impelle pauliſper retinam vel remove, ita vt facis illius imago in retinâ depicta, ſit circulus aliquis lucidus, tunc animadvertes vmbras illarum notarum. In priori ſitu oculus videt diſtincte, in ſecundo confuſe; ergo habemus quod huiuſmodi notæ apparere non debeant, dum obiecta videntur diſtincte. quô poſito experimento facile illius rationem inveniemus, ſcimus enim quid accidat oculo chartaceo. Sit igitur lens convexa AB, obiecta ſoli, cui ſit appoſita nota G opaca, adhibeatur poſt ipſam charta DE, ad parvam diſtantiam, videbitur illa nota quaſi macula, ſi vero removeatur charta vſque ad focum, nempe ad eam diſtantiam, in qua vnit radios ſolares, non ſpectabitur illa nota. optimum eſt hoc experiri, quia experientia rem imaginationi infigit. ratio eſt quia in diſtantia DE, quilibet radij erant ſeparati, quare ſi intercipiatur aliquis

Digitized by Google

aliquis radius, apparebit ille defectus; at verò in puncto concursûs F, cum sint vniti omnes radij eiusdem partis obiecti; etiamsi deficiat vnus, aut




alter; erit quidem minùs luminis, quàm esset, si nullus interciperetur, non animadvertetur tamen ille defectus. quia hæc consideratio est maximi momenti, & soluit nonnullas difficultates sequentes, ideo mihi videtur vlteriùs explicanda. quare dico quod dum obiecta distinctè apparent in retinâ, etiamsi tegatur media pars christallini; immo totus tegatur, relinquanturque tantum plura foramina per quæ transmittantur plures radij; quod nec videbuntur foramina, nec tegetur vlla pars obiecti, sed tantum dilutiores apparebunt eius colores.




Ratio autem est quia nulla pars obiecti A tegetur, si nulla sit pars in obiecto, quæ non videatur; nulla autem erit, quæ non videatur, si nulla sit cuius radij in retinam C D, non perveniant; nulla autem erit, quæ non mittat aliquos radios, qui deinde in propriis, & sibi debitis locis vniantur; in eodem enim loco vniuntur radij per foramina transeuntes, dum tegitur pars christallini; ac si nullo modo tegeretur. quod si spectetur aliqua pars illius obiecti nempe A, quæ sit valde lucida, & eius duos radios intercipiat retina in punctis E & F, hoc est non in puncto concursûs, obiectum A attingens duo puncta distincta retinæ nempe E, & F, videbitur in duobus locis distinctis, & quia in toto medio; nempe in puncto medio nullus radius obiecti A invenitur, videbitur illud obiectum interruptum.

Ex hoc sequitur quod dum coarctatur pupilla, aut tegitur media sui parte, non tegitur media pars obiecti, sed totum obiectum videtur, sub minori lumine, quia nempe cuiuslibet partis obiecti, adhuc transmittitur aliquis radius; igitur videri debet, totum tamen obiectum minus videtur, quia intercipiuntur cuiuslibet partis aliqui radij.

Dicam aliquid simile, quod mihi alias super ea re accidit. habebam tubum Opticum Hollandicum longitudinis vnius pedis cum dimidio, quo sæpissime spectabam, quæ gerebantur in portu Constantinopolitano ex domo nostra Sancti Benedicti, dolebam quod huiusmodi tubus partem obiecti, valde exiguam mihi exhiberet. cæpi igitur primam lentem omnino detegere, & miratus sum me non plura obiecta videre, sed tantum cum maiori lumine. vnde qui tubo Optico, solem intuentur lentem: licèt primam fere 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 christallinum conuexum.*

Aliquando accidit, vt ante pupillam adnascatur, & coalescat humore viscoso pellicula, quæ ita omnes radios arceat, & impediat, vt facultas videndi sit omnino otiosa; admitur, aut potiùs demittitur huiusmodi pellicula, hôc modo. perforatur oculus acu, ex latere exteriori, ita vt innatet acus in humore aqueo; & huiusmodi acu, primò à parte superiori separatur hæc cataracta ab vuea; convoluitur que quantum fieri potest, ne se denuo explicet, & rursus ascendat, & hoc modo convoluta, pellitur in partem imam aquei humoris.

Vidimus hoc tribus ab hinc annis, in Reverendo Patre Ludovico Ianin, qui à decem circiter annis fuit Rector Collegij Camberiensis, cui adnata cataracta facultatem omnem legendi ademerat, licet adhuc vno oculo videret quantum sufficit, vt gressum regeret, illi septuagenario adempta est cataracta, tam fœlicitèr, vt modo & legat, & scribat, & etiam libros componat. Indiget tamen perspiciliis, quæ sint minimæ Sphæræ portio, seu maxime convexis, ex quibus concludo, christallinum humorem esse admodum parum convexum; quippe qui indigeat tanto adminiculo, vt penicillos in retinâ vnire possit. quod tamen mirabile est in prædicto patre, qui per totam vitam habuit defectum contrarium nempe myops fuit. contingit autem fere omnibus quibus cataracta adempta est, vt perspiciliis huiusmodi indigeant, ideoque hæc perspicilia vocantur cataractæ. potuit verò formari hæc cataracta, forsitan ab ipso humore christallino exudante, ex quo fit vt non turgescat satis; sed nimis accedat ad lineam rectam, & penicilli non multum accedant inter se; & incurrant in retinam antequam sint vniti; ideoque omnia confusè videantur, nisi adhibeantur perspicilia.

## PROPOSITIO XX.

### Theorema.

*Myopes, retinam à christallino nimis remotam habent, aut christallinum nimis conuexum.*

Myopes vocat Aristoteles eos quos communiter dicimus visûs brevis, (*courte vene*) qui scilicèt debent oculis maxime ad movere characteres vt legant, horum retina nimis est remota à christallino, respectivè ad convexitatem christallini, cuius rei si velis experimentum sumere in oculo artificiali. obiice oculo aliquod obiectum illustre; admove, aut remove retinam à christallino donec obiecti imago perfectissimè depingatur in retinâ. remove retinam à christallinô confundetur

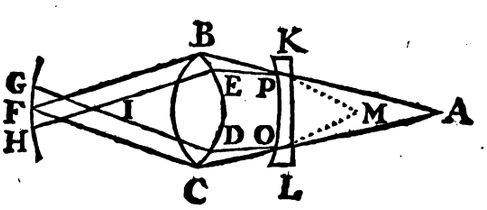


Digitized by Google

confundetur hæc imago. adhibe oculo ita disposito lentem, aut concavam ex vtraque parte, aut saltem planoconcavam, distinguetur rursus hæc imago, & eâ ablatâ confundetur.

Ex quô experimentô ita licèt argumentari, myopes sine perspiciliis obiecta confusè vident, ergo imago obiecti 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 vicinitatem christallini, & retinæ, sed tantum eam quæ est confusa, propter nimiam distantiam vtriusque; ergo myopes habent retinam magis remotam quam exigat convexitas christallini. Et cum christallinus minus convexus, seu maioris Sphæræ segmentum, maiorem etiam requirat distantiam, habent christallinum nimiś convexum, seu minoris Sphæræ segmentum quam exigat distantia retinæ à christallino.

Probatur autem minor nempe quod lens concava adhibita oculo, non distinguat eam imaginem, quæ est confusa propter nimiam viciniam retinæ, & christallini. primò experientiâ desumptâ ab oculo artificiali. si enim ita disponas oculum, vt imago sit distincta, eamque confundas admovendo nimium retinam christallino, si adhibeas lentem concavam; tantum abest vt eam distinguas, quinimmo magis eam confundes. Ratio petitur ex dioptrica, ex qua suppono lentem concavam radios dispergere, quare si addatur lenti convexæ; facies, vt penicilli ad maiorem distantiam vniantur, hoc quilibet experiri potest. sume lentem convexam, & nota ad quam distantiam radios solis vniat, huic adde lentem concavam, (intelligo autem semper hic per lentem concavam, concavo concavam, aut plano concavam) & videbis requiri maiorem distantiam, vt radios solis rursus vniat. sed defectus requirens, vt radij seu penicilli, ad maiorem distantiam vniantur, in eo positus est, vt retina sit nimium remota à christallino; ergo myopes retinam habent nimis remotam à christallino. quod ostendendum erat.




Si velis hoc melius concipere sit obiectum A, oculi christallinus BC, retina HG. ex obiecto A, in christallinum cadant radij AE, AD, qui vniantur 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 vno tantum puncto, sed in spatio HG; vnde non potest non esse confusio. Si enim cogitetur aliud punctum obiectiuum vicinum puncto A, illius aliqui radij cadent in spatio GH, & consequenter duo obiecta in eodem loco videbuntur, & vnum in duobus. adhibeatur lens concavo concava, cuius sectio horizontalis KL, hæc dispèrget radios AE, AD; eruntque PB, OC, quasi procederent ex puncto M viciniori; sed radij ab obiecto viciniori procedentes, ad maiorem distantiam vniuntur post lentem convexam B C, seu christallinum; ergo si lens concava adhibita sit proportionata, radij ex A procedentes, vnientur in retina, qui ante retinam priùs vniebantur, & confusam imaginem exprimebant.

Dixi pariter proportionatam, si enim sit nimis concava, seu portio minoris Sphæræ, nimis dispèrget radios, vnde vnientur radij longe post retinam, poteritque producere defectum, alterius rationis. Si verò non esset satis concava, seu esset portio Sphæræ nimis magnæ, vnirentur adhuc radij ante retinam, ideoque licèt distingueret tantisper imaginem, non auferret tamen omnem omnino confusionem.

Ex hoc sequitur, quòd si myopes velint adhibere communia perspicilia quibus senes vtuntur, nempe convexa, confusiùs videant obiecta, quia perspicilia convexa adhuc citiùs vniunt penicillos; cùm ergo defectus myopum sit quòd penicilli vniantur, antequam perveniant ad retinam, & lens convexa ad minorem distantiam eos vniat; confundetur magis ac magis imago, & consequenter obiecta confusius videbuntur.

## PROPOSITIO XXI.

### Theorema.

*Quare myopes melius obiecta viciniora videant; quam remota.*

Primò experientiâ constat, myopes valde admovere characteres oculis, vt distinctè videant: vnde obiecta remotiora ita confusè vident, vt sæpe geminata immo, triplicata & quadruplicata videant, & ego qui tales habeo oculos, notavi cum primùm animadverti, mihi vt ita dicam abbreviari visum, cum respicerem aliquos characteres maiusculos à longe, eos multiplicatos apparere, se invicem decussare, & modo dum aliquem à longe video, sæpe duos aut tres simul spectô. quorum omnium hic rationem reddere debeo, & forsitan plura dicam de oculis myopum, quam de aliis, quia me doctum reddidit experientia: & reflexio peculiaris circa huiusmodi defectus, ita vt nihil sim expertus, quod hac nostrâ hypothesi explicare facile non possim.

Quæritur ergo quare myopes obiecta valdè vicina distinctè videant, remota minùs distinctè. facilis est solutio quæ per se ex superioribus sequitur. myopes habent christallinum nimis convexum, & respectivè ad illam convexitatem retinam nimis remotam (*per precedentem*) ex quo fit, vt obiectorum penicilli vniantur antequam ad retinam appellant; sed obiecta remota ad minorem distantiam; vniunt suos penicillos, & vicina ad maiorem distantiam, ergo poterit dari tam parua distantia, vt obiectorum penicilli præcisè vniantur in ipsa retina; ergo quæ distincte videantur, etiamsi obiecta remotiora confusius spectentur.

Si quæras rationem physicam huiusmodi defectus, licèt sit satis difficile, nihilominus certum est plerosque myopes hoc non habuisse ab incunabulis,

Digitized by Google

nabulis, nam ante annum vigesimum acutissimo pollebam visu, & adolescens tam benè à longe videbam, quam quilibet alius. nonnulli medici asserunt cum primum barba erumpit, hoc modo oculorum aciem hebetari, in iis qui dispositi sunt ad huiusmodi defectum, & memini me audiuisse de celebri aliquo medico, cuius 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 vt barbâ careas, & oculis perspicacibus vtaris.

Quæ si vera sint, hæc ratio in medium afferri potest cum maxima probabilitate, quod dum humor quô oculi nutriuntur, præcipuè vero christallinus, in barbam abit; minuatur christallinus humor, & cum tunicæ christallinum ambientes, maximam adhuc vim habeant; comprimitur christallinus, & cum non ita abundet humor, fit minoris Sphæræ segmentum, & consequenter vnit radios ad minorem distantiam quam par sit. Aliæ huiusmodi rationes excogitari possunt.

Dicunt, persæpe accidere, vt qui hôc modô 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 maior nunquam perspiciliis vtebatur; etiamsi legeret assiduè, nisi dum à longe aliquid spectandum esset. vtebatur autem concavis, poterit tamen accidere, vt ex iisdem rationibus quibus senes fiunt quo ad oculos presbytæ, hoc est christallinus fiat maioris Sphæræ segmentum, alicuius myopis christallinus ob senectutem; fiat maioris Sphæræ segmentum, qui antea nimis convexus erat, & iustam aliquam mensuram figuræ induat, vt melius videat senex, quàm invenis.

## PROPOSITIO XXII.

### Theorema.

*Myopes minori luce indigent vt legant.*

Hæc propositio conformis est experientiæ, experior enim quotidie me cum minima luce posse legere, in qua alij vix internoscere possunt, ibi exaratos esse characteres. Ratio clara est, obiectum vicinius fortius agit, & plures emittit radios quam obiectum remotius, vt ostendi (*prop. 14. huius*,) sed myopes, vt videant distincte debent obiecta maxime oculis admovere, ergo obiectum erit in ea distantia in qua, & fortiores, & plures emittit radios; ergo in qua fortiùs, & potentiùs agit. Alij autem qui consuetam, habent oculorum aciem, multò magis presbytæ, si oculis propiùs obiecta admoveant, nihil nisi confuse videbunt, nam cum obiecta propinqua ad maiorem distantiam penicillos vniant; non erunt vniti cum excipientur in retina; si removeant ab oculis obiecta, non satis validè agent in oculum, quia supponuntur esse parùm illuminata. At verò myopes, cùm in parua distantia distincte videant; (*ex precedenti*) erit sufficienter luminis, vt obiectum in ea distantia agat satis valide in retinam.

Adde quod vt plurimùm myopes pupillam nimis habent ampliatam, vnde plures excipiunt radios, quàm aliqui qui pupillam habent coarctatam, & quæ licet in tenebris aperiatur magis ac magis, nunquam tamen ita aperietur, ac pupilla quæ iam suapte natura nimium est ampliata.

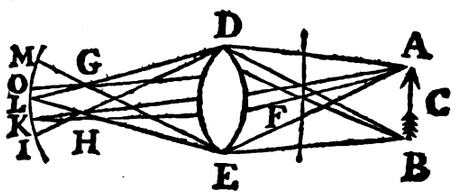
## PROPOSITIO XXIII.

### Theorema.

*Quare myopes melius videant per exiguum foramen.*

Istud sæpe expertus sum, dum à longè aliquid spectandum erat, nec suppetebat copia lentis cavæ; acceptam chartam acicula perforabam, & satis distincte videbam. videtur autem nihil posse conferre subsidij huiusmodi foramen cum in eo nulla fiat refractio, ergo si penicilli non vniuntur sublata charta, neque adhibita magis vniuntur, ergo æquè confusa videtur fore imago.

Nihilominus assero huiusmodi foramine vitari confusionem, & suppleri defectum pupillæ, quæ satis coarctari non potest, vnde myopes dum à longe aliquid spectare volunt, vt vitent confusionem quantum possunt, advocant subsidium palpebrarum, quas claudunt, non quidem omninò, sed quam pauciſſimos admittunt radios. ostendo autem huiusmodi foramine castigari confusionem. Sit enim obiectum A B, primo visum absque eo quod interponatur charta perforata, quia radij emissi ex punctis A, & B, vnientur ante retinam (*per 19. huius*) 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 chatta perforata in F, & excipiens omnes alios radios præter eos, qui transmittuntur per foramen, quia foramen non est indiuisibile adhuc per illud transmittuntur plures radij, posui duos extremos in figura qui vnientur quidem ante retinam, in punctis G & H, in retina tamen non occupabunt magnum spatium, quare erit distinctio non tamen omnimoda.




Sequitur ex eô, quòd obiectum videatur minus, per huiusmodi foramen, quàm si nudo oculo spectaretur. ratio clara est ex superioribus. illud maius apparet (*per corol. 5. 5. huius*) cuius imago maior est in retina, sed obiecti AB, imago maior est in retina, quando nudô oculô spectatur, ac quando spectatur per foramen, nam dum spectatur nudô oculô imago occupat spatium MI, & dum respicitur per foramen, occupat tantùm spatium KO; ergo obiectum minus apparet, per foramen quam si simpliciter respiceretur.

Hoc autem non debet accidere iis qui obiectum distincte vident, quia cùm in eorum retina penicilli, seu radij ad idem punctum obiecti pertinentes vniantur, etiamsi propter interiectam chartam aliqui radij ex singulis penicillis intercipiantur,

piantur, non desinent eædem partes retinæ à reliquis affici, atque adeo eandem magnitudinem habebit imago, ergo obiectum æquale apparebit.

Poterit etiam foramen esse vsui presbytis, & non tantum myopibus, quia presbytæ etiam aliquando confuse vident, licet illa confusio oriatur ex contrariâ causâ, nempe quod retina excipiat penicillos antequam sint perfecte vniti, vnde fit vt penicilli diuersarum partium in retina se confundant; quare si admittantur radij tantum per foramen, etiam distinguetur imago, & minor apparebit.

In vtroque autem casu colores apparent dilutiores, & minus viuaces, quia per pauciores radios videntur, ideoque minùs afficiunt retinam.

Dum myopes obiecta diffita respiciunt connuentibus, vt dixi palpebris, & semiapertis, defectus seu confusio, est potiùs secundum planum horizontale, quam secundum planum verticale, hoc est si hominem respiciant; potiùs quatuor aut quinque homines, aut potiùs hominum vmbras videbunt dispositas secundum planum horizontale, quam quatuor homines sibi inuicem impositos. duplex est ratio huius rei; quia etiam si hominem hoc modo verticaliter multiplicatum viderent, non ita bene animaduerterent multiplicitatem. quia verbi gratia ponamus videri quatuor capita in plano verticali sibi inuicem superposita, aliquod eorum videretur in eodem loco cum pectore, ideoque quia non bene distinguit singulas partes; confundet cum pectore, putabitque se tantum ibi videre hominis vnius 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 huiusmodi confusionem, secundum planum verticale, non autem secundùm planum horizontale. hoc est quia palpebræ sunt diductæ secundum planum horizontale; non impedient confusionem, quæ oritur quasi in latum, quia secundum planum verticale, accedunt ad se inuicem, ideo secundum altitudinem minor erit confusio. adde vlterius quod quia conniuentibus hôc modô palpebris, aliqui ciliorum pili pupillæ obiiciuntur, ideo fit aliqua in latum distinctio imaginum, quasi per multa foramina secundum lineam horizontalem dispositæ respiceremus, ita sæpe ex maiori distantia tres, aut quatuor homines video, seu potiùs hominum vmbras, vna tamen distinctiori; quod vero distincta huiusmodi obiecta, & quasi separata à totali imagine videantur, hoc tribui debet ciliis, eas separantibus, & interrumpentibus.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*Adhibitâ lente concavâ obiecta minora apparent; & quo magis lens ab oculo remouetur eo minora apparent.*

Non intendo hic rationem vltimam afferre cur hæc fiant; esset enim desumenda ex reconditioribus dioptrices arcanis, sed tantum aliquid deliberare, vt 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 proptio myopum, seu eorum qui breuiorem habent oculorum aciem. obiice oculo ita dispositio obiectum illustre, & nota diligenter magnitudinem imaginis in retinâ chartacea depictæ, adhibeatur lens concaua; hæc imago minor erit. removeatur ab oculo lens concaua, adhuc minor erit imago.

Et vbi aliquando fuerit distincta, sive oculo magis admoueas lentem concauam, siue illam ab oculo remoueas confundetur imago. Ex quo more nostro deducere possumus ex oculo artificiali ad naturalem. quando imago quæ depingitur maior, aut minor est in oculo artificiali; depingitur etiam aut maior, aut minor in oculo naturali, & quando confusa est in vno est etiam confusa in alio; sed quando maior, aut minor depingitur in oculo naturali, maius aut minus cæteris paribus apparet obiectum: ergo in omnibus illis casibus debet oculus naturalis videre obiectum minus, aut confusius.

In quo notandum est, quòd myops quâlibet fere lente concaua in aliqua distantia debeat distincte obiecta videre, hoc est si lens non est satis concaua, vt vniat penicillos in retinâ, eam remoueat ab oculo; poteritque eos præcise vnire; ideoque adhibere potest vtiliter lentem non satis concauam, modò illam ab oculo remoueat. patitur tamen aliquod dispendium, quod obiectum non ita magnum videbit, ac si lentem sibi proportionatam; oculo propiùs admoueret.

## PROPOSITIO XXV.

### Theorema.

*Myopes obiecta lucida à longe posita vident maiora, rotunda maculis infecta.*

Affero commune experimentum myopibus quidem non aliis, & hoc experior quotidie. quotiescumque facem a 20. passibus aut pluribus intueor; eam video rotundam, tanquam circulum, cuius diameter sit vnius pedis; & quò magis disto à face, eò maiorem video circulum, si verò accedam, ad facem eum circulum minorem video, & magis accedentem ad figuram pyramidalem facis accensæ; donec tandem in distantia vnius aut alterius passûs, video flammam illam distincte, & 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 inuicem distantes, illi circuli se intersecant.

Quartò non video easdem maculas, vno oculo, quas alio intueor, pluresque video duobus oculis, quam vnico.

Quintò duæ faces inæquales in maximâ distantiâ, videntur tamen vt circuli æquales.

Sextò si humidus sit oculus, ita vt illi adhæreat aliqua guttula; videbuntur plures maculæ quæ detersо oculo euanescunt.

Septimò si manum sensim oculo admoueam ad latus vnum, antequam aliquam facem manu occultem,

Digitized by Google

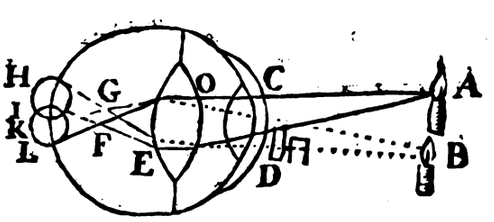
occultem, singulorum circulorum lucidorum partem aliquam intercipio.

Non omnes haud dubie in seipsis id experientur, quia omnes myopes non sunt; ego tamen nihil hic dico quod singulis diebus non experiar. ita vt sit mihi iucundissimum spectaculum, altare pluribus ornatum cereis intueri, flammas enim cereorum vix distinguo, vnam ab aliis; sed videntur mihi quasi vnicum peristroma lucidum.

Puto quod si alicui id non accideret; si vteretur lente aliqua valde conuexa, quam oculis propiùs admoueret, 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 obiectorum minutorum, & valdè lucidorum: cum myopes id patiantur respectu obiectorum etiam dissitorum, & maiorum: sed ex contrariâ causâ; nempe ex eo quod retinam nimis remotam habeant, aut quod idem christallinum conuexiorem.

Si velis in oculo artificiali experimentum sumere, infice oculi artificialis christallinum variis notis opacis, putà chartaceis, eique oppone in distantia decem, aut plurium passuum faces accensas, tres aut quatuor, tum adduc retinam chartaceam, donec istarum facium in eâ inverso situ distinctissimè exprimantur imagines; & quia experimentum sumis pertinens ad myopes, quorum vt ostendi suprà retina nimium abest à christallinô, remove adhuc vlteriùs retinam à christallino, spectabuntur imagines ad modum circulorum lucidorum, in quibus corpora opaca, christallino imposita, notabuntur. si recedas vlterius augebuntur imagines; quod si faces obiectivæ, non multum distent ab invicem, circulares earum imagines se intersecabunt; si ex latere vno 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 iam vnum habemus hæc omnia oculo artificiali accidere.




Sint faces A, B, traiicientes radios per pupillam CD, in christallinum O E, & quia de myopibus loquimur vniantur penicilli, seu radij ad eandem obiecti partem pertinentes in G, & F, post quam vnionem, cùm sint lineæ rectæ necessariò, rursus ab invicem recedent, & efformabunt in retinâ circulum, ex suppositione quod pupillæ foramen sit rotundum: si removeatur oculus à facibus; quia obiecta remotiora ad minorem distantiam post christallinum (*per 8. huius*) penicillos vnient; erunt priùs vniti quàm perveniant in F & G, ergo ab inuicem magis recedent, formabuntque circulos maiores; qui tandem ita possunt excrescere, vt se intersecent.

Insuper addo si christallino adhæreant corpora opaca, hæc intercipient aliquos radios cuiuscumque facis, ergo cum hi radij in diversis punctis retinæ recipiantur, animadvertetur in ea parte defectus luminis, & apparebit vmbra aliqua, seu priuatio lucis. eodem prorsus modo quo explicuimus propositione 15. de presbytis.

Denique si verbi gratiâ ex parte D, sinistra pupillæ, admoueatur corpus opacum D, illud intercipiet radios A E, B D; ergo aliquis radius deficiet tam in H, quam in K, & quia imagines depictæ in sinistra repræsentant obiecta dextra, & vicissim; videbitur occultari aliquid ex vtroque obiecto, vtrumque enim obiectum apparet, vt circulus; ergo omnes circuli lucidi obiectivi, videbuntur decurtati aliqua parte, sinistra nempe, si corpus opacum fuit admotum ex parte sinistrâ, quia imago deficit ad latus contrarium seu dextrum.

Quia autem ambo oculi non habent eosdem defectus, seu easdem, & similes notas opacas, neque eodem modo dispositas; inde accidit adhuc maior confusio, dum vni oculo aliquæ partes circulorum lucidorum deficiunt, aliæ alteri, ita vt idem penè fiat quod nobis accidit, dum compresso tantisper christallino, & ad latus impulso geminamus obiecta, in eodem loco videmus duplex obiectum.

## PROPOSITIO XXVI.

### Theorema.

*De capillitio stellarum.*

Notatum est experientiâ stellas apparere maiores, quàm apparere deberent in tali à nobis distantia, ita vt telescopia satis longa, quæ cætera obiecta augent, stellas minuant, seu minores exhibeant, quam nudo oculo, nullisque auxiliis instructo apparerent, quæritur autem huius rei ratio. suppono tubum Opticum, seu Galileanum, aut Hollandicum obiecta maiora exhibere.

Ratio quare stellæ non augentur tubo Optico est hæc; quilibet oculus ex certa distantia obiecta distincte videt, (*vt experientia constat*) ita etiam presbytæ ex duobus, aut tribus passibus distinctissime legunt; habentque vim distinguendi obiecta ad maiorem distantiam; non tamen ad omnem. quia non potest retina accedere ad christallinum nisi ad determinatum intervallum; sed si aliquod obiectum vniat penicillos antequam perveniant ad retinam; erit confusio in imagine, & consequenter confusio in obiecto, hoc est obiectum confuse spectabitur, confusione illâ quæ est propria myopum, nempe quod respectu illorum obiectorum retina erit nimis remota; sed (*per 8. huius*) obiecta remotiora vt sunt stellæ ad minorem distantiam à christallinô radios vniunt: ergo stellarum remotissimarum, radios christallinus vniet antequam perveniant ad retinam, ergo maiores videbuntur stellæ, quàm par sit (*per præcedentem*) omnes enim respectu obiecti, ita dissiti vt sunt stellæ, sunt myopes, seu habent retinam nimis remotam à christallino, quam exigat visio distincta obiecti ita remoti.

tubus vero Opticus auget quidem imaginem rei, ſed etiam diſtinguit; hoc eſt vnit radios pertinentes ad eandem partem obiecti, ex quâ vnione radiorum (*per 23. huius*) fit vt imago ſit minor in myopibus; ergo ſi tubus Opticus non tàm augeat imaginem, augendo angulum ſub quo videtur obiectum, quam illam minuat propter vnionem penicillorum; multo minor fiet imago, quam ſpectaretur nudo oculo confuſe ſcilicet illam ſpectante. quod vt paucioribus verbis exprimam, tubus Opticus caſtigat capillitij alicuius circa ſtellam viſi, luxuriem ſeu vnit in eodem puncto retinæ radios ad idem punctum ſtellæ pertinentes.

Ex hoc ſequitur primò male 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.

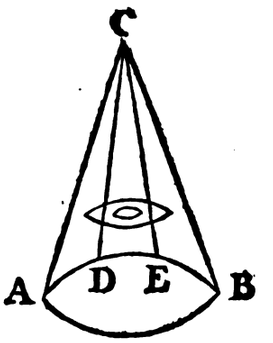
2. Sequitur non ſemper eas eſſe maiores ſtellas, quæ maiores apparent, quæ enim lucidiores ſunt, etiamſi revera minores exiſterent, maiores apparerent, quia dum ſtella obſcurior ſpectatur hôc modô, & percipitur viſione confuſâ, eo quod penicilli non perfecte vniantur, multi radij præcipue ad latera ſunt ita remiſſi, vt 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. huius*) in alio adhuc loco eam repræſentarent; ergo maiorem.

Idem ſuadetur aliâ experientiâ. ſi myops ſtellas reſpiciat, adhibitô ſpecillô ſuô concavô, quô nempe vti debet, vt eas diſtinguat; non tantam notabit diverſitatem inter ſtellarum magnitudinem, quantam oculus nudus animadvertit; eaſque ferè omnes æquales in magnitudine deprehendet; ſolâque maiori luce eas inter ſe diſtinguet. quod accidit ex eo, quod ſpecillô concavô eas ſpoliet ſuo capillitio.

Quæres quare non videatur ſimile capillitium in luna. nam tubus Opticus eam maiorem 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. vnde illud capillitium, augendo diametrum alicuius ſtellæ vndequaque craſſitie vnius verbi gratia lineæ, notabiliter illam auget, comparatiuè ſcilicèt ad eius magnitudinem, ſi vero propter exorbitantes huiuſmodi radios, augeretur diameter lunæ craſſitie vnius lineæ, non propterea multo maior appareret: ita ſenes dum aliquid minutum, & lucidiſſimum in minima ab oculo diſtantia vident; maius deprehendunt, ſi vero ſit aliquid maius, licèt pauliſper augeatur notabile augmentum non eſt.

Propter eamdem rationem de nocte, valde diſſitos ignes longe maiores videmus. quam habita ratione diſtantiæ videri deberent; quia nempe non vniuntur perfecte penicilli; ideoque ſpectantur huiuſmodi obiecta cum aliquo capillitio. deinde id quod multùm confert, vt maiora videantur, eſt pupillæ ampliatio. ex hac enim ampliatione fit, vt plures radij in chriſtallinum incidant quorum multi ſunt valde obliqui, & non ſatis bene vniti in retina, ideoque maiorem locum in ea occupant. certum eſt enim in lentibus Sphæricis convexis qualis eſt chriſtallinus; licet radij ab eadem obiecti parte prodeuntes vniantur, non tamen ita perfecte; vnde qui magis obliqui ſunt minùs bene vniuntur cum perpendiculari, ſed quò magis diducitur pupilla, & ampliatur eo plures, & magis obliquos admittit radios. vt ſi ſit chriſtallinus




AB, obiectum C, ſi pupilla reſtringatur admittet tantum radios CD, CE, ſi vero amplietur admittet etiam radios CA, CB, magis obliquos, magis autem obliqui minus bene vniuntur in eodem puncto. nam vt in dioptricâ oſtendemus lens Sphærica, non omnes vnit radios, in eodem puncto lineæ perpendicularis, ſed tantum vicinores axi.

## PROPOSITIO XXVII.

### Theorema.

*Melius & diſtinctius oculus videt per axem Opticum.*

Vocamus axem Opticum lineam ab obiecto 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 vt perpendiculariter oculum obvertamus ad ſingula verba, & hoc nemo negare poteſt: ex quo concluditur evidenter, ea obiecta quæ in illa linea perpendiculari poſita ſunt, clarius, & diſtinctiùs videri, alia verò valde confuſe; ita vt ea diſtinguere non poſſimus, quæ ad latera nobis obiiciuntur. cuius 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 immediate nervus Opticus impreſſionem ab obiectis factam excipiat meliùs ſentiet, quam ſi mediantibus

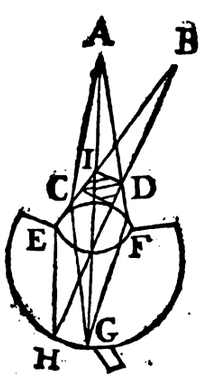
tantum

Digitized by Google

tantum aliquibus fibris ab ipso prodeuntibus impellatur: præcipue cùm 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 maxime incommodum, si eam tantùm partem obiecti videremus, quæ directe oculo opposita est, quia difficile esset invenire; id quod distincte videndum esset. quod vt bene 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 obiectum, & distinguat, id tamen habet incommodi, quòd paucissima obiecta simul ostendat, ita vt in toto exercitu vnicum tantum hominem spectare possit. ex quo oritur maxima difficultas in inveniendo eo obiecto, quod distincte videre volumus. datur & alius tubus Opticus ex pluribus lentibus convexis constans, planitiem integram simul exhibens, licèt autem eæ tantum partes obiecti distinctissime videantur, quæ directe illi obiiciuntur, maximæ tamen est vtilitatis, quod reliquæ etiam exhibeantur, licèt non ita distincte.

Idem in oculo considerare possumus si illud tantum obiectum videretur, quod directe oculo nostro respondet; maximam difficultatem pateremur in obvertendo oculo ad obiectum aliquod determinatum, quæ difficultas tollitur ex eo quod fere totum hæmisphærium simul videamus, saltem confuse.

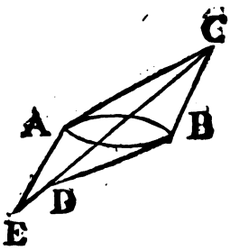
Secunda ratio erit Optica. Illud minus perfecte videri debet quod vi radiorum minùs perpendicularium videtur, quam quod per radios magis perpendiculares, in retinam agit; sed obiectum directe oppositum oculo, agit per radios magis perpendiculares, quam illud quod oblique tantùm, & ad latera situm est, ergo obiectum quod oblique, & ad latera situm est respectu oculi, minus perfecte videri debet. maior probatur quia radius perpendicularis maiorem impressionem facit, totus impetus in obiectum agit, minus repellitur, ità si disiiciendus sit murus, ictus bombardarum obliqui leviter tantum murum perstringunt, qui vero sunt magis perpendiculares vehementius muros quatiunt. radij solis in terra excepti magis perpendiculariter vehementiorem calorem producunt.




Deinde magis disperguntur, radij luminis dum minus sunt perpendiculares. minor vero faciliùs suadebitur. Sint obiecta A & B, à quibus per pupillam CD, plurimi radij incidant in christallinum. dico obiectum A, immittere radium perpendicularem AG, item alios radios ACG, ADG, non multum distantes à perpendiculari AG, obiectum vero B, quod ad latera situm est, nullum habet radium perpendicularem. nam ille ab vuea intercipietur tantumque videtur per radios obliquos: ergo non ita potenter aget. ergo non ita benè videbitur.

Tertia ratio petetur ex eo quod plures radij ex puncto A, admitti possint per pupillam quam ex puncto B, ducatur enim ex puncto D, linea DI, & perpendicularis DC; linea CD, metitur distantiam radiorum AC, AD, ab invicem, & linea DI, distantiam radiorum BC, BD. sed in triangulo CID, rectangulo in I, (*per 19. 1. Eucl.*) linea CD, maior est, quàm ID. ergo plures radij recipi possunt inter AC, AD, quàm inter BC, BD. quod adhuc facilius probarem ostendendo angulum CAD, maiorem esse quam CBD, sed immorati nolo quia hæc ratio ostendit tantum melius, & intensius videri obiectum in A positum, quàm in B, non tamen distinctiùs. seu hæc ratio probat quidem quod si duo obiecta æqualiter distent ab oculo; quod directe obiicietur oculo melius, & cum maiori vivacitate videbitur; non autem quod obiectum remotum directè oppositum distinctiùs videatur, quam proximum obliquè spectatum.

Ideoque sit quarta ratio petita ab experientia. sumatur præ manibus lens convexa, qualis est christallinus; illi obiiciantur duo obiecta illustria vnum quidem directe, aliud oblique, considereturque imago vtriusque depicta post lentem in charta; imago obiecti directe oppositi, perfecta erit, & distincta, alia verò confusissima. Ratio vlteriot in dioptricis; explicabitur ostendimus enim, non omnes radios vniri in eadem parte perpendicularis, sed tantum aliquos, ita tamen vt qui non distant multum à perpendiculari ferè in eôdem punctô vniantur; alij verò non vniantur, sed quando lenti obiicitur oblique obiectum




vt lenti AB, obiectum C, aliqui radij vniuntur in D, alij in E, quod hic indicare sufficiat. eum experientia sit facilis, quam quilibet sumere potest.

## PROPOSITIO XXVIII.

### Theorema.

*Quem effectum producat in oculo lens polyedra, seu polygono plana.*

Fiunt aliquæ lentes ex vna quidem parte planæ, ex alia vero pluribus constantes planis ad invicem inclinatis quibus vnicum obiectum multiplex videtur. Experientia communis erit in oculo artificiali. oculum artificialem



Digitized by Google

obiecto illustri opponetur, & in eo situ colloca retinam in quo distinctam illius obiecti imaginem exhibeat. tum lentem illam polygonam adhibe. multiplicabitur in retina chartacea imago obiecti, vt experientia probabit; ergo si oculo naturali eadem lens adhibeatur, multiplicabitur imago; sed quoties multiplicatur imago in eodem oculo, obiectum in pluribus locis videtur, cum singulæ imagines repræsentent illud in linea recta ab imaginibus; per centrum retinæ ducta, vt ostendimus. (*propositione 5. huius*) ergo obiectum multiplex videri debet. deducimus ergo ex hac propositione perfectam analogiam, & similitudinem inter oculum artificialem, & naturalem. puto enim me satis perfecte explicare naturam oculi nostri si illa omnia, quæ in naturali accidunt, ostendam in artificiali. nihil enim aliud exigere debemus in naturali quam quod facile, & nullo negotio omnes experientias explicare potest. Sed eas tantum partes agnoscendo in oculo naturali, quas in artificiali posuimus; omnes experientiæ nullo negotio explicantur: ergo superuacaneum est alia quærere principia.

## PROPOSITIO XXIX.

### Theorema.

*Quem effectum in oculo producat tubus Opticus.*

Certum est tubum Opticum duo præstare. primò maiora ostendit obiecta; secundò distinctiora. ad primum requiritur, vt imago sit maior in retina. ad secundum exigitur, vt sit distincta, distincta autem erit, si singulorum penicillorum radij in eadem parte retinæ vniantur.

Vt ostendam autem ita rem se habere experimento facili; expone oculum artificialem obiecto dissito saltem quadringentis passibus communibus, sed valde visibili putà turri alicui dealbatæ, & solis radijs bene illustratæ: vt autem facilius totum negotium peragatur, alicui fulcro immobili, oculus artificialis imponatur, ne nutet, & moueatur; tunc diligenter nota magnitudinem, & distinctionem imaginis, illius obiecti in retina chartaceâ descriptæ, animaduertesque eam valde exiguam, & non multum distinctam, ita vt vix adæquet vnam, aut alteram lineam, etiamsi obiectum sit turris aliqua. Immotô oculô adhibe tubum Opticum præcipue vero compositum ex duabus lentibus conuexis; melius enim res succedet: tubum autem aptabis, vt par est, relicto aliquo spatio, inter oculatem lentem, & oculum chartaceum. videbisque tunc imaginem illius primi obiecti, mirum in modum auctam, distinctissimam, & erectam. ex quo concludo vere tubum Opticum idem præstare in oculo naturali. cum enim eædem sint dispositiones in vtroque, saltem proportionaliter, iidem etiam ab iisdem agentibus effectus produci debent. erigitur autem imago; tubo Optico duabus conuexis instructo lentibus; erecta autem imago obiectum inuersum repræsentat, (*per 5. huius*) & de facto si vtamur tali tubo, obiecta inuersa spectabimus. volo autem in hoc experimento, vt potius vtaris hac tubi specie quam aliâ; quia tubus communis Hollandicus, totum simul obiectum non exhiberet, ideoque esset nimia difficultas in dirigendo tubo in tale determinatum obiectum.

## PROPOSITIO XXX.

### Theorema.

*De oculorum suffusionibus, muscis & aliis huiusmodi.*

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 aduocarent; mirum quantum in re alioquin facili hallucinabantur. referam morbum, & eorum sententias. conquerebatur ægrotus quod fere continuo sibi obuersari videret aliquam notam obscuram, ad modum muscæ alicuius volantis, & in omni obiecto insidentis. nullum autem dolorem se pati, nihil aliud siniſtri in oculis suis contingere asserebat: re diu inter eos agitata talis fuit sententia, huiusmodi notam esse rudimentum aliquod cataractæ, quæ pupillæ insideret, immo aliquis eorum perspicacior, inspectis diligentiùs ad lucem oculis, se in medio pupillæ eam notam videre asserebat. ridebam ego tacitus, nec multum eos hallucinari dolebam, cum ex hoc illorum errore nihil mali ægroto contingere, sed potiùs sacerdotium accelerandum præviderem; vt de facto contigit.

Dico ergo huiusmodi 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 eius exiguam; illud corpus intercepisset, singulorum obiectorum aliquem radium; & nullius obiecti omnes radios, ergo non debuisset videri potius ante vnum obiectum; quam ante aliud. vel meliùs illud obiectum videri non debet potius ante vnum obiectum quam ante aliud, nisi impediat potius, vt imago vnius obiecti depingatur in retina, quam alterius obiecti, 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; secundo nimis est vicinum christallino quam vt radij ab ipso ad diuersas partes christallini vniantur 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 vnit in puncto foci, qui vero in ipsam incidunt ex distantia valde parua non vniuntur ab ea. denique vt videatur eôdem modô, quô diximus notas opacas in christallino existentes, videri, in face accensa dum à myope spectatur à longe; necessarium est vt radius quem intercipit, & impedit, incidat in distinctam partem retinæ, hoc est vt ab ea parte obiecti, quam occultat nullus alius radius incidat, in eandem partem retinæ. Sed quoties retina est in debito situ ad videnda obiecta distincte (suppono autem etiam dum obversatur oculis, hæc musca obiecta distincte videri) ab ea parte obiecti cui insidere videtur hæc musca, alij multi radij incidunt in eandem

Digitized by Google

eandem partem retinæ, quia ex ſuppoſitione non occupatur niſi exigua pars pupillæ : ergo nullum obiectum debet occultare hæc nota.

Si velis aliquid tale in oculo artificiali experiri, notam minutiſſimam appende in foramine pupillæ, & obverte oculum ad obiectum, ita tamen vt retina ſit in ſitu requiſito, vt obiecta diſtinctè videantur; nullô modô apparebit hæc nota, nec eius imago, aut vmbra in retina. verum quidem eſt hanc notam opacam, aliquid detrahere de intenſione colorum in ſingulis imaginibus, quia cuiuſlibet obiecti aliquem radium intercipit.

Dico inſuper notas opacas in cornea, aut in chriſtallino exiſtentes nihil tale effecturas; quià pariter nullius obiecti omnes radios iptercipiunt, ſed ſingulorum obiectorum vnum : ergo non debet videri potiùs inſidere vni, quam alteri obiecto.

Dico tertio eam notam opacam potuiſſe eſſe aliquam bullam in humore vitreo exiſtentem ſatis vicinam retinæ, quia ad hoc vt potius vni obiecto inſidere videatur, debet alicuius determinati obiecti, aut omnes radios, aut ſaltem ple-




roſque impedire, vt ſi ſint duo obiecta A, & B, mittentes radios per pupillam D, ita vt radij pertinentes ad punctum A, vniantur in E, & emiſſi à puncto B, vniantur in F, ſi ſupponatur aliquod corpus minutiſſimum, & Opacum vel in pupilla CD, vel in chriſtallino GH, aut etiam in parte vitrei vicinâ chriſtallino intercipietur aliquis radius tam ex obiecto A, quàm ex obiecto B, ideoque nulla erit ratio, quare potius ea nota animadvertatur in obiecto A, quam in obiecto B, idem dico de cornea. ſi vero exiſteret in vitreo prope punctum E, poſſet omnes radios ab obiecto A, prodeuntes intercipere; atque adeo videri aliquid deficere in obiecto A, nempe aliqua nota nigra.

Probabilius autem puto huiuſmodi defectum ſæpe inveniri in ipſa retina, quæ in aliquibus partibus indutatur, atque adeo ſit minus apta ad videndum, vnde perinde ſe habeat, ac ſi nullam reciperet impreſſionem ab obiecto. Sed ſi nullam exciperet impreſſionem, videretur in obiecto aliqua nota nigra, ergo ſi accidat, vt retina aliqua ſui parte induretur, poterit videri huiuſmodi nota. hæc autem nota non videbitur fixa, ſed mobilis, neque enim partem retinæ obvertimus immobiliter ad idem obiectum, ſed intuemur modò hoc, modò illud obiectum. hoc accidit iis qui ſolem intuiti ſunt, qui propterea in obiectis ſingulis ſolem vident, eo quod retina fuerit vulnerata.

Alia quæſtio quæ fieri poteſt eſt circa ſuffuſiones oculorum, quas in obiecta refundimus, certum enim eſt quod ictericis omnia flaveſcant, aliis omnia obiecta in ruborem abeant. ratio in promptu eſt. idem enim illis accidit, quod iis qui trans vitrum viride reſpiciunt. tinguntur enim radij luminis per huiuſmodi vitra; quid autem ſit illud tingi radios luminis explicabitur ſuo loco. ſufficiat modo idem accidere oculo naturali quod accideret oculo artificiali, ſi lens quæ locum obtinet chriſtallini eſſet flava; imagines enim obiectorum in retina flaveſcerent, ſed imagines flavæ repræſentant obiectum flavum. ergo quibus aliquis humor exundat in oculum, & cum humoribus miſcetur, aut tunicas perfundit, omnia in talem colorem degenerant. quod difficilè non eſt. difficultas erit paulo maior in determinando loco illius ſuffuſionis, certum eſt autem quod ſi ſit generalis reſpectu omnium obiectorum, hoc eſt ita vt omnia obiecta eundem induant colorem, poterit ille defectus eſſe, vel in cornea, vel in aqueo, vel in chriſtallino, vel in vitreo, vel tandem in retina, nam in quôcumque horum invenietur generalis quædam ſuffuſio; omnia etiam obiecta ſimili colore veſtiet. cum enim nullus radius ab obiecto in retinam pertingat, qui non tranſeat, per corneam aqueum chriſtallinum, & vitreum, quodcumque horum, ſuffundetur colore, eundem radiis omnibus affundet.

Si vero hoc vniverſale non ſit, ſed aliqua tantum obiecta colorem mutent aliter philoſophandum eſt. audivi aliquem ex noſtris qui aſſereret; ſe in quolibet obiecto videre notas aliquas rubeas, quæ partem tantum obiecti 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 chriſtallino, aut tunicis eum ambientibus, nec ante chriſtallinum. Si enim inſideret chriſtallino, aut humori aqueo; inficeret cuiuſcumque obiecti aliquem radium, & nullius obiecti omnes radios, ergo non affunderetur color ille potiùs vni obiecto, quam alteri. antecedens facile probatur, ſingulæ partes obiecti emittunt radios in ſingulas partes aquei, & chriſtallini, ergo non omnes radij alicuius obiecti, peregrino eo colore tingerentur : ſed tantum vnius cuiuſlibet obiecti; ideoque omnia æqualiter obiecta tali colore perfunderentur. vnde aſſero exundaſſe hûc ſanguinem, vel in ipſam retinam, vel in vitreum prope retinam, quia hoc poſito ſequitur quod extremitates penicilloruth, quæ iam ſufficienter ſeparatæ ſunt ab invicem, & diſtinctæ ab aliis penicillis, per talem ſuffuſionem tranſeuntes colorem accipiant. penicilli autem pertinent ad diverſa obiecta, neque enim ſingula obiecta in ſingulas retinæ partes agunt, ſed quælibet partem diſtinctam ſibi vendicant, ex quo fit vt ſi pars aliqua inficiatur colore, obiectum 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 tan-



Digitized by Google

tisper connivent, videntur aliqui radij luminosi ex facibus erumpere, & fere ad nos vsque pervenire, apertis autem omnino oculis tales radij evanescunt, ita vt ne vestigium quidem appareat. Quæritur huius 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; obiecta tamen eadem, & in eodem loco viderentur. quare restat vt per reflexionem factam in ciliis videatur fax eadem; quæ reflexio cum fiat in pilo nullam fere latitudinem obtinente; necessarium est, vt fiat tantum in longitudinem, appareatque tanquam radius aliquis.

Multa autem considerari possunt; nempe quod radij aliqui se intersecant, quod ex ciliorum dispositione oritur.

## PROPOSITIO XXXII.

### Theorema.

*Pupillæ variatio.*

Hæc propositio sola constat experientiâ, & ea duplici. Si in alicuius pupillam diligenter intendas, dum ad magnam lucem oculum convertet, coarctabitur eius pupilla, dum vero 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 vero 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 obiecta 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 obiecta in tenebris posita non emittunt per exiguum pupillæ foramen sufficientes radios ad movendam, & determinandam potentiam visivam, donec ampliata sufficienter pupilla, plures admittat radios.

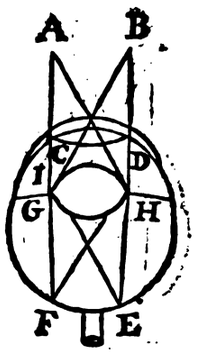
Prodeuntibus vero ex tenebris in lucem dolent oculi, quia nimia lux quæ per pupillam adhuc ampliatam intromittitur, oculos perstringit. hoc est nimium afficit retinam; eamque vrit. deinde sicut in cubiculo clauso, si nimia lux affulgeat obliterantur obiectorum imagines, ita etiam in oculo evenit. ratio est quia nunquam in lentibus convexis radij extremi, seu valde obliqui bene vniuntur cum reliquis, & in magna luce potentissimi sunt omnes radij, quicumque tandem exorbitant confusionem pariunt. dum vero pupilla coarctata fuerit iam oculus fiet patiens lucis, castigaturque tota illa confusio.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Theorema.

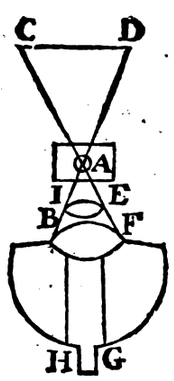
*Res qualibet per radios aliquos ante oculum decussatos videtur.*

Affert experientiam communem P. Skeinerus, vt probet obiecta videri per radios ante oculum decussatos. quod simpliciter propositum posset maximum æquivocationi, & hallucinationi locum dare. diceret enim aliquis si obiecta videntur per radios ante oculum decussatos; cum ex alia parte dixerimus radios decussari in ipso oculo, ergo bis decussantur antequam ad retinam perveniant; vnde concludet imagines non eversso situ sed recto in retina depingi. fateor quidem aliquos radios obiecti decussari ante oculum, sed assero illos non esse principales, de principalibus enim tantum ibi locutus sum. Assero vlteriùs radios ante oculum decussatos, non ampliùs decussari in oculo. repetatur vltima figura; in qua




radij AD, BC, decussantur ante oculum, sed intra oculum non decussantur; radij 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 proprie loquendo, qui locum imaginis determinant, cum ad eos alij omnes radij minùs principales accedere debeant.

Experientia autem quam affert est hæc: obiice oculo in satis parua distantia foramen exiguum; per illud videbis duo obiecta, sed illa duo obiecta videre non potes per huiusmodi foramen nisi

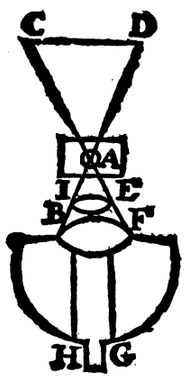



per radios decussatos, in ipso foramine: ergo obiecta videntur per aliquos radios decussatos ante oculum. In quo illud videtur mirabile, quod si

prope

prope oculum traiicias aliquod corpus opacum, videbitur aliquod aliud corpus contrario motu foramen pertranſire.

Sit foramen A, obiectum C D, quod videantur per radios CAFG, DABH. dico quod ſi oculo admoveatur corpus opacum E, quod moveatur ex E, in I, videbitur eius vmbra 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 obiectum C, dum vero corpus opacum transfertur in I, intercipit radium DABH, pertinentem ad obiectum D, ergo occultat obiectum D; ſed corpus quod occultat ſucceſſive obiectum CD, ita vt prius occultet partes C, deinde vero partes D, moveri videtur ex C in D, ergo talis corporis vmbra videbitur moveri ex C in D. dixi potiùs eius vmbram, nam de facto duo videntur, vt quando tale corpus eſt in E, videtur in loco E, in quo loco E, non eſt oppoſitum directe obiecto C. nam ſi ex G puncto duceretur linea recta ad obiectum C, hæc non tranſiret per punctum E, licet autem non ſit oppoſitum obiecto C, illud tamen occultat; ideoque videbitur obiectum C, occultari ab aliquo alio. non poſſumus enim iudicare obiectum C, occultari à corpore E, cum videamus ea non eſſe poſita in eâdem linea recta, quare apparebit vmbra corporis E, occultare ſucceſſive obiectum CD, ſed contrariô motu ferri.

In oculo artificiali aliquid huiuſmodi experiri poſſes, ſi tamen pro obiecto CD, obiecta valde lucida ſubſtituas, quæ etiam per vnicum radium videri poſſent.

Moneo tamen iterum ne aliquid ex eo experimento concludas foramen enim non mutat productionem radiorum, nec efficit vt decuſſentur radij, qui antea non decuſſabantur, ſed tantum, corpus illud in quo eſt foramen reliquos radios impedit, vnde videntur obiecta per radios decuſſatos tantum, quæ antea, & per decuſſatos ante oculum, & per alios videbantur.

Aliam experientiam affert quam probe explicare non poſſum ſine dioptrica, neque tamen eam hic omittendam puto, cum ex ea aliquid lucis etiam huic parti affundi poſſit.

Ita autem ſe habet tubum Opticum Hollandicum, conſtantem ſcilicet duabus lentibus, convexa obiectiva, & concava oculari aſſume. huic concavæ inuratur aliqua notula opaca non longe à centro, & tubô ita diſpoſitô intuere obiecta diſſita. primo quidem omnia obiecta videbuntur in ſitu ſuo naturali, ſecundò hæc nota videbitur multo maior quam ſit, tertio videbitur ſitu permutatô, hoc eſt ſi fuerit in dextra parte; videbitur in ſiniſtra, pariter ſi partem eius ſiniſtram tegas, videbitur tegi pars dextra. denique non apparet diſtincte, ſed tantum illius vmbra.

Ad ſolutionem omnium circumſtantiarum huius experientiæ revocandum eſt, ſiniſtra obiecta in dextera oculi, aut retinæ parte depingi, & viciſſim. deinde vt explicabimus ſuo loco, radios à ſiniſtra obiecti parte emiſſos, dexteram concavæ lentis partem attingere, ita vt licet ſingulæ obiecti partes agant in ſingulas primæ lentis convexæ partes; ideoque etiamſi aliqua pars illius tegatur, nullo modo obiectum deſinat videri, quia tantum impeditur ſingulorum obiectorum vnicus radius. At vero in lente concava eiuſdem tubi, ſeu vicina ipſi oculo res itanon ſe habet; ſed radij iam habent aliquam diſtinctionem, & licet penicilli non ſint perfecte vniti, habent iam aliquam vnionem, ex quo fit vt penicillus obiecti dextri incidat in partem ſiniſtram lentis concavæ. quare nota opaca, quæ in ſiniſtra parte inuſta eſt, tegit radios obiecti dextri. Ex alia vero parte, nimis vicina eſt hæc nota quam vt diſtincte videatur, oculus enim ſe accommodat obiecto cui attendit, attendit autem ex ſuppoſitione obiecto, quod per tubum Opticum intuetur. (ſi enim attenderet ad eam notam aliter ſe res haberet,) ergo hæc nota tantum videtur per comparationem ad obiecta quæ tegit, ſed tegit illa obiecta quorum radios impedit, impedit autem licet ſiniſtra ſit, radios obiecti dextri: ergo videtur eſſe ad dexteram, & hoc modo mutare ſitum.

## PROPOSITIO XXXIV.

### Theorema.

*Obiectum vno oculo multiplicari poteſt.*

Experientia iucundiſſima eſt, facilis tamen explicatu ex ſuperiùs dictis. Sint in corpore opaco tenui, duo aut plura foramina, non tantum diſſita inter ſe quam ſit diameter pupillæ; hoc eſt ita vt ſimul illa foramina pupillæ reſpondere poſſint; per huiuſmodi foramina ſi reſpicias obiecta aliqua, fieri poterit vt ea multiplicata videas, in aliquibus caſibus ea geminata non videbis, ſunt autem plurimi caſus qui peculiares habent proprietates.

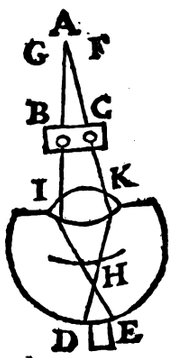
Primo quidem ſi obiecta ſint diſſita, vt ſunt turrium faſtigia, aut faces ſaltem diſſitæ viginti paſſibus ab oculo. dico quod facillimè in tali caſu hæc multiplicatio myopibus accidet, difficilius presbytis. cum enim hæc oriatur ex aliquo defectu oculi; presbytæ autem melius videant obiecta diſſita, & myopes confuſiùs: difficiliùs igitur id experiri poterunt presbytæ, quàm myopes: quod ita probo presbyta habet oculum diſpoſitum, vt diſtincte, ſeu ſine confuſione obiecta diſſita percipiat, tunc autem eſt diſtinctio, quando in eadem parte retinæ vniuntur radij ad idem obiectum pertinentes, ſed radij ab eodem obiecto, per plura foramina emiſſi, vere pertinent ad illud obiectum, ſuntque iidem qui ſummoto corpore opaco ad oculum pertingerent, cum foramen nihil faciat; ergo radij eiuſdem obiecti, licèt per plura foramina tranſmiſſi vnientur in eadem parte retinæ illius oculi, qui bene diſpoſi-

tus

tus erit in ordine ad tale obiectum; sed si radij in vna eademque parte retinæ vniantur repræsentabunt obiectum in vno eodemque loco; ergo respectu talis oculi, nulla erit multiplicatio.

Quare vt presbytis aliquid tale accidat, opus est, vt male disponant oculum respectu talis obiecti; male autem dispositus erit respectu obiecti distantis, si sit dispositus ad bene videndum obiectum vicinum. cum enim obiecta vicina requirant retinam magis remotam, à christallino; & remota magis vicinam, si oculus bene videat obiectum vicinum, erit confusio respectu remoti. quare conetur presbyta benè videre ipsa foramina, & ad ea attendat; tunc quia recedet retina à christallino, aut quod idem est coarctabitur christallinus, multiplicata videbit obiecta dissita. quia radij eiusdem obiecti per foramina transmissi non incident in eandem retinæ partem.

Vt autem totam istam obiectorum multiplicationem oculis subiiciamus; tentemus an in oculo artificiali aliquid tale succedat. disponatur retina secundum situm myopum, hoc est retrahatur à christallino, donec imagines obiectorum confuse depingantur, tunc pupillæ impone chartam pluribus foraminibus perforatam, & obiecti cuiuslibet 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; radij vniti fuerunt ante retinam, & post illam decussationem mutant locum, ergo qui à foramine dextro procedebat, occupat locum sinistrum, imago autem sinistra repræsentat obiectum esse ad dexteram; ergo si claudatur foramen dextrum, delebitur imago sinistra; & in oculo naturali videbitur occultari obiectum imaginis si-




nistræ nempe dextrum. vt si obiectum A, per foramina B, C, mittat radios in oculum qui vniantur in puncto H, ante retinam, & post eam vnionem attingant duo puncta retinæ distincta, nempe D, & E; vi imaginis D, (*per 5. huius*) repræsentabitur punctum A in F, & vi imaginis E, idem punctum A, repræsentabitur in G. quare si claudas foramen C, non amplius obiectum repræsentabitur in F, ex eadem parte in qua est foramen C. quod optime congruit experientiæ id enim accidit in oculo naturali.

Ex quó colligere potes rationem quare in aliquo situ, & dispositione per plura foramina vnicum tantum obiectum videatur; si enim retina ascenderet ad punctum H, quod suo proprio motu præstare potest, vt dum oculus attendit ad obiecta remota; tunc duo illi radij obiectum in eodem loco repræsentarent. nam (*per 5.*) plurimi radij in eandem partem retinæ incidentes repræsentant obiectum in eodem loco.

Potes item colligere quid efficiat corpus opacum; intercipit enim omnes alios radios, quare nisi interiectum fuisset corpus opacum imago obiecti A, totum occupasset spatium DE, fuissetque magna confusio, at corpus opacum intercipit omnes alios radios, solumque duos admittit, ideoque fit duplex imago sed multo minor.

Contrarió item modo eadem obiectorum multiplicatio contingere potest præcipue vero presbytis, quæ vix myopibus succedet. Sit nempe obiectum vicinius quam par sit, ad hoc vt distincte percipiatur, hoc est secundùm defectum communem senum, quia retina vicinior christallino excipit penicillos nondum perfecte vnitos, si interponatur corpus opacum triplici foramine apertum, triplex eiusdem obiecti admittetur radius in triplici etiam parte retinæ exceptus, vt si retina esset in H, exciperetque radios ad idem obiectum pertinentes antequam vnirentur. Sequitur quod punctum dextrum repræsentat obiectum in contraria parte; nempe in G, (*per 5. huius*) & punctum I in F. ex quo sequitur quod clauso foramine C, videbitur deficere in G, nempe in contraria parte, & intercepto foramine B, obiectum videatur deficere in F, quæ omnia tentari possunt in oculo artificiali, admovendo nimium retinam christallino, & hæc quæ dixi cum experientia conveniunt. inde fit vt in hoc vltimo casu si foramina sint ita disposita in triangulum cuius apex locum supremum occupet, obiectum multiplicatum ita erit dispositum, vt situm contrarium habeat, quia vt dixi radius per foramen dextrum transmissus format imaginem dextram, quæ (*per 5 huius*) repræsentat obiectum ad sinistram, ergò per foramen superius, emittetur radius determinans oculum ad videndum obiectum in inferiori parte.

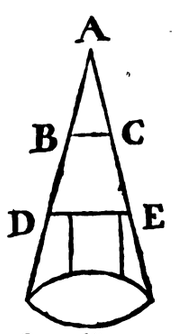
Sequitur item quoties accidit, vt obiectum per plura foramina visum, vnicum appareat; tunc melius, & vegetius videri. nam quoties per plura foramina, seu vi plurimorum radiorum vnicum videtur, necesse est vt radij per foramina transmissi in eadem parte retinæ vniantur; sed quoties plures radij ad eandem partem obiecti pertinentes vniuntur in eadem parte retinæ; toties intenditur imago, fitque fortior, & vegetior, vt explicuimus: ergo etiam melius videbitur obiectum, & quasi copiosiori lumine perfundetur.

Asserunt item nonnulli quod quoties obiectum multiplicatum apparet, eo quod per plura foramina videatur, si claudatur vnum foramen, ita vt pereat vna eius repræsentatio, aliæ erunt fortiores, & vegetiores. hoc non ita bene 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 radij, ad aliarum imaginum expressionem requisiti, nimium affundebant luminis; ideoque obliterabant aliquantulum reliquas imagines, sive quia tot in vicinis obiectis fiunt luminis reflexiones, vt fieri non possit, quin peregrini radij in imagines incidant, & confusionem

Digitized by Google

nem aliquam patiant. sive quia lucidæ imagines prope tenebras distinctiùs, quam prope alias lucidas imagines videantur, iuxta commune effatum contraria contrariis oppositа melius elucescunt. atque ita dum per duos radios transmissos per duo foramina depinguntur duæ eiusdem rei imagines, si impediatur vna imago interceptô vnô radiô, alia in tenebris melius determinabit oculum. ita stellæ videri possunt ex puteo quæ ex aperto loco nullo modo percipiuntur.

Notandæ autem sunt, variæ circumstantiæ huius experimenti, quarum omnium rationem reddere non erit difficile. Si corpus opacum perforatum accedat ad oculum cæteris immotis permanentibus minus videbitur intervallum interiici inter duo illa obiecta quæ videntur. ratio est quia dum corpus opacum cum suis foraminibus magis admouetur oculo, radij qui trajiciuntur non incidunt in christallinum in partibus ita remotis, atque adeo si vniuntur ante retinam, minorem angulum comprehendunt, & post decussationem non feriunt partes retinæ ita remotas ab invicem, & consequenter non repræsentant obiectum in spatiis ita remotis. vt si sit obiectum A; intervallum foraminum sit BC, erit linea DE maior quam BC, quia (*per 4 6.*) est vt AB, ad AD, ita BC ad DE, igitur si BC transferretur in DE, non occuparet totam DE, quare in tali situ radij per B & C transmissi comprehendunt angulum minorem, & attingunt in christallino partes minus inter se remotas, & consequenter dum excipiuntur in retina, attingunt partes illius minus remotas inter se. radij autem qui attingunt partes retinæ minus remotas inter se, repræsentant etiam obiecta minus inter se distare.




Sequitur item quod cæteris paribus si foramina magis distent inter se; (modò non excedant latitudinem pupillæ, alioquin idem obiectum per vtrumque videri non posset, obiectum magis à seipsô distrahetur, hoc est videbitur in locis magis distantibus: ratio eadem est. quia quando foramina sunt magis dissita radij, etiam per illa traiecti magis etiam inter se distant, & in retina attingunt partes magis dissitas; vnde sequitur obiectum videri in locis magis distantibus.

Si vno foramine immoto permanente, ita moveatur corpus opacum vt aliud foramen circumagatur; vnum obiecti simulachrum circumagi videbitur circa aliud; ratio clara est. cum enim immotum maneat vnum foramen ex suppositione, radius per illud transmissus, immotus etiam erit; ideo eandem partem retinæ semper attinget: & vi illius, obiectum 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 obiectum repræsentans.

Proponitur à R. P. Zucchi casus, satis iucundus cuius solutio positis principiis vltro se offert. Refert igitur alicui nobili accidisse vt de nocte trans telam admodum tenuem faces accensas intueretur: videret pro singulis novem faces. quod cum plurimi alij experti fuissent idem semper numerus respondit, quærit pluribus rationem quare potius novenarius numerus, quam quilibet alius repertus sit. cui in genere respondeo, quia novem foramina seu pori illius telæ poterant simul obiici foramini vueæ, seu pupillæ, quæ enim extra pupillam cadebant inutilia erant vt obiectum multiplicarent. sed quæres iterum 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 vlteriori indiget explicatione, neque enim hoc simpliciter propositum ita satisfacit, vt intellectus, omnino aquiescat. dicendum igitur est. pupilla est rotunda habetque diametrum, vel talis est eius diameter vt illi respondere tantum possit vnicum foramen illius telæ, vel ita vt, illi respondeant duo, vel tria, vel quatuor, si vnicum foramen in latum illi respondere potest; vnicum etiam in altitudinem illi respondebit, quare vnicum tantum foramen tali pupillæ objici poterit. Si vero pupilla sit lata, intervallo duorum foraminum eiusdem telæ, cum pupilla sit æque alta, ac lata duo etiam foramina in altitudinem capiet.

Quod si eius diameter sit æqualis interuallo trium foraminum, eum illa foramina sint in quadratum dispositа, illi objici poterunt novem foramina: neque aliquid facit, quod forsitan aliquod foramen dimidiatum in pupillam cadet, quia non desinit tale foramen obiectum semel exhibere etiamsi sit minus. cum ergo pupilla sit circularis, circuli autem se habeant, vt quadrata suorum diametrorum, & non possit diameter pupillæ continere nisi aut vnum, aut duo, aut tria, aut quatuor foramina, pupilla etiam respondere non potest nisi aut vni, aut quatuor, aut novem, aut sexdecim foraminibus. non potest autem capere sexdecim, nec etiam ita se habet vt contineat tantum 4. ergo continere debet novem.

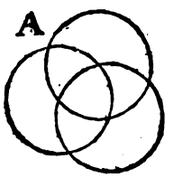
Altera pars istius experimenti posita est in consideratione foraminum. si enim foramina propiùs oculo admoveris, augebuntur fientque tanquam circuli integri sed valde erit confusa eorum visio, quia autem augentur ista foramina ad modum circulorum, videbantur sese invicem intersecare. magis & minus provt magis aut minus erant oculo vicina.

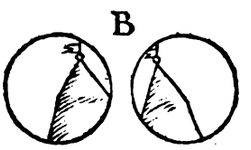
Ratio autem cur ista augeantur, est eadem propter quam videbimus infra, res minutas in parva distantia videri magnas, quia nempe lens conuexa, hoc habet, vt obiectorum vicinorum penicillos longius vniat, ergo ita vicina possunt esse obiecta, vt omninò non vniantur in retina; quod iam ostendimus cum de re minuta à sene visa egimus. cum ergo augeantur imagines istorum foraminum, in retina, ita augeri poterunt vt habeant partem aliquam communem: obiecti autem multiplicati per huiusmodi foramina imago, depingitur in aliqua parte retinæ in qua depingitur imago sui foraminis. nam per eandem lineam, per quam protenditur radius per foramen traiectus, vsque ad retinam. per eandem protenditur imago foraminis vsque ad eandé retinam. ex quo fit vt quandiu foramina videntur vt circuli separati, imagines obiecti multiplicati, sint etiam omnino separatæ, hoc est vna in



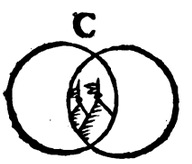
Digitized by Google

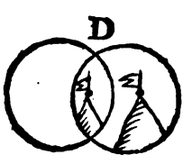
quolibet circulo. quando vero circuli se intersecant, imagines sunt in parte communi, aliquando ambæ in partibus non communicantibus, quando fiunt tria foramina, si propiùs admoueantur oculo; eô modo se intersecabunt quo vides in figura A. si sint duo foramina, quamdiu videntur quasi circuli separati, in quôlibet eorum videbi-




tur simulachrum obiecti vt vides in figura B. si vero circuli se intersecent, aliquando ambo simulachra erunt in parte communicante vt vides in figura C, aliquando vnum erit in parte communicante, & aliud in parte non communicante, quod peculiarem non continet difficultatem,




pendet enim ex situ, quem huiusmodi foramina obtinent supra pupillam; provt nempe ad vnam potius extremitatem pupillæ vergunt, quam ad aliam.

## PROPOSITIO XXXV.

### Theorema.

*Obiectum libero intuitu, & vno oculo multiplicari potest.*

Experientiam hic aliam afferimus cuius rationem iam fere dedimus, est autem hæc. oculo admoueatur propiùs corpus opacũ 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 distincte percipiendum; multiplicatum videbitur secundum numerum facium 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 christallini sui tanquam nigricantes maculas animaduertunt. cum enim vt omnibus succedat huiusmodi experientia, iubeamur accommodare oculum obiecto vicino, hoc est remouere retinam à christallino, cum obiecta vicina longius penicillos vniant; accidit vt oculus sit male dispositus ad videndas faces illas remotas, atque adeo singularum facium penicilli fuerint vniti ante retinam, & radij ex quibus componuntur diuersas retinæ partes attingant. quia autem corpus illud opacum ante oculos positum, intercipit vniuscuiusque facis aliquos radios, inde fit vt in imagine vnicuiusque facis quæ ad modum parui circuli exprimitur in retina, deficiant aliqui radij, 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 distincte huiusmodi faces, non multiplicaretur tale corpus, quia licet intercideret aliquos radios cuiuslibet facis, quia tamen reliqui [illegible]rentur perfecte in eodem puncto retinæ, ita vt nulla sit pars obiecti cuius aliqui radij ad retinam non pertingant; nihil latebit obiecti; atque adeo nulla erit ratio cur multiplicatum videatur. si vtumque casum experiri velis in oculo artificiali, appende in medio pupillæ caput assiculæ, & oculum bene dispositum ad hoc vt exprimantur distincte faces accensæ, obuerte ad huiusmodi faces, nullo modo in imaginibus facularum, animaduertes caput illud assiculæ, remoue retinam à christallino, quod est, attendere ad obiectum vicinum (nam obiecta viciniora vt distincte videantur, requirunt retinam magis remotam à christallino) & tunc in singulis imaginibus facularum, notabis notam nigricantem in medio. ergo illa assicula videbitur in singulis facibus.

## PROPOSITIO XXXVI.

### Theorema.

*Obiecta minuta opaca; oculo nimis admota, diaphana, & mutato situ & maxima apparent.*

Sunt tres partes huius propositionis. Prima quod obiecta minuta hoc est minora quam sit pupilla, oculo maxime admota, videantur diaphana; ratio est quia illud corpus diaphanum est, quod est tale vt licet oculo obiiciatur, nullius tamen obiecti visionem impedit, omnino, licet vt plurimum retundat non nihil & imminuat radiorum efficaciam; sed corpus minutum opacum, oculo maxime admotum tale est; ergo videtur diaphanum. minor facile patet: quia illud corpus nullius obiecti impedit visionem, quod nullius, partis obiecti omnes radios intercipit, nec impedit ne saltem aliqui ad oculum & retinam pertingant: sed corpus minutum non occupans totam pupillam, non impedit omnes radios alicuius partis obiecti. nam à quolibet puncto obiecti ad reliquas partes pupillæ, aut christallini, per pupillam apparentis, duci possunt lineæ rectæ, seu aliqui radij lucidi. igitur nullam partem obiecti occultabit. imminuet tamen vim radiorum quia multorum obiectorum radios aliquos intercipiet: statim autem occurret difficultas quare tale corpus minutum in aliqua ab oculo distantia occultet partem aliquam obiecti, si verò sit immediatum pupillæ nullam tegat partem obiecti.

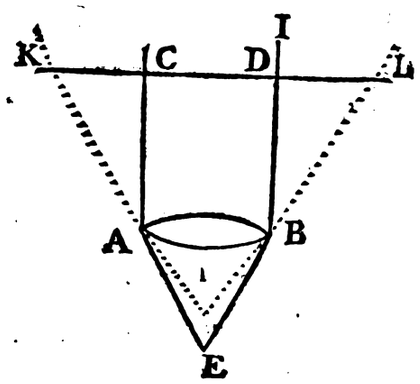
Ratio clara est quia dum satis remouetur ab oculo,

Digitized by Google

oculo, duo radij per eius extremitatem ducti sensim ampliantur, ergo in aliqua distantia poterit fieri vt tandem magis distent ab inuicem, quam sit diameter pupillæ & tunc pupilla nullos radios illius obiecti excipiet, vt si supponatur corpus opacum A, pupilla B, & obiectum quodcumque C, si corpus A accederet ad pupillam B non illam omnino tegeret: sed relinqueret circa se partem illius detectam, per quam transmittentur radij. In quo illud consideratione dignum est; quod corpus minus pupilla, quò magis recedit ab oculo, & magis accedit ad obiectum, eò plures partes obiecti tegit. è contrà verò corpus maius pupillâ, quò magis recedit ab obiecto, & accedit ad oculum, eò plures obiecti partes occultat. quod ita manifestum est, vt iis immorari non libeat.




Secunda pars, quòd obiectum minutum in aliqua distantia maximum appareat, primo probatur experientiâ, si enim oculo admoveris aciculam; hæc in maximum cylindrum ampliabitur: ratio autem est quia vt iam diximus sæpe, lens convexa obiecti nimis vicini radios non vnit. sit enim lens convexa A B quæ radios solares C A




D B physice parallelos, (ex tanta scilicet distantia venientes) vniat in puncto E, certum est quod si in puncto E apponeretur fax accensa, lens A B remitteret radios E A, E B secundùm lineas A C, B D, parallelas. si vero adhuc magis admoveretur fax illa, nempe esset in puncto I, radij I A, I B remitterentur secundum li-




neas A K. B L. supponatur iam A B esse christallinus, K L retina, & obiectum minutum esse in I imago illius occupabit in retina totum spatium K L; ergo si sit aliquid oblongum vt acicula videbitur ad modum alicuius cylindri. quia illud videtur magnum cuius imago in retina, magna est; sed id accidit in tali casu, ergo maximum videbitur tale obiectum.

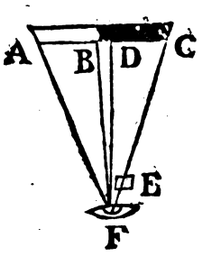
Tertia pars nempe quòd situ mutatò videatur. ita primò experientiâ probatur, si aliquod corpus nigrum dissitum vno passu, aut altero; ab oculo, & aciculam I hôc modô oculo admoue hæc apparebit ad modum cylindri G F H I. Si intercipias radium A I sinistrum, deficiet in cylindro pars dextra I H. & vicissim si impedias radium I B deficiet ex cylindro G H, pars G F. ratio ex nostris principiis difficilis non est. dum intercipitur radius I A deletur sinistra pars imaginis K. sed sinistra representat obiectum esse in parte dextra, ergo videbitur deficere obiectum in parte dextra.

Quæres cur id non accidat secundum altitudinem. Respondeo id etiam accidere secundum altitudinem, si acicula esset aliquid minutum secundum altitudinem, quia tam est alta, seu longa vno digito, ideo non potest sumi pro aliqua re minuta secundùm eam dimensionem, ideoque est aliqua confusio, nec bene res succedit; si eo modo consideretur. notandum autem me iam locutum fuisse de huiusmodi ampliatione rei parvæ, quæ in minima distantia videri non potest sine cõfusione.

## PROPOSITIO XXXVII.

### Theorema.

*Obiecta alba dissita, maiora videntur, nigra videntur minora.*




Experientia ita se habet. Sit obiectum A B album coniunctum cum obiecto B C nigro & vtrũque ab eodem oculo F videatur. obiectum A B videbitur occupare aliquid ex spatio obiecti B C, ita vt etiam si æqualia essent illa duo obiecta; videretur tamen obiectum A B esse maius. insuper addo, quòd si admoveatur corpus opacum E ad latera; ita vt fere perueniat ad radium F D, tunc videbitur retrocedere corpus A B, & facere locum corpori nigro B C, huius experientiæ communis quæritur ratio. respondeo eandem esse quæ reddita pro lucernis, & stellis, & ignibus præcipue vero visis de nocte. vix enim accidere potest vt adeo sit perfecta figura christallini, & aliorum humorum vt in eandem partem retinæ vniat radios ad eandem obiecti partem pertinentes; vnde multi licèt parum intensi exorbitant, ideoque imagines non sunt omnino præcisæ. huiusmodi autem radij exorbitantes ab obiectis lucidis, & albis provenientes, sunt potentiores, quàm qui ab obiectis nigris emittuntur, & dum exorbitando incurrunt in eandem partem retinæ, quam attingunt radij aliorum obiectorum, adhuc meliùs movent potentiam. vnde in eo loco in quo debuerat videri obiectum nigrum, videtur album. quando verò castigantur isti radij exorbitantes, alij tamen omnes pertinentes ad nigrum obiectum non castigantur, quia ex qualibet parte obiecti per singulas partes pupillæ emittuntur

radij inde fit vt caſtigata obiecti albi luxurie, ſolum obiectum nigrum remaneat non ſecundum radios exorbitantes, qui vt ſint delibes; ſunt etiam ad viſionem inutiles; ſed ſecundum genuinos, & veros.

## PROPOSITIO XXXVIII.

### Theorema.

*Cur duo oculi geminatum non videant obiectum.*

Hæc difficultas olim mihi propoſita fuit, vt in tota Opticâ difficillima ab Excellentiſſimo Domino Marchione de Pianezze, viro tam pietate, quam in doctrina per celebri. cui reſpõſionem quidem veram, & genuinam tunc in tempore dedi, nempe id oriri, eo quod vterque oculus repræſentaret obiectum in eodem loco; confirmationem tamen paulo infirmiorem addidi; ſi accideret vt duo obiecta nempe ſimilia, repræſentarentur eſſe in eodem loco, illa duo tanquam vnum obiectum apparitura, aſſerui & hoc per reflexionem, aut refractionem fieri poſſe; quod tamen vbi ad examen ventum eſt per ſpecula, aut per lentes, impoſſibile deprehendi; licèt aliâ viâ multò ſimpliciori perfici poſſit, vt infra ſatis oſtendam. Vt autem tota difficultas melius eluceſcat, quoties duplex in eodem oculo obiecti imago depingitur, toties etiam obiectum debet geminatum apparere; quod vltro ſæpe conceſſimus, immò tanquam primum principium ſtabiliuimus; ita oſtendimus lente polyoptra multiplicem in oculo etiam artificiali imaginem exprimi, & conſequenter in oculo naturali, atque ideo vitro polyoptro obiecta multiplicari. ita oſtendimus obiectum apparere multiplex per duo, aut tria foramina, quia nempe multiplicatur imago. ergo etiam concludet aliquis, quoties erunt duæ imagines in quolibet nempe oculo vna, multiplicabitur obiectum.

Huic difficultati celebres alioquin authores, & de Opticis bene meriti Alhazen, & Vitellio ſuccubuere, & in eam abiverunt ſententiam, vt 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, vllam extenſionem habere; ſintque ibi omnium obiectorum permixti radij (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 chriſtallino ſit confuſio ſequitur tamen diſtincta viſio, quia ſufficit, vt 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, vt viſionis ſedem aſſignat.

Secundo neque ſic vitatur difficultas. nam duplex eiuſdem obiecti imago in retina expreſſa, duplicem cauſat viſionem in eo nervorum Opticorum concurſu: ergo etiam duplex eiuſdem obiecti imago in diverſo licèt oculo depicta, duplicem etiam, in eodem concurſu viſionem produceret; atque adeo geminatum apparebit obiectum. neque poſſum vllam excogitare reſponſionem, quâ potiori iure vti non poſſim, vt oſtendam duplicem illam viſionem eiuſdem obiecti in vtraque retina factam, idem tamen obiectum, & in eodem loco repræſentare. Si enim dicas ideò duplicem illam imaginem, in duabus retinis expreſſam, ad vnicam viſionem concurſum nervorum Opticorum determinare, quia ſimiles vtriuſque retinæ partes afficiunt. primò niſi hoc bene intelligatur falſum eſt, nam aliquando obiectum ita diſpoſitum eſt, vt in vnius oculi retinæ parte dextra depingatur, & in retinæ alterius parte, ſiniſtrâ exprimatur. aliquando vero vtriuſque retinæ partem dextram, vel vtriuſque ſiniſtram afficiat. in quibus omnibus non ſemper geminatum apparebit. quæram enim quæ ſint partes ſimiles, & ſibi reſpondentes in vtraque retina, vel ſiniſtræ ſiniſtris, vel ſiniſtræ dextris. ſi primum, ergo quoties inter vtrumque oculum proponetur obiectum, illud geminatum apparebit, tunc enim vnum ad ſiniſtram, alium vero ad dextram attinget. deinde ſi partes vtriuſque retinæ ita ſunt compoſitæ, vt ſibi reſpondeant, & ſimili modo afficiant concurſum iſtum nervorum Opticorum; æque probabiliter dici poterit, eas ſibi etiam reſpondere in ordine ad repræſentandum obiectum in vno eodem loco.

Denique refert Aguilonius, à ſe cognitum hominem, qui nunquam conqueſtus fuerat ſe obiecta videre duplicia, cuius caput cum diſſectum fuiſſet, inventi ſunt nervi Optici non concurrere, & de facto in omnibus hominibus licet nervi Optici vniantur, non tamen fiunt vnus idemque nervus, nec eorum cauitates confunduntur, quod tamen neceſſarium eſſet vt vnica, & eadem fieret in illis viſio.

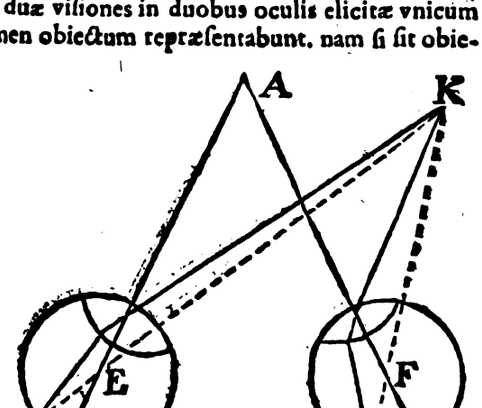
Vt tamen ſoluam difficultatem ſuppono viſionem in oculo exiſtentem, repræſentare obiectum eſſe extra oculum, neque enim iudicamus obiectum eſſe in oculis noſtris, licèt viſio in illo ſit; & hoc in omni opinione dicendum eſt.

Reuocandum item eſt fieri non poſſe, vt obiectum multiplicatum appareat; quin in duobus diſtinctis locis videatur. nam loquamur ex opinione philoſophorum communi, licet plures ſint albedinis, aut alterius coloris gradus intenſiui in eadem ſubiecti parte, oculus tamen eos non diſtinguit ab invicem, quia nempe eos videt in eodem loco. neque credibile eſt, quod ſi dentur ſpecies impreſſæ viſibiles, quod diſtinctæ mittantur ſpecies à gradibus intenſiuis diſtinctis. vnde pùto quod ſi duo oua omnino æqualia compenetrarentur, viderentur nobis eſſe vnicum ouum.

Quod quia nimis abſtractum eſt, & ſapit præciſionem metaphyſicam, probo duo obiecta omninò ſimilia in eodem locò viſa, apparere tanquam vnicum obiectum. pone ſupra menſam duo obiecta ſimilia, & æqualia, verbi gratia duo alba, & digitò detorqueatur tantiſper alteruter oculorum, geminatum apparebit quodlibet obiectum, poterit tamen fieri, vt ita detorqueatur oculus, vt illorum obiectorum ſimulachra duo, coincidant, hoc eſt vt duo huiuſmodi obiecta videantur in vno eodem loco, & tunc vt experientia conſtat, illa duo obiecta videbuntur vnum obiectum;

Digitized by Google

ctum; ergo si duo obiecta similia in vno eodem loco videantur, apparent vnum esse obiectum: quod vt melius intelligatur sint duo obiecta AB, quæ hoc modo per detorsionem vnius oculi digito factam geminatum. A, videatur in C & D; B vero in E & F, ita tamen detorqueatur oculus, vt D & E coincidant. vnde ita argumentor visio obiecti A, illud repræsentans esse in loco D, & visio obiecti B, illud repræsentans in loco E, seu in eodem loco D, tales sunt vt illa quasi vnum idemque obiectum ostendat, licèt sint visiones in duobus oculis elicitæ; immo & obiectorum diuersorum; ergo multò magis si duæ visiones eiusdem obiecti in duobus oculis factæ, illud repræsentent esse in eodem loco vnicum apparebit obiectum. Sed duæ visiones eiusdem obiecti in duobus oculis factæ repræsentare possunt obiectum esse in eodem loco; ergo duæ visiones in duobus oculis elicitæ vnicum tamen obiectum repræsentabunt. nam si sit obiectum A, quod distincte videatur, seu per axes Opticos irrefractos, ita vt imago illius obiecti depingatur in C & D, sintque centra retinarum E, F, quia (*per 5. huius*) obiecta videntur in linea recta ducta ab imagine ad centrum retinæ; obiectum apparebit in linea CE, & in linea DF; & cum in tali casu nihil sit quod impediat, quominus videatur in proprio loco; videtur per vtramque visionem obiectum esse in loco A; ergo in eodem loco ab vtroque oculo: quare vnicum apparebit neque in eo est maior difficultas quam in plurimis aliis proprietatibus imaginum, aut visionum; seu non est maior difficultas, quod duplex imago, aut visio repræsentet tamen vnicum obiectum; quam quod imago in oculo existens repræsentet obiectum esse extra oculum: hoc enim sophisma facile solui potest. Tunc obiectum videtur geminatum quando videtur in diuersis locis, sed quando videtur per duos oculos; videtur in diuersis locis; ergo videtur geminatum. minor autem probatur, duæ retinæ sunt diuersa loca, sed dum videtur per duos oculos; videtur in vtraque retina: ergo tunc videtur in duobus locis. est enim puerilis æquiuocatio 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 vt fere semper dixi videri esse in duobus locis, & quod ita videtur geminatum apparet. Si vero intelligatur (*per videri in duobus locis*) quod visiones sint in duobus, & vt ita dicam, quod videatur ex diuersis locis; in tali sensu nego id geminatum apparere quod in duobus locis, seu quod per visiones in diuersis locis existentes videtur.




Probo autem, & alio modo duplex obiectum simile; si in eodem loco videatur; videri, vt vnum




obiectum. Sint duæ faces A & B, supra mensam æquales, & æque altæ, sint autem ita dispositæ, vt oculus C, non possit videre facem A, & oculus D facem B. tunc illæ faces videbuntur, vnica, quæ videbitur in puncto G, modò tamen vterque 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 vero sit obiectum quodcumque K, extra axes Opticos, & consequenter quod videatur per radios refractos KG, KH, & per alios quoscumque vnitos in G, & H, quia (*vt diximus propos. 5. huius*) semper videtur obiectum in linea ducta à loco imaginis in retina per centrum ipsius retinæ, tale obiectum K, videbitur in lineis GE, HF productis. puto autem fieri posse, vt lineæ illæ non bene concurrant in loco vero, & realis ipsius obiecti, præcipue vero quando obiecta valde oblique incidunt in oculum, sed tunc ita confuse videntur, vt licet inueniretur aliquis error, non animaduerteretur. sed de hoc vltimo infra dicemus.

## PROPOSITIO XXXIX.

Prolema.

*Axes Optici concurrunt in vnum idemque obiectum.*

Tanta est consensio oculorum, vt non possit vnus moueri, quin moueatur alter, quod nulla meliùs ratione probare possum, quàm experientiâ; si enim moueri posset vnus alterò immotò, simul duo obiecta distincte percipi possent, & aliquis simul ambas eiusdem libri paginas legere, sed hoc est contra omnem experientiam; ergo immotò vnò oculò alter necessariò non quiescit. sequela patet. si enim vno oculo defixo in aliquod obiectum, hoc est directo illius axe Optico in tale determinatum obiectum, alter moueretur, axem suum Optitum dirigeret in aliud obiectum. ergo etiam illud distincte perciperet.

Assero insuper axes Opticos vtriusque oculi non esse parallelos; de hac controuersia habet aliquid Gassendus, qui talem oculorum parallelismum adstruere conatur. putat enim vix vnquam nos duobus simul oculis idem obiectum intueri,

sed fere semper alterutrum oculum ita otiari, vt ad eius operationem nullo modo attendamus, suam affert experientiam, asseritque se oculos habuisse longe dissimiles, ita vt vno oculo triplo maiora perciperet obiecta quàm altero, quod tamen non nisi post diligentem reflexionem deprehendit, ex quo concludit alterutrum oculorum, vt plurimum feriatum esse, alioquin geminata vidisset obiecta: cum impossibile sit videre idem obiectum maius per vnum oculum, quàm per aliud, quin geminatum appareat. necessarium enim est, vt aliqua in duobus locis videat. neque ego hanc tanti viri, & de rebus physicis bene meriti experientiam in dubium reuocare velim, quin immo eam aliis experientiis confirmo. habemus hic fratrem aliquem Ianitorem, qui vno oculo est myops, alio vero presbyta, ita vt distinctissimè obiecta dissita percipiat vnô oculô, quæ alio vix distinguit, & vicissim cum legendum est altero vtatur oculo. Idem mea confirmo experientia, quam quilibet facere poterit. sum myops oculos tamen habeo satis perfecte similes, quotiescumque alterutri oculorum lentem concauam adhibeo, non clausô alterô, obiecta bis video, distincte per lentem concauam; & confuse, alio oculo, quô etiam maiora mihi apparent; sed opus est aliqua attentione; alioquin vix animaduerterem me confuse obiectum percipere. licèt quia non est casus mihi consuetus mihi sit facilius id aduertere; quam iis qui hoc habent à naturâ. quare admittenda est ea experientia, nego tamen ea probari axium Opticorum vtriusque oculi parallelismum. Si enim otiatur vnus oculorum hoc est, licèt non fiat attentio ad eam impressionem quæ in eo fit, hoc non impedit quominus dirigat axem Opticum ad obiectum, quod alter oculus distincte percipit.

Probo autem concurrere vtrumque axem Opticum in obiectum, quod distincte percipimus: dum aliquod obiectum in debita distantia percipimus, claudatur alteruter oculorum aliô immotô permanente; deprehendemus obiectum adhuc distincte percipi; ergo per axem Opticum, cum ea sola sit distincta visio, quæ fit per axem Opticum.

Secundò dum nimis admouemus obiectum oculis, illudque distincte videre conamur, sentimus difficultatem in conuertendis oculis ad tale obiectum: sed nulla esset difficultas si semper axes Optici paralleli esse deberent; ergo axes Optici paralleli non permanent, dum obiectum distincte à nobis percipitur.

Tertiò faciunt rationes supra propositæ, nempe quod duo simul obiecta distinctè videremus, non quælibet; sed ea quæ distarent ab inuicem distantia, quæ est inter vtrumque oculum, quod experientiæ repugnat communi.

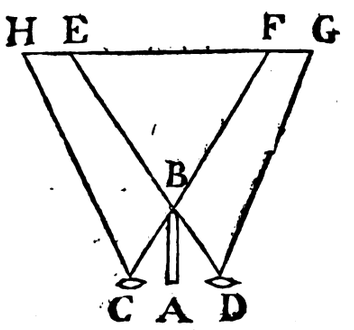
Quia tamen non possunt semper axes Optici quomodolibet concurrere quando nempe obiectum est, valde vicinum oculo, fieri non potest, vt ad se inuicem inclinentur oculi, & dirigant vtrumque axem Opticum ad idem obiectum, inde fit vt myopibus sæpe accidat, vnum tantùm oculum ad obiectum dirigi; & eô tantum legere, alterô quidem oculô quasi feriante, si ita bene non videat, hoc est si tanta sit disproportio inter eius visionem, & oculi bene affecti visionem, vt animum non afficiat. quòd si æquales sint oculi, orietur multiplicatio obiectorum, vt sæpe experior, & ostendam infra.

## PROPOSITIO XL.

### Theorema.

*Duo oculi communiter melius vident quam vnus tantum.*

Hanc propositionem non possum melius probare quàm experientiâ, hæc communiter affertur pone manum, vel quodlibet aliud corpus opacum




AB, inter vtrumque oculum C & D, proponatur que obiectum HG, in debita distantia ad hoc vt distincte percipiatur. oculus C, videt totam lineam HF, & oculus D, totam EG; igitur linea EF, ab vtroque oculo videtur, H E autem, & FG, ab vno tantum. experientiâ autem constat partem EF, melius videri quam partes HE, & FG, quia nempe in loco in quo oculus C, videt lineam HE, oculus D, videt corpus opacum AB, quod quia nimis vicinum est oculo D, & valde oblique ab eo spectatur, non satis distincte videbitur: prævalet igitur visio partis F E, facta ab oculo C, supra visionem corporis opaci AB, factam ab oculo D, hæc tamen vltima aliquid confusionis inuehet in visionem obiecti H E. vnde si clauderetur oculus D, melius videretur pars HE. Experientia etiam constat melius videri EF, duobus simul oculis quam si alterutro tantum videretur. Ratio est quia duæ impressiones factæ licet in duobus organis, idem repræsentantes plus possunt, quàm vna tantum.

Dixi tamen communiter, & addidi quod obiectum proponeretur in ea distantia quæ necessaria est, vt distincte percipiatur, quoties enim confuse videtur, maior oritur ex duplici visione confusio; quàm ex vnica tantùm. ratio est quia cùm est confusio obiectorum penicilli, non perfecte vniuntur, interrumpunturque propter maculas, & defectus in oculis existentes; vt diximus cum de myopibus; plures autem sunt maculæ, & notæ in duobus oculis, quàm in vno; igitur & maior interruptio radiorum, & maior confusio orietur ex duplici visione, quàm ex vna tantum. ita myopes qui obiecta præcipue alba geminata vident etiam vno oculo; quadruplicata percipient duobus oculis.

Superiùs allatæ experientiæ videntur aduersari Aristoteli, & Galeno, asserentibus vno oculo meliùs, & distinctius obiecta percipi, quam duobus; eò quòd clauso vno oculo ad alium spiritus animales confluant, qui virtutem videndi augeant.

Digitized by Google

tugeant. Aristotelis locus illi vulgò non tribuitur, & inter spurios reiicitur. dico ergo huiusmodi spirituum affluxum vix bene notari, immo contrarium accidere, nam dum per aliquod tempus, vnum oculum claudimus; eâ vi quam oculo inferimus, ita impediuntur spiritus, vt sensim hebescat aperti oculi acies, ideoque qui vt melius scopum attingant oculum claudunt, non ideo quia hoc modo melius vident, sed quia certiùs vnicâ scilicet lineâ ictum dirigunt.

## PROPOSITIO XLI.

### Theorema.

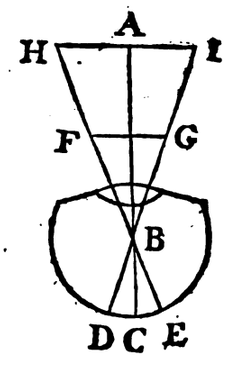
*Duo obiecta simul non videntur distinctè.*

Illud solum obiectum distinctè videtur, quod per axes Opticos percipitur, sed (*per 37.*) in vnum tantum obiectum ambo axes Optici diriguntur, ergo vnicum tantum obiectum distinctissime percipitur. vnde si mathematice res perpenderetur; vnicum 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 probauit (*propositio 26. huius*) 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 vt hæc omnia latitudinem habeant.

Ex eo distinguere possumus simplicem aspectum ab intuitu, seu vt vocant aliqui obtutu. nam ea omnia quorum radij, ad oculum quomodocumque peruenire possunt, sub aspectum cadunt; sive directis, sive obliquis spectentur radiis; & vt obiectum quodcumque etiam magnum hôc modô videatur vix tempore indigemus, cum simul omnes eius partes in oculum incurrant.

Quæ verò per intuitum spectamus, vt nempe singularum partium perfectam notionem habeamus; indigemus aliquô tempore; vt nempe successivè axis Opticus singulas eius partes percurrat, ita simul paginam integram non legimus.

Obiectorum autem paulò remotiorum plures partes, simul sub intuitum cadunt, quàm obiectorum viciniorum. supponamus enim latitudinem axis Optici, sub quo obiecta perfectè percipiuntur esse vnius gradûs, hoc est quod obiectum




distans ab axe Optico vno gradu adhuc benè percipiatur, certum est quod in maiori distantia, plures partes obiecti cadent intra illum gradum, quàm si vicinius esset oculo. Sit enim axis Opticus mathematicus A B C, centrum retinæ sit B, sed non tantum in C præcisè, sed in toto spatio DCE, obiecta distinctè videantur. ducantur per B, radij EBH, DBI, ex suppositione quæcumque videbuntur esse intra lineas EBH, DBI. (*per 5. huius*) expriment suam imaginem in spatio D C E, ergo distinctè spectabuntur; sed clarum est quod quò in remotiori spatio verbi gratiâ HI, collocabitur obiectum, eò plures eius partes cadent intra lineas BI, & BH, quam si collocaretur in F G; igitur quò obiectum erit remotiùs, eò plures eius partes simul intueri poterimus. quod erat demonstrandum.

Ex hoc sequitur quod ij qui, vt legant obiectum multum oculis admovere coguntur, indigeant maximo motu non tantum oculorum, sed etiam ipsius capitis, vt paginam, aut lineam integram percurrant. qui verò in maiori distantia legere possunt, non indigent tantô motu, vt characteribus axem Opticum applicent.

Quando verò fit comparatio vnius cum alio, hæc non est opus solius oculi; sed etiam imaginationis, aut sensûs communis. idem dicendum est de visione, quæ fit obiectorum iam 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. vnde memoria supplet id quod visioni defuit.

Accidit autem aliquando, vt ea quæ magis inter se differunt, facilius inter se distinguantur, ita nigrum colori albo vicinum; facilius distinguitur, quam si eidem vicinus esset alius color. ratio huius rei clara est, quia diversæ affectiones magis feriunt sensum, si enim impressio ab obiectis facta est aliquis motus, motus autem 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 vtraque est præsens, quam si præsens esset alia qualitas magis ei similis. ex hoc sequitur quod aliquando possumus distinguere obiectum, quod videmus, ab aliquibus, & non ab aliis; vt dum videmus aliquid magnum à longe, iudicamus non esse animal, nescimus tamen an sit domus, an rupes.

Ex eò voluerunt aliqui, quòd faciliùs rationes genericas videamus, quàm specificas; sed ista omnia non pertinent ad visionem; sed ad potentiam aliquam superiorem; ideoque non sunt proprie huius loci. nam oculus videt obiectum quod ipsi proponitur. quòd vero obiectum tam imperfectam visionem in oculo producat, vt 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 gratia ista, generica obiectorum ratio prius ac minori tempore percipitur quam specifica, pro qua substituenda esset alia, nempe non requiritur tantum tempus, vt per visionem intellectus deducatur

in

in cognitionem rationis genericæ quam ad cognitionem rationis ſpecificæ.

## PROPOSITIO XLII.

### Problema.

*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, chriſtallinus, & vitreus, pateatque via ad retinam vſque, hoc eſt nulla ſit membrana, quæ aditum præcludat; dico probabiliter fieri poſſe, vt iuvetur potentia viſiva, ſuppleanturque hi humores. cum 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 obiectis prodeuntium, vt in fundo oculi depingantur eorum imagines. Sed facile obiectorum imagines ope lentis convexæ, in retina exhibebuntur, etiam ſi non habeantur humores: ergo poterit ſufficienter determinari potentia ad videndum, etiam ſine huiuſmodi humoribus.

Aſſumatur enim lens vitrea, minoris Sphæræ portio, quæ nempe radios ſolares ad diſtantiam ſemidigiti vniat; & quæ conſequenter rerum imagines ad diſtantiam eandem exhibeat, formeturque oculus artificialis ex vitro, ſolent enim ſæpe coclites ex vitro fictitios oculos præferre, vt deformitatem occultent. ſitque oculus ille non diaphanus, ſitque foramen æquale vueæ cui ſubſit lens convexa, ita tamen aptentur omnia, vt lens convexa, diſtet à retina ſecundum diſtantiam ſui foci; certum eſt, quod tam exhibebuntur obiectorum imagines in retina, quam depingerentur in charta; ſed in charta exhiberentur perfecte, ergo & in tali caſu in retina exhibebuntur. quare ſi tota ſuperior doctrina vera ſit, quod nempe humores hi id tantum præſtent, vt 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 vt non indureſcat, aut ateſcat, aut callum obducat, fiatque ad ſenſatione 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 retina integra, cum diſpoſitionibus ad videndum.

Confirmatur. poſſumus lentibus convexis, & concavis iuvare potentiam viſiuam, male conformatam, dum ſcilicèt penicillorum vnionem acceleramus, & retardamus. ergo poterimus etiam vices humorum ſupplere, modò vt dixi integra perſeveret retina.

# OPTICÆ
# LIBER SECVNDVS.
## De Viſione duorum oculorum.

*Vt facilius quæ ſequuntur intelligantur aliquæ definitiones ſunt hic explicandæ.*

### DEFINITIO PRIMA.

PRIMA defin. Radius Opticus eſt quæcumque linea, ita ab obiecto ad oculum ducta, vt per foramen pupillæ, ſive cum refractione, ſive ſine refractione tranſeat; & vi illius obiectum videatur. non expendo adhuc quid ſit ille radius, certum eſt autem illum coniunctum eſſe cum radio luminis, vel melius radius Opticus eſt quicumque radius ab obiecto rectà ad oculum tendens, vi cuius imago aliqua, in retina exprimitur. ex quo ſequitur quod eiuſdem partis obiecti ſint plures radij. quia vt oſtẽdimus per ſingula pupillæ pũcta ab eodem obiecto radij tranſmittũtur.

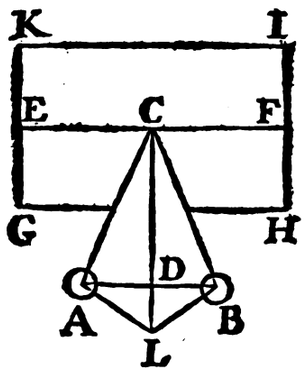
2. Axis Opticus eſt radius per pupillam, & centra omnium humorum tranſiens, de illo iam diximus ſupra, oſtendimuſque vi illius axis certiſſimam, & diſtinctiſſimam fieri viſionem. duo oculi duos habent, & diverſos axes Opticos. vnde concludes motis oculis moveri tales axes Opticos. connectens centra viſuum eſt, linea per vtriuſque oculi centrum ducta.

3. Axis communis, eſt linea bifariam ſecans connectentem centra oculorum, & tranſiens per concurſum nervorum opticorum vtriuſque oculi; vt ſi ſint nerui optici BL, AL, linea BD, producta eſt axis communis. vnde immobilis

eſt

eſt ille axis immoto capite licèt moveantur oculi.

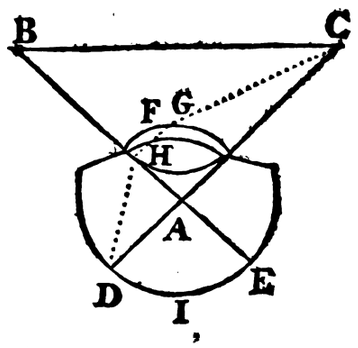
4. Horopter eſt linea per concurſum axium Opticorum ducta, & parallela connectenti centra oculorum.




5. Horopteris planum eſt planum per horopterem ductum, & rectum ad planum per axes Opticos. quod vt oculis ſubiiciatur. Sint duo oculi A & B, ſint axes Optici AC, BC, directi in punctum C, quod diſtincte ab vtroque oculo videatur. ſint centra oculorum A & B, ſitque AB, connectens cẽtra oculorum, quæ diuidatur 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 horopteris.

6. Pyramis Optica, eſt pyramis radiis opticis principalibus comprehenſa, cuius baſis eſt obiectum, vertex centrum oculi, licèt hæc conſideratio meo iudicio, non ſit magni momenti, ne tamen alicui æquivocationem aliquam pareret, relinquendã non cenſui. Et primò quidem certum eſt, à quolibet rei viſibilis pũcto, ad quamlibet oculi partem, lumen aliquod ad viſionem requiſitum emitti, aut ſaltem reflecti; inde fit vt tot fiant pyramides, aut coni quot ſunt in obiecto puncta, quorum vertices ſunt in obiecto, & baſes ſunt ipſa pupilla, aut ipſe oculus. in ſingulis huiuſmodi conis poſſumus cogitare radios minus principales, & alios principales, principales erunt illi qui per centrũ oculi trãſeunt, 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 obiectum. poſſumus item ſolos illos radios principales cogitare, ſeclusis per intellectũ cæteris minùs principalibus, immò cogitare oculum quaſi vnicum punctum, & ſub hâc conſideratione fit pyramis, cuius baſis eſt obiectum, vertex eſt oculus, radij principales ab obiecto in oculum ducti ſunt illius pyramidis latera.

7. Maxima pyramis Optica, ea omnia comprehendit, quæ oculus vnicô intuitu ſpectare poteſt. vnde communiter Optici magnitudinem pyramidis opticæ non æſtimant, penes magnitudinem obiecti, ſed penes magnitudinem anguli. quare melius meo quidem iudicio definiri poſſet hæc maxima pyramis per maximam imaginem, quæ in oculo formari poteſt; cum enim radij principales, ſub quibus comprehenditur pyramis Optica, vniantur 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 obiectum, quod vnico intuitu ſpectari poteſt, & conſequenter cui opponitur in retina maxima imago. vt ſi ſit centrum retinæ A,




& nihil videri poſſit ſub angulo maiore quam ſit BAC; cui opponitur ad verticem DAE, determinans magnitudinem imaginis DIE, erit BAC, maxima pyramis Optica.

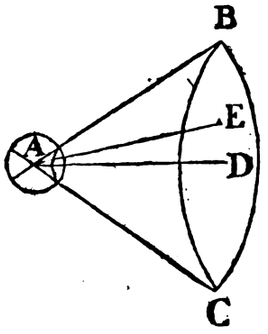
Neque obſtat huic conſiderationi, quod definiamus illam pyramidem per radios principales, & per centrum oculi tranſeuntes, qui tamen plerumque ſunt tantum fictitij, & inutiles viſioni: cum per pupillam non tranſeant, atque adeo ad retinam non perveniant, ſed excludantur partibus oculi non diaphanis. licèt enim radij CA, BA, non tranſeant per pupillam, tranſit tamen aliquis radius CH, qui poſt aliquas refractiones attingit retinam in puncto D, & cum dixerimus (*prop. 5. huius*) ſemper obiectum videri eſſe in linea recta ducta à loco imaginis, per centrum retinæ C, imago D, repræſentabit punctum C, ſecundum lineam DAC, etiam ſi ſit formata vi radij CHD. igitur quandoquidem obiectum videtur ſemper eſſe in linea per centrum A tranſeunte, bene poſſumus abſtrahere à radiis illis quibus imago formatur, vt eas tantum conſideremus lineas, in quibus ſingulæ obiecti totalis partes ſpectantur; & ſub illa conſideratione oculus, vel eius centrum per modum puncti ſpectatur.

Ex quibus facile colliges quid ſit angulus viſorius, quid ſit ſub maiori, aut minori angulo videri, eſt enim videri ſecundum lineas in centro retinæ coëuntes, & maiorem, aut minorem in eo angulum comprehendentes; colliges item quare illud axioma communiter recipiatur, quæ ſub maiori angulo videntur maiora apparent, quod intelligendum cæteris paribus, aut quando de diſtantia non poſſumus iudicare. cum enim angulus in centro retinæ formatus maior eſt, v.g. BAC, illi ad verticem opponitur D A E ipſi æqualis, quò autem angulus BAE maior eſt, eò etiam (*per 28. 6. Eucl.*) arcus DIE ſeu imago maior erit.

Cum autem ex natura rei, oculus ſit ad modum Sphæræ compactus, & pupilla ſit in eius medio, nec ſit vlla potior ratio, cur obiecta ad lævam poſita; potiùs quàm quæ ad ſiniſtram iacent, videantur, neque alta, ſeu ſublimiora potiùs, quam depreſſa, pyramis illa æqualiter ex omni parte porrigetur, ideoque conus potiùs erit quam pyramis, cuius 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 vna parte, quam ex alia, vt verbi gratia protuberantia naſi.

Quod vt melius intelligas. Sit oculus A, in cuius centro retinæ A, intelligatur conſtitutus vertex coni recti ABC, qui ſit maximus opticus,

hoc est quæcumque sunt extra illum conum productum si sit opus, videri non possint. sitque illius coni axis A D, vides facile eam lineam




A D, perpendicularem esse ad oculum, & per mediam pupillam transire, ideoque obiectum quod in linea AD, positum erit, distincte videbitur, & pro vt 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 huiusmodi pyramis Optica, vt si obverteretur oculus, ita vt axis Opticus esset AE, tota etiam pyramis ascenderet, quæ omnia per se patent.

Quanta autem sit quantitas illius pyramidis est satis difficile definire, aliqui dicunt fere hæmisphærium 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, eius perfectum sensum, tam cito exponere. quod si opinio quæ antiquitùs satis communis erat, nempe visionem fieri per extramissionem radiorum, aut luminis ab oculo, ad obiectum, vera esset, de qua dicemus suô locô, non vsque adeò difficile esset intelligere quid sibi vellet præsens axioma. diceremus enim huiusmodi radios ab oculo, ad obiectum emissos secundum lineam rectam produci. quia tamen inolevit iam diu hæc opinio, & licet tolerabilis esset, non posset tamen habere locum axiomatis; ideo inquirere debemus, an alium sensum habere possit. primus sensus qui lumine naturali, & experientiâ notus est; erit si dicamus id quod ab obiecto ad oculum propagatur, produci per lineâ rectam, quod autem aliquid propagetur puto à nemine negari posse. ostendimus enim iam supra, lumen à quolibet obiecto ad oculum propagari, & sine lumine nihil videri. quòd verò id quod propagatur per lineam rectam, in oculum incidat, facile ostenditur, si enim aliquod corpus opacum interiiciatur inter obiectum, & oculum, cessabit omnis illius visio; si interiiciatur, sed non secundùm lineam rectam videbitur obiectum.

Secundus sensus quem pati potest illud axioma, est quod obiectum repræsentetur esse in linea recta, ducta ab imagine ad centrum retinæ; (*per propositionem 5. huius*) & consequenter in linea recta perpendiculariter incidente ab obiecto in oculum, & in eo sensu videtur aliquid ab oculo in obiectum emitti, hoc est quod detur aliquid in oculo quod ad obiectum referatur; seu quod illud repræsentet esse in ea recta linea. quia autem oculus aliquando sumitur per modum vnius puncti, dicimus communiter quod obiectum videatur in vltimo radio in oculum incidente. hoc est quod licèt lumen ab obiecto reflexum, aut si velis species visibilis multas ante oculum sit passa, aut reflexiones, aut refractiones; oculus vt ita dicam divinare non potest huiusmodi reflexiones, aut refractiones: sed tantùm videt obiectum in eo prorsus loco in quo si existeret in vltimo radio in oculum incidente.

### AXIOMA II.

Id tantum videri potest cuius aliquis radius ad oculum pertingit. obiectum 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 obiecto, aut producitur, aut remittitur; ergo nisi aliquis radius Opticus ab obiecto in oculum incurrat, non videbitur obiectum.

Ex quo etiam colligere licet, distinctorum obiectorum distinctos esse radios Opticos; quia à duobus obiectis non vna eademque linea duci potest; ergo neque idem radius luminis remitti, seu esse vnus idemque radius Opticus.

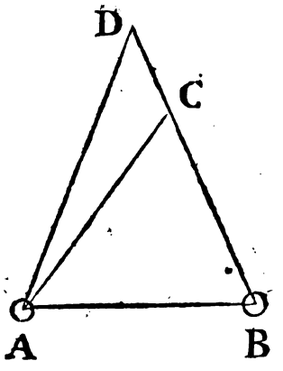
### AXIOMA III.

Quæ sub maiori angulo videntur maiora apparent. quia quo res sub maiori angulo videbitur, eò maior erit imago, cùm autem imago repræsentet obiectum per lineas rectas per centrum retinæ trãseuntes, quò maior erit imago, eò maior res apparebit; ergo quò maior erit angulus sub quo, res videbitur, eò maior res apparebit.

## PROPOSITIO I.

*Ex inclinatione axium Opticorum vtriusque oculi; obiecti distincte visi; distantia aliquô modò dignosci potest.*

Sint duo oculi A & B; intendentes in idem obiectum C, ita vt sint duo axes Optici AC, BC.




dico ex inclinatione vtriusque axis cum linea AB, seu ex angulis CAB, ABC, posse haberi aliquam distantiæ obiecti 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

pro varia obiecti clarè, & per axes Opticos viſi diſtantia; ergo ex eo motu, & ſitu diuerſo, poteſt aliqua haberi cognitio ſaltem æſtimatiua diſtantiæ obiecti.

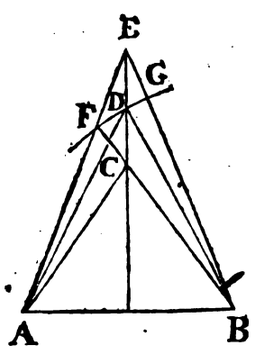
Secundò ſentitur aliqua difficultas in dimouendo oculo ex ſitu ſuo naturali quò axes ſunt fere paralleli, ideoque ſentit quaſi ſitum quem habet in ordine ad oculum; ſed hôc ipsô cognoſcitur inclinatio illa quæ fit verbi gr. in puncto A.

Tertiò quando oculus A, videt punctum C, videt item aut punctum B, aut aliquid illi vicinum, nempe extremitatem naſi, vel aliquid huiuſmodi, licet radius AC, non videatur, formatur in oculo imago obiecti C, & imago obiecti, valde vicini ipſi oculo B, & ſentit oculus ſe affici in locis valde vicinis, ergo videt oculus A, longitudinem lineæ BC, videt item oculus B, longitudinem axis AC. ergo ex his devenit, aut ſenſus communis, aut ipſe oculus in cognitionem diſtantiæ obiecti C, ab vtroque oculo, quam vnus oculus non poteſt ſufficienter determinare. ſupponãtur enim eſſe duo obiecta 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 BD videatur obiectum, ſed adueniens oculus A, id determinat. quia ſi moueatur obiectum ſecundum lineam CD, aduertit imaginem in diuerſis partibus exprimi, aut motum aliquem eſſe neceſſarium in oculo vt obiectum ſequatur, ergo poterit cognoſci locus obiecti.

## PROPOSITIO II.

*Quò maior eſt obiecti diſtantia ab oculo, eo melius vi duplicis viſionis, iudicium ferimus de illius diſtantia.*

Tunc melius, & certius vi duplicis viſionis iudicium ferimus de obiecti diſtantia, quando æqualis mutatio in obiecto, maiorem in oculo mutationem producit; ſed quando obiectum eſt vicinius oculo, quæcumque mutatio accidet in obiecto, ſecundum diſtantiam, maiorem in oculo mutationem producet, quam ſi obiectum foiſſet magis remotum, & eándem mutationem paſſum eſſet ſecundum diſtantiam. Sint enim duo oculi




A & B, ſitque obiectum, quod moueatur primò ex C in D deinde vero moueatur ex D in E, ita vt ſint æquales lineæ CD, DE & ſemper axes oculorum ſequantur obiectum illud. dico maiorem fieri mutationem in oculis A & B, dum mouentur axes Optici ex C in D, quam dùm mouentur 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 obiectum recedere ab oculis dum mouetur à puncto C, in D; & à puncto D in E, erit linea BC, minor quam BD, & BD, minor quàm BE; alioquin non receſſiſſet obiectum ex puncto B, vt centrô, intervallô BD, deſcribatur circulus FDG, producaturque linea BC, quæ minor ſupponitur, quam BD, vſque dum ſecet circulum in F.

Demonſtr. 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 maius eſt ſectore DBG; ergo angulus CBD, maiorem habet rationem ad angulum DBE, quàm triangulum CBD, ad triangulum DBE, ſed (*per* 38 1. *Eucl.*) triãgula CBD, DEB, ſub æqualibus baſibus DE, DC, ſunt æqualia. ergo angulus CBD, maiorem habet rationem ad angulum DBG, quàm vt ſit illi æqualis; ergo illô maior eſt; ergo dum mouebitur obiectum ex C, in D, maiorem mutationem ſentiet oculus, quàm dum mouetur, ex D in E; ergo certius iudicium ferimus de diſtantia obiecti, vi duplicis viſionis, quando vicinius eſt, ac quando eſt remotius. quod erat dem.

### COROLLARIVM I.

Poteſt obiectum ita ab oculo remoueri, vt amplius vi duplicis viſionis iudicium ferri non poſſit de illius diſtantia. oſtendimus enim angulum decreſcere, quod ſi vlteriùs procederet adhuc decreſceret angulus; ergo poterit ita decreſcere, vt etiamſi adhuc remoueretur, nulla fieret ſenſibilis mutatio in oculo; ſed quoties res ita ſe habent, nullum iudicium ferri poteſt de diſtantia, ergo dum obiectum nimium diſtat, vi duplicis viſionis iudicium ferri non poteſt de diſtantia.

### COROLLARIVM II.

Quo angulus qui fit in obiecto, à duobus axibus eſt acutior eò minus, certum iudicium 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 anguli EAB, EBA, magis ſunt paralleli, quia 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 aliô modô idem demonſtro, quò magis remouetur obiectum eò axes Optici magis accedunt ad parallelíſmum; ponamus ergo axes AE, BE, eſſe phyſice parallelos, in tali caſu etiamſi in infinitum remouereretur vlterius obiectum, non tamen axes eſſent paralleli; ergo tunc iudicium nullum ferri poteſt de diſtantia obiecti.

Quæret aliquis quænam ſit hæc diſtantia in qua iudicium de diſtantia nullum ferri poteſt, vi duplicis viſionis.

Reſpondeo primò in genere quoties diſtantia vtriuſque oculi non habet ſenſibilem aliquam rationem ad diſtantiam obiecti, v. g. ſi diſtantia obiecti ſit trigecupla diſtantiæ oculorum inter ſe; angulus qui fiet in obiecto à duobus axibus Opticis erit circiter vnius gradus, ita vt quantumlibet



Digitized by Google

moueatur vlteriùs, non fiat mutatio vnius gradûs; ideo iam illa distantia nimia est, quam vt feratur iudicium certum de illa.

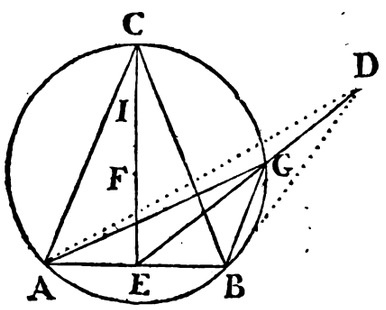
Quæ doctrina vniuersalis est, & ad plurima se extendit, & primò quidem ad parallaxin, nam est species aliqua parallaxis, cum sit diuersitas aspectûs, nempe quod ab vno oculo in vnam partem spectetur, & ab alio oculo in aliam. sicut ergo parallaxis astrologica, est diuersitas aspectus; nempe differentia quæ est inter locum in quo appareret astrum, oculo in superficie terræ posito, & illum in quo appareret ei qui in centro terræ versaretur, positô quòd terra esset diaphana; ita vt dicamus quod quoties semidiameter terræ est tantum trigesima pars distantiæ verbi gratia lunæ à terra, possit quidem iudicium aliquod ferri de distantia lunæ; ita etiam quando similem habet rationem distantia oculorum inter se, ad distantiam obiecti, idem dicendum est. Et sicut quia semidiameter terræ, non habet sensibilem rationem ad distantiam solis; ideo est periculum erroris in æstimanda eius distantia, quia vel minimus error in obseruatione angulorum factus, intolerabilem errorem producit in æstimatione distantiæ.

Idem proportionaliter dicimus in Geodesia, quoties nempe metiri volumus aliquam longitudinem, formamus triangulum aliquod, cuius angulos metimur, & vnum latus, & ex iis cognitis deducimur in cognitionem aliorum laterum; si tamen latus quod nobis datur tanquam mensura vt ita dicam cæterorum; sit nimis paruum, nec habeat notabilem rationem ad reliqua, erit maximum errandi periculum, neque aliquid certi statui poterit.

## PROPOSITIO III.

*De obiecti oblique spectati distantia minus certum iudicium ferri potest, quam de distantia directe spectati.*

Sint oculi A & B spectantes directe obiectum C, ita vt sint axes A C, B C æquales. diuisâque




linea A B bifariam in E, sit E C distantia obiecti C. sit aliud obiectum D oblique spectatum, cuius distantia E D, sit æqualis distantiæ E C. dico certius iudicium ferri de obiecto C quam de obiecto D.

Per tria puncta A C B describatur circulus A C B cuius centrum F, & quia in triangulis A E C, B E C, singula latera sunt singulis lateribus æqualia (*per* 7. 1. *Eucl.*) erunt anguli A E C, B E C æquales, ergo recti. cum ergo linea A B sit diuisa bifariàm in E, & E C sit perpendicularis ad eam (*per Cor.* 1. 3. *Eucl.*) in E C erit centrum F. & linea E C (*per* 7. 3. *Eucl.*) erit maxima omnium & ideo maior quam E G, erat autem E D æqualis ipsi E C, ergo E G minor est quam E D. ducantur lineæ A G. B G (*per* 21. 3. *Eucl.*) anguli A C B, A G B, sunt æquales: sed angulus A G B, (*per* 21. 1. *Eucl.*) maior est angulo A D B, ergo angulus A C B maior erit angulo A D B, sed (*per Cor.* 2. 2. *huius*) quando angulus in obiecto minor est eò; axes sunt magis paralleli & iudicium de distantia petitum ex duplici visione minus certum est; ergo de obiecti oblique spectati distantiâ minus certo iudicamus, ac de distantia obiecti directe spectati, æqualiter distantis. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM

Quando anguli comprehensi sub axibus opticis & sub linea connectente centra oculorum sunt æquales, axes optici etiam sunt æquales, & de obiecti distantia certiùs iudicium ferri potest. vt si sint anguli C A B, C B A æquales (*per* 6. 1. *Eucl.*) erunt latera A C, B C æqualia, & per hanc propositionem certius iudicium ferri poterit, de obiecti distantia.

Pariter si concurrant axes optici ad punctum quodcumque I lineæ E C, perpendicularis ad lineam A B connectentem centra oculorum & eam diuidentis 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 vt pigeat demonstrare.

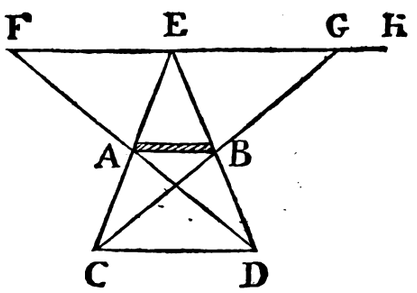
Aliqui optici hic comparant diuersimode huiusmodi axes opticos, quandonam sunt æquales vel inæquales, sed puto rem esse valde inutilem in ordine ad eam materiam de qua hic agimus. ideoque huiusmodi demonstrationibus quas difficile non esset hic congerere, vt inutilibus abstineo.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Corpus opacum, axibus opticis comprehensum nullam partem obiecti omninò tegit, aliquam tamen nonnihil obscurat.*

Sit corpus opacum A B, quod ita disponatur vt axibus opticis C E, D E comprehendatur, & illos




non intercipiat: dico totum obiectum F G videndum esse.

Probatur quia corpus opacum A B non impedit quominus axes optici in idem omninò punctum E dirigantur ex suppositione; ergo obiectum E H videbitur ab oculo D; sicut totum obiectum E F videtur ab oculo C. ergo nihil est quod non videatur ab alterutro oculo. ducantur lineæ C B G, D A F, dico obiectum F G non nihil obscurari, illud enim obiectum videtur obscuriùs, quod ab vno tantum oculo spectatur; quàm quod duobus oculis simul videtur; sed totum obiectum F G tale est; ergo non

Digitized by Google

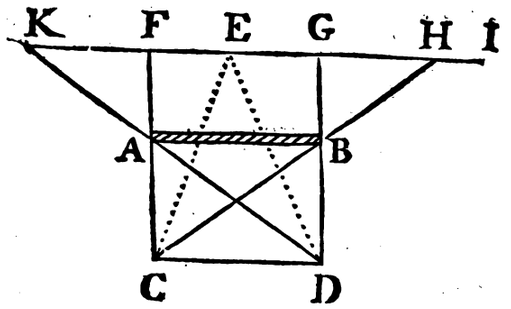
non nihil obscuratur, ab illa interpositione corporis opaci. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Si corpus opacum excedat axes opticos; Aliquid obiecti latebit, aliquid vnô tantum oculo videbitur, & aliquid ambobus.*

Sit corpus opacum A B quod excedat axes opticos C E, D E, ducantur radij D B G, C A F,




C B H; dico partem obiecti F G nullô modô videri posse, partem GH, & similem ex alia parte videri non posse, nisi ab vno oculo. alias ab vtroque oculo videri posse.

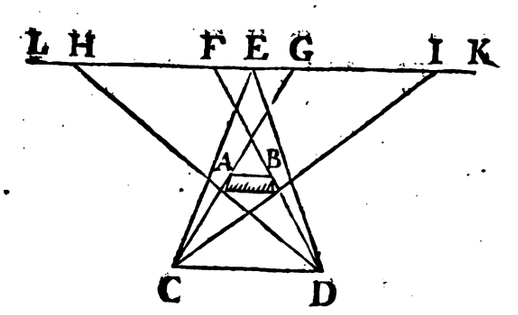
Probatur oculus C nullô modô videt partem F H, corpus enim opacum intercipit omnes radios qui inter C H & C F cadere possent, pariter oculus D non videt partem KG, quæ duæ partes habent communem FG, ergo FG à neutro oculorum videri potest. GH autem & FK ab vno tantum videbuntur. aliæ partes obiecti ab vtroque oculo videbuntur.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Corpus opacum minus, quàm sit interuallum axium opticorum, ita tegit obiectum, vt partes mediæ, & extremæ obiecti ab vtroque oculo spectentur, reliquæ ab alterutro.*

Sit corpus opacum A B, minus interuallô interiectô inter axes opticos C E, D E. ducantur



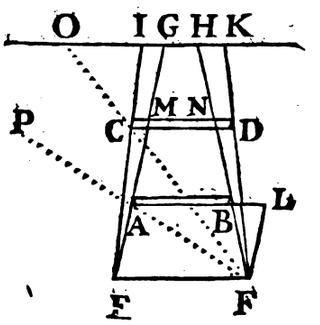

radij DBF, DAH, item CBI, DAH. dico partem FG mediam ab vtroque oculo videri, item partes IK, LH, extremas. Addo partes G I HF, ab vno tantem oculo videri.

Demonstratio oculus C videt totum obiectum exceptâ parte G I interceptâ inter radios extremos CBI, CAG, oculus D videt item totum obiectum exceptâ parte H E, ergo totum obiectum videtur ab vtroque oculo, exceptis partibus H F, G I quæ ab vno tantum oculo spectantur, ideoque non ita clare videntur, ac cæteræ: quod experientiæ congruit.

## PROPOSITIO VII.

*Si corpus opacum minus fuerit lineâ coniungente centra oculorum, quò propius fuerit oculis, eò minorem partem obiecti teget. eò maiorem, quo ab oculis remouebitur.*

Sit corpus opacum A B, quod sit minus linea E F coniungente centra oculorum, seu distantiâ




oculorum inter se, & in ea positione tegat partem obiecti G H; dico si idem corpus opacum remoueatur ab oculo, ita vt sit in C D, quòd maiorem teget obiecti partem verbi gratia I K.

Demonstratio cum A B, sit minor quàm E F sumatur A L æqualis ipsi E F, ducaturque linea F L. erunt lineæ E A, F L coniungentes A L, & E F æquales & parallelas, (suppono enim A B, EF parallelas esse) erunt inquam (*per* 33. 3. *Eucl.*) parallelæ. quare (*per* 29. 1.) linea FB, cum E A concurret ad partes G. quare erit M N minor quam AB, sumatur C D ipsi A B æqualis. cadent lineæ ECI, FDK, extra lineas FBH EAG, ergo pars obiecti I K quæ tegitur à corpore opaco posito in C D, maior erit, parte G H eiusdem obiecti, quæ tegitur ab eodem corpore posito in A B. addo è contra quod maior pars tegitur respectu vnius oculi F, dum corpus opacum est in AB, quam dum est in C D. vt manifestum est ductis lineis FCO. FAP.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*Si corpus opacum maius fuerit oculorum distantia, quò propius erit oculis; eo maiorem teget obiecti partem.*

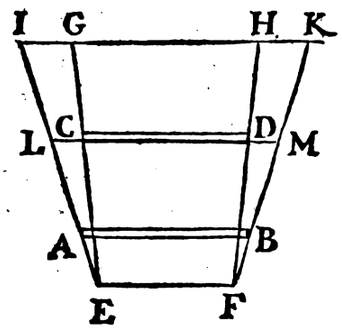
Sit corpus AB. maius lineâ EF distantiâ oculorum; dico si propiùs oculo admoueatur verbi gratiâ in AB, maiorem obiecti partem teget, vtrique oculo; quam si esset in C D.

Demonstratio cum A B sit maior quam E F illique supponatur parallela; radij EA, BF, concur-



Digitized by Google

rerent ad partes E F, si producerentur, ideoque in C D magis distant inter se, quam in A B, erit




igitur L M maior quam A B, & consequenter quam C D; quare radij per extremitates C, & D ducti, nempe radij F C, F D cadent intra radios E A, E B, vnde linea IK quæ tegitur à corpore AB, vicino oculis, maior erit quam GH quæ tegitur à corpore posito in C D.

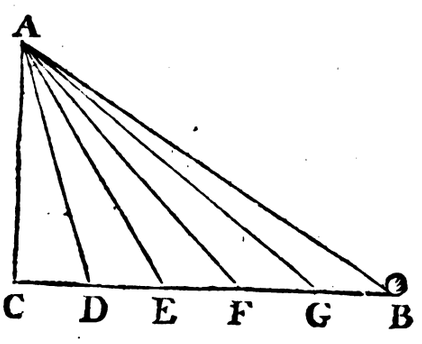
## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Distantiam obiecti ab oculo, etiam vnus per vicina corpora cognoscit.*

Diximss aliàs vnum oculum, per se distantiam etiam valde paruam obiecti, non posse videre, neque æstimari posse à potentia æstimatiua, vi illius affectionis quam sentit à visione. diximus item ex inclinatione duorum axium opticorum posse tantum distantias aliquas minores æstimari, nunc addo ex interiectis corporibus, non quidem in lineam rectam, ab oculo ad obiectum; posse sæpè sufficienter ab vno, aut duobus oculis distantiam obiecti æstimari.

Sit igitur oculus A obiectum B, sitque horizontale aliquod pauimentum 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 A B, 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 facile eadem corpora posse interiici inter A & B, vnde & 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 obiectum B distare tot pedibus, ab oculo A, nihil sit nisi interiici posse inter oculum, & obiectum corpus tot pedes longum; illa autem capacitas per seipsam visibilis non sit, non poterit de illa certius ferri iudicium, quàm per visionem corporum interiectorum. cum autem ea non possint interiici directè seu secundùm lineam A B, (impedirent enim visionem) debebunt interiici 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 iudicium si corpora interiecta sint similia, æquali interuallo inter se dissita. tunc enim ex prima corporum illorum distantia, & magnitudine, de aliorum, etiam distantiâ inter se, & magnitudine iudicamus. & consequenter de toto spatio interiecto. ita porticus alicuius longitudinem facile concipimus, ex fenestrarum numero, & distantia inter se, quarum prima fere directe 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 facile vt huiusmodi obiecta eadem ratione depicta licet in eodem plano, longitudinem tamen aliquam nobis exhibeant. confirmatur autem ex eo, quod si de nocte in extremitate alicuius porticus, sit aliqua fax accensa, quia non videntur satis corpora intermedia vix iudicium ferimus de distantia illius facis.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Ex nota rei magnitudine, distantiam colligimus & viciſſim.*

Hæc æstimatio distantiæ per magnitudinis iam cognitæ visionem, non solius est oculi, sed pertinet ad æstimatiuam. nihilominus experientiâ compertum est, dum hominem à longe videmus tanquam pumilionem aliquem, nos subito apprehendere maximam eius distantiam, ita dum in nubibus aquilam notæ magnitudinis, vix passerculum a quare videmus, iudicamus eam esse multum sublimem.

Item ex partium quibus constat aliquod corpus confusione, aut distinctione deuenimus in cognitionem distantiæ, cum enim semper experti simus, ea quæ postea deprehendimus maxime à nobis distare, confuse & sine vlla distinctione partium conspici, ita vt pro vt ad ea accedimus partes singulæ discernantur, ab inuicem; inde quoties obiectorum minutas partes, non distinguimus, distantiam aliquam apprehendimus. viciſſim etiam magnitudinem ex distantia colligimus.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

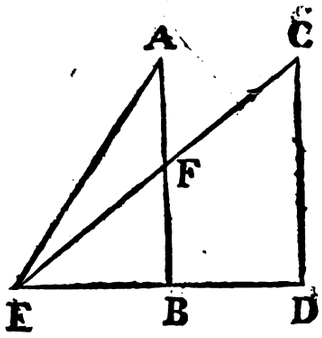
*Magnitudinum æqualium, & similiter oculo oppositarum quæ minus distat maior appareat.*

Sint duæ magnitudines AB, BC similiter oculo oppositæ,

Digitized by Google

oppositæ, seu parallelæ, & æquales, sitque A B viciniot oculo E. dico A B maiorem visum iri. ducantur lineæ E A. E C.

Demonstratio, illa magnitudo maior apparet;




(secludo ratiocinationem quæ fieri posset circa distantiam) cuius imago maior est in retina, & quæ apparet sub maiori angulo (*per axioma 6.*) sed AB apparet sub maiori angulo: quam C D. cum enim lineæ B F, C D sint parallelæ erit (*per 4. 6.*) vt E B, ad E D; ita BF, ad D C, sed E B minor est quam E D cum sit eius pars, ergo & B F minor erit quam D C, ergo debebit produci vlterius BF vt sit BA æqualis ipsi DC, quare erit angulus AEB maior, quàm angulus CED, ergo AB maior apparebit quam DC.

## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

*Magnitudines similiter oculo oppositæ, & apparenter æquales, se habent vt distantiæ.*

Sint duæ magnitudines CD, BF, similiter oculo oppositæ, & quæ appareant æquales; dico illas se habere inter se, vt 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 C D, sicut distantia EB ad distantiam ED quod erat demonstrandum.

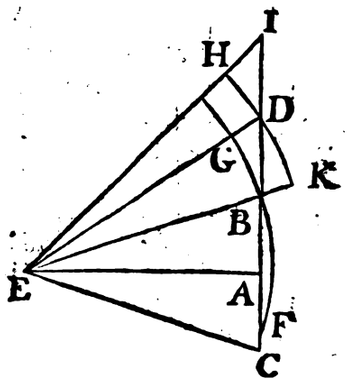
## PROPOSITIO XII.

### Theorema.

*Eiusdem quantitatis partes æquales, & æqualiter à perpendiculari distantes, æquales apparent inæqualiter vero à perpendiculari distantes, inæquales; & quæ magis distat minor apparet.*

Sint eiusdem magnitudinis DC, partes AB, AC æquales & æqualiter à perpendiculari E A, distantes; dico eas apparere æquales. Sint item partes BD, B A inæqualiter à perpendiculari E A distantes; dico eas apparere inæquales, & A B videri maiorem.

Demonstratio. Cum linea EA supponatur perpendicularis ad D C, erunt anguli E A C, EAB æquales, & cum in triangulis E A C, 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 A B maius latere EA. Item cum in triangulo EBA angulus A sit rectus erit angulus EBA acutus, igitur angulus E B D obtusus erit, quare in triangulo EDB (*per 18. 1.*) erit latus DE, maius quam E B. quare si ex oculo E tanquam centro intervallo EB describatur circulus, cadet in punctum F extra triangulum, & in punctum G intra triangulum. se habet autem angulus BEA, ad angulum GEB, vt sector BEA, ad sectorem GEB (*per 28. 6.*) sed triangulum BAE, minus sectore FEB, minorem habet rationem ad sectorem BEG, & adhuc minorem ad triangulum DEB quod maius est sectore GEB, quam sector F E B ad sectorem B E G, ergo minor est proportio trianguli AEB ad triangulum BED, quàm anguli AEB, ad angulum BED. sed triangulum AEB est æquale triangulo BED, ergo maior est ratio anguli AEB, ad angulum BED, quam vt sint æquales: ergo AEB angulus maior est angulo BED. ergo pars AB, maior apparet quam BD.

Sit adhuc alia pars DI æqualis ipsi BD. dico illam adhuc minorem apparere quam BD, hoc est angulum BEG maiorem esse angulo GEH. quod demonstrabitur eodem prorsus modo si nempe ex E, vt centro intervallo ED, describatur circulus IDH. ostendam enim pariter lineam EI maiorem esse quam ED & ED quàm EB.

### COROLLARIVM.

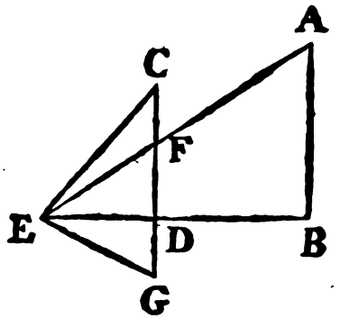
Maior est ratio anguli BEA ad angulum BED, quàm lineæ AB ad lineã BD. ostendimus enim maiorem esse rationem anguli BEA ad angulum BED, quàm trianguli AEB ad triangulum BED. vt autem triangulum ad triangulum ita basis AB ad basin BD (*per 1. 6. Eucl.*) igitur maior est ratio anguli BEA ad angulum BED, quam basis AB ad basin BD quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO XIII.

*Si æquales quantitates ex inæquali distantia videantur, aliquando maior erit ratio, distantiæ maioris, ad minorem, quam apparentis magnitudinis, quantitatis remotioris ad magnitudinem apparentem quantitatis vicinioris, aliquando eadem erit ratio.*

Sint

Sint quantitates æquales A B, C D, ſpectatæ ab oculo E, ita vt ſint parallelæ AB, CD: dico




maiorem eſſe rationem diſtantiæ E B, ad diſtantiam E D, quam apparentis magnitudinis, ſub qua videtur quantitas AB, ad apparentem magnitudinem ſub qua videtur CD, poſitô quòd vtraque magnitudo ſit tota ex eadem parte perpendicularis. hoc eſt ponatur EB, diſtantia eſſe dupla diſtantiæ ED, non tamen magnitudo CD, apparebit dupla magnitudinis A B, ſeu angulus C E D, non erit duplus anguli FED.

Demonſtratio. (*per cor. precedens*) maior eſt ratio anguli FED, ad angulum FEC, quàm lineæ FD, ad lineam FC. (*ergo per 28. 5. Eucl*) maior eſt ratio totius anguli C E D, ad angulum F E C, quam totius lineæ C D, ad lineam C F, cum ergo maior ſit ratio totius anguli CED, ad ablatum C E F, quàm totius C D, ad ablatum CF, erit minor ratio totius C E F, ad reliquum FED, quam totius C D, ſeu A B, ad reliquum FD, ſed vt AB, ad FD; ita EB, diſtantia ad diſtantiam E D, (*per 4. 6.*) ergo maior erit ratio diſtantiæ E B, ad diſtantiam E D; quàm anguli CED, ad angulum FED. hoc eſt etiamſi diſtantia EB, eſſet verbi gratia dupla diſtantiæ ED, angulus CED, non eſſet duplus anguli FED.

Hoc autem oritur ex eo quòd, licèt pars FD, dimidia lineæ CD, aut AB, ſit prope perpendicularem, eô modô, quô linea AB, pars tamen FC, removetur magis à perpendiculari in ordine ad angulos, ideoque non ſubtendit angulum æqualem, ſed minorem. vnde opus fuit aliqua reſtrictione in propoſitione, ſi enim ſumeretur linea FG, æqualis ipſi AB, ita vt perpendicularis ED, eam dividat æqualiter; in tali caſu, eadem eſſet ratio anguli FEG, ad angulum F E D; quæ eſt lineæ AB, ad lineam FD, vt autem anguli ſub quibus res aliqua videtur; ita ſe habent imagines in retina expreſſæ, & apparentes rerum imagines. dicendum igitur vix accidere poſſe, vt ſit eadem ratio diſtantiarum, ac magnitudinum apparentium reciproce, ſed maiorem eſſe rationem magnitudinum, ſi fiat comparatio maioris diſtantiæ ad minorem. quod dixi de duabus magnitudinibus æqualibus, intelligendum eſt de eadem quantitate in diverſis locis poſita.

## PROPOSITIO XIV.

### Theorema.

*Quæ ſub inſenſibili angulo videntur inſenſibilem habent apparenter magnitudinem.*

Obiectorum imagines in oculo ſe habent, vt anguli ſub quibus videntur, & inſuper magnitudines rerum apparentes eodem modo ſe habent, ac imagines (*per 3. axioma*) ergo ſi angulus ſub quo videtur aliquod obiectum 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 vnum 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 facile quærere; quis ſit angulus inſenſibilis, cum enim angulus per ſeipſum non percipiatur, à ſenſu, niſi in quantùm efficit viſionem obiecti, à quo procedit, ille angulus inſenſibilis erit, qui producet imaginem, vi cuius determinari non poterit oculus ad aliquam ſenſationem. Quæ propoſitio ita intellecta non multum abeſt ab idemtica, & nihil omnino docet, reſtat enim integrum dubium, an detur huiuſmodi angulus, ita paruus, vt incurrendo in retinam, imaginem quidem producat; ſed ineptam, ad ſenſum movendum; vnde puto huiuſmodi 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 vt non ſit diviſibile in infinitum, evaneſcit omnis difficultas, illud enim obiectum quod tale eſt, vt videatur ſub angulo ita paruo, vt non tantum radij ab ipſo emiſſi incurrant in idem punctum retinæ, ſed etiam radij ab alio obiecto vicino emiſſi, illa inquam obiecta per modum vnius videbuntur, neque oculus poterit ea inter ſe diſtinguere; ideoque ſi retina mille tantum punctis conſtet, impoſſibile eſt, vt pluſquam mille obiecta diſtinguat. illud ergo obiectum cuius imago non ita punctum aliquod retinæ ſibi vendicat, vt excludat ab eodem puncto imaginem alterius obiecti, tale eſt; vt diſtingui non poſſit ab alio obiecto vicino. Qui modus explicandi confirmari poſſet facile experientiâ, quoties accidit, vt obiecta non vniant perfectè radios ad idem obiectum pertinentes in eadem parte retinæ, eſt confuſio talis; vt obiecta quorum radij in eandem partem retinæ incurrunt, videantur quaſi vnum obiectum, ergo etiam ex hypotheſi, quod retina conſtet numero determinato punctorum; dabitur angulus viſorius, ita paruus, vt obiectum, 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 innixi 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 vt 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

vt

Digitized by Google

vt meliùs percipiatur, intelligatur sensatio tanquam motus aliquis localis, organum autem consistet quasi aliquibus fibris,& chordis;quarum partes ita sint dispositæ, vt aliquæ moveri non possint, quin tota fibra moveatur, licèt duo motores diversas partes eiusdem fibræ, impellant; vnicus tamen totalis motus producetur; cùm enim nullum mobile diversis motibus moveri possit; & fibræ istius partes; ita dispositæ sint, vt vna non moveatur, quin alia similem motum habeat, ita licèt diversæ partes à diversis motoribus agitentur; vnicus, & idem motus exurget; qui si esset repræsentativus suorum motorum, necessariò hi duo motores, seu duo obiecta, licèt in diversas partes agant, per modum tamen vnius totalis obiecti, sine vlla distinctione repræsentabuntur. Quod autem dixi explicationis causâ de motu locali, intelligendum est de quacumque actione vitali; quæ talis est naturæ, vt exigat organum determinatæ magnitudinis, in quo per modum vnius exerceatur tota actio, nec possit exerceri in vna parte, quin in totali organo exerceatur: igitur quæcumque illius parui 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 facile mihi concedendum; licet christallinus, & alij humores satis perfecte sint Sphærici, non tamen ita perfecte, vt mathematice nullo modo à tali figura exorbitent; immo puto lentes vitreas ab artifice mediocri elaboratas longe præcisiorem habere figuram, quàm habeant isti humores; id autem facile suadebo, si tantum inspiciantur tunicæ, quibus humores continentur. Neque enim dabitur vlla lens vitrea mediocriter elaborata, quæ tot rugis exasperetur, quot fibris protuberant huiusmodi tunicæ. addo vlteriùs quòd licet perfecte in Sphæram abirent, non tamen in eodem prorsus puncto mathematico eiusdem obiecti radios vnirent; sola id præstat hyperbola, quam figuram licèt aliqui christallino tribuere velint, facilè tamen mihi concedent à mathematica præcisione longiùs abesse. quò semel posito principio, facile propositionem meam demonstro. tunc tantum distinguitur vnum obiectum ab alio, cum eius imago ita distinctum locum occupat, in retina vt nullius alterius obiecti imago in eundem locum incidat; sed si obiectum non vniat radios perfecte nisi in vno puncto physico, impossibile erit, vt quodcumque punctum obiecti, distinctam producat visionem sui, ergo poterit dari tam paruum obiectum visum sub tam paruo angulo, & occupans tam paruam retinæ partem, vt obiectum vicinum eandem partem sensibilem retinæ attingat. ergo obiectum sub quocumque minimo angulo spectatum videri non poterit, visione, quæ ipsum distinguat, ab omni alio.dum vero obiectum maius est, ita eius imago in retina depingetur, vt alterius obiecti imago illi ex toto, aut saltem sensibiliter non congruat.

Affero adhuc alium modum explicandi, desumptum ex intensione, & remissione luminis, suppono autem id quod iam probatum est.necessarium esse, vt ab obiecto, ad oculum radius luminis emittatur, ita vt lumen quodcumque in obiectum incidens, inutile sit ad visionem, nisi ad oculum remittatur. addo insuper quod quò minus erit intensum illud lumen, eò minus lucida erit imago, immò quod tam remissum possit esse illud lumen,vt nullam omnino visionem efficiat. Iam probandum incumbit;eò quòd minuatur angulus visorius minui etiam intensionem luminis,vnde facile concludam,tam paruum posse esse hunc angulum,sub quo videtur aliqua pars obiecti,vt omnino videri non possit. certum est autem radios à diversis partibus obiecti remissos, si vniantur 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 vniantur in puncto foci, ita potentes evadere, etiam intensivè,vt ignem generent. vnde concludo,quòd si in eodem puncto sensibili retinæ,adunentur radij luminis reflexi à pluribus obiecti partibus,validius,& intensius erit lumen, quam si in eâdem parte retinæ solum adunarentur radij à paucioribus partibus obiecti procedentes;& quò pauciores erunt radij, eo debilius erit lumen. ergo tam paruum poterit esse obiectum,vt lumen quod ab illo solo repercutitur sit ad visionem producendam, inutile, & ineptum: ergo non quilibet paruus angulus sufficit ad visionem producendam.

Quod confirmari potest ex eo quòd obiecta vt plurimum non habeant superficiem æquabiliter fusam, ita vt nullæ partes protuberent, sic enim non remitterent lumen à sole acceptum nisi in vnam partem, & consequenter non viderentur, nisi ex vno, & determinato loco; vt experimur in speculis lævigatis, quæ nisi oculus incurrat in radios reflexos non videt, nisi ad modum alicuius 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, vt observentur in iis leges consuetæ reflexionis, ergo non quæcumque pars minima pro vt separata visibilis est, non enim quælibet constat infinitis superficiebus. quod adhuc si admittatur, ex huiusmodi reflexione luminis in omnem partem, sequitur debilitatiò, si spectetur lumen ab vna tantum parte repercussum, vt in speculo convexo experimur, quod quia dispergit lumen, eius etiam intensionem minuit. Quare si spectetur lumen reflexum à parte aliqua valde minuta, tam debile esse poterit, vt vi illius videri non possit obiectum, quod si intenderetur lumine ab alia parte vicina, posset determinare oculum ad huiusmodi partes obiecti percipiendas per modum obiecti vnius.

Nonnullam forsitan in hoc puncto patientur difficultatem, qui omnem vim motivam, & determinativam oculi ad videndum, tribuunt speciebus visibilibus, quas ita volunt esse affixas suis obiectis, vt species obiecti verbi gratia albi A, sit inutilis ad videndum obiectum non tantum nigrum, sed etiam inu ilis ad videndum obiectum album B, vnde vix in illâ hypothesi satis explicare possunt quomodo paruitas obiecti

nocere possit visioni, si enim extensio obiecti non iuvat ad visionem, neque paruitas nocebit, sed ex ipsis extensio non iuvat; nam ad hoc vt extensio iuvaret deberet pars A, verbi gratia habere maiores vires ad producendam speciem suam, ex coniunctione cum parte B vicina; sed non habet maiores vires nisi pars B, concurrat ad productionem speciei partis A, sed nolunt concurrere. species enim est repræsentativa secundum illos, obiecti à quo producitur, neque fieri potest, vt duo obiecta eandem speciem producant, ego quidem nonnihil sum alienus ab huiusmodi speciebus, & inferius afferam quid pro illis, quid contra illas dici possit, ne tamen hanc matheſis partem ita addicam vni opinioni, vt aliis hypotheſibus explicandis sit inutilis, etiam hunc nodum mihi solvendum suscipio.

Et quæro quid fiet si duæ species, sive eiusdem rationis, sive diversæ in eandem partem retinæ incurrant, vna obiecti A, altera obiecti B, quod vero id accidat per se patet, nam qui trans vitrum tubeum aliquid spectant, in eadem parte retinæ, tam vitri quam obiecti secundum illam hypotheſin, species in eadem parte retinæ excipiunt. in tali autem casu fit visio, aut vnica aut duplex, parum interest; fit visio inquam confusa, quæ repræsentabit obiectum esse rubeum; ergo iam hoc habeo, quòd duæ species, etiam diversæ rationis, faciant visionem confusam duorum obiectorum. pariter quicumque confusè vident, vt myopes duo obiecta simul in eodem loco vident, ergo illorum obiectorum imagines, sunt in eadem parte retinæ, istæ autem imagines, secundum hanc opinionem sunt species; igitur duæ species possunt concurrere ad visionem duorum simul obiectorum per modum vnius; ergo etiamsi species vnius tantum particulæ obiecti, ita debilis esset, vt movere, non possit sufficienter oculum ad visionem, poterit tamen simul cum alia producere visionem totalem duorum obiectorum.

Neque obstat quod species vnius obiecti non possit intendere speciem alterius, hoc enim non sequitur; sed nemo negabit mihi duo agentia, etiam diversæ speciei posse eundem effectiuum producere, licèt non possint concurrere formaliter ad maiorem effectum formalem.

Licet enim calor receptus in ea parte in qua est forma substantialis, cum illa, non faciat maiorem effectum formalem, poterit tamen concurrere simul cum illa per modum causæ efficientis, ad eundem effectum effectiuum.

Quia semel limites brevitatis excessimus, & res ista non est exigui momẽti, aliquid vlterius addam. posset etiam considerari radius luminosus per modum acuminis alicuius, non quod velim asserere id ita se habere, sed tantum explicationis gratiâ, dum pungimur, & dividuntur partes corporis nostri, sentimus dolorem aliquem, & quo maior erit illa divisio, eò maior erit dolor, ideoque tam parua esse potest illa diuisio, vt nullus atque adeo insensibilis dolor oriatur. quod manifestâ constat experientiâ, dum enim modice calefit manus, exudat humor qui poros aperit, dolorem tamen nullum percipimus. ita etiam dicere possumus, radios luminis aliquam in retina divisionem facere, ita vt possit, tam minutam partem in retina occupare, vt etiam si divisionem aliquam faciat ea sit insensibilis; sed quo minor est angulus sub quo obiectum videtur, eò minor est imago, seu minorem in retina locum occupat; ergo tam paruus potest esse angulus visorius, vt insensibilis sit illa divisio, atque adeo nulla sensatio.

## COROLLARIVM I.

Ex eo colliges quare vt distinguamus partes minutas alicuius obiecti, magno lumine egeamus, cum enim huiusmodi partes distinguendæ sunt, ita sunt collocandæ, vt 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 vt seorsim sumpta (hoc est sine aliarum auxilio movere possit oculum ad distinctam visionem; multum lumen necessarium est.

## COROLLARIVM II.

Colliges secundò obiter, quid præstent microscopia, & etiam telescopia, debent enim augere angulum sub quo uidentur obiecta, vt sub sensibili angulo videatur illud obiectum, quod priùs sub valde minuto spectabatur. hoc est debet augeri imago obiecti expressa in oculo, vt sensibilem eius partem occupet, cum priùs insensibilem tantum obineret. debent item plures radios eiusdem obiecti colligere, vt quod seorsim sumptum sufficientes in oculum non emittebat, iam per collectionem sufficienter intensos in retinam vsque immittat.

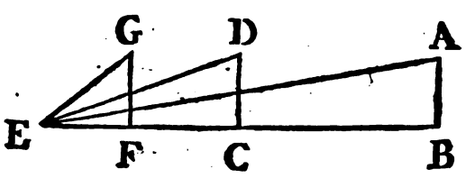
## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Quæ in magna distantia distingui non possunt, in parua dissinguuntur.*

Licèt hæc propositio probatione nulla indigere videatur; eo quod manifestâ nitatur experientiâ, nihilominus illius ratio aliqua hic reddetur.

Quò minor est distantia magnitudinis alicuius ab oculo, eo maior est angulus sub quo videtur, ita vt fere sit eadem ratio anguli, sub quo appareret in minori distantia, ad angulum sub quo videtur in maiori distantia, quæ est distantiæ maioris ad minorem; atque ita hi quatuor tèrmini reciproce se habeant, ergo etiamsi angulus sub quo videtur in maiori distantia sit insensibilis, angulus sub quo videbitur in minori distantia sensibilis erit. ponamus enim angulum vnius minuti secundi esse primum insensibilem, ita vt magnitudo, quæ videtur sub angulo vnius minuti secundi, non possit distingui ab aliis vicinis, sitque talis quantitas AB & angulus AEB vnius minuti, vnde (*per præcedentem*) magnitudo AB, insensibilem habeat magnitudinem apparentem, admoveatur oculo quantitas AB, ita vt sit




in

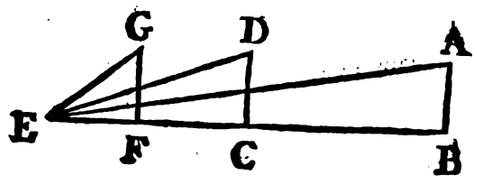
in CD, videbitur sub angulo DEC, qui fere erit duorum minutorum secundorum, si linea EB, dupla sit distantiæ CE; ergo angulus DEC, erit duorum minutorum secundorum: ergo quantitas A B in C D posita, videtur sub angulo sensibili haberque eius imago sufficientem in retina magnitudinem, ad hoc vt sola, & seclusô quôcumque aliô obiecto visibili videatur. quod erat probandum.

## PROPOSITIO XVI.

### Theorema.

*Quodcumque obiectum minutum à quôcumque oculô distingui non potest.*

Cum obiectum quodcumque oculo admoveri possit, quantùm libuerit, & in quacumque proportione, videretur etiam sequi nullum esse obiectum, ita paruum quod in aliqua distantia videri non possit; sit enim in figura superiori obiectum




AB, ita minutum, vt angulus AEB, sit centesima pars anguli primò sensibilis, sit EF, centesima pars lineæ EB, admoveaturque obiectum AB in FG, sequitur quod angulus G E F, erit centuplus anguli A E B, quod erit sufficiens ad hoc vt videatur.

Nihilominus quia (*per 7. præcedentis*) vt sit alicuius obiecti distincta visio, debent radij ab eadem parte procedentes vniri in eadem parte retinæ, hoc autem fieri non potest in qualibet distantia, iam ostendimus (*prop. 35. præcedentis*) luminosi nimis vicini lenti convexæ, radios non vniri; sed aut parallelos procedere, aut etiam à se invicem separari; ergo datur aliqua distantia minima, ita vt obiectum minùs remotum ab oculo distincte percipi non possit; ergo illud obiectum quod ita minutum est, vt etiam in ea minima distantia, videatur sub angulo insensibili, (*per præcedentem*) in tali distantia non videbitur distincte, cùm eius imago sit nimis parua; sed neque videbitur in minori distantia, quia obiecta in nimis parua distantia non habent penicillos exactos, & satis vt ita dicam acuminatos; ergo datur aliquod obiectum, ita minutum vt ab aliquo determinato oculo, in nullo situ, & distantia distincte videri possit. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Oculi quorum christallinus, est minoris Sphæræ segmentum, obiecta minutiora melius distinguunt, quam alij.*

Illi oculi quorum christallinus est magis, co-



vexus, seu minoris Sphæræ segmentum, vt sunt myopes, melius vident obiecta viciniora, quam presbytæ; (*per 13. & 20. huius*) sed quò obiectum est vicinius, (*per 10. huius*) eò obiectum maius apparet; ergo potest fieri vt aliquod obiectum admotum oculo presbytæ in minima distantia in qua videri potest, videatur tamen sub nimis paruo angulo, ad hoc vt magnitudinem apparentem habeat sensibilem; quod quia admovebitur magis oculo myopis, & in minori distantia; adhuc distincte videbitur, sub maiori angulo spectabitur, & idoneo ad producendam imaginem sensibilis magnitudinis, & aptæ ad visionem distinctam.

### COROLLARIVM 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, magnô motu indigeat, vt axe optico percurrat lineam integram; solet etiam sua sponte, & sine reflexione; huic vltimo incommodo obviam ire minutissime scribendo.

### COROLLARIVM II.

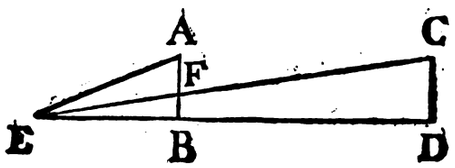
Ex hoc etiam concludo cæteris paribus animalia quibus oculi parui sunt ea distinguere, quæ alia animalia distinguere non possunt, & bene quidem ita comparata sunt ab authore naturæ Deo; ea enim distinguere quodlibet animal debet; quibus indiget, maiora autem animalia rebus maioribus indigent; neque opus est; vt minuta distinguant, cum ab iis ita separatis nec multum emolumenti, nec damni possint habere. At verò minora animalia, & cibo minori indigent, & ab obiectis minutioribus plus damni pati possunt. ita pulices verbi gratiâ, & pedes suos distinguere debent, & poros etiam minutiores carnis humanæ, vt aculeos suos ad sanguinem sugendum inserant.

## PROPOSITIO XVIII.

### Theorema.

*Nullum obiectum tantùm est, vt in qualibet ab oculo distantia distingui possit.*

Sit obiectum quodcumque AB, dico illud obiectum in aliqua distantia videri non posse. pona-



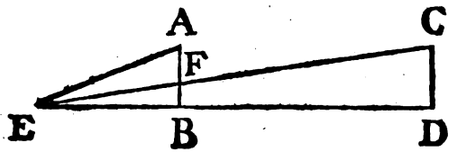

tur enim illud obiectum videri sub angulo quocumque intelligatur angulus CED ita paruus, vt sit ineptus ad visionem faciendam. fiatque vt BF, ad AB, ita EB, ad ED, ducaturque linea CD, parallela lineæ AB. dico si AB, transferatur in CD, non poteris distingui ab obiectis vicinis.

Demonstratio. Ita est BF, ad AB; sicut EB, ad



Digitized by Google

ED; sed (*per 4. 6. Eucl.*) vt EB, ad ED; ita BF, ad CD; ergo ita erit BF, ad AB; sicut BF, ad CD,



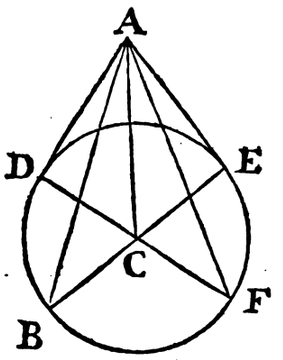

quare (*per 7. 5. Eucl.*) AB, & CD, sunt æquales. vnde si AB, transferatur in CD, illi quadrabit; & videbitur sub angulo C E D, sed angulus CED, suppositus est insensibilis, & ad visionem distinctam producendam inutilis, igitur obiectum translatum in C D, non videbitur; quod de obiecto AB, probatum est, de alio quocumque obiecto probari potest. ergo nullum est obiectum tantum, quod in omni distantia distingui possit ab omni alio, quod erat demonstr.

## PROPOSITIO XIX.

### Theorema.

*Si oculus collocetur in linea per centrum circuli ducta, & ad eius planum recta, omnes diametri, & semidiametri illius circuli æquales apparebunt.*

Sit linea AC, per centrum circuli transiens, & recta ad eius planum, in cuius quôcumque 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 A C 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 BD, DC, CE, CF apparebunt æquales. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XX.

### Theorema.

*Si oculus distet à centro circuli distantiâ, qua sit æqualis semidiametro, omnes diametri æquales apparebunt.*

In eâdem figura sit oculus in A, ita vt 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 A C, C E sint æqualia, (*per 5. 1. Eucl.*) erunt anguli CEA, CAE æquales, pariter æquales erunt anguli BAC, A B C; ergo angulus totalis BAE, æqualis est duobus ABE, AEB, sed tres anguli trianguli B A E, sunt (*per 32. 1. Eucl.*) duobus rectis æquales: ergo angulus B A E, est dimidia pars duorum rectorum, seu angulus rectus. Eôdem modô ostendam angulum DAF, rectum esse, quare anguli DAF, B A E, sub quibus videntur diametri B E, D F sunt æquales; igitur (*per 3. axioma huius*) magnitudines apparentes diametrorum, in tali casu æquales sunt. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

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 XXI.

### Theorema.

*Si linea ab oculo ad centrum circuli ducta cum duabus diametris æquales angulos facit; 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 BDCE, quæ primo cum duabus diametris B E, D F, angulos æquales faciat nempe sit angulus ACB, æqualis angulo A C D, dico eas diametros apparituras æquales.

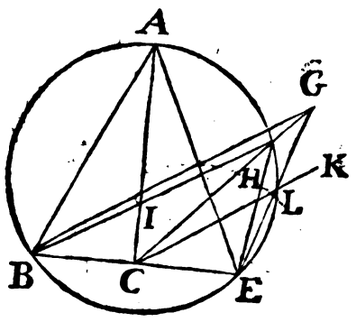
Demonstr. Cum in triangulis A C B, ACD, latera BC, DC sint æqualia, (*per def. circuli*) & latus A C commune, item anguli comprehensi ACB, ACD, ex suppositione sint æquales, erunt (*per 4. 1.*) anguli BAC, DAC æquales. quia autem anguli ACB, & ACD sunt æquales, erunt pariter reliqui ad duos rectos æquales nempe ACE, A C F; vnde similiter ostendam angulos CAE, CAF esse æquales; quare totalis angulus BAE. totali angulo DAF æqualis erit, ergo (*per 3. axioma huius*) diametri BE, DF, habent apparentes magnitudines æquales. quod erat primum.

Iam linea A C, non sit æqualis semidiametro; sed maior, & incidendo oblique faciat cum diametro BE, angulos rectos, cum diametro DF, angulum obtusum ACD. dico diametrum BE maiorem videri. fiat aliud triangulum A B E, in quo

quia

Digitized by Google

quia supponuntur anguli A C B ; A C E, recti ostendam facile (*per* 4. 1.) bases A B, A E 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 A C maior est, quàm BC, erit centrum inter A & C. fiat angulus BCG, æqualis angulo ACD, sitq: CG, æqualis ipsi AC, punctum G, cadet extra triangulum. nam (*per* 7. 3.) CA, maior est quam CH ; ducantur lineæ BG, EG, BH, EH.

Demonstratio. Cum triangula BCG, ACD, superioris figuræ sint æqualia, latera BC, CD æqualia, & A C, C G, erunt anguli BGC, D A C æquales, pariter ostendam angulos C G E ; C A F esse æquales ; ideoque totales anguli D A F, B G E æquales erunt. B A E (*per* 21. 3.) æqualis est angulo B H E, & hic maior est angulô B G E, (*per* 21. 1.) igitur angulus BAE, maior est angulo BGE, & consequenter angulo DAF, superioris figuræ ; igitur diameter BD, maior apparebit.

## COROLLARIVM I.

Sequitur ex eo, quòd quò maior erit inclinatio, eò minor apparebit diameter. vt si daretur alia linea C K, æqualis ipsi A C, facilè ostenderem, adhuc minorem esse angulum sub quo videretur linea B E, vltimæ figuræ, ductis nempe lineis B K, E K, B L, E L ; quas non duxi vitandæ confusionis gratiâ, quia enim C L, minor est, quam CH, adhuc angulus ibi constitutus, qui tamen æqualis esset ipsi B A E, multo magis superaret angulum BKE.

## COROLLARIVM II.

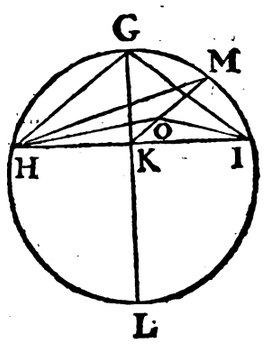
Ex hoc vides rationem quare circulus oblique spectatus videatur esse ovalis figuræ, quia nempe linea ducta ab oculo ad centrum circuli perpendicularis est ad vnam diametrum, & hæc apparet sub maximo angulo, ad cæteras verò diametros magis, ac magis est obliqua ; ideo minores apparent, donec ad eam devenias in quam cadit perpendicularis ab oculo in planum circuli demissa ; illa enim sub minimo angulo videtur.

## PROPOSITIO XXI.

### Prolema.

*Si linea ab oculo ad centrum circuli oblique ducta, minor fuerit semidiametro eiusdem circuli ; ea diameter ad quam perpendicularis fuerit minima apparebit, & in quam diametrum magis oblique incidet, ea maior videbitur.*

In eadem penultima figura linea A C ; sit minor semidiametro circuli C B, sitque perpendi-




cularis ad B E, oblique vero incidat in D F ; ita vt angulus A C D, sit obtusus, & angulus ACF acutus, dico diametrum BE, minorem visum iri, quam diametrum D F. fiat enim triangulum HGI æquale, omninò triangulo ABE superioris figuræ, sitque KG, æqualis ipsi AC, & perpendicularis ad HI, & HK, KI, æquales ipsis C B, CE. (*per* 5. 4.) circumscribatur triangulo H G I circulus. quia autem K G, seu A C, supponitur minor quam CB, seu K H, centrum circuli non erit in K G, sed in K L, fiat angulus HKM, æqualis angulo ACD. sitque KO, æqualis lineæ KG. seu AC. punctum autem O, cadet intra circulum cum K M, (*per* 7. 3. (maior sit, quàm K G, ducantur lineæ H O, I O, K M, I M.

Demonstratio. In triangulis O K H, A C D, cùm lineæ O K, A C, ex constructione sint æquales, item H K, C D, (supposuimus enim lineam HI, æqualem esse lineæ B E, aut D F.) & anguli HKO, DEA, facti sint æquales, erunt (*per* 4. 1.) anguli DAC, HOK æquales. Eódem modô ostendam angulum KOI, æqualem esse angulo CAF ; igitur totalis angulus HOI, æqualis est angulo DAF. Sed angulus HOI, (*per* 21. 1.) maior est angulo HMI, & angulus HMI, æqualis est (*per* 21. 3.) angulo BGI, seu angulo BAE : ergo angulus DAF, maior est angulo B A E. quare (*per* 3. *axioma huius*) DF maior apparebit, quam BE. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XXIII.

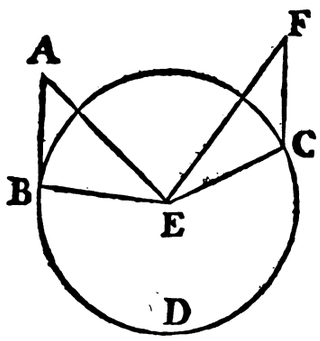
### Theorema.

*Si spectata magnitudo ad planum circuli recta moueatur supra eius circumferentiam, & oculus sit in centro circuli ; semper æqualis apparebit spectata magnitudo.*



Digitized by Google

Sit ſpectata magnitudo AB recta ad planum circuli BCD, quæ moveatur ſupra eius circum-




ferentiam, ſitque oculus in eius 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.

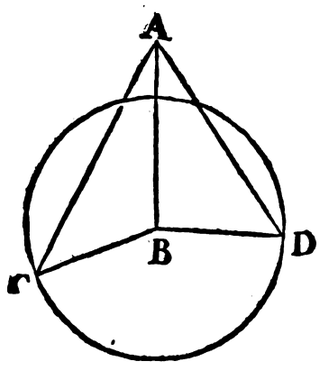
Demonſtratio in triangulis ABE, FCE cum latera AB, FC ſupponantur æqualia, eſt enim FC ipſa AB tranſlata in C, item latera BE, EC æqualia (*per def. circuli*) & anguli ABE, FCE, recti & æquales (*per* 4. 1.) erunt anguli AEB, FEC æquales. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XXIV.

### 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, moueatur in

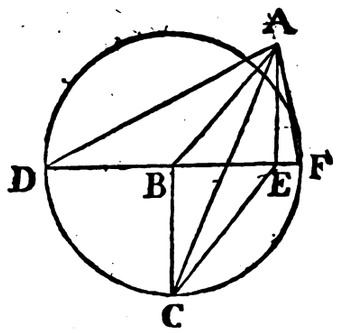



circumferentia circuli. Sitque ſucceſſiuè in C. & D. dico magnitudinem AB videri ſub eodem angulo in C & D, ſeu angulos ACB, ADB æquales eſſe.

Demonſtra. In triangulis ACB, ADB, cum latus AB ſit commune, & latera BC, BD (*per def. circuli*) ſint æqualia, & anguli ABC, ABD ſint æquales, vt pote recti, erunt (*per* 4. 1.) anguli A C B, A D B æquales quod erat demonſtrandum.

## LEMMA.

*Si linea ad planum inclinata ſit, & ex eius puncto in ſublimi demittatur perpendicularis, angulus qui fiet à linea ducta à puncto in quod cadit perpendicularis ad lineam obliquam, & a linea obliquâ; minimus eſt, alij prout ab eo recedent ſunt maiores, maximus qui minimo contiguus eſt. linea AB cadat obliquè in planum C D, & ex puncto A de-*




*mittatur perpendicularis AE ad planum; dico angulum EBA eſſe minimum, qui fiet à lineis in plano CD ductis ad punctum B, & producta lineâ EB in D. dico angulum ABD eſſe maximum. fiat enim ex puncto B, vt centro intervallo maiori quam BE circulus CD ſumanturque puncta C, D. ducaturque linea BC. debeo probare angulum ABE minorem eſſe, quam ABC, & ABC minorem quam ABD. ducantur lineæ AD. AC.*

*Dem. 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 maior eſt, quam EF, erunt quadrata AE, EC, maiora quadratis AE, EF, & conſequenter linea AC maior, quam AF eodem modo oſtendam lineam AD maiorem eſſe lineâ AC ideoque cum in triangulis ABF, ABC latera duo ſint æqualia vtrumque vtrique, nempe AB commune, BF. item & BC* (per def. circ.) *ſint æqualia, & baſis AC ſit maior baſi AF, erit* (per 24. 1.) *angulus ABC maior angulo ABF. ita oſtendam angulum ABD, maiorem eſſe angulo ABD.*

## PROPOSITIO XXV.

### Theorema.

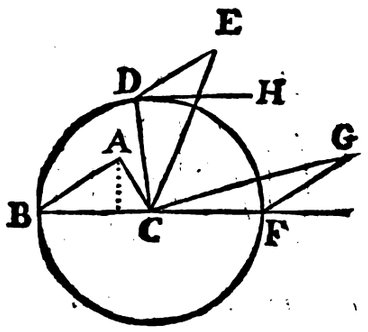
*Si linea ad planum circuli fuerit obliqua, moueaturque in eius circumferentia ſemper ſibi ipſi parallela, oculo in centro conſiſtente, eò apparentiam maiorem habebit hæc linea quo remouetur magis a diametro cum qua minorem angulum facit.*

Sit linea AB obliquè incidens, in planum circuli BDF, ſupra cuius circumferentiam moueatur in ſitu ſemper parallelo. Sitque oculus in C immotus. Et ſit ita AB vt ſit A B C. minimus angulus quem facit hæc linea cum lineis ductis in plano circuli, hoc eſt perpendicularis ex puncto A ducta cadat in B C. 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

Digitized by Google

angulum DCE maiorem esse angulo FCG. ducantur enim lineæ AC, EC, GC, item linea DH parallela diametro BC.



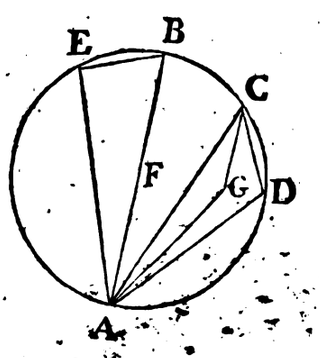

Demonstratio linea DE supponitur parallela lineæ AB. linea DH ducta etiam est parallela lineæ BC; (*ergo per* 10. 11.) anguli ABC, DEH sunt æquales; est autem (*per Lemma superius*) angulus EDC maior quam EDH, ergo angulus EDC maior est angulo ABC, ergo reliqui duo simul DCE, DEC minores sunt duobus simul BAC, BCA: sinus autem anguli DCE, ad sinum anguli DEC se habet, (*per primam tertij Trigon*) vt DE, ad DC, seu vt AB ad BC, sicut (*per eandem*) se habet sinus anguli ACB ad sinum anguli BAC, ergo vt sinus anguli DCE ad sinum anguli DEC, ita sinus anguli BCA, ad sinum anguli BAC, sed aggregatum duorum priorum angulorum, minus est aggregato posteriorum vt iam ostendimus, igitur angulus DCE, minor est angulo ACB quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO XXVI.

### Theorema.

*Obiectum potest vicinius esse oculo & æquale, immò minus apparere.*

Sit oculus in puncto A, dico fieri posse, vt obiectum illi vicinius fiat, appareat tamen æqua-




le aut etiam minus. oculus enim A sit in peripheria circuli, obiiciaturque illi linea EB inscripta circulo, ita vt AB transeat per centrum F moveatur EB, in CD, cum AB transeat per centrum F, clarum est CD non ita distare ab oculo A, quam EB, dico tamen CD visum iri illi æqualem,

Demonstratio (*per* 21. 3.) si lineæ EB, CD sint æquales erunt etiam anguli CAD, EAB æquales, igitur (*per* 3. *Axioma huius*) lineæ EB, CD, apparebunt æquales.

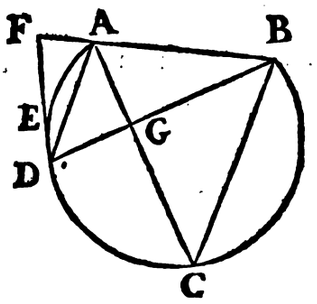
Neque hoc mirum videri debet, cum linea EB directe oculo obiiciatur, in CD verò magis obliquè, quod si adhuc magis oblique oculo obiiceretur vt CG tunc licet oculo vicinior esset, sub minori angulo videretur, & consequenter in oculo minorem exprimeret imaginem quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO XXVII.

### Theorema.

*Immota magnitudo æqualis appareat aliquando appropinquante ad eam oculo.*

Sit magnitudo AB, visa satis directè, ab oculo C. dico posse oculum C accedere ad magni-




tudinem AB, ita vt æqualis semper appareat oculo. triangulo ABC (*per* 5. 4.) circumscribatur circulus; moveaturque oculus à C in D, fiet vicinior magnitudini AB vt 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, ADC sunt æquales: ergo AB videtur habere æqualem magnitudinem, oculo posito in D, ac apparebat oculo existenti in puncto C.

Addo vlteriùs quod si oculus accederet ad magnitudinem AB per lineam EF, quæ magis, ac magis recederet à circulo ADC, quod linea AB adhuc minor apareret, quia fieret angulus minor, ac ille qui producitur in peripheria circuli, quæ omnia procedunt ex obliquitate.

## PROPOSITIO XXVIII.

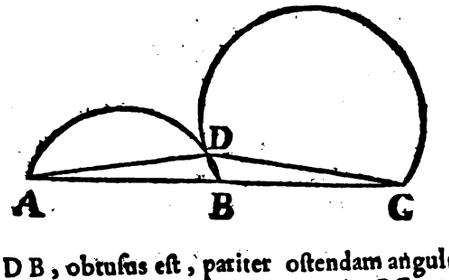
### Theorema.

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

Sint duæ lineæ æquales AB, BC, (*per* 33. 3) super linea AB 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 maiorem, lineâ BC. ducantur lineæ AE, BD, DC.

Demonstratio

Demonſtratio ſegmentum ADB ex ſuppoſitione capit angulum obtuſum, igitur angulus



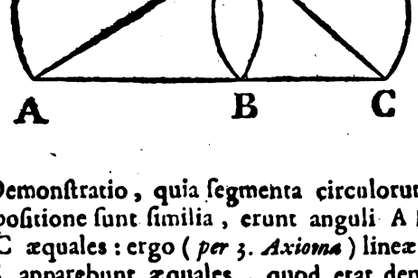

A D B, obtuſus eſt, pariter oſtendam angulum BDC acutum eſſe, igitur lineæ AB, BC æquales inter ſe, ſpectatæ ex puncto D, apparent ſub angulis inæqualibus, ergo inæquales apparent (*per 3. Axioma huius*) quod erat oſtendendum. immo poſſet aſſignari locus ex quo magnitudines earum apparentes determinatam haberent rationem.

## PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

*Inæquales magnitudines ex vno eodemque loco aliquando apparent æquales.*

Sint lineæ AB, BC inæquales ſupra quas (*per 33. 3.*) deſcribes ſegmenta circuli capientia angulos æquales, & ſe interſecantia in puncto D, dico lideas AB, BC realiter inæquales, habere tamen apparentias æquales reſpectu oculi eas inſpicientis ex puncto D, ducantur lineæ A B, B D, C D.



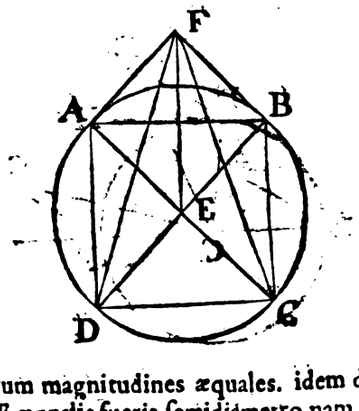

Demonſtratio, quia ſegmenta circulorum ex ſuppoſitione ſunt ſimilia, erunt anguli A D B, BDC æquales: ergo (*per 3. Axioma*) lineæ AB, B C apparebunt æquales, quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XXX.

Theorema.

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

Sit quadratum ABCD cuius diametri AC BD, ſe interſecantes in puncto E, educatur per E linea EF, quæ ſit recta ad planum quadrati ABCF, dico ſi oculus ſit in F, apparebunt diametri AC, DB æquales. (*per 9. 4.*) circumſcribatur quadrato circulus; diametri AC, DB erunt etiam diametri circuli, ergo (*per 19. huius*) erunt appa-




rentes earum magnitudines æquales. idem dico, ſi linea EF æqualis fuerit ſemidiametro nam (*per 20. huius*) erunt earum apparentiæ æquales.

Multæ aliæ angulorum, & apparentium magnitudinum combinationes ſunt, quæ quia depẽdent ex ſitu quem quælibet magnitudo obtinet reſpectu oculi, ſi nempe oblique ſpectetur aut directe, neque aliquid docent quod mihi videatur ſcitu dignum, ideo iis ſupersedeo.

## PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

*An apparentes magnitudines ſint minores veris, hoc eſt an obiecta maiora ſint, quàm appareant.*

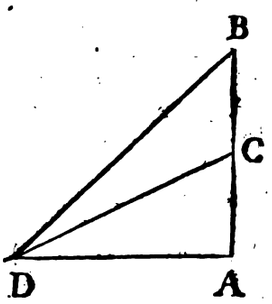
Hæc propoſitio profertur ab aliquibus opticis, tanquam indubitata, & demonſtrata; nempe quòd obiecta maiora ſint quàm appareant; examinatâ tamen demonſtratione ſuſpicatus ſum, latere aliquid ſophiſmatis. vt autem eam difficultatem meliùs oculis ſubiiciam. Certum mihi eſt aliquos homines res maiores in 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 fere ratio id aſſerendi refert tamen Gaſſendus ſe habuiſſe oculos ita compoſitos, vt vnô obiecta videret longe maiora quam aliô, quòd ſi hæc differentia in vnius hominis ambobus oculis, inventa eſt; quidni in duobus hominibus inveniatur: deinde adhibitâ lente concavâ, aut convexâ; obiectâ longè minora, aut maiora deprehendimus; quidni etiam, in diverſis oculis eadem differentia intercedat. ponamus ergo id ita accidere, ſintque duo, quorum vnus idem obiectum, & in eâdem diſtantia poſitum maius videat, quàm alius. an prior maius videt obiectum 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, vterque videt illam triginta pedes continere; ſed prior ſingulos pedes maiores videt quàm alius.

Neque dicas vnum videre pedes provt ſunt in ſe, alium verò non videre, quare enim quid ſit videre obiectum vt eſt in ſe, vterque enim videt eam turrim continere 30. pedes, & non plu-

res

res aut pauciores vnus quam alter : vterque videt singulos pedes duodecim digitos continere, & ita deinceps, vnde concludo posse bene asseri, vtrumque hominem ea obiecta videre pro vt de facto sunt in se.

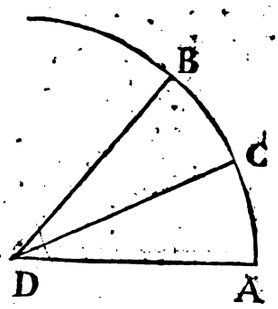
Ratio vero quam affert Aguilonius est omninò sophistica, putauit enim se demonstrasse maiorem esse rationem verarum magnitudinum, quàm apparentium ; sed eo posito non video quomodo concludi possit ; ergo magnitudines apparentes minores sunt, quàm reales. ponamus enim A B magnitudinem esse duplam magnitudinis A C, & spectari ab oculo D ; angulus B D A mensura magnitudinis apparentis A B, non erit duplus anguli C D A mensuræ magnitudinis A C, ergo maior est ratio magnitudinis veræ A B, ad




magnitudinem veram A C quam magnitudinis apparentis A B, ad apparentem magnitudinem A C ; vnde A B non apparet dupla cum deberet apparere dupla, ergo minor apparet quam debeat, A C item si diuidatur bifariàm idem patietur incommodi : ergo apparentes magnitudines minores sunt quam reales.

Sed nisi me meus fallit sensus, puto inuertendo proportionem contrarium concludi posse, bene quidem probat A B minorem apparere quam par sit ; posito quod A C videatur, vt par est ; & ego deduco, ergo A C maior videtur quam par est, posito quod A B videatur vt est. nam si comparando maiorem cum minori ; maior est ratio verarum magnitudinum, quàm apparentium ; vice versâ comparando minores cum maioribus, maior erit ratio apparentium magnitudinum, quàm verarum. hoc est apparens magnitudo A C, est plus quam dimidia pars apparentis magnitudinis A B, cum tamen vera magnitudo A C sit præcisè dimidia pars veræ magnitudinis A B. vnde quæro cur A C erit potiùs prima mensura respectu A B, quàm A B respectu A C.

Latet ergo sophisma inde ortum quod magnitudinem rectam mihi afferat cuius aliquæ partes non ita directe oculo opponi possunt ac aliæ. si

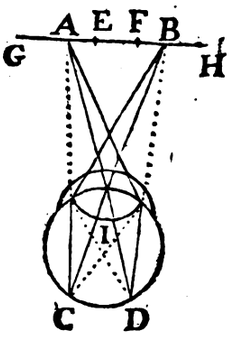



enim mihi proponeret magnitudinem circularem, in cuius centro oculus existeret, eadem esset



ratio apparentium magnitudinum ; & verarum certum est enim si A B sit duplus ipsius A C, angulum A D B mensuram magnitudinis apparentis, A B, esse etiam duplum anguli A D C, mensuræ magnitudinis apparentis A C, falsa fuit ergo vniuersaliter illius propositio, eamque saltem debuit limitare.

Quare vt melius ratiocinet, dicendum est quotiescumque alicui proponitur magnitudo videnda, ita vt de distantiâ illius & de situ iudicare possit, videt illam prout est in se ; quoties lineæ ab extremitate imaginis, per centrum retinæ ductæ, rectà feruntur in extremitates obiecti. Sit obiectum A B, emittens radios luminis per pupillam in christallinum, & alios humores, donec formet imaginem C D, sitque centrum retinæ I,




ductaque C I, rectà feratur in B, sicut D I attingat punctum A, dico magnitudinem A B visam æquari, veræ.

Demonstratio ( *per 5 primi huius.* ) obiectum videtur esse in linea recta, ducta ab eius imagine per centrum retinæ ; sed ex suppositione punctum A, inuenitur de facto in linea ducta ab eius imagine D per centrum retinæ I, ergo obiectum A videtur esse in linea recta in qua de facto est, idem dicito de obiecto B, quod inuenitur in linea C I ; sed ex suppositione, vel quia duobus oculis videtur illud obiectum, vel quia sunt interiecta multa corpora probe cognita ; potest cognosci eius distantia ab oculo ; igitur cognoscentur loca in quibus existunt puncta A & B, sed non possunt cognosci huiusmodi loca, quin cognoscatur magnitudo A B ; ergo si hæc omnia adsint ; obiectum videbitur prout est in se, & magnitudo vera non differet à visâ. quando enim ex magnitudine anguli, præcise voluimus metiri magnitudinem visam, adhibuimus aliquam restrictionem quoties, vel distantia tanta esset, vt de illa iudicium fetri non posset, vi illius impressionis quæ fit in oculo.

An verò respectu omnium oculorum id accidat, vt linea ducta ab imagine in retina expressâ, per centrum eiusdem retinæ rectà feratur in obiectum, puto non satis constitui posse ; ( neque enim ad locum in quo videtur obiectum determinandum, vllà ratio haberi debet linearum per quas incidunt radij in retinam, sed tantum lineæ ab imagine in retina expressa, per centrum eiusdem retinæ ductæ. puto igitur communiter in oculis bene affectis, respectu obiectorum non multùm ab axe optico dissitorum, id contingere ; quod præsumptione potius quam certa ratione ductus affero.

neque enim omnes refractiones in oculo factas, ita expendere possumus ad minutias vsque, vt si paulo aliter accideret præsertim in aliquibus tantum, ille tamen error nos non lateret. præsumptio autem stat pro natura quæ debet censeri bene prouidisse rebus vt saltem ea obiecta quæ perfecte distinguimus videantur in proprio loco.

E contrà verò si accideret vt CI, DI productæ non attingant obiectum propositum, sed magis ab inuicem recedant, vt in puncta G & H dirigantur, tunc obiectum maius videtur quàm par sit; vt accidit quoties lentem conuexam oculis admouemus. Si verò magis accedant ad inuicem ita vt puncta E, & F respiciant, magnitudo visa minor est quam vera, hoc autem accidit iis qui lente concaua vtuntur.

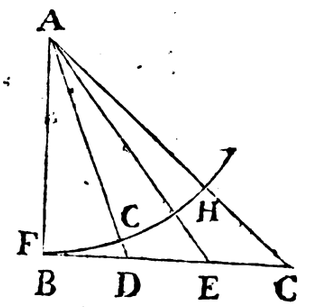
Quoties autem de distantiâ nullum potest ferri iudicium, apparentes obiectorum imagines sunt minores, quam reales. tunc enim quia non possumus imaginari nisi eam distantiam, cuius, vi oculorum habemus cognitionem aliquam, & quasi memoriam, vi autem oculorum distantiæ tantum illius in qua benè distinguimus obiecta, cognitionem habemus; ideo 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 eôdem angulo; sub quô communiter spectatur magnitudo pedalis: sed contrà; quia magnitudo pedalis si spectetur in distantiâ vnius pedis, videbitur sub angulo sexaginta gradnum; si ad distantiam duorum pedum videbitur sub angulo 30 graduum, & ita deinceps pro vt magis ab oculo remouebitur, minuetur angulus sub quo videbitur; cur ergo sol qui videtur sub angulo triginta minutorum, seu dimidij gradûs. dicetur videri sub angulo, sub quô 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 magnitudine pedali visâ, ad distantiam 115 pedum, potius quàm 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 iudicare, quare quæcumque à nobis etiam magis dissita sunt, comparamus cum ea distantia, & iudicamus esse dissita ad centum circiter pedes; nullius enim maioris distantiæ experimentalem cognitionem habemus, vt præcisè à potentia visiua deductam. cognitiones enim distantiarum maiorum, habent aliquid admixtum ratiocinij. igitur quæcumque magis distant ab oculo quam centum quindecim, aut centum viginti pedibus cum ad eam tantum distantiam referantur, ita se habent vt minores sint magnitudines apparentes, quam reales. non ergo debuit vniuersaliter asseri, obiecta esse maiora, quàm appareant.

## PROPOSITIO XXXII.

### Theorema.

*De visione figuræ & consequentibus figuram.*

Datô & sufficienter explicatô modô, quô magnitudinem, seu dimensionem aliquam oculis percipimus, & in eius determinationem venimus; non erit difficile, assignare modum, quô videtur figura aliqua. cum enim quodlibet obiectum figuratum directe oculis expositum similem sui imaginem in oculi retina exprimat: nullum videbitur obiectum, quin sub aliqua figura videatur. ita quoties alicuius obiecti omnes dimensiones æquales videmus, seu in eius centro axem opticum defigentes omnes lineas ad peripheriam ductas æquales perspicimus: illud rotundum & circulare nobis apparet. Sæpe autem accidit vt quia partium distantiam notam habemus; rem, aliam habere figuram videamus quam obtineat eius imago in retina. si enim à duobus aut tribus passibus oculo obiiciatur obliquè circulus, non propterea ovalis figuræ videbitur, licèt ovalem figuram eius imago in retina imitetur, sed visio distantiæ modicæ quam duo oculi bene distinguunt, illi errori occurrit. ex hoc autem tam figuræ alicuius obiecti, quàm distantiæ singularum partium, varias obiectorum circumstantias detegimus. & hæc quotiescumque tam vicinum est vt de distantia certum iudicium ferri possit; vbi vero distantia paulò maior est, ad alia recurrimus accidentia, vt ad diuersam illuminationem. ita si globus aliquis obiiciatur oculo in ea distantia in qua, vix potest animaduerti differentia quæ inuenitur, inter distantiam puncti medij hemisphærij visibilis, & distantiam extremitatum ad diuersam illuminationem recurrimus, & ex eo quod ex certo & determinato loco magis intensam ad oculum lucem remittat, quod est proprium corporum conuexorum) de illius gibbositate iudicium ferimus. In quo quam multæ sint hallucinationes, pictura satis edocet, quæ mentitis coloribus, & vmbris eandem conatur ingenerare in oculo obiectorum imaginem, quam ipsa, si adessent producerent. quæ omnia breuiter delibo; neque enim in singulis immorari est vllum operepretium; cùm vix contineant vllam difficultatem.




Planum ac rectum cognoscimus, ex vniformiter crescente singularum partium ab oculo distantia, fit

sit enim oculus A, superficies BC plana videtur, si lineæ AD, AE, AC, cum aliqua vniformitate crescere videantur, quod enim posito quod AB sit perpendicularis, sit omnium breuissima clarissimum est. cum in triangulo ABD angulus B rectus, sit maximus, atque adeo (*per* 19. 1.) latus AB, sit minus quam AD, & quia angulus ABD rectus est, erit ADB acutus & ADB obtusus ideoque distantia AE maior erit quam AD, &c. Ex eo igitur vniformi incremento distantiarum de rectitudine iudicamus, meliùs tamen id examinabitur. si oculus sit in F quod linea BC se accommodet visui de rectitudine iudicamus. curvum autem & cavum si partes D & E, ab ea linea visuali deorsum subsidendo deflecterent, si vero sursum attollerentur linea BC convexa esset.

Si hæ duæ curvitates cum aliqua regulatitate procederent circulares essent : cum enim simus assueti multas res planas intueri; quoties animaduertimus aut non satis crescere distantias partium obiecti ab oculo, res concaua apparet, si verò partium extremarum distantiæ nimium crescant, conuexitas nobis aliqua apparet.

Asperitates & concauitates obiectorum si notabiles sint & vicinæ ; satis perspicimus ex maiori partium illarum distantia. si vero sint minores ex vmbris, & difformi partium illarum illuminatione cognoscimus. læue autem & politum ex luminis reflexione ordinata, multa alia huiusmodi cognoscimus etiam sine ratiocinio, eo quod alias deprehenderimus obiecta talis naturæ, tales habere proprietates, & tales efficisse visiones, vnde similis visio, postea similis obiecti 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, cuius partes cum sibi inuicem officiant oculis sese videndas simul exhibere non possunt, nisi forsitan sint partes corporis alicuius diaphani : restat vt ex superficierum diuersitate de crassitie iudicium fetamus.

Locus rei proprius, & absolutus non videtur; immò valde dubitant philosophi quid sit talis locus. locus tamen respectiue sumptus ad videntem, facile cognoscitur ex distantia, quam habet obiectum ab oculo, & quantum ad læuam dirigendus sit & detorquendus à medio aliquo situ, & vt ita dicam naturali quem obtinent axes optici, dum æqualiter ad se inuicem inclinantur. cætera maiori indigent ratiocinatione quam quæ ex sola visione oriatur.

Situs autem quem obtinet aliquod obiectum sumptum per modum vnius in ordine ad oculum non differt à loco, situs vero quem obtinet obiectum aliquod totale, non sumptum per modum vnius ; sed prout extensum, cognoscitur ex varia distantia partium ab oculo, ita dicitur aliquid oblique obiici. quoties partes æqualiter à medio distantes inæqualiter tamen ab oculo distant.

Motus autem obiecti varie cognoscitur ; primo ex motu oculi, cognoscitur motus obiecti, si enim vt obiectum semper videat oculus necessario moueri debet, quem motum anima sentit, obiectum moueri videbitur. vtide si accidat vt tam oculus quam obiectum per modum vnius moueantur, si motus oculi simul fiat cum toto corpore obiecti, motus non percipietur. Si autem motus obiecti sit valde paruus, non percipietur motus oculi ; atque adeo neque motus obiecti.

Si oculus quiescat, motus obiecti percipitur ex eo quod variæ retinæ partes à tali obiecto successiue afficiantur ; seu quod imago exprimatur in diuersis partibus retinæ. sicut ergo aliquid moueri iudicamus, si successiue immotæ manus verbi gratia partes diuersas impellat.

Item ex diuerso situ quem respectu corporis successiue obtinet obiectum, eius motus percipitur. vel ex aliis obiectis vicinis, si successiue respondeat aliis, atque aliis obiectis, vt modo tegat vnum postea vero aliud.

Quod verò per lineam rectam accedit ad oculum, ex decrescente sensim distantia, magisque ac magis inclinatis ad se inuicem ambobus axibus opticis deprehendimus. in maioribus distantiis ex diuersis corporibus quibus successiue respondet, ex magnitudine apparenter crescente ; & aliis omnibus modis, quibus distantia percipitur.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Theorema.

*An oculus fallatur.*

Hic in quæstione omninò philosophica versamur & quæ fere in nomine posita est. ne tamen illam subterfugisse videamur, certum est oculum, cæterosque sensus externos nihil asserere, hoc est non componere vnum 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 vt alicui vnum attribuamus, quod de facto illi non conuenit, quod oculus præstare non potest, ad hoc enim opus est aliqua comparatione, comparatio autem dicit necessario vnum obiectum concipi, illique attribui aliquod prædicatum quod illi non conueniunt. at dum hircoceruum concipio, non concipio hircum, cui naturam cerui attribuam; ita vt principale vt ita dicam obiectum sit hircus cui naturam cerui falso attribuo, cum aliam vt ita dicam illi assuere deberem. sed obiectum meum principale concipi non potest nisi concipiam hircum & ceruum. dum concipio Petrum currere qui non currit obiectum meum non est Petrus qui male coniungatur cum cursu, sed obiectum meum est Petrus currens, qui aliter apprehendi non potest. ita etiam in sensu dicendum est. oculus ictericus videt obiectum viride, quod vt ita dicam flauum videt, videtur esse falsitas non tamen est. nam pro obiecto habet non obiectum viride tantum, sed obiectum viride & flauum, quorum per modum vnius vnicam visionem efficit. non est ergo formalis falsitas. Est tamen virtualis falsitas, quia est occasio alicuius falsitatis in sensu communi, aut intellectu.

Error igitur oculi in eo sensu, est productio visionis minus consuetæ vnius obiecti, similis illi qua solet aliud obiectum videre.

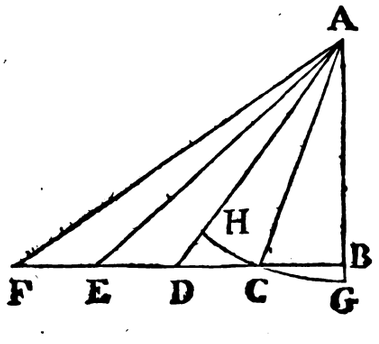
dere. vt dum oculo obiicitur oblique circulus, elicit visionem illius circuli omnino similem illi quam eliceret si illi obiiceretur ellipsis. ex quo sumit originem error in intellectu. fons autem & primum principium illius deceptionis est imago quæ in oculo exprimitur. quoties igitur propter insuetam aliquam circumstantiam, accidit vt similis imago in oculo depingatur: illi quam solet communiter aliud obiectum in retina exprimere est fallaciæ, & deceptioni locus. vt quia in tabella plana ita sunt dispositi colores, vt per eandem lineam in oculum incidant, per quam remitterentur ab ipsis obiectis realibus, oritur fallacia, & ita de cæteris vt sequentibus propositionibus exponam.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Theorema.

*Æqualium intervallorum in eadem linea collocatorum, quæ ita dissita sunt vt de distantia iudicare non possimus, minora apparent.*

Sint spatia æqualialia B C, C D, D E, E F in eadem linea collocata, ita vt BC minùs di-




stet ab oculo A, dico si facile de distantiis A C, A D, A E, A F, iudicare non possumus, spatium F E, minimum appatere, deinde D E, paulo maius. Sit enim AB brevissima seu perpendicularis (*per* 12. *huius*) intervallum BC maius apparebit deinde CD exinde DE & ita deinceps. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

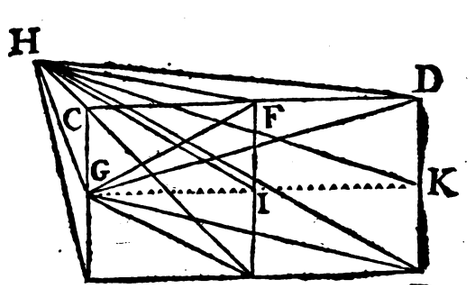
Ex hoc deduces rationem quare si sit ordo aliquis satis longus atborum, aut columnarum æquali intervallo inter se distantium, quæ longiùs ab oculo removentur, minus inter se distare videantur; cùm enim intervalla quibus distant ab invicem sub minori videantur angulo, tandem angulus ille fit insensibilis, atque adeò non videtur esse aliquid; ergo coniuncta videntur quæ realiter tamen interse distant.

## PROPOSITIO XXXIV.

### 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 H G ducaturque ad vtramque parallelam perpendicularis AGC, item aliæ vtcumque perpendiculares EF, BD, debeo ostendere apparentem magnitudinem A C, esse maiorem apparente magnitudine E F, & hanc maiorem apparente magnitudine BD; & ita de alijs. 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, maior est lineâ GA, item GB maior est quam GE, cum angulus GEB sit obtusus.

Idem probabo de GC, GF, GD. rursus quia triangula HGA, HGE, 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, maior sit quam GA, ergo quadratum HA minus est quadrato HE; & consequenter linea HA, minor linea H E. ita ostendam lineam HC, minorem esse, quam HF, & 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, cuius 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 H I E si linea HE statuatur sinus totus linea IE erit sinus anguli EHI, (*per* 1. 3. *Trigonom*) ergo vt HE ad I E, ita sinus totus ad sinum anguli EHI, pariter ostendam, ita esse sinum totum, ad sinum anguli B H K, vt HB ad B K, seu E I, sed maior est ratio maioris H B ad E I, quam minoris HE, ad eandem E I. igitur maior est ratio sinus totius ad sinum anguli EHI, quam ad sinum anguli BHK, ergo angulus EHI, maior est angulo BHK. eodem modo ostendam angulum DHK. minorem esse angulo FHI, atque ita totus angulus EHF maior est toto angulo BHD. ostendam pariter angulum AHC maiorem esse angulo FHE. quare (*per* 3. *Axioma*,) AC, maior apparebit, quàm EF; & EF maior quàm BD quod erat ostendendum.

### COROLLARIVM I.

Portiuum latitudo coarctari videtur, laquearia

ad

Digitized by Google

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 iudicare non possumus, ideoque huiusmodi deceptiones potiùs accident vnô oculô clausô, quàm duobus, duobus enim vt iam dixi, melius de distantia iudicamus.

## COROLLARIVM II.

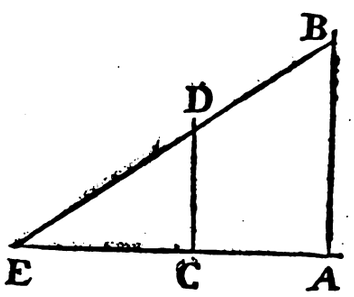
Ex quo sequitur pavimenta templorum semper attolli, comparatur enim cum linea ad libellam per oculum ducta, quæ est situs naturalis axium Opticorum. item horizon, & mare attolli videntur propter eandem rationem, vnde dicitur qui ascendunt mare in navibus.

## PROPOSITIO XXXV.

### Theorema.

*Si duo corpora in eadem fere linea oculo obiiciantur nullumque sit visibile corpus inter vtrumque interiectum, in distantia maiori, hæc corpora coniungi videntur.*

Sint duo quæcumque corpora A B, C D, à quibus multùm distet oculus E, ita vt vi duorum




oculorum non possit discerni excessus distantiæ E B, supra distantiam E D, nec aliquod corpus visibile interiiciatur inter D, & B, saltem quod ab oculo E, spectati possit. dico obiecta D, & B, videnda quasi coniuncta essent.

Demonstratio. Obiecta illa videntur, eôdem modô, ac si coniuncta essent, quæ in oculo eandem producunt imaginem, ac si coniuncta essent: sed in tali casu id accidit. nam neque vbi semel radij ab eadem parte obiecti ad diversas partes pupillæ ducti, sunt physicè paralleli, nulla ex remotione obiecti quo ad hoc punctum fit sensibilis mutatio; pariter vbi axes Optici ad eandem obiecti partem directi, ad parallelismum physice ac sensibiliter accesserint, nulla fit mutatio ex maiori remotione obiecti, nam licet magis sint paralleli, hoc tamen tôtum 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 nota, ad minorem partium distinctionem, ad colorem mutatum, ita montes magis dissitos, magis cæruleo colore infici videmus, excludo etiam corpora interiecta, nam ex corporibus interiectis in cognitionem distantiæ venimus.

Ex his tribus propositionibus innumeræ hallucinationes, & fallaciæ oriuntur, qualis est hæc, qui ex loco satis dissito fossam, aut amnem intuetur, coniunctas videt aluei crepidines, ita vt nullum ibi amnem interfluere suspicetur.

Montium cacumina sibi invicem cohærere iudicamus, licèt maximô inter se intervallô disiungantur.

Montium apices cum cœlo, stellis aut lunâ coniungimus. 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 versus horizontem magis abesse, quàm prope verticem videtur. quia nempe per interiecta corpora in superficie terræ posita, horizontalem cœli distantiam melius concipimus, verticalem vero ita metiri non possumus.

In minoribus tamen distantiis sæpe contrarium accidit, præcipue si id quod videtur longiùs quam par sit transferatur; vt si nubes è loco paludoso non multum distante emergat, eius distantiam valde modicàm æstimabimus interea dum terræ adhærebit, si verò paulisper attollatur iam longissime distare putabimus, eamque visus transferet in partem cœli quam occultat. vnde puto ibi distinctione aliqua opus esse, vel enim id quod hôc modô in diverso statu spectatur, tale est vt post ipsum nullum sit aliud corpus visibile, cuius distantia aliquo modo percipiatur, aut saltem æstimetur multo maior quam sit illius obiecti, quod de novo oculis obiiciatur. in primo casu, communiter quotcscumque sunt corpora interiecta iudicamus maiorem esse distantiam, quam si absque vllis interiectis corporibus videretur.

Si vero post se habeat aliquod corpus, quod magis distet quàm illud obiectum, & in quod visus, vt ita dicam illud affigat; contrarium accidet, ita nubes paululum à terra auulsas in ipso cœlo cuius distantiam iam præcognoscimus saltem aliquo modo, transferimus.

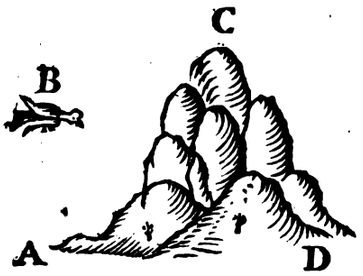
Ita dum aviculæ non transversim volatum exercent, sed per lineam rectam à nobis recedunt vbi per aliquos passus à nobis excesserunt, ita vt oculus distantiam non bene perspiciat, eas vi oculorum transferimus in obiecta maiora, quæ magis oculos feriunt, ex quo longius excessisse iudicantur, quàm re vera abierint; & ex eo sæpe hallucinantur aucupes, qui etiam aviculas volantes disiicere volunt, nisi enim sint assuefacti, vix sat satis temporis habere autumant ad bene dirigendam catapultam, in aviculam, quæ vbi ad aliquos passus avolaverit, existimant eam excessisse omnem Sphæram sui scloperi; cum tamen facile adhuc attingi posset.

Memini me non semel spectasse, congregatos coruos montem ad cuius radices consistebam transvolare conantes, eos altiores montis cacumine iudicabam, cùm nondum ad tertiam illius partem perveniissent. quæ ratio vt concipiatur, sit oculus in A, avis volans in B, sit mons C D, sit distantia A B talis, vt ad illam, oculorum distantia non habeat sensibilem rationem, iam oculus avem illam putat esse in nubibus, cum tamen cacumen montis non excesserit, nubes enim & cœlum cum sint obiecta longe maiora, & visibilia potius ad se rapiunt animæ attentionem, de quo paulo inferius aliquid. inveni tamen vt dixi cor-



Digitized by Google

vos illos dimidiam horam insumpsisse, vt in orbem se attollerent, & cacumen superarent.




Eadem hallucinatio sæpe invenitur in aliis materiis. Iridem sæpe spectavi, non omnino perfectam, ideoque terram non omnino attingentem, cuius pedes oculus ad spatium valde dissitum transferebat; vbi tamen melius radij solares affulserunt; deprehensa est non distare ab oculo quinquaginta passibus.

Proponam & aliam hallucinationem: altitudinem verticalem semper iudicamus maiorem, magnitudine horizontali sibi æquali. ita vt qui peritus assignat locum, ad quem perveniret turris, si integra accommodaret se horizonti, irrideatur ab omnibus: & hoc sæpe sum expertus. quæritur huius rei ratio. an quia horizontalem magnitudinem paulò maiorem ex nostra altitudine spectamus valde oblique, atque adeo sub angulo valde paruo; verticalem autem longitudinem magis directe spectamus, & consequenter sub maiori; ex quo deducere possumus (*per 3. axioma huius*) maiorem esse apparentem magnitudinem obiecti horizontalis, quàm verticalis. puto tamen id omninò non satisfacere: fieri enim potest, vt anguli sint æquales, immò maior angulus sub quo spectatur horizontalis magnitudo. vnde ni fallor aliquid addendum est: & refero aliam fallaciam. sit amnis aliquis præterfluens si exsiccetur, vix in animum inducere poterimus tam parum fuisse latum eius alueum. quæ experientia quia difficilior est, metire aluei fluvij alicuis latitudinem, cui æqualem in planitie accessibili assigna; & hanc accessibilem, latitudine fluvij inaccessibili minorem iudicabis; experimentum enim ipsum rei magnitudinem in imaginatione minuit. ita etiam dicere possumus altitudinem montis maiorem iudicamus, cum eam metiamur labore quem impendere debemus, vt illam transcendamus; quo fit vt leucæ in montibus minores sint. neque enim dum montuosa itinera metimur, communem aliquam, & determinatam mensuram adhibemus, sed ea ex labore æstimamus, qui cum ex ascensu augeatur, augetur etiam itineris æstimatio. ex quo fit vt magnitudo verticalis quamdiu manet inaccessibilis, aut si accessibilis fiat, ex maiori labore maior semper iudicetur.

## PROPOSITIO XXXVI.

### Theorema.

*Distantiæ ex obiectorum distinctione, & colorum vi percipitur.*

Obiectum illud distare videtur, quod eandem, aut similem in oculo efficit visionem, quam obiectum dissitum efficit, & vicissim illud obiectum vicinum oculo videtur, quod vbi non sufficiunt aliæ rationes similem producit visionem, illi quam obiectum vicinum ingenerat; sed obiectum vicinum tale est, vt ex singulis obiecti punctis vivacius lumen remittatur (aut species, parum interest) ideoque intensior exprimatur imago in retina, ex qua sequitur longe perfectior visio; ergo obiectum 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 longe minora videntur, quam si parietes nudi oculis obiicerentur, & hoc cum tanta differentia, vt inferius conclave, inornatum omnino, iurassem multis partibus, superiori cubiculo tabellis insignito maius 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 niue 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 maxime conspicua, tum quia solis lumen oculos non perstringit, nec aliunde lumen affulget, nisi ab eo igne procul viso, vnde impressio vnica est in retina ad quam tota vis spirituum confluit, & quieto aliunde organo, melius percipitur vel minimus motus, tum quia ampliatur pupilla; pluresque excipit radios, vnde fit vivacior obiecti lucidi imago, adde quod distantiam per interiecta corpora metiri non possumus; igitur ad solam visionis efficaciam distantiam eius exigimus, & prope apparet luminosum quod magno, distat intervallo.

Cætera vero corpora non lucida, sub crepusculum remotiora apparent, quàm revera sint, cùm enim parum admodum moueant visum, remota iudicantur. ex quo sequitur maiora videri; cum enim licet distare videantur sub angulo tamen eodem spectentur, necessarium est vt magna appareant: quod autem sub crepusculum accidit, etiam per nebulam perspicienti euenire necesse est, aut in aëre libero, illi qui obtusam habet oculorum aciem.

In quô reprehendas imperitos pictores, qui res dissitas coloribus viuidis exprimunt, aut singulas earum partes probe distinguunt. cum distinctio sit proprietas obiecti non procul ab oculo positi. Vidi aliquando in templo nostro voluisse ædituum Architecturam aliquam longumque columnarum, & porticuum ordinem exhibere, mirabar tamen licèt in perspectiuæ regulis nullô modô aberrasset, vix eam deceptionem in oculis producere, quam solent huiusmodi picturæ, præcipue ad lucernarum probe dispositarum temperatam lucem. cùm statim deprehendi causam, colores enim nimium viuaces in oculum, vt ita dicam ingerebant ea obiecta, quæ fugax columnarum

Digitized by Google

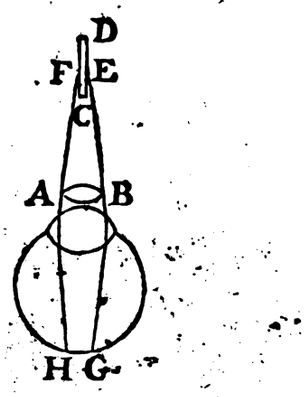
lumnarum ordo distare demonstrabat. Spectabatur pariter in extremitate claustri alicuius, depictum probe sacellum, ita vt intra murum excavatum, & fabricatum videretur, neque deerat altare suis ornatum columnis, quæ omnia probe, & ex arte procedebant, nescio quid tamen desiderabat oculus. cum pictor egregius totum errorem detexit, appensam nempe, aut depictam supra altare imaginem, sed perfectam, & vt vocant finitam pessime ibi collocatam asseruit. cum enim in muri superficie depingendum fuit sacellum, partes remotiores languidioribus sensim coloribus exprimebantur, & bene quidem; cùm hôc modô obiectum, vt par erat ab oculo removerent, tabella autem quæ maxime dissita repræsentari debuerat; cùm nimis oculum moveret, & vt vicina exhiberetur totam hanc fallaciam detegeret, & negotium interturbaret.

## PROPOSITIO XXXVII.

### Theorema.

*Linea directe oculo obiecta apparet punctum superficies, vt linea; corpus aliquando vt superficies, oblique vero, vt linea superficies, vt corpus.*

Primæ tres partes ita probantur. dum linea directe oculo opponitur vnicum tantum eius punctum videri potest; & ipsa vt vnicum punctum apparet, idem dico de superficie, cum enim superficies; hôc modô opponitur visui; prima eius linea interposita est inter oculum, & cæteras eius partes; sed quoties id accidit tota superficies videtur vt linea. igitur superficies, vt linea videtur, quæ omnia non intelligo mathematicè. si enim datur minimus angulus sub quo videri non possit obiectum, nullus est minor angulus, quam ille cuius basis esset punctum. vnde intelligo aliquam lineam physicam cum aliqua latitudine, sed valde parua, & licet minor esset latitudo illius lineæ, quam sit latitudo pupillæ, atque adeo videri aliquantulum possint, remotiores partes; vnientur tamen physice radij cum radiis prioribus. vt sit pupilla A B, paulò latior quam linea CD, poterunt adhuc paulisper videri puncta E, & F, ita tamen parum, vt physice conveniant in retina cum radiis puncti C.



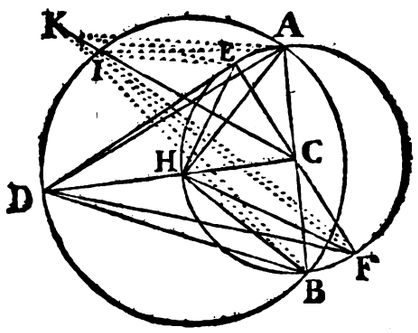

Quod pertinet ad corpus, si directe opponatur oculo vna eius superficies, si verbi gratia sit corpus cubicum vna eius tantum superficies videri poterit; si vero possit fieri, vt duæ simul oculo obiiciantur videbitur vt corpus, quæ omnia sunt clariora, quàm vt in iis diutiùs immorer.

## PROPOSITIO XXXVIII.

### Theorema.

*Eadem quantitas obliquiùs visa in eadem tamen distantia; sed maiori quam sit, visa quantitas minor apparet.*

Sit linea AB directe visa, hoc est sit oculus D, & linea DC, ad medium eius ducta, ad eam




perpendicularis; centrô C, interuallô CA, describatur circulus. ducatur linea EF, æqualis ipsi AB, cuius medium punctum C, sit idem ac medium punctum lineæ A B, hoc enim requiritur, vt illæ lineæ æqualiter dicantur distare ab oculo D. dico lineam EF, videri sub minori angulo, quam A B, hoc est angulum A D B, maiorem esse angulo EDF, describatur circulus circa triangulum ADB, & quia DC, supponitur maior, quam AC, erit centrum circuli in linea D C, cum D C, sit perpendicularis ad AC; ducatur linea CI, ita vt angulus DCI, sit æqualis angulo D C F. cum in DC, sit centrum circuli, erit (*per 7. tertij Eucl.*) CI, minor quam CD, fiant CD, CK æquales, ducanturque AK, AI, BK, BI.

Demonstratio. In triangulis DCF, KCB, latera KC, DC; CF, C B sunt æqualia, & angulus ICB, angulo D C F, æqualis ex constructione; ergo (*per 4. 1. Eucl.*) anguli BKC, FDC sunt æquales; eôdem modô ostendam angulos A K C, E D C esse æquales; ergo totales anguli A K B, EDF sunt æquales. sed (*per 21. 1.*) angulus AIB, maior est angulo BKA, & AIB, (*per 21. 3. Eucl.*) æqualis est angulo A D B: ergo angulus ADB, maior est angulô EDF. quod erat demonstrandum.

Dixi si distantia sit maior, quàm ipsa quantitas; si enim vtraque quantitas spectaretur ex H, sub eodem semper angulo nempe recto appareret.

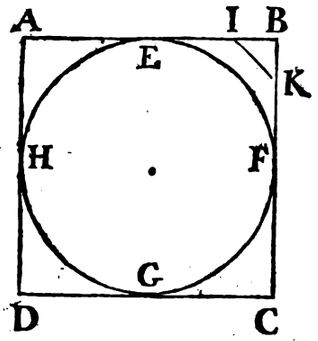
## PROPOSITIO XXXIX.

### Theorema.

*Figuræ multi latere in magna distantia apparent rotundæ.*

Ad hoc vt figura multilatera appareat rotunda, debet

debet amittere ſuos angulos, ſed propter elongationem, & diſtantiam amittit ſuos angulos, tunc enim amittit ſuos angulos, cum anguli non diſcernuntur; ſed anguli non diſcernuntur. omnis enim quantitas in aliqua diſtantia fit inviſibilis (*per* 14. *huius*) ergo poterit ita removeri, vt eius anguli fiant inviſibiles, vt ſi ſit quadratum




ABCD, cui inſcribatur circulus EFGH, exceſſus quô quadratum ſuperat circulum, eſt triangulum mixtum EBF; ſed triangulum mixtum EBF, eſt quantitas determinatæ magnitudinis, quæ vt dixi poteſt ita removeri ab oculo, vt ſit ſeorſim ſumpta inviſibilis; ſeu inviſibilis viſione quâ 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, vnde ex quadrato fiet figura alia multilatera. quod erat oſtendendum.

### COROLLARIVM

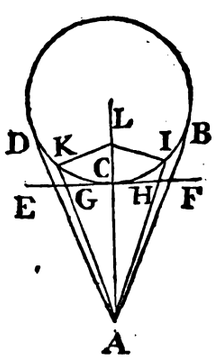
Ex eo ſequitur quod aſtrorum figuræ in rotundas abeant, ita nullus ſine teleſcopio corniculatam venerem animadvertit: aut ſaturnum ovalis figuræ, quod adhuc maxime procedit ex capillitio, cum quo videntur, de quo iam ſupra diximus. Luna tamen adhuc corniculata apparet, quia non ſufficienter diſtat à nobis, vt tantus angulus evaneſcat.

## PROPOSITIO XL.

### Theorema.

*Linea curua, in plano per oculum deſcripta, appareret recta, quando diſtantia diſtingui non poteſt.*

Sit oculus in A, illique obiiciatur linea curua




BCD; ita vt ſit in eodem plano in quo oculus A; dico lineam curuam BCD, videndam tanquam lineam rectam. ducatur enim in eodem plano linea EF, tangens circulum in C. ducanturque lineæ AED, AFB, AGK, AHI.

Demonſtratio. Illud obiectum videtur, vt 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 EF, nempe in communi ſectione plani DAB, & retinæ. ſecundò nulla eſt differentia inter vtramque imaginem, neque enim, ex ſuppoſitione animadverti poteſt exceſſus, quô linea AB, ſuperat lineam AF, aut AD, lineam AE; & ita de reliquis: ergo in maxima diſtantia linea curua, ita oppoſita oculo, vt ſit in eodem plano cum illo, videtur vt linea recta. quod erat oſtendendum.

### COROLLARIVM.

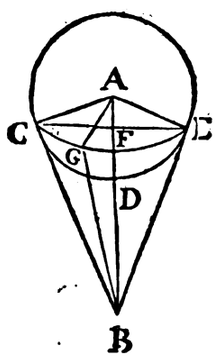
Hæc propoſitio intelligenda eſt, de quacumque linea curua, Ellyptica, hyperbolica, immo & de pluribus lineis angulum comprehendentibus quomodocumque, vt de lineis KL, IL, item de lineis conuexis, aut concauis.

## PROPOSITIO XLI.

### Theorema.

*Vnus oculus videt minùs quam dimidiam partem Sphæræ, & id quod videtur circulo comprehenditur.*

Sit Sphæra cuius centrum A, ſpectata ab oculo B, ſitque linea AB; per quam intelligatur planum quodcumque ſecans Sphæram per centrum, ideoque ſit communis ſectio Sphæræ, & plani illius circulus maximus CDE, ſintque tangentes circulum BC, BE, quæ æquales ſunt (*per cor.* 2. 36. 3.) ducatur linea CE, connectens duos contactus; erunt anguli BCE, BEC æquales, (*per* 5. 1.) & minores duobus rectis, ideoque quilibet minor recto. centrum ergo circuli eſt vltra F in A, ducantur lineæ AC, AE. primò oſtendere debeo arcum CDE, eſſe minorem ſemicirculo.




Demonſtratio. Cum in CE, non ſit centrum circuli, hæc in duas partes inæquales circulum ſecat, & ea pars maior erit, in qua eſt centrum, quod patet ex eo quod ſi per centrum A, duceretur linea parallela ipſi CE, hæc circumferentiam in duas partes æquales divideret; igitur CDE, eſt minor eſt ſemicirculo. Vel alio modo cum in triangulo

triangulo A C B angulus A C B rectus ſit, angulus C A B eſt minor recto ; ergo arcus C D minor eſt quadrante (*per* 18. 6. *Encl.*)

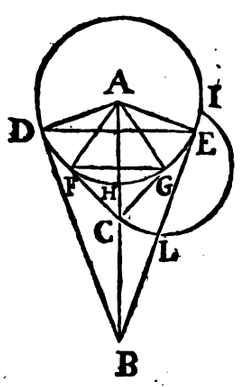
Iam verò ſi circa axem B A, intelligatur volui triangulum B A E ; triangulum B F E, deſcribet conum rectum ; in cuius baſi ſemper fiet angulus rectus, æqualis angulo A E B ; atque adeò in eius peripheriam cadet tangens. cùm ergo oculus nihil videat vltra tangentem, cum duci non poſſit recta linea ; circulus definiet id quod ab oculo videtur, vel aliô modô per lineam C E intelligatur planum ad lineam B F rectum, cuius 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 F G, ſint æqualia (*per def. circ.*) latus B F commune ; & anguli B F G, B F E recti, & æquales (*per* 4. 1.) erunt baſes B F, B G æquales: quare in triangulis B A G, B A E, cùm omnia latera ſint æqualia; erunt anguli BGA, BEA æquales (*per* 8. 1.) ſed BEA rectus eſt ſuppoſitus, cum B E ſit tangens ; ergo B G erit tangens. cum ergo nihil vltra tangentem videri poſſet vltra punctum G nihil videri poterit. Idem oſtendam de reliquis punctis circumferentiæ E G C ; ergo id quod de ſphæra videtur circulo comprehenditur, & circulo minori non per ſphæræ centrum tranſeunte, ergo minus eſt hæmiſphærio. quod erat oſtendendum.

## PROPOSITIO XLII.

Theorema.

*Sphæra eminus ſpectata apparet circulus.*

Sit ſphæra cuius 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 infinita plana, quæ (*per primum primi Theodoſij*) cum per centrum ſphæræ tranſeant, habebunt communes ſectiones cum ſphæra circulos HG, HD, H F, HC, qui omnes (*per* 40 *huius*) apparebunt vt lineæ rectæ, neque enim animaduerti poterit ab oculo, quod linea B E ſit longior, quàm linea B H, ergo ſphæra B H E ; eamdem imaginem habebit, quam exprimeret circulus C D E, ergo ſphæra apparebit, vt circulus quod erat oſtendendum.

### COROLLARIVM.

Et hoc non tantum intelligendum eſt de ſphæra ſed generatim de omnibus ſphæroidibus, conis item ſi per verticem ſpectentur.

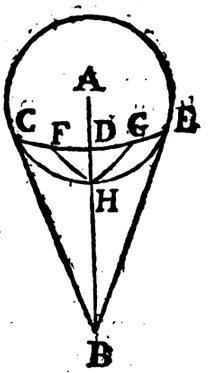
Columnæ tanquam rectangulæ apparent, ſi ex nullo capite dignoſci poſſit rotunditas. pariter multilateræ turres vt rectangulæ apparent, vnde facile imaginamur eas eſſe rotundas cum eodem modo appareant, ac ſi rotundæ eſſent ; licet enim partes angulosæ turris alicuius multilateræ, magis ad oculum accedant id tamen non animaduertitur propter diſtantiam.

## PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

*Oculo ad ſphæram accedente illius minor pars detegitur, quæ tamen maior apparet*

Sit ſphæra cuius 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, maiorem apparere ; hoc eſt angulum F C G, maiorem eſſe angulo DBE. ducantur tangentes B D, B E item ducantur tangentes ex puncto C, quæ ſint F C F G. primo 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. etiam fieri vt tangentes cadant vltra puncta E vt in I alioquin ex puncto L in eundem circulum, et eadem parte duæ tangentes ducerentur quod eſt abſurdum quia L E, & L I eſſent æquales (*per* 37. 3.) & inæquales (*per* 8 *eiuſdem*) ergo tangentes C F, CG cadunt inter D, & E, ergo arcus F H G minor eſt arcu D H E, ideoque ſi intelligatur planum per F G, ad quod ſit recta, linea B H, oſtendam vt prius communem ſectionem illius & ſphæræ eſſe circulum definientem id quod videtur ex puncto C, & planum per D E ductum definire, id quod videtur ex puncto B: circulus autem cuius diameter D E ; maius ſegmentum ſphæræ abſcindit quam circulus cuius diameter F G quod eſt primum.

Adde angulum F C G maiorem eſſe angulo BDE. triangula enim ADB, AFC ſunt rectangula in D, & F. cum BD, CF ſint tangentes. ergo reliqui duo ſimul in vtroque triangulo ſunt æquales vni recto: ergo D A B, D B A ſimul æquales ſunt angulis FAC, FCA ſimul ; ſed DAB, maior eſt angulo FAC, ergo F C A maior erit quam D B A. eôdem modô oſtendam angulum A C G maiorem eſſe angulô ABG ; ergo totalis angulus F C G maior eſt angulo DBE ; ergo (*per* 5. *Axioma huius*) F H G videbitur eſſe maior,



Digitized by Google

quàm DHE quod est secundum, vix tamen hoc totum incrementum est notabile, nisi quando admoueantur oculi maxime ad sphæram: tunc autem quia ferri potest iudicium de distantia, magnitudinem non æstimamus tantum ex angulo.

### COROLLARIVM. I.

Ex his propositionibus deduces, primò si detur aliquod luminosum ita paruum; vt per modum puncti considerari possit aut nullam habeat sensibilem rationem cum sphærâ, minùs quàm dimidium illius hemisphærium illuminabit.

### COROLLARIVM II.

Luminosô ita paruô ad sphæram accedente minor illius pars illuminabitur; intensius tamen lumen recipiet.

### COROLLARIVM III.

Luminosi punctum quodcumque minus quam hemisphærium sphæræ opacæ illuminat, vnde sequitur, perfecta illuminatione & totali minus quam hemisphærium sphæræ opacæ illuminari.

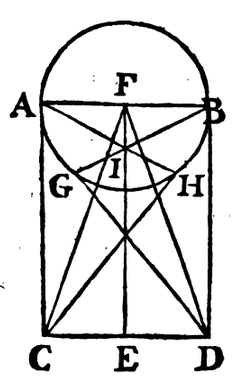
## PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

*Duo oculi immoti, ex sphæra cuius diameter æqualis sit distantiæ oculorum inter se, minus quam hemisphærium vident. Si tamen moueantur circa communem axem; hemisphærium totum successiue spectabunt.*

Sit sphæra cuius diameter A B, sintque oculi C D & lineæ CD A B, sint æquales & parallelæ, sitque linea D B perpendicularis ad A B; hunc enim situm suppono. dico oculos C, D si immoti maneant, non visuros totum hemisphærium, si verò moueantur circulariter circa immotum axem communem E F, totum successiue hemisphærium visuros.

Demonstr. ex oculo D ducatur alia tangens D G, & ex C, tangens D H eritque segmentum sphæræ contentum circulo cuius diameter A H




minus hemisphærio (*per 42 huius*) pariter aliud segmentum contentum circulo cuius diameter G B minus item hemisphærio. eaque plana habebunt communem sectionem, lineam perpendicularem ad planum A G H B eductam per punctum I infra circulum maximum cuius diameter A B, & rectum ad idem planum AGHB; igitur aliquid relinquitur de hemisphærio. sed id quod videtur ab oculo C est segmentum contentum circulo cuius diameter AH, id verò quod videtur ab oculo D, est segmentum contentum circulo BG. igitur id quod videtur ab vtroque oculo ita immoto erit minus hemisphærio.

Si verò intelligantur oculi moueri circa axem communem EF quod FB describet circulum maximum in quo terminabitur tangens D B translata, & semper angulum rectum faciet, ideoque oculus D successiue videbit totum hemisphærium.

### COROLLARIVM.

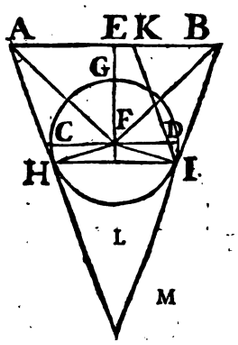
Multo magis sequitur quod si distantia oculorum sit minor diametro sphæræ tam ab vtroque oculo immoto, quam ab vtroque circa communem axem circulariter moto, minus quam hemisphærium videbitur.

## PROPOSITIO XLV.

Theorema.

*Si oculorum distantia maior fuerit diametro circuli, ab vtroque oculo circa communem axem perpendiculariter moto, plusquam hemisphærium videbitur.*

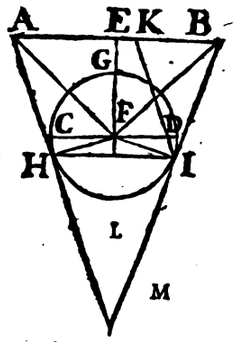
Sint oculi A, B, sitque linea A B maiot diametro sphæræ C D sitque communis axis E F,




perpendicularis ad C D. dico si oculi moueantur circulariter, circa axem E F, successiue, vtetque videbit plusquam hemisphærium sphæræ C G D. sit enim planum per vtrumque oculum & centrum sphæræ F ductum. faciens (*per Theodosium*) sectionem in sphæra circulum maximum CGD. & ex A, & B ducantur duæ tangentes A H, D I. sitque linea D I quæ maior non erit diametro C D, lineæ H I sumatur æqualis A K, ducaturque lineâ K I. item lineæ A F. B F. primò probo lineam K I esse parallelam lineæ A H;

Demonstr. in triangulis A E F, E B F lineæ A E, E B æquales sunt, latus E F commune, anguli ad E recti: ergo (*per* 4. 1.) & bases A F, B F. & anguli AFE, BFE, sunt æquales. pariter in triangulis A H F, B I F rectangulis in H & I cum A H, B I sint tangentes. (*per* 47. 1.) erunt quadrata A H, H F æqualia quadrato A F, sicut quadrata B I, I F, sunt æqualia quadrato

quadrato F B ; & cum tam F B , A B , quàm F H, F I, ſint æquales erunt lineæ A H , B I , æquales. & ( *per* 7. 1. *Eucl.* ) anguli A F H, B F I,




æquales ; erant etiam A F E, B F E æquales:ergo ſunt totales anguli E F H, E F I:ergo & reliqui HFL, IFL. & ſic triangula HFL, IFL (*per* 4. 1.) ſunt æqualia omnimode, & anguli ad L æquales & recti. quære ( *per* 28. 1. ) ſunt parallelæ A B, H I, ſunt autem æquales A K , H I ; igitur ( *per* 33. 1. ) A H. K I ſunt parallelæ. quare linea B I incidens in parallelam KI, cum alia parallela AH conueniet. conueniat ergo in puncto M. oſtendam angulos M H I , M I H minores eſſe rectis atque adeo lineas perpendiculares, per contactus ductas & conſequenter per centrum cadere ſupra lineam H I centrum igitur ſphæræ erit in ſegmento HGI. ſit in F ducantur lineæ H F, F I, fiet igitur triangulum,eritque angulus HFI. quare arcus HGI maior erit ſemicirculo & reliquus minor. ideoque ſi intelligatur circa axem E F volui circulus HGI, vnà cum oculis arcus HGI, deſcribet ſegmentum maius ſemicirculo , quod videbitur ſucceſſiue ab vtroque oculo quod erat demonſtrandum.

*Nonnulla hic demonſtrantur de viſione cylindri, & coni quæ quia dependent ex elementis conicis & cylindricis nondum tradtis ; nec multum ad oculi & viſionis intelligentiam faciunt ; omitto.*

## PROPOSITIO XLVI.

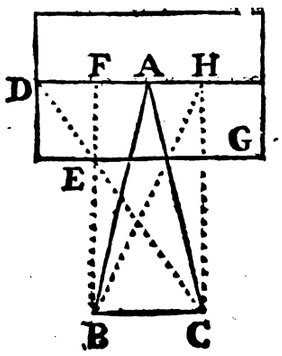
### Theorema.

*Quæcunque videntur, in horopterem transferuntur.*

Res iſta eſt ſatis difficilis indigetque paulo fuſiori explicatione phyſica. ſuppono autem obiectum illud ſolum videri diſtincte, in quodcadit axis opticus , alia vero obiecta videri ſatis confuſe;præcipue vero quæ ab axibus opticis longius diſtant.

Item ſuppono vnum oculum vix percipere diſtantiam obiecti , niſi in quantum contrahi debet aut dilatari , ad hoc vt percipiat diſtincte aliquod obiectum. poſuimus enim ( *in primo libro prop.* 9. ) & hunc modum diſtinguendi diſtantiam. accomodatur autem oculus præcipue diſtantiæ illius obiecti , quod intendimus per obtutum intueri. hoc eſt contrahitur aut dilatatur chriſtallinus provt exigit diſtantia illius obiecti, in quod intendimus vtrumque axem opticum. ergo ſi nulla alia adſit ratio diiudicandi de diſtantia aliorum obiectorum niſi ex contractione aut dilatatione chriſtallini ; omnia obiecta confuſe viſa , videbuntur habere eandem , diſtantiam , quam habet obiectum viſum per axes opticos. ſed quod alia obiecta videantur eandem habere diſtantiam quam habet principale obiectum , 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 obiectum videtur in plano horopteris. quod vt melius concipiatur.

Sit obiectum A quod ab vtroque oculo B, & C videatur per axes opticos B A , C A , ſit linea B C connectens centra viſuum , cui intelligatur parallela A D quæ vocetur horopter, per lineam




A D intelligatur planum D G, rectum ad planum BAC. voceturque planum D G ; horopteris planum;ſitque aliud punctum viſibile E , quod videatur ab oculis B , & C non per axes opticos. ſed per alios radios B E, CE, ita tamen vt ex interiectis corporibus non poſſit diſtingui eius diſtantia ; dico obiectum E, viſum iri in ipſo horoptere A D , ſi ſit in eodem plano trianguli A B C, aut ſaltem in plano horopteris D G, ſi ſit in aliô planô quàm in ABC. cùm enim obiectum E non videatur per axes opticos , immo quod diligenter notandum eſt , videatur per radium B E non multum diſtantem ab axe B A , ſed ſimul per radium CE, multum aberrantem ab axe CA ; non diſtinguetur bene eius diſtantia, neque enim magis innoteſcet diſtantia obiecti E , quam ipſum obiectum E , ſed obiectum E viſum hôc modô non per axes opticos confuſe videtur : ergo & eius diſtantia, præcipue ſi nulla ſint corpora interiecta ex quibus dignoſci poſſit. Adde quod ex angulis quem faciunt radij B E & C E cum linea BC nempe ex angulis EBC , ECB innoteſcere non poteſt locus E. nam ( *propoſitione primâ huius* ) diximus quidem ex angulis A B C, A C B, cognoſci poſſe diſtantiam obiecti A viſi per axes opticos , quia nempe aliter inclinantur oculi, ad inuicem, vt dirigatur vterque axis opticus in obiectum A , quàm ſi dirigerentur in obiectum vicinius , aut remotius ; ſed in quocumque loco ponatur obiectum E , ſemper immoti manent oculi, defixi nempe in obiectum A ; ergo ex eo capite diſtantia dignoſci non poteſt. ergo reſtat tantum alius modus nempe ex contractione , aut dilatatione chriſtallini,qui ad videndum obiectum vicinius communiter fit minoris ſphæræ ſegmentum , & ad videndum obiectum remotiùs maioris ſphæræ figuram induit ; ſed in tali caſu chriſtallinus eam figuram habet , quàm exigeret obiectum E ſi eſſet in plano DG; ergo ſi ex eo capite ſolo petatur diſtantiæ perceptio, obiectum E videbitur eſſe in plano D G. nam oculi ſe accommodant præcipuè diſtantiæ obiecti, cui attendunt , ſed attendunt ad obiectum A , ergo ſe accommodant diſtantiæ obiecti A ;



Digitized by Google

Atqui obiectum A, est in horoptere, ergo si possit ex ea coarctatione, aut dilatatione aliquo modo percipi distantia omne obiectum in horoptere, aut in plano horopteris esse videbitur.

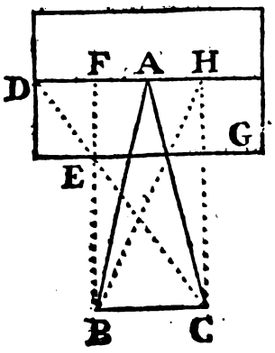
Monui tamen ita vt ex interiectis corporibus iudicium ferri non possit de distantia, neque enim omnia obiecta, excepto principali, & iis quæ in horoptere posita sunt, geminata nobis videntur, sed tantum quoties est aliquod obiectum solitarium, & non coniunctum cum aliis. ita vt nulla sit ratio determinandi ex interiectis corporibus, & iudicandi illud esse in proprio suo loco. experientiæ autem melius rem totam comprobabunt.

## PROPOSITIO XLVII.

### Theorema.

*Nullum obiectum in horoptere positum geminum apparet.*

Illud geminum non apparet, quod in vnico tantum loco esse videtur, sed quidquid est in horoptere, aut eius plano, in vnico tantum loco esse videtur. nam vt 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 vlla ratio propter quam videatur, aut extra horopterem, aut extra locum quem in horoptere occupat. Sit




enim obiectum H, ab oculo B, videbitur in horoptere secundum lineam BH, & ab oculo C, videbitur pariter in horoptere per præcedentem secundum lineam C H, ergo ab vtroque oculo videtur esse in H; quare videbitur esse in loco vero, & proprio, igitur non apparebit geminum. idem dico de plano horopteris, hoc est si obiectum, sit in plano horopteris, extra ipsum horopterem.

### COROLLARIVM.

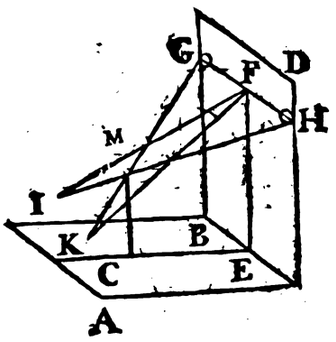
Quæ sunt in horoptere videntur in proprio loco: cum enim videantur in radio ab oculo ducto, illi autem radij concurrant tantum in proprio obiectorum loco, in eo videri necesse est.

## PROPOSITIO XLVIII.

### Problema.

*Instrumentum conficere quo quæcumque de horoptere dicuntur, experiri possimus.*

Paretur Asserculus A B, duorum pedum longus, latus vno, cui ad angulos rectos aptatus sit




alius asserculus B D, in diversis foraminibus possit inseri stylus C M, ducaturque linea C E, & alia FE, vt figura satis ostendit, sitque GFH, horizontalis linea. & paratum erit instrumentum in quo linea G H repræsentat horopterem, & planum BD, erit planum horopteris. stylus CM, erit obiectum in diversis positionibus.

## PROPOSITIO XLIX.

### Theorema.

*Obiectum extra horopterem positum geminum appareat.*

Sint oculi I & K, intendentes per axes Opticos in punctum F. sitque primo inter vtrumque axem Opticum I F, K F, positum obiectum M, dico obiectum M multiplicandum, & videndum in punctis G, & H. primo experientia id constat, modo attentius consideretur vtroque axe Optico punctum F. secundo probatur (*per 45.*) quidquid videtur, (ita tamen vt distantia per interiecta corpora non satis percipiatur) illud in horoptere videtur, sed obiectum 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 obiecto F, quod respicit per axes Opticos, tàm obiectum F, quam quod in eodem cum eo plano existit, totam ad se oculi attentionem rapit, ideoque alia obiecta oculus percipit comparative ad illud planum, quod tale est vt eius singulæ partes æqualiter distent ab vtroque axe. sed dum obiectum M, comparatur cum plano BD, tegit duplex illius punctum, nempe puncta G & H, ergo videbitur esse geminatum.

Ex quo sequitur quod si corpora interiecta inter oculos, & obiectum M talia sunt, vt eius locum bene determinent, ita vt difficile sit, vt illud imaginemur esse in plano B D, non succedet huiusmodi hallucinatio.

Sit pariter obiectum A, visum ab oculis BC, per axes Opticos BA & CA. & consequenter sit horopter E F, sitque aliud obiectum D, vltra horopterem positum: dico obiectum D, visum iri in duobus locis nempe in punctis E, & F.

Cum enim oculus videat obiectum A distinctissime, & ad eum maxime attendat, comparative ad illud cæterorum obiectorum locum determinat;

Digitized by Google

cerminat; cùm ergo obiectum D, ab oculo C videatur, esse magis ad dextram, quàm obiectum



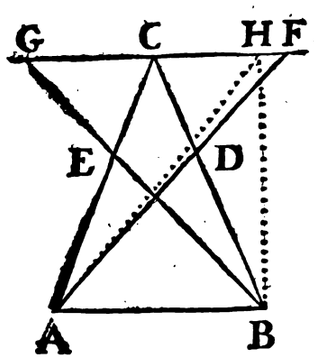

A, & ab oculo B, magis ad sinistram, & eius distantia non percipiatur; necessarium est, vt videatur in duobus locis: nempe in E & F. quamdiu nempe fixum habebimus obtutum in obiectum A. nam accidit plerumque, vt dum volumus comparare obiecta A & D inter se, defigamus axes Opticos in A, & starim in D, tunc non sequetur hallucinatio.

## PROPOSITIO L.

### Theorema.

*Duo obiecta vnum obiectum apparere possunt.*

Sint oculi A & B, quorum axes Optici A C, B C. sintque duo obiecta E, & D, in duobus axibus, dico obiecta E, & D, videri per modum vnius obiecti.




Illud enim obiectum videtur esse vnum cum alio obiecto; quod in eodem loco videtur cum illo, sed obiectum E, videtur in eodem loco in quo videtur obiectum D; ergo videntur quasi vnum obiectum. minor ita ostenditur. obiectum E, ab oculo A, videtur (*per* 46.) in horopetere, videtur item in radio A E, ergo videbitur in puncto C, sed pariter obiectum D, videtur in puncto C, ergo obiecta D & E, videntur in eodem puncto C, licèt adhuc videatur obiectum D, in puncto F, & E, in puncto G.

Ideoque si obiecta E & D, sint vnius eiusdemq; coloris; & omnino similia; videbuntur perfectè vnum esse obiectum, videbunturque tria tantum esse obiecta similia. si vero obiecta dissimilia, duo extrema videbuntur cum proprio colore. medium verò obiectum ex duobus coloribus coalescet, fierque compositus aliquis color, quasi vterque diaphanus esset, & alius trans alium videretur. quod egregie confirmat eam rationem, quam supra attulimus, quare obiectum quodlibet non multiplicetur, etiamsi videatur duabus visionibus, quia nempe ab vtroque oculo videtur esse in eodem loco.

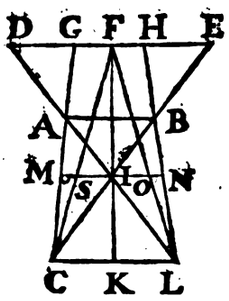
Succedet hæc hallucinatio, etiam si radij AC, B C, non essent axes Optici, sed alij quicumque radij, vt si immutatis reliquis, axes Optici essent AH, BH, modò obiecta essent in duobus radiis quibuscumque concurrentibus in eodem puncto horopteris, viderentur multiplicari, & coalescere.

## PROPOSITIO LI.

### Theorema.

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

Sint obiecta A, & B, horopter DE. axes CF, DF, sintque obiecta A & B, ita disposita vt radij




in quibus existunt, nullò modò conveniant in horoptere; dico tam obiectum A, quam obiectum B duplicatum visum iri, ità vt videantur esse quatuor.

Demonstratio. Cum enim obiectum A, videatur ab vtroque oculo in diversis locis horopteris; & pariter obiectum B, in duobus aliis locis distinctis, neque vllus locus in quo videtur obiectum A, sit idem cum aliquo ex iis in quibus videtur obiectum B, alioquin deberent radij per quos videntur concurrere in eodem puncto horopteris, contra suppositionem; necessarium est, vt hæc duo obiecta videantur in quatuor distinctis locis. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO LII.

### Theorema.

*Si obiectum fuerit in axe communi; loca illius visa in horoptere sumpta, æquè distabunt ab obiecto clarè viso: cum verò fuerit axis ad coniungentem obliquus, locus vnus magis distare videbitur ab obiecto principali quam alius.*

Sit obiectum distincte visum, seu per axes Opticos F. sit axis communis KF, obiectum 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 CD, sive non.

Demonstratio. Cum lineæ FG, C L, (*per def.*

*horopteris*) sint parallelæ erunt anguli CED, ECL alterni æquales, sunt item DIF, KIL, anguli op-




positi ad verticem æquales. igitur triangula DIE, CIL sunt æquiangula. & (*per* 4. 6. *Eucl.*) erit vt IF ad FD, ita IK ad KL; pariter ostendam ita esse IK ad KC, vt IF ad FE, sed vt 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 FD. ergo (*per* 7. 5.) DF, FE æquales sunt. quod erat primum.

Addo insuper si axis KF, fuerit perpendicularis angulos FLD, FCE, sub quibus videntur huiusmodi intervalla esse æquales, & consequenter lineas FD, FE (*per* 3. *axioma*) apparere æquales.

Demonstrat. 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 vero axis communis KF obliquus esset, ita vt angulus FKC, esset acutus; angulus DLF esset, minor angulo FCE, & consequenter linea DF, minor appareret quam FE.

## PROPOSITIO LIII.

### Theorema.

*Si duo obiecta æqualiter ab horoptere dissita, gemmata videantur; loca apparentia vtriusque æqualiter ab inuicem distabunt.*

Sint duo obiecta 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 obiecta A & B; D, G, H, E. dico lineas GD, HE esse æquales. sive G & H, in vnum idemque punctum coalescant, sive non.

Demonstr. 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 parallelæ, ita est CA, ad AG, vt LA ad AD, & componendo vt LA ad LD; ita CA ad CG, pariter in triangulo GCE, cum sit AB, parallela basi GD, ita est CA ad CG, vt AB ad GE; ergo vt AB ad GE, ita AB ad DH, quare DH, GE sunt æquales, vnde ablata communi GH, erunt DG, HE æquales. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO LIV.

### Theorema.

*Obiecti inter horopterem, & oculos positi locus visus ab oculo dextro, est sinisterior; obiecti vltra horopterem positi locus visus sinisterior; respondet oculo sinistro.*

Demonstratio. Sit obiectum A, inter horopterem, & oculos; ab oculo C, sinistro videbitur in G, & ab oculo dextro L, videbitur in loco C sinisteriore. quia in obiecto intersecantur radij, & post illam intersectionem mutant situm.

Si vero obiectum esset vltra horopterem radij ab oculis ad obiectum emissi, nondum vniti sunt, dùm attingunt horopterem. ergo dum in eo loca visa obiecti notant; quilibet adhuc suum situm obtinet.

## PROPOSITIO LV.

### Theorema.

*Si duo obiecta in axe communi statuantur, & alternatim in ipsa axes defigantur; erunt loca apparentia vnius æque distantia apparenter inter se ac loca apparentia alterius.*

Sint duo obiecta I & S, in axe communi KF posita, si defigas axes Opticos in I, loca visa obiecti F, erunt in S, & O, si vero respicias per axes Opticos obiectum F, loca visa obiecti I, erunt E, & D. dico tantam videri IO oculo L, quanta est DF, & oculo C, tantam apparere SI, quanta est FE.

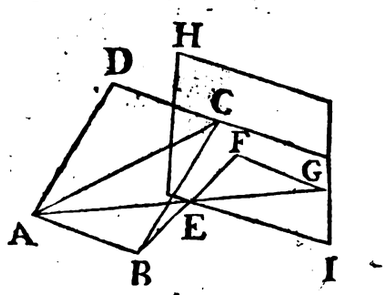
Demonstratio. Idem est angulus FCE, sub quo videtur FE, ac SCI, sub quo videtur SI, ergo (*per* 3. *axioma*) tanta apparet SI, quanta apparet EF, idem ostendam de IO, respectu FD; ergo constat propositum.

## PROPOSITIO LVI.

### Theorema.

*Obiecta 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 obiectum E,




extra planum trianguli ABC. videaturque obiectum E, per radios AE, BE, qui secent planum horopteris

horopteris in punctis F & G. dico puncta F & G, non eſſe in ipſo horoptere DC.

Demonſtr. 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 eius E, quod eſt contra ſuppoſitionem: idem oſtendam de puncto G. quod erat primum.

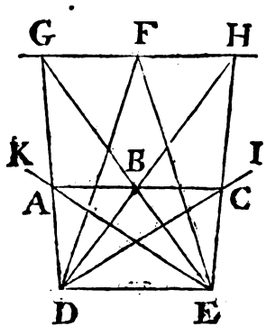
Addo inſuper lineam F G, eſſe lineæ D C parallelam. intelligatur enim per A B, ductum eſſe planum, ad ABC rectum, fiatque angulus BAD rectus. erit etiam ADC, (*per* 29. 1.) cum lineæ AB, DC ſint parallelæ. quare (*per* 4. *def.* 11.) linea AD, ad vtrumque planum recta erit: & (*per* 14. 11.) planum per A B ductum, & planum H I 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 LVII.

### Theorema.

*Si axes Optici in nullo propoſito obiecto conueniant omnia geminari videntur.*

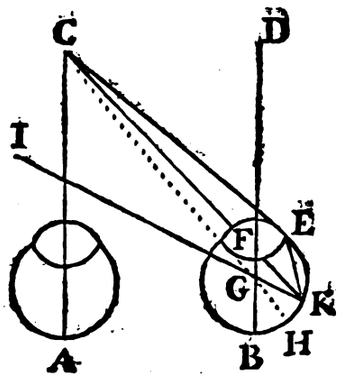
Hic rationem reddo ſatis alioquin difficilem, experientiæ communis, nempe quotieſcumque diutiùs in obiectum aliquod præcipuè ſatis vicinum oculorum axes defigimus, niſi diligentiùs in eodem ſitu contineantur, aliquantulum aberrabunt, tunc autem omnia gemina videbuntur. quod myopibus faciliùs accidet, qui vt diſtinctè legant obiecta multum oculis admovent, tunc enim vt fere quotidie experior, obiecta geminantur; ita vt ſæpe cogantur vnum oculum claudere, vt confuſio quæ ex obiectorum multiplicatione oritur, caſtigetur. hanc autem affero rationem, nempe quod non poſſit in obiectum, ita vicinum vterque axis dirigi; ex quo ſequitur, horoptetem eſſe vltra ea obiecta, quæ ipſis obiiciuntur, ideoque ea duplicata videri in horoptere.




Sint enim propoſita obiecta A, B, C, oculi D & E, & quia nimis vicina ſunt ea obiecta non poſſint axes Optici dirigi in aliquod ex his obiectis, ſed permittantur longius aberrare; ita vt fere paralleli ſint, aut vniantur tantum in puncto F, tunc (*per* 46. *huius*) obiecta 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 vterque collimaret in aliquod ex his obiectis propoſitis verbi gratia in punctum B, horopter eſſet linea A C; atque adeo quodlibet obiectum in illius plano exiſtens videretur in ſuo proprio loco; & conſequenter ſine vlla 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.

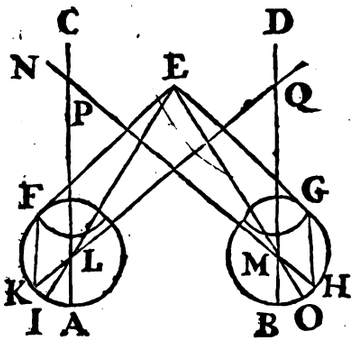
Neque enim vniverſalem fecimus horopteris doctrinam; ſed eam coarctavimus, ad circumſtantias, in quibus facile per interiecta corpora de verâ obiecti diſtantiâ nulla poſſet haberi certa cognitio, deinde rationem attulimus, quod oculus ſe conformaret obiecto ad quod dirigit axes Opticos; quod in hoc caſu locum non habet; cum enim myops, verbi gratia admovet oculis legendos characteres; licèt ob nimiam viciniam non poſſit axes vnire in vnum obiectum; quod pertinet tamen ad dilatationem, aut coarctationem chriſtallini; vere ſe accommodat obiecto vicino; quod legere conatur, & de facto non obſtante ea confuſione, quæ ex multiplicatione oritur, legit; ideoque nulla videtur eſſe ratio propter quam multiplicentur obiecta, neque enim obiecta tranſfert in horopterem, ſed videt ea vicina eſſe: excogitanda igitur eſt aliqua ratio vniverſalior, quæ etiam horopteris doctrinam poſſit confirmare.



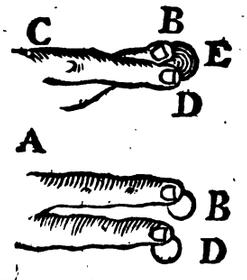

Sint igitur oculi A & B. axes Optici AC, BD; ſint aut paralleli, aut fere paralleli, ſitque obiectum C, in vno axe Optico, videbitur ſecundum lineam A C, & quia ſufficienter cognoſcitur eius diſtantia, eò quòd oculus ſe accommodaverit ad illud videndum diſtinctè, vi illius cognitionis, quam vnus oculus habet de obiecto valde vicino, poterit videri in proprio loco, nempe in C. ſit alius axis Opticus B D, longiùs aberrans à puncto C, quare valde obliqui ſint radij C E, C F; intelligaturque per centrum retinæ G, ducta linea CGH. conſtat radios valde obliquos poſt lentes vitreas non bene vniri cum perpendiculari. ergo radij C E, C F, qui in tali caſu ſunt obliquiſſimi, longiùs aberrabunt à perpendiculari, CGH, vniantur ergo in puncto K. ſupra aut infra punctum H, ducaturque linea K G I; ſed (*per* 6. *primi huius*) videtur obiectum in linea ducta ab imagine, per centrum retinæ; igitur videbitur obiectum ſecundùm lineam K G I; ergo multiplicatum; & hoc ita evenire comprobat experientia. nam oculus A, videt obiectum in C, & oculus B, videt illud in I, alternato ſitu; ita vt ſi claudatur oculus dexter, deſinat obiectum videri in parte dextra.

In

In quo vnum notari poteſt, accidere plerumque vt obiectum ab vno oculo videatur valde diſtincte, ab alio valde confuſe, vt in propoſito exemplo, cum obiectum C, ab oculo A, videatur per axem Opticum (*per 26. 1. huius*) diſtincte videbitur; cum autem ab oculo B, non videatur per axem Opticum, minus diſtincte videbitur. Addo vlterius ſæpe accidere, ita confuſe videri obiectum ab vno oculo, vt ad eam viſionem vix præbeatur attentio, præcipuè quando in eodem loco, alter oculus obiectum aliud diſtincte percipit.




Reſtant duo hic explicanda quomodo non tantum illud obiectum, quod in vno tantum axe Optico poſitum eſt, multiplicatum videatur: ſed etiam alia omnia, quæ non ſunt in horoptere. Sint igitur vt prius oculi A, & B, axes A C, BD. obiectum E, inter vtrumque axem. intelligatur per centrum retinæ vtriuſque oculi nempe L & M, ductæ lineæ ELI, EMO, cum imago obiecti E, in oculo A, ſit ad ſiniſtram reſpectu axis Optici, & in oculo B, ad dexteram reſpectu axis Optici, contra conſuetum morem; iam ex eo capite poteſt eſſe hallucinatio; vt quando in crucem diſpoſitis duobus digitis eiuſdem manus,



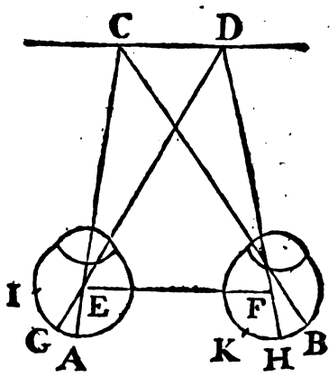

nempe AB, CD, globulum E, cum aliquo motu tangimus; ille globus geminatus apparet, quia ſi digiti more ordinario extenderentur, impoſſibile eſſet, vt partes illæ B & D, quæ exteriores ſunt tangerent ſimul, niſi duos globos diſtinctos atque adeo poſſet ex eo capite peti ratio huius hallucinationis, ſed adhuc habemus aliam rationem magis plauſibilem.

Cum radij EF, EG, vi quorum videtur obiectum E, in oculis A, & B, non vniantur perfecte cum lineis per centra retinarum ductis, nempe cum ELI, EMO, ſed tantiſper aberrent, errorque ſit in contrarias partes, eo quod ſeruetur vniformitas refractionum; nempe ſi radius E F, cadit ad ſiniſtram lineæ EI, verbi gratia in punctum K, radius E G, cadet ſupra punctum O ad dexteram, vt in punctum H; ſi ducantur per centra retinarum L & M, lineæ KLQ. HMP, (*per 5. primi huius*) obiectum E, videbitur in lineis KLQ, KMP, & quia oculus conatur ſe accommodare obiecto E, quoad dilatationem, aut coarctationem chriſtallini, videbit per lineas HMP, KLQ, obiectum in eadem diſtantia nempe in P & Q; ergo multiplicatum.

Poſſet eſſe difficultas, quod ſi hoc ita ſe haberet; eſſet magna confuſio nempe obiectum E, in oculo A, videretur in K & I; ſed ſciendum eſt dum obiecta ſunt valde oculo vicina, pupillam fieri minorem, ideoque licèt omnes radij, qui per pupillam tranſmittuntur ſatis perfecte vniantur, non tamen ſequitur quod vniantur cum linea ducta ab obiecto per centrum retinæ, quæ excluditur ab vuea quoties obiectum, oblique ſpectatur.

Obiectum vero quod propius accedit ad vnum axem verbi gratia obiectum N, licet ſit ad ſiniſtram vtriuſque axis, quia tamen eſt valde vicinum axi A C, & valde remotum, ab axe B D, ideoque videtur valde oblique ab oculo B; & ſatis perpendiculariter ab oculo A, eadem ſequetur multiplicatio, quæ in primo caſu in quo obiectum in vno axe Optico fuerat collocatum.

Reſtat vt nullus ſuperſit in hac materia dubitandi locus, vt oſtendamus nullas huiuſmodi hallucinationes accidere reſpectu obiectorum in horoptere, aut eius plano poſitorum. Sint pa-




riter oculi A & B; axes Optici AC, BC; clariſſimum eſt quod obiectum videbitur in C, cum radij omnes ab obiecto C, in vtrumque chriſtallinum incidentes; vniantur in punctis A & B, immo radij C A, C B, ſint etiam principales, non tantum ſecundumm quos videtur obiectum, ſed etiam per quos videatur, hoc eſt non tantum obiectum C, videbitur eſſe in lineis A C, B C, ſed etiam radij luminoſi CA, CB, ſunt determinatiui oculorum ad videndum.

Detur aliud quodcumque obiectum D, videndum: dico vel illud videndum ab vtroque oculo in ſuo proprio loco; vel ſi in alieno; ab vtroque oculo videndum in eodem loco, vel tandem ſi in maxima obliquitate videatur, ita obſcure videndum, vt tantum per nebulam. vnde in tali caſu non poterit aduertere oculus, an geminatum videatur nec ne. Sint enim centra oculorum E, F ducantur lineæ DEG, DFH, primò non erit locus illi errori de quo ſupra, quod imago obiecti D, depingatur ad dexteram axis Optici, in vno oculo, & ad ſiniſtram axis Optici in alio oculo; ſed neceſſario in vtroque oculo depingetur in ſimili parte. quia nempe punctum D & quodcumque aliud in horoptere exiſtens, æqualiter diſtat ab vtroque axe nempe à puncto concurſus C.

Deinde

Digitized by Google

Deinde radij in vtrumque oculum ab eodem obiecto incidentes fere eodem modo inclinati sunt ad vtrumque oculum, ideoque eandem refractionem patiuntur, & ex eadem parte; ergo vel vniuntur in ipsa linea per centra retinarum transeunte, vel non longe ab illa. si primum videbitur obiectum in suo proprio loco ab vtroq; oculo, & consequenter nullo modo erit multiplicatum, vt si obiectum D vnjat radios, qui ab ipso ad diuersas christallini partes ducuntur in punctis G & H; vere punctum D, videbitur (*per 5. 1. huius*) in puncto H. si vero quia nimis sunt obliqui radij; non satis perfecte vniri possunt in punctis G & H, vniantur in punctis I & K, dico illa ita distare ab invicem, vt lineæ IE, KE, quas non duxi vitandæ confusionis gratia. in idem punctum lineæ CD, incidant.

Et primo quidem si punctum D non multum distet à puncto C. neque lineæ GD, HD, multum distabunt ab axibus EC, FC, & consequenter satis perfecte vnientur cæteri radij à puncto D procedentes, in punctis G & H, & consequenter in proprio loco ab vtroque oculo videbitur.

## PROPOSITIO LVIII.

### Theorema.

*Si alternatim oculi claudantur, & aperiantur quæcumque sunt in horopteris plano immota apparebunt, obiecta vero extra horopteris planum sita, apparenter mouebuntur.*

Hæc propositio est tantùm consectarium præcedentis doctrinæ; quæcumque enim sunt in horopteris plano, in vno eodemque loco ab vtroque oculo cernuntur; ergo clausò alternatim oculo in eodem loco videbuntur; modo semper idem sit horopter; non erit autem idem; si axes Optici dum clauduntur oculi, & aperiuntur, non maneant eodem modo directi, sed mutent directionem suam, tunc enim mutatur horopter, & illius planum. Et vt verum fatear; est satis difficile quin huiusmodi motus palpebrarum refundatur in totum oculum, & mutet directionem axium Opticorum.

Secunda item pars facile probatur, quæcumque extra horopteris planum sunt posita, geminata apparent, & in diuersis locis ab vtroque oculo, ergò si alternatim claudantur, & aperiantur oculi, modò in vno, modò in alio loco spectabuntur, sed quæ hôc modò se habent, moueri videntur: ergo quæcumque sunt extra horopteris planum moueri videbitur, dum alternatim oculos aperimus, & claudimus. quod erat ostendendum.

Addo vlterius huiusmodi hallucinationem multum iuuari, ex eo quod sæpe obiectum comparatur cum partibus, & membris corporis quæ simul cum obiecto videntur; vt dum spectamus obiectum aliquod directe, & in axe communi positum, dum oculus dexter illud comparat cum naso, illud videt magis ad dexteram quam nasum, è contrà verò oculus sinister; ergo comparative ad nasum videbitur mutare locum. quod si compararetur cum obiecto magis dissito, contrarium eueniret. oculus enim dexter illud ad partes sinistras transfert, & sinister ad dexteras.

## PROPOSITIO LIX.

*Quomodo motus videatur.*

Certum est primo motum per se, & immediate, nec videri nec esse obiectum oculi, cum enim locus proprie loquendo immediate non sit visibilis, neque etiam mutatio loci visibilis erit. adde quod immediate solus color, & lumen, sunt obiecta oculorum, locus autem, & motus nihil sunt huiusmodi; ergo videri non possunt. multi tamen modi sunt quibus vi illius impressionis, quæ fit in oculo ab obiectis, motum percipere possumus, saltem motum respectiuum, nempe quod obiectum habeat alium situm respectiue, aut ad nos ipsos, aut ad partes vniuersi; quas immotas credimus. ostenditur autem motum tantum respectiue sumptum à nobis percipi. si enim totus orbis simul à Deo moueretur, nulla fieret in nostris oculis mutatio, vnde talis motus nos lateret, ex quo fit, vt sit adhuc controversum, si solam rationem naturalem spectemus, an sol & astra, an ipsa terra moueatur.

Si diversæ partes retinæ immotæ, successive ab eodem obiecto afficiantur, tale obiectum moueri videbitur. vt si formica immotæ manûs partes successive percurrat, & vellicet; moueri sentietur: ergo paritet si idem obiectum suam imaginem in diversis partibus retinæ exprimat, cum videatur obiectum in linea recta ab imagine per centrum oculi ducta, videbitur successive in diversis locis, seu mutare locum.

Secundò ex motu oculorum. si enim vt obiectū distincte 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 obiecti percipietur.

Tertiò è contrà vero si sentientes nostrum motum videmus, aliquod obiectum eodē modo oculis nostris obiici, illud moueri nobiscum iudicamus, ita dum ambulamus nobiscum moueri lunā, passibusq; æquis nobiscū procedere existimamus.

Quartò dum obiectum diversis alicuius corporis, aut immoti, aut certe non sensibiliter moti partibus successive respondere videmus, illud moueri iudicamus.

Si corpus aliquod sub maiori, aut minori angulo successive videamus, ideoque eius magnitudinem apparentem, aut augeri, aut minui, ad nos accedere, aut recedere æstimamus. si vero nihil horum accidat immotum iudicamus.

## PROPOSITIO LX.

### Theorema.

*Quæ velocissime mouentur nisi sint valde lucida nullo modo videntur.*

Experientiâ constat, bombardarum globos si transversim spectentur nullô modô videri, dixi transversim si enim spectentur secundum lineam in qua mouentur, videbuntur quia diu respondent eidem oculi parti, eundemque situm respectu nostri diu retinent.



Digitized by Google

Est satis difficile huius indubitatæ experientiæ rationem aliquam reddere, immò aliquid ab eâ deduci facile potest.

Dicunt aliqui quod obtutus debeat fieri in tempore, eò quod axis Opticus singulas obiecti partes percurrere debeat; sed puto non solui difficultatem, qui enim obtutum in tempore fieri existimãt, simplicem aspectum in instanti fieri asserunt. quare esto non possit aliquis perfectissimam cognitionem illius obiecti tam brevi tempore consequi, deberet tamen, vno intuitu totum videre, maxime si sub angulo non ita magno videatur, vt eius extremitates non multum ab axibus Opticis aberrent. nam si vel per vnum instans tale obiectum sit in loco, vnde in oculum, sufficiens lumen reflectere possit ad hoc vt 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 inepte, admitti necessariò debere aliquam successionem, aut in lumine, aut in sensatione, & modo in alterutro concedatur, totam difficultatem evanescere, ponatur enim visio fieri eô modô quo tactus, cum tactus fiat eo quod, vel organum moveatur contra obiectum, vel obiectum contra organum, quo cum quia penetrari non potest, comprimuntur eius partes, aut certe dividuntur. anima autem huiusmodi compressionem persentiscit; ita & in oculo dicendum esset, nempe quod lumen per verum motum localem ad retinam vsque deferatur, eamque pungat; si inquam aliquis hoc totum assereret, posset se facile ab hac difficultate expedire.

Diceret enim consequenter luminis partes eôdem fere modô sibi invicé succedere, quo in fontium eiaculationibus, quarum priores partes subsidunt, nisi continuò subsequentium impulsu protrudantur vlteriùs, ex quo fit vt 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; vnde subsidit, illa prior neque ad oculum vsque progreditur: nisi aliquantisper, aut in eodem loco moram faciat, aut saltem non ita celeriter progrediatur, vt aliæ luminis partes, per eandem non quidem mathematice lineam, sed per eandem physice illius motum vrgeant, & continuent.

Qui nullum huiusmodi in luminis propagatione motum admittet, si tamen successionem non respuat, facile poterit se extricare. posset enim dici lumen non moveri localiter, sed dari in eius productione successionẽ, eo nempe modo quo communis opinio, in soni propagatione successionem admittit, licèt motum localem non agnoscat; quod tamẽ puto satis difficile explicatu, in illis qualitatibus, quæ contrario carent, atque adeo quæ nullam habent resistentiam passi superandam. quare quomodocumque explicetur talis successio, si tamen admitteretur, dicendum esset quod priùs tempore in parte spatij viciniori agenti, produceretur lumen, quam in remotiori, ex quo sequitur, quod si interrumpatur, illa concatenatio antequam lumen productum sit, vsque ad extremitatẽ Sphæræ activitatis: cesset omnis actio, neque vlteriùs propagetur. cùm ergo propter reflexionem in globo celerrime licet moto, producatur lumen versus oculum; esset tamen huiusmodi actio antequam ad oculum vsque protendatur, eò quòd amotô globô, tollatur reflexio, & consequenter nulla fiet visio. demonstrabo inferius, non ita explicari posse luminis propagationem, vt dicatur luminosum, producere lumen prope se, & illud lumen productum, aliud producere, & ita consequenter; ita vt extremum lumen, à solo lumine vicino 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 celerrime globo, & desinente reflexione, interrumpitur linea reflexa, ex quo sequitur perire lumen reflexum antequam ad oculum perveniat. & cum vt ostendimus primo libro, necessarium sit lumen ab obiecto ad oculum reflecti, vt sequatur visio: in nostro casu nulla fiet.

Qui nihil tale admittet in lumine, ad oculum recurrat, & agnoscat in eius actione successionem aliquam. si enim primò retina se accommodare debet distantiæ obiecti ab oculo; vt illud distincte percipiat; vel quod in idem recidit, debeat christallinus coarctari, aut dilatari, pro vt exiget eadem obiecti distantia, quæ cum sine tempore fieri nequeãt; si interea prætererierit globus nulla fiet visio.

Vel recurre ad spiritus qui advocari debent, ad hoc vt visio fiat, non possunt autem tantâ celeritate accurrere, vt imago obiecti non iam obliterata 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 obiectis, sive medio lumine tantùm, sive aliquæ aliæ species in subsidium advocentur, cum eo quod patitur subiectum quodcumque solaribus radiis, per lentem convexam transmissis, & vnitis expositum. non enim statim, atque punctum foci attigit, aliquid sensibile patitur; sed sensim disponitur donec tandem comburatur; si lumen est productiuum caloris. vnde nobis oculi dolent, quoties illustrem colorem fuerunt diutiùs intuiti. ita etiam dicendum est, non statim retinam aliquid sensibile pati, atque lumen & species ab obiectis 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 vlteriores reddere potius ad physicam, quam ad mathesin spectare puto.

## PROPOSITIO LXI.

### Theorema.

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

Afferam experientias communes, dum longiori fidium chorda vehementius impulsa celerrime vibratur, totum spatiũ, ad quod se extendunt vibrationes occupare videntur, vnde quia vibrationes semper minores, & minores fiũt; coarctatur sensim illud spatium, ita vt tandẽ intra propriam magnitudinem se contineat. dum pueri accensos titiones in orbem agitant, vident integrum circulum absolvi. fulgur dimidium sæpe cœlum suo lumine adæquat, cũ tamen simul in toto illo spatio nõ inveniatur, sed successivẽ illud percurrat. Ita trochorũ & rotarum celerrime motarũ partes in circulos extenduntur.

Digitized by Google

ducuntur. & alia innumera exempla. horum quæritur ratio.

Primò quidem requiritur, vt totum spatium quod percurritur sit tale, vt totum simul ab oculo lustrari possit, si enim pars eius tantùm aliqua sub aspectum caderet, difficile esset, vt tale obiectum videretur. Hæc communiter ratio affertur, tempus breuissimum à nobis sensibiliter diuidi non potest, ita vt differentia inter vtrumque ab vllo sensu, aut extetno, aut interno facilè percipi nó possit; ita dum alias experiri vellémus; interea dum certam semivibrationem absolveret funependulú trium pedum, quot pedes percurreret lapis, per lineam rectam decidens, mirum quanta requireretur attentiò, vt distingueremus quinam ex his motibus priùs absolveretur; licet vtrumquè corpus tinnitum ederet; sed breviſſimum tempus, & à nullo sensu distinguibile in duas partes; ad sensum divisibile non est in partes priores, & posteriores, quòd verè divisibilè non est in partes priores, & posteriores, illud ad sensum totum simul est. sed motus illius mobilis, quò 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, cùm enim tempus ex Aristotele, sit numerus motus secundum prius, & 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 adeo non est respondere, idem aliis vocibus explicare, aut vnam difficultatem, ad aliam maiorem traducere.

Vt hunc nodum extricem. dico eam impressionem, quæ fit in oculo ab obiectis; non esse ita instantaneam, vt perseveret tantum per instans, sed necessariò aliquandiu perdurare, cuius assertionis primo affero in alio sensu experientiam satis ludicram veram tamen; vidi ego aliquando puerulos inter se colludentes, & sponsione inter se certantes, nempe vnus alteri spondebat aliquid, si assem què fronti ipsius impressisset quòcumque motu capitis; aut etiam saltu excuteret, modò tamen nec manum adhiberet, nec ad alia corpora frontè affricaret. applicatus est potentissimè, & diu assis ille, specie quidem vt fronti adhæreret, qui tamen sublatus est, relictumque solum illius vestigium, altius impressum. mirabar delusum puerum, diu caput agitare in scamna, & mensas ascendere, & desilire, vt eò saltu adhærens (vt putabat) assis decuteretur, ex quò concludo quamdiu permansit impressum in fronte, assis vestigium, tamdiu perseuerauit ea sensatio, quâ assem illum tangebat: ergo etiam in tactu hoc habemus, quòd obiectum absens tangere, vt 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 oculò nudò spectauerant, qui post mensem integrum solem flaui alicuius coloris sibi obuersantem continuò viderent; sed potest etiam sine periculo talis experientia fieri. In fenestræ alicuius foramine, depingatur figura quælibet, vt crux coloris præcipue illustris, vt rubei, clausoq; vndiq; cubiculo, oculũ in huiusmodi crucem defige, perseueretque obtutus in huiusmodi obiectum defixus, aliquandiu. claudatur oculus videbitur adhuc idem obiectum, & primo eundem colorem retinebit, deinde sensim in flauum degenerabit, viridem referet, & ita deinceps, addo insuper quod etiam apertâ fenestrâ simul cum aliis obiectis crux illa videbitur, in singulis quasi corporibus impressa. Et hanc experientiam si communia tantum admittuntur principia vix puto satis explicati posse, si enim species, vt vocant visibiles sunt fluxæ naturæ, talemque habent à suis obiectis dependentiam, vt ab iis conserventur, quomodo in tali casu, iis amotis conseruabuntur; cur necessarius fuit diuturnior aspectus, neque enim ad specierum visibilium productionem requiritur vllum tempus, neque melius ex diuturniori perseuerantia in eodem subiecto radicantur; recurrendum igitur erit ad concursum spirituum per neruum opticum in huiusmodi partem confluentium, & eam figuram induentium; sed neque hôc modò effugies nisi ad aliquod aliud principium recurras; quò facile propositæ quæstioni fiat satis. quæro enim an hi spiritus sint visibiles, possintque aliquandiu determinare oculum ad visionem alicuius obiecti extrinseci; etiam sublatis omnibus speciebus: si semel hoc admittatur soluta est quæstio prius proposita, nempe rationem inuenimus, cur quæ celerrime feruntur totum spatium occupare videantur. cum enim, vt hac experientia constat, ad locum retinæ in quo fit visio obiecti illustris, accurrant spiritus qui eandem visionem, etiam sublata omni eius actione continuent, interea dum obiectum mouebitur ad sequentes spatij partes, videbitur tamen etiam esse in partibus antecedentibus, ergo simul totum illud spatium occupare, quod explicandum erat.

Recurrent alij ad naturam luminis, & specierum, asserentque tantam non esse eorum dependentiam ab agentibus primariis, vt iis sublatis continuò desinant. experientiam aliam afferunt lapidis Bononiensis qui lumen ita exhibit, vt per aliquod tempus illud retineat. inuenitur enim in agro Bononiensi lapis tantisper perlucidus, qui si radiis solaribus aliquandiu exponatur, deinde intra clausum cubiculum deferatur; aliquid lucis emittit, quæ sensim tandem euanescit. ex eo autem principio poterit solui præsens difficultas: nam si lumen aut species tantam non habeant dependentiam à suis obiectis, vt non aliquantisper perseuerent; igitur species illa, & lumen ab obiecto præcipue illustri emissum in oculum, interea dum primas partes spatij percurrebat, illud in eodem loco repræsentabit, etiam dum posteriores spatij partes attigerit: ergo in toto simul spatio videbitur.

Restat vt id explicem in opinione quæ apud recentes physicos est satis communis, non vt me illi addicam, sed ne aliquid huic nostro operi deesse videatur: miraberis, forsitan quod sæpe in rebus physicis non satis clare opinionem aperiam, nec dicam cui subscribam.

Facilis est responsio, mathesis scientia est, quæ ab opinione dependere non debet, ne opinionis incertitudinem participet: quare eius conclusiones, eædem perseuerare debent, cuicumque tandem in rebus physicis te opinioni addicas; immo omni opinioni tuendæ perutilis est, nonnunquam tamen aliquibus magis fauet, quam aliis, aliarum item falsitatem detegit. Hunc morem vt plurimum secutus sum in Theologia, vt quantùm

fieri posset eam à philosophicis tricis independentem redderem, ne res ita sublimes, & ad fidem & Deum pertinentes, indecoro addicerem seruitio. Eundem & in hoc opere morem seruabo quantum fieri poterit, omniq; opinioni mathesin nostram accommodabo. si quando tamen accidat, vt ex nostris principiis infringatur aliqua opinio, non dissimulabo, nec plus roboris vnquam argumentis nostris tribuam, quàm vere in se obtineant, vt sincero animo, & ex veritatis studio egisse videamur.

Quare explicanda est hæc assertio, & accommodanda opinioni, quæ vt dixi satis inter recentiores physicos communis est. hæc autem visum cum Aristotele speciem quandam tactûs esse existimat, lumenque corpus aliquod subtile, quod facile omnium corporum opacorũ à quo reflectitur figuræ se accommodat, eamque induit, vnde vbi ad retinam valde tenuem,& flexibilem pervenerit,eam per motum suum localem impellit, eiq; quam habet obiectorum figuram ad modum sigilli imprimit;hæc figura qnamdiu perseverat,tamdiu & illius obiecti visio; communiter tamen amoto obiecto obliteratur, quia non est altius impressa, ideoque à superveniente alio lumine, aliam figuram induere retina cogitur. si tamen illustrius sit obiectum,ideoque potentius,& quod maiore vi,& violentia,immò densiores radios in retinam emittat,altius defigitur hæc obiectorum imago, & figura; profundiusque huiusmodi characteres inuruntur; ex quo fit vt à superveniente impressione obliterari non possit. facile item explicatur quomodo sensim alium colorem languidiorem induat,nempe cum retina vi propria,& quasi aliquo modo elastica,se ad statum connaturalem reducit, & vt ita dicam complanatur;langueſcit huiusmodi impressio,immo in multis mutatur,& alteratur.sume exemplum in charta madefacta cui sigillum impressisti,cum hac impressione aliquæ eius partes compressæ sunt,aliæ vero plus æquo dilatatæ,non complanabitur hæc charta,nec amittet huiusmodi quin multi fiãt quasi sinus,& anfractus,& omnino diversi ab iis qui per primam illam impressionem in ea fuerant producti. quod explicarem similitudine aliqua.solent incisores æris,varie laminas incidere,vt imaginem aliquam efforment,aliquando lineis in longum tantum ductis, aliquando transversim etiam actis,vnde est aliqua diversitas in imagine, eadem proportione seruata, asserunt in radiis luminis inueniri densitatem, pro vt à variis coloribus reflectuntur,quam diversitatem experitur ipsa retina:ponamus autem exempli gratia radios luminis à colore rubeo remissos, ita dispositos esse,vt punctuatim procedant, & punctuatam in retina imaginem exprimant. dum retina se ad proprium, & connaturalem statum reducit,necessarium est,vt singulæ cauitates punctuatæ sinum, aliquem faciant,& quasi,in longum ex aliqua parte abeant, ergo quæ prius punctuata erat imago iam ex lineolis constabit, ergo alius colòr repræsentabitur,atque alius deinceps,donec tandem perfecte retina complanetur.

Putant etiam se rationem reddere, quare dum comprimitur oculus; apparet aliqua lux in regione opposita,immo dum alicui alapa infligitur, videntur emicare scintillæ.cum enim non possit,aut comprimi oculus, quin etiam alicubi corrugetur retina,& tinuetur, eodem modò patitur, quò ab radiis luminis pateretur,si in illam incideret; ergo debet videre,aut scintillas emicare in parte oppositа. Sed quidquid sit de ea opinione,suas enim habet difficultates inferiùs explicandas;certum est in ea bene explicari posse propositionem nostram, nempe quod obiecta præcipue vero illustria,celeriter mota totum spatium occupare videantur, cùm enim imago obiecti non obliteretur in instanti; sed aliquandiu perseveret, debet necessario obiectum 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, celerrime 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 celerrime moveatur in orbem,cum enim quælibet pars in toto circulo appareat,latere huiusmodi lacunas,& scabrities necesse est, ita dum torno aliquid elaboratur, perfecte politum existimamus opus,interea dum celerrimè voluitur,quod vbi re vera quiescit,imperfectum esse deprehenditur.

## PROPOSITIO LXII.

### Theorema.

*Nauigantibus nauis stare, & littora moueri videntur.*

Experientia clarissima est, & quam nullus negare potest.præcipue vero dum vno tenore, aspirante vento,fertur nauigium, ratio autem est,quia motus per se,& immediate sensibilis non est,præcipuè vero,ille motus,quò simul cum aliis corporibus defertur, ita vt nulla fiat in vllo corporis membro compressio;ergo ex nullo capite dignosci potest nauigij motus.quæ verò successiue diuersis partibus retinæ,aut quæ ita oculis obiiciuntur; vt necessarius sit aliquis oculorum motus,vt semper spectentur per axem Opticum;ea inquam moueri videntur, (*per prop. 58. huius*) & littora, & aqua restagnans ita se habent; ergo moueri videbuntur. quod est clarissimum ex superioribus.

## PROPOSITIO LXIII.

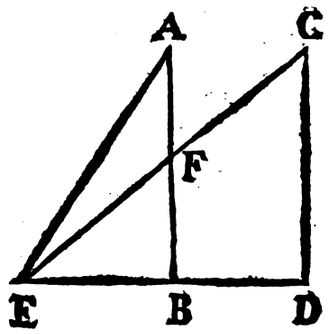
### Theorema.

*Si duo mobilia æqualiter moueantur; quod longius ab oculo distat minus moueri videbitur.*

Sint duo mobilia D, & B, spectata ab oculo E: quæ æqualiter eodem tempore moueantur, & per lineas eodem modo oculo obiectas.sitque mobile B vicinius, & D remotius. dico mobile B,videbitur maius spatium confeciſſe,quàm mobile D. moueantur enim ita vt AB, ED sint æquales, ducantur radij CE, AE.

Dem. Quoniam AE, BD supponuntur parallelæ

lelæ vt eodem modo oculo E obiiciantur. (*per 4. 6.*) erit vt 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 maior erit quam




B F. vnde angulus A E B sub quo videtur A B, maior erit angulo B E F, aut C E D, sub quo videtur linea C D ergo (*per 3. Axioma huius*) C D spatium confectum à mobili D remotiori minus videbitur spatio A B, confecto à viciniore, ergo B videtur confeciſſe maius ſpatium quam D.

Quæ propoſitio vera eſt in omni ſenſu; hoc eſt ſi aliter diſponerentur illa ſpatia decurſa, magnitudines enim æquales eôdem modô oculo propoſitæ, ita ſe habent, vt quæ vicinior eſt maior appareat. Vnde poſſent facile reuocari illæ omnes propoſitiones, quas fecimus de magnitudinibus, & applicari ſpatiis decurſis.

### COROLLARIVM.

Ex hoc ſequitur quod eorum quæ æqualiter mouentur, quæ ſunt remotiora; videantur à tergo relinqui, vt in appoſito exemplo, etiamſi mobile æque fuerit motum ac mobile B, videtur tamen non ita proceſſiſſe, hoc eſt à tergo relinqui.

## PROPOSITIO LXIV.

### Theorema.

*Quæ celerrimè mouentur, in maxima diſtantia quieſcere videbuntur.*

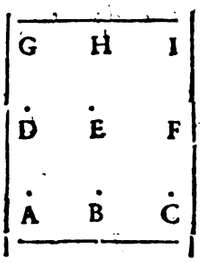
Hic aſſerimus rationem quare aſtra licet celerrime mota, quieſcere tamen videantur, cum enim eò minus ſit apparenter ſpatium quod percurritur à mobili, quò fuerit magis diſtans, & aſtra tantô interuallô diſtent, inſenſibile eſt illud ſpatium quod percurritur aliquo tempore valde paruo. ratio horum petitur ex eo quod quamcumque magnitudinem metiamur ex angulo ſub quo videtur; ſed angulus ſub quo metimur ſpatium decurſum ab aſtro aliquo, intra minutum verbi gratia eſt inſenſibilis; igitur & magnitudo illi reſpondens. adde quod licet de facto huiuſmodi mobilia mutent locum, non tamen intra breue tempus quale eſt illud, quô inſtituitur comparatio; nulla eſt ſenſibilis mutatio, ideoque quæ tardiſſime mouentur, ita ſe habent reſpectu oculi, ac ſi non mouerentur, videntur quidem eſſe, mota; non tamen moueri videntur; quia in nullo tempore quod propter breuitatem per modum vnius ſumi poſſit, mutant ſenſibiliter locum. ita horologiorum ſolarium vmbras, vel automatorum indices, moueri non videmus, plantas, aut pueros augeri, & creſcere non videmus. opus igitur eſt vt incrementum illud notetur, comparatione cum temporibus diſſitis longo ſatis interuallo, vt differentia aliqua ſenſibilis exurgat; hæc autem ad memoriam potius intellectualem, quam ad phantaſiam, aut ſenſum communem pertinent.

## PROPOSITIO LXV.

### Theorema.

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

Sit oculus A delatus ſucceſſiue in B, C ſintque obiecta D, E, F, viciniora, & G, H, I, remotiora, dico magis videbuntur moueri obiecta DEF, quam GHI.




Demonſtr. quando oculus delatus ex loco A, in locum B, obiectum D videbitur percurriſſe ſpatium D E, cum enim reſponderet oculo in A exiſtenti, & iam punctum E eidem oculo reſpondeat, nec animaduertatur motus ipſius oculi ſeu aſpicientis; punctum D videbitur percurriſſe ſpatium ED, pariter punctum G. percurriſſe ſpatium G H, ſed ſpatium G H, apparenter minus eſt ſpatio A B; vt iam ſæpè oſtendimus, ergo obiecta remotiora minus moueri videbuntur, quam vicina. Ex quo fit vt planities moueri in orbem videantur, cum enim obiecta remota minus moueri cernantur, quàm viciniora; fingimus quaſi punctum aliquod immobile circa quod reliquæ partes moueantur. nam cum linea D G, obiiceretur oculo valde perpendiculariter, oculô verò poſitô in B, obiiciatur oblique, ita vt punctum G, minus motum exiſtimetur, oculô verô poſito in C adhuc magis oblique exhibeatur; eodem ſemper puncto G, minùs moto, fingitur per imaginationem aliquod punctum vltra G quod adhuc minus moueatur.

## PROPOSITIO LXVI.

### Theorema.

*Oculo moto, & aduertente ad ſuum motum, obiecta proxima immota videntur & remota in eaſdem partes moueri.*

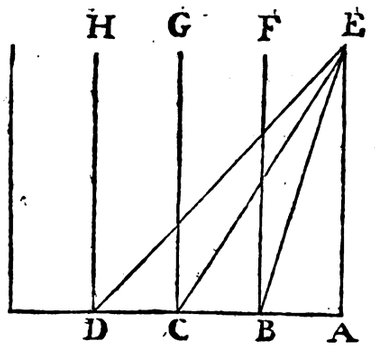
Dum aliquis mouetur & vere percipit ſuum motum, eo quod illum producat, & inſudet in producendo; aut aliqua alia ratione illum motum ſentiat; ſi obiectum aliquod illi eodem modo



Digitized by Google

proponatur, ita vt eumdem situm respectu illius obiecti obtineat, iudicate illud obiectum secum moueri, eodem motu; sed quò obiectum est remotius, eo minus mutatur situs quem habent ad inuicem, immò tanta potest esse distantia, vt situs ille non mutetur sensibiliter; igitur obiectum remotum moueri videbitur, eodem nempe motu, quô mouetur ille qui respicit; & in easdem partes.

Sit nempe aliquis qui moueatur secundùm lineam A B C D, illique existenti adhuc in A, respondeat ad dexteram obiectum E, si interea dum progreditur hic homo ab A in B, eodem prorsus modo videret obiectum E, nempe in linea respondente ad angulos rectos viæ qua progreditur, deberet obiectum E, moueri, ab E in F, & ex F, in G. & ex G in H neque potest hoc accidere, quin videatur moueri eôdem 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 A B E, ita vt videatur deficere à perpendiculari secundum angulum F B E, & dum peruenerit in punctum C, secundùm angulum G C E, sed obiecta valde remota non sensibiliter deficiunt à perpendicularibus; igitur videbuntur moueri 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 inuicem parallelæ: ergo in toto illo itinere eundem seruabit situm respectu progredientis; sed obiectum quod eundem seruat situm respectu progredientis, & percipientis suum motum, moueri videtur eôdem motu; ergo luna & quodcumque aliud obiectum dissitum, moueri videbitur simul cum progrediente.




## PROPOSITIO LXVII.

Theorema.

*Si corpus tenebrosum moueatur 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 primo quidem propter circumfusas vndique tenebras, non possumus aliud corpus aduocare in subsidium; vt per comparationem ad illud dignoscamus, quodnam ex his moueatur, 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 mouentur, & per comparationem ad alios terminos, quos per alios radios imperfecte, & magis confuse videt motum illorum metiri. pariter cùm luna vt lucidior magis moueat oculum, & connaturaliter obtutus defigatur in obiectum potentius, videamusque maiorem fieri distantiam illius axis optici à nubibus, iudicamus potiùs lunam moueri quam nubes. Quod si accidat vt in ipsas nubes obtutum defigamus euanescit illa fallacia.

Posset etiam dici id oriri; eò quòd nubes maiores appareant, quam luna, ex duobus autem facilius iudicamus illud moueri quod minus est quam quod maius est.

## PROPOSITIO LXVIII.

Theorema.

*Qui in orbem aliquandiu moti sunt, omnia in orbem moueri vident.*

Hæc fallacia quæ accidit ex motu corporis circulari, vniuersalior est, sequiturque ex aliis motibus diuturnioribus. ita qui diu nauigauerunt, vbi terram attigerunt omnia eodem motu agitari vident, quem in mari passi sunt; & hæc non tantum in oculis fallacia, sed etiam communis toti corpori; ita vt sedendo motum nauigij percipiant. quæritur huius rei ratio. scio communiter tribui spiritibus animalibus, qui vbi in orbem concitati sunt, non ita facile 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 huiusmodi spirituum, cum enim in solis neruis spiritus animales contineantur, nerui autem sint oblongi & cauitatem habeant exiguam, non satis video quomodo tamdiu continuari possit ille motus. deinde etiam concesso tali motu non bene video quomodo motum eundem obiectis apparenter affundere possint; neque enim cogitandum est, in huiusmodi spiritibus obiectorum imaginem imprimi, quam secum deferant, & ex eo imaginis motu moueri obiecta videantur. neque enim in ipsis fit visio, esto requirantur ad visionem; credibile tamen est fieri in ipsa retina aliquem motum qui cum non animaduertatur, successiue tamen diuersæ illius partes obiectis applicantur, idemque fere ab iis patitur, ac si reuera obiecta mouerentur.

## PROPOSITIO LXIX.

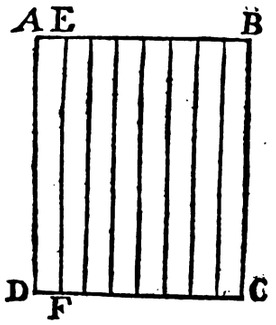
Theorema.

*Tessellatas, imagines construere.*

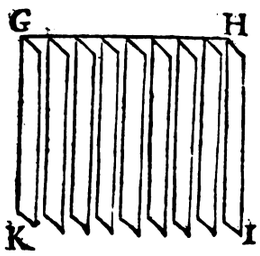
Ne aliquid opticæ nostræ deesse videatur, aliqua problemata proponam, ex superioribus principiis dependentia, præcipuè vero ex iis, propositionibus quæ asserunt, dum iudicare de distantia non possumus, quæcumque videntur per eandem

Digitized by Google

dem fere lineàm, coniuncta apparere, hoc habet propoſitio 35. item vnum oculum de diſtantia non iudicare poſſe. vnde quæcumque ludicra hic proponimus, vno vt plurimum oculo ſpectari debent, & ex determinato ſitu, & loco, immo vt facilior ſit hallucinatio per foramen ſatis exiguum, ne alia corpora videantur; & per comparationem ad illa, aliquod certum feratur de diſtantia iudicium. occurrunt primo teſſelatæ imagines. habeantur ergo, duæ imagines omnino diſparatæ, quæ in duabus faciebus alicuius tabellæ valde tenuis depingantur, diuidatur tabella in parallelogramma, quorum longitudo ſit eadem quæ tabellæ; latitudo verò vnius circiter ſemidigiti, aut octo linearum, ſumatur alia tabella plana etiam depicta, cui agglutinentur ad angulos rectos huiuſmodi parallelogramma oblongiora, ſitque interuallum inter vtrumque æquale latitudini vnius parallelogrammi vel etiam paulo maior. vt verbi gratia tabella A B C D in qua ſit




depicta imago, diuidatur in quot volueris parallelogramma AEFD, & alia ipſi æqualia, ſit etiam depicta ex alia parte. ne tamen pingatur ante diuiſionem alioquin præpoſtero ordine procederet. nam ſi tota per modum vnius obuerteretur tabella ABCD, parallelogrammum A D F E, quod




poſitum eſt ad ſiniſtram reſpicientis, inueniretur 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 A B C D, ita diſponantur ſupra tabellam G H I K item depictam, vt interuallum inter vtrumque ſit æquale aut paulo maius, quàm ſingulorum latitudo: ſintque perpendiculariter erecta ad tabellam G H I K, dico factum eſſe quod propoſitum eſt. ſi enim directe reſpicias tabellam G H I K; videbitur imago in ipſa depicta, vix impedientibus parallelogrammis. ſupponimus enim ea eſſe tenuia, & minimam habere craſſitiem. ſi verò obliquè eandem tabellam reſpiciamus; ea tantum videbuntur quæ depicta ſunt in ſuperficiebus verbi gratia ſiniſtris parallelogrammorum, oculo non aduertente diſtantiam, quæ inter vtrumque intercedit (*per 35. huius*) ſed ea quaſi vniente. pariter dum obliquè intuebitur & ex alia parte; aliam imaginem videbit, igitur triplicem in vna tabella videbit imaginem.

Fateor tamen ſi res ad mathematicam præciſionem exigatur ineſſe aliquid erroris, eò quod prima parallelogramma, ſi diſſita ſint æquali interuallo ab inuicem, minus congruent quam vltima. nam ſi oculus A ſpectaret imaginem teſſelatam B C, deberet primum parallelogrammum B D eſſe latius quam E F, vt linea du-




cta per D perueniret præciſe in punctum E, & ducta ex A per F attingeret punctum G. vnde deberet eſſe aliqua inæqualitas, vel in parallelogrammis, vel in interuallis.

Deinde prima parallelogramma nimis obliquè




ſpectantur; ideoque deformatur aliquantiſper imago, in iis depicta.

Vnde alij non tres imagines depingunt; ſed tantum duas, diſponuntque parallelogramma, ita vt angulum circiter graduum 60. comprehendunt. vt videt expreſſum in figura HI. tunc enim magis directe ſpectantur.

Verum tamen modò reſpiciantur huiuſmodi 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 huiuſmodi 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 ſæpè explicari poſſunt.

Ita etiam complicari poſſunt librorum folia vt certo modo diſpoſita, vnam imaginem referant, & alio modo complicata aliam oſtendant.

Item in longo ordine columnarum obliquè ſpectato, depingi poſſunt, quorumcumque obiectorum imagines. in laqueatibus, gradibus & quibuſcumque corporibus irregularibus, ita vt ex certo & determinato loco, ex quo diſtantia corporum irregularium animaduerti non poſſit, omnia ſuò ordine digeſta appareant.

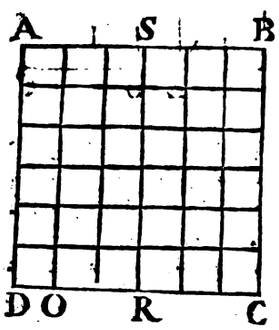
PROPO

## PROPOSITIO LXX.

Problema.

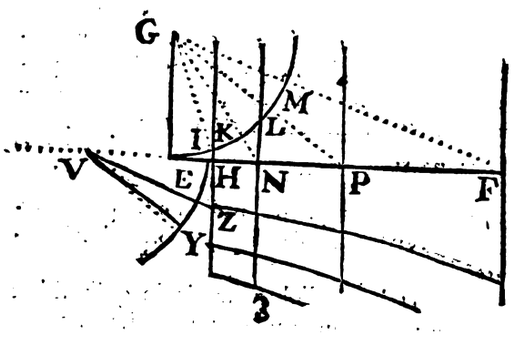
*In plana ſuperficie, imaginem diſformem delineare, quæ ex certo & determinato loco, omnibus ſuis partibus abſoluta videatur.*

Licet ex perſpectiuæ regulis id facile perfici poſſit, ſi nempe punctum principale ſatis longe ab obiecto ſtatuatur, punctumque diſtantiæ ſup-




ponatur valdè vicinum, neceſſario ſequetur aliqua deformatio in imagine, niſi ex certo & determinato puncto ſpectetur, aliter tamen perficietur.

Primo habeatur prototypus delineandus bene, & ex arte cõpoſitus, quod diuidatur in parua quadrata vt vides in figura A B C D. In ſuperficie autem plana in qua deformandam ſuſcipis eam imaginem, ducatur linea E F ad quam ex puncto E duces perpendicularem E G, & quo minor erit



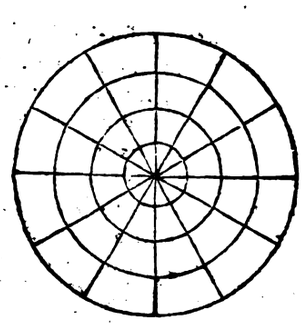

EG, eò difformior erit imago. ſumatur linea E H repreſentans lineam DO, iſſi ſit æqualis aut inæqualis parum intereſt. ducatur linea G H, fiatque ex G vt centro interuallô quocumque arcus E M. ſecans lineam G H in puncto I. ſumantur continuò arcus I K, K L, L M æquales arcui E I; ducanturque GKN, GLP, GMF. lineæ EH HN, NP, PF videntur ſub æqualibus angulis, igitur ſi diſtantiæ nulla ratio habeatur, vt hic nulla haberi debet (*per 3. Axioma huius.*) oculo poſito in G apparebunt æquales. ſupponatur linea E F repræſentare lineam intermediam R S & puncta H; N, P, F diuiſiones eius, quæ ſunt æquales ſicut lineæ E H, H N, N P, P F apparent æquales. per puncta H, N, P, F ducantur perpendiculares illæ, repræſentabunt lineas prototipi horizontales. iam illæ diuidendæ ſunt in apparentias æquales. diuidatur prima nempe H T hoc modo. ſit linea HV æqualis lineæ HG. & ex puncto V, vt centro, interuallo G I fiat arcus, in quem transferantur arcus E I, I K, nempe in Z, Y, &c. ex V ducantur lineæ occultæ VZ, VY, quæ ſecabunt lineam H T, in apparentias æquales apparentiis HN, NP, cùm videantur ex puncto V, & conſequenter ex puncto G ſub angulis æqualibus. nam tam linea G H eſt perpendicularis ad HY quam linea VH, cum enim linea GE ſit perpendicularis ad planum ſubiectum (*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 ſectionem E H, erit etiam recta ad planum GHE, ergo (*per 3 def. 11.*) erit perpendicularis ad G H. quare punctum V. erit ſimiliter diſpoſitum reſpectu lineæ HY. ac punctum G. & oſtenderem facile quod ſi in plano G H Y, in puncto G conſtituerentur quilibet anguli, æquales illis qui conſtituuntur in puncto D, eaſdem diuiſiones darent in linea H Y. igitur diuiſiones lineæ H Y ſunt apparentiæ æquales lineis EH, HN, NP. eôdem modô diuides lineam N 3, aſſumendo lineam æqualem lineæ N G, & operando reſpectu lineæ N 3, vt operatus es, ex puncto V reſpectu lineæ H Y. & ita de cæteris. Ita inuenies diuiſiones ſibi reſpondentes, ſi ducas lineam curuam 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 vt oculus facilius hallucinetur debet in eo puncto G eſſe lamina perforata, vt dum oculus per foramen reſpicit, non aberret à proprio & deſtinato loco, & vt minùs ad interiecta corpora, ex quibus diſtantia innoteſcere poſſet attendat.

## PROPOSITIO LXXI.

Problema.

*In ſuperficie conuexa globi imaginem deformatam delineare.*

Habeatur primò prototypus circularis. bene & ex arte delineatus, eius externus circulus in quot



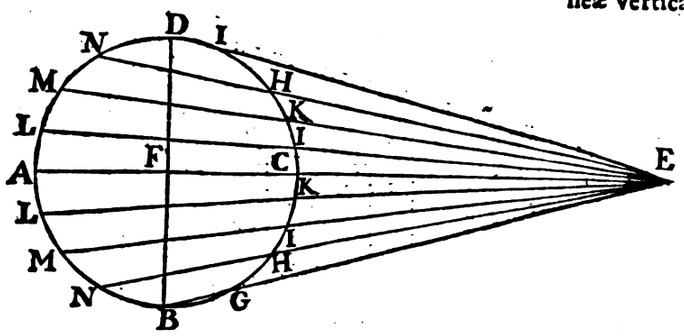
volueris partes diuidatur; verbi gratia in duodecim. ducanturque totidem diametri ad centrum, quarum vna diuidatur in quot volueris partes æquales, & per ſingulas diuiſiones ducantur circuli ex centro.

Sit circulus A B C D æqualis maximo circulo ſphæræ ſitque illius diameter B D, ſit GE diſtan-

tia

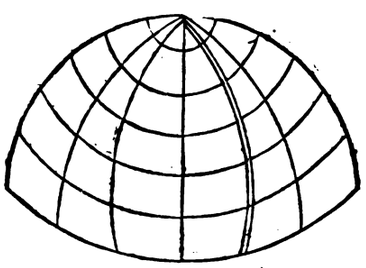
Digitized by Google

tia ex qua spectandus sit talis globus. ducatur per centrum linea E F. secans circulum in C & A. diuidatur linea B D, in tot partes æquales in quot diuisæ sunt diametri prototypi & ex puncto E, ad singulas diuisiones, ducantur lineæ re-




ctæ. quæ secabunt circumferentiam conuexam in punctis G. H, I K &c.

Si in superficie conuexa propositi globi sumatur punctum aliquod, quod debeat respondere perpendiculariter oculo, & ex eo puncto vt polo interuallis C K, C I, C H, C G circuli ducantur, paralleli inter se. tum etiam ex eodem polo, descripto maximo circulo & diuiso in 12 partes æquales. ducantur maximi circuli se intersecantes in eodem polo. habebitur figura in globo quæ ex distantia C E, perpendiculariter visa, eôdem modô apparebit ac prototypus. nam circuli singuli se intersecantes in polo, quia directe videntur apparebunt vt lineæ rectæ (*per 40. huius*,) parallelorum distantiæ visæ sub eo-



dem angulo, sub quo videntur diuisiones æquales lineæ B D apparebunt eodem modo ac ipsæ lineæ æquales: ergo habebitur figura deformata quæ ex loco determinato eodem modo apparebit ac ipse prototypus.

Si vero quis vellet in hemisphærio concauo idem præstare primo circuli maximi ducendi essent se intersecantes in puncto medio nempe A, similiterque illi apparerent vt lineæ; paralleli vero ducerentur ex eodem polo interuallis A L, A M A N. & tunc distantia ex qua videri deberet esset A E, sed in his duobus difformitas non est magna nisi in extremitatibus; ideoque quæ maiorem habent deformitatem si immutentur (vt sunt vultus hominum) non in medio, sed in extremitatibus sunt delineanda.

## PROPOSITIO LXXII.

### Problema.

*In superficie conuexa cylindri imaginem deformatam delineare.*

In superiori figura sit cylindrus cuius diame-



ter B D, debeatque spectari ex puncto E, diuidatur diameter B D in quot volueris partes æquales, ductisque per diuisionum puncta lineis rectis, habeantur in circumferentia basis cylindricæ puncta C, K, I, H, G, per quæ agantur lineæ verticales, seu parallelæ axi. diuidatur item vna huiusmodi linea verticalis in partes æquales, & per diuisionum puncta ducantur circuli basi cylindri paralleli. fiet ex his circulis & lineis verticalibus intersectio, generans quadrilatera deformata, in quæ si transferantur quæcumque inueniuntur in similibus quadratis prototypi, perfectum erit opus. debet autem prototypus esse diuisus in quadrata, sicut in propositione penultima.

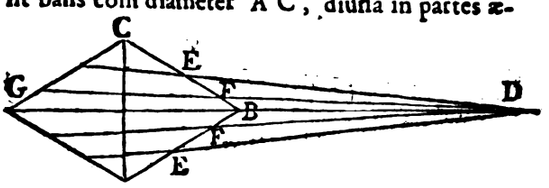
Non erit dissimilis methodus deformandi imaginem in concaua superficie cylindri, vtendo punctis ALMN superioris figuræ, cætera vero eodem modo perficiuntur. si oculus E sit satis dissitus sufficiet ducere circulos parallelos basi, si tamen valde propinquus. satius esset ducere Ellypses, in quarum plano oculus existat; quæ non persequor exactius quia imagines in huiusmodi superficiebus non sunt multum deformes.

## PROPOSITIO LXXIII.

### Problema.

*In superficie conuexa coni, imaginem deformem delineare.*

Sit conus cuius triangulum per axem A B C, sit basis coni diameter A C, diuisa in partes æ-




quales, statuatur oculus in D, & ad singulas diametri diuisiones ducantur lineæ ab oculo D, secantes latera trianguli in punctis E & F per quæ ducendi sunt circuli paralleli basi coni. diuidatur pariter circumferentia circuli qui est basis coni, in quotcumque partes æquales, & à singulis diuisionum punctis ad apicem coni ducantur lineæ rectæ. hæ cum circulis prius ductis formabunt quadrilatera mixta respondentia prototypo propositionis.

Si imaginem deformare velles in concaua superficie coni, aliter proponetur oculo D triangulum per axem, nempe eo modo quo oculo, D, triangulum AGC. cætera sunt facilia, & eodem modo peraguntur.

## PROPOSITIO LXXIV.

### Problema.

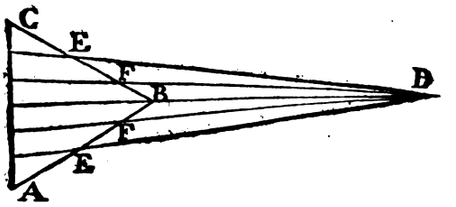
*In pyramide quadrilatera, imaginem deformem delineare.*

Sit pyramis quadrilatera, sitque vnum eius triangulum diagonale ABC propositum per apicem oculo D. diuidatur diagonalis A C in par-

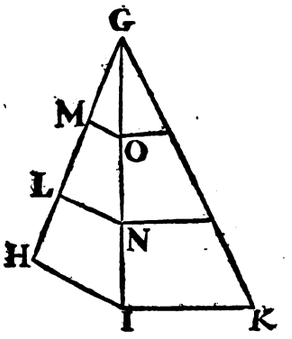


Digitized by Google

tes æquales, & per singula diuisionum puncta, ducantur lineæ rectæ ad oculum, D, secantes

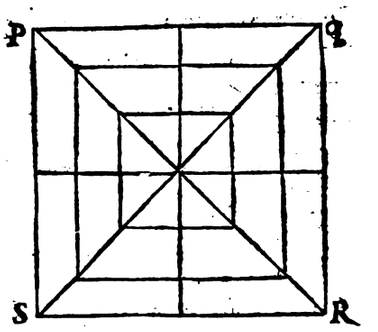



latera A B, C B in punctis E, F. singula latera pyramidis diuidantur eô modô, quô diuisa sunt




latera A B, A C, hoc est latera G H, G I, G K, similes habeant diuisiones, in M & L per quæ ducantur M O, L N.

Demonstratio istorum omnium pendet ex superioribus nempe quod vnus oculus distantiam aduertere non possit, atque adeo si spectetur pyramis per verticem, videbitur pyramis vt quadratum, & latera, G H, G I, G K coincident cum diagonalibus quadrati. quô artificiô alias huiusmodi deformationes peragere poteris, & imagines difformes in variis superficiebus de-




lineare, quæ ex certo & determinato loco visæ, conformes prototypis appareant.

Sed hæc sunt facilia quibus diutiùs immorari non libet.

# OPTICÆ LIBER TERTIVS.

## De propagatione Luminis.

### DIGRESSIO PRIMA.

#### PHYSICA.

*Quid sit Lumen.*

QVAMVIS 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, vt ex illarum consideratione aliquid in rem nostram saltem explicationis causâ deducere possimus.

Aristoteles definit lucem, actum perspicui quatenus perspicuum, in quo lucem paulò maiorem, in explicanda luce iure quis desideret. patet autem Aristotelem; vt meliorem eius vocibus sensum tribuamus, quem pati possunt, lucem in sua natura non definiuisse, sed tantum provt concurrit ad visionem, ita vt sensus illius sit, esse perfectionem quâ, ea quæ sunt potentiæ visiuæ obiecta, fiunt actu & quasi proxime perspicua, & clara omnibus. seu est illa perfectio, nomen enim actûs perfectionem significat, quâ aliquid proxime redditur actuale potentiæ visiuæ obiectum. neque enim (vt aliqui explicare voluerunt) puto per has voces perspicui, indicare voluisse diaphanum, nempe quod lumen sit illa perfectio, quæ in diaphano solo recipitur, manifesta enim esset inconsequentia, si lucem in ordine ad diaphanum cuius natura luce obscurior est definiret. cum aliter diaphanum, non definiat; nisi illud quod luci aditum non denegat: melius consultum Aristoteli volo, quàm vt asseram ipsum definiisse lucem, perfectionem diaphani peculiari modo; id est quæ vt recipiatur in aliquo subiecto perspicuitatem seu diaphaneitatem (vt vocant requirit.) si quis enim quærat quid sit diaphanum, dicit illud esse quod lucis receptiuum 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

ita vt secundum 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 huiusmodi definitio, nescio. neq; quid magis significet quam si definiretur albedo, esse actus albi, nempe illa forma quæ reddit album. non piget autem Aristotelis verba referre, vt illæ quæ à Neotericis afferuntur opiniones, & contra quas tantopere inuehuntur nonnulli, à mente Aristotelis non ita abesse clarum fiat. *Est autem id quod actu perspicuum est inter visibilia habendum, non vero seipso sed per colorem alienum, & extraneum. Fit autem visio, dum color mouet id quod est actu perspicuum, vt aërem, ab hoc vero sic moto quia continuum corpus est vicissim mouetur, & visus instrumentum. atque hæc vna 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 interpedio patitur, neque enim aliquid patitur a colore.* Vnde ex Aristotele duplex videtur esse necessaria motio in aëre ad hoc vt oculus videat, nempe motio aëris à lucido, quæ quidem motio sufficit ad videndum corpus lucidum verbi gratia solem, & ignem, necessaria item est alia motio ipsius aëris iam 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 fere peripateticorum existimantium lucem aut lumen, esse accidens aliquod productum in medio diaphano, vi cuius omnes colores proxime visibiles fiunt; primò explicatur natura lucis per proprietatem maxime conspicuam, nempe quod sit primo, & per se motiua visûs, & quod cætera per ipsam, seu ipsa mediante potentiam determinent ad visionem sui.

Ratio vero quare illam existiment esse accidens, petitur ex eo quod in aëre recipiatur; neque enim ipsi vllam diuisionem in aëre percipiunt, nullum motum localem, dum ex tenebris transit ad lucem. Adde quod in cristallo durissima, in aqua valde vnita, & propter fluibilitatem continua, excipiatur; ergo in eodem loco inuenitur 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 subiecti quantitate, ab ea non expelluntur, sed facile admittuntur.

Hæc ratio validissima est, maiorem que vim obtinet, si consideretur natura corporum diaphanorum; si enim lumen non sit accidens, sed substantia tenuissima, cristallus durissima innumeris poris peruia esse debebit, nec poterit lumen transmitti, nisi poros inueniat in directum porrectos. ratio enim cur in corporibus non diaphanis recipiatur (si doctrinam eorum qui lumen substantiam esse asserunt, sequeremur) esset quod eorum pori in directum non iaceant, sed per varios anfractus digesti, ita luminis impetum refringant, vt penitus obtundant. Incredibile autem est, cristallum ita peruiam esse, vt lumen secundùm omnem lineam secundum omnem angulum, & inclinationem excipiat. necessarium enim esset viam apertam esse in omnem partem, nihilque solidi in cristallo reperiri.

Secundò si cristallus, aut aliud quodcumque corpus diaphanum innumeris constaret poris, partes inter poros interceptæ diaphanæ non essent, atque adeo lumini aditum præcluderent, tota ergo cristallus 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 medij remitteretur; in eodem puncto medij se intersecarent lumina à diuersis partibus prodeuntia, quare sibi inuicem occurrerent, viamque præcluderent, impetum sisterent; sed experientia notatum est, vt probabitur postea, lumen aliunde affulgens, non impedire, nec destruere aliud lumen, nec illi vel minimum obsistere.

Quartò si lumen esset substantia, produceretur de nouo, 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, vt intra momentum ad terras peruehiat. 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, vt nullum eius extet vestigium, amoto luminoso?

Sextò incredibile videtur, vt ex solis substantia, tanta copia luminis educi possit, quæ totum impleat vniuersum, si nempe concipiatur esse substantia.

Septimò si lumen dicatur esse corpus, concipi non poterit quomodo tanta celeritate à sole, ad nos defluat, tantá 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, iam vlteriùs progressa essent. Sexcenta alia, huiusmodi congerere liceret argumenta, quæ indicasse sufficiat.

Vnde merito dicit Aristoteles, quod admittere & concedere, lumen ab oriente, ad occidentem tanta celeritate ferri, & nos non aduertere, aut notare talem motum, sit magna petitio.

Secunda sententia, quæ iam diu antiquata reuixisse his temporibusque visa est, fuit Empedoclis, cui contradicit Aristoteles loco citato. asserebat autem lumen esse tenuissimam lucidi flammulam, maximo impetu Euibratam; 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 vero hæ proprietates solius sint corporis hôc modô probatur. Quæ ex sua natura apta sunt recipi in subiecto & compenetrari cum illo; nullam reflexionem pati possunt; sed ea quæ non sunt corpora, sed qualitates & formæ, de se apta sunt com-



Digitized by Google

penetrari cum ſubiecto ; immo ex natura ſua expetunt produci in ſubiecto & compenetrari cum illo ; ergo à ſubiecto expelli non debent. fauet deinde experientia, quâ quæcumque pati reflexionem videmus, ea omnia ſunt corpora ; nulla alia accidentia quæ vere conſtet accidentia eſſe tale quid patiuntur. nemo enim vidit vnquam frigus reflecti, aut calorem niſi in quantum producitur à lumine, aut coniungitur cum halitibus calidis vere capacibus reflectionis; cum ſint corpora, nemo humiditatem aut ſiccitatem. neque facit quidquam quod lumen ab eo tantum ſubiecto expellatur quod non eſt ipſius capax ; quæ enim datur forma vſpiam ita compoſita à naturâ, vt niſi agens eam in ſubiecto aliquo producere poſſit, eo quod careat diſpoſitionibus ad eam recipiendam conducentibus, neceſſitetur ad eam producendam in alio ſubiecto, iam habente id totum quod ab agente principali producibile eſt, ſolum hoc haberet lumen. vnde tot illi peculiares prerogatiuæ & exceptiones à regulis communibus cæterorum agentium ? aliæ formæ id non habent. neque enim ex eo quod ignis non accendat lignum ſibi ex vnâ parte admotum defectu, diſpoſitionum propterea facilius accendet lignum ex alia parte approximatum. quod neque in cæteris agentibus vſuvenire animaduertimus.

Secundò reflexionis leges eædem omnino in lumine obſeruatæ, quæ in corporibus, nempe vt ſimili angulo remittantur, quò in corpora incidunt. eædem diſpoſitiones requiſitæ in corporibus reflexiuis luminis, quæ in reflexiuis aliorum corporum, niſi quod propter luminis tenuitatem, & partium eius exilitatem, exquiſitiores eſſe debeant ; ita vt non tantum politura ſimplex, ſed quæ ad læuorem peruenlat omnemque reſpuat aſperitatem requiratur. ex quo ſequitur non omnia corpora licèt denſa huius læuoris 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, vt inter cætera aſſerant ea tantum corpora luminis eſſe capacia, quæ poris vniformibus conſtant, aut facile ſunt ſecundum minutas partes mobilia ; ita vt propter pororum anguſtias in medio denſiori, tardiùs feratur lumen ; & hoc modo ſatis congruentem afferunt refractionis rationem, cuius ne vmbram quidé comminiſci poſſunt alij. tantam velocitatem luminis excuſant, quòd non vt primum ſol ab horizonte emicat radios incipiat euibrare, ſed iam à multo tempore, quorum motus non continuatur niſi in quantum ab alio ſuccedente lumine in anteriores partes propulſatur, qui igitur radius iam ad confinia horizontis peruenerat, dum ſol exoritur ad oculum noſtrum pervenit, licet à ſole emiſſus iam fuiſſet ſi velis ante horam. ſufficit ergo vt nouum vt ita dicam impetum à ſole tunc accipiat qui impetus per lineam rectam, à ſole ad partem radij quæ oculos ferit protenditur in inſtanti, nam dum ſol impellit partem ſibi vicinam eamque loco mouet, hæc etiam attingit & mouet ſequentem, vnde 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 chriſtallus digitalis craſſitiei. certum eſt partem aliquam luminis impingentem in primam chriſtalli ſuperficiem reflecti, aliam verò, chriſtallum permeare, vſque ad vlteriorem ſuperficiem, ibique rurſus reflectionem aliquam pati, ita vt nonnulli radij vlteriùs procedant, multi tamen remittantur. quæ experientia ita communis eſt vt negari non poſſit. quæro ergo ſi lumen dicatur accidens, quare in ſecunda ſuperficie reflectatur. ideo enim lumen reflexionis eſt capax vt volunt communiter quia cum luminoſum, ſit agens neceſſarium, debet totum lumen, quod poteſt, ſemper producere. vnde cum ſubiectum eſt incapax illius excipiendi propter aliquam eius opacitatem, tunc agens reflexo producit, id quod directe producere debuerat. Sed contra: quia aer eſt magis diaphanus quam chriſtallus ; ergò ad vltimam chriſtalli ſuperficiem, ſeu primam aeris, nulla fieri deberet noua reflexio, nam ſi ſuperficiei chriſtalli vniretur alia ſuperficies, nulla ſequeretur reflexio, ergo multò minus ſi pro ſuperficie chriſtalli ſubſtituatur ſuperficies aëris, quod tamen eſt contra experientiam.

Secundo non affertur vlla ratio æqualitatis anguli incidentiæ, & reflexionis, poſſet enim luminoſum aliter compenſare ſuam actiuitatem, nempe intenſius directè agere, eò quod corpus obiectum opacum ſit, & incapax luminis excipiendi. neque enim vlla 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 immediate producet totum lumen. non primum, vt videbimus poſtea, alioquin. lumen produceretur non tantum per lineam rectam à luminoſo ; ſed etiam in orbem reſpectu cuiuſcumque luminis producentis. quod argumentum fuſiùs 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, quamuis ea non producat per totum medium, eò quòd ibi nonnullas diſpoſitiones inueniat, quæ in medio non ſunt, atque adeo productio luminis in eò, 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 poſitò, propter diſpoſitionem peculiarem in eo repertam.

Quartò refellitur ratio allata, quod luminoſum, vt agens neceſſarium, explere debeat ſuæ actiuitatis ſphæram. nam ſequeretur, ſi hæc ratio valeret, quod poſito obice opaco, tantundem luminis ſemper reflecteretur, quod tamen

ſit

est falsum. nam si pannus niger obiiciatur modica fit reflexio, si albus fit validior.

Insistunt etiam in eo quod, lumen per solam adunationem flamma evadat, vt in speculis concavis experimur, & hoc licet nullum sit corpus, quod sit materia ignis. acena enim liquefit, licet ipsa in ignem non abeat: ergo vere lumen adunatum est ignis.

Propositis alterius opinionis rationibus, ita respondere conantur, & primo quidem statuunt in omni opinione tenendum esse, diaphanum quodcumque quamuis ad sensum totum, & secundùm singulas partes lumine perfundatur, reipsa tamen interrupte illuminari. Et in aëre quidem satis ostenditur, eò quod constet corporibus heterogeneis, quorum particulæ lumen reflectant.

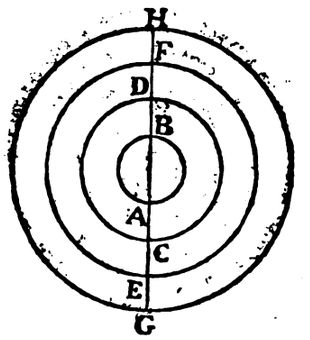
Secundò in christallo fit reflexio, non tantum in prima, sed in vltima superficie, quæ cum aëre congruit; videtur autem nulla posse melior ratio afferri, quàm quod pori aëris, non benè congruant cum poris christalli, ex quo sequitur multos radios reflecti debere. quod si alia excogitari potest ratio huius reflexionis excogitetur, nam comminisci aliquam in christallo crustam duriorem, fingere est.

Ad id quod obiicitur de tanta luminis copia, quæ totum vniversum replere videtur, opponunt eius 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. vna vncia argenti inducitur in virgam, quæ per transmissionem fit longa pedes 725000. seu digitos 8700000. & cum in vno digito sint perceptibiles partes 500 erunt in vna vncia 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 pulueris nitrati, antequam accendatur, ad spatium occupatum, dum accenditur se habet vt 1 ad 15625.

Ad diversum motum partium luminis, sibi invicem in eodem medij puncto occurrentium, respondent exemplo liquoris diversimodi agitati, cuius vortices varij sibi invicem occurrunt, se penetrant, intersecant. quod multo potiori iure de lumine, vt pote rariori, maioremque fluiditatem, & motum velociorem obtinente dicendum est.

Alias rationes hanc opinionem stabilientes omitto; qualis est hæc, quod ex sola vnione radiorum luminis exurgat ignis, nempe quod lumen sit flammula tenuis, & valde rara; quæ per solam adunationem plurium eius partium, paulo densior, aut saltem minus distracta redditur, fitque ignis verus. Si enim ignem in materia valdè tenui, & rara accendamus, vt in spiritu vini, vix calorem eius percipimus, si vero eius partes colligantur, fit calidus, & vrens: idem evenit in lumine cuius partes quomodocumque collectæ, vstivæ sunt, immo sunt formaliter ignis.

Tertia opinio paulo 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 vt 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 aëris motum sonum esse dicunt, sed eum tantùm quo sæpius, & creberrime in se recurrat, ita etiam in præsenti negotio asserendum est. Vocant autem corpus lucidum illud quod talis est naturæ, vt continuas, crebras & concisas oscillationes, seu intumescentias, & detumescentias patiatur, aut in se producat. vt sit verbi gratia sol Sphæra cuius diame-




ter AB, qui talem in se patiatur motum, vt augeatur in Sphæram cuius diameter CD, & subito in se redeat, denuoque crescat, & decrescat; sol lucidus erit; & quò maior erit illa intumescentia, eo etiam lucidius erit illud corpus. dum sol autem occupat illud spatium Sphæræ CD, hæc occupat spatium Sphæræ cuius diameter EF, & aër qui tale spatium occupabat expellitur & occupat Sphæram GH, quæ omnia in instanti fieri debent, ne fiat penetratio, igitur eodem tempore & instanti, quò sol oscillat propter continuitatem medij propagatur ille motus per rectam lineam, vsque ad oculum, impelliturque oculus, qui cum sit vitalis sentit talem motum. vnde lucidum est principium talis oscillationis, lux verò in diaphano est motus oscillationis à lucido productus.

Putant authores istius sententiæ se omnia bene, physice, seu sensibiliter explicare. primo 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 cuius profunditas DF minor erit. quare decrescit motus ille si in longum respiciatur, & quo maiores 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, octuplo minor erit.

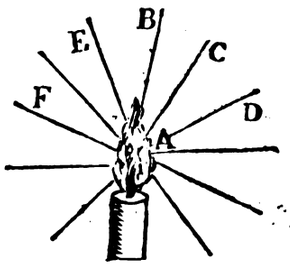
Asserit item hæc opinio omnem motum diaphani esse in lineam rectam, & de facto quidquid luminis in medio vniformi producitur, hoc semper in lineam rectam propagari notatum est. nihilominus vt nihil dissimulem, hoc non videtur vsque adeo verum esse in his principiis. impossi-

bile enim est saltem mathematice, vt si singula puncta (loquor autem de punctis, vt facilius difficultas intelligatur) vt inquam singula puncta ex quibus coalescit corona AB, CD, componantur in coronam C D E F, 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 vt nostram mathesin alicui opinioni philosophicæ ita addictam velim, vt in aliis fiat inutilis, contendo enim pleraque in omni opinione bona esse, exceptis tamen aliquibus, quæ vni potiùs favent, quàm alteri.

## DISGRESSIO II.

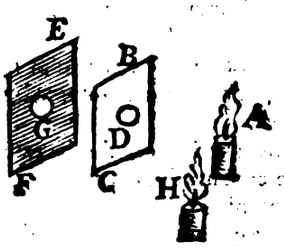
*An lumen medij aliud lumen producat.*

Licèt hæc quæstio præcipue 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 vt 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 immediate 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 vna parte suam exerat actionem, quàm ex alia, positis tamen iisdem conditionibus. vt si sit agens A; di-




co 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 medij per se solum sine adminiculo alterius esset productiuum 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. maiorem posui tanquam principium, quod si revocetur in dubium appellabo omnes experientias. & quæram rationem quare potiùs determinatum sit lumen ad producendum effectum versus vnam partem, quàm versus aliam. ad minorem ergo, nempe quod lumen in medio receptum, non agat æqualiter in omnem partem. Sit luminosum A, corpus opacum BC, cuius in medio sit foramen D. post quod ad aliquam distantiam, sit planum,

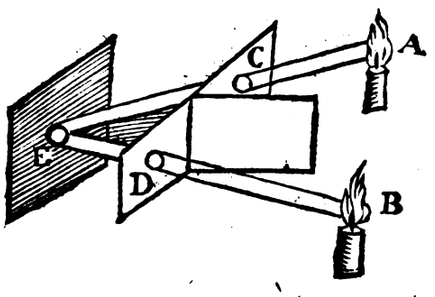



quodcumque E F, lumen quod invenitur in foramine D, est lumen medij diaphani; sed lumen quod est in foramine D, non agit æqualiter in omnem partem. nam si ageret æqualiter in omnem partem æqualiter illuminaret partes omnes oppositi plani E F, cum tamen vnam tantum illuminet, nempe quæ respondet per lineam rectam luminoso A, ergo signum est, aut lumen in medio foramine existens, non esse productiuum alterius, aut certe, non esse solum productiuum illius, nisi adhuc immediate agens lucidum concurrat. Si enim postquam agens A, vbi produxisset lumen in foramine D, permitteret vt ita dicam, vt ageret res suas, nec iuvaret illud ad productionem sui effectûs; cur potiùs secundùm lineam DG produceretur lumen, à lumine D, quam secundum lineam DF, aut aliam quamcumque. confirmatur supponamus Deum remotô agente luminoso A, conservare tamen idem lumen in foramine D, in tali casu quid ageret, an per lineam D G, an per quamcumque aliam, non per lineam D G, 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.

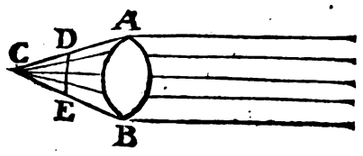
Si adhibeatur alia fax H, augebitur lumen in foramine D; non tamen, augebitur effectus in puncto G; ergo lumen quod est in foramine D, non est productiuum alterius luminis. probatur hæc consequentia. quoties augetur causa productiva alicuius effectûs, toties augetur etiam effectus, si vtrumque capax sit augmenti; sed dum adhibetur fax H, augetur lumen in foramine D; ergo si lumen in foramine D existens, sit productiuum alterius luminis, maior sequetur effectus, quod est contra omnem experientiam. est ergo lumen medij, 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 vlteriotis luminis; quomodo fieri posset, vt duo lumina valdè remissa producant effectum in eodem subiecto, multo maioris intensionis quam ipsa sint. vt si duo lumina A & B, per duplex foramen C & D, radient in idem punctum E, accidet sæpe vt in puncto E, multò intensius sit lumen, quàm in vtroque foramine C & D. Sed si sola lumina CD, producerent lumen E, hoc fieri non posset; ergo lumina C, & D. non producunt lumen E. maior nempe quod in E puncto sit maius lumen, quàm in C & D, probatur

batur primo experientiâ hoc enim patet ad oculum. deinde oſtenditur alia experientiâ ſpeculi




concavi, aut lentis convexæ. Si enim in lente convexa lumen, quod eſt in puncto vnionis dependet tantum à lumine, quod eſt in medio, quomodo tantus calor producitur in puncto foci, vt ſit intolerabilis in aliis vero partibus vicinioribus agenti, calor ſit debilior, & conſequenter lu-




men. vt ſi ſit lens AB, veniens in puncto C, radios à ſole emiſſos, ſi lumen puncti C, penderet tantùm ab eo lumine, quod invenitur in ſpatio D E nunquam in puncto C maius, aut intenſius lumen inveniretur, quàm in ſpatio DE, cùm tamen in ſpatio D E, non ſequatur inflammatio materiæ, quæ ſit in puncto C.

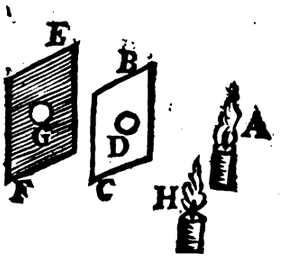
Sequitur ex eo, lumen in medio receptum, aut non producere aliud lumen, aut ſaltem ſolum non concurrere, ſed ipſum ſolem immediatè, deinde lumen quodcumque aliunde adveniens, nullô modô conferre ad productionem alterius, niſi ab agente producatur quod agit in ſubiectum; hoc eſt lumen productum à face H antepenultimæ figuræ, in foramine D, nihil omnino conferre ad productionem luminis G.

Quod diximus de lumine proportione quâdam intelligendum eſt, de ſpeciebus viſibilibus, ſi dentur diſtinctæ à lumine, quarum illa quæ ab obiecto remotior eſt, non dependet à viciniore ſola, ſed etiam ab obiecto. Si enim in antepenultima figurâ, loco facis A, intelligatur obiectum viſibile, & ſpecies obiecti 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 experientiâ obiectum videri non poſſe, niſi ex puncto G, nempe in linea recta ADG; ergo hæc conſtans determinatio ad lineam rectam ab agente ductam, indicat obiectum 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 mediũ. quod puto me demonſtrare in hypotheſi communi. dum ignis luculentus partes aëris ſibi contiguas calefacit, totuſne ignis eum calorem producit, an indiviſibilis, & vltima eius ſuperficies. non primum, cùm nulla aſſignabilis ſit vltima 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 ignis vicinioribus paſſo, quæ ſupponuntur eiuſdem eſſe naturæ; & perfecte 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 vt ſol imprimat tantum motum illum ſibi vicinæ, hæc ſubſequenti, & ita deinceps, invenio tamen aliquam difficultatem. ſint enim vt 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, vnâ quidem ab lucido A, alia vero à lucido H, quomodo movebitur in vtramque partem hoc eſt ſecundum lineam A D, & ſimul ſecundùm lineam HD, non ſequetur vtrumque impulſum, ſed neceſſariò ſequetur mediam aliquam viam, quod eſt contra experientiam; tam enim facile tranſmittitur lumen per lineam AD, eamque continuat vſque ad punctum G, ac ſi nullô modô 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 vniverſi viſibilibus emiſſum. cum in quocumque loco oculum poſueris, poſſit quodlibet obiectum videre. Puto ergo in ea opinione dicendum eſſe, non inveniri in hoc negotio metaphyſicam accurationem; ſed ſufficere vt 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 vnum lumen, non eſſe ſolum alterius productiuum niſi ſemper adſit ipſius lucidi cooperatio.

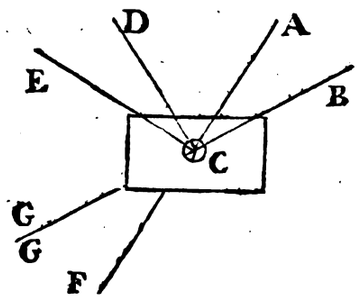


Digitized by Google

## DIGRESSIO III.

*Lumina in eodem ſubiecto à diuerſis agentibus producta, nec ſe impediunt, nec ſe proprie iuuant ad aliquam actionem communem eliciendam.*

Oſtendimus ſupra duo lumina in eodem foramine à diverſis agentibus producta, nullô modô impedire lucidorum actionem, quia ipſa ſola nihil producunt, ſed tota vis activa ineſt lucidis; & conſequenter non ſe proprie iuvare, ex ea vnione; 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 iuvant lumina. videtur autem quod eadem ſit ratio puncti alicuius reflectentis, ac foraminis; ſicut enim actiones duorum agentium, licèt vnitæ in eodem foramine, tranſmiſſæ tamen vlterius ſeparantur ab invicem, & poſt huiuſmodi ſeparationem eôdem modô ſe habent, ac ſi nullo modo vnitæ fuiſſent, ita etiam dum duo lumina ad eandem partem corporis reflectentis appellunt, licet in eo puncto concurſûs vniantur, maioremque (vt cum philoſophis loquar) intenſionem efficiant; fieri tamen non poteſt, vt reflexiones à duobus lucidis in eadem corporis reflectentis parte factæ, remittantur in idem punctum, cum ſervari debeat, angulorum incidentiæ, & reflexionis æqualitas; in vtraque reflexione, quæ non ſervaretur, ſi id accideret, etiam ſi vere & realiter eſſet maius lumen in corpore reflectente, non animadverteretur; nec ea lumina ſe iuvarent in ordine ad cauſandam viſionem efficaciorem. quod vt concipiatur, ſint lu-




cida A, & B, corporis reflectentis punctum C, in quod incidant duo radij A & B. radius AC, reflectetur in CD, & BC in C E, ita vt 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 maius lumen, quia tantum exciperet lumen ab vno lucido, eodem modo intenſum, ac ſi aliud lucidum nihil tranſmitteret, ita etiam oculus poſitus in D aut E, nullam mutationem advertere deberet, ſive adhibeatur vnicum 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, vnde quia ſolum punctum C, poteſt radiare per lineam CD, & nullum aliud, item C, per lineam CD, remittit tantum lumen lucidi A, inde fit vt oculus D, perinde videat punctum C, ſive adſint plura lucida, ſive vnicum tantum; ergo dicendum eſſet quod etiamſi maius 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 iudicio explicat propagationem luminis, vnde diſtinguo inter corpora lævigata, ſeu polita, & ſcabra, agnoſco enim in omni fere 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 gallice, *vn ciron*, quod ſolet ſulcare manus, ita vt ad illud extrahendum opus ſit acu ſubtiliſſima, in cuius apice vix apparet; ſi inquam in eo animalculo tot ſunt inſtrumenta vitæ, tot membra, quæ ope microſcopij ſatis bene diſtinguuntur, quid ni in aliis corporibus texturam aliquam, & ſcabritiem admittere liceat, hæc in charta ope eiuſdem teleſcopij ſatis ſe prodit. vnde totam hanc difficultatem facile huiuſmodi inæqualitatibus ſoluo.

Admitto igitur in ſpeculis exquiſite, & ad ſenſum politis, ſi detegatur tantùm vna eorum pars, non meliùs eam appariturum, nec intenſius illuminandam, etiamſi mille apponantur faces, quàm vnica tantum, vnde 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 iudicio Galilæus, lunam habere inæqualitates, cùm ſolis lumen vndequaque remittat, quod fieri non poſſet, ſi eius ſuperficies eſſet perfecte 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 obiecti etiam diviſibiles, tales eſſe vt ſeparatæ videri non poſſint, ſed tantum pro vt coniunctæ cum aliis, cùm enim ſi ſolæ ſumantur ſub angulo inſenſibili ſpectentur, ſi ipſis adiungantur aliæ partes, illæ ſimul omnes eandem partem minimam naturalem retinæ attingent, atque adeo eadem, & indiviſibilis omnium ſequetur viſio (*vt oſtendimus propoſ. 14. 2. huius*) quod ex multis capitibus oritur ibi explicatis. Sint igitur tres partes obiecti A, B, C, diverſimode inclinatæ, ita tamen parvæ, vt vna non poſſit videri diſtincta viſione; ſed debeant propter paruitatem videri per modum vnius. ſitque primò vnum luminoſum cuius lumen per lineam 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 eius viſio occupat totum ſpatium, quod occuparet viſio trium ſimul obiectorum, non advertitur aliquid deeſſe. addatur luminoſum F, cuius quidem lumen productum in A, non reflectitur ad oculum,

Digitized by Google

lum; sed lumen productum in B, videbitur etiam pars B, vnica visione cum parte A, igitur iam illa visio quæ videtur esse eiusdem obiecti, iam fit per duos radios, & in eadem parte sensibili retinæ est maius lumen quam si apponeretur tantum vnum luminosum. addatur pariter luminosum E, cuius lumen reflectatur ad oculum à parte C, iam totum illud obiectum quod per modum vnius videtur, ita vt non advertatur detegi illius vnam partem quæ prius proprie loquendo non videbatur, videtur per tres radios; igitur licet lumina in eandem partem obiecti mathematice sumptam incidentes à diversis lucidis non reflectantur ad eundem oculum, ideoque non efficiant, vt talis pars videatur magis illuminata, quæ tamen in eandem partem physicam obiecti non exacte politi, sed pluribus superficiebus exasperati impingunt, & ad eundem oculum remittuntur, efficiuntque visionem multò intensiorem; ideoque videtur obiectum magis illuminari.

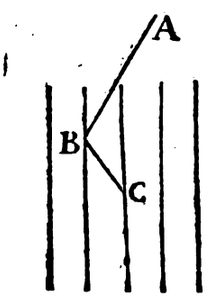
Quod dixi de diversis agentibus, intelligendum est de singulis partibus eiusdem agentis. nam non solum quodlibet lucidum agit in orbem, sed etiam quælibet eius pars. vnde agens maius se habet per modum plurimorum agentium. quia non solum totum per modum vnius; sed etiam quælibet pars potest videri visione distincta, ex omni parte hoc est in quacumque parte medij oculus collocetur.

Sequitur ex his quamcumque partem physicam obiecti non politi, remittere lumen à quolibet luminoso acceptum in omnem partem physicam medij; immo & lumen à singulis partibus luminosi prodeuntes in omnem partem remittere, sensibiliter & physice, ita vt occultatâ luminosi quâlibet parte, aliquid luminis reflexi à singulis partibus physicis obiecti scabri deficiat, & non tantum singulæ partes physicæ obiecti remittant lumen luminosi in omnem partem, sed etiam lumen remissum ab aliis obiectis.

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 quam si vterentur speculo polito; licet enim speculum politum in vno, & determinato reflexionis puncto lumen remittat intensius, corpus tamen impolitum, melius remittit in omnem partem, quod autem dixi de reflexione, idem proportione quâdam intelligendum est de refractione, melius enim, & vniformius videmus, si cancellis charta instructis vtamur, quam si christallo polita vteremur. quia christallus radios transmittit per lineam rectam, ita vt in illa linea recta sit quidem intensius lumen, extra verò prædictam lineam, multo sit debilius quam si vniformiter in omnem partem terebitteretur.

Ex hoc sequitur quod si alicuius corporis partes minimæ convexitatem Sphæricam induerent vniformiter, & in omnem partem lumen remitterent, talia aliqui volunt esse alba, quæ propterea maxime oculum movent; cum nihil luminis in ipsis peteat. nigra verò è contra quæ talia sunt figuræ, vt forè omnes radij intra ipsorum fissuras consumantur, vt si daretur corpus aliquod compositum ex asperis, ita vt inter eius partes aliquod spatij relinqueretur illud corpus vix vllum radium extra se reflecteret, vt in apposita figura radius AB, reflectitur in BC, neque vnquam extra tale corpus egreditur, & per hanc figurarum diversitatem multi colorum varietatem explicare conantur.




Ex hoc deduci posset aliqua ratio experientiæ cuius alioquin vix assignari poterit, si in foco lentis convexæ, aut speculi concavi apponatur corpus album, non tam cito, ignem concipiet, ac si nigrum esset; licet sit ex eadem materia. ita si obiiciatur charta nigra, & alba, & hoc cum valde notabili differentia licet non videam adhiberi corpuscula combustibilia, dum aliquid tingitur nigro colore. vnde puto facilius reiici in id quod albus color omnes radios extra se remittat, niger vero 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, & obiectum quodlibet non impedit eius visionem, quæ quidem explicatio puto sufficiet ad hoc vt sciatur quid nominis, seu quid intelligatur hâc voce. quare vt melius naturam illius explicemus, videamus cur non impediat visionem obiecti vlterius positi, quia (inquies) non denegat transitum lumini, & speciebus visibilibus si dentur, si vero quæram vlterius quam requirat in se dispositionem, vt admittat in se radios luminis eosque non fistat in se, hic vero hærent neque vlterius addunt aliquid. bene quidem vnum adiiciunt nempe ex eo quod corpus diaphanum non impediat visionem obiecti vlterius positi, quod non terminet visionem, sed ludunt in æquivoco, nam mutata significatione istius vocis (terminare) concludunt; ergo corpus perfecte 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 vlteriora videantur, in secunda terminare est esse terminum illius respectus quem dicit visio, seu imago illa intentionalis in suum obiectum. possem enim quærere cur licet aliquod corpus tale fit, vt

nullo modo impediat quo minus ſpecies viſibiles obiectorum vltra poſitorum tranſmittantur; ipſum tamen non poterit aliquas ſui ſpecies producere, quæ quidem reciperentur cum aliis in eadem parte retinæ. neque enim implicat, vt in eodem medij aut organi puncto, multorum obiectorum ſpecies ſimul recipiantur. cur ergo non videtur aër, & cur quò corpus erit perfectiùs diaphanum, eò minùs perfectè videbitur.

Solidiùs ergo ni fallor raciocinabor, ſi dicam neceſſarium eſſe ad viſionem, vt aliquis luminis radius remittatur à corpore viſo ad oculum. oſtēdi enim iam alias lumen medij nihil efficere, item obiecta bene illuminata, vt 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 nō poterit. Ergo quod viſionem non terminat in vno ſenſu, hoc eſt non impedit videri vlteriora obiecta, 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 obiecto produci ita vt ſine illo conſiſtere non poſſint.

Sed nihil adhuc efficimus; reſtat enim intacta præcipua difficultas, quare trans chriſtallum, aquam, aërem tranſmittantur radiationes luminoſæ, & non trans aurum, lapidem, lignum, & alia huiuſmodi corpora. dico ergo diaphaneitatem non eſſe ſpecialem aliquam qualitatem inditam corporibus. quia ſi diaphaneitas eſſet aliqua peculiaris qualitas in corporibus; non accideret, vt 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. maior 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 maxime 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 vllum corpus quod ſi in tenuiſſimam bracteolam extendatur, non ſit aliquantulum diaphanum. ponamus illud eſſe diaphanum vt duo; ex coniunctione illius bracteolæ cum alia ſimili permaneret eadem ſpecie diaphaneitas, fieretque diaphanum vt duo magis extenſum; cum tamen tota amittatur. Addo ſi perſpicuitas illa eſſet peculiaris qualitas; ex ſola figuræ mutatione non mutaretur, aut periret. quod eſt contra omnem experientiam. ſit vitrum terſiſſimum; & maxime elaboratum, affricetur corpori duro, vt ferro interpoſita arenula, nulla eſt chriſtallus, quæ intra ſemiquadrantem, ſuam perſpicuitatem non amittat omnino; ita vt non ſit magis perſpicua quam lapis quicumque obvius; ſed in tali caſu nullam amittit qualitatem; ſed tantum huiuſmodi arenulâ exaſperatur omninò, fiuntque frequentiſſimi ſulci quibus miſcetur aër. neque dicas ideo non tranſmitti amplius luminis radios, quod arenula adhæreat, quare ſi madefiat hæc chriſtallus videbitur perſpicua. quia loco aëris ſubſtituitur aqua eiuſdem fere denſitatis cum vitro, aut chriſtallo. neque enim propterea excutientur arenulæ, quæ adhæſerunt.

Dico ergo perſpicuitatem conſiſtere in perfecta partium quo ad denſitatem, & raritatem homogeneitate, & ſuperficiei æquabilitate. quæ definitio vt 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, multum amittunt de ſuo impetu, multum item dum oblique feruntur in aquam; hoc autem hic ſuppono, nec expendo vlteriùs, ſed ſi aliquod corpus conſtet partibus heterogeneis, radius luminis à medio rariori ad denſius, & viciſſim tranſibit; ergo ita imminuetur vt nullus ſit. debet ergo eſſe aliqua homogeneitas in partibus, ſaltem quo ad denſitatem, & raritatem; hæc autem ſimilitudo partium neceſſariò includit, vt 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 bene inter ſe cohæreant, nec excludant omnem aërem, vortices habet multum lumini officientes, multò magis ſi eius ſuperficies fiat ſcabra, ſit lumini impervium totum vitrum. Si verò corpus ſit homogeneæ raritatis, & denſitatis, vbi lumen illabitur, refringitur quidem; ſed quam ſemel in ipſo corpore viam inivit, hanc continuò ſervat, nec ampliùs minuitur. ergo ex eo bene intelligitur quid ſit diaphanum quid opacum.

Sequitur ex eo licet corporis alicuius tenuiſſima bracteola eſſet diaphana, non tamen ſequi totum corpus perlucidum eſſe, primo quia ſi ſequens bracteola eſſet diſſimilis in raritate, & alia rurſus diſſimilis, aut male cohæreret; ita vt admitteretur aliquid aëris, aut corporis cuiuſcumque diſſimilis; duæ de novo refractiones fierent, quare minueretur ex tot refractionibus intenſio luminis. Quod ſi prima bracteola, iam conſtat ex diverſis corporibus; ideoque multum imminuit radium, multò magis minuetur ex additione alterius bracteolæ.

Secundò nulla fit vnquam refractio, quin habeat aliquid admixtum reflexionis, vt 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, huiuſmodi refractiones, quia cum ſingulis ſit aliqua reflexio imminuetur lumen, & evaneſcet.

A nonnullis aliter explicatur natura perſpicui accommodatè ſcilicèt ad eam ſententiam, quæ lumen eſſe tenuiſſimam ſubſtantiam, & omni aëre ſubtiliorem aſſeverat, conſequenter enim debet agnoſcere in corporibus perſpicuis frequentiſſima foramina, & poros creberrimos, quibus aditus lumini præbeatur. Id autem quod tali opinioni

Digitized by Google

opinioni probabilitatem aliquam poteſt adſtruere, ſunt multæ experientiæ circa vacuum factæ, quæ ſatis bene explicari non poſſunt niſi etiam in corporibus quibuſcumque tales admittantur pori, vt ſubſtantiæ tenuiori aditus patefiat. quod verò multi exiſtant in rebus quibuſlibet pori qui aliquibus ſpiritibus viam faciant, aliis vero improportionatis quo ad figuram, aut magnitudinem denegent; ſexcentæ oſtendunt experientiæ. ita dicitur hæderaceum poculum vinum continere non aquam, ideoque baccho ſacram fuiſſe hæderam. ita aqua multo ſale ſaturata, illud reſpuit; admittet tamen ſal alterius naturæ, cuius nempe partes minutæ aliam habent à priori ſale figuram. quod explicari non poteſt niſi quod ſal primum poros omnes aquæ impleat partibus ſuis accommodatos, quibus ſemel occupatis, reſpuitur ab aqua huiuſmodi 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 iuvandam vnius metalli colliquationem, alteri metallo colliquando inepta ſunt, eò quòd conſtent partibus quo ad 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; ſubito diſſolui animadvertes, quæ immerſa aquæ ſtygiæ non immutabitur: è contra vero ſi aquæ ſtygiæ perfundas bracteam auream non diſſolves, ſi cupream in inſtanti diſſolvetur.

Eôdem principiô non ineptè explicatur, cur certi cibi aliquibus animalibus ſint inutiles, cũ ênim cibus ad concoctionem debeat ſubigi, & in minutiſſimas partes dividi, illud animal cibo vti non poterit, cuius diſſoluente carebit. habẽt enim quælibet animalia certos humores diſſolvendis certis, & accommodatis cibis idoneos, aliis verò inutiles. ita certa aquæ ſpecies coquendis leguminibus aptiſſima eſt, alia ita inepta vt quò plus coquentur, eò magis indurentur. ita ſatis bene explicamus cur quod venenum eſt alicui animali, alteri nociuum non ſit, ſic multi conſenſum illum certarum partium cum aliis, aut etiam perſonarum explicant, volunque poros ferri conformes eſſe ſpiritibus ex Magnete profectis, vnde ſæpe ex ſola figuræ diverſitate multos effectus explicare poſſumus quos, vt 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 ille bene reſpõderet qui aſſereret, in tali clave non eſſe qualitatem reſpondentem qualitatibus illius ſeræ; an 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 præcipue ignotis aſſeritur, metaphyſicum eſt; in quo exiſtimo graviter hallucinatos eſſe plerosq; 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 contĩnuò voluit illud habere qualitatem phyſicam, hoc eſt accidens phyſicum: & hoc ſufficienter oſtendit in tractatibus phyſicis, vt in meteoris, problematibus, & aliis, in quibus phyſicum agit, & non metaphyſicum. quæ dicta velim non vt qualitates omnes phyſicas reſpuam, ſed vt pruritum philoſophorum eas vbique admittentium nonnihil comprimam. Cur enim qualitatem admittam in Rhubarbaro ad purgandam bilem, ſi poſſum aſſerere imprægnari poſſe Reubarbarum bile, & eam ſecum educere.

Quare vt ad inſtitutum redeamus; volunt aliqui philoſophi, ea corpora perſpicua eſſe, & diaphana, quæ poris tenuibus, & ita crebris ſunt perforata, vt in omnem partem tranſmittendo lumini pateant. quæ quidem opinio difficultate non caret; quomodo enim fieri poteſt, foramina ita eſſe apoſite fabricata, vt quam ſemel iniuit 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 oblique incidens obliquos tantùm poros eligit. Poſſunt tamen reſpondere eam partem luminis, quæ non incurrit in poros obliquos correſpondentes inclinationi quæ impingit, reflecti, & non tranſmeare: eam verò quæ poros nanciſcitur in lineam rectam protenſos vlterius tranſmitti. quæ reſponſio vim argumenti nonnihil infringit. non ſoluit tamen omnino, præcipue ſi huiuſmodi poris adſcribant vim illam infringendi lumen. Sed meliùs etiã in hac opinione alteri rationi tribuetur refractio, atq; hæc ſufficere poſſent ad intelligendã naturã diaphani, attulimus enim aliquid aliud præter ipſam vocis explicationẽ.

Duplex igitur diaphaneitatis notio excogitari poteſt, appoſite ad opinionem, quæ cenſet lumen eſſe ſubſtantiam.

Prima in fluiditate perfecta ſita erit, vi cuius ita in minutiſſimas partes corpus aliquod dividi poteſt, vt aliorum corporum motum non ſiſtat. ita fluiditas aquæ talis eſt, vt motum alterius liquoris v. g. vini non impediat, immò facile à vino penetretur, non quidem penetratione proprie dictâ, & ſtrictâ; ſed penetratione ad ſenſum perfecta; ita vt nulla notari poſſit pars aquæ, quæ vini particulam non admittat. hæc diaphaneitas aeri 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 hõc modó digeruntur, animadvertimus in omnem ferè angulum, viam apertam eſſe. hi autem pori materiâ maxime fluidâ, hoc eſt diaphanâ ſecundùm primam diaphaneitatis notionem implentur, & chriſtallo, vitro hæc ſecunda ſpecies conveniet.

Rationes autem præcipuæ, quæ tales notiones ſtabiliant, petitur ex penetratione luminis, cum corporibus diaphanis, quæ penetratio propria eſſe non poteſt; vel non dabitur vlla ratio reflexionis, præcipue dum radius à minus diaphano ad magis diaphanum procedit: vt à chriſtallo in aërem, neque etiam cur quæ ſunt diaphana in parva quantitate, ſi in maiori quantitate ſumantur diaphana non ſint. multò minus cur aliqua luminis particula corpus diaphanum ſubeat;



Digitized by Google

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, vt iam ostendi in tenuibus laminis. Secundò ostenditur eò quod calor, & sæpe ignis in ipsis à lumine producatur. deinde si aër habeat diaphaneitatem, peculiarem qualitatem vbique fusam, nulla erit ratio cur superficies aëris quæ christallo contigua est eâ careat, aut minorem quam reliquæ aëris superficies, cùm tamen hæc lumen reflectat aliæ verò minime. Addo nisi hæc diaphaneitatis afferatur notio, nulla excogitari potetit 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 vllius corporis superficies perfecte 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 vna 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 vt aqua, quæ vno 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, præcipue cum quælibet pars christalli illustris, seu lumine perfusa videatur; nihilominus respondent non posse oculis distingui eas christalli particulas, quæ non illustrentur, non sequitur tamen eas non dari, vt etiamsi rarò admodum, & tenuibus constante filis velo, expanso, quamvis peculiares vmbræ 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 vlla in obiectis visis interruptio, modò in retina nulla sit interruptio sensibilis radiorum, ad totale aliquod obiectum pertinentium, sic licet trans velum lumen interruptum admittens, respiciamus, non tamen propterea interrupta videmus obiecta.

Quæres quænam substantia poros huiusmodi ante adventum luminis occupet, & quò per adventum luminis se recipiat. Respondent eandem substantiam, quæ poros corporum perpetuos odores exhalantia replet, diaphanorum vacuitates occupare eamque substantiam non nihil condensari, vt transitum lumini faciat, & cum sit diaphana primo modo facile penetrari.

Alia multa omitto quæ in vtramque partem dici possunt.

## DIGRESSIO V.

### Physica.

*Quid sint colores.*

Afferam tantum hic aliquorum philosophorum opiniones, vt melius quæ in hoc tractatu mathematico dicturi sumus intelligantur. communis & recepta in scholis opinio, colores admittit reales à rebus ipsis, & corporibus, & quâcumque eorum configuratione distinctos. videt enim aliqua corpora ita esse sui coloris tenacia; vt quamcumque induant figuram eodem tamen colore fulgeant. vt si duo marmora diversa, exquisitissime poliantur in planam, & similem superficiem, non tamen similem exhibebunt colorem; ergo color aliquid est distinctum à figura, item marmor album in quamcumque figuram efformetur; manebit tamen album quod vero distinguatur color à corpore facile probant, eodem prorsus argumento quo distinctio aliorum accidentium, à corporibus comprobatur; nempe ex sacrosancto Eucharistiæ Sacramento, in quo invenitur color panis, & vini sine vllo corpore.

Possunt addi multa alia argumenta huiusmodi v.g. quod figura de se activa non sit; sed colores activi sunt, ita sæpe oculis nocent, suffusiones provocant, aliqua animalia in rabiem agunt, aliis placent. communiter autem in ea opinione duplicis generis admittuntur colores, alij enim sunt reales, alij 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; consistuntq; in varia lucis, & opacitatis contemperatione, ex quo fit vt ea deficiente intereant, eâ mutata 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 alicuius vehementioris, & extrinseci excitetur, ad productionem specierum suarum per totum medium, vsque 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 motiuum oculi, & quod potest repræsentari ab oculo. hoc est cuius imago vitalis exprimi potest à potentia visiva. Alia verò opposita opinio nullum admittit colorem, nisi configurationem certam partium minimarum in corporibus ad certò modò, & determinato ordine reflectendum lumen. Quæ huic opinioni probabilitatem non contemnendam conciliant sunt multa. primo ex sola mutatione figuræ nulla alia temperamenti mutatione facta ex qua oriti possit, coloris diversi productio, varij & diversi oriuntur colores. Experimentum commune tale sit. conteratur quam fieri poterit tenuissimè, illa arenula rubea, ex qua conficiuntur clepsydræ: hoc exemplum affero quia eâ sæpè vsus sum, in elaborandis lentibus telescopiorum, iisque poliendis, si inquam conteratur hæc arenula, primò quidem fuscum colorem exhibet, si tamen vlteriùs conteratur candorem aliquem exhibet. Si vitris arenula exquisite alba, postquam contrita

contrità eſt ſubcinericium colorem induit, vixque invenies corpus quod ex attritu colorem non immutet; præcipue ſi, non communiter, & ad ſenſum tantum ſed extraordinario modo contundatur: ſed per huiuſmodi 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 diuiduntur, candorem habent, licèt proprietates ſuas retineant & diuerſum temperamentum: ſuum ſaporem & alia id generis.

4. Ex ſola mixtione aquæ cum oleo, fit color albus, ex mixtione diuerſæ aquæ, non quidem ſimplicis, non diſſimilis tamen coloris à communi, innumeri colores fiunt. & alia huiuſmodi.

5. Ex ſola diuerſa luminis refractione omnes exurgunt colores, vt 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 eiuſdem 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 certiſſimus ſolam figuram id præſtare, quæ ſecundum omnes actiua non eſt; quidni figura in reflexione idem præſtare poterit.

Addo vlteriùs quod ſi facultas ſoli tribuatur refractioni in qua nempe radius penetrat corpus diaphanum cum iam oſtenderimus ſupra omne corpus, ſecundum minutiſſimam ſuperficiem eſſe diaphanum, & lumen admittere; vix vlla fiet vnquam reflexio in qua aliquid admixtum non ſit refractionis. Ergo poterit in omni reflexione ex ſola corporis reflectentis diuerſa figura, etiam nullo admiſſo alio colore omnis exoriri color, ideoque ſuperfluus erit color diſtinctus.

Non vrget quod affertur de Auguſtiſſimo Euchariſtiæ Sacramento, quantitas enim quæ reflectit lumen, immò quæ reflecteret corpora, ſeruat eandem figuram ſecundùm minutiſſimas partes quam habebat panis, aut vinum ante conſecrationem.

Quæ à me dicta ſunto tantum animi gratiâ, non vt matheſin noſtram vlli ſententiæ addicam, quæ in omni opinione phyſica æqualiter ſuas demonſtrationes peragit.

## DIGRESSIO VI.

### Phyſica.

*An præter lumen dentur alia colorum ſpecies impreſſæ.*

Hactenus inualuit ea apud peripateticos opinio, à quocumque obiecto viſibili per totum medium diaphanum propagari, accidentia aliqua, quæ ſint ipſius obiecti viſibilis vicaria, & determinent potentiam viſiuam ad perceptionem ſeu viſionem eiuſdem obiecti. putant autem multum præſidij in argumentis noſtris Mathematicis ſe nacturos, præcipue cum viſio per radios reflexos, aut refractos fieri manifeſtum ſit. exiſtimant enim huiuſmodi modos videndi, nullam vim habituros niſi aliquid per medium propagaretur, quod talium affectionum capax eſſet. nos in hac digreſſione præcipue expendemus, an argumenta quæ ex principiis noſtris deducuntur huic opinioni vel tantillulum faueant, an verò principiis noſtris omnem ſuam vim obtinentibus, facilè quis huiuſmodi ſpecies poſſit non admittere.

Præcipuum autem argumentum eſt, quod potentia indeterminata ad perceptionem vnius, vel alterius obiecti, determinari debeat per aliquid quod ipſi coniunctum ſit, vt potiùs vnum cognoſcat, quam aliud. quod verò oculus ſit potentia indiferens experientia patet. ſed niſi admittantur huiuſmodi ſpecies ab oculo productæ, nihil excogitari poteſt, quod ſit potentiæ viſiuæ coniunctum, à quo determinari poſſit, vt potiùs vnum colorem percipiat, quam alium; ergo tales formæ admittendæ ſunt. obiectum enim diſtat à potentia viſiua; nullum autem corpus diſtans poteſt determinare potentiam viſiuam, vel enim illa determinatio eſt formalis & tunc deberet determinatiuum recipi in ipſa potentia, vel illa determinatio quod eſt probabilius, eſt effectiua cum in effectu producendo aliqua eluceſcat perfectio ipſi obiecto reſpondens; nempe eſſe repræſentatiuum ipſius obiecti; ſed obiectum abſens hanc determinationem effectiuam præſtare non poteſt, ſecundùm commune axioma, nulla cauſa efficiens agit in paſſum diſtans. Addo quod ſi obiectum etiam nihil propagando per medium determinare poſſet oculum, ad videndum: nulla eſſet ratio, cur interpoſitô quôcumque corpore, impediretur viſio, ſeu quare requireretur, vt obiectum eſſet in linea recta ab oculo ducta, & quare ad omnem diſtantiam æqualiter non videretur: ità vt tectâ, & occultatâ quâcumque obiecti parte, pereat etiam repræſentatiuum eius, & conſequenter eius repreſentatio. deinde nulla eſſet ratio cur pro varia interiecti medij raritate, aut denſitate, variæ ſequerentur viſiones.

Neque autem lumini poteſt id muneris demandari. quod enim repræſentatiuum eſt vnius, non poteſt ipſum immutatum eſſe repræſentatiuum alterius; ſed lumen eſt repræſentatiuum corporis lucidi à quo procedit; ergo immutatum non poteſt eſſe repræſentatiuum 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 repræſentatiuum colorati, bene vocabitur eius ſpecies. igitur ſemper ex eo capite negari non poterit ſpecies.

Non tamen ex eo ratiotinio euincitur adhuc tale repræſentatiuum aut ſimul cum lumine propagatum, aut lumen afficiens & modificans eſſe ſpeciem impreſſam, qualem nobis deſcribunt philoſophi. ſed adhuc nobis liberum erit variis entibus huiuſmodi vim, & efficaciam conferre. Et primò vt propiùs ad opinionem illam ſpecierum accedamus, videntur huiuſmodi repræſentatiua cum lumine propagato, non eſſe eiuſdem rationis cum coloribus in corpore terminato, ſeu opaco



Digitized by Google

existentibus. nam ex diuersitate effectuum formalium diuersitatem 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 repræsentatiuæ aliorum colorum in eodem opaco recipiantur. secundò formæ per medium propagatæ, visibiles non sunt saltem visione directa, & quantumuis, in loco magis extenso producantur; non minuunt tamen, aut augent visionem obiecti primarij, & coloris. immò neque in visione reflexa videntur huiusmodi species, tam in ea quæ fit in speculo terso, & polito, quàm in ea quæ accidit in reflectentibus scabris & non politis. colores autem habent hoc vt terminent visionem, igitur istæ formæ productæ per medium non sunt eiusdem naturæ cum coloribus quæ sunt obiecta visûs.

Multò minus sibi persuadeat facile aliquis; id quod à colorato propagatur per medium, esse corpuscula quædam, quomodo enim tam tenuis substantia quæ in colorato inuenitur, posset euaporare, & extrudere ex se tam cito, tam diu tantam copiam corpusculorum, vt spatia tam vasta iis impleat, cum ex omni puncto spatij quilibet color eôdem tempore visibilis sit.

Deinde quænam esset vis motiua à quâ mouerentur & impellerentur huiusmodi corpuscula, seu corporum exuuiæ, vt in omnem ferantur loci differentiam, è quæcumque media etiam durissima, diaphana tamen maximâ velocitate, & fere in instanti peruadant. cur ab aliis alia ratione & contraria motis non sistuntur, aut saltem leges directionis non mutant. quod etiam deberet accidere quoties vacuitates in directum iacentes non inuenirent. an alia atque alia continuo fluxu sibi succedunt, an eadem remanent. si vltimum quomodo ablatô obiecto non amplius in medio sustentantur, sed decidunt. si verò primum, quàm ingens & intolerabilis corpusculorum multiplicatio.

Addo quod moto diaphano, & agitato, nullô modó mutent situm; cum tamen si corpuscula sint; quantitate non careant, & consequenter facile à ventis aliisque motis corporibus alio auerti 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 actiuitatis fere infinitam, & consequenter incredibilem corporum multiplicationem, quæ tamen in eodem pene medij spatio inuenirentur. restat igitur vt 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 vt supra dixi de lumine vna species aliam non producat, sed immediate producantur omnes à colorato, excitato nempe per lumen,

Proprietates autem sunt plurimæ huiusmodi specierum, nempe quod in singulis partibus saltem physicis medij producantur singulorum obiectorum, imo singularum partium obiecti species. quod patet tam in foramine quocumque feneſtræ, quam in foramine vueæ per quod traiiciuntur singulorum coloratorum species; si enim alicuius partis species in eo foramine non inuenirentur, neque vlteriùs ab iisdem coloratis produci possent, ne agerent in distans. idem euenit in lente conuexa, in qua recipi debent omnium eorum obiectorum species, quorum imago depingitur in charta opposita. Et licet si retina esset in eo loco in quo omnium obiectorum species recipiuntur maxima esset confusio, nulla tamen sequitur in retina quia post foramen in quâlibet parte non inueniuntur singulorum obiectorum species sed tantum eorum à quibus ad talem determinatam, partem per foramen patet recta linea.

Alia proprietas huiusmodi specierum est, vt in eadem parte medium coloratum album verbi gratia producat speciem sui, etiamsi idem medium habeat iam similem qualitatem immo multo perfectiorem, quod iam de lumine supra notauimus; ita vt in eo multum differat propagatio luminis & specierum à propagatione caloris cæteratumque qualitatum; quòd sæpe in medio rariori, intensiores producantur species quam in medio densiori, pro vt figura mediorum confert ad talem intensionem. ita post lentem vitream radij solares aduenantur & fiunt potentiores in aëre, idem euenit in reflexione.

Quærunt hic communiter authores istius sententiæ, an huiusmodi species ita sint affixæ suis obiectis, vt quæ est repræsentatiua vnius obiecti non sit repræsentatiua alterius, putantque se inuenisse demonstrationem ad id asserendum, quod si oculo obiiciatur totum aliquod coloratum, detecta noua illius parte, priores non meliùs videantur, igitur species productæ ab vna parte obiecti inutilis est ad visionem alterius partis: ergo species vt vocant sunt indiuisibiles in repræsentando.

Nihilominus puto hoc argumentum nihil omnino concludere. concedo quidem speciem ab vno agente immissam quamdiu in retinæ parte diuersa recipitur, non iuuare potentiam ad hoc vt videat obiectum cuius species in alia retinæ parte recipitur, si tamen species duorum in eadem retinæ parte Physica excipiantur, illæ duæ concurrent ad vnicam visionem vtriusque obiecti; quod accidit in plerisque casibus in quibus confusio oritur. Immò in omni visione, quia non distinguimus in obiecto, vsque ad minutissimas atomos; necessarium est vt in eadem Physica parte retinæ exerceatur indiuisibiliter vt vocant visio totius obiecti; ita vt in minori parte exerceri non posset vlla visio, & in tali casu vna pars obiecti facit vt alia etiam videatur quæ sola non videretur. Deinde nescitur an species quæ ab vno ouo verbi gratia producitur ab alio produci non possit, & dum obiicitur ovum A, an alia visio producatur in oculo, quam si ovum B fuisset propositum. scio saltem me nullam differentiam aduertere posse, ita vt si Deus ita auferret ovum A vt eodem instanti substitueret ovum B ego nihil aduerterem. vnde puto forè eandem visionem. Inclamabis sequeretur me videre omnia ova dum video ovum A. Respondeo

negando

Digitized by Google

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 vltro concedam.

Dices adhuc ſi ſpecies non eſſent affixæ ſuis obiectis, ſequeretur, quod ſpecies duorum obiectorum ſimilium ſe mutuo intenderent in eodem medio, quod videtur abſurdum.

Reſpondebo facile 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 vero recipiantur in eadem parte medij, concedo item ſequi eandem intenſionem. nego tamen propterea obiectum melius videri, quod quidem ſequeretur, ſi vna ſpecies aliam produceret, ſed mihi demonſtratum eſt nec ſpeciem, nec lumen eſſe ſui ſimilis productiua, vt ſatis oſtendi ſuperius.

Alia afferuntur argumenta quibus probatur ſpecierum exiſtentia. quæ præcipue petuntur ab aliquibus experientiis nempe quid videatur in ſpeculo, quid in cubiculo clauſo iſi quod per foramen radiant obiecta, 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 vnquam videri, ſed tantum per illas obiecta, ideo reſponſionem tantiſper differamus.

Multi varias inivere vias vt tantam ſpecierum multiplicitatem à Philoſophia procul ablegarent. Et primò quidem cum illæ fere omnes quæ communiter ſpeciebus attribuuntur proprietates, quo ad productionem, & propagationem, lumini conueniant, nullas à lumine diſtinctas ſpecies agnouere.

Quare nonnulli dixerunt lumen ab obiectis modificari, & hoc pacto modificatum ſufficienter eſſe determinativum viſus ad perceptionem diuerſorum obiectorum, pro varia modificatione. ſi tamen nihil aliud addatur, non ſatis ſolida eſt ea reſponſio. primò quia ſi velit eam modificationem eſſe productionem alicuius modi in lumine, quia modi actiui non ſunt, id autem quod additur lumini, actiuum eſſe debeat, & concurrere, ad productionem viſionis; aliquid aliud admitti debet. deinde non inuenio magnum compendium in eo, tanta enim eſt difficultas in admittenda tanta modorum copia, quanta in admittenda qualitatum copia. neque enim cariùs væneunt qualitates, quàm modi, immò eſt aliqua potior ratio cur qualitates aſſerantur quam modi, propter actiuitatem quam in oculo exercere debent.

2. Alij dicunt lumen tingi colore, quid autem ſit iſtud tingi non ita facile intelligitur: quod enim colore fingitur corpus eſt; quatè ſi in ea ſententia quæ lumen verum accidens eſſe agnoſcit loquendum ſit, non bene intelligitur quid ſit tingi, niſi quod in eodem ſubiecto in quo eſt lumen, etiam ab obiectis producatur aliquis color: ſed cum ille color per ſe non ſit viſibilis, debet eſſe alterius rationis, ac ille qui inuenitur in corporibus opacis.

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 varie etiam reflectatur, nemo negare poteſt. qui vnicum admittet principium inferius explicandum, nempe angulos incidentiæ, & reflexionis æquales eſſe; & de facto videmus ſuperficies concauas in vnum radios congregare; conuexas diſpergere, ſphæricas in omnem partem, cylindricas partim diſpergere, ſecundum eam partem qua circulum imitantur, partim vero eundem radiorum ordinem conſeruare, 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 diuerſam texturam non aduertit, quia aciem oculorum nimis obtuſam habet; microſcopio vtatur. videbitque ea quæ ſunt albi coloris, conſtare vt plurimum ſphæricis partibus, quæ lumen fere vniformiter, in omnem partem remittant; & ita de cæteris partibus dicendum eſt. Secundum eſt an diuerſa illa luminis configuratio omnem omnino colorem oſtendat; & hoc iterum valde probabiliter concedetur ab eo qui iridis aut triangularis priſmatis colores attentiùs inſpexerit. quid enim præſtat illa refractio, vt quoties radius aliquis ita incidit in corpus denſum, vt vna parte ſit tenuius & gracilius corpus illud, quàm ex alia, toties varij colores, & pro vario angulo, & diſpoſitione idem lumen traiectum varios colores exhibeat: ita vt nullus ſit color, qui hôc modô repræſentari non poſſit. vnde quotieſcumque lumen reflexum ab aliquo corpore, ita remittitur, vt eundem ſeruet ſitum, & radiorum diſpoſitionem quam habebat ante reflexionem, quando nempe à lucido prodibat, ſit aptum ad repræſentandum idem lucidum; ſi vero radij mutent eam configurationem, aliamque induant, ſimilem illi quæ inuenitur in corpore reflectente; iam repræſentent corpus illud, ſi denique non amittant omnino, vtrumque repræſentent, vt accidit in Iride in cuius ſingulis ſtillis imago ſolis, videatur, quæ in guttis grandioribus, aut in ſphæris vitreis melius agnoſceretur, quod ſi difficile ſit ſingulorum colorum figuras aſſignare, hôc nullô modô probabilitati huius opinionis præiudicat, ſi enim aſſignaueris quænam configuratio luminis requiratur vt colorem croceum referat in Iride quam tamen aſſignare teneris, cùm ibi nullus ſit color, qui ſuas ſpecies ſimul cum lumine propagare poſſit; aſſignabo & ego quænam requiratur configuratio vt ſinguli colores exhibeantur. qui optimis microſcopiis inſtructi ſunt, poterunt forſitan aliquid claritatis huic opinioni affundere. ſi corpora diuerſi coloris attentiùs intueantur, iam fere notatum eſt corpora alba, ſphæricis partibus vt plurimis conſtare, nigra vero vt ſunt carbones, fiſſuris, quæ exceptos lucis radios intra ipſum corpus abſorbeant, quis enim facile non admittat in coloribus diuerſis diuerſam configurationem, qui attenderit ad ea quæ ex ſingulis corporibus per alchymiam extrahuntur. Sal enim varium varie configuratum è diuerſis 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

tam illi opinioni quæ áſſerit lumen eſſe corpus, quam communi exiſtimanti eſſe accidens, vtraque 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, vt omnem ſpeciem eliminent, dicant lumen in corpora colorata evibratum tingi eodem colore, & hoc exterius tantum ſecum auferendo, & abradendo aliquam eiuſdem corporis ſubtiliſſimam ſuperficiem. eô modô quô pila luſoria in parietem nigrum impacta, ſecum aufert aliquid nigri parietis, & deportat; in oculum vſque, vnde aſſerere debent diuturno tempore ita deteri corpora, vt 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, vt ita dicam vicibus auferret, vt charta munda ſi in cubiculo clauſo radianti per foramen panno rubeo exponatur omnino rubea videatur. deinde quare huiuſmodi corpuſcula in medio non viderentur. vnde facile poſſunt revocari ea omnia, quæ ſiſtendis huiuſmodi corpuſculis obiecimus. quæ etiam contra lumen hôc modô conſideratum ſuam vim obtinent.

Vt meliùs vis repræſentativa luminis intelligatur, eam in duas partior. prima erit circa figuram, obiecti. Secunda circa colores; hæc vltima 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 repræſentatiuum corporis, à quo reflectitur niſi in oculo recipiatur: In quo idem accidit quod in cubiculo clauſo; cuius foramen inſtruitur lente convexa.

Poſitô enim quod à ſingulis partibus corporis remittatur lumen, quod in lentem convexam incidat: ad aliquam diſtantiam ita diſtribuuntur, & ordinantur ij radij, vt ſimilem figuram in appoſita charta exhibeant. vnde vis repræſentativa luminis non diſtinguitur ab eius propagatione per lineam rectam, vi cuius efficitur; vt ſimilis figuræ imago exhibeatur in oculo. vnde 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 Symbolam conferre; neque tot admiſſis entitatibus, & ſpeciebus aperire tamen viam, obiectis viſibilibus, vt 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 fere demonſtraſſe (quantum res phyſicæ ſunt demonſtrationes capaces, ſolem immediate lumen producere hic in terris, nec vnum lumen ab alio pendere, ſaltem ſolo. igitur iam habemus aliquam actionem in paſſum diſtans, modò propagetur aliqua actio eiuſdem agentis, per totum medium. immo forſitan poſſet dici lumen vnum 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 calefit, an vero totus ignis; dici non poteſt quod vltima tantum ſuperficies me calefaciat, cum nulla ſit vltima 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 manus productum, pendere ab aliqua parte illius ignis diviſibilis ſecundùm profunditatem. immo communis opinio aſſerit totum ignem per modum vnius 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 omnino ſimile, ſed partes illæ remotiores ignis, ſunt omnino ſimiles vicinioribus, ergo nihil in ipſis producere poſſunt. ergo fieri poteſt vt agens partiale coniunctum cum alio per medium diffuſo, & continuato vſque 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 alicuius, ad productionem effectûs requiritur; de quo non conſtat, quod activitate careat, illud omne actiuum eſſe aſſerendum eſt; ſed lumen actiuum eſt, vt conſtat ex productione caloris: ergo ſi requiritur ad viſionem, ad eam producendam effective concurrit.

Denique dico nullas omnino ſpecies neceſſarias eſſe ad viſionem; ſed ſola obiecta colorata, efficientia vnum totale agens cum lumine ab ipſis ad oculum propagato, poſſe ſufficienter determinare oculum ad videndum.

Si quæ ratio obſtaret quo minus obiecta in oculo poſſent immediate producere viſionem ſimul cum lumine, eſſet diſtantia, ſed hæc non impedit; ergo nihil impedit. probatur minor, diſtantia obiecti partialis non impedit quominus agere poſſit in paſſum diſtans, modò agens totale protendatur vſque ad paſſum, ſed obiectum eſt tantum agens partiale, cum ſupponam lumen per medium ab obiecto 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 agés quaſi vniverſale reſpectu omnis viſionis, continuat obiecta cum oculo, & conſtituit ex iis omnibus vnũ agens totale. Neque requiretur vlla luminis immutatio, ſed ſola terminatio quæ in eo conſiſtit, vt ab aliquo agente reflectatur ad oculum; ſitque concatenatio quædam ab obiecto ad oculum.

Ad id quod dicitur idem immutatum operari idem. Reſpondebo idem immutatum in ſe, ſed coniunctum cum aliis diverſa operari poſſe ſecundum commune effatum, ſol & homo generant hominẽ.

Reſtat mihi inquirendum quid videatur in plurimis caſibus in quibus, obiectum non exiſtimatur poſſe terminare viſionem. ſunt autem iſti præcipue.

Digitized by Google

gue. Primus est dum aliquid spectatur reflexe. quæritur ergo quid tunc præcisè terminet visionem, non obiectum, quia quod non est in speculo non videtur in speculo, obiectum autem non est in speculo, ergo non potest videri in speculo, ergo obiectum in speculo producit suam imaginem, seu speciem quam deinde intuemur. facilis est meo quidem iudicio responsio; concedendo obiectum 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 obiectum terminet visionem; non species, cuius nullam omnino cognitionem habemus; cùm neque ratiocinio colligere possimus an talis species detur in rerum natura; non dubitamus autem de existentia eorum, quæ sensu percipimus. si obiectum; ergo percipimus obiectum per visionem directam; cum tamen propter mutationem horopteris, sæpè in alieno loco videatur, in quo ne quidem illius species invenitur. deinde falsum est speciem obiecti in eo loco produci in quo videtur esse obiectum; nam obiectum apparet intra profunditatem speculi, in planis nempe tantum immersum intra speculum; quantum ab illo distat; vbi nulla species, impediente speculi opacitate producitur. Denique licèt produceretur species in speculi superficie, ea tamen confusissima esset, & minime ordinata; ergo si ipsa pro vt est in speculo terminaret visionem; confusa appareret. confusam autem voco speciem quæ ita se habet, vt in singulis loci partibus inveniantur species repræsentativæ omnium partium obiecti; sed in singulis partibus speculi invenirentur species omnium partium obiecti, à quibus duci potest linea recta, ergo est confusissima. eadem responsio applicanda est refractioni, ex qua etiam sequitur obiectum apparere extra proprium locum; item omnibus illis casibus in quibus, oritur eius multiplicatio.

Secundus casus est celebris, quæritur quidnam videatur supra chartam expositam foramini, cubiculi vndique clausi: neque enim hoc spectaculum est merum oculorum ludibrium; ibi ergo aliquid videtur: suis propriis expressum coloribus; si nempe lente convexa bene elaborata foramen instructum fuerit. Assero tamen neque in tali casu speciem videri, sed obiectum reflexe nempe, si oculus sit ante chartam; refractè verò si trans chartam respiciatur.

Sed, vrgebis in nulla reflexione obiectum videtur ex omni parte, sed ex determinato locò spectari debet.

At in nostro casu nullus assignatur locus determinatus; igitur non videtur reflexe. maior 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 vt idem angulus incidentiæ æqualis sit, maioribus & 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. Vt autem responsionem meam indubitato confirmem experimento, pro charta subtitue speculum perfectum; & obiectum non vt prius in ipsa speculi superficie spectabis, sed intra eius profunditatem, non sub quôcumque angulo, sed tantùm sub certo, & determinato. & hoc sæpius expertus sum. Ratio autem quare in obice aspero, & scabro appareat ex omni loco, est hæc, cùm quælibet pars sensibilis illius obicis v.g. chartæ, constet innumeris pene superficiebus varie inclinatis, nullus est radius luminis ab obiecto in chartam emissus, qui sensibiliter in omnem partem non remittatur, atque adeo qui non vniat sufficienter illam obiecti partem cum oculo. observatur quidem in singulis superficiebus seorsim spectatis æqualitas illa angulorum incidentiæ, & reflexionis; non tamen necessarium est, imò impossibile vt observetur illa æqualitas spectando totam chartam per modum vnius superficiei. Denique obiectum non videtur intra profunditatem chartæ, sicut intra profunditatem speculi perfecti. propter exiguitatem & diversitatem illarum superficierum: ex eo enim accidit, vt cum radij omnes ad idem obiectum pertinentes eandem physice partem chartæ attingant, & in ea vniantur, oculus excipiat radios à tali parte obiecti, physice, eodem modo ac si vere illa in tali chartæ superficie existeret. hoc est cùm radij ab vna obiecti parte procedentes, remittantur in omnem partem, remittentur etiam ad diversas partes pupillæ, sed si obiectum existeret in ipsa charta etiam eodem modo radiaret in omnem partem, & consequenter in diversas partes pupillæ; ergo eôdem modô propagantur illi radij, ac si revera obiectum esset in charta, ergo obiectum videbitur esse in charta. Quando verò substituitur speculum locô chartæ, longe aliter se res habet; nec videbitur obiectum esse in speculo, nam radij ad eandem obiecti partem pertinentes, licèt sint vniti in superficie speculi, non remittentur propterea in oculum, ideoque debebit oculus in ea esse distantia à speculo, & speculum à lente, vt illæ duæ distantiæ simul sumptæ æquales sint illi intervallo ad quod removeri debet lens convexa à christallino, vt per eam videatur obiectum inversum, & distinctum, alioquin erit confusio; sed hoc vltimum 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 obiectum, quo sine foramine communiter spectator per reflexionem; nullaque intercederet differentia, nisi quòd tanta obiecti pars detegeretur; quanta esset magnitudo foraminis, & non amplius.

Restant tamen aliquæ difficultates, nempe quod si admittatur, vt reflexe in corpore scabro aliquod obiectum videri possit; deberem vultum meum videre in pariete; sed hoc est contra experientiam: ergo & illud. si enim radij vultus mei impingentes in parietem reflectuntur in omnem partem, remittentur etiam in oculum, nihil autem requiri videtur aliud nisi, vt radij luminis ab obiecto procedentes in oculum, vt ita dicam illud coniungant cum obiecto. hanc difficultatem puto communem esse omni opinioni, hoc est sive admittantur species, sive non, quidquid enim de luminis reflexione dicitur, facile de speciebus asseri potest. immo etiamsi species admitterentur visibiles; quærerem pariter cur charta quomodocumque proposita vti non possum vt 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.

Vt ſoluatur tamen omninò difficultas; ſumatur præ manibus lens convexa, eaque oculo admoveatur; videbitur obiectum ſitu naturali, & erectô. removeatur ſenſim lens ab eôdem oculô; videbitur quædam confuſio; immò potiùs nihil penitus ſpectabis; niſi lentem benè, & probè illuminatam: Idem eueniet ſi habeas, ad manum ſpeculum concauum; quod ſi oculo propiùs admoueris vultum tuum, maiorem tamen ſpectabis; quod ſi vlteriùs illud removeris ab oculo, nihil ampliùs, niſi ſpeculum apparebit.

Si autem quæram rationem, reſpondere debes in vtroque caſu radios à ſingulis partibus faciei in ſpeculum emiſſos, ita reflecti ad oculum; vt 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 radij 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 inueniuntur radij pertinentes ad naſum, genas, & cæteras quaſcumque partes. At vero ſi eſſet interpoſitum aliquod corpus, illæque faciei partes radiarent in parietem tantùm per foramen exiguum, iam diſtribueretur vnius cuiuſque partis radiatio, vnaquæque peculiarem ſibi vendicaret partem in pariete, in quam ageret: quare ſic vitatâ confuſione iam aliquid in pariete ſpectaretur. Licèt autem, quælibet pars obiecti 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; & alij ex alia, ideoque vitatur confuſio.

Dices, eſto ſit confuſio, ſaltem debebit videri tota facies, & ſingulæ eius partes in ſingulis parietis partibus, præcipue ſi ſint eiuſdem coloris. Reſpondeo ſi ab eodem pariete remitterentur radij pertinentes ad obiecta ſolùm vnius coloris; tunc ea omnia obiecta viderentur in pariete, vt ſi radij emiſſi à rubeo verbi gratiâ colore in parietem, & remiſſi ab eodem pariete præualeant aliis, (nam omnia circumobiecta radiant in ſingulas parietis partes; & eorum radij in omnem partem à ſingulis parietis partibus remittuntur) tunc inquam ſi præualeant radij à rubeo profecti, videbitur obiectum rubeum in pariete per reflexionem nempe. ſi vero æqualiter ſe habeant nullum obiectum apparebit in pariete.

Ex quo duo ſoluere potes. primum quidnam videatur in pauimento dum ſolis radius per vitrum verbi gratia rubeum tranſmittitur. reſpondeo videri vitrum rubeum, item videri pauimentum; videtur autem quia radius à tali vitro profectus & remiſſus in omnem partem præualet, omnibus aliis ab eadem pauimenti parte remiſſis. viſio tamen illa eſt ſine diſtinctione partium; vnde fere in omni viſione præcipue rerum à ſole directe illuminatarum ſol videtur, ita ſi tingeretur aliquo colore; omnia infici eodem colore viderentur; hoc eſt in omnibus per reflexionem ſol videretur, confuſiſſimo genere viſionis. non aduertitur autem huiuſmodi viſio quia ſol non habet peculiarem aliquem colorem, ſed eius lux omnibus coloribus perfectè ſe accommodat.

Secundum. quòd etiam ex hac doctrina, quam ſolidam exiſtimo potes rationem reddere, quarè in ea cubiculi clauſi experientia, ſi affulgeat lux aliquaa, liunde quam per lentem vitream; euaneſcat 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 vt oculus non aduertat ad illud lumen, neque ad eius obiectum; ſed alia quæ fortiora ſunt potentius illud moueant.

Mirabitur forſitan aliquis cur in recenſendis pluribus opinionibus non ſatis aperuerim meam mentem, nec ſatis indicauerim quid ſentirem cum hoc videatur lectori ambiguitatem aliquam relinquere. Iam dixi me id feciſſe ne viderer noſtram matheſin vni opinioni addicere, quæ omnibus explicandis aptiſſima eſt; opiniones communes & ab omni æuo receptas, vt ſolidiores exiſtimo, licet aliæ ſuas etiam habeant probabilitates, & in nonnullis facilitatem aliquam paulo maiorem præferant, ideoque nolui ex profeſſo aliquam omnino reprobare, quia fere ex ſingulis, ſaltem explicationis cauſa, aliquando mihi erit nonnihil mutuandum, nec diſſimulabo quid cuique melius quadret.

## DIGRESSIO VII.

### Phyſica.

*Quem probabilitatem habeat ea ſententia quæ viſionem per extramiſſionem fieri aſſerit.*

Quamuis modò fere omnes Philoſophi & Mathematici, in eo conueniant, vt aſſerant potiùs obiecta in ſenſum agere, quàm ſenſum in obiecta, longe tamen alia fuit mens celebrium alioquin authorum, qui ſine aliqua ſaltem veri ſimilitudine id nunquàm in medium protuliſſent. debemus ergo hic proferre quibus rationibus permoti id aſſeruerint.

Prima ratio deducta fuit ex figura oculi quæ caua non eſt, nec ad receptionem idonea, ſicut aliorum ſenſuum, qui in poris exercentur; aut in cauitatibus. hæc tamen ratio nullius eſt momenti, cum ſupra oſtenderimus non potuiſſe meliùs effingi oculum, ad excipiendas, & vniendas actiones agentium præcipue lucidorum; ita vt 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 vt puto exiſtimabant illam lucem viuere, aut habere facultatem ſentiendi; eô modô, quô ad palpandum aliquid, extendamus

Digitized by Google

extendimus brachium & manum. manus enim sentit, & viuit. debent igitur explicare vt supra explicuimus, exemplo nempe cœci qui baculo prætentat iter, ita vt sentiamus quasi aliquam resistentiam quam obiecta faciunt illi luci, diuersam pro varietate obiectorum. vnde putabant se melius rationem reddere quomodo distantias obiectorum perciperemus; ex quantitate scilicet illius luminis quod emitti debet vt obiecta cognoscerem us. quod quidem meo iudicio difficultate non caret, neque enim sentimus talem à nobis lucem emitti, atque adeo neque quantum emittatur cognoscemus. satis bene intelligo quomodo cœcus noster qui præcognitam habet sui baculi longitudinem, prætentando obiecta; possit in distantiæ cognitionem aliquam venire. si tamen longitudo baculi omnino illi incognita fuisset, nec posset ex sustentatione, grauitate, & aliis circumstantiis de illa iudicare, quomodo inquam distantia illi nota fieret. vnde puto ex eo capite nullum maius emolumentum percipi posse; quam ex opinione communi. Putaui ergo quod cum obiectum videamus in suo loco, ita vt visio etiam aliquo modo eum representet, ideo imaginatio nostra videtur ferri ad aliquid exterius & consequenter visus: & hæc fuit huius opinionis occasio,

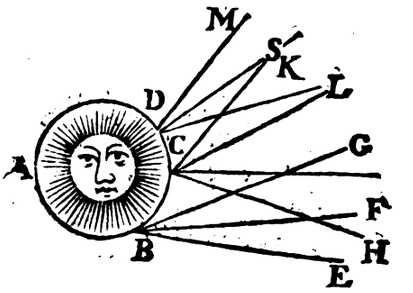
Ratio tamen præcipua quam attulerunt est hæc: nempe quod sint animalia quæ de nocte videant, quorum oculi luminis aliquid emittant; ergo illa animalia vident per extramissionem, ergo fieri potest visio hôc modó. neque enim ea animalia aliquid patiuntur, aut recipiunt ab obiectis; sed potiùs obiecta ab ipsis. nam lumen per reflexionem denuo recipere non possunt, quia lucidum à corporibus non lucidis quæ illuminat, lumen non recipit, alioquin cito daretur progressus in infinitum, dum mutuo suum lumen augerent. igitur nobis explicandum restat cui vsui tale lumen quod emittunt. dico ergo illud lumen non emitti à retina, sed ab aliis oculi partibus, præsertim exterioribus, & hoc lumen vbi in corpora incidit reflecti ad oculum, & consequenter oculum aliquid pati & recipere ab obiectis; ita vt semper eô modô depingatur obiectorum 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.

### SVPPOSITIO I.

OMne lucidi punctum in omnem partem rectis lineis agit. Explicatur hæc suppositio, sunt nonnulli qui non satis bene concipiunt naturam lucidi, fingunt enim à solo lucidi centro radios vndique diffundi per lineas rectas. assero autem non solas centrales partes hanc habere vim, sed alias quascumque, ita vt à quolibet saltem superficiei lucidæ puncto aliquid luminis, in quolibet spatij puncto propagetur, modò linea recta vtrumque possit connectere.

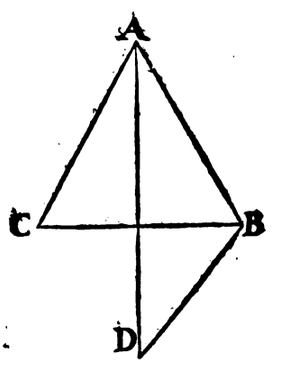
Sit enim sol A in cuius superficie sumantur tria puncta B, C, D, dico punctum B agere in




omnem partem, vt per radios BE, BF, BG, item punctum C per radios C H, C L, C K & punctum D per radios D L, D K, D M & alios quoscumque modo per lineam rectam produci possint. Ratio est quia quæcumque pars lucidi, participat naturam lucidi; ergo tam bene agere potest in omnem partem quam lucidum ipsum. Secundò experientia constat quamlibet parte lucidi ex quocumque spatij puncto videri; sed nisi ageret in omnem partem videri non posset, ergo agit in omnem partem. vt si punctum C ageret tantum per lineam CL perpendicularem esset que oculus in loco H, illud videre non posset. Addo vlterius quod radius qui propagatur, per lineam rectam producatur. si enim interponatur inter oculum H & punctum C corpus opacum non ampliùs 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 spatij inueniri lumen, productum à singulis partibus corporis luminosi ad quas duci potest linea recta.

### SVPPOSITIO II.

Plures partes corporis luminosi fortius agunt in eandem partem spatij, quam pauciores, sed quod idem est, plures partes lucidi cæteris paribus intensius lumen producunt in eadem spatij parte. vt verbi gratia puncta lucida C, & D radient in punctum spatij K; dico intensius 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 eiusdem lucidi se habent, sicut duo lucida; sed duo lucida plus producunt luminis in eadem parte spatij, quàm vnicum tantum.




### SVPPOSITIO III.

Quod à pluribus etiam eiusdem puncti lu-

minoſi radiis illuminatur, intenſiùs colluſtrabitur, cæteris tamen paribus. ſenſus iſtius ſuppoſitionis eſt, quod quò plures eiuſdem lucidi radij, 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 alicuius radij, eò intenſius erit lumen. vt 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 maius eſſe lumen in BC, quam in BD. Ex quo ſequitur, quò idem corpus illuminabitur per maiorem angulum; eò maius in ipſo lumen producendum.

## SVPPOSITIO 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 iam valde remiſſum lumen reflectunt, non ad tantam diſtantiam ſuum lumen propagant.

## SVPPONO V.

Lumini coniunctum eſſe calorem. non expendo hic an aliquid ſit in mundo quod propria luce fulgeat quod calidum non ſit, & primo quidem in cœlo certum eſt ſolem ſolum propria luce ſplendeſcere, qui vere etiam calorem producit, dixi producit calorem, nam an formaliter calidus ſit, eſt quæſtio merè Philoſophica, de qua nihil niſi diuinando 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, præcipue ſi agitatione nauigij & remorum in ſpumas abeat. ſpiritus animales condenſati ſplendent; ita felium oculi, flammas & lucem euibrant, ſpiritus item eorumdem animalium ſi aduerſo 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 cuius radij in vnum collecti ope lentis conuexæ, tam potentem producunt calorem vt ignem accendant. pariter ſi radios è quatuor ſpeculis remiſſos colligas, iam intolerabilis calor produceretur. ſiue id oriatur ex ipſo lumine ſiue ab agente primario hoc diuinare non poſſumus.

Quod verò aliquando calor videatur oriri à rebus non calidis, vt calor calcis, aut piperis, ab aqua, hoc nihil facit contra ſuppoſitionem noſtram, præterquam quod huiuſmodi calor ab ipſa aqua non procedit, ſed potius ab ipſa calice, cuius partes igneæ per huiuſmodi diſſolutionem viam nactæ liberam, vniuntur, & vnitæ nativum calorem exerunt.

## SVPPOSITIO VI.

Vmbra eſt carentia luminis, ob interiectum corpus opacum, inter lucidum, & ſpatium vmbroſum.

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 vbique; hoc eſt intra ſphæram actiuitatis ſuæ; igitur hæc luminis carentia orta ex corporis opaci interpoſitione vocetur vmbra.

## SVPPOSITIO VII.

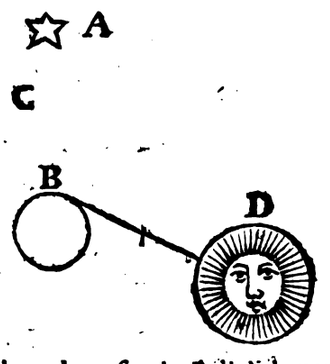
Vmbra in directum iacet, cum radio à luminoſo ad corpus opacum ducto. quod probari non poteſt niſi experimentis, & ratione ducta ex natura lucis, cum enim radius luminis per rectam lineam propagetur, producetur lumen in toto illo ſpatio à quo ad lucidum poterit duci recta linea, non impedita vllo obice opaco; ſed ad omne ſpatium duci poteſt linea recta, à luminoſo, exceptô illô quod in directum iacet cum radio à lucido ad corpus opacum ducto; ergo excepto illo ſpatio in aliis omnibus propagabitur lumen, ergo illud ſolum vmbroſum erit, quod ſi quæras rationem vlteriorem quare lux immò cætera agentia per lineas rectas agant, communis affertur ratio quia hæc breuiſſima eſt, & compendioſiſſima. Secundo quia hæc ſola determinata eſt, aliæ nempe curvæ infinitæ ſunt.

## SVPPONO VIII.

Omnia lumina ſe iuvare, experientiâ enim eſt compertum luminare additum luminari, maius lumen producere, ideoque bene dici poſſe eiuſdem ſpecici.

## SVPPONO 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 AB: 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 animaduertatur, non tamen eius productionem impediet.

SVPPO

Digitized by Google

## SVPPOSITIO. X.

Duo lumina per idem foramen penetrant, hoc iam supra explicui.

## SVPPOSITIO XI.

Plura simul lumina eandem partem medij intensius illuminant; quam vnum solum. hoc melius ostendi non potest quam experientia.

## SVPPOSITIO XII.

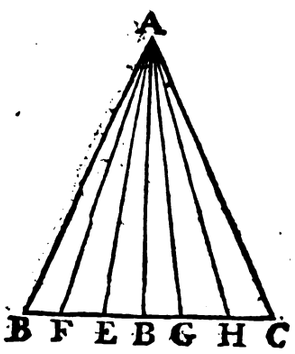
Maius luminosum maiorem habet Sphæram activitatis, ex quo sequitur quod si duo lumina simul coniungantur; maiorem sint habitura Sphæram activitatis.

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*Perpendiculares radij intensius, quàm inclinati planum illuminant.*

Sit lucidum A, subiectum planum B C, illuminans radio quidem perpendiculari A B, alij ve-



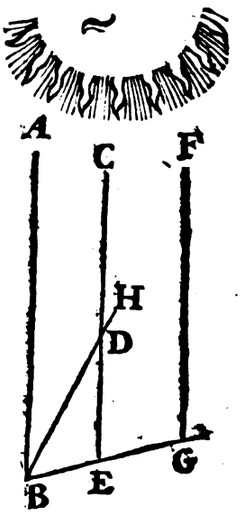

rò AE, AF, AB, AG, &c. sint obliqui: dicò punctum B, fortius illuminari quam punctum E, & illud melius quam punctum F, & ita deinceps. quod vt explicem non sunt sumendi radij omnino indivisibiles; sed divisibiles, sumantur, ergo in linea BC, partes æquales B E, EF, FB, item B G, GH, H C; Iam probauimus sæpe angulum BAE, maiorem esse angulo EAF, & hunc maiorem angulo B A F; sed sub maiori angulo plures radij propagantur, & quod per plures radios illuminatur fortius illuminatur, ergo pars EB, æqualis ipsi E F, intensius illuminatur quam pars EF, quod intelligendum cæteris paribus.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Sole minus eleuato, terra minus 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 huiusmodi radij AB, CE, F G, supponanturque cum tractu aliquo terræ B D, (quem hic vt planum considero) comprehendere angulum 20 graduum, qualis est elevatio meridiana in solstitio hyemali. Sint igitur anguli ABD, CDH 20 graduum, item




supponantur idem tractus terræ aliter dispositus cum radiis solaribus, ita vt sit ille tractus terræ BG, æqualis ipsi BD, sintque anguli ABG, CEG. 68, fere graduum, qualis est hic altitudo meridiana in æstivo solstitio. quia angulus CEG est acutus; angulus BED erit obtusus, & maior angulo BDE, seu ABD, nam in parallelis AB, CE, anguli ABD, BDE, alterni sunt æquales, quare (*per* 18. 1.) linea BD, maior erit quam BE, ergo vt B G, æqualis sit lineæ B D, punctum G, debet esse vltra punctum E, igitur B G, pluribus radiis illuminatur, quàm B D, nempe iis omnibus qui cadunt inter lineas C E, F G: quod dixi de vno puncto solis de aliis omnibus intelligendum est, igitur (*per* 3. *Suppositionem*) pars terræ in qua sol magis elevabitur, magis etiam illuminabitur, & quia lucem sequitur maior calor, magis etiam calefiet.

### COROLLARIVM.

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; immo 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 radij reflexi à terra augerent calorem in aere, tot haberemus radios hyeme. quot æstate, quia esto radij à solo quod incolimus oblique reflectantur, haberemus tamen radios à regionibus magis australibus remissos, ideoque aut esset æqualis calor, aut saltem non multum minor.

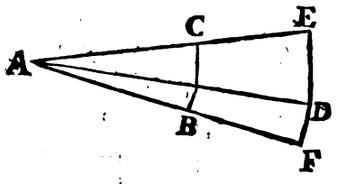
Addo tamen maiorem calorem produci æstate quam hyeme propter diuturniorem moram solis supra horizontem, & quia radij sunt magis perpendiculares.

## PROPOSITIO III.

*Passim magis distans à lucido, minus illuminatur.*

Sit corporis lucidi quodlibet punctum A. sintque duo corpora BC, D E, simili modo illi opposita;

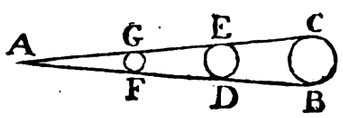
posita; dico corpus BC meliùs, & intensiùs illuminandum esse. producantur enim radij AB, AC, donec incurrant in corpus DE productum.




Demonstratio. In triangulo AFE, quia BC, est ipsi FE, parallela, (*per* 4. 6.) erit vt AB ad AF, ita B C, ad F E, sed A B, est minor quam AF, cum sit illius pars; ergo B C, erit minor quam F E, sit illi æqualis D E, 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 DE. quod erat demonstrandum.

Hæc propositio est fundamentalis, videturque reddere rationem, quare decrescat Sphæra activitatis, quæ secundum varias de lumine opiniones varie explicari potest. communis philosophorum effatum est, Sphæram activitatis decrescere semper quia nullum agens est infinitæ virtutis, ideoque sensim languescere debet eius actio, vt quantum magis distat à fonte suo, & principio, magis etiam minuatur, nihil tamen addit vlteriùs.

Ex quo principio ita nude spectato vix quidquam certi determinari 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 omnem opinionem rationem traduci. dicunt ergo lumen intensius illud esse, cuius partes entitative æquales, vel minus occupant spatium, vel saltem minores, & pauciores interse admittunt partes corporis alieni. vno verbo illud lumen intensius esse, quod densius est, illud remissius quod rarius. Si explices raritatem, & densitatem in sensu stricto pro vt communiter à philosophis intelligitur; cogitandus erit radius quilibet non tanquam linea simplex, sed per modum coni solidi qualis est figura ABC, ita tamen vt si intelligantur varij circuli, tot partes sint luminis in circulo remotiori B C, quot in minus remoto DE, aut F G, sed in B C, maius spatium occupent, quam in D E, aut F G. ratio autem illorum est quia cum lumen protendatur per motum localem, vt volunt, totum lumen quod fuerat in DE, est in BC, successive nempe, ea solum mutatione facta quod in DE, minus spatium occupat, in B C maius.



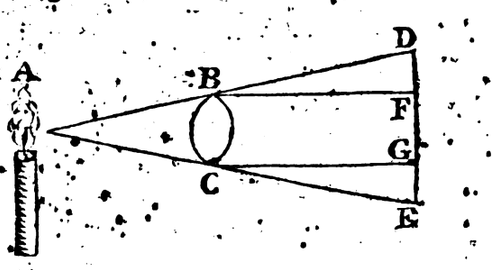

Qui autem adhuc in illa opinione rarefactionis, & condensationis propriæ dictæ difficultates timent, asserunt radium quidem considerari posse tanquam lineam rectam vix tamen, vt vnicus tantum radius sit ab oculo perceptibilis, ille igitur radius intensior erit cuius partes minus inter se distabunt, ille remissior cuius partes magis inter se distabunt, nam quotiescumque partes ex quibus constat radius totalis, magis inter se distabunt, plures etiam inter illas admittentur partes corporis heterogenei, minoremque propterea vim habebunt. habes exemplum in imaginibus punctuarim depictis. ponamus depingi hôc modô vestem rubeam, vt sit color magis saturatus, debent esse puncta frequentiora, vt vero fiat color dilutior fient rariora. & secundum hanc expositionem benè stat tota nostra propositio, & facile inveniemus proportionem, quâ decrescet Sphæra activitatis.

Qui vero lumen existimant esse motum solummodo medij, 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 maior est vltima solis, & secunda, maior primâ; & ita deinceps, quò maior erit hæc superficies, eò minus velocior erit illius motus atque adeò hôc 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 vno 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 huiusmodi puncta, totidem etiam gradus producere poterit, & non plures, hoc est mille, qui quia distribui possunt maiori superficiei, accidet, vt singulæ partes, pauciores accipiant; & quo maior erit illa superficies eo minor erit numerus. graduum in vnaquaque eius parte productorum.

Tota difficultas est vt 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 maior requiritur virtus ad producendum aliquem effectum in magna distantia, quàm in parua, neque enim producitur præcise maior effectus: ergo nisi assignetur hæc ratio nulla afferri poterit.

Deinde si accidat, vt in maiori distantia illud lumen quod in magno spatio, in minori producatur pro ratione spatij coarctati maius erit lumen; ergo ideo lumen decrescebat quia spatium




ampliatum fuerat. Sit enim fax accensa A, lens convexa

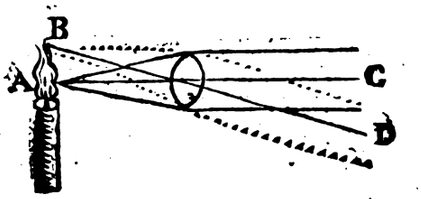
convexa BC, si radij nullo modo fuissent refracti, rectà producti fuissent in D & E, spatiumque illuminatum fuisset DE, apponatur lens convexa BC, quæ ita radios refringat, vt spatium FG, sit dimidia pars spatij DE; quantum oculus iudicare poterit, lumen in FG, duplo intensius erit, quam esset dum occupabat totum spatium DE, nisi quantum opacitas quæ inest lenti vitreæ BC, aliquid detrahit de illo lumine, ergo decrescit lumen prò ratione spatij ampliati. Idem experimentum sumi potest in speculo concavo.

Ex hoc facile 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 quòd ex eo ratiocinio sequitur, nempe si radij remittantur paralleli, quòd nullò modo decrescet lumen, vt si radij luminis à puncto A, in Sphæram BC impingentes, remittantur paralleli; ità vt 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 quo ad intensionem, decrescit enim luminis propagatio præcisè in quantum crescit spatium illuminandum, sed si emittantur radij paralleli, spatium inter huiusmodi radios contentum erit semper æquale; ergo non decrescet luminis intensio. examinandum igitur restat an hoc experientiæ respondeat.

Certum est autem quoties emittuntur hóc modò paralleli radij, vel excepti lente vitrea convexa; vel speculò concavò, non servari eandem rationem decrementi, quæ observatur communiter in aëre libero, ita vt 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 vigecuplo maius erat speculo; ideoque concludo quòd si coarctatum fuisset spatium illud ad solam magnitudinem speculi, vigecuplò intensius lumen habuissem; ideoque vix puto maius fuisse prope speculum. sunt tamen nonnulla, quæ impediunt iustum huiusmodi parallelismum; ideoque concedi potest facile quòd si observaretur perfectus ille parallelismus vsque ad firmamentum, produceretur huiusmodi luminis propagatio; neque vlla contrarium evincet experientia: cum sit impossibile radios perfectè parallelos remittere. primò quia deberet speculum perfectam habere figuram parabolicam, ità vt nævus quilibet, & error sensum fugiens in radiis reflexis, & vltrà protensis maximus evaderet. adde quòd neque ad sensum hæc figura optime 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, vt fateantur quicumque in hoc labore tantisper operæ posuerunt, satius longè esse Sphærica elaborare specula, quam parabolica, Sphæricas lentes quàm hyperbolicas.

Sed adhuc etiam dato vtrò huiusmodi figuris; nego tamen radios à luminoso alicuius magnitudinis, fore vnquam parallelos; bene quidem si daretur vnicum tantum punctum lucidum, fateor quidem quod ab hyperbola perfectè, emitterentur radij 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. vnde commenta sunt quæ in hac materia de Archimede feruntur. mirabar dum initio versabam lentes convexas ab industriis artificibus elaboratas, radios solares non exquisitè vniri, si focum haberent distantem 6 pedibus, & suspicabar defectum in lente, qui tamen nullus erat. vnde errorem meum detexi, radij solares physicè inter se paralleli, hoc est qui ab eodem solis puncto procedunt, transmittuntur paralleli; qui verò ad diversas partes solis pertinent in diversis vniuntur punctis, & imaginem solis exprimunt, maiorem in maiori foci distantia. ita etiam dicendum est, si fax accensa in puncto foci, non tantum occupet punctum indivisibile; sed satis magnum radij non erunt paralleli, vt si punctum




A, sit præcisè in puncto foci radij ab ipso procedentes paralleli erunt radio AC, qui verò procedent ex puncto B; erunt paralleli radio BD; vnde vides semper ampliandum spatium illuminationis, & experientiam huic modo explicandi nocere omnino non posse.

## COROLLARIVM.

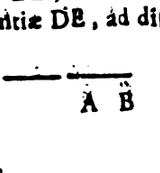
Certum igitur est ex spatio ampliato decrescere Sphæram activitatis. an verò præterea adhuc magis decrescat non liquet. persequemur ergo illud decrementum de quo certi sumus, aliud relinquemus.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Lumen decrescit in proportione duplicata distantiarum a luminoso reciproce.*

Sint duo lumina A & B, producta à luminoso C, sintque distantiæ CA, CB, fiat vt CA, ad CB, ità CB ad DE, (*per* 11. 6.) & quia istæ lineæ CA, CB, DE sunt proportionales erit ratio DE, ad CA duplicata rationis, quæ est distantiæ DE, ad distantiam CA; (*per* 11. *def.* 5.)




dico ergo lumen productum in spatio A, ità se habere ad lumen productum in spatio B, vt linea DE, se habet ad lineam CA, & hoc voco reciproce. quia incipio à magna distantia, & finio proportionem in lumine producto in magna illa distantia.

Demonstratio. Tantùm decrescit lumen intensivè in maiori distantia, supra lumen in minori distantia quantum crescit spatium maioris distantiæ, supra spatium minoris distantiæ, (*per cor.* 3.)

hoc

hoc est vt crescit superficies Sphæræ cuius centrum C, & semidiameter CB, supra superficiem Sphæræ cuius idem centrum C, & semidiameter CA; sed (*per 21. dimensionis Sphæra*) 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 CB, ad distantiam CA. quod erat demonstrand.

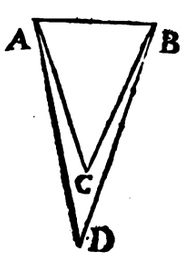
Notandum autem me hic locutum fuisse de puncto tantum lucido, hoc est de lumine quod propagatur ab vno tantum puncto.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Si duo lucida, aut duo lucidi eiusdem puncta, aqualiter distent à duobus spatiis, lumina in illis producta se habebunt in duplicata ratione distantiarum reciproce.*

Sint duo lucida A, & B, vel duo eiusdem lucidi puncta, æqualiter dissita à punctis C & D




hoc est sint AC, BC æquales; sicut AD, 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 CA, lumen in C, productum quadruplo 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 DB, ad CB, igitur (*per 12. 5.*) erit lumen productum in C, ab vtroque agente A, & B, ad lumen productum in D, ab iisdem lucidis A, & B, in duplicata ratione distantiarum reciprocè. quod erat demonstrand.

### COROLLARIVM.

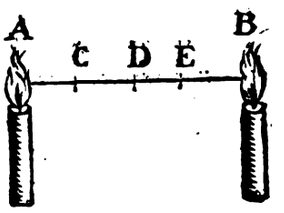
Sequitur ex eo, quod quoties lucidorum distantiæ inter se, aut magnitudo lucidi alicuius totalis, non habet notabilem rationem ad distantias passorum; se habent pariter lumina producta in duplicata ratione distantiarum reciproce, vt quia æqualiter fere distamus ab omnibus solis partibus, bene possumus 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 reciproce, æqualiter illuminantur.*

Sint duo lumina A & B, æqualia in virtute, & magnitudine sintque spatia C & D, æqualiter




distantia à lucidis reciproce hoc est tam punctum D, removeatur à lucido B, quantum C, removerur 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, tàm distet à lucido A, quantum punctum E, distat à lucido B, & æque potentia supponantur lucida, tantum lumen accipiet punctum C à lucido A, quantum accipit punctum E à lucido B, pariter cum punctum E, æque 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 spatij minus distans à lucido sibi propiori quam aliud ab alio lucido aquali, 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, æque distans à lucido B, ac punctum C a lucido A.

Demonstratio. (*per præcedentem*) æquale est lumen in C & D; sed maius 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 maior pars lineæ BE minoris, quam lineæ AD maioris, 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 BE, maior erit rationis duplicatæ lineæ AE, ad AD, sed rationes duplicatæ (*per præcedentem*) sunt rationes luminum productorum: ergo maior 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 E. ad determinandam imaginationem

Digitized by Google

bem lumen productum ab agente B, scribatur litteris E, D, & productum ab agente A, litteris d, e, maior igitur est ratio luminis E, ad D, quam luminis d ad lumen e, ponatur lumine E, lumen F, paulo minus ita vt sit vt F ad D, ita d ad e, erunt (*per 25. 5.*) F maxima quantitas, & e minima maiores, quam D, & d, sed E, maius erat quam F, igitur multo magis E, & e, seu totum lumen à duobus lucidis productum in E maius, luminibus D & d, seu lumine producto in D, à duobus iisdem agentibus, quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM I.

Sequitur ex eo quod quoties duo agentia æqualia hoc modò disponuntur, minimum sit lumen in medio præcisè, & crescat lumen quando magis acceditur ad vtrumque lucidum.

## COROLLARIVM II.

Sequitur secundò quòd si daretur luminosum concavum in orbem, & Sphæram compositum, æqualis vbique virtutis, quod (*inquam*) esset minus luminis in centro quam in quocumque alio spatio, incluso intra Sphæricum illud luminosum.

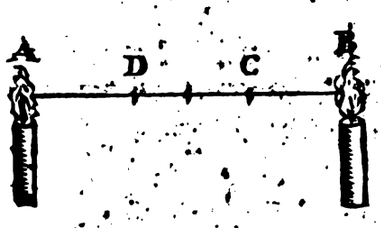
Ex quo concludes obiter quàm malè ratiocinentur aliqui, philosophi, qui ideo asserunt gravia centrum vniversi petere, quia (inquiunt) corpora graviora magis indigent influxibus cœlestibus, plures autem sunt influxus cœlestes in centro, cùm tamen hoc falsissimum sit, si enim supponatur totum cœlum agere, per influxus aliquos, huiusmodi influxus sunt futuri remissiores in centro, quàm in quocumque alio loco.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Si inæqualia sint luminaria minimum lumen infirmiori propinquius erit.*

Sint duo luminaria A maioris virtutis, B minoris sitque communis Sphæra activitatis inter




vtrumque lineæ AB; sitque A, luminare duplum virtute luminari B, dico si dividatur linea AB, secundum eam rationem A ad B, hoc est ita vt linea AC, sit dupla lineæ B C; quod in puncto C, sit futurum minimum lumen, ita vt in quolibet alio puncto lineæ AB, sit futurum maius lumen, & primo quidem sit punctum D.

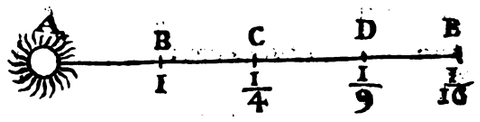
Demonstratio. Vt id clarius fiat supponatur linea AD, habere certam rationem ad A C, ita vt AC, sit verbi gratia tripla ipsius A D, quare lumen in D, productum à luminari A, erit in duplicata ratione lineæ A C, ad A D; quæ cum sit tripla erit lumen in D, nonecuplum luminis in C, producti ab eodem luminari A. cum autem AC, sit dupla linea C B, erit A B, sesquialtera ipsius B C, eritque C B, ad B D, vt 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. vt 3 ad $5\frac{1}{3}$; est ergo lumen in D, vt 9 & 5. sunt 12. & in C, vt $5\frac{1}{3}$. & 1 id est $\frac{1}{2}$, plus igitur luminis est in D, quam in C. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Sphæra activitatis decrescentiam numeris exhibere.*

Sit luminosum A, quod in puncto B, supponatur lumen determinatæ intensionis producere;




Sumantur spatia æqualia BC, CD, DE, distantia AC, dupla erit distantiæ A B, & A D, tripla AE, quadrupla si ponatur lumen in B, esse vnitas, dico in primo intervallo fore quadrantem, in secundo fore $\frac{1}{9}$ in tertio $\frac{1}{16}$. ita vt fiant fractiones, quarum numerator sit semper vnitas, & denominatores sint numeri quadrati.

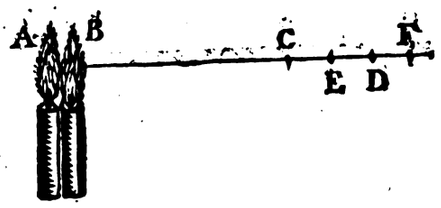
Demonstratio. Cùm enim A C, verbi gratia sit dupla ipsius A B, & lumen productum in B, ad lumen productum in C. sit in duplicata ratione erit vt vnum ad 4. nam duplicata ratio numerorum ea est quæ quadratorum, ergo debebit semper fieri fractio cuius numerator sit vnitas, & denominator quadratum numeri, intervallum notantis.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*Si duo lucida in vnum coalescant non agent ad distantiam duplo maiorem.*

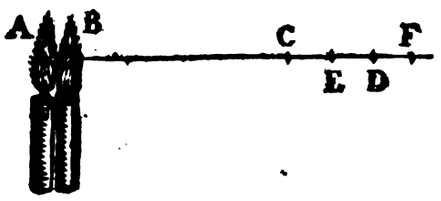
Sint duo agentia A, B, quæ coniungantur sitque punctum C, finis Sphæræ activitatis agen-




tis A solitarie sumpti; ideoque sit in puncto C, minimum naturale luminis quod produci potest; sitque A D, dupla ipsius B C, dico quod si coniungantur luminaria A, & B simul non protendetur Sphæra eorum vsque 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

reciproce, sed ex suppositione distantia AD, dupla est distantiæ AC; ergo lumen in C, ad lumen in D




productum se habebit, vt 4 ad 1. lumen autē 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 alicuius qualitatis, quò nihil minus naturaliter produci potest; assero in puncto E, præcise tantumdem fore luminis si duo agentia applicentur, quantum in puncto C. si vnum tantum adhibeatur. quia nempe cum AE, sit media proportionalis inter AC, & AD, dum vnicum 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 vnico 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 vno tantum luminoso. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM I.

Hinc data distantia ad quam quis legere poterat vnico adhibito luminoso, assignari facile poterit distantia, ad quam adhuc legere poterit duobus accensis luminosis, æqualibus tamen, aut tribus aut quatuor aut quinque.

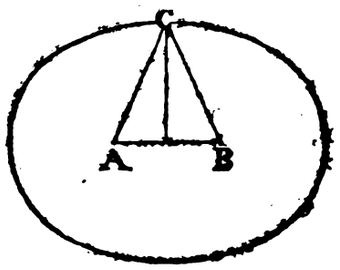
## COROLLARIVM II.

Hinc concludes Sphæram activitatis duorum lucidorum æqualium, mediam esse inter duplam, & quadruplam Sphæræ activitatis vnius tantum. Hic sumo Sphæram pro soliditate. cum enim Sphæræ sint in triplicata ratione diametrorum (*per* 18. 12. *Eucl.*) Sphæra vnius lucidi cuius diameter AC, ad Sphæram duorum, cuius 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 vt esset quadrupla, ita esse deberet, vt AC ad AD, ita AD, ad AF, fecimus autem vt AE, ad AD; ita AD ad AF. ideoque Sphæra duorum agentium, media est inter duplam, & quadruplam Sphæræ vnius tantum lucidi.

## COROLLARIVM III.

Pariter sequitur lucidum quadruplum eiusdem intensionis posse agere ad duplam distantiam, & solidarem Sphæræ eius esse quadruplam.

Posset etiam hic quæri figura spatij ad quod duo lucida non coniuncta 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 vero sint dissita notabiliter, vt A & B, quod spatium illud erit Ellypticum, ita vt lineæ BC, AC sint maximæ, hoc tamen vix demonstrari puto.

Pariter quæri posset, an idem lucidum, maiorem habeat Sphæram activitatis in medio rariori, quam densiori; & primo quidem in opiniane tribuente lumini motum localem id facile concedetur, cum enim medium densius plures habeat partes movendas, vt fiat locus lumini, rarioresque habeat poros retardabitur motus eius. In opinione verò communi, quia omne agens determinatum est ad producendum certum numerum graduum luminis in vnaquaque superficie, quò plures partes erunt in illa superficie; eò pauciores erunt gradus quo ad intensionem, cum igitur in medio densiori sint plures partes materiæ; citius pervenietur ad vltimum minimum naturale illius qualitatis. Si igitur Sphæra aëris vnius leucæ, à face illuminari possit, & aqua sit decuplo densior, poterit illuminari in aqua, Sphæra decuplò minor, nempe vt tot sint partes illuminatæ in aqua, quot in aëre; eruntque diametri in subtriplicata ratione Sphærarum.

## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

*Aliquando quod à luminoso magis distabit minus, aut aqualiter illuminabitur.*

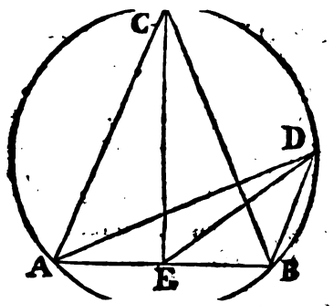
Sit planum aliquod AB, & luminosum statuatur in puncto C, ita vt sit triangulum isosceles ABC, describatur circa illud circulus, dico in quocumque puncto illius circuli ponatur luminosum, æqualiter illuminabitur linea AB, licèt in aliquibus locis luminosum ab ea minus distet quam in aliis.

Collocetur luminosum in puncto D, divisâque linea bifariam in E, ducatur linea CE, quam ostendo esse perpendicularem cum latera AC, CB, triangulorum ACE, CEB sint æqualia, ex suppositione, item latera AE, E B æqualia sint per constructionem & latus CE commune: igitur (*per* 8. 1) anguli AEC, BEC æquales sunt. quare (*per primam* 3.) linea E C, transit per centrum, & (*per*, 7. 3.)

maxima

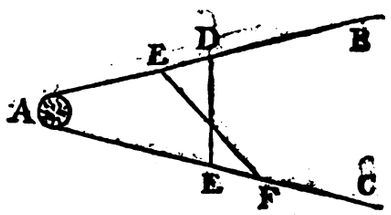
Digitized by Google

maxima est omnium, quæ duci possunt ex puncto E, ergo maior quam ED. igitur luminosum in C, magis distat à linea AB, quam dum est in D, nihi-




lominus angulus ACB, æqualis est angulo ADB, (*per* 21. 3.) ergo (*per suppositionem* 3. *huius*) AB, linea æque illuminabitur ex puncto C, atque ex puncto D.

Et ne vtamur repetitione, quæcumque diximus de angulo sub quo videntur obiecta, 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 æque intenso agente, & sub æquali angulo illuminatum, æqualiter illuminari, cum enim quodlibet punctum luminosum sub singulis angulis certum numerum radiorum mittat, si illi radij sunt distribuendi æqualibus magnitudinibus, sequitur vnamquamque partem æqualiter illuminari. Sit enim punctum lucidum A, quod inter ra




dios AB, AC, ita producat lumen vt in singulis superficiebus inter radios AB, AC, contentis, possit producere verbi gratia mille gradus qualitatis. eò modò quo suprà explicuimus, sintque duæ superficies æquales inter se nempe DE, EF, dico tot esse gradus in EF, quot in DE, & quia sunt distribuendi totidem partibus subiectorum æqualium DE, EF, æqualiter intensum erit lumen in duobus illis subiectis, nisi quod si superficiei, partes singulæ magis æqualiter à luminoso A distent, quàm partes superficiei EF, magis etiam vniformiter 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 ità combinari possunt, vt quantum vnum adijciat luminis, tantum alterum detrahat.

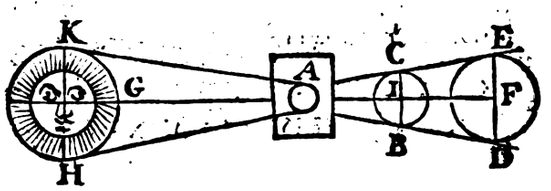
Luminosum enim quod excellentius est, longiorem habet Sphæram activitatis, & in singulis eius partibus, intensius lumen producit, quàm re vera produceret, si minorem in se haberet fulgorem.

## 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 reciproce.*

Sit foramen A, per quod transmittantur radij solares qui excipiantur perpendiculariter in B C,




& DE, sitque radius centralis GAF, qui nempe excipitur perpendiculariter planis BC, DE, intensius erit lumen in B C, quam in D E, in ratione duplicata illius quam habet linea A F, ad lineam AI.

Demonstratio. Primò ex defin. coni, figura solida HAK est conus, cuius axis est AG, 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 B A I, 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 HAG, K A G æqualibus, & latus AI commune; erunt (*per* 26. 1.) latera BI, CI æqualia. idem probabo de aliis omnibus rectis ductis ex puncto I, igitur B C est circulus, & consequenter B A C est conus. ostendam pariter D E, esse circulum, cuius semidiameter FD, & quia linea A F, supponitur recta ad plana B C, D E, (*per* 14. 11.) illa erunt parallela; vnde (*per* 16. 11.) lineæ BI, DF sunt parallelæ, ideoque ita est AI, ad A F, sicut B I, ad D F, (*per* 4. 6.) quia autem vt explicuimus (*propositione* 4. *huius*) quò maius est spatium illuminandum, eo minùs est lumen, circulus autem D E, maior est circulo BC, in ratione duplicata semidiametrorum (*per cor.* 2. 12.) erit intensio luminis in circulo B C, ad intensionem luminis in DE, 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 vno oculo respiciatur Sphæra, seu quod idem est si ab vno puncto A, ducantur tangentes ad Sphæram, seu globum solarem, id quod huiusmodi tangentibus comprehenditur esse circulum, immo ostendi lineam connectentem in tali casu oculum cum centro Sphæræ, transire per centrum illius circuli. igitur idem applicatum huic materiæ eodem modo demonstrat.

### COROLLARIVM.

Si per foramen exiguum solares radij transmittantur; figura solida quæ huiusmodi radiis com-

prehendetur conus erit, qui si secetur perpendiculariter aliquo plano, sectio communis radiosi coni, & plani, circulus erit, cuius centrum erit in radio per centrum disci solaris ducto.

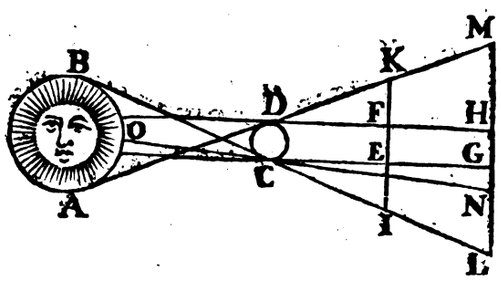
Fecerat mihi difficultatem hæc propositio, quare quoties metiri vellemus intensionem luminis excepti in diuersis spatiis, metienda esset distantia ab ipso agente principali nempe sole; hic tamen metienda sit non ab ipso sole, sed à foramine. respondeo causam esse ipsum obicem, nam quoties omnia, & singula solis puncta in spatio agunt, ita vt nullus sit obex, spatia inter quæ fit luminis comparatio, obseruant in illuminatione rationem distantiæ ab ipso sole; quoties verò non singula puncta solis agunt in singulas partes spatiorum, obseruari non potest hæc regula.

## PROPOSITIO XIV.

### Theorema.

*Si per foramen diuisibile transmittatur lumen solare, partes luminis circa axem a toto sole illuminatæ se habent quoad intensionem in ratione duplicata distantiarum, non ab ipso foramine, sed ab ipso sole.*

Sit sol cuius diameter A B, sitque foramen C D per quod transmittantur radij solares ita vt




tam spatium E F quàm G H, à toto sole illuminentur, spatia vero E I, F K, G L, H M, 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.

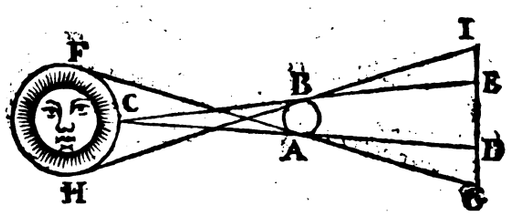
Demonstratio E P, G H, illuminantur à toto sole; sed (*per 5. huius.*) quæ illuminantur à toto sole, ita se habent vt intentio luminis in vtroque se habeat in duplicata ratione distantiarum ab ipso sole reciproce; ergo intensio luminis in E F ad intensionem luminis in G H; se habet in duplicata ratione distantiæ G A, ad distantiam E A.

In spatiis verò lateralibus verbi gratiâ I E, L G; primò quidem non illuminantur à toto sole, sed sensim in vtroque 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 vbique ad intensionem luminis in L G se habere in duplicata ratione distantiarum ab ipso foramine. spatia I E, L G, considerata in cono solido sunt superficies similes, nempe coronæ, quæ se habent in duplicata ratione linearum I E G L; similiter etiam illuminatæ vt iam ostendimus, lineæ autem I E, L G (*per 4. 6.*) cum sint parallelæ, se habent vt distantiæ E C, G C: igitur intentio luminis in L G, erit in duplicata ratione G C, ad E C.

## PROPOSITIO XIV.

*Explicatio virgarum in nubibus, si lumen solare per foramen traiiciatur, augebitur spatium illuminatum vndique per angulum 15 minutorum.*

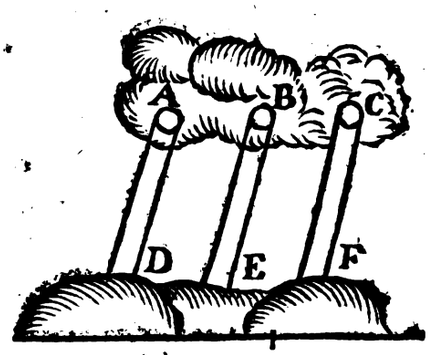
Sit foramen A B in nubibus verbi gratia efformatum casu; hoc est duæ nubes non bene inter




se congruentes, reliqueriat hiatum aliquem per quem solis radius transmittatur; dico radios solis extremos, ita se habere vt semper maius spatium comprehendant; angulumque efforment cum radiis sibi inuicem parallelis per foraminis extremitatem ductis, quindecim minutorum, seu quartæ partis vnius gradûs. Ex ipso disci solaris quasi centro C, intelligantur duci per extremitates foraminis radij C A D, C B E; illi propter immensam solis à terris distantiam physicè paralleli erunt, intelligantur ab extremitate F, per A duci radius F A G, sicut ex alia parte radius. H B I.

Demonstratio solis diameter visibilis communiter assignatur triginta minutorum; ergo angulus semidiametri eius nempe angulus C A F 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 radij per nubem transmissi si in loco circumcirca à nubibus ob




tenebrato appareat, extremi non videntur paralleli; sed prout magis ad terram accedunt, magis ab inuicem recedunt. putabam aliàs id tantum prouenire eò quòd spatium terris vicinius nobis appareret maius, etiam si reuera foramini esset æquale, propter maiorem vicinitatem sed inuenio adhuc vere radios extremos augeri, & recedere ab inuicem. non diffiteor quidem aliquando hanc hallucinationem aliquid efficere. sint enim tres in nubibus hyatus A, B, C, per quos lumen solis transmittatur, fiantque tres virgæ, quæ in montem incidant à quo non ita multum distem. Licet distantia foraminum inter se æqualis sit distantiis

Digitized by Google

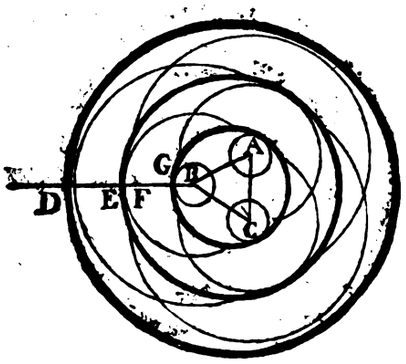
stantiis D E, E F, quia tamen magis distо à nubibus quam à monte ex suppositione (*per* 10. *præcedentis*) distantiæ D E, E F maiores apparebunt, quàm AB, BC; igitur videbuntur convenire inter se illæ virgæ versus nubes, licèt radij illarum centrales sint inter se paralleli.

Idem etiam dici posset de caudâ cometæ, quæ aliquando videtur hôc modò diuaricari, id nempè oriri quod augeatur hinc inde secundùm extremitates, per angulum 15 minutorum, qualis est semidiameter solis.

## LEMMA.

*Si plures circuli æquales ex diuersis centris describantur, quò maiores erunt minus discrepabunt a figura vnica circulari.*

Ex tribus centris A, B, C describantur tres circelli item ex iisdem centris describantur alij



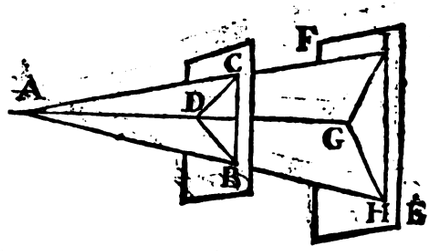

circuli maiores, dico tres circulos maiores simul sumptos, minùs distare sensibiliter à figura circulari, quàm tres circulos minores. si enim tres circuli maiores simul sumpti, sint minores quàm sit distantia centrorum videbuntur tres circuli nullam partem habentes communem: si verò sint maiores distantia centrorum; multas habebunt partes communes. sed circuli habentes partes aliquas communes, magis accedunt, ad figuram vnius totalis circuli, quàm circuli qui sunt omninò extra se; ergo circuli maiores in tali casu magis accedent ad figuram vnius totalis circuli. fiant autem & ex iisdem centris adhuc maiores circuli, ducaturque linea BD in directum, cum linea AB. cum lineæ AG, BF sint æquales, eo quod circuli supponantur æquales; ablato communi BG erunt lineæ AB, FG æquales; pariter ostendam lineas AB, DE æquales esse, ergo lineæ FG, DE sunt æquales: quare (*per* 8 5.) minor erit ratio lineæ D E, ad maiorem E A, quam lineæ FG, ad GA; sed DE est mensura excessûs circuli maioris ex B descripti, supra circulum æqualem ex A descriptum; & FG mensura excessûs, quò circulus ex B descriptus superat æqualem circulum ex A descriptum; igitur minùs proportionaliter maior circulus ex B descriptus est extra æqualem descriptum ex A, quam minor extra minorem. ergo ita augeri possunt illi circuli vt tandem sensibiliter desinant in vnicum circulum totalem. præcipue si, non tantum tres circuli sed etiam fiant alij ex singulis punctis trianguli ABC.

## PROPOSITIO XVI.

### Theorema.

*Si punctum solum radiet per foramen, figura lucis excepta plano parallelo ipsi feneſtræ, figuram induet ipsius feneſtræ.*

Sit punctum lucidum A, quod suppono immensô quôdam intervallô distare à foramine




BCD, per quod radiat; lumen verò excipi planô EF parallelo ipsi foramini, ita tamen vt distantia foraminis BCD à plano EF, sit insensibilis comparata cum distantia lucidi. dico figuram GHI, & similem & æqualem esse ad sensum foramini A B C.

Demonstratio cum distantia lucidi supponatur immensa; erunt radij AB, A C, A D Physicè paralleli, cum autem planum H A C planis BCD, E F, secetur (*per* 16. 11.) erunt lineæ B D, H G parallelæ, eôdem modô ostendam lineas DC, GI item B C, HI esse parallelas, quare (*per* 10. 11.) anguli BDC, H G I sunt æquales. idem ostendere possum de reliquis. igitur figuræ B D C, H G I, sunt similes. si enim non essent triangula in similia triangula resolui possent. deinde cùm radij B H, D G, sint Physicè paralleli, item lineæ B D, H G sint ostensæ parallelæ; erit igitur parallelogrammum BHGD; & lineæ BD, HG, æquales erunt (*per* 34. 1.) ita ostendam reliquas lineas DC, GI, HI, BC æquales esse. ergo figura HGI, etiam æqualis est figuræ B C D quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

A quolibet superficiei lucidæ puncto proiicitur pyramis in planum foramini parallelum, cuius 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.

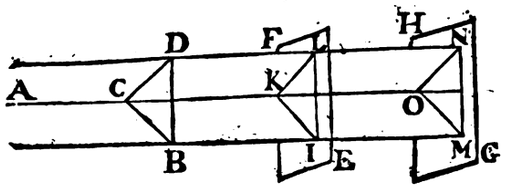
## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Si vnicum lucidi punctum immensè à foramine distans, per illud radiet excipiaturque continue radiatio duobus planis ad eam rectis duæ figuræ similes & Physicè æquales generabuntur.*

Sit punctum quodcumque radians, immensè distans à foramine BCD, ideoque radij AB, AC, A D sint Physicè paralleli, dico si radiatio excipiatur

piatur succeſſiuè planis E F, GH, ad quæ radij A B, A C, A D ſint recti; quod figuræ M O N,




I K L illuminationis, in prædictis planis & ſimiles & æquales erunt.

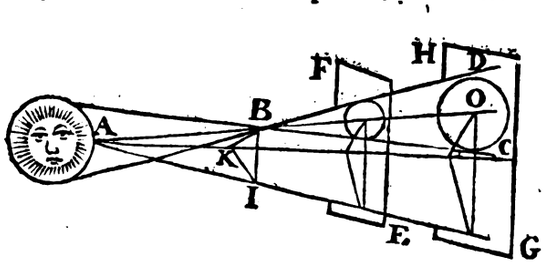
Demonſtratio radius ABM, eſt rectus ad plana E F, G H ex ſuppoſitione; ergo (*per* 14.11.) plana E F, G K ſunt parallela, quæ cum ſecentur plano AMO, (*per* 16.11.) erunt lineæ I K, MO parallelæ; item lineæ KL, DN; I L, MN, & aliæ quæcumque ſi eſſent. quare (*per* 10.11.) ſinguli anguli ſingulis æquales erunt. igitur iam 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 remoueatur planum vltimum, diſtantiâ nempe quæ poſſit eſſe hic in terris maxima.

## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Quò radius ſolaris per foramen quodcumque tranſmiſſus in maiori 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 hyatus inter arborum folia tranſmiſſum, in circulum efformari, cuius rei quæritur ratio. hæc duobus verbis comprehendi poteſt, quia ſol circularis eſt; huius tamen quæritur ratio demonſtratiua. 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 alicuius coni, cuius baſis ſit ipſe ſol, axis ipſe radius AB, item intelligi poteſt in ſequenti figura in eodem puncto B alius conus contrapoſitus C B D, cuius axis erit A B O, ſi vero ad angulos rectos conus CBD ſecetur plano E F, communis ſectio erit circellus cuius centrum erit in linea ABO. ſi alio plano G H remotiori excipiatur, maior fiet




circulus cuius centrum eſt punctum O. idem intelligendum eſt in punctis I, K, fieri; nempe generari alios conos quorum axes erunt radij A I, A K, & conſequenter dum huiuſmodi coni ſecabuntur planis E F, GH, ſectio ſingulorum conorum circulus erit, cuius centrum exiſtet in radiis AK, AI productis; ſed radij AI, AK, AB, & alij 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 maior erit plani excipientis à foramine diſtantia. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XVIII.

### Theorema.

*Si foramen aliquâ ſui parte tegitur; non mutatur figura radij in maiori diſtantia excepti, ſed minus lucidus erit, mutabitur figura in minori diſtantia.*

Foramen per quod tranſmittuntur ſolares radij; claudatur aliqua parte; dico primò in minori diſtantia mutar figura 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 paruâ à foramine diſtantia, clauſo ex parte foramine; mutabitur figura illuminationis. in quacumque tamen diſtantia ſemper illuminatio maior eſt, ipſo foramine, quia iam incipiunt coni ſe dilatare & ampliare illuminationem.

Secundò dico excepti radij in magna diſtantia figuram, non immutandam, etiam ſi foramen ex parte tegatur. (*quia per præcedentem*) in magnâ diſtantiâ radius ſolaris eſt Phyſicè rotundus, per cuiuſcumque figuræ foramen tranſmittatur; ergo mutatâ figurâ foraminis manet ſemper rotundus.

Tertiò dico in tali caſu fore vt 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 radij luminoſi, ac ſi totum apertum eſſet, ergo, &c. nam aufertur ille conus qui in parte foraminis obturata formaretur.

### COROLLARIVM I.

Quod de mutatione figuræ foraminis hac propoſitione probaui, intelligendũ etiam eſt, de corporibus opacis in medio foramine ſuſpenſis, quæ in parua diſtantia apparent in ſolari radio; in maiori vero diſtantia euaneſcunt, nam cum aliam faciant figuram foraminis, hæc in parua diſtantia ſe exhibet, in maiori degenerat in circulum.

### COROLLARIVM II.

Duo foramina vicina in vnicum radium circularem coaleſcunt, cùm enim coni in ſingulis foraminum punctis formati, ſemper magis amplientur; ſi excipiantur planis, baſes habebunt circulos ſemper

Digitized by Google

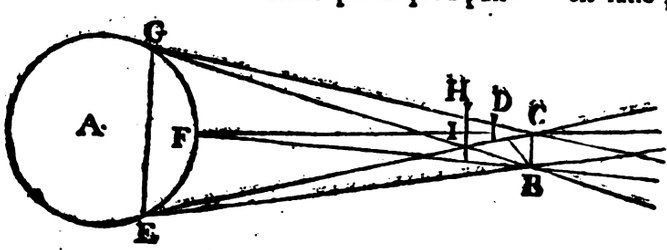
semper maiores, dum tamen eadem semper maneat centrorum distantia; ergo ita augeri poterunt circuli, vt distantia centrorum nullam sensibilem habeat cum circulorum diametris rationem. ita si daretur lamina crebris foraminibus interpuncta, euanescerent tandem in radio foraminum intervalla, & vnicus circularis radius in magna distantia formaretur.

## PROPOSITIO XIX.

### Theorema.

*Si corpus opacum inter foramen & solem opponatur; quod impediat aliquam tantum solis partem in totum foramen radiare; radius in conuentui distantia exceptus, figuram partium radiantium imitabitur.*

Sit sol sphæra cuius centrum A, qui radiet in foramẽ BC, eius radij duplici modo intercipi possunt corpore opaco. primus modus est si corpus opacum sit valde vicinum foramini vt si esset in D intercipieret quidem aliquos radios solares, immò forsitan omnes transeuntes per aliquod punctum foraminis. verbi gratia corpus D intercipit radios EC, F C, & C, radiantes per punctum C, alios autem intactos relinquit, & de hoc iam diximus nempe radium semper fore circularem.




Secundus modus est, si intercipiatur aliqui radij omnino, ita vt aliqui nullam foraminis partem intercipiant. vt si in puncto H interponeretur corpus opacum, intercipiens radios omnes vsque ad F D. dico fore vt radius exceptus in magna distantia post foramen mutet figuram.

Demonstratio. in singulis conis, quorum vertices sunt in foramine, similes partes vmbrosæ erunt, & carebunt radiis: ergo etiam basium similes partes vmbrosæ erunt; & ex eadem parte, oppositâ scilicet parti ex qua corpus opacum interponitur, ergo etiamsi circuli ita amplientur vt vnum sensibilem circulum efficiant, ille circulus deficiet à rotunditate sua, & figuram exhibebit tantum partium solis in foramen radiantium.

Hoc autem primo accidit in puncto I nempe vt eadem sit proportio diametri foraminis ad lineam B I, quanta diametri solis ad distantiam E I, & quia sol ex terris & locis terræ vicinis videtur sub angulo 30 minut. ita vt angulus E I G sit 30 minut. hoc est, ea est ratio lineæ E G ad E I, 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 radij per foramen transmissi. quod adhuc exactius accidet si multò magis corpus opacum remoueatur.

### COROLLARIVM.

Ex hac propositione rationem deduces cur sole oriente, aut occidente, radij per foramina excepti, medium tantum solem exhibeant.

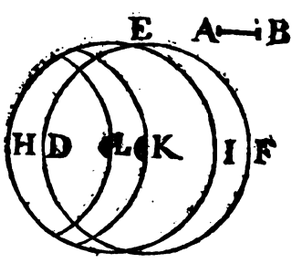
2. Cur sole Eclypsin patiente, solis radius similem figuram solis deficientis exhibeat.

3. Cur maculæ solares in magna distantia, appareant in radio excepto.

## PROPOSITIO XX.

*Paciores sunt digiti in solis radio per foramen excepto, quam in cœlo & macula minores apparent quam vera sint.*

Sit per foramen cuius diameter A B transmissus solis radius, qui licèt sit physicè rotundus nihilominus deficit à rotunditate, quanta est diameter foraminis. sit ergo D E F basis coni, cuius vertex B, & H E I, basis coni cuius vertex A, sitque prioris circuli pars deficiens ob interiectionem lunæ D K, ita vt vera sit proportio D K ad K F, quæ est partis in sole Eclypsatæ ad partem detectam, quod facilè probari posset, ex oppositione duorum conorum per foramen indiuisibile, & æqualitate angulorum ad verticem, pariter eadem est ratio partis H L, ad L I in secundo circulo quæ partis in sole Eclypsatæ ad partem detectam, sed licet in parte L K non sit tantum lumen quantum in cæteris partibus; est tamen aliquod lumen, quare pars omnino vmbrosa erit H L sed minor est ratio partis H L ad totam L F, quam ad L I minorem (*per 8. 5.*) igitur minor erit ratio partis omnino vmbrosæ, ad reliquam partem radij 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 alicuius in ordine ad Eclypsin. si enim macula ita tegeret solem, vt defectus in radio per punctum B transmisso esset D K, & in radio per punctum A esset H L; adhuc vides minorem esse rationem, maculæ illius in charta, ad totalem radium, quàm maculæ solaris ad discum eius.

### COROLLARIVM.

Ex hoc sequitur quod quamdiu macula in basi vnica circulari, minorem occupabit locum, quam sit diameter foraminis; omninò non apparebit. vt si esset macula in sole cuius imago aut vmbra in circulo D E F, esset K minor, quam diameter foraminis, & in circulo H E I esset vmbra L; tunc nulla daretur vmbra totalis. licet enim in punctum K nullus radius perueniret per punctum A foraminis, peruenit tamen aliquis ad eandem partem K per punctum B, vnde nulla appareret

appareret illa macula sumpta pro defectu totali luminis, si vero sumatur pro imminutione aliqua luminis duplex appareret. decidit igitur tantum de vera proportione magnitudinum maculârum, aut partis solis Eclypsatæ ad reliquam, quanta est semidiameter foraminis, quæ in maximis distantiis tam parua esse potest, vt omnino euanescat.

## PROPOSITIO XXI.

### Theorema.

*Cur radius solaris per foramen transmissus videatur in loco vmbroso, alibi non videatur.*

Experientiâ compertum est, si radius solaris transmittatur per foramen intrà cubiculum vndique clausum, optime videbitur ille radius etiam in aëre, qui extra cubiculum in aëre libero videri minime poterat. Item radij solares communiter in aëre non videntur serenò tempore, si tamen ipsis è regione respondeat locus vmbrosus videbuntur.

Ratio esse potest quod ad hoc vt obiectum videatur, debeat vt iam dixi remitti ab ipso aliquod lumen in oculum, quod lumen debet esse maius, 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 vsque, ex quo fit vt, quò aër erit purior, eò minùs radius per reflexionem videri possit: quare vt in cubiculo melius videatur opus erit puluerem excitare. ita communiter focum lentis conuexæ facilius inuenimus, aut fumum, aut aliquid aliud ad reflexionem aptissimum admouendo. Illud tamen lumen ab huiusmodi minutis corporibus reflexum tenue est discontinuum & valde rarum, vnde si lumen potentius & intensius aut æque intensum, easdem retinæ partes feriat; ineptum erit ad mouendos oculos. quia lumen maius offuscat minus. in quo tamen aliquam semper difficultatem inueni. licèt enim nonnulli vt hunc nodum soluant, afferant multas experientias; immò & aliorum sensuum exemplum, hoc tamen non omnino satisfacit, neque dat rationem à priori huius 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 mouendum tympanum certò genere vibrationis aptissimus, non percipientur interea minores soni, quia non poterit alia vibratione affici tympanum. In odoribus facilius soluetur qui cum spiritibus euaporatis coniuncti 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 præcipue viget ille sensus, certi saporis succo impleantur, mirum non est si aliis succis non sit locus. In tactu vbi manus potentissime calefacta interea dum fiet reactio, non ita cito frigus persentiscet. Idem proportione quadam dicendum est cum lumini solari additur lumen candelæ, vel dum parles bene illuminatus in oculum lumen remittit, etiamsi etiam à corpusculis in aëre volitantibus aliquid remittatur, illud tamen valde tenue est, nec multum addit roboris radiis, partetis illustrati, vnde eodem modo oculus afficitur ac si à solo pariete lumen reciperet. deinde ad præsentiam maioris lucis coarctatur pupilla, ex quo fit vt pauciſſim; sint illi radij qui ab his minutioribus obiectis ad fundum retinæ perueniant. 3. si impressio facta in retina sit aliquid aliud præter lumen, vt si esset vertus motus localis, impossibile esset vt duobus simul motibus moueretur.

Affero experimentum clarissimum dum obiecta per foramen cubiculi clausi in charta spectantur cum suis omnibus coloribus, si aliunde lumen affulgeat obliterantur omnino, vnde hoc? quia in tenebris solum illud lumen ab obiectis nempe in chartam per foramen illapsum in retinam incurrebat. dum verò aliud lumen admittitur, iam eadem charta maius lumen, aliunde receptum in eandem retinæ partem reflectit, quod ita retinam occupat, vt additamentum ab eo priori lumine exili, nullo modo aduerti possit.

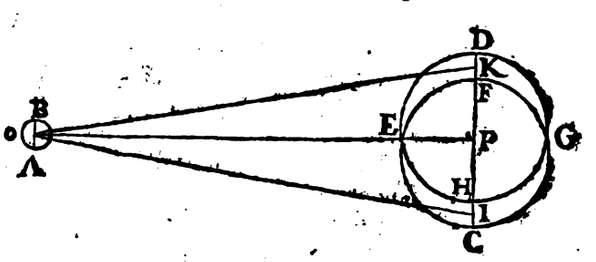
Propter hanc rationem optimum est in telescopiis aptandis, vt tubi sint crassiores, habeantque intus circulos chartaceos non multum apertos, vt vitentur omnes reflexiones ad tuborum latera factæ, quæ multum officerent visioni.

## PROPOSITIO XXII.

### Theorema.

*Solis diametrum visibilem metiri. radio per foramen immisso.*

Licèt varij assignentur modi definiendi diametrum visibilem solis, seu sub quo angulo videatur à nobis, seu quota sit pars circuli alicuius maximi per ipsum ducti; id tamen poterimus satis facile metiri. Sit foramen A B in lamina aliqua tenui efformatum; quæ quantùm fieri potest sit ad solis radium centralem recta. per hoc foramen transmissus radius solaris, excipiatur planò aliquò, ad angulos rectos, quod forsitan non erit ita facile, ideoque vt hoc commode habeatur; fiant in plano, plurimi circuli concentrici. dico si radius solaris, vni ex his circulis exacte quadret, quod erit radius centralis erit ad illud planum perpendicularis: si enim perpendicularis non esset planum oblique secans conum aliquem totalem non deficientem sensibiliter saltem in magna distantia à totali aliquo cono, sectionem faceret ovalem; & experimur de




facto quoties oblique radium solis excipimus, toties generari Ellypsin. sit igitur radius tali plano exceptus CEDG, ita tamen vt demonstrationis causa distinguamus duos in eo circulos vnum, qui sit basis coni cuius vertex A, sitque C E F G,

&

& alium H E D, qui sit basis coni cuius vertex B, quorum centra tantum distant inter se quanta est diameter AB : igitur, totus sensibilis circulus C E D superet eum qui esset basis coni cuius vertex indivisibilis diametro foraminis AB. quare vt vti possis foramine A B quasi indivisibili; aut potiùs habere basin coni cuius vertex est præcisè centrum foraminis, abscinde ex circulo totali in plano excipiente notato, hinc inde lineas C I, K D, æquales semidiametro foraminis, & mètire angulum IOK hunc dico esse angulum apparentis magnitudinis solaris; nam (*Prop. 14. huius*) 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 hic habemus conum qui fieret à solis radiis per centrũ foraminis transmissis, ergo angulus IOK est angulus quæsitus. hunc autem facile habebis si metiaris distantiam OP, & lineam PI. nam in triangulo O P I, si OP fiat radius, PI erit tangens anguli P O I, nempe dimidij anguli quæsiti, vel si habeas IO, si IO sit radius, O P est sinus anguli POI dimidij anguli quæsiti.

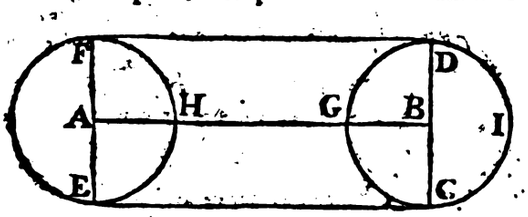
## PROPOSITIO XXII.

### Theorema.

*Sphæra luminosa opaca æqualis : eius dimidiam partem illuminat.*

Quæcumque diximus superiùs de visione sphæræ ab vno oculo, intelligenda sunt de illuminatione eiusdem sphæræ ab eodem puncto luminosi, vt verbi gratiâ diximus oculum videre minùs quàm dimidiam partem alicuius sphæræ. applica & dic punctum vnum 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 illâ videbit, sub maiori tamen angulo. si punctum lucidum ad sphæram accesserit, minorem illius partem illuminabit, sed sub maiori angulo & consequenter pluribus radiis illuminabit. Linea recta coniungens oculum cum centro sphæræ, transit per polum circuli partem visam comprehendentis; pariter linea recta coniungens punctum luminosum & centrum sphæræ, transit per polum circuli illius minoris qui limes est illuminationis, & ità de cæteris. quibus vt facilibus & obuiis superfedeo. modò igitur illuminationes peculiares corporum opacorum, à corporibus lucidis persequemur.

Sint igitur sphæræ quarum centra, A & B, hæc lucida alia opaca, dico præcisè ab ea illuminari




hemisphærium. sit enim planum quodcumque secans vtramque sphæram per centrum, erunt (*per 11. Theodosij*) circuli E H F C G D maximi sphærarum. connectantur centra circulorum seu sphærarum lineâ A B; ad quam cadant ad angulos rectos perpendiculares E F, CD, quæ consequenter æquales erunt; cum sphæræ supponantur æquales. ducantur lineæ CE DF. cùm ergo lineæ AB FD coniungant lineas AF, BD æquales, & parallelas (*per 29. 1.*) eò quòd anguli B A F, A B D interni ad easdem partes, sint duobus rectis æquales immò duo recti, erunt AB, F D parallelæ & (*per 34. 1.*) anguli A & D; B & F oppositi æquales, sunt igitur anguli F & D recti. & (*per 16. 3.* linea F D vtramque sphæram tanget. idem dicendum est de E C, dico totum semicirculum C G D illuminandum esse, & nihil aliud. non enim aliquod punctum semicirculi D I C illuminari potest. vt iam ostendimus. quare si immota AB intelligatur volui 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.

### COROLLARIVM.

In lineâ centra sphærarum connectente, inuenitur polus illuminationis nempe punctum G, qui est polus circuli illius, qui est limes illuminationis.

## PROPOSITIO XXIII.

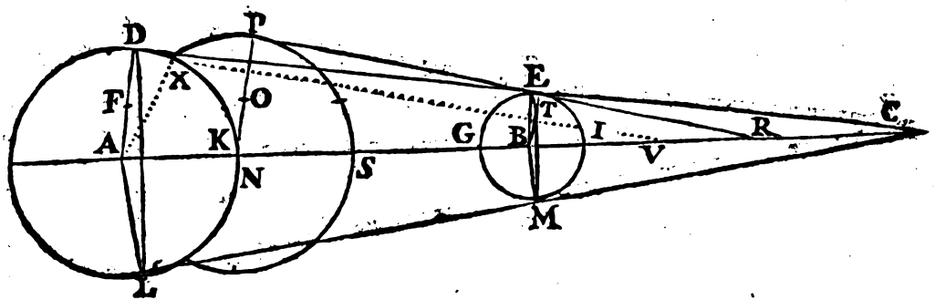
### Theorema.

*Sphæra opaca minoris lucidâ, plusquam hemisphærium illuminatur : Pars vero lucida illuminans, minor est hemisphærio.*

Sit sphæra luminosa maior cuius centrum A; & opaca minor cuius centrum B; dico sphæræ minoris illuminandam maiorem partem hemisphærio, & sphæræ luminosæ partem illuminantem minorem esse hemisphærio.

Sit semidiameter minoris B E, quæ minor erit semidiametro maioris AD, abscindatur AF æqualis ipsi BE. ducaturque per centra linea A B vlterius producenda. intelligatur planum per centra sphærarum transiens, quod consequenter vt priùs, sectiones in sphæra faciet circulos maximos, fiat vt FD, ad AF, ità AB, ad BC eritque componendo, vt A D ad A F, seu B E ita A C, ad B C. ex puncto C. ducatur tangens maiorem circulum in puncto D, dico etiam eandem tangere minorem circulum. ducatur enim ad contactum linea A D; eritque (*per 16. 3.*) angulus A D C rectus, huic ducatur parallela B E. eritque (*per 4. 6.*) vt C A ad CF, ita AD, ad BE, sed vt AC ad B C ita iam erat A D ad A F æqualem semidiametro minoris sphæræ; ergo B E æqualis est semidiametro minoris sphæræ, & cùm sit parallela lineæ A D, angulus B E C æqualis erit angulo interno ADC (*per 29. 1.*) igitur (*per 14. 3.*) linea BE, tangit circulum in E.

Demonstratio in triangulis C B E, cum angulus E rectus sit, angulus CBE minor est recto, & consequenter EBG maior recto; igitur arcus GE




maior est quadrante; & I E minor est quadrante: ostendam pariter arcum K D minorem esse quadrante. Si ergo immotâ lineâ C B A intelligatur volui totum triangulum C A D punctum D definiet in sphæra lucida segmentum L K D minus hemisphærio, & segmentum M G E maius hemisphærio. sed segmentum D K L est illuminans comprehensum nempe tangentibus, & M G E illuminatum. igitur illuminatum maius est hemisphærio, illuminans est minus. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM I.

Ex hac patet conuersa. si nempe sphæra illuminans statuatur minor, & opaca maior. pars maioris illuminata minor erit hemisphærio, & illuminans maior.

## COROLLARIVM II.

Linea connectens centra sphæratum transit per polos segmentorum illuminantis & illuminati.

## COROLLARIVM III.

Sol maius segmentum hemisphærio, tam in luna quam in terra illuminat.

## COROLLARIVM IV.

Pars non illuminata sphæræ minoris opacæ similis est parti illuminanti sphæræ maioris lucidæ, cum enim lineæ A D, B E sint parallelæ, anguli I B E, K A D æquales erunt, & arcus K D, I E similes, & consequenter segmenta quæ per circumvolutionem generantur similia.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*Sphæra luminosa maior, opaca minori propior, maiorem eius partem illuminat, quam si remotior esset.*

Supponatur sphæra luminosa maior cuius centrum erat A accessisse ad minorem, ita vt illius sit centrum N. dico eiusmodi sphæram maiorem in N positam maiorem partem sphæræ minoris illuminare, quàm si esset in A. factâ enim eâdem constructione, sit N P illius diameter; sitque N O æqualis ipsi A F aut B E. fiat vt O P, ad O N, seu F D, ad A F; ita N B, ad B R, sed vt F D ad A F, ita erat A B ad B C; igitur erit vt A B ad B C ita N B ad N R, sed N B minor est quam A B, igitur N R minor erit quam N C. ex puncto R ducatur tangens circulum S P in P, ostendam vt priùs eandem tangere circulum I E.

Rursus abscindatur linea A V, æqualis lineæ R N ducatur ex puncto V tangens circulum K D, quæ neque cadet in punctum D, ne dentur duo anguli recti inæquales; neque vltra punctum D, ergo citra ponatur cadere in punctum X. eritque arcus K X minor arcu K D. In triangulis V A X, R K P, rectangulis in X & P. (*per 16.3.*) cum reliqua R N, V A, item N P A X sint æqualia, reliqua æqualia erunt. (*per lemma 2. ante 27. 1. Eucl.*) ergo anguli R K P, V A X æquales sunt & consequenter arcus S P, N X; sed H X minor est quàm H D; 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 G T reliquus ad semicirculum maior, factâ igitur circumvolutione arcus G T describet segmentum illuminatum maius quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM I.

In hoc secundo casu pars sphæræ maioris illuminans minor erit. ostendimus enim arcum S P minorem esse.

## COROLLARIVM II.

Si è contra statuatur sphæra minor esse illuminans, dum magis accedet ad maiorem, minorem eius partem illuminabit, ostendimus enim arcum S P minorem esse arcu K D. Pars verò sphæræ maioris propioris illuminans maior est nam ostendimus arcum G T maiorem esse.

## COROLLARIVM. III.

Luna in plenilunio minus extensiue illuminatur, quia magis distat à sole. in nouilunio autem maior illius pars illuminatur, sed cum auersa sit à nobis non videtur. *Catera quæ ad illuminationem pertinent dicta sunt cùm de illuminatione terræ, lunæ, veneris, caterorumque astrorum.*

## PROPOSITIO XXVI.

### Theorema.

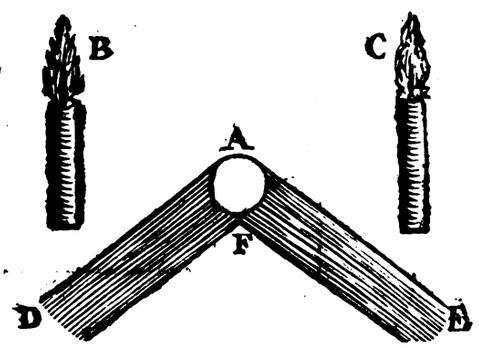
*Tot sunt vmbræ eiusdem corporis opaci, quot lucidæ.*

Hic supponenda essent aliqua quasi axiomata sed ita sunt clara vt sufficiat indicare. nempe istud vmbra in directum proiici, & in directum iacere 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 vmbra non erit. cùm ergo vmbra vt 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 vmbra sit linea. quod vmbra in adversam luminis partem proiiciatur.




Sit igitur corpus opacum A dico tot esse vmbras quot erunt luminosa. sint verbi gratia duo lucida B & C, à quibus ducantur lineæ per corpus opacum A, certum est quod in spatio A D luminosum C radiare non poterit, sicut neque in spatium A E, corpus B, ergo in A E erit carentia luminis à B producendi, & in A D carentia luminis à lucido C producendi. cum nullum lucidum agat nisi per lineas rectas; in spatio autem AF, erit carentia vtriusque luminis; igitur spatia A D, A E, minùs illuminabuntur quam spatia vicina, & AF adhuc minus. ideoque nigrior vmbra erit in A F quam in aliis. vnde vides intendi posse vmbram suo modo, intelligendo vmbram intensiorem quæ pluribus priuat gradibus luminis.

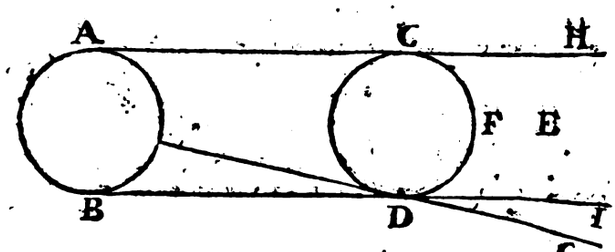
Non semper autem hæc vmbra aduertitur vt si essent triginta luminaria, etiamsi singula suam vmbram haberent, quia tamen singulæ vmbræ sunt defectus luminis a suo luminari prodeuntis, defectus autem vigesimæ tantum partis luminis, non est aliquid notabile ideo non aduerterentur illæ vmbræ.

## COROLLARIVM.

Vmbra multiplicata est intensior, hoc est locus in quo concurrunt plures vmbræ obscurior est cæteris paribus, hoc est si medium recipiat lumen à decem lucidis, ibi maior obscuritas erit, vbi plures illorum luminarium vmbræ concurrent.

## PROPOSITIO XXVI.

*Vmbra corpori opaco propinquior, ex accidenti potest fieri obscurior, apparet tamen semper obscurior.*




Sit luminosum A B opacum C D, vmbra E, F, dico aliquando ex accidenti vmbram F esse nigriorē vmbra E. quia cum partes non tantum lucidi AB sed etiā 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, præcipue verò albi coloris: igitur in talibus casibus vere & realiter erit maior lux in E, quàm in F, & consequenter maior priuatio in F quam in E.

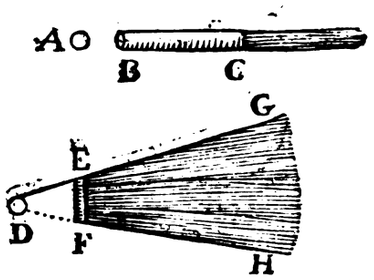
Vt plurimum tamen apparet vmbra maior in F, quàm in E, cum enim tenebræ comparatæ cum maiori luce, magis appareant: & in G sit maior lux quam in I, eò quòd in maiori distantia lucidum, minus lumen producat, tum etiam quod prope G plures partes lucidi A B agant; quàm in puncto I vt apparet: igitur vmbra in F apparebit maior quam in E, quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

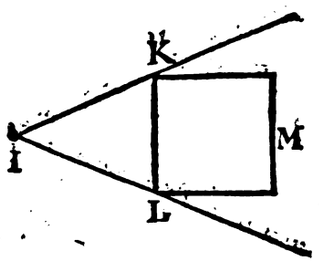
*Linea opposita directe lucido indiuisibili vmbrā est linea infinita, oblique erit superficies etiam infinita. superficiei directe oppositæ, vmbra est superficies item infinita. oblique opposita est figura solida.*

Hæc consideratio lucidi vt indiuisibilis est vtilissima ad soluendas cæteras propositiones cum omne lucidum constet quasi punctis. Sit igitur primò lucidum A, cui obiiciatur linea B C directe, ita vt producta attingat ipsum A, dico vmbram illius fore lineam infinitam. quod clarissimum & per se patet.




Secundo sit luminosum indiuisibile D cui obiiciatur linea E F, si ex E ducantur lineæ D E G, D F H, illæ determinabunt vmbram lineæ D F, quia autem lineæ D E, DF nunquam concurrunt ideo hæc vmbra quasi infinita est.

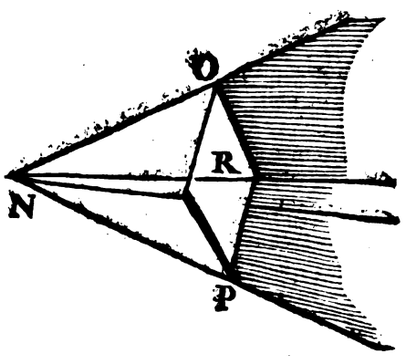
Tertiò sit superficies directè oppositā luminoso I, hoc est luminosum I sit in superficie




K L M producta: dico huius superficiei vmbram, fore superficiem infinitam: cum enim ex suppositione punctum I sit in eadem superficie K L M;

KLM; lineæ radioſæ ab eo ad quodlibet punctum ſuperficiei KLM, in eadem ſuperficie erunt: ergo lineæ vmbroſæ, quæ ipſis in directum iacent non egredientur extra eandem ſuperficiem (*per* 1. 11.) igitur vmbra continuabit eandem ſuperficiem.

Quartò ſit ſuperficies non directè oppoſita luminoſo indiuiſibili, hoc eſt ita vt luminoſum N

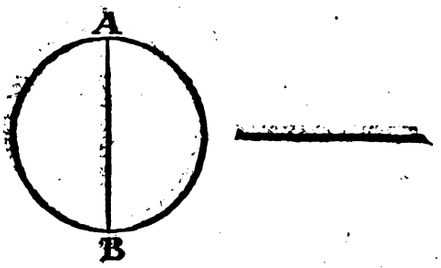



non ſit in ſuperficie opaca O P. dico vmbram comprehendere ſolidum ſpatium. nam omnes lineæ ductæ, ad diuerſas partes ſuperficiei O P non ſunt in eodem plano. ſi enim eſſet in eodem plano, vel illud congrueret cum ſuperficie O P quod eſt contra ſuppoſitionem, vel haberet communem ſectionem cum ſuperficie OP, quod fieri non poteſt, alioquin ſuperficies O P eſſet tantum vnica linea: quare lineæ N O, NP, NR non ſunt in eadem ſuperficie, ergo productæ cum vmbram conſtituant, vmbra figuram ſolidam comprehendet.

## COROLLARIVM.

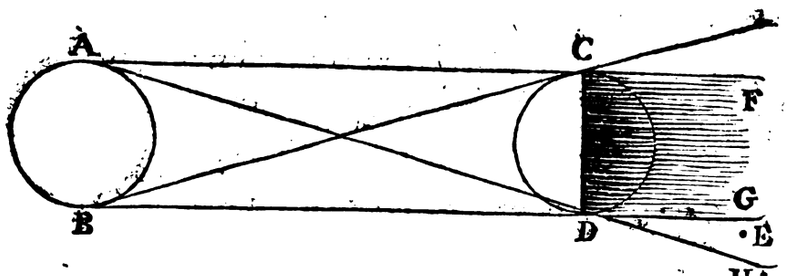
Multò magis ſi corpus opponatur luminoſo etiam indiuiſibili vmbra corpus erit.

Quod ſi lucido diuiſibili hæc omnia opaca obiiciantur; habebit quidem aliqua vmbra partialis has proprietates non tamen totalis. vt ſi luminoſo A B directe opponatur linea etiam cum aliqua




latitudine tota illuminabitur & nulla erit vmbra totalis; quia quod non illuminatur ab vna parte, ab alia illuminatur. Idem dicendum eſt de linea oblique obiecta, immo & de ſuperficie.

Quare in iſtis omnibus diſtinguenda eſt vmbra totalis à partiali, voco vmbram totalem carentiam omnis lucis à tali corpore lucido profectæ, vmbram verò partialem, priuationem aliquam lucis à tali lucido profectæ. erit vmbra totalis in eo ſpatio ad quod à nulla parte lucidi duci poterit linea recta. partialis vero in illo è quo, ad aliquam partem luminoſi duci non poterit recta linea.




## PROPOSITIO XXVIII.

### Theorema.

*Vmbra totalis corporis Spherici æqualis lucido Spherico non augetur.*

Sit corpus opacum C D, cui ſit æquale lucidum A B, dico vmbram totalem illius corporis non auctum iri, ſed parallelam procedere.

Demonſtratio nihil eſt vmbra totalis, niſi quod comprehenditur tangentibus A C, B D; ſi enim aſſignatur extra illas parallelas punctum quodcumque E duci poterit à puncto B ad illud linea recta, non impediente corpore opaco C D, ergo non erit in puncto E vmbra totalis. ſed propoſitione 12. oſtendimus lineas AC, B D, parallelas eſſe; ergo etiam lineæ vmbroſæ C F, BG illis in directum iacentes, erunt parallelæ, ſeu æquidiſtantes.

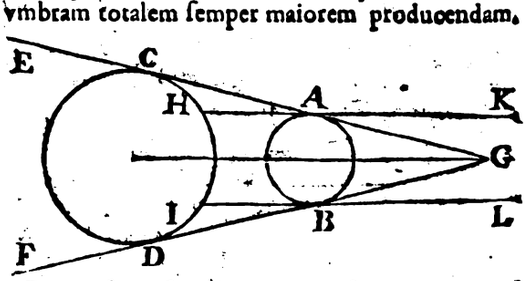
Dixi autem vmbram totalem; nam ductis lineis C I, D H quidquid continetur inter lineas C F, C I, partialis eſt vmbra, illuminaturque à parte tantum aliqua lucidi AB, ita vt prope lineam CF minùs illuminetur; ex quo fit vt vmbra non ſit ita exacta, præcipue in magna ab opaco diſtantia.

## PROPOSITIO XXIX.

### Theorema.

*Opaci Spherici lucido Spherico maioris; vmbra totalis ſemper creſcit. minoris ſemper minor euadit.*

Sit primo lucidum AB minus opaco CD: dico vmbram totalem ſemper maiorem producendam.




Demonſtr. oſtendimus propoſitione 13. tangentem vtramque ſphæram, concurrere cum linea connectente

connectente centra,& hoc ex parte minoris sphæræ, ergo lineæ vmbrosæ CE, DF, quæ cum tangentibus in directum iacent, semper à se invicem discedent. quod erat primum.

Si vero è contra,supponatur esse lucidum CD, & opacum AB, ostendam pariter lineas vmbrosas AG, BG, concursuras in punctum G,in quo finietur vmbra illa totalis.

Dixi pariter (*totalem*) nam vmbra partialis nunquam finitur. si enim in corpore lucido CD, sumatur aliqua pars HI, æqualis opaco AB, ita vt lineæ HAK, IBL, sint parallelæ in toto spatio inter lineas AK,BL,erit vmbra respectu partium HI.

## COROLLARIVM.

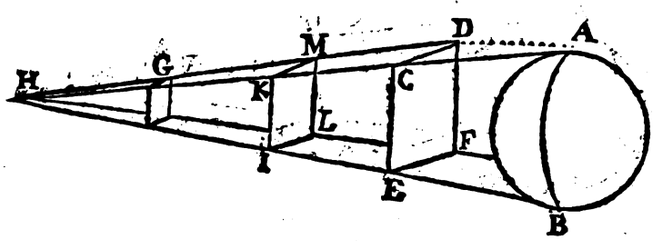
Sequitur ex hac, & (*ex 25. huius*) si corpus opacum maius CD, vicinius fuerit corpori opaco minori,citius finietur vmbra totalis. item vmbras corporum à facibus accensis productas fieri maiores corporibus.

## PROPOSITIO XXX.

### Theorema.

*Vmbra totalis superficiei alicuius,excepta plano ipsi parallelo, non est semper figura similis.*

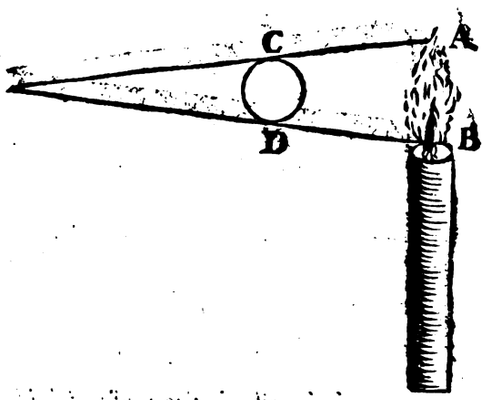
Sit sol AB, & superficies CDE, multò longior quam lata,hoc est sit linea CD multò minor,




quam CE, dico quod si vmbra eius excipiatur plano ipsi parallelo, figura vmbræ non erit ipsi similis.

Demonstratio. Cum CD, supponatur minor quam CE, radij extremi solis, seu tangentes ductæ per C & D, citius vnientur quam ductæ per C & E. quia habent rationem minoris magnitudinis.vniantur ergo BD, AC,in G,ductæ vero per C & E,vniantur tantum in puncto H.

Demonstratio. Cum superficies CF,KL,supponantur parallelæ,erunt (*per 6.11.*) lineæ KM, CD parallelæ. quare (*per 4.6.*) erit vt GK, ad KC, ita KM, ad CD, est autem maior ratio HK, ad KC, quam GK ad KC, vt autem HK ad KC, ita KI ad CE; ergo maior est ratio KI,ad C E, quàm K M ad CD, & permutando maior erit K I, ad KM, quam CE ad CD, quod est figuras non esse proportionales. quod erat demonstrandum.




Multò minus erit similis, si sit vmbra lucidi non Sphærici, vt facis accensæ cuius figura est pyramidalis. Sit enim figura flammæ AB, valde longa, non multum lata;ita vt sit longior diametro Sphæræ CD, sed non æquè lata: decrescet vmbra Sphæræ CD, in longum (*per 28.huius*) & augebitur in latum.(*per 29.*) vnde evanescet non in punctum sed in lineam. idemque seq tur quod modo probavimus de superficiebus.

*Multa alia de vmbris queri possent de quibus suis peculiaribus tractatibus, vt de horologiis, magnitudine vmbrarum, sicut dicemus de illuminatione terræ, de illuminatione lunæ, cometarum. Sed hoc suis locis, ista in genere sufficiant.*



Digitized by Google

# TRACTATVS XIX.

# PERSPECTIVA

## Seu de radio directo.

*QVAMVIS Perſpectiua, quæcunque ad oculum, & viſionem ſpectant, comprehendere videatur; vſus tamen, inualuit, vt hæc appellatio illi tantum facultati tribuatur, qua in tabellâ, ita obiectorum imagines efformamus, vt ſimilem in oculo viſionem producant, quam ipſa obiecta efformarent, ex quô fit vt pictura omnis ad perſpectiuam pertineat.*

*Quia tamen in multis corporibus irregularibus, operoſum nimis eſſet, ex arte, & regulis procedere; ideo perſpectiua paulò arctius ſumitur, fereque tota in delineandis iis corporibus verſatur, quæ rectis lineis conſtant, aut quæ ad illa poſſunt reuocari.*

*Eam in plures libros partior. Primus fundamentalis erit, in quo poſt ſuppoſitiones factas, tribus Theorematibus principalibus, totum negotium abſoluam.*

*Secundus verſabitur circa planum præcipuè horizontale, & omnium corporum ichnographiam methodô perſpectiuâ delineabit.*

*Tertius circa eleuationes 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 praxin valde vtile.*

---

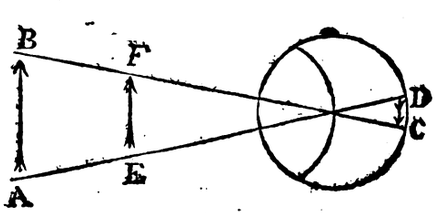
# LIBER PRIMVS.

## Fundamenta Perſpectivæ.

### *SVPPOSITIONES.*

#### SVPPOSITIO I.

OCVLVS vnicus, de diſtantia non benè iudicat, & vt plurimum adminiculo interiectorum corporum vtitur, ex quorum comparatione ad diſtantiæ cognitionem venit. Ex quo fit vt facile in errorem inducatur. quare ſi obiectum intelligatur ita ad oculum accidere, vt ſingulæ eius partes in iiſdem lineis rectis permaneant, per quas in oculum radiabant, eôdem modô videbitur obiectum. hoc eſt eandem aut ſimilem viſionem in oculo producet, quam antea cauſabat. vt autem meam mentem meliùs aperiam. intelligatur obiectum AB, ita in oculum radiare, vt per lineas AD, BC, quaſi per radios principales, & irrefractos, in oculi fundo, ſeu retina producat imaginem CD; accedat autem obiectum AB, ita tamen vt ſingulæ eius partes, maneant in ſuis radiis principalibus. hoc eſt punctum A, maneat in linea AD, & B, in lineâ BC, (quod ſine imminutione, aut contractione fieri non poteſt) aut loco obiecti AB, in loco E F, ſubſtituatur aliud obiectum ſimile, ſed paulo minus, ita vt ſingulæ vnius partes, in alterius principalibus radiis ſtaruantur, aſſero æqualem, & ſimilem quo ad magnitudinem, imaginem CD, in vtrôque caſu producendam; licèt producatur ab obiecto minore nempe EF. quod ſi præter hanc diſpoſitionem adderentur tales colores obiecto EF licet minori, vt eandem affectionem in oculo producerent, quam producunt colores corporis AB, obiectum in EF, poſitum, videretur eôdem modô, ac ſi eſſet obiectum AB, meliùs etiam deciperetur oculus, ſi hoc non tantum fieret in obiecto AB, ſed etiam in

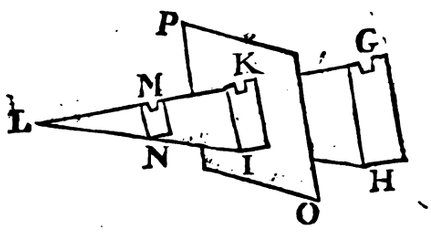



aliis

aliis vicinis ; quæ oculus vnô intuitu potest percipere.

Inde patet duas esse ex natura rei partes artis pictoriæ, prima quam hic proprie tradimus, est vt singulæ partes picturæ per easdem lineas principales radient in oculum, per quas radiarent ipsamet obiecta ; sic enim similis imago producetur à pictura, quæ ab obiecto in oculo causaretur. Secunda est vt colores eôdem modô eum afficiant, quô colores obiectorum, ita imagines obiectorum magis dissitorum coloribus dilutioribus advmbramus, & præcipuas tantum eorum partes, distinguimus.

Ex his consequenter concluditur, quod si inter obiecta, & oculum interiiciatur tabella in qua notentur, communes eius cum radiis principalibus, ab obiectis ad oculum productis, sectiones, sequitur (inquam) communes illas tabellæ, & radiorum sectiones in tabellâ notatas, similem in oculo visionem effecturas, quam ipsa obiecta.




Sit verbi gratiâ obiectum GH, oculus L, tabella interiecta PO, radietque obiectum in oculum per radios G L, HL, & alios : sintque communes eorum radiorum, & tabellæ P O sectiones, imago KI, quæ eôdem colore pingatur, quô obiectum GH ; assero imaginem KI, eandem, aut similem in oculo L, visionem causare, quam produceret obiectum GH ; cùm per eosdem radios principales oculum afficiat.

Quare officium huius artis in eo positum est, vt inquirat communes sectiones tabellæ, & radiorum ab obiectis in oculum emissorum, sive illa tabella plana sit, sive convexa, parùm interest. initiô tamen & planam supponemus, & verticalem, nisi aliter moneamus.

Colliges ex eo quare tabella vocetur sectio, vt pote quæ omnes radios ab obiectis emissos secat, communemque eorum sectionem, pro ipsis obiectis substituit.

Idem etiam accideret si obiectum antè tabellam substituatur, vt si obiectum esset in M N, cum eâ tamen differentia, quòd in hoc vltimo casu, imago sit futura maior obiectô, in primo verò minor.

Sequitur item imaginem non posse, eandem in oculo visionem producere, nisi ex certo, & determinato loco. vnde in omni pictura certus est, & determinatus locus oculi, determinata eius, à tabellâ distantia, alioquin distorta erit, & manca, nec nisi forsitan ex accidenti, poterit aliquid boni præstare. Sed semper determinandus est locus è quo spectari debet tabella.

## SVPPONO II.

Ea omnia quæ de visione in genere satis fusè explicata sunt, huic parti accommodari posse. nam dum diximus verbi gratiâ, quæ maiora sunt cæteris paribus, sub maiori angulo videri, potest huic convenire ; dicendo quæ maiora sunt, imaginem in sectione maiorem habere, quæ remotiora minorem. in vniversum si omnium obiectorum imagines, sint in eadem plana superficie, vniversaliter verum erit, ea habere in tabella maiorem imaginem, quæ sub angulis maioribus videntur. multaque alia huiusmodi, quæ non multum faciunt ad praxin ideoque ea facilè prætereo.

## SVPPONO III.

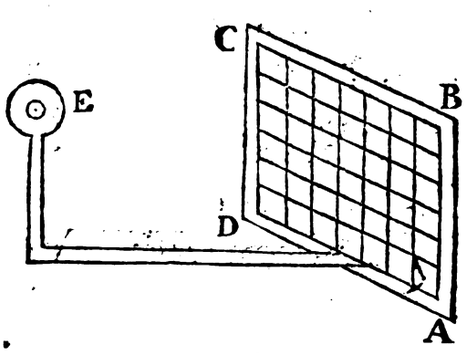
Vnicô tantum oculô spectandam esse tabellam, cum enim vnius obiecti vnica debeat esse imago ; imago autem in tabella sit communis sectio radiorum ab obiecto ad oculum emissorum, si plures adhiberentur oculi, duplex sectio radiorum in tabella notanda esset. adde quod vnicus tantum oculus faciliùs decipitur, in picturâ autem deceptio intenditur, nempe vt talis sit imago, quæ pro obiecto accipiatur.

# DEFINITIONES.

## DEFINITIO I.

TAbella quam alij sectionem, alij verô vitrum appellant. Est superficies illa, quæ inter oculum, & obiectum intelligitur, & in quâ communes radiorum, ab obiecto ad oculum prodeuntium, sectiones delineamus. dixi superficiem quamcumque ; licèt communiter intelligatur plana, nisi aliter moneamus, immô & verticalis, seu recta ad planum horizontale.

Ex hac definitione fluxerunt illæ praxes, quæ sunt quidem communes, rectè tamen picturæ naturam explicant. Patetur quadratum AC, ex quatuor 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 perforata in puncto E, eique ita annectatur, vt firmiter adhæreat. Exponatur hoc quadratum suâ dioptrâ instructum, ita vt ex dioptra per illud perspici possint obiecta. habeaturque tela aut charta, in totidem quadrata divisa. respice per dioptram E, singula obiecta, & vide in quo quadrato singula videantur, eaque pinge in correspondentibus quadratis, in charta seu tabula, notatis, eritque perfectum opus ; totaleque obiectum, cum suarum partium vera habitudine, adumbratum habebis, sive quadrata in in tola notata, sint maiora, minora, aut æqualia quadratis in AC notatis.




Nonnulli

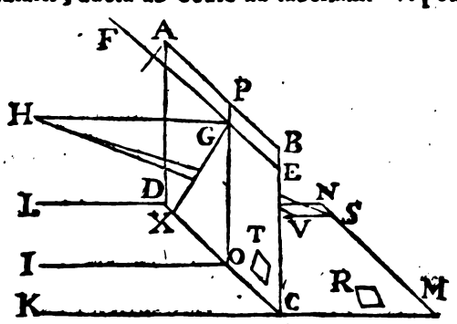
Nonnulli loco filorum vitrum ſubſtituunt in quo ſingula obiecta pro vt videntur ex dioptra E, adumbrantur; ideoque tabellam vitrum vocant; eò quòd omnis tabella communes ſectiones radiorum, & vitri delineatas habeat. vt enim poſſit cognoſci locus ille in quo radius, ab obiecto ad oculum emiſſus, tabellam ſecat debet tabella eſſe diaphana. vnde alij loco vitri, velo tenui vtuntur.

Alij etiam vitrum concavum adhibent in quo cum obiecta multo minora appareant, facilius delineantur.

Ex hac item definitione fluxerunt alia inſtrumenta nempe illa in quibus ſupponuntur duæ tabellæ, vna inferior in quo notantur obiectorum imagines, alia ſuperior diaphana; ita autem moventur duæ cuſpides, vt quem locum ſuperior in tabellâ diaphana obtinet, eundem aut ſimilem, inferior in ſua deſignet. ſunt alia multa eiuſdem 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 horizontalis KN. ſeu eſt linea infima tabellæ. vnica autem communiter aſſignatur, licet vt in decurſu patebit, quam plurimæ fingi poſſint, pro vt plurima plana horizontalia, ſibi inviçem ſuppoſita fingi poſſunt.

Tertia. Punctum principale, ſeu punctum viſûs. eſt punctum tabellæ, in quod cadit perpendicularis, ducta ab oculo ad tabellam. vt 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 præcipue horizontalis, quia eſt in horizonte oculi reſpicientis tabellam.

Quinta. Linea diſtantiæ, eſt diſtantia oculi à tabellâ, 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, poſitô quod lineæ HG, FG ſint æquales. hinc inde in linea horizontali duo ſignantur puncta diſtantiæ, quæ etiam in alias lineas ſi opus ſit transferuntur, vt dicemus.

Septima. Linea principalis, eſt perpendicularis ad horizontalem, per punctum principale ducta. vt linea PO, dividens dextra, à ſiniſtris.

Octava. Radius eſt linea ducta ad punctum principale. vt XG, quotieſcumque nempe repræſentat lineam obiectivam horizontalem.

Nona. Linea obiectiva, eſt linea quæcumque in obiecto, cuius repræſentatio quæritur in tabella, talis eſt linea XS, cuius repræſentatio in tabella erit linea XG.

Decima. Apparentia lineæ obiectivæ, eſt eius repræſentatio in tabella, ſeu communis ſectio tabellæ, & radiorum à linea obiectiva ad oculum ductorum. vt ſi linea SV, ſit obiectiva, à qua ad oculum H, ducantur radij SH, VH, quæ ſecent tabellam in linea XG; linea XG, erit apparentia lineæ SV. poſſet item linea obiectiva SV; vocari Geometrica, & apparentia eius, linea proiecta, ſeu linea perſpectiva.

Vndecima. Planum obiectivum, ſeu Geometricum, aut figura quæcumque Geometrica, eſt quodcumque planum, ſeu quæcumque figura pro vt eſt in ſe; in quâ ſcilicet obſervantur omnes dimenſiones eô modô, quô in ſe ſunt. talis eſt figura R.

Duodecima. Planum proiectum, ſeu planum non perſpectivum, eſt apparentia plani obiectivi in tabella. ſeu communes ſectiones tabellæ, & radiorum à plano obiectivo, ad oculum ductorum. in quo vt plurimum accidit, vt non obſerventur omnes eius dimenſiones, ſed aliquæ fiant breviores, aliæ longiores. vnde conſequenter diſtinguimus inter ichnographiam Geometricam, & apparentem, ſeu perſpectivam, hoc eſt proiectam.

Decima Tertia. Ichnographia Geometrica, eſt deſcriptio ſectionum alicuius corporis, cum plano horizontali cui inſiſtit; pro vt ſunt in ſe, ſeu eſt baſis, pro vt in ſe eſt, corporis cuiuſcumque plano horizontali inſiſtentis: ſervatis nempe æqualiter omnibus, & ſingulis eius dimenſionibus. vt ſi cubus plano horizontali inſiſtat; eius ichnographia, planta, baſis, eſt quadratum. Si cylindrus ſtet rectus, eius baſis erit circulus. Et hoc Geometricum eſt, pertinet enim ad Geometriam, ſcire omnes, & ſingulas cuiuſcumque corporis dimenſiones. vt ſi arcis alicuius ichnographiam deſcribimus, etiam in charta; ſingulæ lineæ habent eandem in charta, quam in obiecto proportionem.

Decima Quarta. Ichnographia proiecta, ſeu perſpectiva, eſt ichnographiæ Geometricæ repræſentatio in tabella, ſeu communes ſectiones tabellæ, & radiorum ab ichnographia Geometrica, ad oculum tranſmiſſorum, vt ſi figura R, reſpiciatur ab oculo H, eius apparentia, ſeu repræſentatio, in tabellâ, erit figura T. ſi figura R, fuerit baſis verbi gratia cubi, ſeu ichnographia Geometrica illius, figura T, in tabella, erit ichnographia eiuſdem perſpectiva.

Decima Quinta. Scenographia eſt deſcriptio radiorum verticaliter erectorum; quæ pariter, in Geometricam, & proiectam dividi poteſt, Scenographia Geometrica erit; ſi intelligatur corpus aliquod ſecari plano verticali aliquo; communes ſectiones illius, & plani verticalis erunt ſcenographia Geometrica. Si vero communes ſectiones tabellæ, & radiorum ab hac ſcenographia Geometrica, ad oculum ductorum notentur; dicetur ſcenographia proiecta, ſeu perſpectiva.

Erit autem perfectum opus ſi plures eiuſdem corporis ſuperficies in tabellam deſcribantur.

Decima Sexta. Huius ergo ſcientiæ ſcopus eſt, communes ſectiones tabellæ, & radiorum ab obiectis ad oculum ductorum in eadem tabellâ delineare, quia autem ſolas corporum ſuperficies videmus, & ſuperficierum extrema ſunt lineæ; primò

aliquas

Digitized by Google

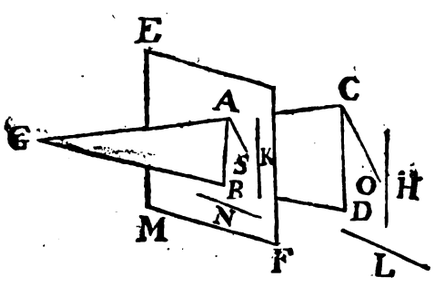
aliquas propositiones circa linearum apparentiam proferemus, ex quibus tanquam ex principiis, alias innumeras deducemus, & hæc erit materia primi libri. In Secundo plana horizontalia considerabimus. nam eôdem modô procedendum est in hac materia ac in Architectonica, quæ à fundamentis incipit; ita etiam omnium corporum Ichnographiam Perspectivè delineabimus. In Tertio de elevationibus loquemur, hoc est ædificij nostri parietes excitabimus. In Quarto de corporibus variè inclinatis loquemur. In Quinto de Perspectiva irregulari. atque ita cætera persequemur.

## PROPOSITIO I.
Fundamentalis.

Theorema.

*Apparentia lineæ obiectiuæ 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 EF, 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 vno est plano, (*per* 2. 11.) in quo apparentia lineæ CD, debet necessariò esse, (*per* 10. *defin. huius*) 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.

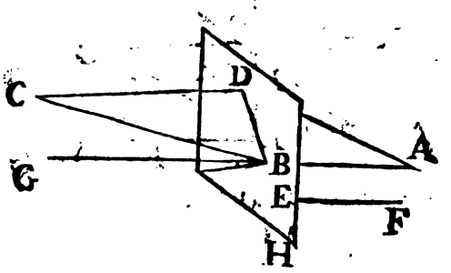
Ex hac propositione multa deduci possunt corollaria, quæ infra in numerum propositionum methodi gratiâ referam.

## PROPOSITIO II.
Fundamentalis.

Theorema.

*Si linea obiectiuæ per oculum ducatur parallela. tabellam attingens in aliquo puncto; illius lineæ obiectiuæ, apparentia producta per illud punctum transit.*

Sit linea obiectiva AB, cui per oculum C, ducta est parallela CD, tabellam attingens in puncto D, dico apparentiam lineæ AB, esse lineam, & productam transire per punctum D.




Demonstratio. Cum lineæ AB, CD; sint parallelæ, in eodem sunt plano (*per defin. parall.*) ductique ex oculo C, ad omnia puncta lineæ AB radij, erunt in eodem plano. (*per* 2. 11.) & (*per defin.* 10. *huius*) apparentia lineæ AB, erit communis sectio illius plani & tabellæ. Sed punctum D, est etiam in eodem plano, & in tabella, igitur punctum D, est in eâ communi sectione; ergo apparentia lineæ AB, producta transit per punctum D. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

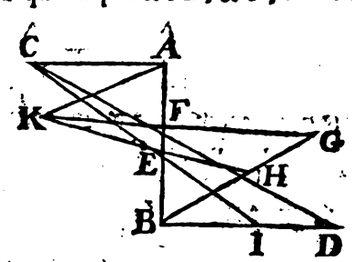
Si linea CD, ipsi AB parallela, tabellam attingat, ipsa quoque AB, producta tabellam attinget. nisi enim attingeret tabellam, illi esset parallela, & (*per primam huius*) eius apparentia BD, eidem esset parallela. & consequenter CD, eidem BD parallela esset. quod est absurdum cum eam attingat in puncto D.

## PROPOSITIO III.
Fundamentalis.

Theorema.

*Si linea in parallelas incidens transuersis lineis, ab vno puncto vnius parallelarum ad diuisiones alterius ductis, diuidatur: simili modò dividetur, si duæ aliæ parallelæ per eius extremitates ductæ, easdem habeant diuisiones.*

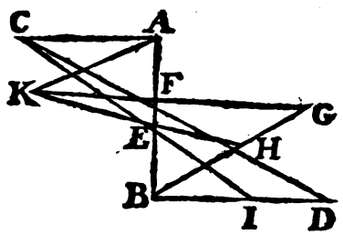
Linea AB, incidat in parallelas AC, BD, dividaturque in punctis E, & F, à lineis transuer-




sis CD, CI, ductis à puncto C, vnius 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 KH 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 C A




& AK, illi æqualis ad AF, ſicut BD, aut BG, ad BF. pariter cum anguli KAF, F B G, alterni ſint æquales, & latera proportionalia erunt (*per* 6. 6.) triangula KAF, BFG æquiangula. igitur angulus BFG, æqualis erit angulo AFK, vnde (*per* 16. 1.) lineæ KF, FG, vnam lineam efficient, ideoque linea KG, per punctum F, tranſit.

Idem probabo de linea C I, quam dico tranſire per punctum E, igitur eôdem modô diuiditur linea AB, ſiue vtar parallelis AC, BD, ſiue vtar parallelis AK, BG. quod erat oſtendendum.

Propoſitio hæc vera eſt, ſiue lineæ AC, AK, ſint in eodem plano ſiue non ſint. Erit autem vſui ad determinandas longitudines apparentiarum, vt videbimus in vſu.

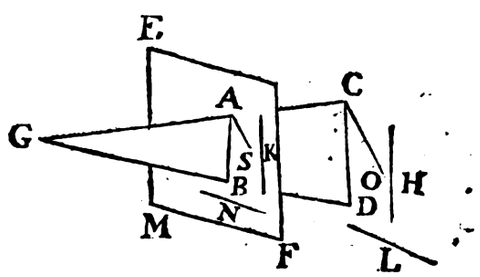
Ex his tribus propoſitionibus ferè omnia demonſtrantur. vnde in decurſu huius libri, propoſitiones afferam, quæ ex præcedentibus quaſi corollaria deduci poterant.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Si dentur duæ lineæ obiectiuæ, tabellæ æquidiſtantes, & inter ſe parallelæ; habebunt apparentias inter ſe parallelas, aut eandem.*

Sint in figurâ propoſitionis primæ. duæ lineæ obiectivæ CD, & H æquidiſtantes tabellæ, item




æquidiſtantes inter ſe. ſintque earum apparentiæ AB & K. dico AB & K, eſſe parallelas inter ſe.

Demonſtratio. Lineæ obiectivæ CD & H ſunt parallelæ, ſed linea AB, (*per* 1. *huius*) 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, vt duæ lineæ obiectivæ, tam tabellæ, quam inter ſe parallelæ, eandem habeant apparentiam, ſi nempe ſint in eodem plano trianguli cuius baſis ſit altera linea, & vertex oculus.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Si linea obiectiua, fuerit parallela, alteri lineæ in tabella ductæ, eius apparentia, eidem parallela erit.*

Sit linea obiectiva L parallela, lineæ F M, in tabella ductæ, verbi gratia lineæ terræ. ſitque linea N, apparentia lineæ L, dico lineam N, eſſe parallelam lineæ FM.

Demonſtratio. Cum (*per primam huius*) 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.

### COROLLARIVM.

Omnes lineæ horizontales obiectivæ, æquidiſtantes tabellæ habent apparentias lineæ terræ parallelas. quia ipſæ ſunt æquidiſtantes lineæ terræ.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Linea verticales obiectiua, habent apparentias in tabellâ verticales.*

Sint quæcumque lineæ obiectivæ verticales, dico illarum apparentias in tabella verticali, verticales eſſe.

Demonſtratio. Omnis linea verticalis, tabellæ verticali eſt parallela; igitur (*per primam huius*) habet apparentiam ſibi parallelam; ſed linea parallela verticali, verticalis etiam eſt; ergo linea obiectiva verticalis, habet apparentiam verticalem. quod erat oſtendendum.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*Linea obiectiua tabellæ æquidiſtans, & ad verticalem inclinata: habet apparentiam ſimiliter ad verticalem inclinatam.*

Sit linea obiectiva CO, inclinata ad lineam CD verticalem, & æquidiſtans tabellæ. dico eius apparentiam A S, eſſe ſimiliter ad verticalem AB inclinatam. ſeu angulos BAS, 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 huius linea C O, 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 figura obiectiuæ, descriptæ in planis tabellæ parallelis, habent apparentias sibi similes.*

Supponantur quæcumque figuræ obiectivæ descriptæ in plano parallelo tabellæ, dico earum apparentias esse figuras omnino similes.

Demonstratio. Nam omnes lineæ in talibus planis ductæ (*per* 1. *huius*) 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.

### COROLLARIVM.

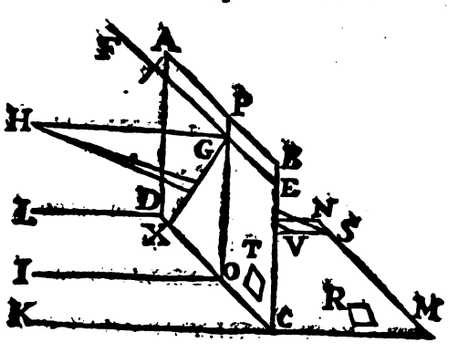
Circulus cuius planum est tabellæ parallelum, habet pro apparentia circulum, quadratum similiter pro apparentia quadratum, & ita de reliquis.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Linea obiectiua in plano, secante tabellam ducta; & communi sectioni parallela apparentiam habet eidem communi sectioni parallelam.*

Sit in figura definitionum linea obiectiva NM, ducta in plano CN, tabellam secante, & sit parallela communi sectioni C D. dico apparentiam lineæ NM, eidem CD, parallelam esse.



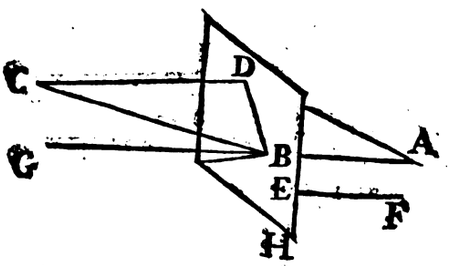

Demonstratio. Linea NM, quantumvis producatur nunquam attinget tabellam, eam enim attingere non potest, nisi in aliquo puncto quod pertineat ad planum CN, in quo ducta est; planum autem CN, nihil habet commune cum tabellâ, nisi communem sectionem CD, non potest autem convenire cum CD, quia ipsi supponitur parallela. igitur parallela est tabellæ, quare apparentia eius (*per* 1. *huius*) eidem erit parallela. Sed CD, supponitur eidem parallela; ergo (*per* 9. 11.) apparentia lineæ NM, lineæ CD parallela erit. quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*Linea obiectiuæ, parallelæ inter se, & non parallelæ tabellæ habent apparentias, in eodem tabellæ puncto concurrentes.*

Sint in figurâ propositionis secundæ, duæ lineæ A B, E F, parallelæ inter se, non tamen æquidistantes tabellæ, dico earum apparentias in eodem puncto tabellæ convenire, ita vt si




plures essent hôc modô inter se parallelæ, omnium apparentiæ, in eodem tabellæ puncto convenirent. nam vni earum nempe AB, per oculum C, ducatur parallela CD.

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 C D, sit parallela lineæ A B, & A B, E F, supponantur parallelæ erunt (*per* 9. 11.) CD, E F parallelæ. vnde (*per* 2. *huius*) lineæ A B, E F, habebunt apparentias per punctum D transeuntes. quod erat ostendendum.

### COROLLARIVM.

Notandum tamen fieri posse, vt lineæ AB, EF, eandem habeant apparentiam, si nempe sint in eodem plano per oculum ducto. Et hoc sæpe accidit, nam omnes lineæ ductæ in plano per oculum ducto, eandem habent apparentiam.

## PROPOSITIO XI.

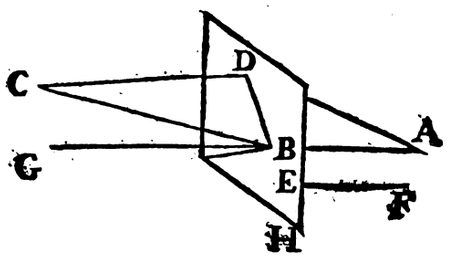
### Theorema.

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

Sit in figurâ propositionis secundæ, linea BA, quæ producatur quantum libuerit versus partes A., ita vt sit linea B A, maior & maior 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 A B, ita vt tabellam

pervadat, ſitque linea B G, æqualis lineæ C D, dico apparentiam lineæ BG eſſe infinitam, hoc eſt



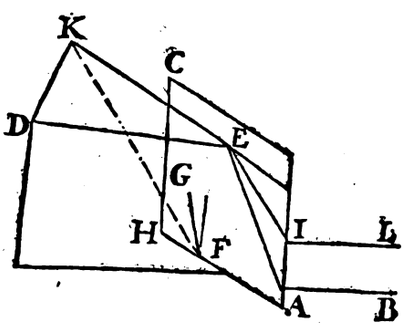

quantumlibet producatur linea D B, verſus partes H, licèt ſemper inveniatur apparentia partis maioris, & maioris lineæ B G, nunquam tamen poſſe inveniri apparentiam totius lineæ BG. nam ſi ducatur ex puncto C, linea ad eius apparentiam B H, quantumlibet productam, nunquam tamen invenietur apparentia 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 cuiuſcumque lineæ obiectiuæ ad tabellam rectæ, tranſit per punctum viſûs; ſeu per punctum principale.*

Sit linea obiectiva A B, recta ad tabellam A C. ſitque oculus D, punctum principale E, dico apparentiam lineæ AB, tranſire per punctum E.




Demonſtratio. (*per definitionem 3. huius*) linea D E, perpendicularis eſt ad tabellam A C, perpendicularis item eſt ad eamdem tabellam linea A B, ex ſuppoſitione, quare (*per 6. 11.*) lineæ DE, AB ſunt parallelæ; quare (*per 2. huius*) apparentia lineæ AB, tranſit per punctum E. quod erat demonſtrandum.

### COROLLARIVM.

Vocentur huiuſmodi apparentiæ radij. Gallicè vocantur *lignes fuyantes*, quod intra tabellam immergi, & quaſi fugere videantur.

## PROPOSITIO XIII.

### Theorema.

*Apparentia lineæ obiectiuæ horizontalis, cum lineâ terræ, aut aliâ ipſi parallelâ angulum ſemirectum comprehendentis per punctum diſtantiæ tranſit.*

Sit linea quæcumque FG obiectiva, & in plano horizontali ducta, vnde cogitanda eſt, poſt tabellam duci, quæ faciat cum linea terræ FH, angulum graduum 45. aut cum aliâ lineâ parallelâ lineæ terræ. hoc eſt angulus G F H ſit ſemirectus. ſitque K, punctum diſtantiæ in horizontali linea notatum, hoc eſt ſint lineæ DE, EK æquales. dico apparentiam lineæ obiectivæ F G, tranſire per punctum K, & eſſe verbi gr. lineam FK.

Demonſtratio. Ducatur lineæ F G, parallela DK, cum autem linea FG, ſit æquidiſtans horizonti, linea DK erit æquidiſtans horizonti: quare linea D K 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 H F, K E, item lineæ D K, F G ſint parallelæ, erunt (*per 10. 11.*) anguli DKE, HFG æquales, ſed angulus H F G, ſupponitur ſemirectus, igitur angulus DKE ſemirectus erit, ſed angulus D E K rectus eſt, (licèt id figura non ſatis oſtendat) eo quod linea D E, ſupponatur ad tabellam AC recta; igitur angulus KDE ſemirectus eſt, quare (*per 6. 1.*) latera DE, KE ſunt æqualia, & (*per def. 6. huius*) punctum K, eſt punctum diſtantiæ, ſed (*per 2. huius*) apparentia lineæ F G, tranſit per punctum K. igitur tranſit per punctum diſtantiæ, quod erat oſtendendum.

### COROLLARIVM.

Diagonales omnes quadratorum obiectivorum, in plano horizontali deſcriptorum, quorum vnum 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 obiectivæ horizontales, inter ſe parallelæ, & non parallelæ tabellæ, habent apparentias concurrentes in eodem puncto lineæ horizontalis.*

Sint duæ lineæ obiectivæ AB, IL, non æquidiſtantes tabellæ; ſed parallelæ inter ſe; dico illarum apparentias concurrere in aliquo puncto lineæ horizontalis. Ex oculo D, vni earum nempe lineæ AB, ducatur parallela DE.

Demonſtratio. Linea AB, ex ſuppoſitione eſt horizontalis, ſeu æquidiſtans horizonti, ergo linea DE, erit etiam in plano horizontali, nempe in eo in quo eſt oculus, cum per oculum ducatur; cuius plani communis ſectio cum tabellâ eſt linea horizontalis EK. igitur punctum E, erit in linea horizontali; ſed cum linea D E, ſit parallela lineæ AB, & A B ſit parallela lineæ IL; erunt lineæ IL, & DE parallelæ: igitur (*per 2. huius*) apparentiæ linearum AB, IL, concurrent in puncto E, quod erat demonſtrandum.

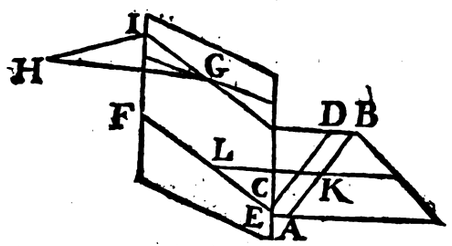
PROPO

## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Lineæ obiectiuæ 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 obiectiuæ in plano ad tabellam recto, nempe A B, C D, quæ sint inter se parallè-




læ; planum autem illud potest esse horizontale, verticale aut quodcumque aliud. ponamus planum inclinatum ad horizontem cuius communis sectio cum tabella sit E F non parallela lineæ horizontali, aut lineæ terræ.

Sit punctum principale G; oculus H ex quo ducatur linea H I parallela lineis obiectiuis A B, C D. atque adeo (*per 2. huius*) apparentiæ linearum A B, C D 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 H G, quæ (*per def. 3. huius*) erit recta ad tabellam. ex puncto K lineæ A B, ducatur perpendicularis ad communem sectionem F E, sitque K L quæ (*per 3. def. 11.* recta erit ad tabellam. & *per 6. 11.*) parallela est lineæ H G.

Demonstratio lineæ H G, L K, item A K H I sunt parallelæ, ergo (*per 15. 11.*) plana per ipsas ducta sunt parallela; quorum communes sectiones F E, I G (*per 16. 11.*) erunt parallelæ quod erat demonstrandum.

Hæc propositio est vtilissima ad operandum in planis ad tabellam rectis, sed tamen inclinatis ad horizontem.

## PROPOSITIO XVI.

### Theorema.

*Circa omne planum obiectiuum ad tabellam rectum, eôdem modô operandum est ac circa horizontale.*

Sit planum A B inclinatum quidem ad horizontem; sed rectum ad tabellam: dico eôdem modô in eo operandum esse, ac in plano horizontali. quod enim pes respicientis insistat alicui plano, aut non insistat, si cætera eôdem modô perseuerent, hoc non immutat oculi, ad tabellam, aut planum, respectum; igitur mutare non potest vllam apparentiam. Alia tamen linea quasi horizontalis ducenda est per punctum principale, quæ sit parallela communi sectioni tabellæ, & plani prædicti. vt in allato superiùs exemplo linea IG vicem obibit horizontalis lineæ, & in ea notabuntur puncta distantiæ, & cætera quæ in praxibus docebimus.

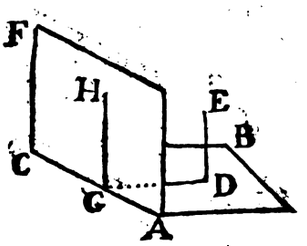
## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Lineæ obiectiuæ perpendiculariter insistentes, plano obiectiuo, ad tabellam recto, habebunt apparentias, perpendiculares ad communem sectionem plani & tabellæ.*

Sit planum obiectiuum A B ad tabellam rectum, & cuius cum tabella communi sectio A C, cui plano A B insistat perpendiculariter linea D E, dico eius apparentiam perpendicularem esse ad lineam AC.

Demonstratio. Linea DE, est parallela tabellæ; nam ex puncto D, ad communem sectionem AC ducatur perpendicularis D G, & cum plana sint ad inuicem recta, (*per def. 3. 11.*) erit recta ad planum AF. conueniat ergo DE si potest cum ta-



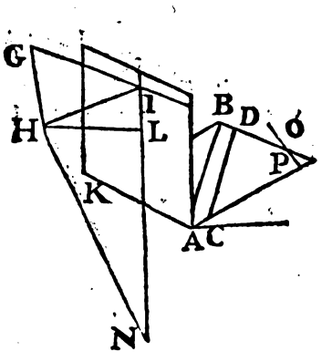

bella in puncto H, ducta HG, essent anguli HGD, EDG, (*per 4. def. 11.*) recti in triangulo H D G, quod est impossibile, igitur D E non concurrit cum tabella, sed illi parallela est. quare (*per 1. huius*) habet apparentiam sibi parallelam, ergo (*per 8. 11.* illa erit ad planum A B recta, & (*per 3. def. 11.*) perpendicularis ad communem sectionem AC. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XVIII.

### Theorema.

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

Sint duæ lineæ AB CD obiectiuæ, parallelæ




inter se, non æquidistantes tabellæ, ductæ in plano AB inclinato ad tabellam. dico earum ap-

parentias conuenire in puncto G, quod erit in communi ſectione tabellæ, & plani G H I, per oculum H ducti & paralleli plano A B. ducatur enim linea H G, per oculum, quæ ſit parallela lineis A B C D. ſitque G I parallela, lineæ A K communi ſectioni plani AB, & tabellæ, iungaturque linea HI.

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. cuius communis ſectio eſt G I, ſed (*per 2. huius*) apparentiæ linearum A B, C D 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.

## COROLLARIVM I.

Punctum principale, non eſt in linea G I, ſit enim ſi fieri poteſt punctum I, igitur linea H I erit recta ad tabellam (*per 3. def. huius*) quare (*per 18. 11.*) planum H G I per illam ductum, rectum erit ad tabellam, & conſequenter planum AB ipſi parallelum, ad eandem tabellam rectum erit contra ſuppoſitionem. ſit igitur punctum L punctum principale, à quo ad G I ducatur perpendicularis LI.

## COROLLARIVM II.

Si lineæ A B, C D. fuiſſent perpendiculares ad communem ſectionem A B, earum apparentiæ concurriſſent in puncto I. nam cum linea HL ſit recta ad tabellam (*per 18. 11.*) planum trianguli H I L ad eandem rectum erit, ad cuius communem ſectionem I L, cum excitata ſit perpendicularis GI, (*per def. 3. 11.*) hæc erit recta ad planum trianguli L H I, 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, vnde non poterit alia duci, linea ab oculo H quæ ſit parallela lineæ AB quàm HI. igitur apparentia linearum AB, CD tranſit per I.

## COROLLARIVM III.

Angulus HIL eſt angulus inclinationis plani HGI, cum tabella (*per def. 6. 11.*) ergo æqualis angulo inclinationis plani A B, cum eadem tabella. cum plana ſint parallela.

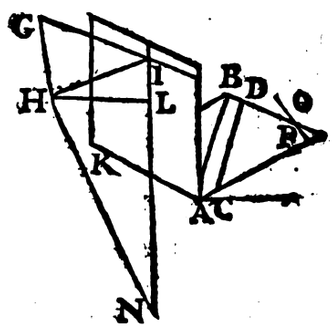
Ex hac propoſitione in praxibus, quæremus apparentias linearum quomodocumque inclinatarum.

## PROPOSITIO XIX.

### Theorema.

*Linea obiectiua perpendiculariter inſiſtens plano ad tabellam inclinato, habet apparentiam concurrentem, cum perpendiculari ductæ 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 obiectiua 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 HIG parallelum plano A B. ſitque communis ſectio illius cum tabella linea G I. factaque eadem conſtructione erit H I, perpendicularis ad G I ducatur per H linea H N perpendicularis ad H I, & conueniens cum linea H N in puncto N, dico lineam HN, eſſe rectam ad planum GHI, & apparentiam lineæ PO tranſire per punctum N.

Demonſtratio lineæ G I, in priori demonſtratione oſtenſa eſt recta ad planum trianguli HHL, 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 HI, 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. huius*) apparentia lineæ P O, tranſit per punctum N. quod erat demonſtrandum.

## COROLLARIVM.

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, vtique parallelum horizontali A B. omnes linearum verticalium nempe parallelarum lineæ PO. apparentiæ concurrent in puncto N. omnes lineæ horizontales, ad lineam terræ A K perpendiculares, habebunt apparentias concurrentes in puncto I. parallelæ lineæ terræ, habebunt apparentias eidem parallelas. diſtantia oculi, erit H I, &c.

## PROPOSITIO XX.

### Theorema.

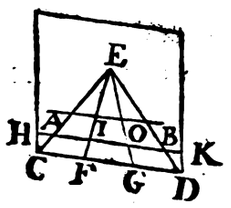
*Ad diuiſionem apparentiæ, linea quæ pro obiectiua ſubſtituitur, eandem habeat habitudinem ad ipſam quam obiectiua.*

Non ſufficit ad praxes huius ſcientiæ perficiendas, linearum tantum, apparentias ducere, ſed ſæpe requiritur, ex apparentia data, abſcindere apparentiam certæ & determinatæ magnitudinis. cui vſui maxime inſervit tertia propoſitio. Linea autem diuidenda vel eſt apparentia lineæ æquidiſtantis

Digitized by Google

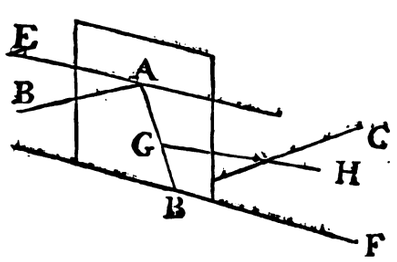
stantis tabellæ; vel apparentia lineæ, quæ non sit æquidistans tabellæ. si primum assumenda est in tabella linea aliqua, quæ sit obiectiuâ, parallela lineæ diuidendæ, & quæ in partes quascumque diuidatur; si per eas diuisiones ducas, apparentias linearum parallelarum. diviseris eam lineam in apparentias linearum æqualium.

Sit verbi gratiâ linea AB dividenda, quæ supponatur esse parallela lineæ terræ. sed tamen ita




vt sit in plano aliquo horizontali, cuius linea CD, est non tantum perspectiva, sed etiam obiectiva. hoc est A B linea potest esse apparentia multarum linearum horizontalium. intelligatur ergo esse in plano horizontali, quod secat tabellam in C D, linea C D, est imago suipsius nec potest aliam habere sui imaginem. cum igitur C D sit etiam linea obiectiva, ea erit quasi radicalis scalà, seu mensura lineæ AB. dividatur ergo C D, vt libuerit & per divisiones ducantur lineæ ad punctum principale E, dico A B divisam esse in apparentias linearum æqualium segmentis lineæ C D. cum enim radij sint apparentiæ linearum parallelarum inter se, spatia, AI, IO, OB, erunt apparentiæ linearum æqualium lineis C F, FG, GD. aliter dividenda esset AB, si intelligeretur esse in plano horizontali cuius communis sectio cum tabella esset H K, tunc enim radicalis scala, in qua divisiones essent faciendæ, esset linea HK. hoc si adhuc minus bene intelligatur, sufficiat scire lineam qua vtimur ad divisionem alicuius apparentiæ, debere esse aliquam lineam communem obiecto & tabellæ.

Sit pariter dividendus radius AG repræsentans



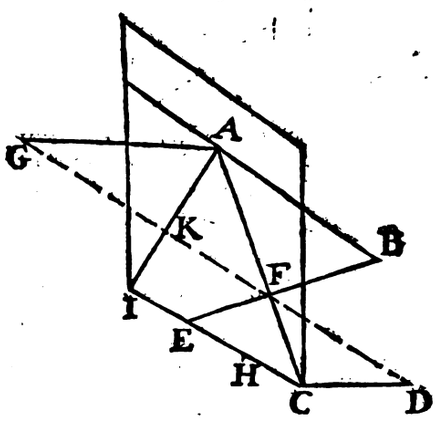

lineam obiectivam B C, sitque oculus in B. ex natura rei dividenda esset linea obiectiva B C incipiendo à puncto B, communi lineæ obiectivæ, & eius apparentiæ, & ex oculo ducendæ lineæ occultæ ad divisiones lineæ BC. si locô lineæ obiectivæ B C, vti velis lineâ alia B F, & linea E A ipsi parallela, vt docet propositio tertia. linea B C poni debet in puncto B quod diximus esse communo lineæ obiectivæ & eius apparentiæ, si enim vti velles linea G H, attingente lineam diuidendam in alio puncto quam B, non deberes transferre divisiones easdem, quæ in lineâ BC inueniuntur, sed alias minores. intendo igitur in hac propositione indicare, radicalem lineam divisionum debere esse lineam aliquam, aut quæ ipsa obiectiva sit, aut quæ attingat lineam dividendam in puncto communi lineæ dividendæ, & obiectivæ.

## PROPOSITIO XXI.

### Theorema.

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

Sit punctum principale A, punctum distantiæ B, sitque radius CA apparentia lineæ GD, in ho-




rizontali plano cui insistit tabella ductæ, & ad eam rectæ, (*per 12. 1. huius*) ducaturque linea EB, secans radium CA. in puncto F, dico lineam CF esse apparentiam lineæ obiectivæ, quæ realiter æqualis est lineæ C E, sit enim C D æqualis ipsi CE, sitque oculus in G, intelligaturque duci linea GD.

Demonstratio linea G D, ex natura rei abscindit ex CA apparentiam lineæ C D. sunt autem lineæ G A, C D, parallelæ. nam C D est ex suppositione ad tabellam recta, igitur (*per 4. def 11.*) angulus DCA rectus est. pariter linea C A, (*ex def. 3. huius*) est ad tabellam recta, igitur angulus C A C rectus est. sed A B, EC sunt etiam parallelæ, & A B est æqualis lineæ G A, cum punctum B, sit punctum distantiæ, & EC est æqualis lineæ C D. ergo (*per 33. 1. huius*) linea EB per idem punctum transit, ac linea G D, ergo F C est apparentia lineæ G D quæ est æqualis lineæ E G quod erat demonstr.

Aliô modô posset ostendi (*per 13. 1. huius*) linea E B est apparentia lineæ obiectivæ comprehendentis angulum semirectum, vnde angulus F E C est apparentia anguli semirecti, angulus FCE, est apparentia anguli recti, ergo E F C est apparentia anguli semirecti, quare E C & F C licet realiter inæquales; sunt apparentiæ linearum æqualium, sed E C simul est linea obiectiva, & perspectiva, & supponit pro seipsâ, igitur FC est apparentia lineæ æqualis ipsi EC.

### COROLLARIVM.

Ex hoc vides quod quoties radius secandus est in apparentias linearum quarumcumque; transferuntur illæ in lineam terræ, vt si abscindendæ essent ex radio apparentiæ linearum æqualium, ipsis C H, H E, E I, transferendæ sunt illæ lineæ in lineam terræ incipiendo à puncto C ipsius radij, & ducendæ lineæ ad punctum distantiæ B.

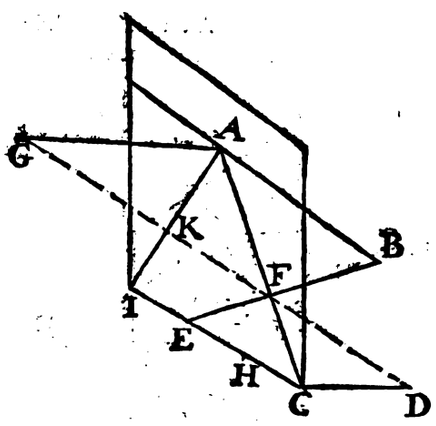
PROPO

## PROPOSITIO XXII.

Theorema.

*Diuiſiones vnius radij, per lineas parallelas lineæ terræ in alios transferuntur.*

Sit diuiſus radius CA in F, ita vt linea CF, ſit apparentia lineæ æqualis ipſi E C, dico ſi ducatur




linea F K parallela lineæ terræ, fore vt I K ſit apparentia, lineæ æqualis ipſi CE.

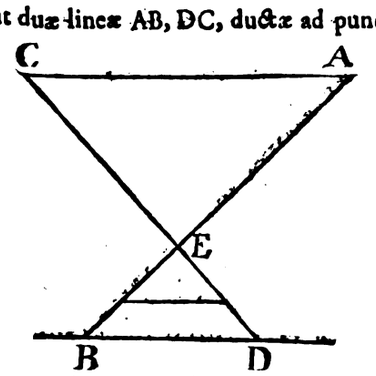
Demonſtratio linea F K, eſt apparentia lineæ quæ eſt parallela tabellæ & lineæ terræ IC, igitur quadrilaterum C I K F, eſt apparentia parallelogrammi rectanguli, igitur I K, FC ſunt apparentiæ linearum æqualium, pariter I C, K F, ſunt apparentiæ linearum æqualium, & cum IC ſit ſimul obiectiva, & apparentia K F erit apparentia lineæ æqualis ipſi IC.

## PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

*Linea ducta ad puncta diſtantie, ſi ſe interſecent angulum perſpectiue rectum comprehendunt. & linea parallela linea terræ eſt diagonalis quadrati, cuius latera ad puncta diſtantiæ ducta ſunt.*

Sint duæ lineæ AB, DC, ductæ ad puncta di-




ſtantiæ 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. *huius*) igitur angulus EBD, eſt perſpectiue ſemirectus, ſemirectus item angulus EDB. igitur reſtat vt angulus BED ſit perſpectiue rectus. ex quo ſequitur lineam B D eſſe hypothenuſam in triangulo rectangulo, cuius duo latera ſunt æqualia, atque adeo ſi lineæ EB, ED ſint latera quadrati, BD, erit diagonalis.

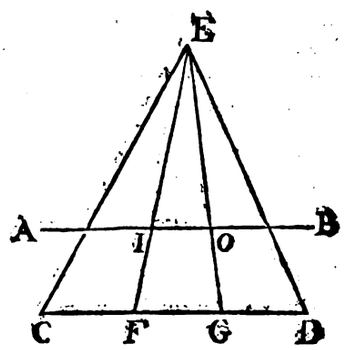
Sequitur item E B, E D eſſe appatentias linearum æqualium, minorum tamen quam ſit B D.

## PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

*Apparentia linearum horizontalium parallelarum lineæ terræ, & in eodem plano exiſtentium, à radiis diuiduntur in apparentias linearum æqualium.*

Sit linea A B, apparentia lineæ horizontalis




æquidiſtantis lineæ terræ, & in eodem plano cum illa. ſitque punctum principale E, diuiſa linea CD, ducantur radij CE, FE, GE. dico AI eſſe apparentiam lineæ æqualis, ipſi CF.

Demonſtratio. radij CE, FE ſunt (*per* 12. *huius*) apparentiæ linearum perpendicularium ad tabellam, & (*per* 6. 11. *Eucl.*) parallelarum. ſunt item CF, AI, apparentiæ parallelarum. (*per* 1. *huius*) igitur quadrilaterum C I eſt apparentia rectanguli; ſed (*per* 33. 1. *Eucl.*) in parallelogrammo duo latera oppoſita ſunt æqualia, igitur A I eſt apparentia lineæ æqualis, ipſi CF. quod erat demonſtrandum.

*Atque hæc ſundamenta ſufficiant, quare ad præ-*
*ces veniamus.*

PERSPECTI

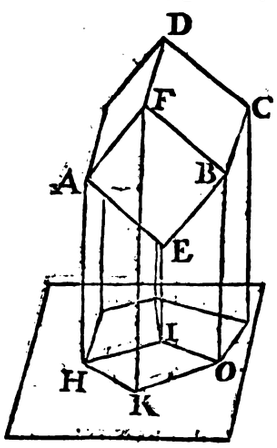
Digitized by Google

# PERSPECTIVÆ LIBER SECVNDVS.

## Ichnographia Proiecta.

*HIC liber, sicut & sequentes totus practicus est, communesque praxes ex præsuppositis propositionibus demonstrat. Quia autem vt iam supra monui, eò ferè ordine procedit perspectiua scientia; quò Architectonica, quæ à fundamentis incipit; primò omnem Ichnographiam Geometricam, in tabellâ perspectiue 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, siue infra, siue 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 præxes plani horizontalis, planis verticalibus, immo & omnibus ad tabellam rectis applicari posse.*

*Vt verò præxes ista adhuc vniuersaliores reddantur, notandum est non tantum corpora, quæ vere & realiter eidem horizontali plano insistunt, cui tabella incumbit, habentque in eo, aliquam vt ita dicam plantam; sed ea etiam quæ ab eo longiùs distant, aut in aere sunt pendula, posse aliquam fictitiam habere plantam, ita vt cogitentur demitti à singulis eorum angulis aliquæ perpendiculares, vsque ad planum horizontale, vt si sint corpus solidum ABCD, possunt cogitari ex*




*singulis angulis ABCDEF, demitti lineæ perpendiculares A H, E K, E I, B O, &c. quæ in plano subiecto figuram formabunt A H I O, quæ erit basis corporis AC, in eo situ collocati.*

*Si corporis Ichnographia paulò difficilior fuerit, & intricata, necessarium erit, eam prius Geometrice describere, cum omnibus suis dimensionibus, pro vt sunt in se, nulla habitâ ratione perspectiuæ. deinde hæc planta, basis, seu Ichnographia Geometrica, degradabitur, seu in tabellam proiicietur. Ratio huius rei est, quod id cuius imago requiritur mente tenendum est, si enim non probe cognitum sit, impossibile est, vt eius imago succedat. quando autem Ichnographia plurimas lineas, & varie intricatas continet, difficile est, vt mente teneatur.*

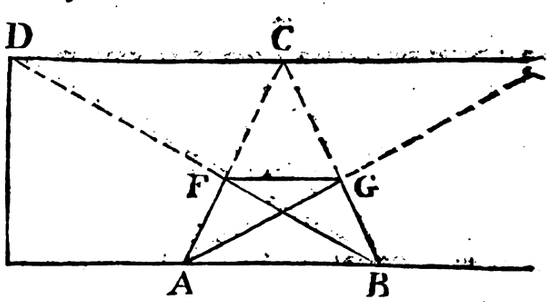
*In facilioribus figuris opus non erit Ichnographiam Geometricam prius delineare. determinandus tamen est locus, rei exhibendæ. verbi gratia non sufficiet proponere describendum quadratum in plano horizontali; sed præterea, determinandus est locus eius, an ad dexteram, an ad sinistram, an magnum, an parum, an multum distans à tabellâ, an parum; cum enim communiter obiectum supponatur esse post tabellam, debet determinari an dissitum; an propinquum sit, seu vtrum multùm intra profunditatem tabellæ ingrediatur. determinatus item est locus spectatoris, quod sufficienter præstatur, notato tam puncto principali, quàm punctis distantiæ. cætera autem vsus docebit.*

### PROPOSITIO I.

Problema.

*Quadratum directe oppositum describere.*

Sit quadratum cuius latus AB describendum. ad punctum principale C ducantur radij AC, BC, item ad puncta distantiæ D, & E, ducantur diagonales AE BD, secantes radios in punctis F, G. duca-




tur linea F G, dico factum esse quod imperabatur.

Demonſtratio. (*per 11. primi huius*) 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 coniungentis parallelas, & æquales, eſt apparentia lineæ parallelæ, & æqualis ipſi AB.

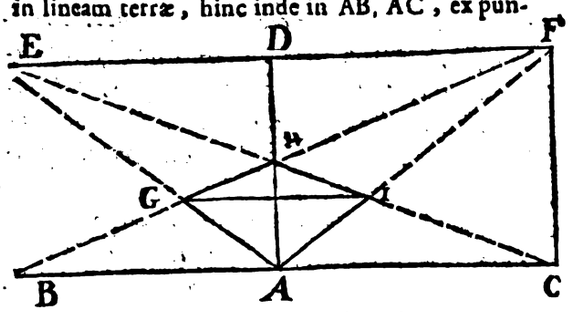
Poterat una tantum diagonalis AE duci, & per punctum G, duci parallela lineæ AB.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Quadratum ex angulo viſum deſcribere.*

Quadrati deſcribendi diagonalis transferantur in lineam terræ, hinc inde in AB, AC, ex puncto A, ducantur lineæ diagonales ad puncta diſtantiæ E, & F, ſintque AE, AF. item ex B, ducatur ad punctum diſtantiæ oppoſitum linea BF, & ex C linea CE. dico figuram AGHI, eſſe apparentiam quadrati cuius diagonalis AC.



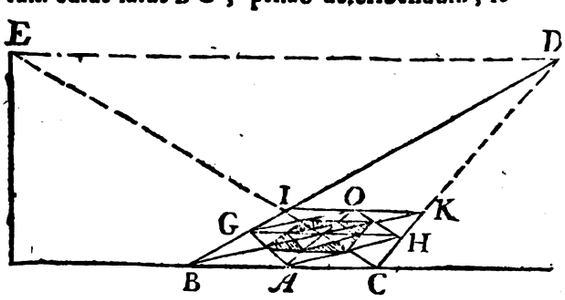

Demonſtratio. Lineæ AE, CE, ſunt repræſentationes linearum horizontalium, & parallelarum (*per 13. 1. huius*) idem dico de BF, AF; igitur quadrilaterum A G H I, eſt repræſentatio parallelogrammi, anguli autem in A, G, H, I, (*per 23. 1. huius*) ſunt recti; igitur figura A G H I, eſt rectangula. ſunt item latera G H, H I æqualia, per eandem item AI, & AG..

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Quadratum directe viſum delineare, & diuidere, & ſubdiuidere in alia quadrata inſcripta viſa ex angulo.*

Hæc figura ex aliis componitur, ſit quadratum cuius latus B C, primò deſcribendum, ſecundò diuidendum. latus BC, diuidatur bifariàm in A, tum ex B, A, C, ducantur lineæ ad punctum principale D; & ex punctis B, & C ducantur, ad puncta diſtantiæ F & E, lineæ BE, CF, ſecantes radios BD, CD, in G & H. ex quibus ducantur lineæ GE, HF, & ita deinceps.




Demonſtratio. Clarum eſt figuram B K, eſſe apparentiam quadrati per primam huius, item (*per 13. 1. huius*) B K, G I eſſe diagonales, & (*per 2. huius*) AGOH, eſſe quadratum viſum ex angulo, & ita deinceps.

Si ſecundum quadratum intra primum deſcribendum eſſet, eôdem modô foret operandum circa lineam K I, quô operati ſumus circa lineam BC.

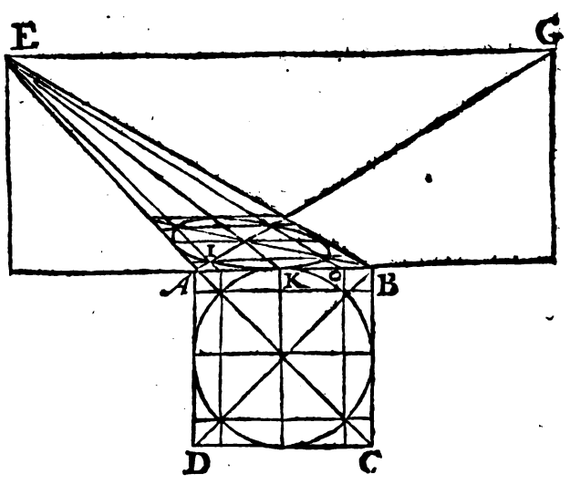
Notandum item eſt eandem eſſe operationem, ſiue punctum principale ſit ad latera, ſiue ſit directe quadrato oppoſitum; non mutantur enim praxes, neque etiam mutantur demonſtrationes.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Circulum deſcribere.*

Vt circuli horizontaliter poſiti, habeas apparentiam; circa illum quadratum deſcribe ABCD, quod diagonalibus A C, B D diuides, & vbi diagonales ſecant circulum, duces lineas lateribus parallelas. hoc quadratum per præcedentem cum ſuis diuiſionibus perſpectiue deſcribe. ducendo diagonales BG, A F, duc item radios IE, OE, KE, quæ diagonales ſecabunt in punctis per quæ circulus tranſit, coniunges hæc puncta lineâ curuâ.



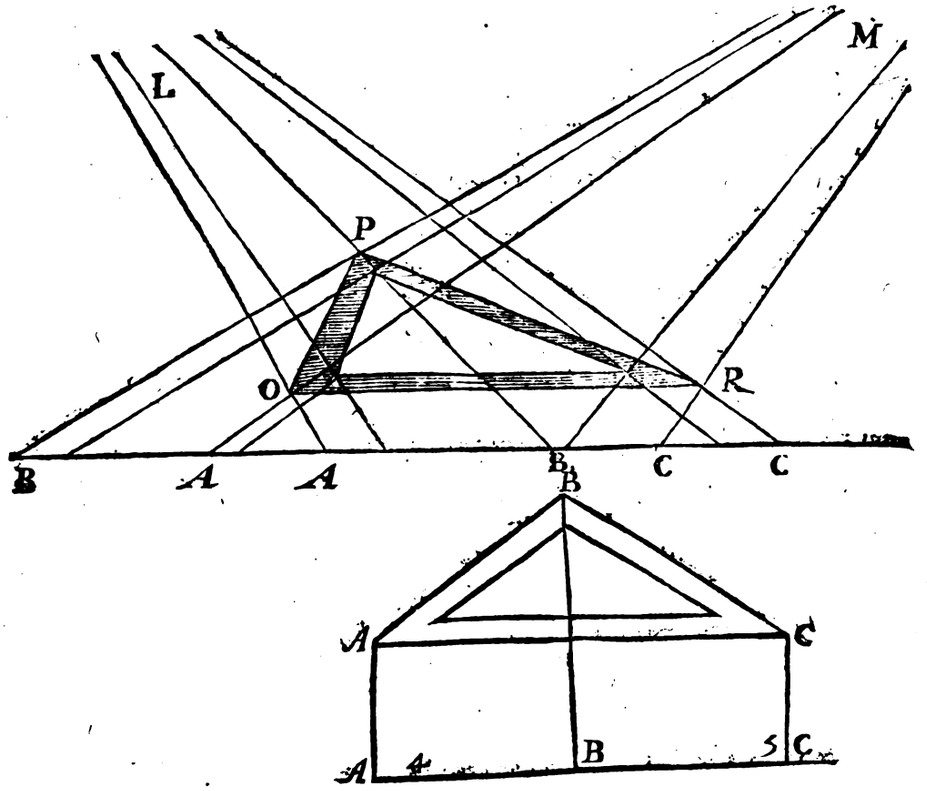

Demonſtratio Satis per ſe patet, cum enim deſcriptio quadrati, cum ſua diuiſione ſit iam demonſtrata, demonſtrantur puncta interſectionum pertinere ad circulum. ducatur ergo circulus per lineam curuam connectentem puncta ad illum pertinentia; hæc erit eius apparentia.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Triangulum diſtans à linea terræ in tabella perſpectiue delineare.*

Sit triangulum duplex ABC delineandum, tantũ diſtans à linea terræ quantùm diſtat à linea 45. ex




ex ſingulis eius angulis demittantur perpendiculares ad lineam 4-5. nempe AA, BB, CC. deinde ſit linea AA, æqualis lineæ AA, item BB, æqualis lineæ BB, & linea Cc, æqualis lineæ CC, transferantur diuiſiones lineæ 4-5. in lineam terræ ſitquè 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, & ex alio A linea AM, ad punctum diſtantiæ M, & habebis in communi interſectione O, apparentiam anguli A, & ita de alio.

Si velis ſecundum triangulum idem præſtandum circa illud.

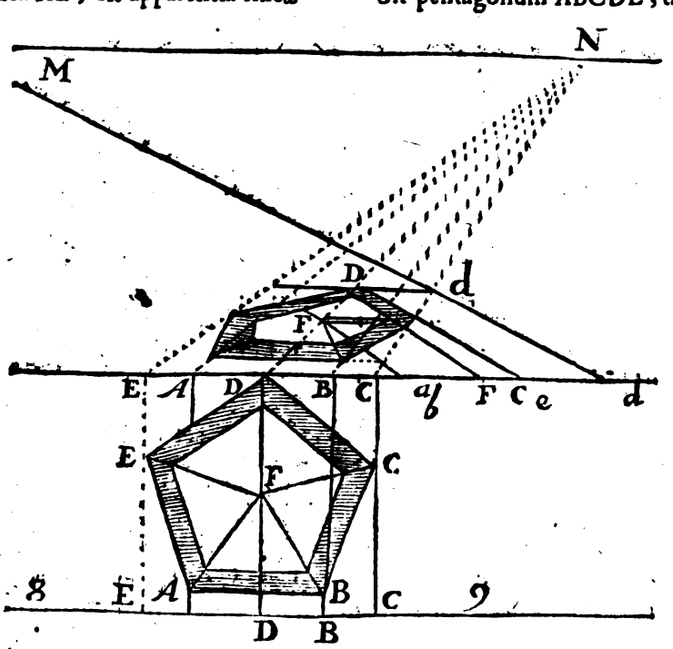
Demonſtratio. Linea AL, eſt apparentia lineæ perpendicularis ad tabellam, (*per* 12. 1. *huius*) qualis eſt linea AA, inferior quæ ſupponitur in plano horizontali perpendicularis ad lineam terræ. linea AO, (*per* 23. 1. *huius*) eſt apparentia lineæ AA, quæ æqualis eſt lineæ AA, igitur punctum O, eſt apparentia anguli A, idem oſtendam de reliquis angulis; igitur O, P, R, ſunt apparentiæ angulorum ABC. quod erat oſtendendum.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Pentagoni apparentiam inuenire.*

Sit pentagonum ABCDE, tantùm diſtans à linea terræ, quantum diſtat à linea 8-9 demittantur.




ſicut priùs ex ſingulis eius angulis perpendiculares

in lineam 8-9. cuius diuiſiones transferantur in lineam terræ, ducantur radij A N, E N, D N, BN, CN, ad punctum principale N. diuidaturque vnicus radius CN, pro omnibus hôc modo. linea Ca, aut C b, æqualis ſit lineæ Aa inferiori, linea Cf, æqualis ſit lineæ C F inferiori, linea C c, aut Ce, ſit æqualis lineæ E e, aut C c, denique linea c d, æqualis ſit lineæ D D. 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 Cd, eſt apparentia lineæ Cd, ſeu DD, cui æqualis eſt; ſed ducta parallela d D, linea D D, ſuperior eſt apparentia lineæ æqualis, igitur punctum D, ſuperius eſt apparentia anguli D, ita oſtendam in linea Cd, haberi altitudines ſingulorum angulorum, ſicut & centri F. vnde ductis parallelis vſque ad proprios radios habentur eorum apparentiæ.

Si velimus aliud pentagonum, interius, ex ſingulis angulis inuentis ad centrum ducantur lineæ tum ſi quod ſit latus parallelum lineæ terræ, latus interioris figuræ illi parallelum erit, ſi vero non fuerit parallelum latus interioris figuræ conueniet, cum illo in linea horizontali, diximus enim (*in* 14. 1. *huius*) lineas obiectivas horizontales inter ſe parallelas, & non parallelas tabellæ, conuenire in eodem puncto lineæ horizontalis.

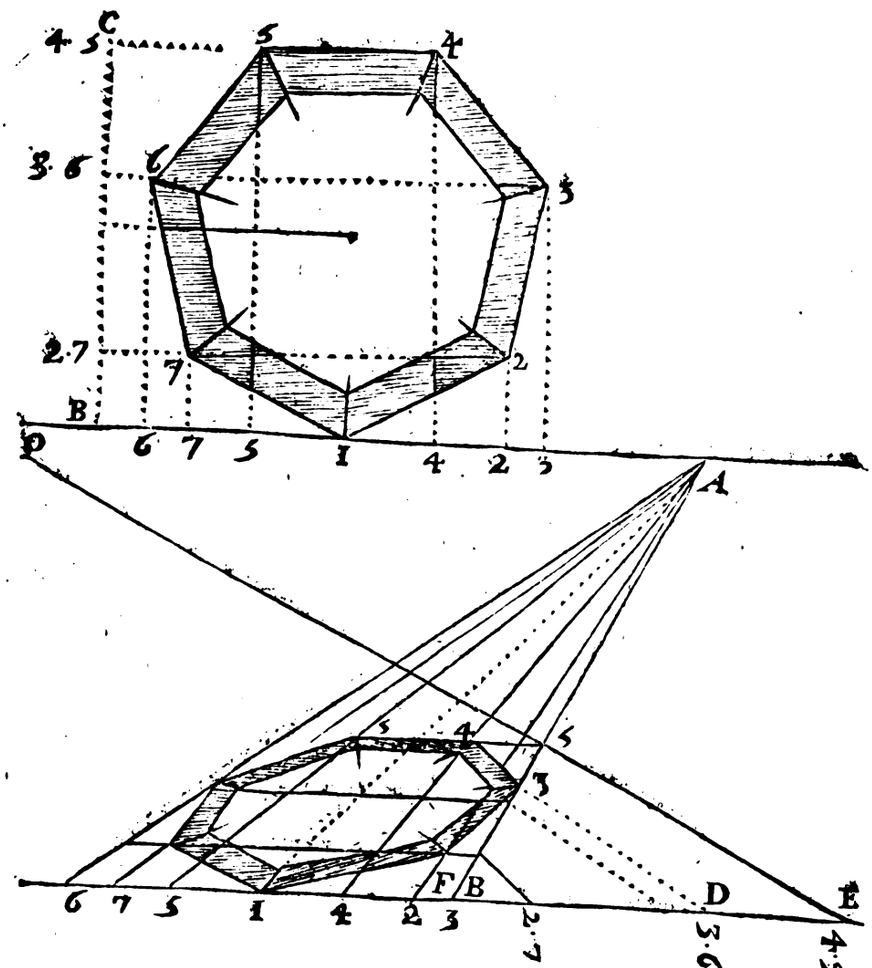
Eôdem modô quô pentagonum deſcripſimus licebit nobis cætera omnia polygona delineare.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Eptagonum delineare.*

Deſcriptô Geometricè duplici eptagono,




1,2,3,4,5,6. ex ſingulis eius angulis ad lineam ſubiectam, quæ vicem habet lineæ terræ, demittantur perpendiculares adiectis ſingulorum angulorum characteribus. ad latus excitetur perpendicularis BC, in qua notentur ſingulorum angulorum diſtantiæ à linea terræ. ductis nempe perpendicularibus 55. 66. 77, 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.

Iam verò vt perſpectiuè opereris, ſit linea terræ quæcumque. linea horizontalis AO. punctum principale A. punctum diſtantiæ O, transfer in quamcumque partem lineæ terræ omnes diuiſiones, 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. diuide autem tantum radium quemcumque 3 A. à puncto 3. lineæ terræ transfer diuiſiones lineæ BC Geometricæ. nempè B7, B6, B5. Ex puncto E, duc diagonalem E O, ad punctum diſtantiæ O, hæc in radio 3 A, dat puncta 4 & 5. vndè ſi ducas parallelam lineæ terræ vſque ad radios 2 A, 7 A. habebis apparentiam angulorum 4, & 7. diagonalis FO, dat in eodem radio 3 A, punctum eiuſdem profunditatis cum centro, vnde ducta parallela vſque ad radium IA, exhibet apparentiam centri, & ita de cæteris. ex ſingulis angulis inuentis

Digitized by Google

inventis duc lineas ad centrum perſpective inventum. vt interius polygonum habeas, ſi quod latus polygoni eſt parallelum lineæ terræ, vt in hoc exemplo latus ſupremum, latus interioris illi erit parallelum. reliquá verò latera interioris convenient cum lateribus exterioris in eodem puncto lineæ horizontalis.

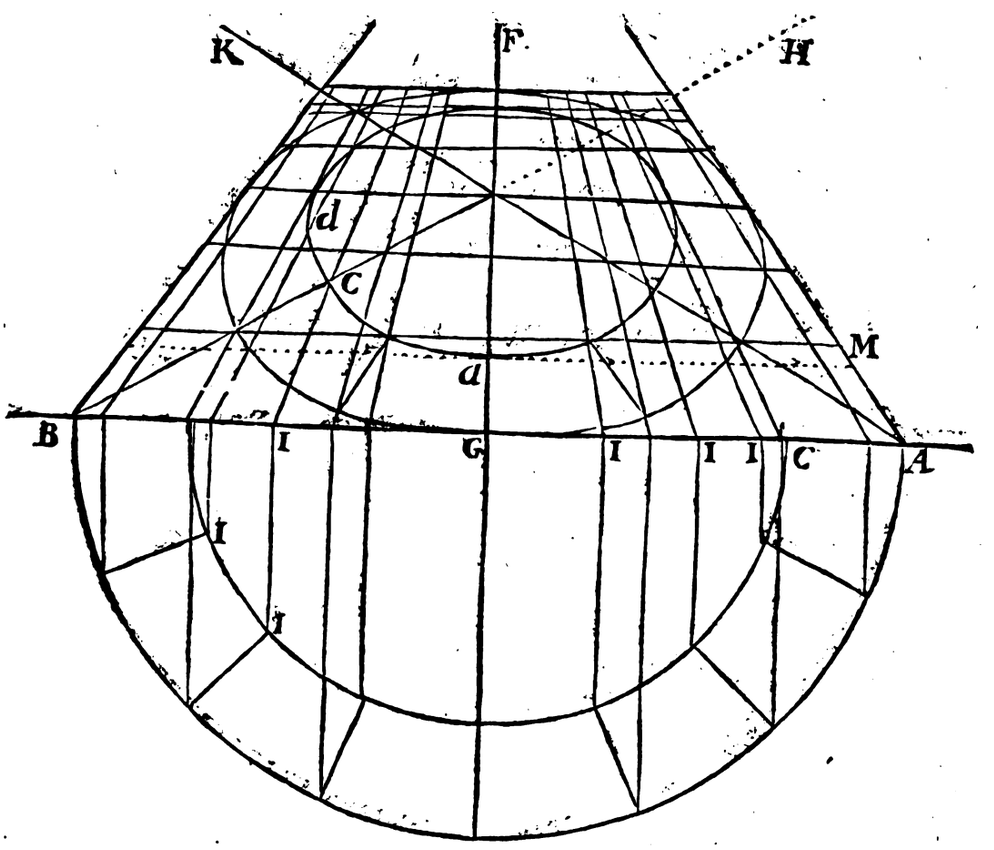
Demonſtr. certum eſt apparentias perpendicularium 66. 77. & aliarum eſſe radios (*per* 12. 1. *huius*) atque adeo anguli verbi gratia 2. apparentiam inveniri in radio 2 A : in radio 3 A (*per* 23. 1. *huius*) linea B 2 eſt apparentia lineæ B C, B C autem in geometrica figura æqualis eſt perpendiculari 22. igitur in radio 3 A vere punctum 2, eſt profunditas anguli 2. quare eum ducta perpendiculari abſcindantur in omnibus radiis apparentiæ linearum æqualium; linea parallela ſecabit radium 2 A, 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 radij ad punctum principale F. ducantur item diagonales A K, B H ad puncta diſtantiæ. lineæ iſtæ diagonales ſecabunt radios in punctis ad circulos pertinentibus.



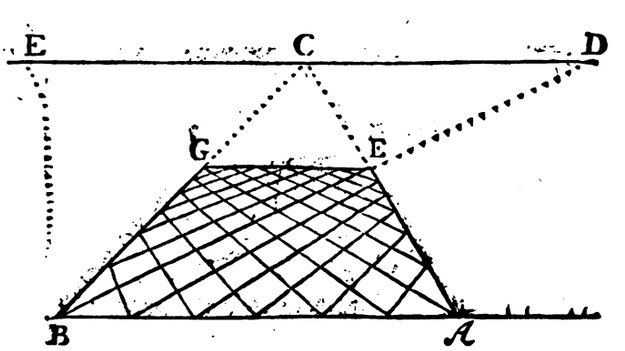

Demonſtratio certum eſt CM eſſe apparentiam quadrati, vt ex (23. 1. *huius*) facile patet; igitur MA eſt apparentia lineæ æqualis ipſi C A, ſed linea aG æqualis eſt apparentia lineæ æqualis: ergo eſt apparentia differentiæ ſemidiametrorum; igitur punctum a pertinet ad circulum interiorem, eadem methodo oſtendam c, d, pertinere ad interiorem circulum. ſimiliter indicabo quæ puncta ad exteriorem pertineant.

## PROPOSITIO IX.

Problema.

*Pauimentum quadratorum oblique poſitorum.*

Diuidatur linea terræ AB in partes æquales, & ex ſingulis diviſionibus ducantur diagonales ad




puncta diſtantiæ, & habebis pavimentum quadratorum oblique poſitorum. ſi velis quadratum pavimentum ex punctis A & B ducantur radij ad punctum principale C, vbi enim radij iſti diagonales attingent; finietur quadratum. ſi velis vlteriùs producere pavimentum id poteris in infinitum.

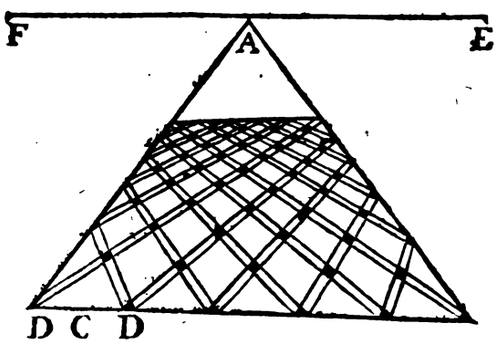
Demonſtr. (*per* 13. 1. *huius*) lineæ ductæ ad



Digitized by Google

Puncta diſtantiæ ſunt apparentiæ linearum obiectivarum, quæ cum linea terræ angulum ſemirectum efficiunt, ſed quadrata geometrica oppoſita per angulum talia ſunt, vt eorum latera angulum ſemirectum efficiant, igitur diagonales ductæ, ſunt apparentiæ laterum quadratorum oblique poſitorum.

Non diſſimili ratione circa quadrata addemus



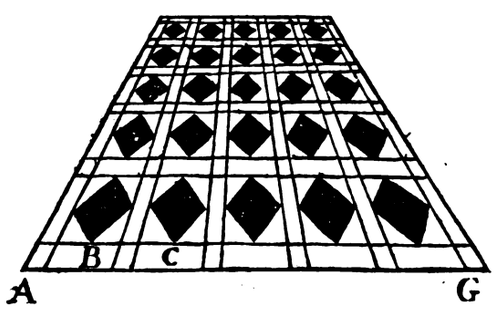

limbum vt figura ſatis per ſe oſtendit, ſi enim in linea terræ notemus in littera C longitudinem diagonalis quadrati, & in littera D latitudinem limbi, ductis vt priùs diagonalibus ad puncta diſtantiæ, totum opus abſolvemus.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Pauimentum ex quadratis directe poſitis cum limbo, & aliis quadratis oblique collocatis.*

Linea terræ A G ita dividatur, vt 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 bifariàm, latera quadratorum directorum in B, C, &c. & ex ſingulis punctis, ducantur hinc inde diagonales ad puncta diſtantiæ, & abſolutum erit opus.

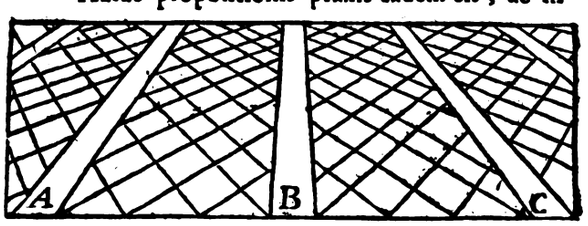
Demonſtratio ſatis patet, ex ſuperioribus.

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*Pauimentum quadratis oblique viſis conſtans, limbo quadratorum directorum interruptum deſcribere.*

Huius propoſitionis praxis eadem eſt, ac in



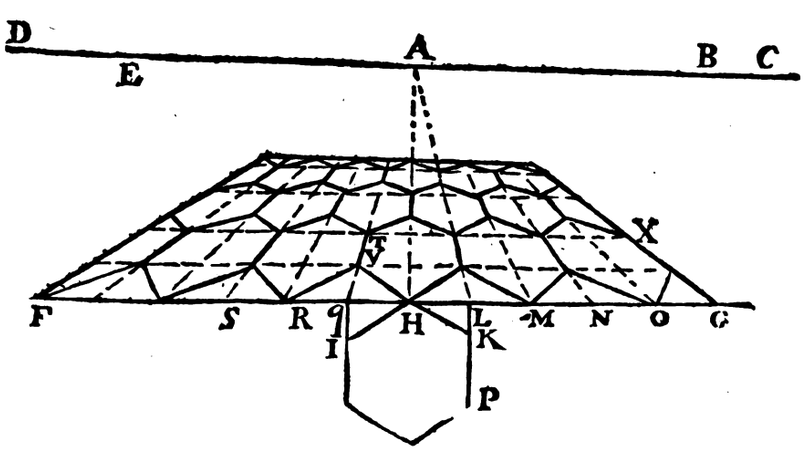

propoſitione 9. niſi quod, in A, B, C, ducuntur radij ad punctum principale quibus interrumpitur ſeries quadratorum obliquorum, aliæ combinationes fieri poſſunt, quæ peculiarem non habent difficultatem.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*Pauimentum exagonis conſtans.*

Sit pavimentum exagonis conſtans delineandum, ſitque punctum viſus A, diſtantia oculi à tabella ſit AH, ſintque lineæ AE, AH, AB æquales. deſcribatur in puncto H, exagonum geometricum, productiſque lateribus H K, H I, donec concurrant in C & D, cum linea horizontali, erunt puncta D & C, ea in quibus convenient apparentiæ, laterum omnium parallelorum late-




ribus HK, HI. ductâ perpendiculari KL, ſi transferatur linea HL, in L M, M N, N O, O G, & ducas radios occultos ad punctum A, habebis omnes lineas parallelas lineæ KP. quare ductis ad puncta C, & D lineis habebis omnia latera inferioris primi ordinis. Ex puncto V. radij cuiuſcumque

Digitized by Google

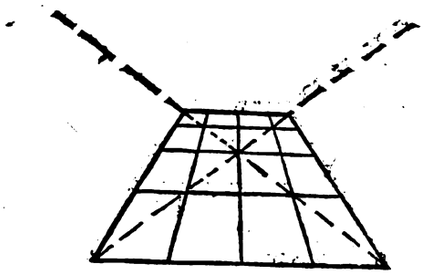
cumque q A, duc ex puncto distantiæ B, lineam B V R, abscinde linea R S, æqualem lateri H I, linea occulta SB, dabit in radio qA, punctum T. eritque VT, apparentia lineæ æqualis lateri KH, quare ductâ parallelâ TX, habebis alia latera.

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*Pauimentum quadratis directe positis constans.*

Hæc propositio licèt facillima, est fundamen-



talis, vt infra patebit, sit igitur pauimentum delineandum, quod totum constet quadratis directe positis; linea terræ diuidatur in partes æquales lateri quadratorum: ducantur radij ad punctum principale, & diagonales ad puncta distantiæ, intersectiones radiorum, & diagonalium, dant puncta per quæ ducendæ sunt lineæ parallelæ. si accidat in extremitatibus, deesse radios, continuenda est eadem diuisio, in lineis parallelis. hoc pauimentum in infinitum continuari potest.

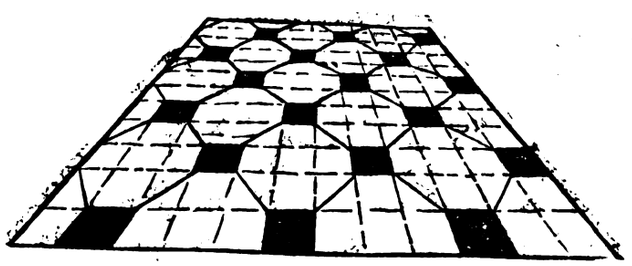
Demonstratio. Tota petitur ex 12. & 13 primi huius, in iis enim ostendimus lineas ductas ad puncta distantiæ, esse diagonales quadratorum, & consequenter bene determinare in radiis, latera quadratorum.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Pauimentum octogonis, & quadratis constans.*

Per præcedentem fiat pauimentum, quod quadratis directè visis constet. Et ex nouem quibuslibet, quinque integra relinquantur; & quatuor dia-



gonalibus, ad puncta distantiæ ductis diuidantur, & absolutum erit opus, vt figura satis demonstrat.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Horium in areolas diuidere.*

Vt ostendam quam latè pateat vsus 13 propositionis, sit perspectiue diuidendus hortus in areolas. primò quidem in chartâ separatâ describatur Geometricè hortus, in suas areolas distributus, tum diuidatur in quadratula æqualia:

Exinde fiat perspectiue pauimentum in quadrata directa diuisum; sintque totidem numero, quot inueniuntur in horto, singulis areolis totidem assigna quadrata, quot illis conuenire vides in figura Geometrica, & absolutum erit opus.

Hâc methodo quantumlibet irregulares ichnographias in tabella perspectiue describes, immò nonnulli artifices, hanc solam methodum adhibent, vt omnia perficiant. saltem in præsentia hoc habemus, quod ope quadratorum, quascumque figuras quantumlibet irregulares, in plano horizontali descriptas, facile delineabimus modò earum Geometricam habeamus descriptionem.

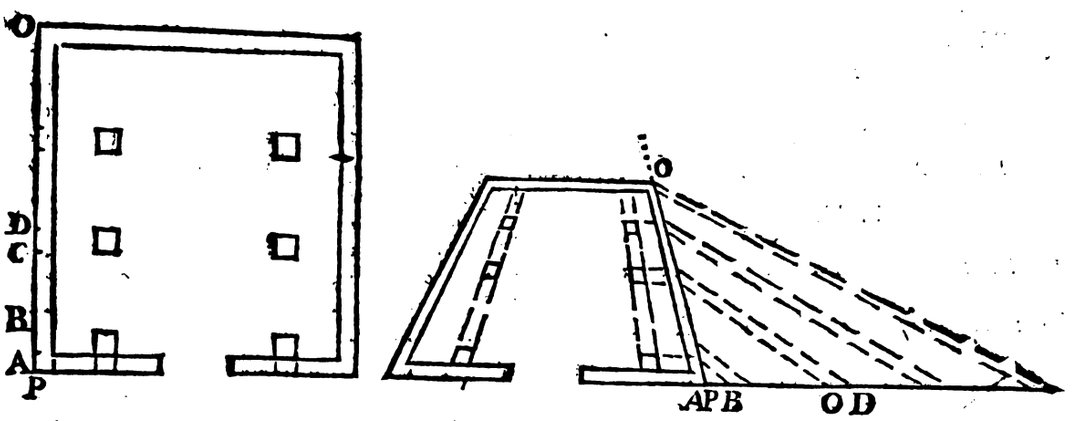
## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Geometricam templi ichnographiam in perspectiuam transmutare.*

Habeatur Geometrica templi, aut cuiuscumque alterius ædificij descriptio; ab eius præcipuis partibus, aut angulis ad lineam terræ ducantur perpendiculares; quæ illam diuident. ex singulis diuisionibus lineæ terræ, vel in lineam terræ translatis, ducantur radij ad punctum principale. in his radiis certum est inuenire apparentias illorum punctorum, à quibus ductæ sunt illæ perpendiculares. nam radij sunt apparentiæ perpendicularium (*per 12. 1. huius*) ergo apparentia puncti, in perpendiculari existentis inuenitur debet in radio.

Secundo in figura Geometricâ ad latus eius, ducatur linea PO, parallela perpendicularibus ad lineam terræ ductis. ad quam lineam PO, pariter ducantur perpendiculares, ex singulis angulis præcipuis ædificij describendi. diuidetur linea PO, à perpendicularibus in punctis A, B, C, D, &c. suscipiatur diuidendus vnicus radius verbi gratia PO, & in lineam terræ continuatam transferantur diuisiones lineæ O P, poterant facilius transferri in alteram partem, sed perinde est, ex punctis A, B, C, D, e, &c. lineæ terræ ducantur




ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ oppoſitum,hæ diuident,radium PO,in punctis quæſitis ex quibus ductæ parallelæ, radios diuident vt par eſt.id figura melius explicabit quàm verba.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Ichnographiam quamcumque irregularem Geometricam perſpectiue delineare.*

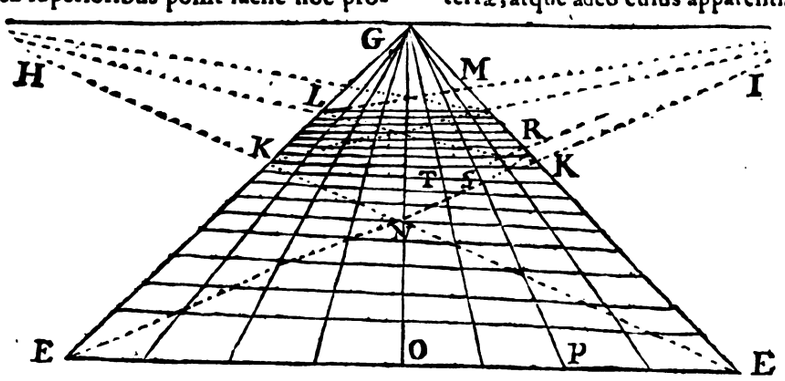
Sit Ichnographia Geometrica vtcumque irregularis, perſpectiue deſcribenda, à ſingulis eius angulis in lineam terræ ducantur perpendiculares, & à punctis in linea terræ ſic notatis ad punctum principale ducantur radij.tum ad lineam aliqua item perpendicularem,ducantur perpendiculares à ſingulis angulis, 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.

*Cuiuſcumque puncti horizontalis apparentiam in tabella inuenire.*

Quamvis ex ſuperioribus poſſit facile hoc problema ſolui, quia tamen non omnes ea quæ in propoſitionibus virtualiter tantùm continentur, ita facile eruere poſſunt, ideo hanc etiam praxin quam nonnulli vniuerſalem vocant, placuit attexere. Iam notaui ſupra, lineam terræ, eſſe radicalem ſcalam, & omnium dimenſionum, præferre menſuras. vnde communiter in partes æquales ſolet diuidi; quarum quælibet vnius pedis, aut vnius,exapedæ vices obit, dixi vices obire, quia in maioribus tabellis in quibus, hominis imago in ipsâ lineâ terræ exiſtentis iuſtam hominis magnitudinem obtinet, vt plurimum ſi linea terræ in pedes diuidatur, quodlibet interuallum pedale, pro ſeipſo ſupponet. at vero in minoribus tabellis in quibus hominis imago, etiam prope lineam terræ multo minor eſt verâ hominis ſtaturâ, diuiditur linea terræ in minora interualla quorum quodlibet pro pede ſupponit. quâ poſitâ explicatione; punctum illud cuius 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 cuius apparentia quæritur, multum aut parùm immergi intra profunditatem tabellæ. hoc eſt multùm, aut parùm diſtare à linea terræ. neque enim aliam poteſt habere diuerſitatem.poſſet quidem addi aliquid aliud nempe an ſit eleuatum ſupra horizontem, ſed hæc vltima conſideratio non eſt huius libri. ſupponimus enim illud punctum eſſe in plano horizontali, cui tabella inſiſtit.Sit igitur punctum cuius apparentia quæritur,in linea perpendiculari obiectiua, quæ cadit in puncto O, lineæ terræ, atque adeò cuius apparentia eſt radius prin-




cipalis OG. certum eſt igitur punctum quæſitum eſſe in radio principali OG. ſupponatur eſſe diſtans à linea terræ quatuor pedibus numerentur à puncto O, in linea terræ 4 pedes. nempe linea OE, ſit quatuor pedum, ex puncto E,ad punctum diſtantiæ I,ducantur linea EI, ſecans radium OG,

in

in puncto N, dico punctum N eſſe 4 pedum, ſeu lineam ON eſſe 4 pedum.

Demonſtr.(*per* 22.1.*huius*) lineæ OE, ON, perſpectiue ſunt æquales: ergo ON eſt 4 pedum.

Multi alij caſus ſunt poſſibiles in quibus nihil eſt difficultatis. tota igitur difficultas poteſt eſſe quando numerus pedum inueniri non poteſt in linea terræ. Sit verbi gratiâ quærenda apparentia puncti quod ſit ad dextram radij principalis pedibus quatuor, & ſit intra profunditatem tabellæ diſſitum pedibus 10. primo quidem numera ad dexteram radij principalis OG pedes 4. & pervenies in E, ducatur radius EG, certum eſt in radio EG, inueniri apparentiam puncti propoſiti. numera in linea terræ incipiendo à puncto E, pedes 10 & quia produci non poteſt lineæ terræ, inueniuntur tantum octo. quæratur à primò apparentia puncti, 8 pedibus diſtantis à linea terræ. ducendo diagonalem FH, ſecantem radium EG, in puncto K, iam habemus punctum K, diſtare octo pedibus à linea terræ. ducatur parallela K K, reſtant duo pedes in linea K K, abſcinde duos pedes hôc modô, linea EP, 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 radij principalis 4 pedibus diſtantis, & diſtantis à linea terræ pedibus 10. ſi velles pedes 16. ſumenda iterum eſſet KK pedũ 8. ducta lineâ diagonali HH. punctum L, diſtabit à linea terræ pedibus 16.

Demonſtr.(*per* 22.1.*huius*) lineæ BE, EK ſunt æquales, item lineæ radij omnes ſunt apparentiæ linearum inter ſe parallelarum, igitur linea RE, eſt apparentia lineæ 10 pedum; & E L apparentia lineæ pedum 16. & EM 24 pedum.

Non diſſimili ratione operari potes circa quemcumque radium, obſervando nempe quod non tantum diuiſiones lineæ terræ ſumi poſſunt pro pedibus; ſed etiam diuiſiones quarumcumque parallelarum.

Notandum item quod ſi in linea terræ ad dexteram, aut ſiniſtram radij principalis inveniri non poſſit radius qui quæritur, eò quòd deficiat tabella, illum ſumi poſſe in aliâ quâcumque parallela ſuperiori. vt 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 radij principalis v.g. punctum T, ducatur radius TG, in eo erit apparentia puncti propoſiti. portatur illud eſſe in profunditate pedum 11. quia EF eſt octo pedum, & eſſent adhuc tres pedes, ſi radius T G. produceretur vſque ad lineam terræ, ducta linea diagonalis EH, dabit in radio TG, apparentiam quæſitam.

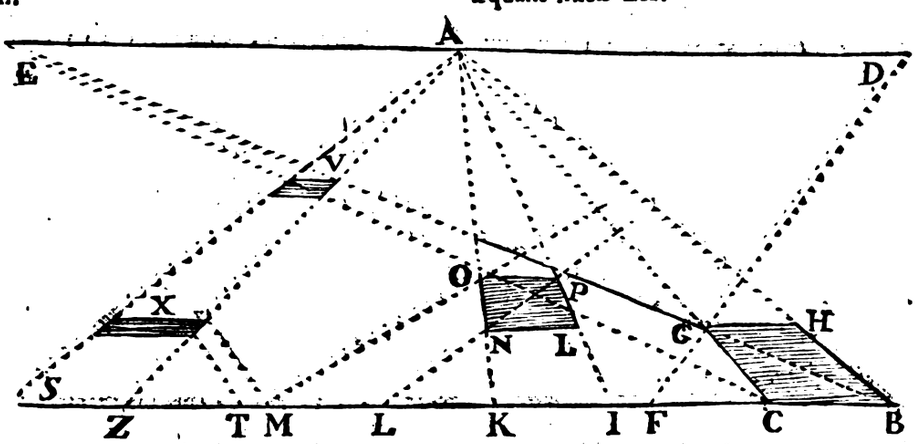
Notandum hanc praxin eſſe eandem cum ea, qua vſi ſumus, in ſuperioribus omnibus exemplis.

## PROPOSITIO XIX.

### Problema.

*Quadratum perſpectiuè, ſine vlla Geometrica deſcriptione deſcribere.*

Sit quadrati apparentia quærenda, vel in ipſo radio principali, vel in quacumque diſtantia, & cum quâcumque profunditate. proponatur latus quadrati æquale lineæ KI, conſtituatur linea KI, vel ad læuam vel ad ſiniſtram, pro vt voluerimus apparentiam quadrati conſtituere. & ex punctis K & I, ad punctum principale A, ducantur radij 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 quô 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 radij omnes, repræſentant lineas perpendiculares ad lineam terræ, & ad omnes parallelas; ergo anguli ſunt recti. Secundò cum (*per* 22.1.*huius*) lineæ OK, KM, ſint perſpectiuè æquales, item N K, K L, 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, facta linea SZ, æquali ipſi K I, ductiſque radiis SA, ZA, ſi velimus profundiattem æqualem lineæ CT, ſit pariter CB æqualis lineæ K I, ducantur diagonales CE, BE, habebiturque quadratum V. cætera ex præxibus ſatis intelligentur.

## PROPOSITIO XX.

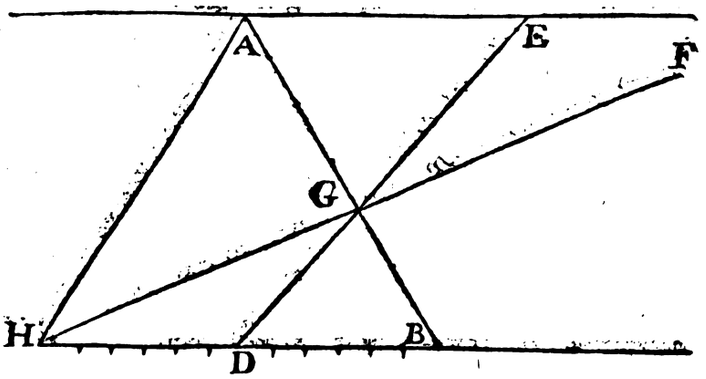
### Theorema.

*Eadem profunditas exhibetur ſi 6 pedes, ſpectentur ex diſtantia 4 pedum, ac ſi duodecim pedes videantur ex diſtantia octo pedum.*

Hæc propoſitio vltiſſima eſt, quoties puncta diſtantiæ inueniri non poſſunt in tabellâ, cogimur

enim vti aliis diſtantiis quam veris, idem tamen conſequimur. vnde hac propoſitione totum negotium abſoluemus. quærenda ſit in radio AB, profunditas pedum 12. ſitque diſtantia oculi à tabella

æqualis lineæ AF, tabella tamen non ſit, ita magna, vt poſſit excipere punctum F, quamvis poſſemus vti alio remedio, nempe tabellam parieti affigere, & producendo lineam AE, quærere in ea punctum




F. ponamus tamen id commode fieri non poſſe. punctum autem quod quæritur eſt apparentia puncti profundi in radio BA pedibus duodecim, quæ apparentia haberetur, ſi numerando in B H 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 B D ſex pedum ducaturque linea D E, 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, B H G. igitur (*per* 4. 6.) ita erit AF, ad HB vt AG, ad GB, vt autem AF, ad BH, ita AE dimidia lineæ AF, ad BD pariter dimidiam, lineæ BH, igitur vt 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 vt AE, ad BD, ita AG, ad GB, ſed alia ſegmenta quæ fierent eam haberent rationem. quarè idem præſtatur, ſeu idem punctum GC habetur, vtendo tam dimidia linea diſtantiæ, quàm dimidiâ lineâ BC.

COROLLARIVM.

Idem etiam fieret ſi quarta pars lineæ A F, adhiberetur pro diſtantia, & quarta tantum pars lineæ BC.

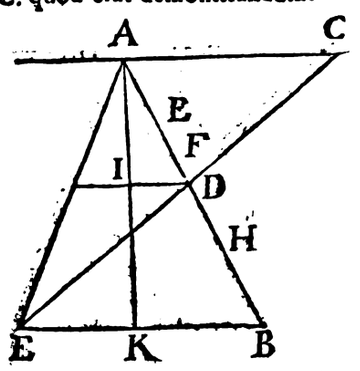
## PROPOSITIO XXI.

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 obiectiuæ, quæ ſit æqualis lineæ diſtantiæ AC. ducatur enim diagonalis CDE, attingens lineam terræ in puncto E.

Demonſtr. Cum lineæ AC, EB, ſint parallelæ erunt anguli alterni CAB, ABE; item ACE, CEB æquales, vnde æquiangula ſunt triangula ACD, DEB, quare (*per* 4. 6. *Eucl.*) erit AC ad E B, vt AD, ad DB, ſed AD, eſt æqualis ipſi DB, ex ſuppoſitione, ergo A C erit æqualis lineæ E B, ſed (*per* 22. 1. *huius*) DB, eſt apparentia lineæ quæ ſit æqualis ipſi EB, ergo etiam quæ ſit æqualis diſtantiæ AC. quod erat demonſtrandum.




Addo vlterius ſi BF, fuerit æqualis duabus tertiis lineæ AB; FD, erit apparentia alterius lineæ æqualis ipſi AC.

Demonſtr. Intellectâ enim linea CF, fient pariter triangula æquiangula, eritque vt 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; E F lineam æqualem ipſi AC perſpectivè exhibebit. Si AE, eſſet quinta pars; EB eſſet apparentia lineæ quadruplæ diſtantiæ AC.

Si HB, fuerit quadrans lineæ A B, lineæ quam BH repræſentat, erit quarta pars lineæ AC. Si HB fuerit tertia pars lineæ AB, atque adeo AH, fuerit dupla lineæ HB; pariter A C dupla erit, lineæ repræſentatæ per HB, & ita de cæteris partibus.

Ex hoc methodum habebis, delineandi quidlibet ſine vlla linea diſtantiæ. nam ducta parallela D I, clarum eſt ſegmentum K I, repræſentare lineam æqualem illi quam rperæſentat BD.

## PROPOSITIO XXII.

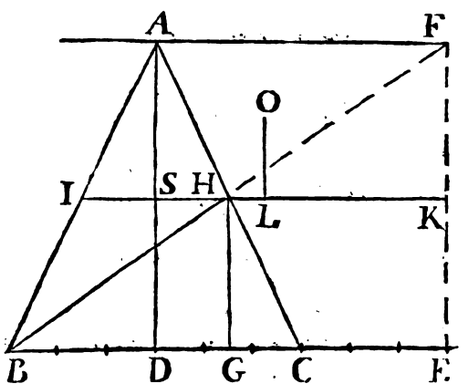
Problema.

*Diagonales ducere ſine punctis diſtantiæ.*

Quia vt diximus ſupra ſæpe accidit puncta diſtantiæ inveniri extra tabellam, atque adeo inutilia eſſe, perficiendis operationibus; ita ducentur ſine illis diagonales. ſit igitur punctum principale A, duo radij extremi AB, AC, radius principalis

Digitized by Google

palis A D propoſitum ſit ducere diagonalem BF, etiamſi non habeatur punctum F. primò quidem




neceſſarium eſt ſcire diſtantiam AF, quæ ponatur eſſe 6 pedum & B D trium, tota igitur B E, erit novem pedum ſit A D quinque pedum, ſumatur B G, dimidia ipſius BE ductaque perpendiculari; G H, ſit æqualis dimidiæ A D, aut F E, dico lineam, B H tendere ad punctum F.

Demonſtratio cùm enim lineæ H G, & FE ſint parallelæ, vt pote perpendiculares, erit (*per 3. 6. Eucl.*) vt BG, ad G H; ita B E, ad E F, 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 facile fuiſſe ſumere quartam. aut tertiam partem lineæ BE, modò fiat vt BE, ad EF; ita B G, ad G H. ſi ſecunda ducenda eſſet ex puncto I, deberet fieri vt I K, ad K F, ita dimidia IH nempe IL ad LO. cognoſcitur autem tota IK, quia S K ſemper æqualis eſt diſtantiæ, nempe lineæ A F, cui addenda eſt linea S I quæ in tabella habetur. cognoſcitur item F K, quæ eſt æqualis lineæ A S, quæ item habetur in tabella.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

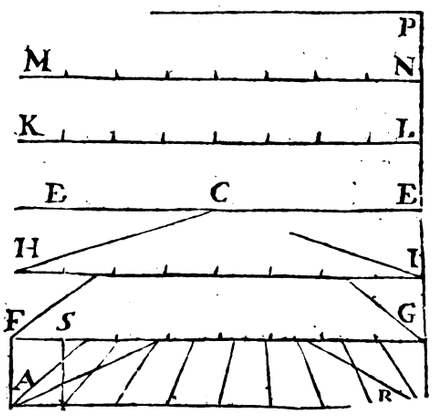
*Praxes omnes ſupra traditæ, valent in omni plano horizontali.*

Vt hunc librum reddam vniverſàliorem, vnum in hac propoſitione doceo, praxes omnes ſupra traditas, non tantùm in horizontali plano cui tabella inſiſtit, & cuius communis ſectio, cum tabellâ, eſt linea terræ: ſed etiam in omni alio plano horizontali, cuius conſequenter communis ſectio cum tabellâ erit linea parallela lineæ terræ. poſſunt autem infinita plana horizontalia cogitari, quorum vnum per oculum tranſit & habet, vt 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 directe oculo opponatur, vt appareat per modum lineæ. vnde neque exhibet ſuperficiem ſuperiorem, neque inferiorem. quod etiam dicendum eſt de plano verticali primario, quod pariter per modum lineæ appareat, 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 pun-




cta diſtantiæ E & E, poteſt dari planum horizontale, cuius communis ſectio cum tabella ſeu eius linea terræ ſit A B, in eo diagonales erunt A E, B E, poſſuntque cæteræ praxes abſolvi. eôdem prorſus modô ac ſi nullum aliud planum horizontale illi immineret.

Poteſt item aliud planum deſcribi, cuius 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 A C B poſitam. nam ſi linea F G ſumatur in plano inferiori, dividetur in partes minores à radiis, à ſingulis diviſionibus lineæ A B 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 A B, 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 FB, linea F G, fieret linea terræ; quòd verò relinquatur, aut auferatur nihil facit. idem dicendum eſt de planis H C I, idem de planis ſuperioribus, eandem enim oculus ad ea plana habitudinem habet, ac ad plana infra oculum poſita, & omnes demonſtrationes, æqualiter illis quadrant vt applicanti patebit. quod monere volui, quia ſæpe accidit vt hôc modô ſibi impoſita inveniamus plana, ſive omnino perfecta; ſive ex parte tantum apparentia, vt dum delineantur gradus, quilibet gradus planum horizontale denotat, in quo ſimiliter operandum eſt, etiamſi plani illius aliquâ tantum parte indigeamus.

Hæc notatio videtur iam ad ſequentem librum pertinere, nam illorum planorum horizontalium vera diſtantia eſt quælibet linea verticalis, eorum communes cum tabellâ ſectiones attingens. vt diſtantia plani horizontalis A C B, à plano horizontali FCG, eſt linea A F, aut S. quare ſi quærenda eſſet apparentia puncti elevati ſupra horizontem A B, quotcumque pedibus, verbi gratia quanta eſt linea A F, in plano horizontali F C G, quærenda eſſet eius apparentia, praxibus communibus. ſæpe tamen opus non eſt, totum planum horizontale F C G abſolvere,



Digitized by Google

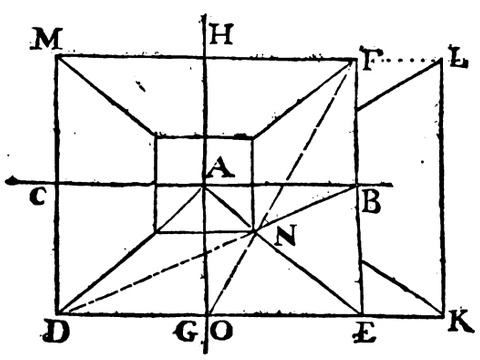
ſed tantùm aliqua eius pars eſt neceſſaria, verbi gratia vnica linea aut ad punctum principale C, aut ad puncta diſtantiæ, aut ad punctum quodcumque horizontalis lineæ ducta. vnde videtur tota perſpectiua hoc libro, & hâc notatione contineri. cum enim punctum quodcumque vel ſit in horizontali plano, cui inſiſtit tabella, vel ſit in ſublimi. ſi primum, per praxes ſuperiores eius apparentia dabitur. ſi vero ſit in ſublimi, erit in alio plano horizontali, quod facile duci poterit & in eo, puncti cuius eſt quæſtio apparentia inueniri. ſed ſæpe iſta methodus eſt longior, vnde aliæ praxes, quæ poſtea tradentur non erunt inutiles.

## 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 vniuerſaliorem reddit; ſit ergo punctum principale A,




linea horizontalis B C, puncta diſtantiæ B & C quibus reſpectu plani horizontalis D A E vſi ſumus ad praxes quaſcumque perficiendas; aſſero non tantum in plano horizontali F A M, iiſdem punctis vtendum eſſe & eaſdem praxes adhibendas; ſed etiam in planis verticalibus FAE, DAM, item in plano verticali L A K, modò iſta omnia plana intelligantur ad tabellam recta, excepto tamen primario verticali per oculum tranſeunte, cuius apparentia erit linea recta, H G.

Ratio eſt, quia oculus eandem habitudinem habet ad planum verticale EAF, quam habet ad planum horizontale D A E; quod enim pedes inſiſtant plano horizontali, & non inſiſtant plano verticali, hoc nihil facit ad viſionem. quare ſi loco lineæ horizontalis B C, quæ eſt parallela lineæ terræ D E, ducatur linea primaria verticalis, per punctum principale A, quæ ſit HG, & conſequenter quæ ſit parallela lineæ verticali EF, & in ea notentur puncta diſtantiæ G. & H. eôdem modô operari poteris in verticali plano E A F, vtendo punctis diſtantiæ G. & H. ſit enim diuidenda linea A E, pro vt pertinet ad planum horizontale D A E, ducatur ex puncto D, diagonalis D B, ad punctum diſtantiæ B, quæ ſecet radium A E in puncto N, eritque N E, apparentia lineæ æqualis ipſi D E. ſit linea verticalis E F æqualis lineæ D E, ducaturque ex puncto F, diagonalis F G ad punctum diſtantiæ G. dico illam diagonalem tranſire per idem punctum N.

Demonſtratio triangula A B N, D E N ſunt æquiangula propter parallelas, vt ſupra demonſtraui; ergo vt AB ad DE; ita AN, ad NE; ſed AB eſt æqualis lineæ AG vtraque enim eſt æqualis diſtantiæ oculi à tabella, ſunt item lineæ DE, EF æquales; pariter triangula AGN, E N F ſunt æquiangula, & (*per 6. 6. Encl.*) ita eſt A G, ad FE, ſicut AN ad N E, ergo in vtroque caſu linea AE in eodem puncto N diuiditur.

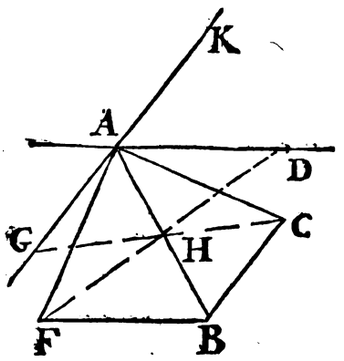
Cæteræ praxes ſunt omninò eædem, vt eas applicanti, patebit, volui autem hoc etiam monere, quia video plurimos, etiam authores dum aliquid delineandum eſt in plano verticali, recurrere ad planum horizontale. cum tamen tam facilis ſit operatio in verticali, quàm in horizontali. addo quod ſæpe puncta diſtantiæ inueniri 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 huius libri vim ſuam obtinent in omni plano, ad tabellam recto. etiam ad horizontem inclinato.*

Vt magis adhuc latè pateat huius libri vſus, aſſero ſuperiores omnes praxes valere, reſpectu plani cuiuſcumque ad tabellam recti, licèt ad horizontem inclinati cuius communis ſectio cum




tabellâ ſit BC, ducantur radij BA, CA ad punctum principale A. ſint puncta ordinaria diſtantiæ D, & E, ſitq; dividendus radius AB vtrique communis, ducatur verbi gratia diagonalis FD, ad punctum diſtantiæ D ſecans radium AB, in puncto H. ducatur linea G K parallela lineæ B C 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 FB, & ducatur linea C G, dico illam tranſire per punctum H, atque adeo ſicut HB eſt apparentia lineæ æqualis ipſi FB (*per 22. 1. huius*) ita etiam habeatur idem vtendo lineâ B C tanquam lineâ terræ.

Demonſtratio. cum triangula AHD, FHB ſint æquiangula erit vt AD ad FB, ita AH, ad HB, ſed A D eſt æqualis ipſi A G, ſicut & F B, ipſi B C. pariter in ſecunda diuiſione, ita eſt AG, ad BC; ſicut AH, ad H B, igitur in vtroque caſu eôdem

modò

Digitized by Google

modò dividitur A B in puncto H, quod erat demonstrandum.

Hæc notatio vtilissima 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 reiecta sunt; ne Tyronum mentem tot difficultatibus simul coacervatis obrueremus.*

# PERSPECTIVÆ LIBER TERTIVS.

## Scenographia.

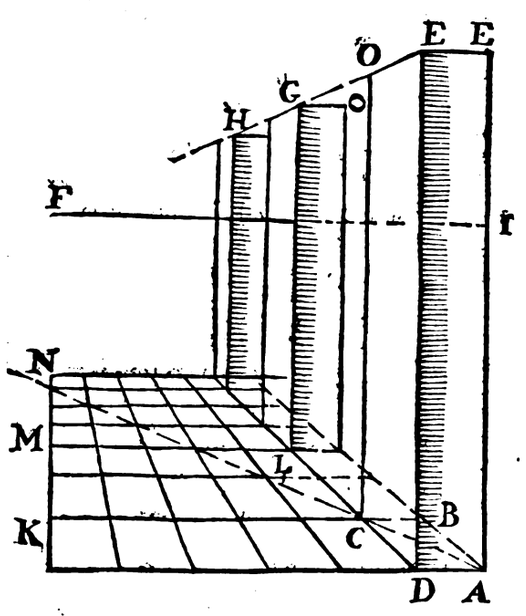
*POSTQVAM fundamenta ædificij nostri iecimus, dum omnem Ichnographiam perspectiue repræsentare docuimus, restant nobis parietes erigendi; eôdem enim modò procedit ars ista, quò Architectonica, quæ vbi ædium bases, & fundamenta statuit, ad culmen vsque totum opus perducit. In hoc autem negotio, difficultas maxime posita est, quòd ea sint oculis subiicenda quæ in diuersis superficiebus posita sunt. In quo vnum notandum est, cum corpus non omnem superficiem exhibeat, sed nonnullas vt ita dicam abscondat; ita aptatæ sint huius scientiæ regulæ, & præcepta vt illa exhiberi non possint, quæ vere & realiter in obiecto delitescunt.*

### PROPOSITIO I.

Theorema.

*Linea omnis parallela lineæ terræ & radiis diuisa in partes æquales, est mensura, omnium altitudinum in eâ erigendarum; immò & omnium linearum in planô verticali per eam ductô existentium.*

Hæc propositio est vniversalissima, & ab aliquibus existimatur posse sufficere artificibus, vt opus suum omne absolvant. Primo ergo suppo-




nit hæc propositio, pavimentum seu planum horizontale, divisum esse perspective in quadrata æqualia, quale est pavimentum AN, in quo consequenter ductæ sint quam plurimæ parallelæ, lineæ terræ. quæ in partes realiter minores dividantur, quàm linea terræ A K, quæ tamen sint apparentiæ linearum æqualium, divisionibus lineæ terræ. hoc si sciant perficere Tyrones quod facillimum est; ope huius propositionis facile cætera perficient. sicut ergo linea terræ est prima mensura omnium linearum obiectivarum: 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 LM ipsi æquidistans divisa in apparentias linearum pedalium, (*per 24. 1. huius*) dico si supra L M 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, huius*) observant eandem habitudinem inter se, & eôdem modô earum apparentiæ decrescunt, secundum rationem distantiæ oculi à tabella, & distantiæ plani obiectivi ab eodem oculo. propter quam rationem diximus (*in eadem propositione*) omnes figuras obiectivas in plano tabellæ parallelo descriptas, habere apparentias sibi similes.

Non tantum autem altitudo perpendicularis L G, desumitur penes lineam M L tanquam eius mensuram, sed etiam transversalis quæcumque vt L O, si duceretur; modò tamen in eodem plano verticali per LM, & LG ducto describatur.

Hoc principium vniversalissimum est, ideoque bene addiscendum, & in decursu, etiam dum



Digitized by Google

alias praxes tradam, indicabo hoc principium applicari facile posse.

## PROPOSITIO II.

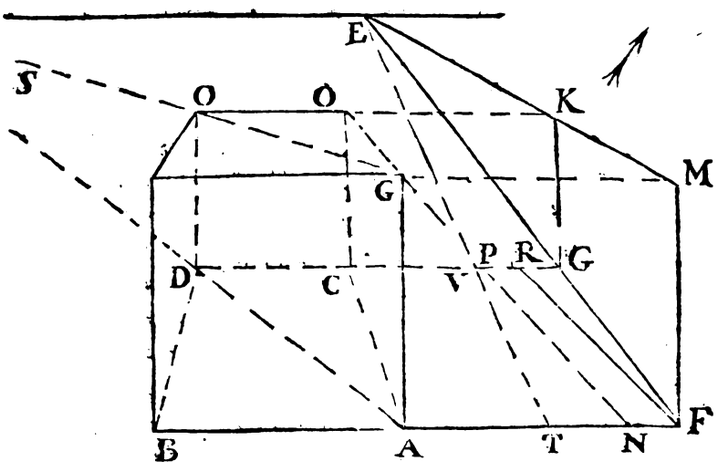
Theorema.

*Duæ lineæ in eodem puncto horizontalis lineæ concurrentes, in verticalibus, abscindunt apparentias linearum æqualium.*

Sint duæ lineæ M E, F E, concurrentes in eodem puncto E, lineæ horizontalis, in quas cadant duæ lineæ verticales M F, K G, dico lineas MF, KG, esse apparentias linearum obiectivarum æqualium.

Demonstratio sumantur lineæ F E, M E, pro apparentiis linearum obiectivarum horizontalium. (*per* 14. 1. *huius*) illæ lineæ obiectivæ horizontales parallelæ erunt. parallelæ item sunt lineæ obiectivæ verticales quarum M F, K G, sunt apparentiæ, igitur quadrilaterum FK est apparentia parallelogrammi, ergo G K, F M sunt apparentiæ linearum æqualium quod erat demonstrandum.

In hoc exemplo lineæ horizontales quarum ME, FE sunt apparentiæ non sunt in eodem pla-




no horizontali, sed in eodem plano verticali, quælibet tamen est linea æquidistans horizonti.

Eadem propositio valet si ambæ essent in eodem plano horizontali vt si lineæ T E, F E sint apparentiæ duarum linearum, in eodem plano horizontali existentium, (*per* 14. 1. *huius*) illæ lineæ essent parallelæ. item lineæ quarum FE, TE, sunt apparentiæ æquidistant inter se; ergo quadrilaterum T G, est apparentia parallelogrammi, igitur T F, & V G sunt apparentiæ linearum æqualium.

### COROLLARIVM.

Ex hoc sequitur non tantum lineas concurrentes ad punctum principale, sed etiam quascumque alias convenientes in quôcumque puncto lineæ horizontalis, secare parallelas lineæ terræ in apparentias linearum æqualium.

Addo tertiò quia lineæ ME, F E sunt apparentiæ linearum parallelarum, item lineæ F E, T E, lineæ M E, T E, erunt apparentiæ parallelarum. si ducerentur lineæ MT, KV. (quæ ductæ non sunt, vitandæ confusionis gratiâ) illæ inquam essent apparentiæ linearum æqualium.

## PROPOSITIO III.

Problema.

*Cubum perspectiue delineare.*

Sit cubus delineandus, cuius latus sit AB, ductis ad punctum principale radiis AC, BD, ducatur diagonalis A S ad punctum distantiæ S. quæ fecet radium B D in puncto D. per quod agatur parallela D C. atque ita (*per* 1. 2. *huius*) descripta est basis cubi. Excitetur perpendicularis AG æqualis lineæ AB. quia (*per primam huius*) omnis linea terræ, aut illi parallela est mensura altitudinum supra illam excitandarum. perficiatur quadratum BG. Excitentur perpendiculares CO, D O æquales lineæ D C, (*per* 1. *huius*) ductisque GO, GO, item OO absolutum erit opus vt patet.

Poterat alio modo perfici, si nempe ducerentur radij GO, GO ad punctum principale, excitarenturque perpendiculares CO, DO donec occurrerent radiis GO, GO. perfectum pariter esset cubus.

Demonstratio etiam facilis est. cum enim radij A C G O, sint apparentiæ linearum parallelarum, vt pote rectarum ad tabellam, item lineæ verticales A G, C O sint pariter apparentiæ linearum parallelarum; quadrilaterum AO, erit apparentia parallelogrammi, in quô cum angulus C A G 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 C A, est apparentia lineæ horizontalis & A G lineæ verticalis, igitur angulus C A G, est apparentia anguli recti.

Item linea A C est apparentia lineæ æqualis, rectæ A B, ergo & rectæ A G ipsi æqualis. igitur quadrilaterum AO, est apparentia quadrati.

Tertia praxis erit si productis lineis BA, GG, vt libuerit in F & M, ductaque verticali F M, producatur

Digitized by Google

producatur linea DC, vsque ad G, & per G excitetur perpendicularis G K, per punctum K, ducatur parallela lineæ terræ, donec occurrat lineæ verticali CO. dico CO esse perspective æqualem lineæ A G, est enim A G æqualis ipsi F G : F G autem est æqualis lineæ G K, G K ipsi C O. ergo AG, C O perspective sunt æquales & hic modus videtur vniuersalior, & facile demonstratur per propositionem secundam huius.

Quarta praxis erit ducta linea F E, si linea F T sit æqualis vel dimidia lineæ A G, linea G V pariter erit æqualis, vel dimidia lineæ CO.

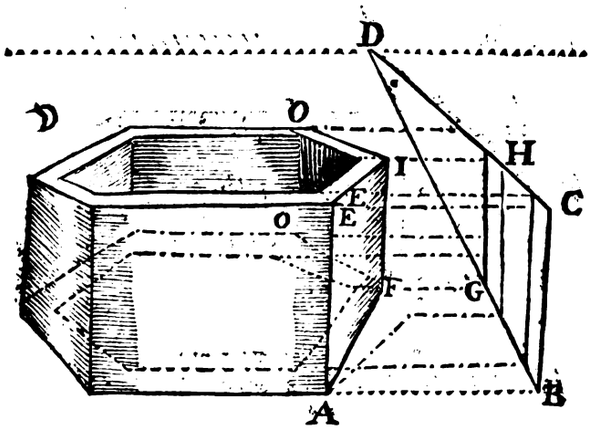
Quinta praxis erit si duobus radiis vtamur, nempe ductis radis NP, FR, si NF sit tertia, v. g. pars lineæ A G, P R pariter erit tertia pars lineæ C O. quia (*per 1. huius*) diuisiones lineæ C O, sunt mensura altitudinum, quæ supra eam excitari possunt.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Corpus exagonum delineare.*

Primò (*per librum precedentem*) delineatur Ichnographia exagoni. ex angulo eius A, ducatur linea AB parallela lineæ terræ, in qua ducatur




linea verticali B C, quæ sit æqualis altitudini corporis. ducantur BD, CD 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 G H, per H ducatur linea H I; occurrens perpendiculari F I, dico altitudinem FI æqualem esse perspective altitudini A E, nam A E, B C æquales sunt, B C, G H perspective æquales sunt (*per 2. huius*) GH FI sunt etiam æquales. igitur AE, F I sunt æquales. Idem præsta in aliis angulis & corpus cum sua eleuatione descriptum erit.

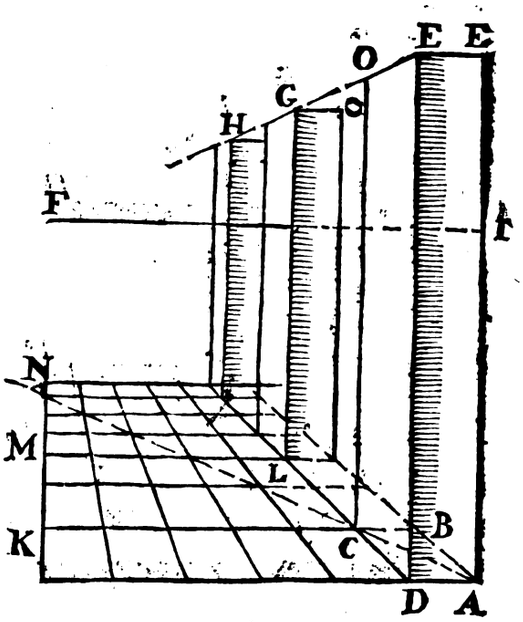
Aliô modo idem præstare poteris, erectâ enim linea A E, ad libitum, linea AF producatur vsque ad lineam horizontalem, si ad idem punctum lineæ horizontalis ducas lineam ex puncto E, habebitur linea EI; & hoc per secundam huius. idem præsta circa reliquos angulos. nempe lineæ FO, IO concurrunt ad idem punctum lineæ horizontalis. vnde quæcumque lineæ sunt apparentiæ lineatum horizontalium parallelarum inter se, & non æquidistantium tabellæ, concurrunt in eodem puncto lineæ horizontalis tabellæ.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Parastades directè oculo oppositas, perspectiuè delineare.*

Quamvis in hoc exemplô non sit peculiaris difficultas, vt tamen ista præcepta altius menti




hæreant, exempla multiplicare libet. Sint igitur Parastades, seu prismata quadrata erigenda, & certis intervallis disponenda. primo quidem si pavimentum, sit in quadrata æqualia diuisum, id nullô negotiô perficies, præcipue si quadrata sint æqualia basibus prismatum. assumatur verbi gratiâ primum quadratum A B C D pro basi vnius prismatis. ex singulis eius angulis excitentur perpendiculares DE, AE, CO. & quia AE, CE, eidem lineæ parallelæ insident; fiant æquales, vnde 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. & per puncta G, & H ducendæ sunt rectæ, parallelæ lineæ terræ. quia vt dixi quæcumque altitudines eidem parallelæ insident, si repræsentent lineas, æquales; etiam æquales esse debent per primam huius.

Aliter operari poteramus (*per primam huius*) vtendo 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.

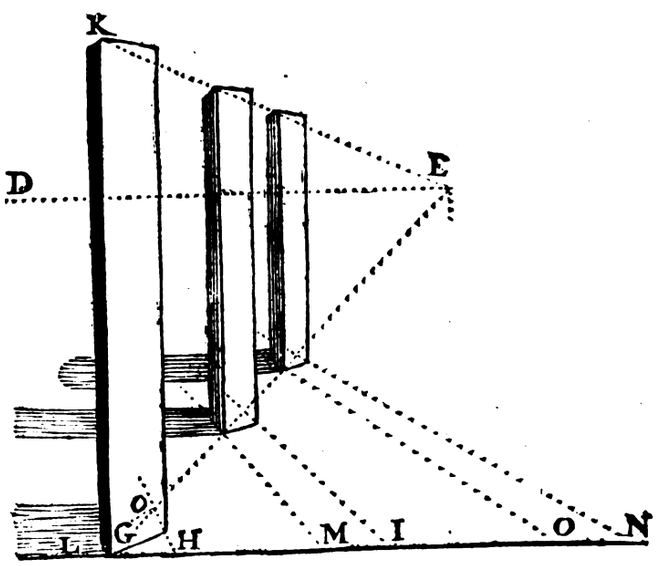
PROPO

## PROPOSITIO VI.

Problema.

*Paraſtades oblique viſas delineare.*

Sint collocandæ Paraſtades ſecundùm lineam ad tabellam rectam; ita tamen vt quælibet oblique oculo obiiciatur. ducatur radius GE, in quo collocari debent anguli paraſtadum. primo fiat Ichnographia baſis primæ paraſtadis (*per nonam ſecundi huius*) nempe hinc inde abſcindatur linea GH MI, vtraque 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. vt habeas baſin ſecundæ paraſtadis. ſit G M æqualis diſtantiæ, quâ diſtare debet à prima. ſitque M I æqualis lineæ G H, ductiſque diagonalibus I D, M D,




interſecantibus radium GE. ex quibus, ſi ad aliud punctum diſtantiæ ducas duas lineas perfecta erit ſecunda baſis. ſit linea G O æqualis diſtantiæ tertiæ paraſtadis à prima. ſitque pariter ON æqualis lineæ G H, atque hôc modô perficies tertiam baſin.

Excitatis perpendicularibus, ſit G K æqualis altitudini paraſtadum, ſuppono enim, eas eſſe æque altas. ducatur linea K E, 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 oblique viſi.

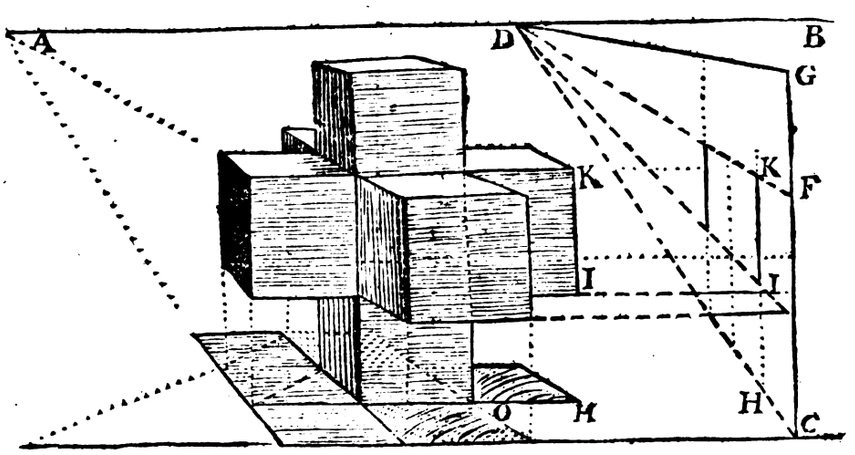
Demonſtratio totius progreſsûs facilis eſt. Et quod pertinet ab baſes pendet ex ſuperiori libro, quod verò linea K E coniungat omnes angulos facile etiam patet, volumus enim paraſtadas in eadem linea ad tabellam rectâ collocari.

## PROPOSITIO VII.

Problema.

*Crucem duplicem delineare.*

Sit punctum principale A, punctum diſtantiæ B, primò, per praxes præcedentis libri delineetur baſis crucis illius duplicis; ſi enim novem quadrata directa deſcribas relictis quatuor, in qua-




tuor angulis, habebis baſin propoſitæ crucis. vt faciliùs elevationes determinentur. ad latus figuræ ſupra lineam terræ, ducatur perpendicularis CG, in tres partes diviſa, quia in propoſitâ cruce tres ſunt elevationes. ad quodcumque punctum D lineæ horiz. ducantur lineæ CD, ED, FD, GD, & paratum erit, vt ita dicam, inſtrumentum, ad omnes elevationes crucis propoſitæ delineandas.

Vſus

Digitized by Google

Vſus autem talis erit,ſit determinanda altitudo brachij IK,ex puncto H baſis eius,ducatur parallela lineæ terræ HH,vſque ad lineam CD, & per punctum H,ducatur perpendicularis HIK, 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 brachij IK.

Demonſtr.Facilis eſt lineæ CE,HI, perſpectivè æquales ſunt;HI,& HI, ſunt etiam æquales. cum ſint apparentiæ parallelarum,& connectant apparentias parallelarum.

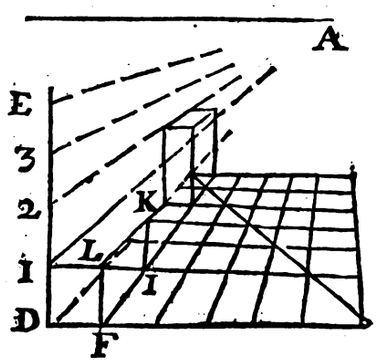
Poteramus idem præſtare faciliùs,vtendo ſcilicèt OH,tanquam menſura lineæ verticalis ſibi inſiſtentis, quare cum hæc crux deſcribenda ſupponatur habere,omnia latera æqualia,lineæ OH,HI, IK æquales erunt.vnde non erat opus,ad latus figuræ ducere lineas CD,ED & cæteras.quod præſtitimus circa elevationem HK;faciendum eſt circa reliquas elevationes.

## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*Multa parallelepipeda directe viſa delineare.*

Sint multa parallelepipeda, diverſæ magnitudinis perſpectivè delineanda.facilitatis causâ, pavimentum dividatur in quadrata directe viſa, tum in vtróque 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 vnius pedis. excitatis per-



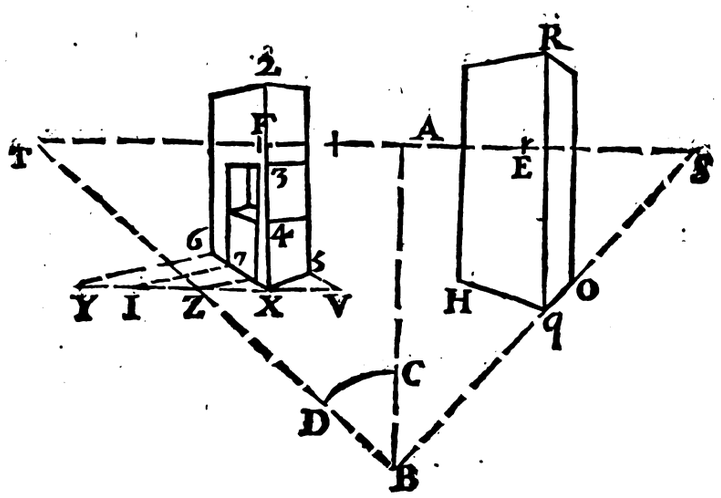

pendicularibus,ex puncto I,ducatur parallela LI; quæ determinabit altitudinem F L, ductôque radio L K, ad punctum principale A; vbi occurret perpendiculari I K in puncto K. erit altitudo ſecundæ perpendicularis, vel dabitur altitudo I K, ex radio LA poteramus etiam vti parallelis lineæ terræ, tanquam menſuris perpendicularium ſibi inſiſtentium.

Idem præſtabis circa reliqua parallelepipeda, neque occurrit circa hoc alia difficultas.

## PROPOSITIO IX.

*Parallelepipeda quomodocumque obliquè viſa delineare.*

In propoſitione 6. Paraſtades oblique viſas delineavimus,hoc eſt,ita vt angulus oculo opponeretur,earumque latera cum lineâ terræ, aut parallelis eius,angulum ſemirectum comprehenderent. hoc eſt perſpective tenderent ad puncta diſtantiæ. hic tradimus praxin vniverſaliorem, volumuſque detorquere parallelepipeda in omnem partem, ita vt quemcumque voluerimus angulum efficiant cum lineis ad tabellam rectis. Sit igitur punctum principale A, linea A B, ſit perpendicularis ad lineam horizontalem, & æqualis diſtantiæ oculi. ex puncto B, fiat arcus circuli CD, ſitque C D, quotcumque graduum volueris, ſecundùm angulum quem voles comprehendi. à lateribus parallelepipedi, & lineâ ad tabellam recta. ducatur linea B D, attingens lineam horizontalem in puncto T. ad lineam B D, ſit perpendicularis B S, 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 A B ita elevari, vt ſit ad tabellam recta, & cùm tabella ſit verticalis; linea A B erit horizontalis, & pariter totum triangulum T B S, erit parallelum horizonti, & conſequenter lineæ B T, B S horizontales erunt, cum ergo lineæ

verbi gratia Q T, quæ ſunt apparentiæ linearum horizontalium conveniant, in puncto T, lineæ horizontalis (*per* 14. 1. *huius*) erunt apparentiæ linearum parallelarum lineæ B T, ergo lineæ quarum Q T, ſunt apparentiæ, comprehendent cum lineâ quacumque ad tabellam rectâ, & conſequenter parallelâ lineæ A B, angulum æqualem angulo C B D. quare ſi ſupra huiuſmodi lineas parallelepipeda excitentur, eorum latera prædictum angulum, cum lineis ad tabellam rectis comprehendent.

Si igitur in puncto Q, excites perpendicularem QR, cuiuſcumque 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 pauimentum non fuerit diuiſum in quadrata. Si enim ex puncto X, ducas lineas XT, X S, & ad determinandam craſſitiem muri, verbi gratia ſumatur linea X V, volunt nonnulli duci lineam V T, quæ ſecet in puncto S, lineam XS. exiſtimantque lineam XS, eſſe apparentiam lineæ æqualis ipſi XV. Sed hoc eſt falſum, vt ſatis oſtendam ſuo loco, niſi punctum T ſit principale, & punctum S, punctum diſtantiæ. quare accipienda eſſet SF, æqualis lineæ S B, ducendáque linea X F, quæ daret lineam XS, æqualem perſpectiue lineæ XV. excitatâ perpendiculari X 2, ex puncto 2. ducendæ ſunt lineæ 2T, 2S.

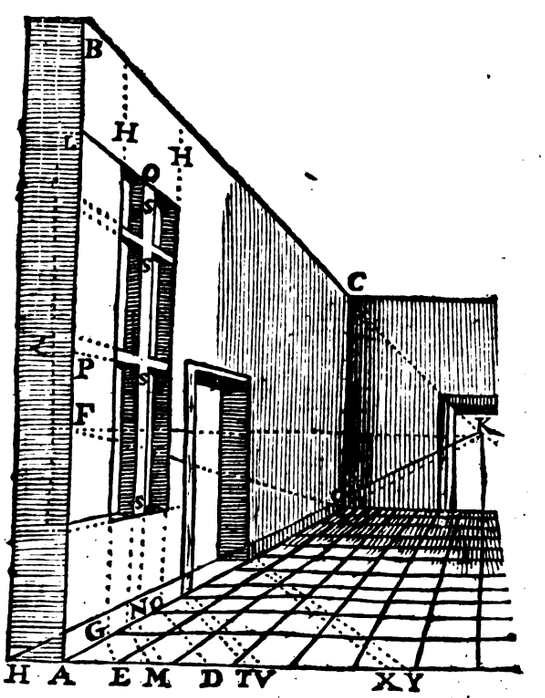
Si velis longitudinem X 6 determinate, ſumatur linea XY, æqualis lineæ cuius X6, debet eſſe apparentia. quod ſi delineanda ſit in medio feneſtra, ſint X1, XZ, æquales lineis quarum apparentiæ debent eſſe, lineæ X 7, & tunc ſumptâ linea TE, quæ ſit æqualis lineæ TB, duc lineas occultas Y E, 1E, Z E, ſecantes lineam XT, in puncto 7. per quod excitabis perpendicularem pro determinandâ feneſtrâ accipiatur intervallum 43. ad libitum, ducantúrque lineæ 3 T, 4 T, ſecantes perpendiculares, atque ita perficies feneſtram. non affero hic rationem cur ſumendæ ſunt lineæ TE, SF, æquales lineis T B, S B, hoc demonſtrabo ſuô locô.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Ianuas & feneſtras in ædibus apte collocare.*

Facto pavimento per ſuperiorem, ſeligatur craſ-




ſities muri AH, ducantur duo radij AK, HK quorum vltimus, ſit inviſibilis. ſit primo conſtruenda porta in muro AC. ſit linea AV, æqualis profunditati, ad quam delineanda eſt porta; VX, ſit latitudo portæ; TV, 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, ductô radiô PK, habebitur altitudo portæ, cætera per ſe patent.

Eôdem 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 perpendiculares GH NO, variæ autem feneſtrarum altitudines notabuntur in linea AB, tales erunt lineæ AI, AP, AL, ductis enim ex punctis 1, P, L, radiis ad punctum principale K determinata erit feneſtrarum figura, cætera vſus docebit.

Hæc feneſtra totam muri craſſitiem obtinet, communiter autem feneſtræ mediam tantum murorum 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 iam ſupra demonſtrata ſunt.

PROPO

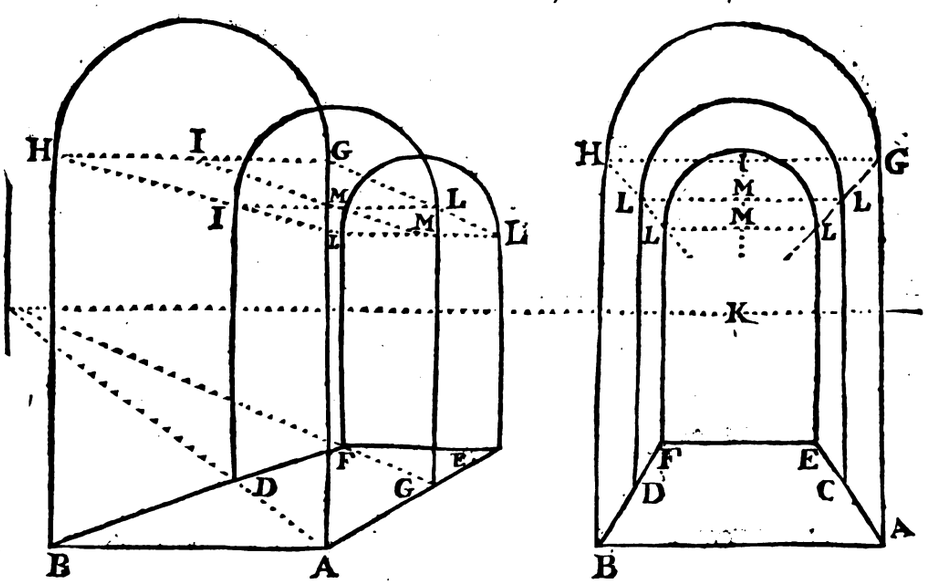
Digitized by Google

## PROPOSITIO XI.

Problema.

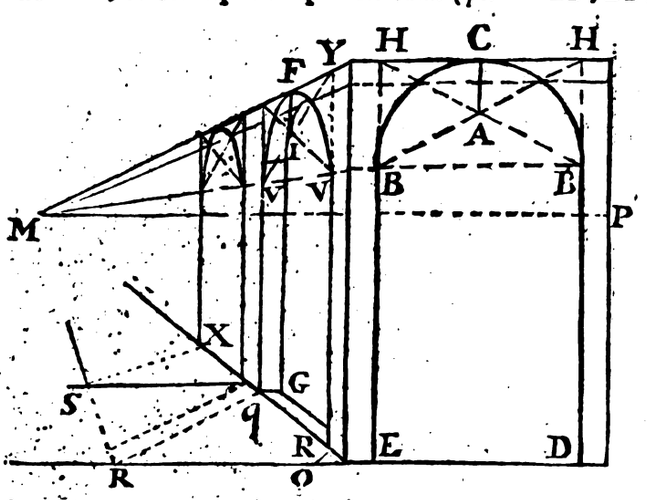
*Plurimos arcus in planis tabellæ parallelis delineare.*

Sint plurimi arcus delineandi in planis verticalibus tabellæ, parallelis, sive punctum principale sit in medio atque adeò directe videantur tales arcus; sive punctum principale sit ad latera. supra lineam A B, excitentur duæ perpendiculares HB, AG, vsque ad initium arcûs. ex A, B, H, G. ducantur radij ad punctum principale K. si velis secundi arcûs 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 A K, B K, dabunt puncta F & E. in punctis C, D, E, F, excitentur perpendiculares DL, CL, FL, E L, donec occurrant radiis GK, H K. ducantur lineæ G H, L L, L L, quæ bifariàm secentur in punctis I, M, M. ex puncto I, vt centro intervallo I G, describatur circulus, item ex punctis M, intervallis ML, ducantur semicirculi, & erunt absoluti tres arcus; quos assero esse apparentias arcuum æqualium.

Demonstratio. Primò cum radij AK, BK, GK, H K, sint apparentiæ linearum ad tabellam rectarum, & consequenter parallelarum inter se; item lineæ AG, BH DL, CL, sint apparentiæ linearum verticalium, & consequenter parallelarum. (*per*




34. 2.) 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 eiusdem altitudinis, vt pote qui supra altitudines AG, CL, addunt semidiametrum suam.

## PROPOSITIO XII.

*Fornices in plano ad tabellam recto delineare.*

Sint fornices in plano verticali ad tabellam recto delineandi. sitque vnus, in plano parallelo tabellæ delineandus, qui sit cæterorum mensura. supra eius lineam BB descriptum semicirculum, intra rectangulum comprehendes, productis lineis EB, DB, vsque ad H. ductâque lineâ HH. ducantur item diagonales B H, B H, se interfecantes in puncto A, ex quo ad HH, duc perpendicularem A C. 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 D O, non est satis longa, vt habeatur tertia distantia, ducatur linea SG, lineæ terræ parallela, donec secet radium RM, in puncto S. tum ex S, ad punctum distantiæ P, ducatur diagonalis S X, hæc dabit punctum X. clarum autem est radios R M, EM, esse apparentias parallelarum, igitur lineæ E G, E D, sunt perspective æquales, item lineæ E R, S T æquales sunt (*per* 22. 1. *huius*) Ex punctis Q, R, T, X ducantur verticales Q V, item diagonales V Y. se interse-

cantes in puncto I, per quod excitetur linea verticalis p F, in punctis Z ducatur linea curva, & perfectus erit arcus.

Demonſtratio hic arcus eſt æque altus ac arcus B C B, & ſimilis omnino. primo eius baſis VV, debet eſſe perſpectiue æqualis & æque alta ac BB, cum autem radius B M ſit apparentia lineæ æque altæ ac BB, in eo inveniri debet baſis ſemicirculi cætera per ſe patent.

Si fuerit aliqua latitudo, communis praxis præcipit vt alius arcus fiat ſupra lineam qG priori omnino ſimilis per eandem praxin. hoc tamen nimis operoſum iudico, & nimis longum, immo confuſionem pareret, quare ducantur duæ, aut tres lineæ parallelæ & æquales, quarum extrema ſi linea curva coniungas habebitur arcus ſecundus. in eo quidem fateor aliquid eſſe erroris nam ſuperiores debent eſſe paulo longiores, ſed differentia eſt negligenda.

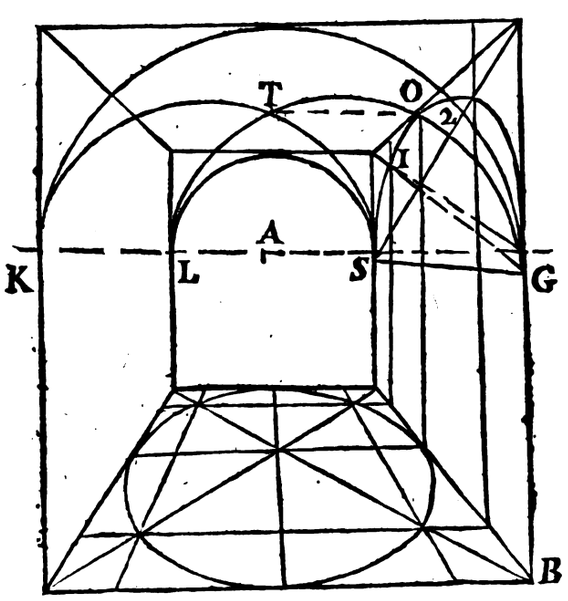
Iuſſi autem lineam qG eſſe parallelam lineæ terræ ſupponendo ſcilicet murum EM tendere ad punctum principale, ſi enim punctum M eſſet punctum accidentale linea qG, ad aliud punctum accidentale ab illo quadrante circuli diſtans. quod docebitur ſequenti libro.

## PROPOSITIO XIII.

Problema.

*Decuſſatum fornicem delineare.*

Primo quidem formetur eius baſis quadrata, & perſpectiue deſcribatur, immo & 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, B G ſit altitudo initij arcus. ducatur




radius G A vnde linea K G, eſt diameter arcus, qui cum deſcribatur in plano verticali, tabellæ parallelo; diviſa linea G K bifariam habebitur eius centrum. pariter diviſa linea S L bifariam deſcribatur alius circulus. ſupra lineam GS duces verticales & tranſverſales vt in præcedenti, puncta 1. o. 2, coniunges lineâ curvâ.

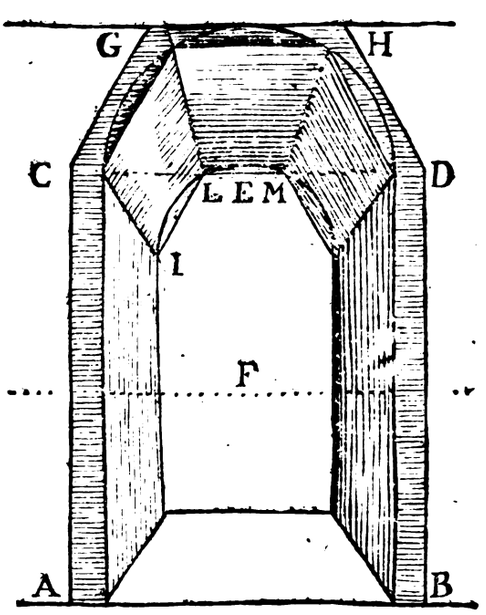
Quia autem circuli diagonales ſunt eiuſdem altitudinis cum circulis directe viſis, ducatur parallela OT hæc dabit altitudinem arcuum radij diagonalium. per puncta L T G ducantur arcus diagonales & perfecta erit operatio.

## PROPOSITIO XIV.

Problema.

*Fornicem polygonum delineare.*

Fiat primò eius Ichnographia. excitenturque verticales lineæ A C BD altitudinem fornicis de-




terminantes vſque ad initium arcûs, ducantur radij CF. DF, occurrentes lineis verticalibus in puncto I, & K, ducatur linea C D, quæ bifariam dividatur in puncto, E, ex quo vt centrô, intervalló, EC, aut E D deſcribatur circulus in quotcumque volueris partes dividendus. formeturque polygonum CGHD pariter ducatur linea LM. dividenda bifariàm ſupra quam pariter deſcribatur ſemicirculus. ex punctis G, H ducantur radij G F, HM, ſecantes circulum minorem, in punctis L, M. perficiaturque polygonum ILMK. & abſoluta erit deſcriptio.

## PROPOSITIO XV.

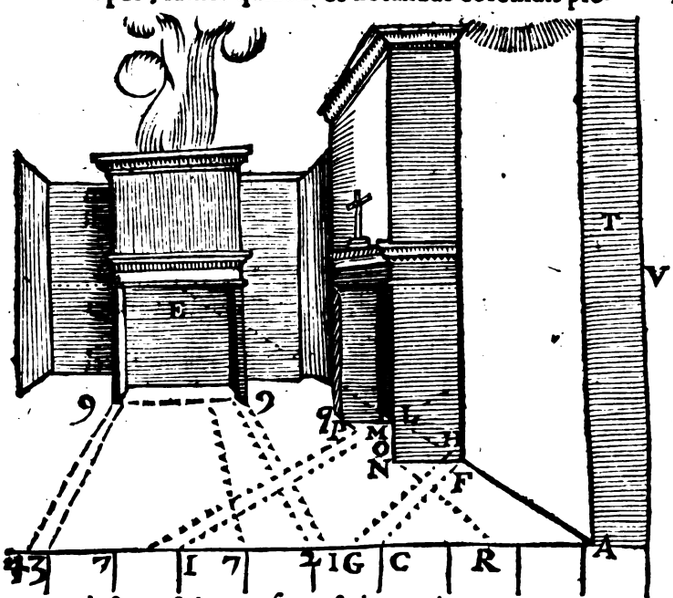
Problema.

*Cubiculum cum caminis delineare.*

Sit primò delineandus caminus in plano tabellæ parallelo. Eius latitudo ſimul cum craſſitie murorum ſignentur in linea terræ, ſintque 1, 2 3, 4. à quibus ducantur radij ad punctum principale E. ſignetur item illius extra murum proiectus, 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

Digitized by Google

verticales ex punctis 9, 9, 69. & perfectum erit opus, fuisset quidem & notandus coronidis pro-




iectus, sed operosum est hæc minora ornamenta minutatim persequi.

Sit alius caminus in plano verticali, ad tabellam recto delineandus. eius projectio, notetur in linea terræ, sitque A R. per punctum R agatur radius R E. distantia camini à puncto extremo A, sit AC, CG murorum crassities; IG, latitudo camini KI. altera murorum crassities. ducantur diagonales CV, GV, IV, KV, ad punctum distantiæ V secantes radium AE, in punctis F, H, L, M, per quæ agantur parallelæ F N, H O, L P MQ. excitentur in punctis F, N, O, L, P, Q, lineæ verticales & absolutum erit opus excepta coronide quæ per se satis intelligitur.

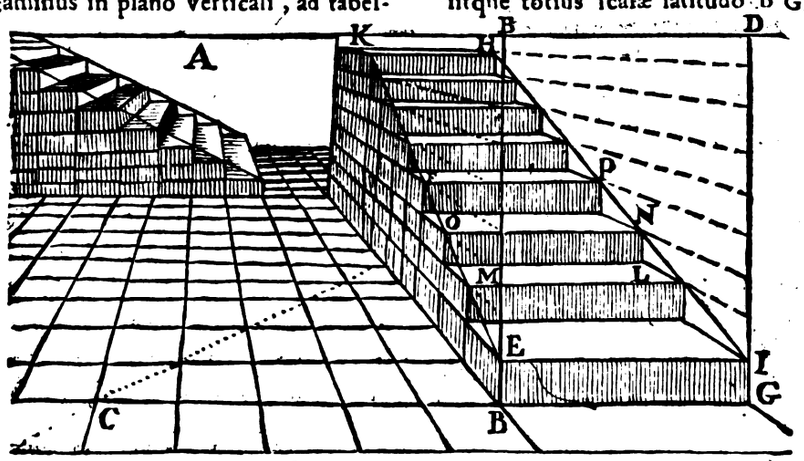
Si vero mutulis innitatur caminus, vt in parte sinistrâ eadem tamen praxis adhibetur, finguntur mutuli quasi perfecti, ità eorum Ichnographiâ & basis in pavimento notentur.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*De gradibus & scalis.*

Sint delineandæ scalæ, primò ita vt progressus, fiat secundùm lineam, ad tabellam, rectam, sitque totius scalæ latitudo B G. ducantur hinc




inde duæ lineæ verticales GD, BD, divisæ in partes æquales secundùm altitudinem vniuscuiusque gradûs. ducaturque radius B A 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 forte, pavimentum iam esset divisum in partes æquales. sint ergo divisiones lineæ B A. 1. 2, 3. &c. ex quibus excitentur verticales. ducantur item ex singulis divisionibus lineæ B D radij 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, & vltima; tunc enim lineæ EK, aut IH determinassent angulos singulorum graduum.

Si pavimentum divisum esset in quadrata, facilior adhuc esset delineatio, nam divisiones singularum parallelarum, poterant (*per primam huius*) esse mensura perpendicularium sibi insistentium.

Aliæ scalæ in parte sinistra figuræ adhuc faciliores, cum omnes graduum altitudines, sint omni modo æquales. vt pote in eodem plano tabellæ parallelo existentes. verbi gratia in determinanda linea ST, quæ facile haberi potest per lineam diagonalem ductum ad punctum distantiæ.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

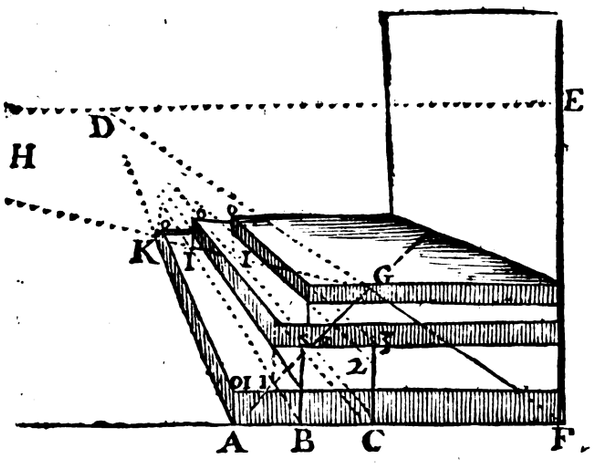
*Alterius generis gradus.*

Sint alij 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 fit AK. sintque AB, BC æquales excessui gradus primi, seu inferioris supra superiorem excitentur in A, B, C. tres perpendiculares continentes altitudinem cuiuscumque gradus. tum per B, & C ducantur radij BD; CD. item ex punctis 1, 2, 3 ducantur radij. 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 vnam mensuram seu altitudinem vnius gradûs. ductôque radiô perficietur primus gradus. secunda perpendicularis secabitur à radio 2D: in angulis secundi gradus. tertia perpendicularis secabitur à radio 3D. & ita deinceps.



Digitized by Google

Demonſtratio. Ductis radiis A D, B D, C D, & ductis diagonalibus AG, KG, ad puncta diſtantiæ E & H, formatur Ichnographia omnium graduum in quâ lineæ A B, BI ſunt perſpectivæ æquales, item AC, C I, quare excitatis perpendicularibus, in punctis A, I, I, in A quidem quæ contineat altitudinem vnius gradûs, in I quæ contineat altitudinem duorum, & in puncto conſequenti quæ contineat altitudinem trium, ſecundùm praxin propoſitionis ſecundæ huius; perficietur totum opus.

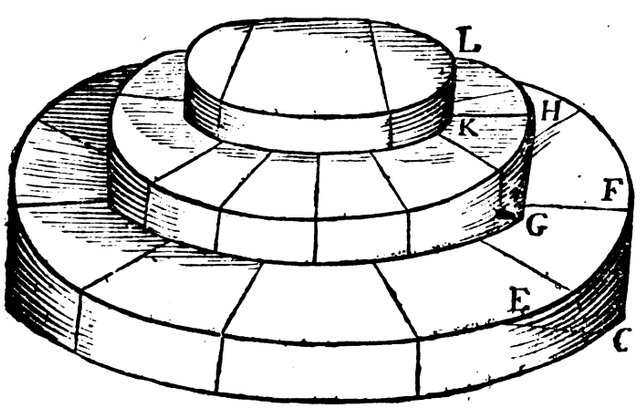



## PROPOSITIO XVIII.

### Problema.

*Gradus rotundos delineare.*

Sint gradus rotundi minores, & minores, delineandi, quorum baſes, ſeu Ichnographiæ ſint concentricæ. proponantur tres huiuſmodi. fiant




ergo (*per praxin Prop. 8. 2. huius*) tres circuli concentrici tanquam baſes ſingulorum graduum. ad latus figuræ ducatur linea verticalis, in qua notentur altitudines graduum, debet autem communiter altitudo gradûs commodi, eſſe dimidia pars latitudinis. ſit ergo hæc linea diviſa in tres partes, & ex ſingulis diviſionum punctis, ad punctum quodcumque lineæ horizontalis ducantur radij: tum ex aliquibus punctis ſingulorum circulorum ducantur parallelæ vſque ad radium ex puncto C primi circuli, ducatur parallela, & perpendicularis C F, vſque 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 gradûs. pariter ſit punctum H pertinens ad Ichnographiam ſecundi gradus; ducatur parallela H K, & perpendicularis KL, vſque ad radium proprium, quærimus enim altitudinem tertij gradus. parallela occurrens perpendiculari H I, determinabit punctum I pertinens ad ſuperiorem ſuperficiem ſecundi gradûs.

Demonſtratio lineæ E G, G H, K L. ſunt perſpectivæ æquales, cum illæ quibus ſunt æquales ſint perſpective æquales.

Si pavimentum diviſum fuiſſet in quadrata, vel lineæ parallelæ in partes æquales, per radios iis vſi eſſemus ad determinationem ſingularum altitudinum (*per 1. huius*) & tunc non adhibuiſſemus hanc lineam, quam ſuppoſui ductam eſſe, & quæ non eſt ducta.

## PROPOSITIO XIX.

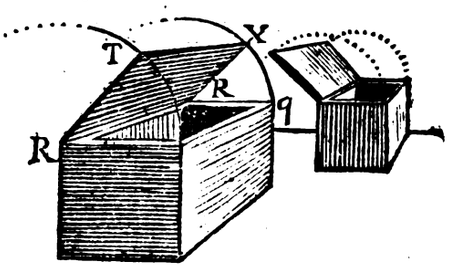
### Problema.

*De Aperturis portarum, feneſtrarum, Abacorum, & arcarum.*

Multa ſunt in ædibus, quæ aperiuntur, & clauduntur vt ſunt ianuæ, feneſtræ, abaci, arcæ, & cætera huiuſmodi, quæ pro variâ aperturâ, variam etiam apparentiam efficiunt. & in feneſtris, quidem portis, & abacis hoc habemus, nempe duo lateta 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 vt plurimum portæ, & abaci non poſſunt aperiri niſi ſecundùm ſemicirculum. diſtinguemus ergo huiuſmodi 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 vltimum ſitum, vt pote difficiliorem in ſequentem librum, ſicut & ſitum quemcumque inclinatum reiiciam.

Sit primò arca RQ aperienda, axis circa

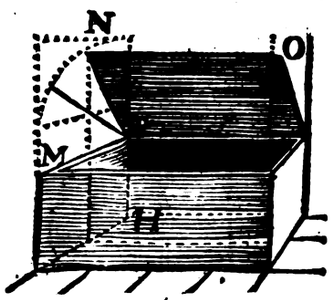



quem fit operculi motus, eſt radius RR, perſpe-

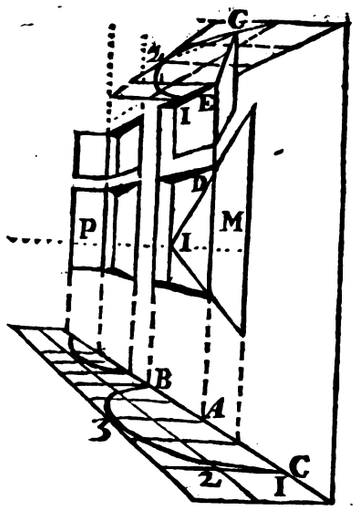


Digitized by Google

ctivè ad tabellam rectus, ex puncto R vt centrô; intervallô Rq fiat semicirculus, in quo seliges punctum T ad libitum, ex alio puncto R, describes alium circulum priori perspective parallelum ductóque 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, seligantúrque in eo punctum N, per quod agatur parallela NO, & perficietur operculum. describatur autem semicirculus ille (*per propos. 12. huius.*)



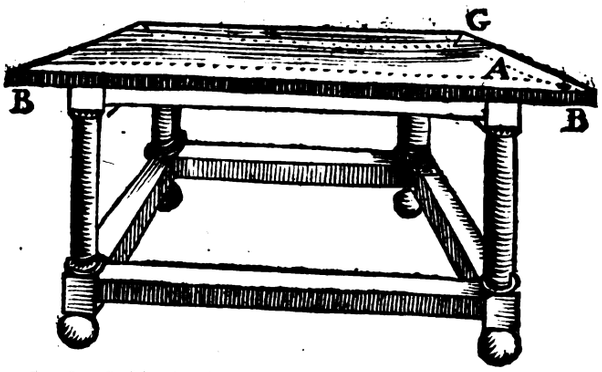

Sit tertiò aperienda porta aut fenestra, atquè adeo, axis circa quem fit motus sit verticalis. (*per 8. Secundi huius*) formetur semicirculus 1, 2, G. in planô horizontali superiori, sunt aliqui qui prius describunt talem circulum, in planô horizontali cui tabella insistit, qualis est semicirculus in planô horizontali superiori. Ego verò existimo non esse difficilius operari immediatè in planô horizontali superiori, ac in inferiori, & quia imaginatio nonnihil turbatur, invertenda est figura. assumatur punctum G ad libitum, ducaturque linea GEI, vsque ad lineam horizontalem, & ex puncto accidentali I, ducatur linea IH, quæ repræsentat parallelam lineæ GE, (*per 14. 1. huius*) idem dicendum est de portis.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

*De mensarum, & sedilium descriptione, caterorumque mobilium.*

Sit primò mensa perspective delineanda, describenda prius est, & incipiendum à cantherij Ichnographia. excitentur deinde columnellæ, in quibus non video difficultatem vllam. Si tamen vt iam dixi habeatur perfecta Ichnographia. diligenter observandum; vt columnellæ quæ magis ab oculo distant, sint aliis graciliores, quod totum ex Ichnographia perspective proiecta clarissimum est.




Perfectô cantherio, & elevatô, imponenda est mensa, quæ excedere debet cantherium, vnde ex punctis A, in quibus sunt extremitates cantherij, 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 paulo maior, quoties nonnihil detorquentur in vnam 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.*

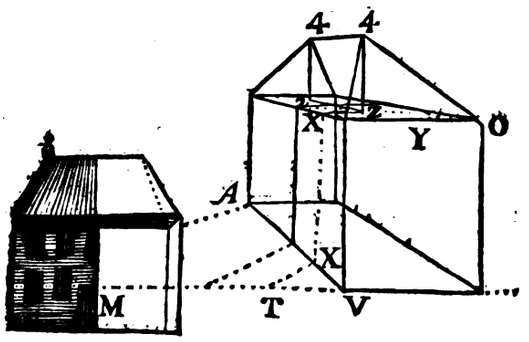
Nulla est difficultas peculiaris in tectis imponendis nisi petita ex eo quod, vt plurimum vel pyramidem efficiant, vel quod fastigium non regnet, seu non obtineat totum ædificium. quatuor autem communiter sunt species tectorum. prima erit tectorum ex lapidibus constantium, quas (*Ardoises*) vocamus, & hæc tecta sunt valdè declivia, ita vt triangulum æquilaterum efforment. Secunda species tectorum, erit ex tegulis planis, & in iis altitudo perpendicularis paulo maior 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 vt 3 ad 2.

Sint igitur muri quibus imponendum est tectum. quæritur fastigium 44. quod volumus non obtinere totum ædificium, sed deficere ab eius longitudine aliquantulum. Sit longitudo ædificij

MV,

Digitized by Google

M V, abſcindantur vtrinque lineæ T V æquales, quantùm volumus eſſe exceſſum longitudinis ædificij, ſupra faſtigium 44. ex punctis T T, ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ, ſecantes




V A, & excitentur perpendiculares X X, & parallelæ XZ, XZ, ex puncto medio Y ducatur radius Y Z, ſecans parallelas prædictas in punctis Z, Z, in eodem puncto Z excitetur perpendicularis Z4 ſecundùm altitudinem quam tecto tribuere volumus: ducatur item radius 44 ſecans perpendiculares Z4, Z4 in punctis 44. ex punctis 4 ducantur lineæ ad quatuor angulos ædificij, & determinata erit tecti apparentia.

Nihil hic demonſtratione opus eſt. ſolum vnum moneo, non fuiſſe opus longitudinem ædificij notare in linea V M; ſed id immediate potuiſſe præſtari ſi produceretur linea 11, in plano nempe horizontali 10.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*De hortorum ambulacris.*

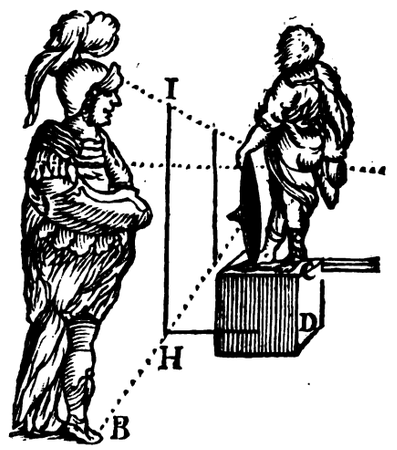
Quotieſcumque delineanda ſunt' hortorum ambulacra; duo maxime ſpectanda ſunt. primum vt arborum ſtipites in loco debito collocentur. ſecundum vt ſtipitum craſſities ſenſim deſcreſcat, pro vt arbores fuerint ab oculo remotiores; intervalla etiam inter eas ſenſim decreſcant. vnde ſi plura ſunt ambulacra delineanda; nonnulli ſolum in quadrata dividunt. vt docuimus (*libro ſecundo huius*) quadrata autem ita poterunt efformari, vt circa limbum habeant. craſſities autem limbi erit craſſities arborum, ſi ambulacra obiectiua fuerint ad lineam terræ perpendicularia, fiant quadrata directe viſa. volunt autem nonnulli vt craſſities ſtipitis deſumatur ſecundum perpendiculares in angulis párvorum quadratorum excitatas; hoc tamen video eſſe fallax, neque opus eſſe vt id obſervetur. in genere ergo quotieſcumque excitandæ ſunt perpendiculares ſupra circulos; excitandæ erunt in punctis extremis ad dexteram, & 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.

## PROPOSITIO XXIII.

### Problema.

*Altitudo figurarum.*

Intelligo hic figuras hominum, & animalium: certum enim eſt quò magis ab oculo removentur, eò minores eſſe debere, quia autem diximus




(*Propoſ. 1. huius*) lineas parallelas lineæ terræ eſſe menſuras omnium linearum, in planò horizontali ſupra ipſas erecto ductarum; ideo ſi ſemel formatum ſit planum horizontale verbi gratia, illud cui tabella inſiſtit, etiamſi figura ſit multum eleuata, vt habeatur eius longitudo, videndum eſt cui lineæ parallelæ in plano horizontali reſpondeat. quod vt 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 vt fiat triangulum determinatiuum 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 obiecto, vnde ſi in obiecto ſunt æquales, in tabellâ etiam æquales erunt. pariter ſit figura C, quæ realiter & in obiecto 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 vt melius intelligatur, figura C verbi gratia poteſt intelligi inſiſtere plano D B, vel intelligi in alio plano altiori, ſi enim ſub pedibus eius formarentur gradus, tunc poſſet intelligi reſpondere perpendiculariter lineæ terræ, & in tali caſu deberet eſſe maior: nam ea obiecta quæ ſunt in eadem linea recta ab oculo ducta, eumdem ſibi in tabella locum vendicant, etiam ſi magis, & minus ab oculo remoueantur. vnde in tali caſu eorum magnitudo determinat locum in quo ſunt.

Quod dixi de figuris hominum, intelligendum etiam eſt, de quadrupedibus, immo & de auibus in aëre exiſtentibus.

PROPO

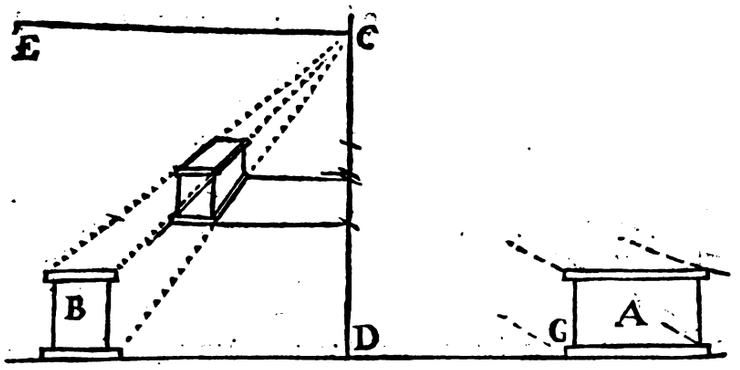
Digitized by Google

## PROPOSITIO XXIV.

### Problema.

*Corporis ſolidi apparentiam ſine vlla Ichnographiâ delineare.*

Sit corpus aliquod ſolidum, cuius duplex habeatur ſectio, ſeu facies vna ſit parallela tabellæ, alia ſit ad tabellam recta. hoc eſt intelligatur corpus illud, duobus planis ſecari, vno quidem ad tabellam recto, & alió tabellæ parallelo. Sit figura A ſectio, talis corporis & plani ad tabellam recti. & figura B, ſit ſectio eiuſdem, & 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 lineâ principali quanta eſt linea B D, & tantum diſtare à linea terræ, quanta eſt linea A D. ſtatuatur ſectio parallela in puncto B, & à ſingulis eius angulis ad punctum diſtantiæ ducantur radij. 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.



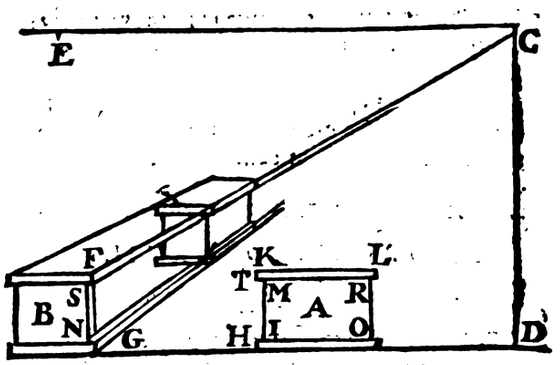

Demonſtratio. Intelligatur ſectio A, eſſe in plano verticali per oculum ducto, & ad tabellam recto, cuius communis ſectio cum tabellâ eſt linea C D, ſi inquam à ſingulis angulis ſectionis A, ducantur lineæ ad oculum E, habebuntur eædem diviſiones, quæ inventæ ſunt, & quæ erunt apparentiæ prædictorum angulorum. quod ſi hæc ſectio intelligatur moveri, motu parallelo ipſi tabellæ, ſinguli eius anguli deſcribent lineas parallelas, lineæ terræ, quare in quocúmque 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 quacúmque 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 vt priùs ex ſingulis eius angulis duo radij, ad punctum principale C, in quibus radiis erunt ſingulorum angulorum apparentiæ.

Ponatur facies A, tantumdem diſtare à linea




F G, quantùm volumus corpus illud eſſe intra profunditatem tabellæ, hoc eſt diſtare à lineâ terræ, debemus ergo abſcindere ex radio G C, apparentiam lineæ GH, & quia HO, eſt vera longitudo corporis, debebit abſcindi ex radio GC, apparentia lineæ æqualis lineæ GO. praxis autem communis iubet, duci lineas diagonales ad punctum diſtantiæ E, atque adeo ductis in eo ſitu diagonalibus, habebimus in radiis apparentias angulorum H, O, K, L, modò K L & HO ſint æquales.

In eo tamen ſitu linea I M, non diſtat pro vt 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, obiectiuum diſtat à tabella, ſed magis diſtat. nam à puncto G, diſtat vt par eſt, ſed non à puncto N, eo quod punctum N, magis recedat, quam punctum G, reſpectu cuius tota ſectio A, bene diſpoſita fuerat. vnde tota ſectio A, debet admoveri tantiſper, quanta nempe eſt linea NG, & tunc ex punctis M I P R, ducendæ eſſent lineæ diagonales, quæ ſecarent radios ſibi deſtinatos in apparentiis ſuis.



Digitized by Google

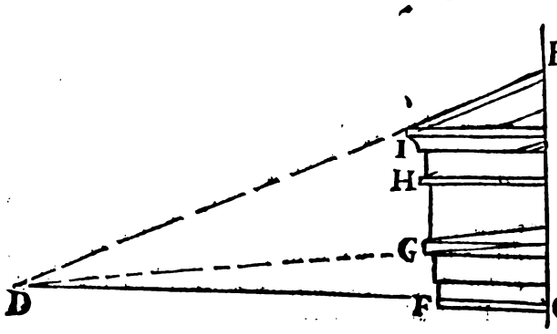
Demonſtr. Pendet ex praxi communi determinandarum apparentiarum in radiis, per diagonales.

## PROPOSITIO XXV.

### Problema.

*Corpora extantia, ſeu ante tabellam poſita delineare.*

Nonnunquam quærimus apparentias corporum ex tabella extantium, vt ſi apparentiam coronidis, aut coronæ ex pariete extantis, in ipſo pariete delineare deberemus. habeatur ſectio illius corporis quæ ſit verticalis, & ad parietem recta, vt verbi gratia ſit illa ſectio FGHI, ſupponatur linea BC pro pariete, punctum C eſſe principale, diſtantia oculi CD, vnde oculus ſupponatur in D, & ſpectari debeat illud corpus ex puncto



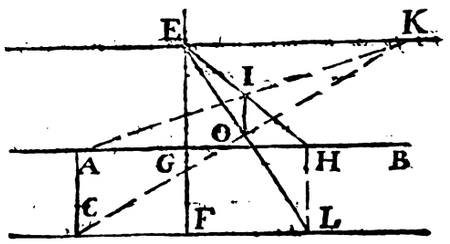

D, per ſingulos illius corporis angulos ex oculo D, ducantur lineæ occultæ quæ ſecent lineam B C, dico ſi per illas ſectiones ducantur lineæ parallelæ, illæ erunt apparentiæ coronidis. quod facile patet ex iis quæ diximus initiô primi libri, de corporibus ante tabellam exiſtentibus.

## PROPOSITIO XXVII.

### Problema.

*Apparentiam cuiuſcumque puncti aſſignare.*

Tradidimus libro ſuperiori methodum aſſignandi apparentiam puncti in plano horizontali cui tabella inſiſtit, exiſtentis. praxin faciemus vniverſaliorem, nempe cuiuſcumque puncti cuius 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 primo eius altitudo trium pedum. Sit ergo linea A B diſtans, à lineâ terræ C L, tribus pedibus. Sit item ad dexteram verticalis principalis repræſentati per lineam E F duobus pedibus, ſit igitur G H duorum pedum, ducatur radius HE. tertiò ſit diſtans à tabellâ pedibus quinque, fiat linea A H pedum quinque, & ducatur linea diagonalis A K, 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, vt (*propoſitio* 18.) præcedentis libri præſcribit invenietur eius apparentia in puncto I.

Alij verò qui ſunt ita aſſueti plano horizontali, cui tabella inſiſtit, vt in alio operati neſciant; ita id exequuntur, primo lineam F L, æqualem accipiunt diſtantiæ puncti propoſiti, à plano verticali primario; ſecundò, ducto radio L E, lineam LC, faciunt æqualem diſtantiæ eius, à tabella; ductáque diagonali CK; ſecante radium LE, in puncto O, habent apparentiam, puncti perpendiculariter ſuppoſiti. in punctis O, & L, excitant perpendiculares O I, L H, & L H, quidem trium pedum, vt ſupponitur tale punctum elevatum tribus pedibus, ductóque radio HE, ſecante perpendicularem O I in puncto I, habent apparentiam quæſitam. Alij per triangulum ad latera deſcriptum, & per parallelas, vt docuimus totum negotium abſoluunt.

PERSPECTI

Digitized by Google

# PERSPECTIVÆ LIBER QVARTVS.

## De Punctis accidentalibus, & corporum quomodocúmque inclinatorum apparentiis.

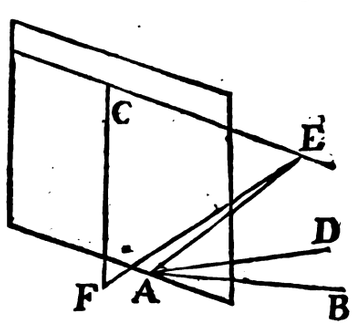
*HACTENVS ea tantum corpora perſpectiue delineauimus, quorum ſuperficies aliquæ, aut erant parallela tabellæ, aut ad eam rectæ, atque adeo quorum lineæ extremæ, ſeu ſtriæ aut eſſent verticales, aut horizontales; talia ſunt ædes, columnæ, cæteráque ſatis fuſe ſuperiori libro explicata. hôc autem librô delineanda ſuſcipimus ea corpora, quæ ad horizontem quomodocumque fuerint inclinata, ſiue tabellæ ſint parallela, ſiue ad eam rectæ, ſiue cum ea angulum quemcúmque obliquum comprehendant. In quibus ſatis manifeſtum eſt innumeras eſſe varietates, quæ niſi ad certa principia reuocentur, infinitum erit omnia ſingillatim perſequi. quare vt ordine procedamus, primò linearum quarumcumque, & quomodolibet ad tabellam, aut horizontem inclinatarum apparentias inueſtigabimus, tùm modum eas diuidendi in partes quaſcumque, ſegmentis obiectiuis reſpondentes docebimus. tùm methodum plana inclinata delineandi, & in iis operandi, hoc eſt reſpectu cuiuſlibet plani, punctum principale, puncta diſtantiæ, lineam terræ, aſſignandi, & perpendiculares in quolibet eius puncto erigendi docebimus. incipiemus autem à facilioribus.*

### PROPOSITIO I.

Problema.

*Linea cuiuſcumque obiectiua in plano horizontali ducta, apparentiam inuenire.*

Incipio à lineis horizontalibus. Sit igitur linea obiectiva AB, quæ cum linea terræ 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 eius apparentia, ſit punctum principale C, linea horizontalis CE, ad quam ſit perpendicularis C F, æqualis diſtantiæ oculi à tabella. fiat angulus C F E, graduum 60. dico apparentiam lineæ A B, tranſire per punctum E, atque adeò eſſe lineam AB.

Demonſtratio. Intelligatur triangulum C E F; ita erigi; vt ſit rectum ad tabellam, quare cum tabella ſit verticalis, planum trianguli C E F erit horizontale, & conſequenter parallelum plano horizontali, in quo ductæ ſunt lineæ D A, DB; CF autem & DA, vt pote ad tabellam rectæ, ſunt parallelæ, & anguli CFE, D A B, facti ſunt æquales: igitur lineæ F E, AB ſunt parallelæ. quare (*per 2. primi huius*) apparentia lineæ AB, tranſit per punctum E.

### COROLLARIVM I.

Si dentur plurimæ lineæ horizontales obiectivæ, 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. ità inveniemus in linea horizontali punctum accidentale, lineæ quomodolibet declinantis, à perpendicularibus.

### PROPOSITIO II.

Problema.

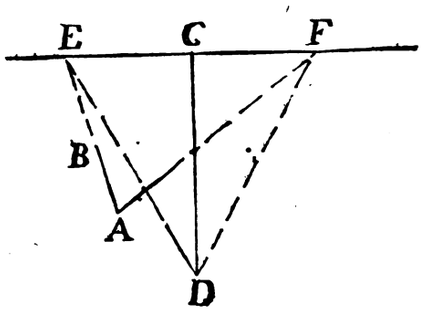
*In puncto data apparentia, linea horizontalis obiectiua, apparentiam cuiuſlibet anguli inuenire.*

Quærimus in hac propoſitione methodum, in dato puncto lineæ perſpectivæ, quemcumque angulum item perſpectiuum conſtituendi. Sit datum punctum A, lineæ AB, quam ſupponimus eſſe apparentiam lineæ alicuius obiectivæ horizontalis, in quo iubemur conſtituere angulum gra-



Digitized by Google

duum 60. Sit punctum principale C, diſtantia oculi ab eo CD. producatur linea AB, donec con-




currat 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.

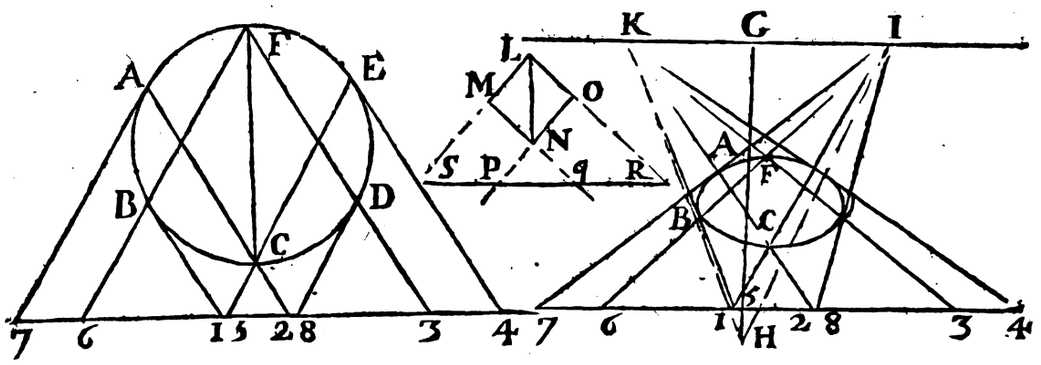
Demonſtratio. Erectô vt priùs triangulô EDF, A B, eſt apparentia lineæ, quæ eſt parallela lineæ DE, (*per 2. huius*) item A F, eſt apparentia lineæ, quæ eſt parallela lineæ DF: quare (*per 10. 11.*) angulus EDF, eſt æqualis illi, quem lineæ obiectivæ apparentiarum A B, A F comprehendunt, ergo angulus A, eſt apparentia anguli graduum 60. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Ichnographiæ Geometricæ apparentiam inuenire, per puncta accidentalia.*

Sit circuli A B C D, invenienda Ichnographia.




dividatur circulus in partes æquales: vt ducantur parallelæ, ſe interſecantes in circumferentia. ſitque infra circulum linea 7 4, quæ repræſentet lineam terræ. quam ſecent parallelæ in punctis 1234567. ducatur linea F C, perpendiculariter, quæ ſecet duas parallelas, vt nempe habeantur anguli FCE, FCA. ſit punctum principale G, diſtantia oculi ab eo, linea GH, fiat angulus G H I 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 1 K, 2 K &c. ſunt apparentiæ linearum comprehendentium cum perpendicularibus angulum æqualem, angulo GHK, ſeu F C A, ergo ſunt apparentiæ linearum 1 B, 2 A, 3 F &c. ita oſtendam lineas 51, 61, 71, eſſe apparentias linearum 5 C, 6 F, 7 A. ergo puncta in quibus apparentiæ concurrent, erunt apparentiæ concurſuum linearum, ſeu circumferentiæ.

### COROLLARIVM 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, vt ſciantur anguli LNO, L N M, eius apparentiam inveniemus.

### COROLLARIVM II.

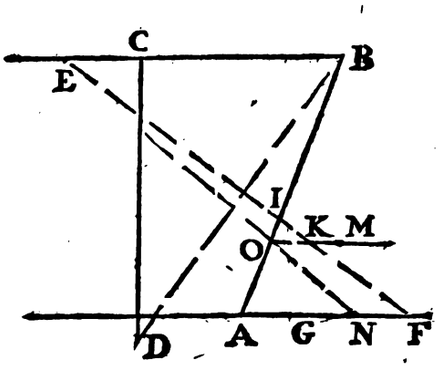
Perficiemus pariter alia polygona, præcipue verò æqualium numerô laterum, quia ſunt duo ſemper oppoſita, quæ parallela ſunt.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Apparentiam cuiuſlibet lineæ horizontalis dividere.*

Sit AB, apparentia lineæ obiectivæ horizontalis, quam dividere oportet, hoc eſt ex ea appa-




rentiam vnius, 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, obiectiva cuius AB eſt apparentia, aut linea obiectiva attingat tabellam in puncto A. ſeu A, ſic punctum commune, & lineæ obiectivæ, & eius apparentiæ. Sit punctum principale C, diſtantia oculi ab eo linea C D. ducatur linea D B, ſitque illi æqualis B E, dico punctum E, eſſe punctum diſtantiæ reſpectu lineæ AB, nam ex oculo D ad punctum B, diſtantia eſt DB. dividatur linea terræ A F, in quaſcumque partes, & ex puncto E, ducantur

Digitized by Google

ducantur lineæ occultæ, illæ dividunt lineam AB, in apparentias illarum sectionum.

Demonstratio. Intelligatur ità erigi planum trianguli CDB, vt sit horizontale; in tali situ (*per* 1. *huius*) linea D B, parallela erit lineæ obiectivæ cuius A B, est apparentia (*per definitionem autem* 10. 1. *huius*) veræ apparentiæ partium lineæ obiectivæ habebuntur, si ex oculo D, ad singulas eius divisiones ducantur lineæ, illæ enim dividunt, vt par est lineam obiectivam AB, sed eædem divisiones habebuntur (*per* 3. 1. *huius*) si BE, sit æqualis ipsi DB, & B E, A F, fuerint pariter parallelæ. igitur punctum E, erit punctum distantiæ, è quo bene dividetur linea A B. quod erat demonstrandum.

Si vero non habeatur punctum A, in quo linea obiectiva concurrit cum tabella. habeaturque tantum punctum O, quod sit consequenter apparentia puncti positi in plano horizontali cuius AF est communis sectio cum tabellâ. tunc ad dividendam lineam AB, vtendum est parallela OM, quæ sit divisa in partes minores, secundum praxin communem, & habebuntur eædem divisiones, quæ factæ fuissent, ex divisione lineæ terræ AF, in partes maiores.

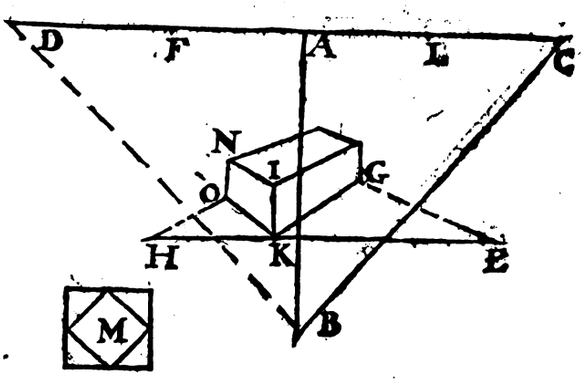
Demonstratio. Sit enim O I, apparentia lineæ æqualis ipsi A G, nempe lineæ æqualis ipsi NF, quæ habeatur ductis lineis EON, EIF, dico lineam OK, esse perspective æqualem ipsi NF, cum enim lineæ E F, E N, concurrant in eodem puncto E horizontalis lineæ, & sint apparentiæ linearum horizontalium; erunt (*per* 14. 1. *huius*) apparentiæ linearum parallelarum, sed pariter AF; O M, sunt apparentiæ parallelarum, igitur quadrilaterum FNOK, est apparentia parallelogrammi, igitur N F, O K, sunt perspective æquales; sed pariter O I, est æqualis perspective lineæ NF; ergo OI, OK, sunt perspective æquales, quoties igitur non poterit haberi linea terræ, vtemur ad divisionem lineæ horizontalis, eius parallela in partes tamen minores divisâ. quod diligenter notatum volo, quia illa praxis in sequentibus erit valde vtilis, vt monebo cum res feret.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Apparentiam corporis quomodolibet declinantis inuenire.*

Versamur adhuc in plano horizontali, intendo ergo corpus exhibere, cuius plana duo sint parallela horizonti, aut saltem striæ, seu commissuræ duarum superficierum, sint horizonti parallelæ. duplex occurrit difficultas, prima erit vt declinet quantùm libuerit, hoc est nec sit parallelum tabellæ, nec ad illam rectum; secunda erit vt inueniatur punctum in quo concurrant lineæ ad eius superficiem rectæ. proponatur igitur describendum prisma quod declinet ad dextram à puncto principali A gradibus 60. sit A B æqualis distantiæ 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 CBD rectus, punctum D, erit aliud accidentale, respondens. Ex puncto K, in quo volumus tale corpus delineare, ducatur linea KC, cui vt debita longitudo tribuatur (*per præcedentem*) sit linea C F,




æqualis lineæ C B, & ductâ K E, parallelâ lineæ terræ, si ipsa non sit linea terræ, sumantur in ea partes quæcumque, sed minores, vt diximus secundâ parte superioris propositionis. & linea FE, dabit K G, longitudinem requisitam; cum linea KI, sit verticalis nihil hic dico, cum ex superioris libri praxibus eius longitudo possit determinari. pariter ducatur linea K D, quæ vt dividatur sit linea D L, æqualis lineæ D B, & in parallela KH, sumantur quotcumque partes; linea HL, dabit punctum O, per quod excitetur O N, cætera perficientur facile, si ad puncta accidentalia C & D, cæteræ ducantur lineæ.

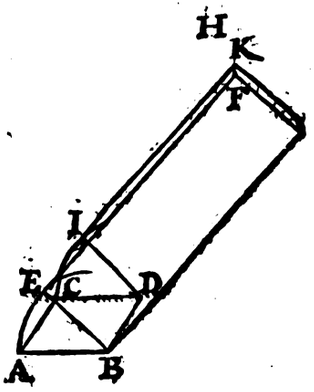
Sit idem prisma delineandum, ita tamen vt vni lineæ insistat. quamvis hoc facilius ex dicendis perfici possit, eò quòd in tali situ aliqua eius plana sint ad horizontem inclinata; nihilominus id perficiam sine doctrina talium planorum. debeat ergo tale prisma insistere vni striæ sicut figura M exhibet, includatur hoc quadratum vni angulo insistens, alteri quadrato, tangenti planum horizontale secundum vnum latus, quod perspective delineetur sicut prius; acceptisque in eius basi punctis agantur lineæ ad punctum C, & perfecta erit eius descriptio.

## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*De Inclinatione tabellæ parallelæ.*

Voco hic inclinationem tabellæ parallelam, quoties striæ, corporis describendi, sunt tabellæ




parallelæ, vel si corpus fuerit circulare, quoties eius axis manet tabellæ parallelus.

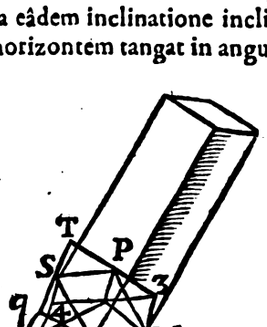
Sit ergo primò deſcribendum priſma quod ita ſit inclinatum, vt eius duæ ſuperficies ſint parallelæ tabellæ, inſiſtátque vni lineæ. delineetur in plano horizontali baſis eius A B D C, (*per praxes 1. huius*) velimus autem corpus illud inſiſtere lineæ BD, ex centris B, & D intervallo BA, DC, deſcribantur arcus AE, AI. ſitque AE, 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 B F, E G, I K. longitudo earum eadem quæ fuiſſet ſi priſma verticaliter erectum fuiſſet, moneo tamen lineas BD, EI, FK, dirigi ad punctum principalé, cum ſint apparentiæ linearum ad ſuperficiem B G rectarum, ſuperficies autem BG, ſupponitur parallela tabellæ, ergo prædictæ lineæ ad eam ſunt rectæ.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Inclinare priſma, inſiſtens angulò, inclinatione tabellæ parallelâ.*

Sit priſma eâdem inclinatione inclinandum, ita tamen, vt horizontem tangat in angulo. fiat eius



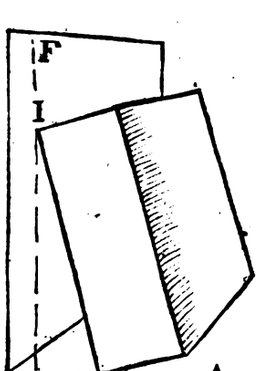

Ichnographia viſa ex angulo qualis eſt MNO. circa quam perſpective deſcribatur rectangulum, cuius duo latera I 2, 34. ſint parallela lineæ terræ. Ex puncto I, vt centro deſcribantur arcus intervallo IN, I2. eritque arcus 2 q, æqualis inclinationi; radius q T, ſecabit in puncto convenienti arcum ex 3, vt centro deſcriptum, factóque arcu ex M, vt centro, intervallo M O, habetur punctum S, eôdem modô haberi poteſt punctum P aut R. ſic habetur nova baſis MRSP. per puncta SRM, ducantur perpendiculares qI, aut 3T, cum eadem longitudine quam habuiſſet idem priſma, ſi erectum fuiſſet. notandum tamen vt prius lineas M3, qT, tendere ad punctum principale.

Eôdem artificiô delineabis alia corpora irregularia, ſi priùs illa intra priſma rectangulum, cuius baſis directè videatur concluſeris.

## PROPOSITIO VIII.

### *Fulcra corporum inclinatorum inclinatione parallela tabellæ, inuenire.*

Quia ſæpe fieri poteſt, vt corpora alioquin, bene delineata, quaſi inclinata eſſent inclinatione parallela tabellæ, ſi male innitantur alteri corpori, illudque attingant in loco non appoſito, non videbuntur inclinata eô modo quô ſunt, ideò non abs re fuerit docere methodum, eorum fulcra inveniendi. Sit ergo deſcriptum tale priſma ABC,




ex puncto B, quo innititur ducatur, linea BE horizonti parallela, attingens parietem in puncto E, per quod ducatur linea verticalis EF, occurrens lineæ BI in puncto I, dico tale corpus inniti parieti in puncto I.

Demonſtratio. Inclinatio ex ſuppoſitione eſt tabellæ parallela, ergo linea BI, eſt in plano verticali, per BE ducto, ſed pariter linea EI, eſt in eodem plano, ergo punctum I in pariete, eſt vere punctum cui innititur corpus.

Non hic multiplico exempla, quia hæc materia ſatis mihi facilis videtur, vnum 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, vt ſit inclinatus facile 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 perpendiculatem.

Poterat hæc inclinatio fieri per planum inclinatum ad tabellam rectum.

## PROPOSITIO IX.

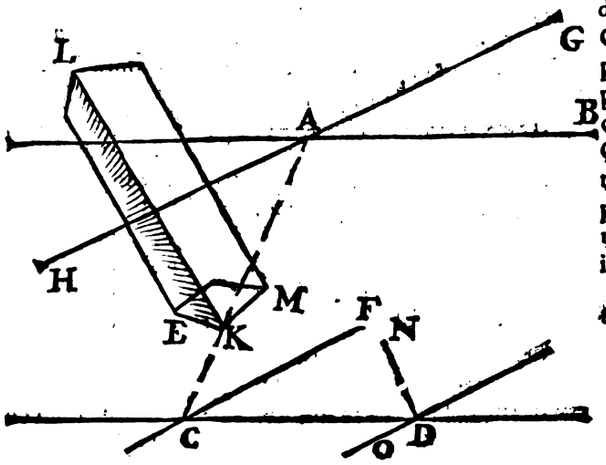
### Problema.

*De planis ad horizontem inclinatis, & ad tabellam rectis.*

Quia animadverto in huiuſmodi 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, ſubiiceretur aliud planum inclinatum. monuimus enim ſuprà, eôdem modô operandum eſſe in planis quibuſcumque ad tabellam rectis, ac in horizontali plano. quod vt manifeſtiùs fiat ſit punctum principale A, linea horizontalis A B, linea terræ C D, 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;

Digitized by Google

pori, huic ducatur parallela per punctum principale A, quæ vices obeat horizontalis, sit punctum




distantiæ B, sintque A G, A H, æquales ipsi A B, puncta G, & H, erunt puncta distantiæ respectu plani H G. sit ergo prisma delineandum, quod innitatur angulo. fiat eius basis EKM, cuius latera KM, KE, tendant ad puncta distantiæ, cætera perficiantur more consueto. hoc est linea K L, & illi parallelæ, sint quasi verticales respectu lineæ terræ C F. si velles aliter detorquere basin E K M, essent assummenda alia puncta accidentalia in linea HG.

Hoc artificio poteris delineare omne solidum, cuius basis erit ad tabellam recta, seu cuius vnica 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 cuius C D, est linea terræ, nisi lineam C F, vnde si in puncto N, eiusdem horizontalis 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. Supponatur enim aliquis habere duos asserculos sibi secundum vnam lineam coniunctos, sit autem ea linea parallela lineæ

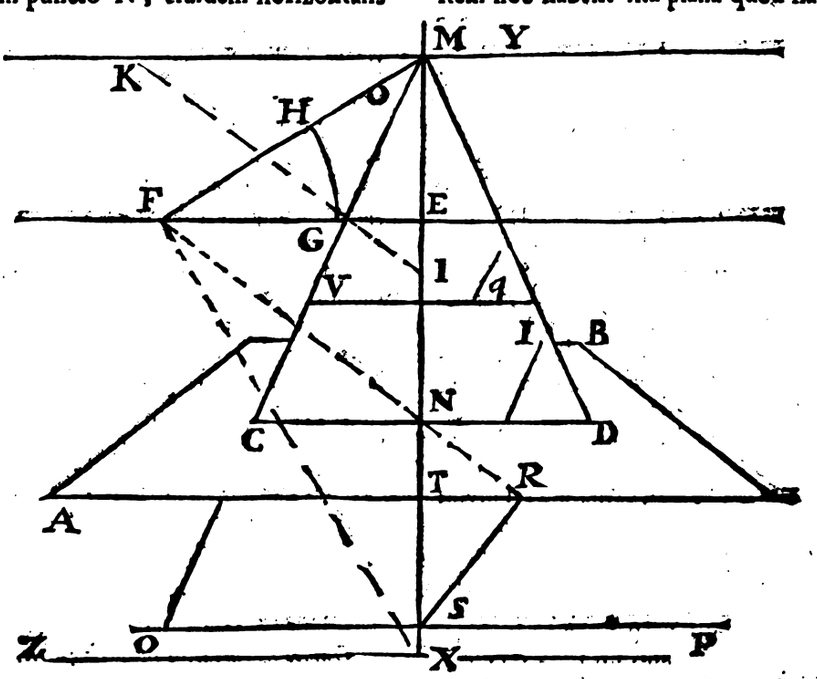
plani, cuius CD, est linea terræ, inclinandum esset corpus, eô modô, quô inclinatum est corpus EKM, ex puncto principali A, per punctum N, ducendus esset radius ND attingens lineam terræ C D, in puncto D, per quod ducetur linea D O priori parallela, & quæ in describendo tali corpore, vices obibit lineæ terræ. nam planum inclinatum cuius communis sectio, cum tabella est C F, ex parte F, assurgit supra planum horizontale commune, ex alia verò parte infra illud deprimitur, vnde 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 rectam.*

Voco inclinationem ad tabellam rectam, quæ fit in plano verticali ad tabellam recto. hoc est si supponatur corpus esse perpendiculariter erectum, deinde moveatur, ita vt motus ille quô inclinatur fiat in planô verticali ad tabellam recto, vocabitur hæc inclinatio ad tabellam recta. sicut autem vt aliquod corpus delinearemus, quod staret rectum seu verticale, primô statuimus horizontale planum in quo eius Ichnographiam, seu basin quærimus, ita etiam, planum inclinatum formabimus, in quo si operari possimus eôdem modô quô in horizontali plano, maximum erit compendium; praxes enim superioris libri, erunt huic etiá vtiles & 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



neæ terræ, & aſſerculus vnus ſit horizon, alius vero elevetur ſenſim. linea immobilis vtrique 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 CD. Sit punctum principale E, punctum diſtantiæ F, FE linea horizontalis, AL linea terræ. ex F puncto diſtantiæ vt centro, intervallo quocúmque fiat arcus G H, æqualis inclinationi plani delineándi. ducatur FHM, ſecans lineam principalem E M in puncto M. dico punctum M, eſſe punctum principale reſpectu illius plani, hoc eſt omnes lineas obiectivas 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 vt 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 CD, in plano inclinato ducta, eſt parallela lineæ FM, per oculum F ductæ. quare perpendicularis ad CD, in tali plano ducta (*per 2. 1. huius*) convenit in puncto M, & conſequenter omnes aliæ illi parallelæ. quod erat primo demonſtrandum.

Secundo ducatur linea FNR, ſitq; angulus TRS, æqualis angulo M F E, ducatúrque O P, parallela lineæ terræ. oſtendo lineam OP, eſſe communem ſectionem prædicti plani, & tabellæ. nam (*per 12. 1. huius*) lineæ NT, TR, perſpectivè ſunt æquales, vt procedentes ab eodem puncto diſtantiæ F, & lineæ NS, FM parallelæ ſunt, perſpective ſcilicet, quia concurrunt in eodem puncto M. quare anguli MFE, TRS æquales ſunt, & cum MFE, ſit æqualis inclinationi plani, T R S eidem angulo inclinationis æqualis erit. quare linea cuius MN, eſt apparentia in plano iuclinato ducta, cum linea horizontali quam N T, repræſentat comprehendit angulnm æqualem angulo TRS, eſt etiam linea quam NT, repræſentat æqualis lineæ T R vt oſtendimus, angulus item quem linea NT, repræſentans, cum linea verticali T S comprehendit rectus eſt, ergo linea quam MN repræſentat, vlterius producta attingit tabellam in S. quod fateor minùs benè à figura repræſentari.

Sit M K æqualis lineæ M F; dico punctum K, eſſe punctum diſtantiæ reſpectu illius plani. nam ſi dividenda ſit linea M C O, ex natura rei dividi debet ex puncto oculi F, ducendo in puncto O, parallelam lineæ F M, ſed pro F M, vtamur lineâ K M, æquali ipſi F M, & lineâ O P illi parallela. quæ cum ſit communis ſectio tabellæ, & plani illius, ſimul obiectiva & perſpectiva eſt.

Si tamen velimus, poterimus vti linea CD, ſed in partes minores diviſa, vt dividamus lineam MCO, vt iam docuimus in (*prop. 4. huius.*)

Quia autem requiritur præterea, vt lineas ducamus ad tale planum inclinatum rectas, nempe vt perficiamus omnia, quæ in planis ad tabellam rectis præſtamus. ducatur ad lineam FM, perpendicularis FX, dico omnes lineas obiectivas ad planum illud inclinatum rectas, habere apparentias in puncto X convenientes.

Demonſtratio. Intelligatur vt prius linea FM, in ſtatu erecto, nempe linea E F, ſit perpendicularis ad tabellam, planúmque trianguli EFM ad tabellam rectum, & conſequenter totum triangulum M F X, 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 cuius communis ſectio cum tabella eſt K M, eſt rectum ad planum trianguli MFX. eſt autem linea F M, 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, huic plano inclinato, ex ſuppoſitione, igitur omnes lineæ quæ ſunt ad planum deſcribendum rectæ, ſunt parallelæ lineæ F X, & F eſt oculus; igitur (*per 2. 1. huius*) omnes conveniunt in puncto X. quod erat demonſtrandum.

Reſtat vt 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 obiectiva cuius linea I, eſt apparentia, attingit tabellam, quod diximus neceſſarium eſſe, ad diviſionem alicuius lineæ, vtere ergo linea CD, ſed iam diviſa in ſuas partes perſpectivas licet minores. & ductis ex puncto Z, per ſingula diviſionum puncta, lineis occultis linea I diviſa erit. ſi autem alia linea verbi gratia q, dividenda eſſet, vtendum eſſet parallela V q, in partes adhuc minores diviſa.

Inveniemus autem facile apparentias cæterarum linearum, in eo plano ductarum, & ad communem ſectionem illius cum tabella obliquarum, nam praxes communes ſuam vim obtinent. verbi gratiâ ſit ducenda in eo plano linea, quæ cum perpendicularibus ad lineam terræ quemcumque angulum comprehendant; fiat linea MK, æqualis lineæ M F, 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 M K I, ad quarum linearum diviſionem, ſi linea KY, ſit æqualis lineæ KI, punctum Y, erit punctum diſtantiæ, reſpectu linearum in puncto I concurrentium.

## PROPOSITIO XI.

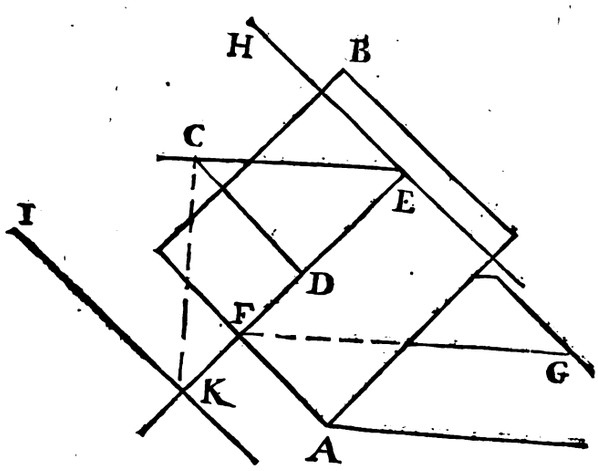
### Problema.

*Omnes apparentias inuenire quoties tabella eſt inclinata.*

Non tantùm pictura exercetur in plano verticali, ſeu ad horizontem rectô; ſed etiam poteſt vſurpari in plano quocúmque, quoties igitur in plano

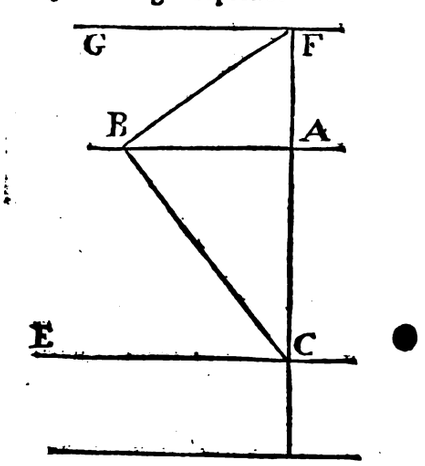
Digitized by Google

leges planorum inclinatorum obſervandæ ſunt. Sit enim oculus in C, ducatur perpendicularis

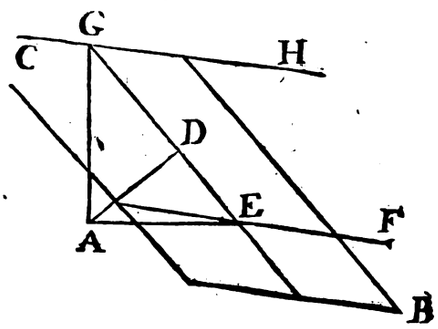



CD, hæc non dabit horizontalem lineam. ducatur linea horizonti æquidiſtans per oculum quæ ſit C E, & æquidiſtans lineæ F G, in plano horizontali ductæ, & perpendiculari ad F A, communem ſectionem plani horizontalis, cum tabellâ. hæc linea C E, attingat tabellam in E, punctum E, erit concurſus omnium linearum parallelarum lineæ FG. per ſecundam huius. 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, parallelâ lineæ A F, factáque K I, æquali ipſi C K. 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 propoſitione 10. de plano magis aſſurgente verſus punctum principale, proportione quâdam intelligenda eſſe, de plano magis depreſſo.




Sit ergo punctum principale A, linea horizontalis A B, punctum diſtantiæ B, ſitque aliquod planum magis inclinatum, & declive verſus partes A, quam planum horizontale. factô angulô A B C 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 eius lineam terræ, ſeu communem illius ſectionem cum tabellâ, concurrent in puncto C. linea C E, erit quaſi eius horizontalis; factâque C E, æquali ipſi C B. erit punctum E, punctum diſtantiæ neceſſarium ad earum diviſiones. fiat angulus C B F rectus, in puncto F, concurrent omnes lineæ ad illud planum rectæ. fiat linea F G æqualis, lineæ BF, erit G, punctum diſtantiæ, neceſſarium ad diviſiones illarum linearum, concurrentium in puncto F. quæ omnia patent ex dictis.




Hâc vltima notatione vtendum erit, quoties tabella inclinata erit verſus oculum. Sit enim oculus A, tabella inclinata B C, ita vt linea perpendicularis ab oculo, ad tabellam ſit A D. 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 A E, erit punctum F punctum diſtantiæ. per oculum A, intelligatur duci linea verticalis A G, attingens lineam ED, productam in puncto G. (*per ſecundam 1. huius*) omnes apparentiæ linearum verticalium concurrent in puncto G, ſit G H, parallela lineæ E F, & æqualis lineæ AG, F. erit punctum diſtantiæ, dividendis lineis verticalibus accommodatum.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*Praxis ſuperioris doctrinæ.*

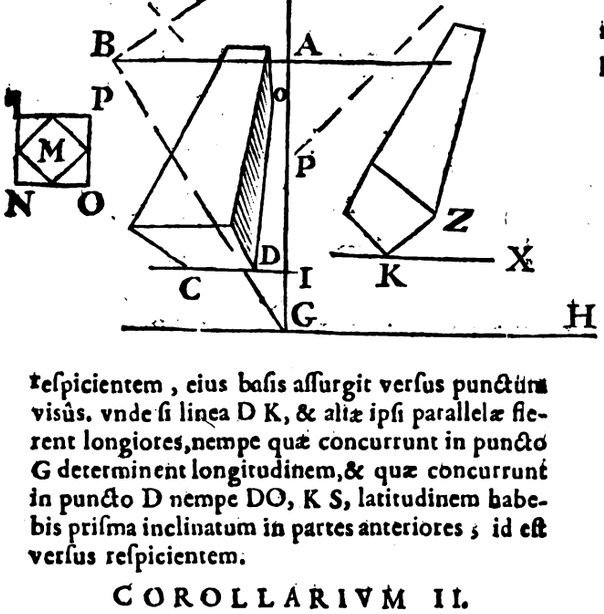
Quia difficile nonnullis videretur tot plana excogitare: vt melius percipiatur praxis. Sit punctum principale A, punctum diſtantiæ B. ſit ſupra lineam CD, in horizontali plano poſitam, deſcribendum priſma, quod magis elevetur verſus punctum principale A, quam horizontale planum, fiat angulus ABE, æqualis angulo quem priſma comprehendere debet cum plano horizontali: per punctum E, ducatur EF, parallela lineæ terræ, & æqualis lineæ BE. erit punctum F punctû diſtantiæ. fiat item angulus ABG rectus, & linea G H, 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, vtendo linea CDI, in ſuas partes diviſa. Et hoc modo perfectum erit priſma. quod magis elevabitur quam horizon verſus punctum viſûs.



Digitized by Google

## COROLLARIVM I.

Si è contrà velles illud priſma elevare,& inclinare in partes anteriores, dum inclinatur verſus




reſpicientem, eius baſis aſſurgit verſus punctum visûs. vnde ſi linea D K, & aliæ ipſi parallelæ fierent longiores,nempe quæ concurrunt in puncto G determinent longitudinem,& quæ concurrunt in puncto D nempe DO, K S, latitudinem habebis priſma inclinatum in partes anteriores; id eſt verſus reſpicientem.

## COROLLARIVM II.

Si quis deſideraret priſma,quod horizontale planum tangeret tantum in vno puncto,ſeu angulo, & quod pariter elevaretur ad partes, puncti principalis,magis nempe quam horizon.illius plani baſis includatur quadrato,vt vides in figura M. deinde priſma cuius baſis NOPq ſicut prius delineetur, quod nempe horizontem tangat in linea NO.

## COROLLARIVM III.

Quando autem delineandum eſt priſma, quod non inclinetur directè, verſus punctum principale; ſed ad latera,ita tamen vt vna eius ſuperficies maneat in plano directe inclinato verſus punctum principale, atque adeo quod horizontale planum tangat in vno 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 cóincidere 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 M P, & linea V N, æqualis lineæ V P. 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 K V, K M, K G, ſeu KZ,quæ K Z, dividetur ex H, per linem K X, 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, & iam in ſuas partes diviſam.

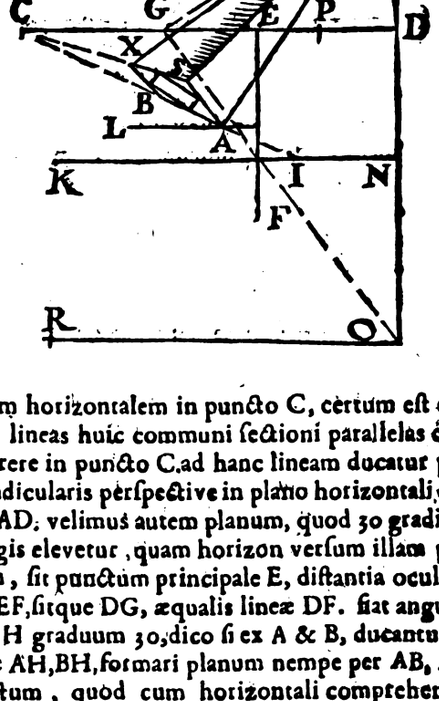
Atque hôc modô perficiemus ea omnia quæ in hoc plano magis elevato, quam ſit horizontale planum. nec difficilius operaremur in plano minus elevato quam ſit horizontale planum,

## PROPOSITIO XIII.

### Problema.

*De Plano magis eleuato quam horizontale planum, in quamcúmque partem volverimus.*

Sit exprimendum ſeu delineandum planum,primò quod ſectionem communem cum horizontali plano habeat lineam AB; quæ producta ſecet li-




neam horizontalem in puncto C, certum eſt omnes lineas huic communi ſectioni parallelas concurrere in puncto C.ad hanc lineam ducatur perpendicularis perſpective in plano horizontali,quæ ſit AD. velimus autem planum, quod 30 gradibus magis elevetur, quam horizon verſum illam partem, 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 D F, 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 lineã FE,eſſe in ſitu erecto ad tabellam.igitur linea BH, AH, perſpective tale efformant planum. ad quod planum pertinet etiam linea AC.quæ ſi duceretur linea HC,hæc haberet reſpectu talis plani vicem horizontalis lineæ.Et quia A B, quæ eſt perſpective 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 huiuſmodi lineis non indigeamus ad diviſionem

linearum

Digitized by Google

lineárum 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 necessari, ad divisionem linearum AH, BH.

Secundò ducatur linea G O, perpendicularis ad GH, attingens lineam H O, 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 trâseunt per H & O, sunt in plano verticali eodem, ad quod lineæ ex C, cum linea A D, fuerit facta perspective ad A C perpendicularis.

Restant dividendæ lineæ quæ ducentur ad punctum C. illæ dividentur ex puncto P, quia C P æqualis est lineæ CF, distantiæ puncti C ab oculo, quæ eadem est, ac linea CF. & quia C P, parallela est lineæ terræ; vtendum erit linea terræ aut aliqua illi æquidistante, in suas partes licet minores divisa. vt dividantur lineæ in punctum O concurrentes. oportet accipere distantiam quæ est à puncto O, vsque ad oculum, vt fecimus circa punctum H, quæ transferatur in parallelam OR.

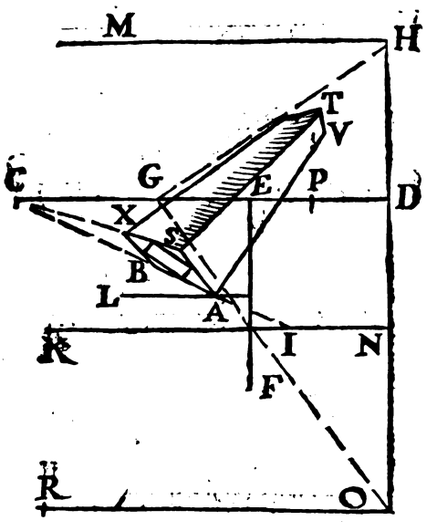
Corolle. Si verò deberet prisma tangere horizontem tantum in angulo, ita vt eius sttiæ, tenderent ad punctum H, & nulla linea cum horizontali plano congrueret, ei circumscribendum foret quadratum quod eius angulos tangeret, & secundum lineam integram coincideret cum horizontali plano, vt iam docuimus suprà.

## PROPOSITIO XIV.

### Problema.

*Praxis præcedentis propositionis.*

Inventis tribus accidentalibus punctis H, O, & eorum punctis distantiæ P, M, R. sit delineandum prisma quod planum horizontale tangat secundum lineam A B. ex punctis A, & B, ducantur lineæ ad punctum H, ad quorum longitudinem determinandam, vtendum est puncto distantiæ M, & lineâ terræ RN, aut eius parallela A L, in suas partes minores divisa. Sit determinata linea AV. Ex puncto accidentali O, ducantur lineæ O A S, OBX, O V T, vnius 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, inventô puncto S, ducatur ad punctum C, linea SX, occurrens lineæ OBX, in puncto X, ducatur item linea S T H, occurrens lineæ OVT in puncto T. ex T, ducatur linea T C, & ex X linea XH, & perfectum erit prisma, attingens horizontale planum secundum lineam AB, & angulum cum eodem horizontali plano comprehendens æqualem angulo AGD.




Corolle. 1. Vides autem in figura si intra rectangulum AX, descriptum esset aliud rectangulum, cuius anguli, latera rectanguli A X attingerent, descriptum esset prisma cuius omnes striæ angulum cum horizonte comprehenderent æqualem angulo HGD.

Corolle. 2. Si linea AS, BX, fierent longiores, & AV breviores, fieret prisma inclinatum ex parte respicientis ex parte oppositæ, cuius inclinatio cum horizonte esset complementum anguli HGD, hoc est si angulus HGD, fuerit graduum 30. eius inclinatio nempe angulus plani AX, cum horizonte esset graduum 60.

Quia autem posset aliquis velle illud idem prisma inclinare, immobili permanente linea A V, ita vt attolleretur supra horizontem linea AB, ita tamen vt angulum rectum perspectiuum cum linea AV efficeret. ideo sequentem propositionem adiungo, in qua data apparentia alicuius lineæ, & puncto eius accidentali, doceo modum assignandi omnes apparentias linearum cum ea angulum rectum componentium.

## PROPOSITIO XV.

### Problema.

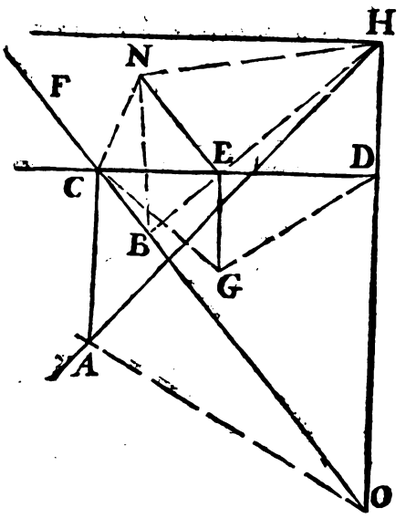
*Datâ apparentiâ lineæ quomodolibet inclinatæ, & eius puncto accidentali, assignare apparentias omnium linearum, angulum rectum componentium, cum ea & earum punctis accidentalibus.*

Sit qualis in superiori figura linea AH, quomodolibet inclinata ad planum horizontale. Sit punctum principale E, distantia oculi ab eo, æqualis lineæ EN, linea horizontalis E C, ad quam cadat perpendicularis HDO. Ex puncto H, per punctum principale E, ducatur linea HEB, ad quam sit perpendicularis E N, æqualis distantiæ oculi à tabella, ducaturque linea HM, ad quam sit perpendicu-



Digitized by Google

laris NB, attingens lineam H E B, in puncto B. per quod ducatur ad HB, perpendicularis BC. dico in ea producta, eſſe puncta accidentalia omnium ap-




parentiarum, repræſentantium lineas perpendiculares, ad eam cuius A H eſt apparentia. primò quidem oſtendo punctum B, eſſe punctum accidentale, ex quo lineæ ductæ, erunt apparentiæ linearum perpendicularium perſpective ad lineam AH. ſupponatur triangulum H N B ita erigi, vt ſit ad tabellam rectum. hoc eſt punctum N, cum oculo coincidat.

Demonſtratio. Cum B C, ſit perpendicularis ad BH, communem ſectionem plani HBN, & tabellæ, (*per* 4. *def.* 11.) erit CB, ad planum trianguli HBN recta. quare (*per* 18. 11.) omnia plana per ipſam ducta, quale eſt planum CBN, ſunt recta ad planum trianguli HBN. ad quorum communem ſectionem B N, ſit ducta perpendicularis H N. (*per* 4. *def.* 11.) hæc erit recta ad planum per CB, B H ductum. vnde 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 N C, apparentiæ omnium parallelarum ipſi CN, concurrent in puncto C. igitur C A, 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 CN, N H, ſed lineæ C N, N H, angulum rectum comprehendunt; ergo CAH, eſt apparentia anguli recti. quod erat demonſtrandum.

Cum autem lineæ quarum punctum accidentale eſt in C, ſint lineæ horizontales; linea CA erit in horizonte. vnde ſi velit aliquis lineam elevatam ſupra horizontalem, & angulum rectum comprehendentem, quærendum eſſet punctum accidentale ſupra horizontalem C D, 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 cuius A H eſt apparentia, quæ ſint parallelæ tabellæ, & illæ erunt parallelæ lineæ CB, nam ſi in plano FBN, per oculum N, ducatur parallela lineæ C B, quæcúmque linea obiectiva illi parallela; etiam parallela erit tabellæ, & habebit apparentiam ſibi parallelam, & conſequenter parallelam lineæ CB.

Quare hâc propoſitione, datâ quâlibet lineâ inclinatâ ad horizontem; dabimus apparentiam aliarum linearum cum ipſis angulum rectum perſpectiuum comprehendentium, & ſeligemus dum opus erit, eas quæ inclinatæ erunt ad horizontale planum, quod erit inferius vſui. vt videbimus in praxi.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Datis punctis accidentalibus duarum linearum, angulum rectum comprehendentium; inuenire punctum accidentale, tertiæ lineæ cum vtráque angulum rectum cómprehendentis, ſeu quæ ſit recta ad planum per eas ductum.*

Quia pleráque corpora, quorum apparentias delineandas ſuſcipimus, angulum rectum ſolidum continent; ſit 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 inueniendi perpendiculares omnes, quæ ad vnam duci poſſunt, & oſtendimus, eorum puncta accidentalia eſſe in linea aliqua determinata; reſtat vt ex iis punctis accidentalibus, à quibus lineæ ductæ ſint perſpective perpendiculares, etiam ad inventam perpendicularem. Si enim in ſuperiori figura, omnia puncta quæ ſunt in linea CD, poſſunt eſſe ita accidentalia, vt linea ab iis ducta ſit perſpective perpendicularis ad A H, ſupponatur ſelecta fuiſſe linea C A, oportet autem invenire punctum accidentale, ex quô ducta linea ad punctum A, ſit perſpective perpendicularis ad vtrámque, nempe ad AH, AC. ex puncto accidentali C, per punctum principale E, ducatur linea CED, ad quam ſicut priùs ſit perpendicularis E G, æqualis diſtantiæ oculi à puncto principali. ducatúrque CG, ad quam ſit perpendicularis GD, per D, agatur perpendicularis D O, ſecans lineam C B, in puncto O, aſſero punctum O, tale eſſe, vt omnis linea ab ipſo procedens, ſit perpendicularis perſpectivè ad C A, eadem enim eſt praxis quâ in propoſitione 13. oſtendimus omne punctum lineæ CB, tale eſſe, vt poſſit eſſe punctum accidentale, in quo conveniant perpendiculares, quæ duci poſſunt, perſpective ad lineam A H. Eâdem ergo demonſtratione evincitur puncto O, eſſe accidentale reſpectu perpendicularium quæ duci poſſunt ad C A, ſed cum etiam illud pertineat, ad lineam C B, erit accidentale reſpectu perpendicularium, quæ duci poſſunt ad C A. igitur ſi ducatur linea O A, fiet in puncto A, angulus rectus ſolidus.

Vt habeantur puncta diſtantiæ, ſemper accipienda eſt diſtantia puncti accidentalis, ab oculo, quæ transferenda eſt in parallelam lineæ terræ, quâ vtendum erit, ad determinandam longitudinem apparentiarum. vtimur autem vel parallelis lineæ terræ, vel ipſa lineâ terræ: quia ſæpe nimis difficile eſt eas producere vſque ad lineam terræ. cum igitur vtimur parallela lineæ terræ, ea antea dividi debet, in partes ſuas realiter minores, licet perſpectivè

Digitized by Google

perſpectivè æquales diviſionibus lineæ terræ. ſicut fecimus prop. 14.

## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Nulla apparentia lineæ quantumlibet productæ, peruenire poteſt ad punctum ſuum accidentale, licèt magis ac magis ad illud poſſit accedere.*

Vt 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 obiectivarum parallelarum conveniunt. dico ergo nullam apparentiam lineæ, pervenire poſſe vſque ad punctum illud accidentale, licèt poſſit ad illud ſemper accedere. hoc eſt quantumlibet linea obiectiva in infinitum, magis, & magis producatur, fiet quidem longior eius apparentia, nunquam tamen coincidet cum eo puncto ad quod diriguntur apparentiæ reliquarum parallelarum. quod facillime 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, eius quidem apparentia magis, ac magis accedet ad punctum principale, quia intervalla parallela à longe viſa, ſemper ſpectantur ſub minori angulo, nunquam tamen, ſi mathematicè loquamur coincident. quod idem eſt ac dicere apparentia lineæ infinitæ finita eſt.

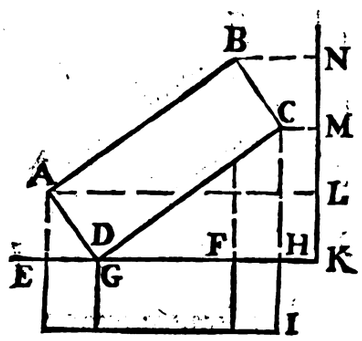
Quamvis ea quæ hactenus de punctis accidentalibus diximus, ſufficere poſſint, vt corporum quomodocúmque inclinatorum apparentias delineare poſſimus, quia tamen non quicúmque perſpectivâ indigent, poſſunt Geometricis principiis inſiſtere, ideo praxes aliquas communes, & intellectu faciliores hic ſubiungam, forſitan paulo longiores.

## PROPOSITIO XVIII.

### Theorema.

*Quid ſit Ichnographia, ſolidi inclinati, quid Orthographia.*

Etiam ſi ſolida inclinata inſiſtant plano horizontali, tantum ratione vnius lineæ, quâ illud attingunt, aut etiam vnius 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 facile haberi, niſi ſaltem corporis illius elevati, & inclinati vt par eſt habeatur Orthographia; quæ Orthographia eſt quaſi baſis, & veſtigiũ corporis in plano, verticali directe viſo, ſeu parallelo tabellæ. hoc eſt ſicut demiſſæ perpendiculares ad planum horizontale, ex ſingulis corporis angulis, in eo deſignant eius Ichnographiam; ita etiam ſi ex iiſdem corporis angulis, ad planum verticale directe, ſeu ὀφθῶς viſum, ducantur perpendiculares; oritur Orthographia. quoties corpus inclinatum exprimendum eſt, in quamcúmque partem obverti debeat illa inclinatio; primò ſupponendum eſt illud inclinatum eſſe modò facillimò, & ſuperiùs explicatò, nempe inclinatione parallela tabellæ. Vt ſi parallelipipedum inclinandum ſit, primo habenda eſt eius Orthographia A B C D, quæ inclinetur pro vt libuerit; ſi cadant ad lineam EH perpendiculares; habebitur pars Ichnographiæ nempe in linea EH puncta E, G, F, H, cui ſi adiungas latitudinem corporis H I, habebitur Ichnographia corporis inclinati, quæ ſemper minor erit, quam ſi idem corpus iaceret horizontaliter, & quò magis erectum erit corpus, eò minor erit vt 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 vt omnes elevationes in vna linea habeant, ex ſingulis angulis ſolidi, ſecundum inclinationem propoſitam elevati, ducunt parallelas vſque ad lineam aliquam verticalem, vt ſi ducatur linea KN, & à ſingulis angulis ABCD, ducantur lineæ parallelæ AL, C M, B N. 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.

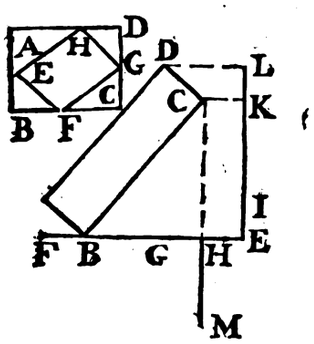
*Parallelepipedi declinantis gradibus 30. & inclinati gradibus 50 apparentiam delineare.*

Primò fiat Orthographia talis plani A B C D, ſitque angulus CBE graduum 50. tum ex angulis ſingulis cadant perpendiculares ad lineam E F, quæ pro pauimento ſumitur, & quæ contractionem Ichnographiæ notatam habebit. (nam vt diximus, plana quò minùs inclinantur, hoc eſt quò minùs recedunt à perpendicularibus eo 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 vt la-

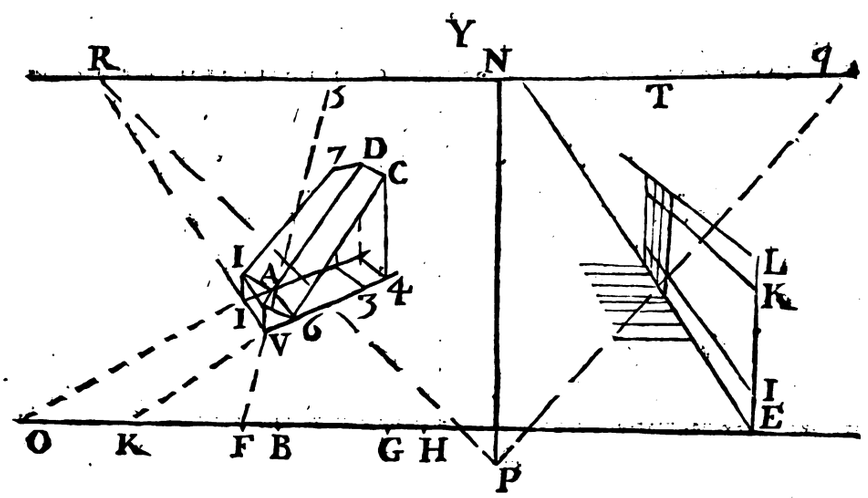


Digitized by Google

titudo eius ſit æqualis lineæ H M, eius longitudo ſit BC, & craſſities ſit DC.




Primò incipiendum ab eius Ichnographia vt 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 P q, & RT, æqualis lineæ PR. aſſignetur punctum V, in quo tale parallelepipedum delineandum eſt, ducatur linea V q, ad punctum accidentale q. & ex eius puncto diſtantiæ S, ducatur linea S V F, attingens lineam terræ in puncto F. ponanturque diſtantiæ ſuperioris figuræ F B, B G, G H. ex quibus punctis, ſi ducantur lineæ occultæ ad punctum diſtantiæ S. diuidetur vt par eſt linea Vq, per quæ puncta ducendæ ſunt lineæ, ad punctum




accidentale R contrapoſitum. tùm vt habeas latitudinem Ichnographiæ, ex puncto diſtantiæ T, reſpectu nempe puncti R. duc lineam TVK, ſitque KO, æqualis latitudini M H ſuperioris figuræ, ducatur linea OIT. & habebitur punctum I, in linea VI, per quod ducetur linea Iq. ita habebitur Ichnographia declinans, quæ omnia deſumpta ſunt ex ſecundo libro. in puncto V, per 3 librum excitetur perpendicularis VA, æqualis perſpective lineæ E I ſuperioris figuræ. in puncto 3, excitetur perpendicularis 3 D, æqualis perſpective 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. Quò ad Ichnographiam, ſupponitur tota ex libro ſecundo, docuimus enim methodum deſcribendi quamcúmque Ichnographiam. quare vere Ichnographia declinat gradibus 30. quòd verò parallelepipedum inclinatum ſit gradibus 50. ita probatur cum enim linea 64. æqualis ſit perſpective ſegmento B H, lineæ terræ, id eſt lineæ B H ſuperioris figuræ; item linea 4 C, fuerit facta perſpective æqualis lineæ EK ſeu H C, item angulus perſpectiuus 6 4 C ſit rectus, nam linea 4C verticalis eſt, & conſequenter recta ad planum horizontale, ſequitur triangulum 6 4 C, eſſe æquale perſpective triangulo CBH, & conſequenter angulum C6H, eſſe perſpective æqualem angulo C B H, quem ſupponimus eſſe graduum 50.

Notandum hic ſi bene operatus es, lineas 6C, A D, & alias parallelepipedi ſtrias concurrere in eodem puncto accidentali Y, item lineam D 7, & alias convenire in puncto accidentali R.

Notandum item, nos eâdem methodô potuiſſe idem parallelepipedum inclinare in partem oppoſitam, ſi nempe in puncto V, excitaviſſemus perpendicularem æqualem lineæ E K, in puncto 6 aliam æqualem lineæ E L, in puncto 4. æqualem lineæ E I, tetigiſſet enim planum horizontale in linea 35.

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, ita vt altitudo puncti B, ſit NE, & puncti A, ſit NI, puncti C, ſit N K, & puncti D, ſit N L, habebimus apparentias parallelepipedi in editiori loco collocati. Eadem tamen manebunt puncta accidentalia.

Si vero ſit propoſitum parallelepipedum deſcribendum cuius nulla linea, ſeu ſtria coincidat cum plano horizontali, vt in priori exemplo manente immobili linea 6 C, intelligatur parallelepipedum inverti, ita vt linea D7, non amplius ſit horizontalis, nec tendat ad punctum R, ſed altius

dirigatur

Digitized by Google

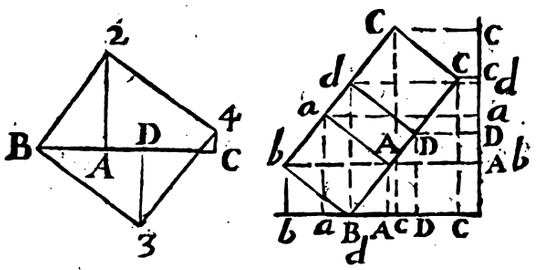
dirigatur, volunt tale parallelepipedum includi intra aliud, cuius linea aliqua tangat horizontale planum, aut illi parallela sit.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

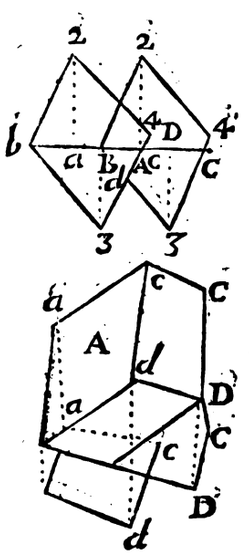
*Prismatis declinantis, & inclinati item horizontem in angulo tangentis, apparentiam delineare.*

Sit prisma quadrangulare cuius Ichnographia Geometrica. Sit figura A, basis alicuius parrelle-




lepipedi, quod ita inclinare volumus, vt tangat horizontem in angulo, & adhuc linea metiens inclinationem sit B C. hoc est vt maior fiat irregularitas sit linea B C. ex singulis eius angulis ad lineam BC, cadant perpendiculares, habeanturque in eâ, puncta B, A, D, C. Inclinetur ea linea pro vt libuerit. ponatur item crassities prismatis sitque Bb, & perfecto parallelogrammo BC, 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 perpendiculariter; ideo duplex basis formatur, quarum prima incipit à puncto b lineæ




bE, & finitur in paruo c, altera incipit à puncto B, & finitur in magno C. dum elevatur autem totum prisma decrescit longitudo B C, nullô modo decrescit latitudo. quare si loco lineæ A C primæ figuræ, sumatur linea bc, cum suis divisionibus, & in punctis a & A, excitentur duæ perpendiculares æquales lineæ A a primæ figuræ, & in punctis d & D, aliæ duæ æquales lineæ D3, & in punctis c & C. fiet duplex Ichnographia b234. & B234. quæ per modum vnius Ichnographiæ Perspective delineandæ sunt, pro vt voluerimus prisma nostrum declinare, aut non declinare.

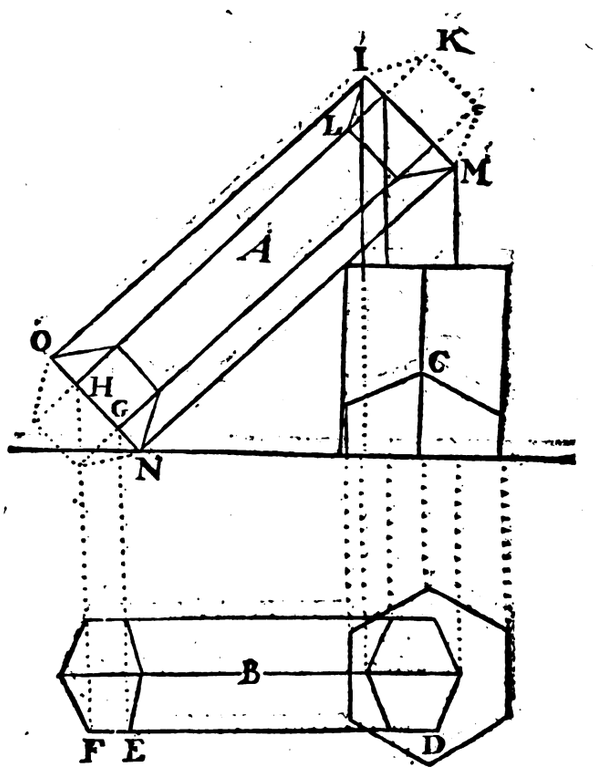
Primo ergo hæc Ichnographia Geometrica in perspectivam mutetur sitque bBdDcC, tunc ex puncto b, excitetur perpendicularis perspective æqualis lineæ bb. & in puncto d, alia æqualis lineæ dd, ita in reliquis angulis, & habebis omnes apparentias angulorum quibus prisma perficies. si autem recte operatus fueris, lineæ BD, bd, ac, aut convenient in eodem puncto accidentali, aut si accidat eas esse apparentias linearum parallelarum tabellæ, erunt inter se parallelæ. idem dicendum de ab, AB, dc, DC. idem de Bb, Dd, cC. aA.

## PROPOSITIO XXI.

### Problema.

*Prismatis exagoni declinantis, & inclinati innixi alteri prismati hexagono, apparentiam inuenire.*

Sit sectio prismatis exagoni diagonalis, parallelogrammum A. sitque figura C, exagonum quod




sit basis alterius prismatis, cui prius 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 eius latera fiant parallela. atque ita perficietur tota Ichnographia composita, vt figura D satis ostendit.

Hæc

Hæc Ichnographia compoſita, per praxes ſecundi libri perſpectiue delineetur, cum quacúmque declinatione, tum ex ſingulis eius angulis erigantur perpendiculares, æquales ſibi reſpondentibus in ſuperiori figura eô modô quo diximus in aliis exemplis.

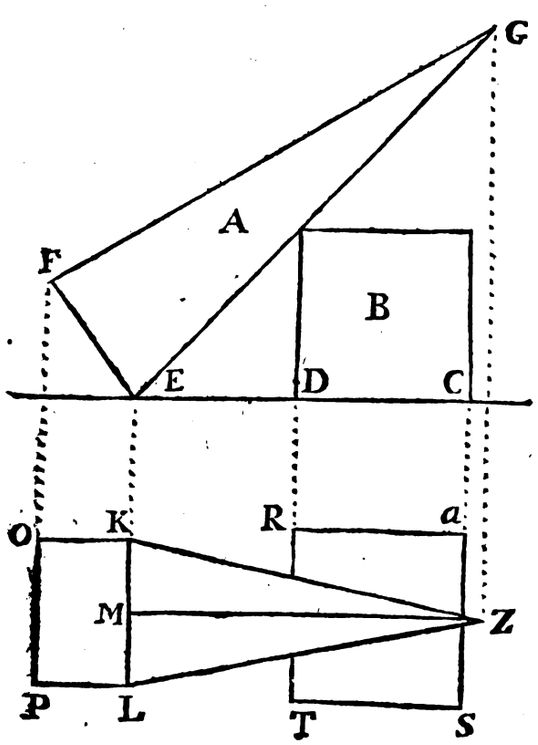
Si exagono circumſcribas circulum habebis cylindrum eodem modo inclinatum, & declinantem.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*Pyramidis quadrangularis inclinatæ, declinantis, cubo innixæ, apparentiam inuenire.*

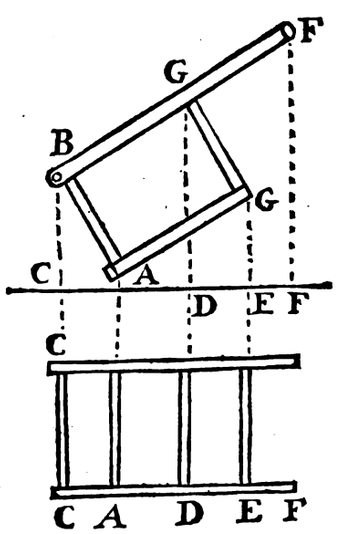
Sit pyramis cuius baſis quadratum. illius autem latus ſit linea F E, intelligatur eius ſectio verticalis eſſe figura A, & ſectio item verticalis cubi eſſe figura B. incumbet autem horizonti ſecundum lineam aliquam. inclinetur ad libitum, ductíſque ex more perpendicularibus, decreſcet latitudo baſis, eò quòd EG, ſit inclinata, quare eius baſis licèt quadratæ, Ichnographia erit rectangulum PK. cubus autem habebit ſuam baſin eandem, inclinatus enim non eſt.




Inventa Ichnographia compoſita, perſpectivè delineetur, cum quâlibet declinatione, & ex ſingulis eius punctis, erigantur perpendiculares inventæ per inclinationem Orthographiæ, & habebitur apparentia pyramidis, inclinatæ, & declinantis.

Si autem quadrangularis, hæc pyramis, horizontale planum tangeret ſecundum angulum eius 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 eius Orthographia, ſicut enim Ichnographia formatur dum perpendiculares cadunt in planum horizontale; ita etiam habetur Orthographia corporis, dum ab eo cadunt perpendiculares in planum verticale directe oculo oppoſitum. Sic autem inclinatum corpus poteſt varie, detorqueri, ita vt puncta in quæ cadunt perpendiculares ſint varia, hæc Orthographia eſt vſui vt 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 alicuius 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 eius punctis perpendiculares inventis perſpectiue æquales excitentur.




Vt ſi ſedile delineandum ſit inclinatum, inclinetur inclinatione parallela tabellæ. ductis perpendicularibus, decurtantur lineæ, nempe pro linea AB, habetur AC. pro linea B G, habetur linea C D, & ita de reliquis. latitudo verò ſedilis non decurtatur per inclinationem. vnde in Ichnographia linea CC, eſt æqualis Geometricæ latitudini ſedilis, at pro linea BG ponitur B D, quæ minor eſt &c. in quo notandum eſt duplicem quaſi Ichnographiam generari, vnam partis ſuperioris BGF, aliam partis inferioris A G, quæ exhibetur rectangulo AE.

Hæc Ichnographia perſpectiue deſcribatur, cum quâcumque voluerimus declinatione, excitatis enim ex ſingulis eius punctis, perpendicularibus, perſpectivè æqualibus lineis BC, GD, GE, FF, & aliis, habebimus apparentias angulorum.

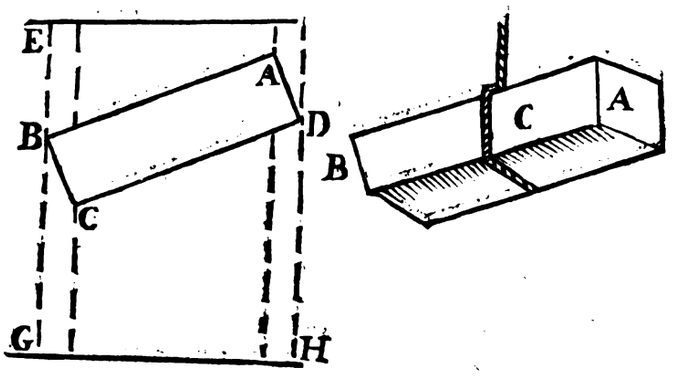
PROPO

## PROPOSITIO XXIII.

Problema.

*De Corporibus in aëre ſuſpenſis.*

Corpora in aëre ſuſpenſa iiſdem prorſus praxibus delineantur ac corpora, horizontali plano




erigantur, vel dum inclinabitur, Orthographia verbi gratia A B C D, loco Ichnographiæ in plano horizontali ſubiecto; fiat Ichnographia (ſi tamen vtendum ſit hoc nomine) in plano ſuperiori ductis nempe perpendicularibus B E, D F & aliis.

Si velis vti plano horizontali inferiori, dum inclinabitur Orthographia ABCD, linea ſubiecta perpendiculares BG, DH excipiens, & alias huiuſmodi, 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 eius 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, licet vniverſaliſſimas invenio operoſiſſimas, vnde puto ſatiùs eſſe recurrere ad puncta accidentalia, quæ invenire non eſt adeo difficile, per praxes ſuperiùs allatas, cui tabella inſiſtit incumbentia. primo enim docuimus modum deſignandi horizontalis plani, quantumlibet ab hoc plano inferiori diſtantis, in quo eôdem modô operandum eſt ac in eô. nec te moveat quod ſi planum horizontale, ſit alterius puncto principali, faciem inferiorem oſtendat, id eo enim eôdem modô operari debes, & nè turbetur imaginatio, invertatur figura, tantum ſi inverſa fuerit tabella, perpendiculares erunt accipiendæ, deorſum; vt reſtitutâ tabellâ, ſurſum 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, vt ſi priſma AB ſuſpendi debeat; fingendum eſt planum aliquod verticale, in quo ſit centrum gravitatis C, & in eo funis ſupponi. alioquin impoſſibile eſſet, vt corpus in tali ſitu permaneret.



Digitized by Google

# PERSPECTIVÆ LIBER QVINTVS.

## De Laquearibus & fornicibus.

*SVPERIORIBVS libris eas tradidimus perſpectiuæ 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 cuiuſcúmque rationis non vulgaris: quia autem vix vnquam, 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, vt oculos decipiamus, ideo ea præcipue 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, vt in contignatione aliqua plana; vere dari punctum principale. hoc eſt punctum illud in quod cadit perpendicularis ab oculo ad tale planum ducta. notandum item demonſtrationes noſtras primô libró traditas, vim ſuam omnem, reſpectu talium planorum obtinere. prima quidem quæ aſſerit omnem lineam obiectivam 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 quæcúmque figura, in plano horizontali deſcripta eſt; in contignationibus, & tabulatis, eôdem modô depingitur, ſimilémque habet inclinationem. lineæ igitur obiectivæ horizontales omnes, vt pote tabellæ parallelæ, eundem ſitum in tabella obtinent, quem in ſeipſis habent.

Et pro communi earum menſura debet ſumi linea quæcúmque, quæ ſimul ſit obiectiva, & perſpectiva.

Quare quoties aliquid delineandum eſt in contignationibus, determinandus eſt locus è quo ſpectari debeat tota pictura. neque enim poſſibile eſt, vt ex omni loco appareat concinnè, & appoſite. 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, vt in praxibus ſuperioribus vidimus, eſt diſtantia oculi à puncto principali. quæ in lineas aliquas in tabella deſcriptas transferri poterit. vt vidimus in perſpectivis communibus, eam diſtantiam transferri in lineam horizontalem, aut uerticalem pro vt ferebant praxes noſtræ.

Linea horizontalis proprie 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 eius obibit, quælibet linea per punctum principale ducta, quæ ſemper erit communis ſectio tabellæ, & plani verticalis per oculum ducti.

Linea terræ poteſt eſſe, quæcúmque extremitas tabellæ, cui ducatur per punctum principale parallela, quæ munus obeat lineæ principalis. vnde ſi in medio tabulati, ſeu contignationis, fuerit punctum principale, quæcúmque contignationis extremitas erit linea terræ ſuam habens lineam horizontalem ſibi reſpondentem, multiplicantur enim ad libitum lineæ horizontales, aut pro horizontali ſumptæ, in quas transferetur eôdem modô diſtantia, ita vt vtrinque ſint puncta diſtantiæ.

Secunda propoſitio fundamentalis, in huiuſmodi perſpectivis habet locum. cum ſit vniverſalis, & nullô modô affixa tabellis verticalibus, nempe ſi detur linea obiectiva, non parallela tabellæ, cui per oculum ducatur parallela tabellam attingens, fore vt eius apparentia per illud punctum tranſeat.

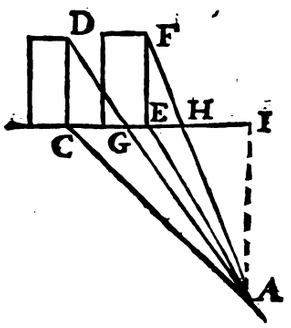
Vnde primò omnis linea verticalis obiectiva, habet apparentiam tranſeuntem per punctum principale. quia linea ducta ab oculo ad punctum principale, perpendicularis eſt ad tabellam quæ horizontalis eſt, igitur verticalis eſt, & parallela verticalibus, ergo omnes lineæ verticales tendunt ad punctum principale. ſic columnæ

Digitized by Google

lumnæ omnes, apparentiæ hominum ſtantium; omnia priſmata erecta, fiunt radij, 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, nempe contignationi ſuam etiam magnitudinem ſervant.

Pariter lineæ omnes ad puncta diſtantiæ ductæ, ſunt apparentiæ, linearum obiectivarum cum linea terræ angulum ſemirectum comprehendentium.



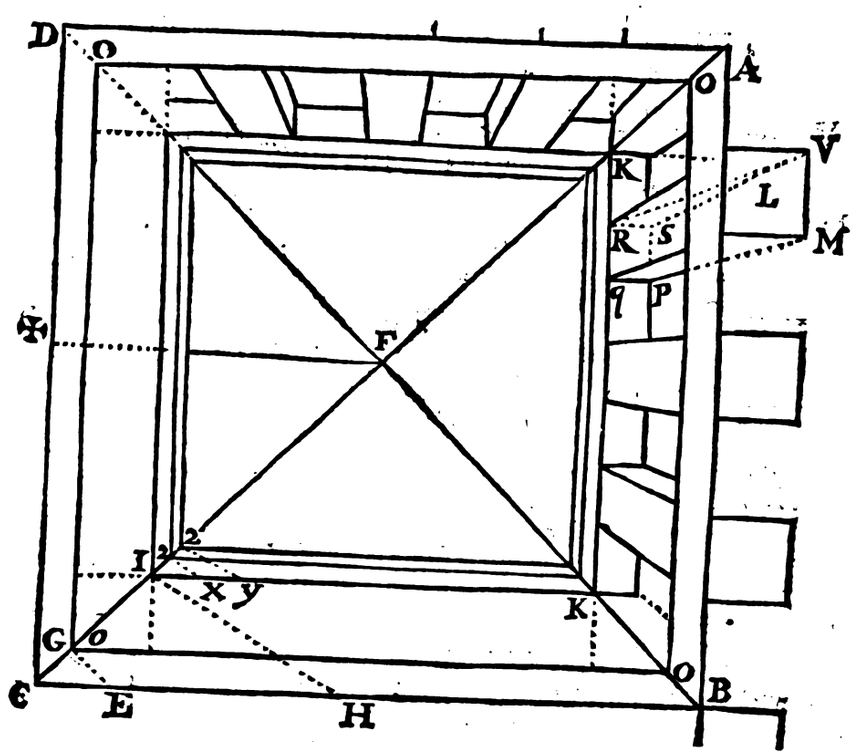

Mirantur nonnulli quod in hoc genere perſpectivæ obiecta, propiora ſæpe habeant apparentiam minorem, eò quod magis oblique oculo obiiciantur. Sit enim oculus in A. duo obiecta æqualia CD, EF, punctum principale ſit I, clarum eſt apparentiam CG, corporis CD remotioris, maiorem eſſe quam E H, apparentiam corporis vicinioris E F, quia nempe E F, magis oblique oculo obiicitur. neque hoc mirum videri debet cum in communibus perſpectivis id accidat. nam ſi linea CI, ſiat verticalis primaria, ſintque duæ lineæ obiectivæ CD, E F horizontales, & æquales; C D quæ magis diſtat ab oculo I, maiorem 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, nempe ductis diagonalibus AD, CD, ſe interſecantibus in puncto F, ſit punctum principale F, ſeligatur ad libitum linea C D, pro linea terræ, & linea F†, ſit linea diſtantiæ, quæ debet eſſe maior quam in figura expreſſa ſit. primò in linea terræ CD, ſit C E, craſſities tabulati, neque enim poſſunt paraſtades inſiſtere ſuperficiei tabulati indiviſibili, ſed addenda eſt aliqua craſſities, ſit deinde E H, altitudo paraſtadum incipiendo nempe ab E, ducantur duæ diagonales ad punctum diſtantiæ †, eruntque (*per 12. huius*) CG, CE; EH, GI, perſpective æquales. per puncta G & I, ducantur lineæ parallelæ lineis AD, CD, perficianturque quadrata, habebiturque altitudo omnium paraſtadum quas ita perficies. verbi gratiâ ſit perficienda paraſtas ſupra quadratum L. ducantur ex M V, radij ad punctum principale E, vſque ad lineam IK, quam iam antea duximus. ducantur item radij ex punctis reliquis occulti tamen, & ex P & q, ducantur duæ parallelæ lineæ horizontali, occurrentes radiis TR, VS. in punctis R, & S. formabiturque ſecunda baſis P q R S. producatur linea R S, occulta tamen vſque ad diagonales, hæc determinabit

omnium paraſtadum baſin ſuperiorem. vnde ductis ex ſingulis baſium angulis, lineis, vſque ad lineas formantes quadrata, iam deſcripta, perficientur paraſtadum apparentiæ. Si velis coronidē aliquam paraſtadibus imponere cum aliqua craſſitie, hæc in puncto H, lineæ terræ notanda eſſet; vel in linea I V, ſed debet iam 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, bene exprimi per quadrata, quia vere ſunt in plano horizontali, & parallelo ſaltem tabellæ, dixi ſaltem, nam inferiores, ſunt in ipſo tabellæ plano. Item data GI, longitudine vnius paraſtadis, per lineam IK, bene 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, vt punctum principale ſit extra tabellam, aut magis ad vnam partem accedat, quam aliam, loco diagonalium, ducendi ſunt radij, ad punctum principale, & tunc in vna parte longiores ſunt paraſtades, quàm ex aliâ, licet earum apparentiæ lineis parallelis comprehendantur. hoc melius concipietur ſi quis hæc præcepta revocet in praxin.

Poterant locò paraſtadum columnæ delineari, ſed tunc locô baſium quadratarum, circuli æquales formandi erant. determinata autem, & inventa altitudine I. immo ſi velis factô circa vnum circulum, quadrato L, & invento quadrato reſpondente PR, ductis duabus diagonalibus inveniretur centrum, tam quadrati, quam circuli inſcribendi. per quod centrum ductâ parallelâ, & perfectô quadratô in iis lineis invenitur centrum omnium baſium ſuperiorum. reliqua ſunt ſimilia.

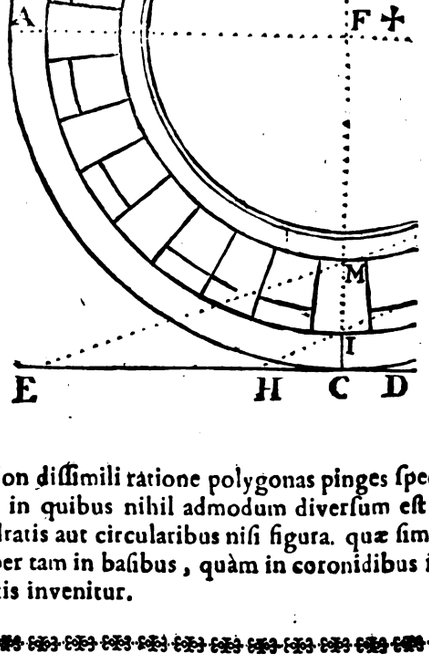
## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Circularis ſpecula paraſtadibus quadratis, aut columnis ornatæ, apparentiam in ſuperiori contignatione delineare.*

Primo fiat circulus A B C, ſecundùm magnitudinem tuæ ſpeculæ, ponatur eius centrum F, eſſe punctum principale. Sit linea F †, vices obiens lineæ horizontalis, & E D, illi parallela ſit linea terræ. craſſities tabulati ſit C H, & H E, altitudo paraſtadum, ductis ad punctum diſtantiæ diagonalibus, habebitur in radio C F, lineam C I, pro craſſitie tabulati, & lineam MI, 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 paulo latiorem. Quæ omnia facile perficiuntur deſcriptis ex centro circulis. ſtriæ paraſtadum ad centrum ducuntur, nulla niſi vnica ſuperficies paraſtadum apparet, quia directe oculo opponuntur.

Eâdem praxi pro paraſtadibus columnas adiicies, quæ nihil habet præ paraſtadibus niſi, quòd media pars baſis ſuperioris circularis apparet, deoque deſcribenda eſt.



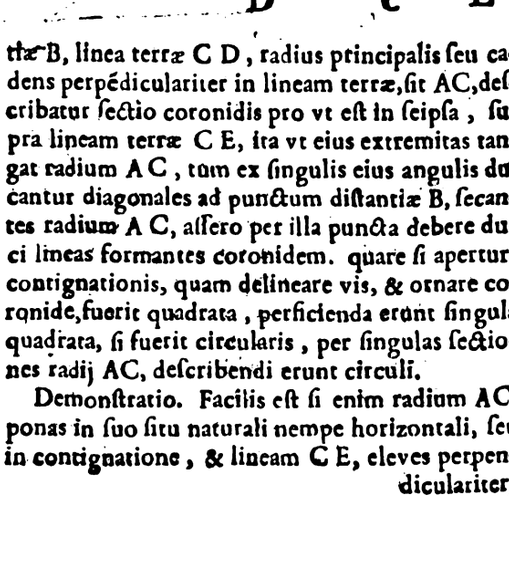

Non diſſimili ratione polygonas pinges ſpeculas, in quibus nihil admodum diverſum eſt, à quadratis aut circularibus niſi figura. quæ ſimilis ſemper tam in baſibus, quàm in coronidibus impoſitis invenitur.

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*Coronidibus huiuſmodi ſpeculas ornare.*

Habenda eſt primo ſectio coronidis quæ ſit CEF. ſit punctum principale A, punctum diſtantiæ B, linea terræ C D, radius principalis ſeu cadens perpēdiculariter in lineam terræ, ſit AC, deſcribatur ſectio coronidis pro vt eſt in ſeipſa, ſupra lineam terræ C E, ita vt eius extremitas tangat radium A C, tùm ex ſingulis eius angulis ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ B, ſecantes radium A C, 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 radij AC, deſcribendi erunt circuli.




Demonſtratio. Facilis eſt ſi enim radium AC, ponas in ſuo ſitu naturali nempe horizontali, ſeu in contignatione, & lineam C E, eleves perpendiculariter,

Digitized by Google

diculariter, linea AB, pertingit ad oculum, nempe oculus erit in B, & sectio coronidis CEF, suum situm naturalem habebit, in quo ductæ ad oculum B, exhibebunt apparentias in radio AC.

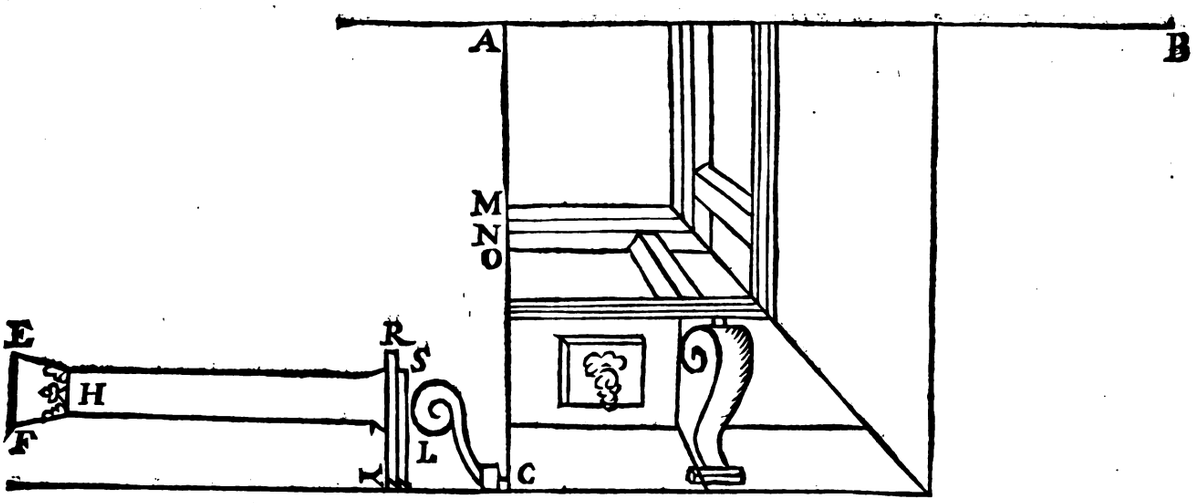
Pariter si apertura polygona esset, perficienda essent singula polygona concentrica. positô semper quòd punctum principale, fuerit in centro polygoni.

## PROPOSITIO IV.

### Problema.

*Aperturam contignationis quadratam coronide, parastadibus, & mutulis ornare.*

Quia difficile videtur tot ornamenta concinnè huiusmodi apertutis addere, occasione coronidis superioris propositionis, venit mihi in mentem modus id facillime exequendi. habeatur igitur sectio tam coronidis, parastadibus impositæ, quam basis & mutulorum parastadibus suppositorum. huiusmodi sectione habebimus omnes, lineæ terræ parallelas, quibus determinatur tam longitudo parastadum, quàm coronidum. In quo tamen notandum est, aliquas lineas nonnunquam interrumpi, vnde ita duci debent, vt deleri possint. Sit igitur punctum principale A, punctum distantiæ B, linea terræ DC, radius principalis A C, sit sectio tam coronidis impositæ parastadi EF, quàm parastadis GH, item alterius coronidis G K suppositæ parastadi, & mutuli L. hæc sectio imponatur lineæ terræ CD. tum ex singulis eius angulis ducantur diagonales ad punctum distantiæ B. hæ interfecabunt radium principalem AC, in punctis M, N, O & cæteris. per quæ ducentur lineæ parallelæ, quarum aliquæ interrumpuntur. nempe quæcunque habent aliquid ante se. vt sit diagonalis procedens ex puncto F. quæ sit FOB. secans radium A C in puncto 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 debet. pariter quæcúmque 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 vt appositè describatur, debeat lineis rectis includi.




Demonstratio. Si radius AC, intelligatur in suo situ naturali, & linea A B descendere, seu esse verticalis cum sit æqualis distantiæ punctum B erit oculus, & parastas H G, & reliqua quæ illi adiuncta sunt, erunt verticalia, hoc est suum situm naturalem obtinebunt. clarissimum autem est, veram apparentiam alicuius obiecti, 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, perfectô quadratô, habebitur tota apparentia, pariter cum extremitates parastadum sint etiam dispositæ in quadratum perfectis quadratis habebuntur omnes apparentiæ.

Quæ demonstratio eadem est cum ea, quâ (25. *propos. l. 3. huius*) corporis solidi apparentiam, sine vlla Ichnographia delineavimus. Sed loquendo sincere, 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 eius centrum.*

Sit ABCD, apertura quadrata contignationis, seu apparentia eius, sitque E punctum principale, E F, linea quasi horizontalis, punctum F, punctum distantiæ, BC sit linea terræ. in qua vt priùs BG, sit crassities contignationis, G H 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, perficiatúrque quadratum dico lineas O I, O S, & cæteras determinate altitudinem parastadum æqualium.

Demonstratio certum est, si supponitur quadra-

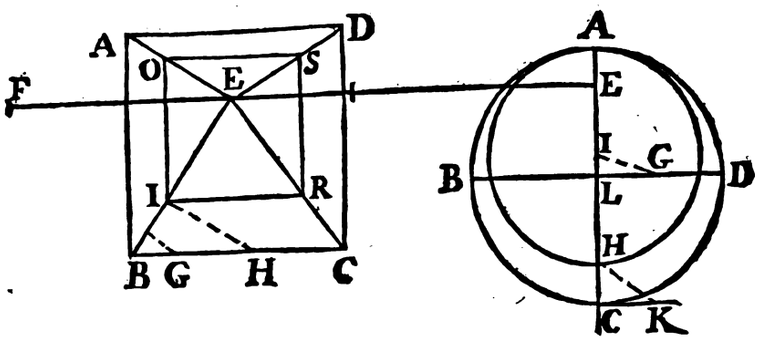


Digitized by Google

tum paraſtadibus ſuppoſitum, & aliud iiſdem ſuperpoſitum; vtrúmque 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 A E, D E & cæteris, quare quadratum I S, eſt apparentia ſecundi quadrati obiectivi, diſtantis à primo, intervallo B I, ſeu B H, illi perſpective æquali.

Eadem demonſtratio valet pro omnibus polygonis, quare eâdem praxi vtendum 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 cir-




culo, priori parallelo, immo & realiter æquali, quamvis apparentia ſit minor. Sit ergo deſcribendus ſecundus circulus diſtans à priori intervallô C K; 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 B D, ducatúrque L E, ad punctum principale, ſitque L G, æqualis lineæ C K, ducatur diagonalis G I F. dico punctum I, eſſe centrum apparentiæ ſecundi circuli, quæ apparentia, eſt circularis, & tranſit per punctum H.

Demonſtratio. Poſitô quòd C K, ſit linea terræ; C H illi perſpective æqualis eſt (*per 12. 1. huius*) factâ autem lineâ B D, lineâ 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 centrum ſecundi circuli, facta inquam B D linea terræ, L I erit æqualis perſpective lineæ L G, ſeu C K. ergo in I, erit centrum ſecundi circuli. & ita de aliis.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Principium vniverſale ad delineandas quaſcúmque apparentias in contignationibus.*

Nonnulli ad nauſeam exempla hic multiplicant, quæ vt plurimum cum nihil novi afferant, repetitionéſque eorumdem præceptorum tantum contineant lubens prætermitto; vt præceptum aliquod vniverſale tradam, nempe quæcúmque in contignationibus erecta apparere debent, pingantur eodem prorſus modo, ac in perſpectivis verticalibus perpendicularia ad tabellam delineantur, vt ſi ordo columnarum exprimendus ſit, pingantur ſingulæ columnæ, vt rectæ ad tabellam, ſeu quaſi tenderent ad punctum principale. vnde homines erecti exhibebuntur, qui in tabella verticali, vt iacentes exprimuntur, quare eædem prorſus regulæ adhibendæ ſunt. hoc principium qui bene intelliget; non maiorem circa contignationes, quam circa verticales tabellas experietur difficultatem.

## PROPOSITIO VII.

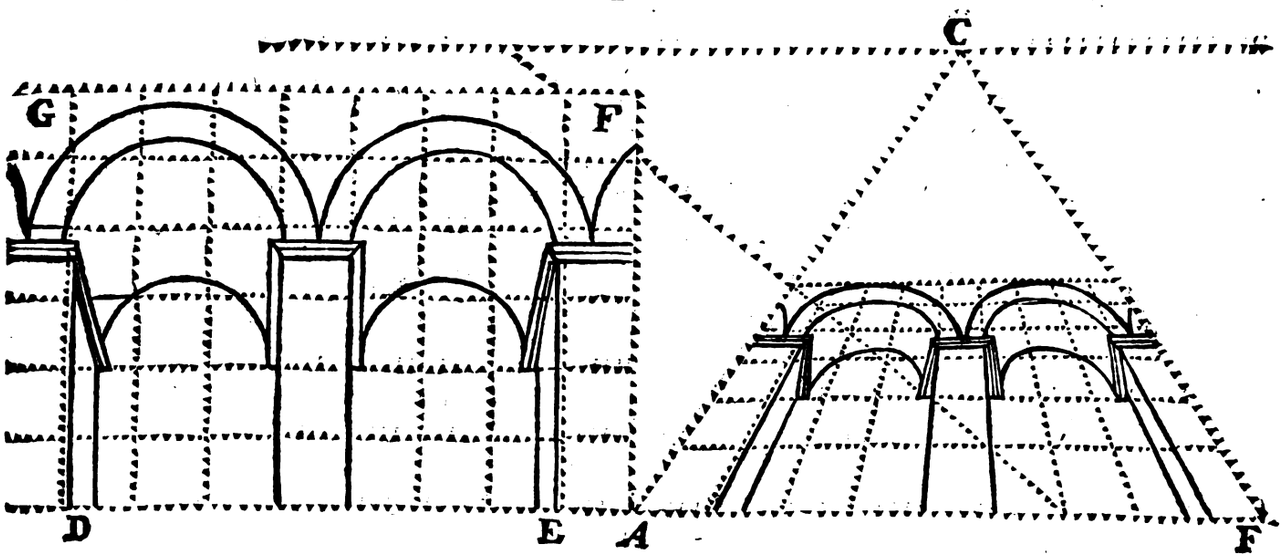
### Problema.

*Omnem picturam verticalem in horizontalem mutare.*

Quia regulæ ſupra traditæ obiectis ex lineis rectis, vt plurimum conſtantibus adhibere poſſunt, vt ſunt omnia ædificia, iis autem, quæ varie inflectuntur non ita facile applicantur; debuimus hanc methodum vniverſalem tradere, vt qui obiectum quodcúmque in verticali tabella delineaverit, nullô negotiô in laqueatis contignationibus, immò & in irregularibus planis idem præſtare poſſit.

Sit ergo pictura integra in tabella verticali delineata, ita tamen, vt in loco ſuperiori bene appendi poſſit. quod ita intelligo. Quælibet tabella verticalis, etiam quodcúmque obiectum repræſentans, apta non eſt vt in omni loco collocetur, neque vt ex omni loco ſpectetur. nam aliquæ tabellæ, ita ſunt elaboratæ, vt punctum principale habeant infra ſe, aliæ vero ſupra, & non tantum quæ ædificia exhibent, ſed etiam quæ alia obiecta repræſentant. quod vt in figura humana clariſſime eluceſcat. Si hominis imago debeat ſtatui in loco ſuperiori; inferiores membrorum partes verbi gratia menti, naſi, plantarum & aliæ huiuſmodi 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 cuius punctum principale ſit valde depreſſum. dividatur tabella per lineas occultas, in quadrata quotcúmque Geometrica. Tum in contignatione, ductâ lineâ terræ A B ductiſque diagonalibus, fiat ſecundum praxes (*libro ſecundo huius*) traditas, pavimentum quadratorum directorum, in cuius ſingula quadrata perſpectiva tranferantur, quæcúmque

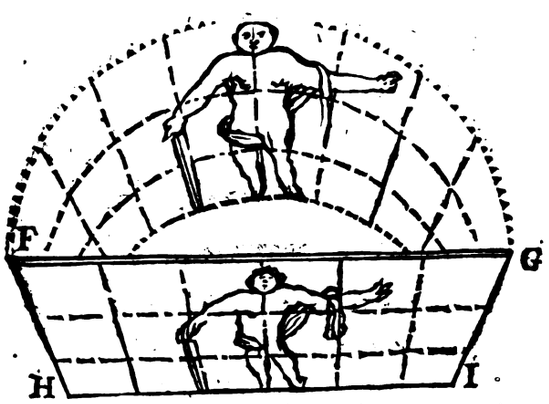
Digitized by Google




que in correſpondentibus quadratis Geometricis reperiuntur, & abſolutum erit opus.

Demonſtratio. Si tabella verticalis, ſupra contignationem, in ſitu proprio ſeu verticali conſtituatur, obiecta in eâ delineata debitô modô exhibebit, & conformem obiecto imaginem in oculo repræſentabit, cum ex arte, ſit compoſita, & ſecundùm regulas libro ſecundo traditas. Sed eandem imaginem efformat, imago horizontalis formata eô modô, quô diximus, cum enim quadrata deformata in tabella horizontali, ſeu contignatione delineata, eandem imaginem in oculo producant, quam quadrata Geometrica verticaliter diſpoſita, reliqua obiecta in ſingulis quadratis deformatis delineata eandem etiam imaginem efficient, quam producunt obiecta in quadratis Geometricis depicta.

Atque hôc modô omnem poteris abſoluere picturam in contignationibus, modò tamen eadem obiecta habeas delineata in tabella verticali.




non niſi à plano horizontali occultari poſſit. ſi hoc vltimum; primo habeatur, pictura aliqua in tabella ſeparata, ſive eiuſdem magnitudinis, cum fornice verbi gratiâ, ſive inæqualis, quæ ſit delineata pro plano horizontali, nempe pro contignatione plana, ſive (*per praxin ſuperioris propoſitionis*) ſive quâvis aliô modô, ſitque hæc rectangulum BE, dividatur imago in quotcúmque quadrata Geometrica æqualia. tum fornix in totidem quadrata dividenda eſt, quæ quidem quadrata deformata erunt, & irregularia. facile 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

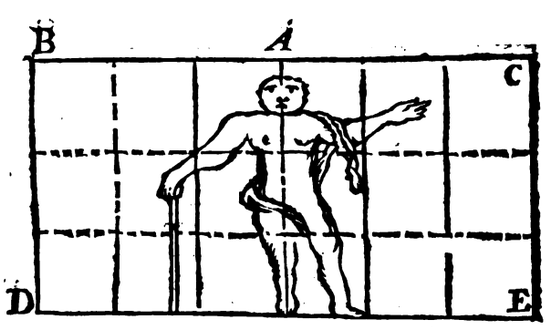
## PROPOSITIO VIII.

### Problema.

*De Fornicibus & planis irregularibus.*

Sæpe accidit vt tabella plana non ſit, ſed conſtet ſuperficie circulari, Ellyptica, aut alia quâvis, immo ſæpe conſtet ex pluribus ſuperficiebus planis, aut curvis, ita tamen irregularibus, vt operoſum ſit, & ſæpe impoſſibile punctum principale, lineam horizontalem, puncta diſtantiæ aſſignare, vnde ad praxin vniverſaliſſimam recurrendum eſt.

Primò ergo vel ſuperficies quæ vicem habet tabellæ, hoc eſt in qua pingendum eſt, multum habet de verticali, vel multum habet de horizontali, hoc eſt vel ita obiicitur oculo, vt interiiciendo planum verticale, commodiſſime occultari ab eo tota poſſit, vel ita ab oculo reſpicitur, vt




occultent, quod facile 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.

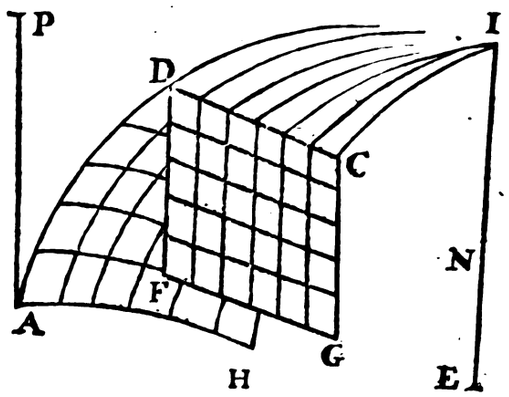
Tum obiecta in ſingulis quadratis horizontalibus depicta, transferes in quadrilatera reſpondentia, & habebitur totum opus abſolutum.

Si verò facilius ſit, totam ſuperficiem irregularem, in qua delineare aliquid volumus, regi, planô verticali. prius haberi debet tabella verticalis, in quâ, per regulas ſupra traditas delineabis ea quæ in ſuperficie irregulari pingenda ſunt. vt ſit fornicis portio A B C D, ſpectata ab oculo E,

ita

Digitized by Google

ita vt tegi possit plano verticali C D F G, cuius punctum principale sit punctum H. delineentur




igitur in plano verticali CDFG, quæcúmque volueris obiecta ita tamen vt 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 vt priùs in quadrata, tum ab oculo E, ad superiorem fornicis partem, ducatur linea verticalis EI. & habebitur punctum I, quod vsui erit ad dividendam portionem A B C D, in quadrilatera respondentia quadratis tabellæ CDFG. quod vt melius intelligatur. concipe in puncto E, collocatam esse facem accensam. & tabellam CDFG, ita esse vacuam, vt solæ restent lineæ, quæ sunt latera quadratulorum; hoc est pro lineis extensa sint fila, quorum vmbræ cadant in fornicem, & forment quadrilatera irregularia, eandem visionem in oculo efficientia, quam quadrata tabellæ C D F G, vt satis per se patet. restat igitur dividenda fornix in ea quadrilatera. certum est autem cum lineæ FD, G C, 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 necessario erit planum verticale, in quo plano invenietur vmbra, eiusdem lineæ, sed omnia plana verticalia, quæ transeunt per oculum E, habent communem sectionem lineam E I, igitur omnes vmbræ linearum DF, FG. & aliarum ipsis parallelarum, conveniunt in puncto I. non est autem difficile datis tribus punctis eiusdem plani, illud producere quantùm libuerit communi methodo in Gnomonicis tradenda. Sit enim producendum planum EDI, extendatur filum E D, tum ex puncto I, aliud filum producatur, quod prius filum radat, in quocúmque puncto; & sic productum dabit in fornice punctum pertinens ad tale planum. hâc methodo habebis lineas ascendentes, seu verticales,

Vt habeantur vmbræ 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 vmbræ, quadratorum sibi correspondentium. igitur appellent ad oculum E, per easdem lineas per quas quadrata prototypi ad eundem oculum E perveniunt. ergo obiecta in illis quadrilateris depicta eandem in oculo visionem efficient, quam producerent eadem obiecta in prototypi quadratis depicta.

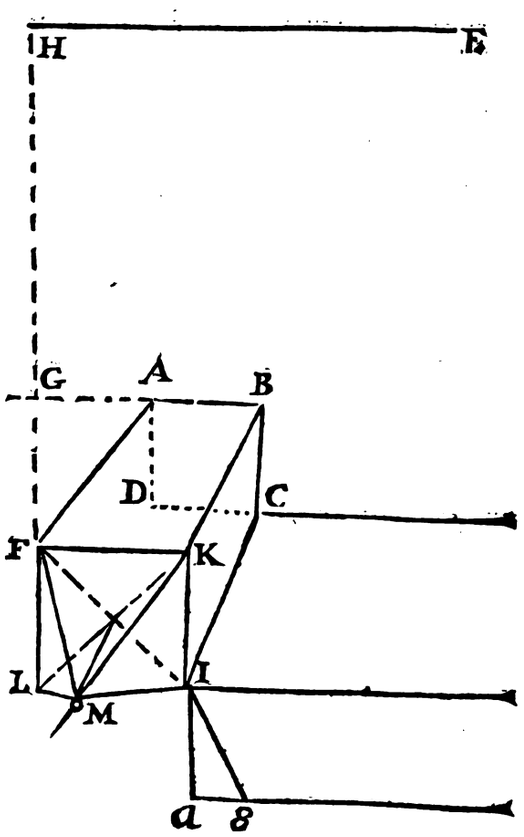
Simili methodô vtemur, quoties aliquid delineandum erit, in pariete, etiam verticali, sed ita oblique spectato, vt punctum principale in eo inveniri non possit.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*De Perspectivis, in planis horizontalibus superiori locô spectatis.*

Quamvis istud perspectivarum genus vsitatum non sit, eò quòd in horizontalibus planis communiter ambulemus, non tamen huic nostro operi deesse debet. dico igitur eandem prorsus methodum adhibendam esse, quâ vsi sumus in contignationibus, nisi quod formata Ichnographiâ, quæ coincidit cum Geometricâ, lineæ verticales debeant non tendere ad punctum principale, sed ab eo duci, & vt ita dicam recedere. eorum autem divisio eôdem modô instituitur, quô in communibus perspectivis. divisio linearum ad punctum principale tendentium. Sit Ichnographia seu basis alicuius turris quadratum ABCD, sitque punctum principale E, à quo si per singulos quadrati angulos ducantur lineæ, illæ erunt verticalium apparentiæ. dividenda sit linea AF, ducatur quæcúmque linea A G, eiusdem longitudinis cum illa linea cuius AF est apparentia, huic lineæ AG, sit parallela E H habeátque vicem horizontalis lineæ. sitque punctum H punctum distantiæ. ducatur linea HGF, linea A F, erit apparentia lineæ æqualis ipsi AG.




De

Demonſtratio iam ſuperioribus libris tradita eſt. & linea A G ſimul obiectiua & perſpectiua, vt pote ducta in horizontali plano, & ſupponens ſeu repræſentans lineam ductam in eodem plano. ſi imponendum eſſet turri tectum. duci deberent diagonales FI, K L ſe interſecantes in puncto O. tum ex puncto principali E ducenda linea OM cuius longitudo determinetur methodo traditâ, ſi ex ſingulis angulis iungantur lineæ F M, K M, I M, & aliæ abſolutum erit opus.

Hoc genus perſpectiuæ mihi aptiſſimum videtur, vt in charta repræſentemus, aliqua, demuſque aliquam ideam earum rerum quas perficere volumus, ita repreſentabimus ædificium integrum, ſeruatâ nempe, eâdem ichnographia geometrica, vt in figura ſatis apparet.

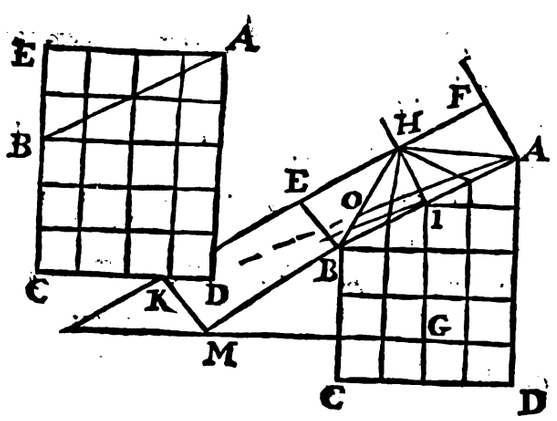
Hic etiam modus ſatis bonus eſt vt arces integræ cum ſuis, propugnaculis, foſſis, aggeribus, & reliquis partibus exhibeantur, propter eandem rationem, nempe quia tota manet ichnographia geometrica, meliuſque totus ordo partium perſeuerat integer.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*De correctione ædium.*

Sæpe accidit in ædibus aliquid exorbitare, nempe aulam, cubiculum, porticum; quatuor non habere angulos rectos; ſed vnum acutum, alium vero obtuſum, quoties autem id accidit, volumuſque ope perſpectiuæ huic malo remedium adhibere, debet produci contignatio & pauimentum, hoc eſt in muro delineari pauimentum, donec videatur ad angulum rectum peruenire, idem dicendum eſt de laquearibus. ſit ergo ABCD aula, quam volumus ex loco determinato




apparere integram, nempe in muro AB delineanda eſt apparentia trianguli ABE horizontalis, quod requiritur ad perfectionem pauimenti, vt nempe quatuor angulos rectos contineat. triangulum autem A B E, duo genera linearum continet quibus in quadrata diuiditur, ſicut pauimentum AC. conſtat enim tum parallelis lineæ A D, tum parallelis lineæ C D, quare ſi inueniantur apparentiæ vtrarumque perfectum erit opus. certum eſt autem, cum iſtæ lineæ obiectiuæ ſint parallelæ inter ſe, & oblique cadant in lineam terræ AB, (murus enim in tali caſu tabella eſt) concurrent in iiſdem punctis lineæ horizontalis ponatur ſupra lineam A B, murus AE erectus perpendiculariter, debeat autem videri aula ABCD perfecta ex loco G, neque enim perfecta apparere poteſt ex omni loco. ſit altitudo hominis æqualis, lineæ HI, per punctum H, ducatur linea horizontalis. ex puncto G ducatur G I, parallela lineæ A D, & GM parallela linæ C D, attingentes murum productum in punctis M & I, per quæ in muro excitentur perpendiculares M K, I H, dico in punctum H concurrere omnes apparentias linearum parallelarum lineæ AD; & in punctum K concurrere omnes apparentias linearum parallelarum lineæ CD, atque hôc modô perficietur apparentia pauimenti 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 G I productæ non poteſt eſſe niſi in plano verticali cuius G I eſt ſectio cum horizonte, ſed ſectio communis plani verticalis & tabellæ, eſt linea verticalis H I, attingens horizontem in puncto H, & cum apparentiæ linearum parallelarum lineæ G I, conueniant in eodem puncto horizontis (*per* 12. 1. *huius*) omnes conuenire in puncto H neceſſe eſt.

### COROLLARIVM.

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, diuisâ linea E F in partes æquales, ductiſque radiis ad punctum principale H, continuabuntur tigna laquearium. ducta autem linea KF, eorum longitudinem determinabit.

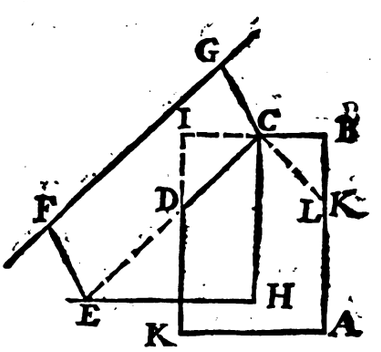
Aliæ praxes inueniri poſſunt, iſta tamen mihi vniuerſalis videtur.

## PROPOSITIO XI.

### Problema.

*De correctione aulæ, quæ quinque habet latera.*

Sit aulæ A B C D corrigendus defectus, ita vt ex puncto H debeat videri perfecta; delinean-




da erit in muro apparentia, trianguli horizontalis D C I, continuando ſcilicet pauimentum: quare ſi ex H lineis A B, A K ducas parallelas

HC, H E, donec attingant lineam terræ in punctis E, & C, per quæ ducas verticales C G, E F, vſque ad horizontalem G, F, puncta G, & F, erunt ea in quibus concurrunt lineæ parallelæ. cætera eodem modo perficientur quo in ſuperiori propoſitione.

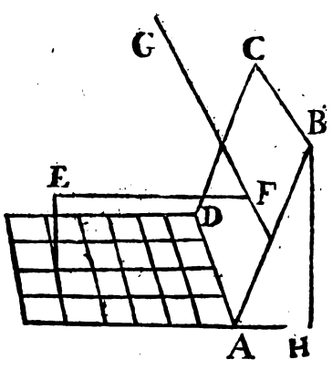
Si ſit aliud cubiculum ALCDK corrigendum, vtendum erit duobus muris DC, LC. & reſpectu muri DC, puncta G, & F, erunt ea quibus vtendum erit. alia duo ſupra murum C L quærenda erunt. notandum eſt, nempe quod cum ſæpe puncta quibus vtendum eſt, non inveniantur in ipſis muris, vt verbi gratia punctum F, non invenitur in muro, niſi producatur, quare priùs operandum eſt in charta ſeparata, & cum minoribus menſuris, vt deinde apparentiæ pavimentorum, & contignationum transferantur in murum. Et hoc non tantum in hoc caſu, ſed in aliis multis.

## PROPOSITIO XII.

Problema.

*De Correctione ædium in quibus inuenitur murus ad horizontem inclinatus.*

Hæc deformitas in ædibus mediocris non eſt. Illúdque ex ea neceſſariò ſequitur, vel planum pavimenti maius eſſe plano contignationis, vel minus eſſe; ſi enim murus inclinatus cum pavimento angulum obtuſum contineat, contignatio maior erit pavimento, ſi è contrà angulus quem murus cum pavimento comprehendit fuerit acutus; pavimentum contignatione maius erit. Correctio quæ adhiberi poteſt, eſt vt in ipſo muro depingatur, pavimenti, aut contignationis pars illa, quæ deeſt ad æqualitatem. quod vt exemplo aliquo manifeſtum fiat ſit murus ABCD inclinatus, quia cum pavimento angulum obtuſum comprehendat; delineanda in eo eſt pars AH pavimenti, quæ illi deeſt ad æqualitatem.



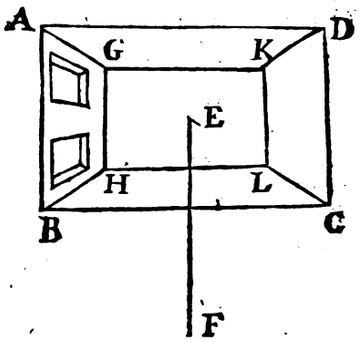

quod vt faciamus, determinandus erit locus, è quo ſpectanda erit pictura. Sit ergo oculus in puncto E, intelligatur radius horizontalis E F, ita tamen vt angulus EFG ſit rectus. punctum F, erit punctum quaſi principale, in quo nempe concurrent apparentiæ linearum parallelarum lineæ AH. ducatur linea quaſi horizontalis G F, æqualis lineæ E F, punctum G, erit punctum diſtantiæ neceſſarium ad linearum diviſionem, quæ omnia facile oſtenduntur ex iis quæ diximus de tabella inclinata.

## PROPOSITIO XIII.

Problema.

*De Correctione contignationum nimis humilium.*

Quotieſcúmque laquearia ſunt nimis humilia, volumúſque vt è certo, & determinato loco, ſublimiora appareant, in iis, alia contignatio ſublimior delineanda eſt, & murorum continuatio cum feneſtris aliquibus. Sit igitur A B C D, quæ



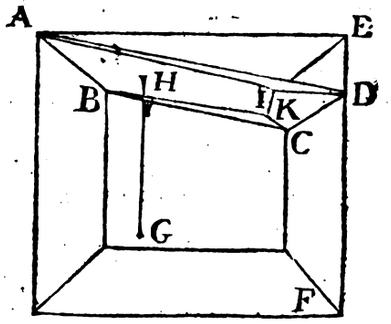

vicem habeat tabellæ, in qua delineanda eſt alia contignatio ſublimior, ſit punctum principale E; linea quæ vicem obeat horizontalis, ſit EF, parallela lineæ AB, punctum F, erit punctum diſtantiæ, quare ductis radiis AGE, BHE, & reliquis, ſi velimus ſecundam contignationem diſtare à prima quanta eſt linea AB, ducatur diagonalis AF, quæ exhibebit punctum H, ſicut praxes communes docent. quadrilaterum A H, repræſentat murum productum, in quo pingendæ ſunt feneſtræ, & ita de reliquis quadrilateris. in rectangulo G L finges trabes, & reliqua ad contignationem pertinentia, vt docuimus ſupra.

## PROPOSITIO XIV.

Problema.

*De Correctione contignationum inclinatarum.*

Quando contignationes, ſunt inclinatæ, ſequitur murum vnum eſſe alio altiorem, immò ſe-




quitur parietes laterales ſenſim deficere ab æqualitate, hoc eſt ſenſim decreſcere. Correctio quæ adhiberi poterit, eſt vt in contignatione

contignatione inclinata delineentur partes illæ murorum, quæ necessariæ sunt ad æqualitatem, vt si sit ABCD contignatio inclinata; sitque DE, id quod deest muro F D, vt adæquet murum sibi oppositum. sit punctum H, respondens perpendiculariter oculo respicientis; eritque H G distantia; ductis radiis DIH, C K H, fiat vt DI, sit apparentia lineæ D E, erit quadrilaterum D K, 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 maiorem reddere.*

Hæc correctio est satis facilis; si enim in aulæ alicuius muro, parietum lateralium continuatio depingatur, maior apparebit aula, quam re vera sit, idem dicendum de porticu, debent autem esse aliqua notabilia, vt bene succedat negotium, vt columnarum ordo, aut fenestrarum, & alia huiusmodi. vnum tamen monebo, nempe vt quæ magis distare supponuntur, coloribus dilucidioribus exhibeantur. quæ enim coloribus vividis fulgent incurrunt, & involant vt ita dicam in oculum. vidi ergo porticum continuatam, quæ haud dubie ex arte fuerat delineata, quia tamen, in extremo, ara depicta erat, paulò perfectius, nescio quid oculus desiderabat, nempe vt 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 co[illegible] ex dictis facile intelliguntur, vt cum de[illegible]tra aut lanua; in pariete delineanda est [illegible] prorsus modo quo in tabella delinearetur. [illegible]n tamen moneo, difficillimum esse immò fere [illegible]ssibile, lumen per fenestras ingrediens repræsen[illegible]e, quare potius fenestræ clausæ, quàm apertæ depingantur.

## PROPOSITIO XVI.

### Problema.

*Ædificium integrum ita delineare, vt omnes eius partes etiam interiores appareant.*

Hæc praxis commodissima esse potest, vt ædificij integri Idea, oculis exhibeatur. primò ergo Ichnographia totius ædificij, perspectivè delineetur, per secundum librum. in charta deinde separata eleventur muri vsque ad primam contignationem, hæc charta separata ita Ichnographiæ aglutinetur, vt 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, vt superiori tantum parte agglutinentur, inferiori vero ita attolli possint & elevari, vt pars quæ Ichnographiam repræsentat, à superiori tecta, detegatur. hoc est prima charta contineat Ichnographiam fundamenti. Secunda tegat hanc primam, ita tamen vt elevata permittat eam videri. Secunda charta exhibeat muros interiores & exteriores, & præterea quasi Ichnographiam secundi tabulati, quam Ichnographiam secundam, tegat tertia charta, & ita deinceps.





Digitized by Google

# PERSPECTIVÆ LIBER SEXTVS.

## De Compoſitione plurium tabellarum ſeparatarum, de reflexione, de vmbris, & de parallelogrammo delineatorio.

*VOCO tabellas ſeparatas illud genus pictura, quod ex pluribus tabellis, non continuis coaleſcit. mirum enim quantum ad fallendum valeat lumen inter tabellas affulgens, vt 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, vt menſam, abacum, pixides cæteráque huiuſmodi præciſáque circum circa tabula, in variis locis collocamus, mirum autem quantum decipiant. modus quo delineari debent communis eſt, & ex ſuperiori doctrinâ deriuatus.*

*Secunda ſpecies eas habet tabellas, quæ continuæ non ſunt; ſed in medio apertæ, vt ad alias vlteriores proſpectus pateat. de quibus hic præcipue mihi agendum eſt, tales eſſe poſſunt Theatrales ſcenæ, quæ materia cum vtilis eſſe poſſit, mihi aliquibus propoſitionibus determinanda eſt.*

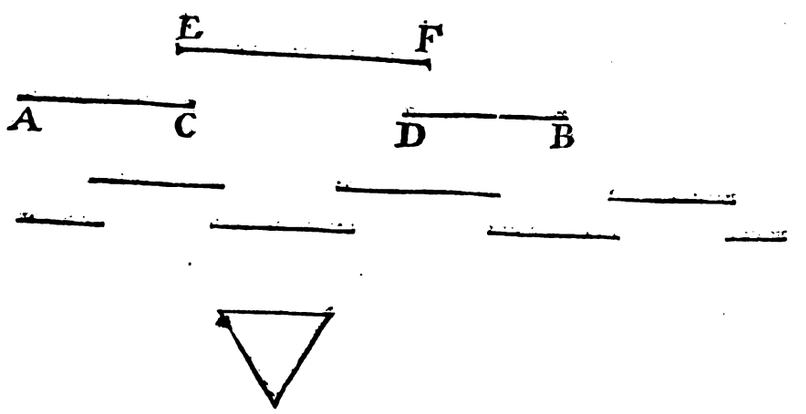
### PROPOSITIO I.

Problema.

*Scenarum diſpoſitio.*

DVm ſcena diſponenda, & adornanda proponitur, materia adhibendæ Tragœdiæ, comœdiæ, aut drammatis conſideranda eſt; aut potiùs locus actionis repræſentandæ. vt 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 AC, B D, relictô ſpatiô BC vacuô, vt vlterior tabella EF, 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, intervallô B C, vt etiam oblique intuentes vacuitatem non animadvertant. poterunt autem AC, BD, vel continere ædificia ſeparata, vel exhibere columnas, & in intervallo CD, arcum aliquem, ita vt trans arcûs vacuitatem videatur palatium integrum in tabella EF delineatum. id etiam commodi habet iſtud picturæ genus, quod tabella E F, bene illuminari poſſit, nec tamen videantur lumina, vt pote tabellis AC B D ſufficienter tecta.

Multis aliis modis diſponi poſſunt tabellæ, vt ſi anteriores tabellæ, tres arcus efforment, duos ad latera minores, vnum in medio maiorem. quod in figura ſatis expreſſum eſt. in quibus omnibus non apparet difficultas. vt autem ſcenam ædibus adornatam deſcripſimus, ita hortis & nemoribus conſtantem exhibere poterimus, vt 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,

&

Digitized by Google

& perfectiora, cum vmbris suis. aliæ multæ dispositiones excogitari possunt quas hic non recenseo.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*De Puncto principali tabellarum separatarum.*

Quia tabellæ istæ seiunctæ, videntur totidem opera separata, posset quis iure ambigere, an liberum sit vnicuique, suum assignare punctum principale, sua item peculiaria puncta distantiæ. cui difficultati respondeo. cum istæ omnes tabellæ non sint ita disparatæ, vt non vnum totum efficiant, atque adeò simul omnes videri debeant, vnicus 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, vt dum loco tabellæ ordinariæ, substituuntur tabellæ seiunctæ, 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 vno aut altero pede, hæc differentia nihili facienda est.

Notandum item est radios in vnaquaque tabella ducendos esse ad punctum principale eiusdem tabellæ, hoc est ad punctum principale existens in eodem cum ipsa plano.

## PROPOSITIO III.

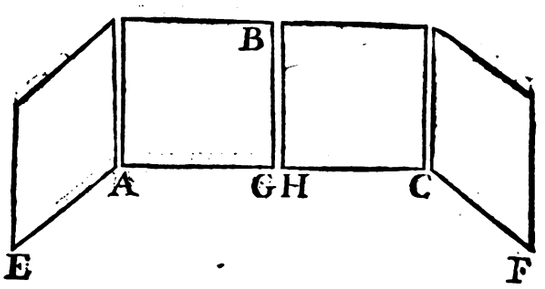
### Problema.

*De Scenarum mutatione.*

Varij modi excogitari possunt, quibus scenarum mutationes fiant. primus erit per prismata triangularia si enim sit prisma cuius basis triangularis; sustentatum cardine volubili in basis centro, si super vnoquóque parallelogrammo depingatur aliquid, poterit nullô negotiô volui totum prisma; & modò vna facies modò altera spectari. adhibetur autem potiùs triangulare prisma, quàm quadrangulare, aut plurium laterum, quia si in quadrangularibus, vix fieri potest, vt vna tantùm facies spectetur. quod in triangularibus facillimum.

Non sum tamen author, vt tabellæ maiores, ex pluribus faciebus triangularium prismarum coalescant, vix enim ita bene convenire possunt, vt 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 vt triangularium prismatum motum contineat. tunc enim picturæ in tela depictæ cancellis aptantur, cancelli autem, præcipue vero ij qui in Scenarum medio disponuntur: inter duas ligneas regulas ita coarctantur, vt fluere possint. vnáque pars ad lævam, altera ad sinistram extrahi.




Alias duo cancelli AB, CB, ita aptantur in medio; vt cardinibus A & C innitantur, vt cum opus fuerit punctum G, aperiatur in E; & H in F, & ita de reliquis. & hoc modo sæpe sexties, & octies scena mutabitur.

Possunt & alij innumeri modi excogitari, quos omnes recensere longum esset; præcipuos attigisse sufficiat, vt 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 vt reflexiones in tabellis exhibeantur. Et primò quidem vt probabimus suô locô, obiecti cuiuscúmque apparentia reflexa in catheto incidentiæ reperitur, hoc est tantum obiectum apparet immergi intra profunditatem speculi plani, quantum distat ab eius superficie.

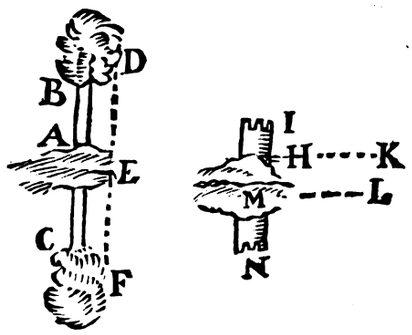
Quia autem reflexiones, de quibus hic præcipue agimus, sunt illæ tantùm; quæ fiunt in superficie fluminum, lacuum, & stagnorum, ideò de illis tantum aliquas regulas tradam.

Prima sit circa ea obiecta, quæ superficiem aquæ attingunt, sit verbi gratia arbor AD, superficies aquæ sit G E, debet ex singulis præcipuis punctis illius arboris, duci perpendicularis vsque ad superficiem aquæ, & vlterius protendi, donec pars illius quæ intra aquam intelligitur, æqualis sit parti extanti, sit verbi gratia A C, 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 obiecto, sit enim turris HI, hæc turris eandem habens apparentiam duo-



Digitized by Google

bus modis intelligi poteſt, vel ita vt eius punctum H, in eodem ſit horizonte ac aqua, atque




a leo tangat ſuperficiem aquæ productam vſque ad punctum H. vel ita intelligi poteſt eadem turris H I, vt reſpondeat perpendiculariter puncto M, ſi primum, eius apparentia reflexa incipere debebit à puncto H, & in iſto caſu nulla eſſe poterit.

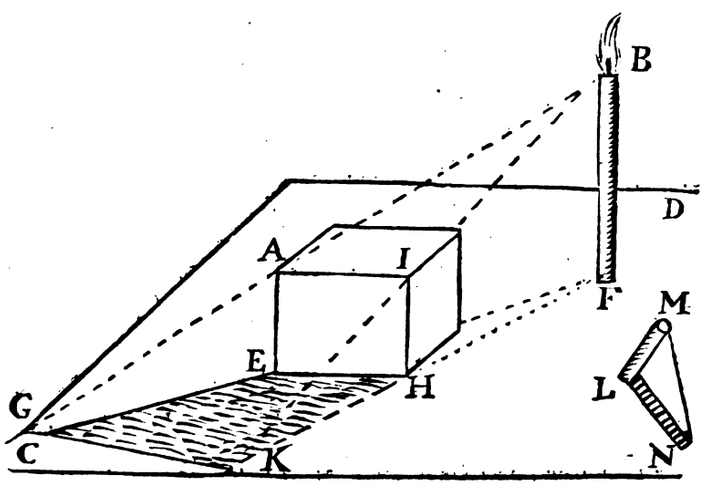
Si vero reſpondeat perpendiculariter puncto M, atque adeo eius verâ altitudo ſit M I; eius apparentia tantùm depreſſa erit infra punctum M, quantùm eius altitudo, eſt ſupra punctum M. non poſſumus autem diiudicare de diverſitate iſta, niſi ex variis circumſtantiis, & intentione pictoris.

## PROPOSITIO V.

### Problema.

*Datâ luminoſi, & corporis opaci apparentia, inuenire in quolibet plano, vmbra apparentiam.*

Quamvis facillimum ſit, datô luminosô, & datô corpore opacô, vmbram eius invenire in quocúmque voluerimus plano; ducendo lineam rectam, à luminoſo ad opacum, quæ vlterius producatur donec occurrat plano, & vmbram determinet. non ita tamen eſt facile invenire in plano, perſpective deſcripto, punctum in quod incidit vmbra, eò quòd tàm 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 vmbræ, in plano horizontali CD, ducantur tam ab extremitate opaci A, quàm à luminoſo B, lineæ perpendiculares A E, B F, vſque ad planum horizontale C D, in quo nempe vmbra quæritur. ducantur lineæ F E G,




B A G, dico punctum G, eſſe vmbram 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, vt pote parallelæ in eodem erunt plano, in quo plano erit etiam vmbra puncti A, cum ergo punctum G, ſit in linea B A, item ſit in plano horizontali erit neceſſario G, punctum concurſûs in quo conveniet linea vmbræ, 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 vmbra puncti I, in plano horizontali excepta.

Debent autem determinari huiuſmodi perpendiculares, eò quòd, exiſtente eadem corporis opaci, & luminoſi apparentia, poterunt realiter, alium, atque alium locum occupare; atque adeò diverſas vmbras producere. vt ſi luminoſum B, nó reſponderet perpendiculariter puncto F; ſed puncto L, alia haud dubie vmbra produceretur, eâdem tamen permanente eius apparentiâ B, idem dico de corpore opaco. cum verò inventa fuerit alicuius puncti vmbra, ſi corpus illud planum attingat, coniungendo hæc puncta habebitur vmbra totalis. vt ſi ſit virga L M, oblique infixa plano horizontali in puncto L, ſitque punctum N, vmbra puncti M. dico vmbram totalem fore lineam LN.

Hæc methodus vmbras inveniendi, adhibenda eſt; quotieſcúmque luminoſum tam parum diſtat, vt aſſignari poſſit in omnibus planis punctum cui perpendiculariter reſpondet. At verò quotieſcúmque luminoſum longô diſtat intervallô, aliter operandum eſt. vt dum vmbras ſolares exhibere volumus.

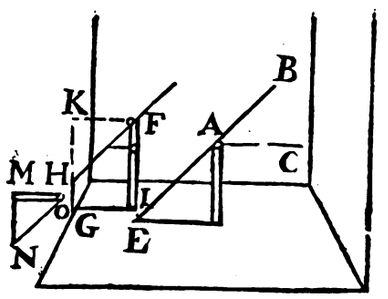
## PROPOSITIO VI.

### Problema.

*Apparentias vmbrarum ſolarium exhibere.*

Certum

Certum est primò, omnes vmbras solares esse inter se parallelas; ideóque earum apparentias, vel esse parallelas inter se si supponatur parallelæ tabellæ, vel convenire in eodem tabellæ puncto, si nempe vmbræ, non supponantur parallelæ tabellæ. Certum est item, si in plano quocúmque punctum cui sol respondet perpendiculariter, coniungatur cum punctis quibus opaca respondent; pariter ad perpendiculum, quod (inquam) hæ lineæ parallelæ erunt inter se, quibus suppositis facile praxes inveniemus ad determinandas omnium corporum, vmbras solares. determinandus igitur est locus solis. tàm secundùm elevationem, quàm secundùm circulum verticalem; intelligendus tamen est circulus verticalis respective ad planum tabellæ, nempe sciendum est quantum circulus verticalis, in quo sol versatur declinet, à plano tabellæ. Vt autem incipiamus à facilioribus ponamus solem existere, in plano tabellæ hoc est, vmbras esse parallelas tabellæ, determinanda item est eius altitudo, ponamus eum gradibus 30. supra horizontem elevatum. Sit ergo




punctum A, cuius quæritur vmbra in plano horizontali subiecto. Sit punctum B, respondens opaco A. fiat linea A C, repræsentans quasi horizontale planum transiens per punctum A. fiat angulus B A C triginta graduum, producatur linea B A, ducatur item linea B E, parallela lineæ terræ punctum E, erit vmbra puncti A.

Sit item quærenda vmbra puncti F, in plano verticali ad tabellam recto: ducatur linea FH, eôdem modô, ac linea A B ducta est. hoc est fit FH parallela lineæ A E. fit punctum I, perpendiculariter respondens opaco F. fit G I, parallela lineæ terræ, & G H verticalis, dico H, esse vmbram puncti F. vel si linea F K, intelligatur perpendicularis ad planum verticale verticalis K H, exhibebit vmbram H. prima prâxis 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 vmbram, in puncto H.

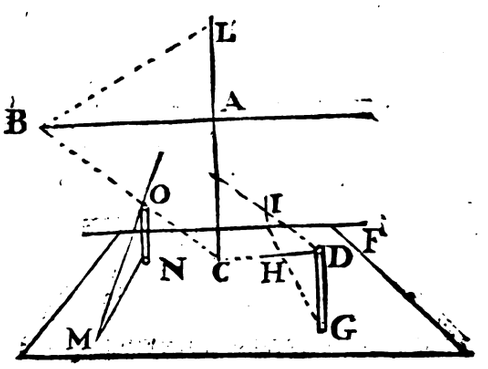
Demonstratio. Triangulum ABE, est in plano verticali per solem, & planum A ducto. illud enim debet esse parallelum tabellæ, ob immensam solis distantiam; huius autem plani, & horizontis sectio communis, est linea BE; igitur vmbra planum horizontale attingit in puncto E. eâdem demonstratione ostendam vmbram puncti F, attingere planum verticale in puncto H.

Notandum item vmbram totalem lineæ AB esse lineam B E. item vmbram totalem styli FI, esse IGH. item si extenderetur stylus obliquus HI, eius vmbra esset IGH.

Si autem plano verticali infigatur stylus MO, eius vmbra erit MN.

Quoties datur corpus integrum cuius vmbra totalis quæritur, investigandæ sunt vmbræ singulorum angulorum, quæ connexæ lineis rectis, exhibent vmbram totalem.

Supponatur sol in plano verticali ad tabellam recto, cum elevatione graduum 45. potest autem supponi sol vel ante tabellam, & tunc omnes vmbræ, versus 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 A B C graduum 45. dico omnes vmbras tendere ad punctum C, & omnes lineas quæ in planis ad tabellam rectas; ex pede corporis opaci ad punctum vmbræ ducuntur, tendere ad punctum A.

Quæratur verbi gratiâ vmbra puncti D. in plano horizontali E F. sit punctum G, perpendiculariter respondens puncto D, ducatur radius G A, item linea D C, secans radium G A, in puncto H. dico punctum H, esse vmbram puncti D, in plano horizontali exceptam.

Demonstratio. Si intelligatur linea B A, perpendiculariter erigi supra tabellam; vmbra puncti B, cadet in punctum C. omnes autem vmbræ solares parallelæ sunt, ergo omnes vmbræ reales, & obiectivæ parallelæ sunt lineæ B C, linea autem BC, etiam per oculum ducitur, attingítque tabellam in puncto C, ergo apparentiæ omnium vmbrarum concurrent in puncto C, (*per 2. 1. huius*) pariter sol supponatur esse in plano verticali ad tabellam recto, vmbra puncti D, non egredietur planum verticale ad tabellam rectum; cuius nempe communis sectio cum horizontali plano, est linea GA, igitur vmbra erit in communi concursu.

Ex quo vides praxes illas quæ eodem modo operantur circa solem, ac circa facem, falsas esse; nam vmbræ solares supponuntur parallelæ ob immensam solis à terra distantiam.

In isto casu vmbra solaris excipi non potest in plano verticali ad tabellam recto. quia est illi parallela. posset tamen excipi in plano verticali parallelo, vt si loco puncti C, vmbra tenderet ad punctum K, ducto radio G A, qui plano verticali occurrat in puncto H, ducta linea verticali H I. punctum I, erit punctum concursûs.

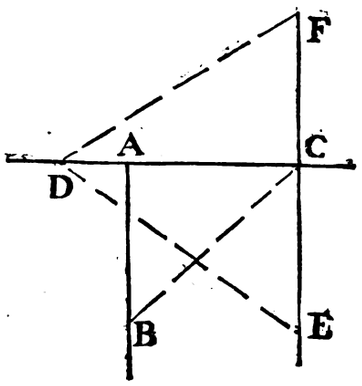
Si autem supponatur sol post tabellam, pariter in plano verticali ad tabellam recto verbi gratia elevatus 30 gradibus, sit angulus ABL graduum 30. Sit quærenda vmbra puncti O, in plano horizontali. fit punctum N, respondens perpendiculariter puncto O. ducatur radius AN,

ducatur

ducatur item linea L O M. dico vmbram puncti O eſſe punctum M.

Demonſtratio. Si linea A B, perpendiculariter erigatur ad tabellam, linea B L, tenderet ad ſolem, & eſſet parallela omnibus vmbris realibus. cum autem etiam per oculum ducatur. omnes vmbrarum apparentiæ, (*per* 2. 1. *huius*) tendent ad punctum L, manent autem vmbræ in eodem verticali plano; igitur in communi ſectione verticalis, & horizontalis plani. nempe in linea ſeu radio N M.

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 pun-




ctum principale A; AB æqualis diſtantiæ; fiat angulus A B C graduum 30. ſitque C D æqualis lineæ CB, fiátque angulus CDE graduum 40. dico punctum E, eſſe punctum concurſûs omnium vmbrarum. quod benè concipietur, ſi intelligatur triangulum ABC, eſſe erectum perpendiculariter ad tabellam; tunc enim linea BE, erit vmbra puncti B, cui omnes vmbræ parallelæ ſunt; ergo omnes apparentiæ vmbrarum tendent ad punctum E, (*per* 2. 11. *huius*) ſectiones verò verticalium, & horizontalis plani tendent ad punctum C.

Si vero ſol ponatur eſſe poſt tabellam, in verticali declinante ad dexteram, gradibus 30. fiat pariter angulus ABC graduum 30. & pro elevatione ſit angulus F D C graduum 40. à puncto F, procedent omnes vmbræ, cætera ſe habent vt prius.

Perſpectivæ noſtræ inſtrumenti deſcriptionem, & vſum attexere volui, quo facile omnium obiectorum, & prototyporum quorumcúmque deſcriptionem, ſecundum quamcúmque rationem abſolvemus. Hoc inſtrumentum proponit, & demonſtrat P. Chriſtophorus Scheiner in nova arte delineandi, à ſe inventum aſſerens, quamvis ab aliis ante ſe vſurpatum fateatur.

## PROPOSITIO VII.

### Problema.

*Parallelogrammi delineatorij conſtructio.*

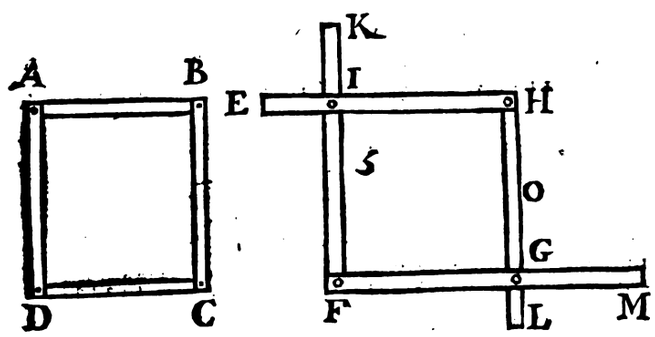
Parallelogrammum delineatorium quatuor ad minimum, conſtat tigillis, ſeu vt vocamus regulis, quarum longitudo arbitraria, vel ab opere, ad quod tale inſtrumentum adhibere volumus dependet. Sint hæ regulæ ex materia non flexibili, nempe ex ligno ſatis duro, quod flecti, aut luxari non poſſit, ex oſſe, ære ſeu cupro, ferro, aut quacúmque alia materia, latitudo ſit etiam mediocris in maioribus vnius digiti, in minoribus quatuor aut quinque linearum; craſſities, dimidiam circiter latitudinem obtineat. dixi initio quatuor ſaltem tigillis conſtare, parallelogrammum enim omne, quatuor ad minimum lateribus conſtat.

Poſſunt tamen maioris firmitatis cauſa addi plura, vel etiam vt plures habeantur vſus, poſſunt igitur eſſe 6. vt duplex parallelogrammum conſtruatur; aut ſaltem aliquæ tigillorum partes vltra parallelogrammum procedant: nam pallelogrammum ſimplex vſui eſſe non poteſt.

Copulántur tigilla inter ſe in figuram parallelogrammam, nempe ita vt adverſa latera inter ſe ſint æqualia, claviſque ita connectantur, vt motum tamen circa illos tigilla habeant, clavorum figuram artificibus relinquo: qui tales eſſe debent, vt eximi facile poſſint.

Addi debet & clavus quô parallelogrammum affigi debet firmiter alicui rei immobili, cæteri enim clavi mobiles ſunt, hoc eſt quamvis circa illos tigilla moveantur; mobiles tamen ſunt, ita vt ſaltem circa clavum immobilem, ſeu rei immobili affixum moveantur. Additur graphium quod alicui tigillo immobiliter affigitur, ita vt 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 huius parallelogrammi artificium poſitum eſt; nempe clavus immobilis, graphium, & indiculus, quæ vt dicam poſtea in lineam rectam diſponuntur vt imago prototypo ſimilis evadat.

Hoc parallelogrammum varias poteſt figuras

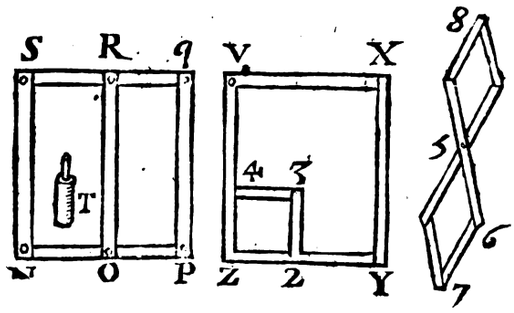



induere, quarum prima ABCD, licèt ſimpliciſſima, inutilis tamen eſt ad inſtitutum noſtrum, quia cùm vt oſtendam debeant diſponi in lineam rectam; hæc tria nempe clavus immobilis ſeu centrum;

trum, graphium, & index, parallelogrammum simplex huius dispositionis sit incapax, quomodocúmque versetur. ideo hæc prima reiiciatur.

Secunda admitti potest, vt vtilis; possunt enim in lineam rectam disponi hæc tria, seu assignari tria puncta in tribus diversis lateribus parallelogrammi, vt si duceretur recta linea, ex puncto E, in M, hæc secaret latera KF, 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 R O capax est. Quarta & quinta propter eandem rationem probæ sunt.




In eo autem totum huius parallelogrammi artificium positum est, vt graphium & index similem motum habeant, similésque figuras, in datâ quacúmque ratione describant. Sic enim fiet, vt dum ita movebitur graphium, vt index omnes lineas alicuius prototypi percurrat, similem delineabit, & in subiecta tabella describet. vnde multa artificum industriæ relinquo, vt quomodo index ita aptetur, vt tamen eius extremitas appareat, nec à lateribus parallelogrammi tegatur, idem dico de graphio. id. óque communiter parallelogrammi planum, nonnihil supra tabulam elevatum à clavis detinetur, atque illis figuram qualem in puncto T intueris tribuunt. graphium pariter lateri parallelogrammi, ita affigi debet vt omnino non vacillet, idem dico de indice. cætera praxis docebit.

Parallelogrammum circa centrum vnum omnino immobile movetur; singuláque puncta parallelogrammi circa illud circulos describere possunt, vt patet, & immota parallelogrammi figura describunt arcus omnino similes, qui arcus eandem inter sé rationem observant.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Partium parallelogrammi delineatorij varij motus.*

Suppono parallelogrammum delineatorium, alicubi ita affixum esse centro mobili, vt circa illud immobile, totum moveatur, immutato cæteratum partium inter se habitudine hoc est in quamcúmque formam parallelogrammam abiue-



rit instrumentum, seu quemcúmque angulum rectilineum, latera adiacentia 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 quocúmque latere constituatur, latus illud nullum alium motum habere potest nisi circularem. vt si in figura vltima punctum Z fiat immobile, hoc est in eo angulo, statuatur clavus teres, quô instrumentum rei fixæ coniungatur; latera Z Y, Z V, motum tantùm circularem habebunt. neque enim vlla 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 vt 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, vt si punctum Z, sit centrum immobile, poterit circa punctum Y, immotum si lubeat, moveri circulariter totum latus Y X, ita vt 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, vere 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 se, describent omnia eorum puncta arcus similes, seu totidem graduum, quia propter paralleliſmum laterum, anguli in centris Z, 2, Y fiunt æquales. & 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 vt illi sit semper parallelum, nam quemcúmque motum habeat instrumentum, cum ita commissa sint tigilla, vt quælibet duo adversa latera, sint æqualia, semper figuram parallelogrammam obtinebit.

Possunt alij 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, vt facile ostendere possumus, si è re nostra foret, alios item peculiares motus persequerer nisi hoc inutile iudicarem.

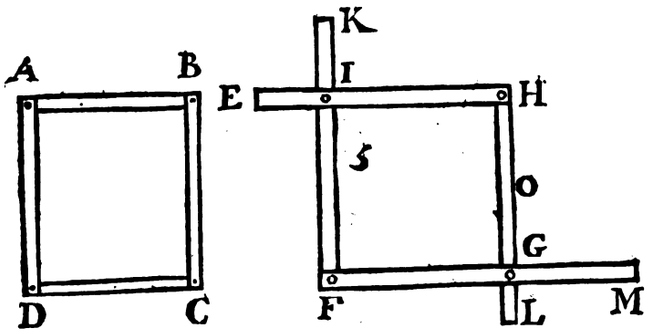
## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Dispositio centri immobilis graphij, & Indicis Peruersa.*

Certum eſt hæc tria, nempe centrum immobile, graphium & indicem non poſſe conſtitui in vno, eodémque latere parallelogrammi delineatorij, quia finis huius inſtrumenti, eſt ita aptare indicem, & graphium, vt omnem figuram vtrúmque deſcribere poſſit, & ita vt ſimilem vtrúmque delineet, ſed ſi in eodem latere, in quo eſt centrum mobile collocentur, figuras tantum circulares efficient; vt oſtendimus propoſitione præcedenti; ergo hæc diſpoſitio non eſt vtilis ad finem præfixum.

Aſſero item indicem, & graphium collocati




non debere in eodem latere, etiam oppoſito centro immobili. vt in parallelogrammo FGHI, ſtatuatur centrum immobile in puncto F, ſitque graphium in puncto O, dico indicem ſtatui non poſſe in toto latere HL.

Demonſtratio. Vt inſtrumentum ſit accommodatum fini præfixo; debent ita conſtitui index, & graphium vt ſimiles figuras deſcribant; ſimiles autem figuras non deſcribent, ſi ſemel in tali diſpoſitione index nonnunquam maiorem motum efficiat; quam graphium, & aliquando minorem. ad hoc enim vt ſimiles figuræ deſcribantur, debent lineæ ab vno 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, vt oſtendimus quorum ratio erit vt 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 maiorem arcum deſcribet, ergo in tali diſpoſitione punctum O, aliquando minorem lineam, quam punctum H deſcribet, & aliquando maiorem; ergo ſimilis figura ab vtróque, non deſcribetur, quod tamen intenditur.

Sed neque huic inconvenienti occurritur, ſi centrum mobile G, inter indicem, & graphium ſtatuatur, vt ſi index eſſet O, & graphium L, nam poteſt punctum O, eſſe vicinius centro immobili F, quam punctum L, & in tali caſu, maiorem arcum deſcriberet poteſt item aliter diſponi parallelogrammum, nempe ita vt 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 motô, aliud moveri: & motum proportionalem habere.

Alij multi ſunt caſus, ſeu diſpoſitiones perverſæ trium punctorum principalium huius parallelogrammi, nempe centri immobilis, indicis & graphij, ex quibus ſequetur diſſimilis, ſeu non proportionalis in indice, & graphio motus; quibus ne longior fiam ſupersedeo: vt veram ſeu legitimam diſpoſitionem explicem.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

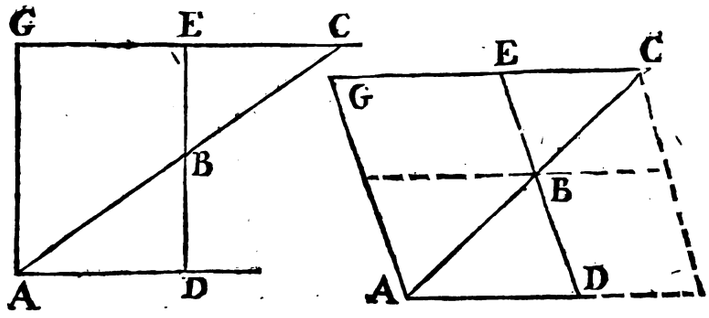
*Si centrum, graphium, & index, ſecundum eandem rectam lineam ſemel conſtituantur, in parallelogrammo delineatorio; ſemper in directum iacebunt; diſtantiæque nouæ, prioribus proportionales erunt.*

Volo vt tria ſeligantur puncta, in parallelogrammo delineatorio, quæ in directum iaceant, ſeu in eadem linea recta ſint conſtituta, ſive centrum locum medium obtineat, ſive vnum extremum, ita vt ſit diſtantia Indicis à centro immobili, ad diſtantiam graphij ab eodem centro, in certa, & determinata ratione eâdem ſcilicèt quæ eſt lateris imaginis, ad latus prototypi.

Dico quod quemcúmque ſitum, ſeu angulum aſſumat inſtrumentum, ea puncta in eadem linea recta ſemper erunt, eadémque erit ratio diſtantiæ Indicis, ad diſtantiam graphij, vt autem id oculis ſubiiciam ſeligantur tria puncta A, B, C, in linea recta diſpoſita ſitque A, centrum immobile B graphium, C index. per punctum B, ducatur non tantum linea E B Đ, parallela oppoſitæ A G; ſed etiam FBL, parallela lineis GC, AD. In triangulis A B D, E B C, æquiangulis propter parallelas, E C, AĐ, & angulo in B, ad verticem æquales, ita erit B D, ad D E, ſicut A B, ad B C, & ſi velimus componere ita erit D E, ad B D, ſicut A C, ad A B. & ita etiam G A ad E B, ſicut G C ad E C. Iam 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

Digitized by Google



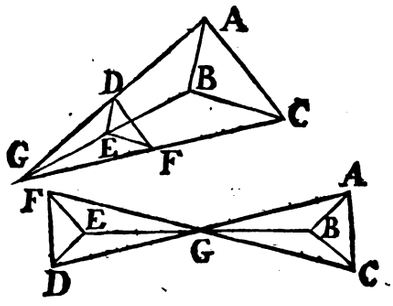

ED sint æqualia: erit parallelogrammum GADE, quare anguli G & B E C æquales, est autem vt GA ad EB, ita GC, ad EC, illa enim latera eadem perseverant, ergo (*per* 24. 6.) A B C erit linea recta, eritque similiter vt D E, ad DB ita A C, ad A B. quare hæc tria puncta sunt semper in linea recta constituta, eadémque semper est ratio distantiarum. quod erat dèmonstrandum.

## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

*Index & graphium parallelogrammi delineatorij, in directum cum centro immobili iacentia figuras similes describunt.*

Ex ea proprietate, quam propositione præcedenti demonstravimus, quod index, centrum immobile, & graphium in directum semper iaceant, sitque eadem semper ratio distantiarum à centro mobili, facile ostendemus similes figuras, à calamo, seu graphio, & indice describi, quiá 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 A B C, quod ab indice describatur, sit centrum immobile G. quando index est in A, sit calamus in D, in eadem nempe linea recta (*per* 10. *huius*) transferatur index in punctum B, graphium erit in E, in eadem vtique linea recta G E B, & cum index translatus fuerit in C, sit calamus in F, dico figuram DEF, similem esse figuræ ABC.

Demonstratio. Cum (*per* 10. *huius*) ita sit G A ad G D, sicut G B ad G E, erunt in prima figura E D, A B parallelæ (*per* 4. 6,) eruntque A B ad E D, sicut G B, ad G E; eôdem modô ostendam, E F esse parallelam lineæ B C, & ita esse B C, ad E F; sicut G B, ad G E, similiter erit A C, ad D F; ergo triangula D E F, A B C sunt similia. quod erat demonstrandum.

Quæ demonstratio locum habet, quando centrum immobile, vnam extremitatem obtinet. Si verò centrum immobile locum medium inter indicem, & calamum obtineat, secundam figuram adhibebimus hôc modó.

Demonstratio. Cum triangula A B G, D E G, habeant angulos ad verticem oppositos æquales in puncto G, & latera circa hos angulos proportionalia, nempe A G, G D; B G, G E, erunt æquiangula, & proportionalia (*per* 6. 6. *Eucl*) Erit ergo vt BG, ad GE, ita A B, ad D E; pariter in triangulis B G C, FEG, ostendam ita esse B C, ad F E, sicut B G ad G E, denique in triangulis A G C, F G D, erit A C ad F D, sicut A G, ad G D, seu B G, ad G E, quare triangula A B C, D E F, erunt proportionália. quod erat demonstrandum.

Cùm ergo quodcúmque rectilineum in triangula resolvi possit, propositô rectilineô quôcúmque ab indice descripto, ostendam simile à calamo describi, nempe resolubile in totidem triangula similia. quod si proponeretur curvilineum, debet illud dividi in tot partes, vt ductis lineis rectis, vel inscriptis, vel circumscriptis, generetur rectilineum, insensibiliter à curvilineo aberrans, & pariter ostendemus simile à calamo describi: ergo vniversaliter similes figuræ, ab vtróque describentur.

## COROLLARIVM.

Ex eo instrumento multa etiam geometrica præstare possumus, vt data figura, aliam similem describemus, etiam in data ratione, si nempe distantiæ indicis, & calami à centro immobili habeant rationem subduplicatam illius quam volumus esse figuræ, ad figuram.

## PROPOSITIO XII.

### Problema.

*Varij vsus parallelogrammi delineatorij.*

Vsus huius parallelogrammi varij sunt, & primò quidem si graphium, & index æqualiter à centro immobili removeantur: fiet imago æqualis prototypo, sed inverso situ, ita vt peracta operatione, tabella tantum inverti debeat. vt in

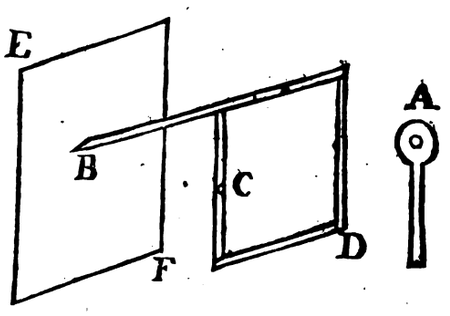
præcedenti propoſitione in triangulis ABC, FED, in ſecunda figura, punctum F, reſpondet puncto C; & A reſpondet puncto D, & B, reſpondet puncto E, ita vt invertendo chartam figura DEF, ſitum ſimilem habeat illi, quem habet triangulum A B C.

Poſſunt etiam in ea diſpoſitione, diſtantiæ graphij, & indicis eſſe inæquales, ſecundum quamcúmque voluerimus rationem; pro vt voluerimus imaginem prototypo maiorem; aut minorem eſſe, in duplicata ſcilicèt ratione diſtantiarum. Hæc tamen diſpoſitio eſt in eo incommoda quod cum manus graphio adiungatur, quod ita movendum eſt, vt index lineamenta prototypi percurrat, contrarius motus imprimendus eſt graphio, illi quô movendus eſt index; quod non parum faceſſit negotij, & imaginationem confundit.

Quare præferenda eſt alia diſpoſitio, in qua centrum immobile, vnam extremitatem obtinet, ſed neceſſario in ea imago, & prototypus ſunt inæquales: ſecundum 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, ſæpe mensâ, longioti, aut tabulato opus eſt, in quo parallelogrammum, ita moveatur vt centrum eius maneat immobile: has tamen difficultates induſtrius artifex, facile ſuperabit.

Alius vſus 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 locô ſpectari poſſint.

Qui vſus vt intelligatur, revocanda ſunt ea, quæ initiô huius tractatûs dedimus, circa ſectiones communes radiorum ab obiectis ad oculum ductorum, qui ſi plano aliquo excipiantur, eandem facient viſionem, quam ipſamet obiecta produxiſſent; quod vt oculis ſubiiceremus, attuliſmus praxin illam delineandi, in ſuperficie vitrea inter obiectum, & oculum interiecta. quia autem tædioſum eſt obiecta in vitro delineare, cum neceſſarium ſit, ea denuò in tabellam transferre, facilè poterimus, ope noſtri parallelogrammi, in tabella, etiam non diaphana cuiuſcúmque obiecti imaginem delineare. Seligatur igitur locus firmus è quo ſpectari poſſit obiectum, itaque diſponatur parallelelogrammum, vt planum eius verticale ſit, firmetúrque eius centrum, ita vt circa illud libere moveri poſſit, tum ad duos pedes immobilem ſtatues dioptram A, per quam videre poſſis obiecta, ſit index parallelogrammi B, graphium C, centrum D. ita movebis graphium




C, vt index B, viſus per dioptram A, videatur percurrere ſingula obiecta, clarum eſt quod index B, percurret ſectiones omnes radiorum ab obiectis ad oculum productorum, & plani fictitij 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 obiecta perfectè exhibebit. opus eſt vt omnia ſint firma, nempe obiecta ſint immobilia, centrum inſtrumenti ſit immobile; & dioptra A, ſit item immobilis. ideóque ad hominum imagines ad viuum exprimendas, ex eorumdem intuitu ineptum eſt inſtrumentum, eo quod obiectum non ſit immobile.

Poteſt item hoc inſtrumentum vtile eſſe, ad perficiendos motus ſimiles, ad aliquam diſtantiam. Sæpe enim in Mechanicis indigemus aliquibus Machinis, quæ motus certos perficiant, poſſumus autem hoc inſtrumentô eos perficere, immo & augere in quacúmque ratione. Sed hæc indicaſſe ſufficiat, cum novam doctrinam non contineant.

TRACTA

Digitized by Google

# TRACTATVS XX.

# CATOPTRICA

## Seu de radio Reflexo.

*VNAM 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 interueniente 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 diuersimode figurata appulsu; mutatas item obiectorum quo ad magnitudinem, situm, distantiam, numerum apparentias, quæ omnia vt ordine procedant, Primò libro de reflexione in genere, & de speculis planis. Secundò de conuexis. Tertiò de concauis agemus.*

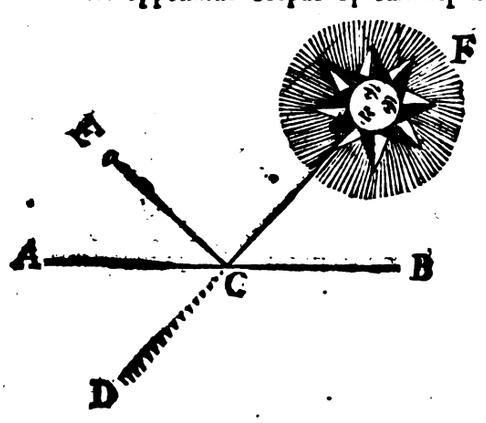
# LIBER PRIMVS.

## 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 vt loquèrer secundum omnium principia, intelligent veram productionem & physicam, qui lumen vt qualitatem respiciunt, intelligent verò productionem, extensionem luminis in partes anteriores corporis opaci, incapacis scilicèt, vel ex toto vel ex parte illius impressionis, qui corpus esse existimant. dicitur productio in anteriorem partem spatij quam respicit corpus opacum, secundum eam superficiem, quam luminoso, corpus opacum obvertit.

Vt si soli opponatur corpus opacum repræ-




sentatum per lineam A B, quod obsistat propagationi luminis, quæ fieret per C D, ita vt id quod propagaretur per CD, producatur in CE, nempe in ea parte spatij, quam respicit superficies AB, obversa luminoso F, hæc propagatio, ita facta vocatur reflexio, differt autem à refractione, quod refractio sit propagatio eiusdem luminis, per medium diversæ densitatis, ita vt illud penetret; vt dum trans vitrum, aut christallum respicimus, luminis radius verè transmittit christallum, at verò radius solaris non ingreditur speculum verbi gratia metallicum, sed ab eo remittitur.

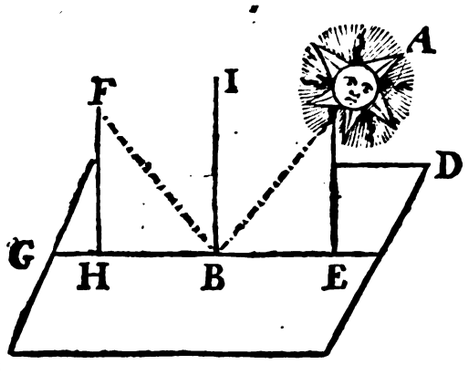
1. Radius est lux à luminoso diffusa, licèt autem omnis radius concipiatur per modum lineæ, non tamen debet concipi, sine vlla latitudine. possumus quidem aliquando non cogitare quod hæc lux à luminoso diffusa habeat latitudinem, quia sæpe accidere potest, vt eius latitudo non faciat vllo modo ad institutum nostrum; de facto tamen nullus vnquam datus fuit radius lucis, qui omni latitudine, & crassitie careret. vt dum à sole per exiguum foramen, solis lumen transmittebamus, fuit fere radij solaris totalis figura cylindrica. licet igitur in eo cylindro plures cogitare lineas, & aliquando totum cylindrum per modum lineæ considerare, nulla habita ratione eius crassitiei.

3. Punctum incidentiæ, quod idem & reflexionis, est pars illa speculi in quam incidit radius, & à qua etiam vicissim remittitur & repercutitur, vt si à sole A, emittatur lumen secundùm lineam



Digitized by Google

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, vt ſi ex luminoſo A, ducatur radius A B, demiſsâque ad tale planum, perpendiculari AE angulus ABE eſt angulus incidentiæ.

5. Angulus reflexionis eôdem modô erit angulus, quô inclinatur linea per quam lumen remittitur, cum plano aut ſuperficie ſpeculi. vt 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 AB.

7. Radius reflexus, eſt via ſeu linea per quam lumen à corpore reflectente, in partes oppoſitas repercutitur. talis eſt linea FB.

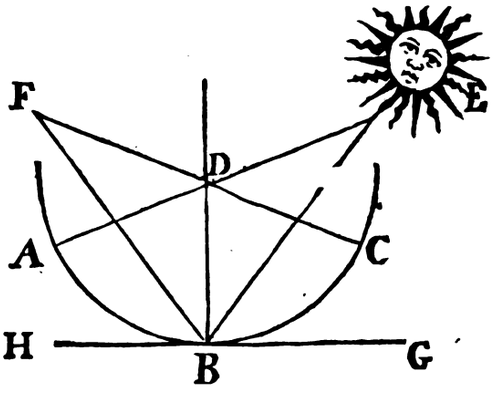
8. Cathetus incidentiæ eſt linea perpendicularis à corpore radiante ad ſuperficiem ſpeculi ducta. vt ſi à ſole ad planum ſpeculi C D, vlteriùs ſi ſit opus productum perpendicularis AE, ageretur hæc vocatur cathetus incidentiæ.

9. Cathetus reflexionis eſt perpendicularis à quocúmque radij reflexi puncto ad ſuperficiem reflectentem ducta. qualis eſt FH.

10. Inclinatio radij ſive incidentis, ſive reflexi eſt angulus comprehenſus à perpendiculari excitata in puncto incidentiæ, & prædicto radio; vt angulus A B I, eſt inclinatio radij incidentiæ AB, ſicut FBI, eſt inclinatio radij reflexionis.

quæ ipſam contingit, & per punctum contactûs tranſit, vt ſit ſuperficies curua ABC, ſitque ſuperficies plana repræſentata per lineam GH, quæ ipſam tangat, in puncto B, linea DBI, quæ recta eſt ad ſuperficiem planam contingentem. eſt etiam recta ad curuam ſuperficiem D B I, nec aliter poſſumus angulos mixtos ex lineis curuis, & 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 récta ad ſuperficiem Sphæricam.

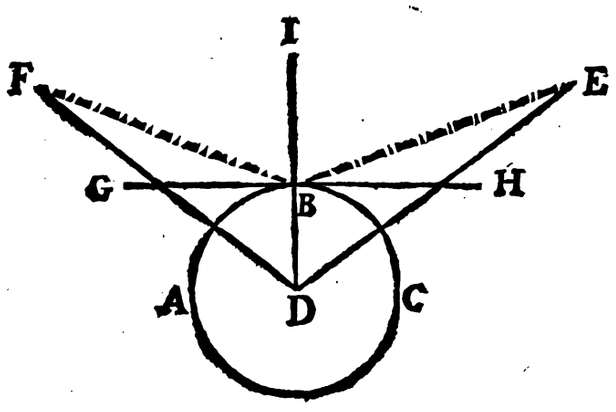
Quare poſito ſpeculo Sphærico ABC, linea EB, erit radius incidentiæ, BF radius reflexus, angulus EBC, aut E B H angulus incidentiæ; angulus FBA, aut FBG reflexionis, linea ED cathetus incidentiæ. FD cathetus reflexionis. angulus E B I, angulus inclinationis radij incidentiæ; angulus denique F D I erit angulus inclinationis radij reflexi.




In ſpeculis concavis verbi gratia in ſpeculo ABC, radius EB, eſt radius incidens, BF reflexus. angulus EBC, aut EBG, 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 radij incidentis angulus E B D. inclinatio radij reflexi D B F.

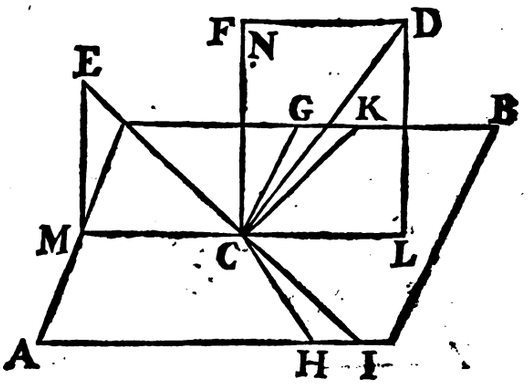
## SVPPOSITIO I.

Superficies reflexionis eſt ad ſuperficiem ſpeculi recta. Sit ſuperficies ſpeculi A B, punctum reflexionis, & incidentiæ C, radius incidentiæ DC, reflexus CE, ſitque perpendicularis CF. Ideó-




Hæc omnia in ſpeculis planis ſatis facile intelligentur, in ſpeculis tamen non planis paulo 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,



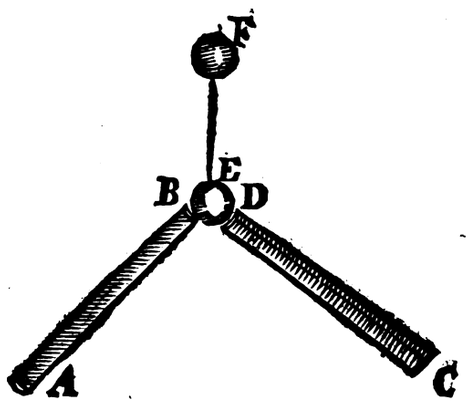

que (*per* 18. 11.) planum per CF, CD, ductum rectum erit ad planum ſpeculi, ſupponitur radius reflexus CE, in eodem eſſe plano. Hoc Euclides hoc Alhazen ſimpliciter aſſumpſit, hoc Vitellio probare conatus eſt non potuit tamen, ideóque eius demonſtrationem vt duplici vitiô laborantem

hic

Digitized by Google

hic non moror; ſupponit enim eius demonſtratio angulos incidentiæ, reflexionis, eſſe æquales, quod tamen nondum probaverat. Keplerus ſimpliciter id probat hôc modô, lux in ſuperficiem illapſa repercutitur in plagam oppoſitam ei vnde advenerat, ſed niſi reflexio fieret in plano perpendiculariter erecto ad ſuperficiem ſpeculi, non reflecteretur ad plagam oppoſitam hæc tamen ratio mihi clara non videtur.

Vnde alij dicunt hoc petendum eſſe ex reſiſtentia corporis reſiſtentis ſeu ſpeculi; cùm enim æqualiter hinc inde à plano perpendiculariter erecto reſiſtant partes ſpeculi; debent neceſſario remittere lucem per planum; ad quod non magis inclinetur ſpeculum ex vna parte quam ex alia. Sed ſolum perpendiculare planum tale eſt; igitur per planum perpendiculare debet fieri reflexio; nec eſt vlla ratio cur potiùs in vnam partem emittat quam in aliam. vt ſi duobus baculis AB,




C D, eôdem modô inclinatis, impellatur globus E, neutrius directionem ſequetur; ſed mediam quandam inibit viam; movebitúrque 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 DC, hinc inde fiunt anguli D C K, D C I; DCG, D C H æquales: ergo mediâ quâdam via incedere debet radius reflexus, media autem via eſt planum perpendiculare.

Aliô item modô oſtendi poteſt, eò magis ſuperficies ſpeculi reſiſtit alicui motui, quò angulum acutiorem cum linea illius motûs fecerit, hoc eſt ideo non tegreditur lumen per lineam CD, per quam inciderat, quia nempe angulus DCL, fuerat acutus, ideóque magis lata, & vt ita dicam aperta eſt via, vt feratur vlteriùs, ſed angulus D C M, eſt obtuſus immo maximus omnium qui fieri poteſt à linea C D, cum quacúmque linea ſuperficiei ſpeculi. vt facile oſtendi poteſt: ergo ibi eſt minor reſiſtentia.

Aliô item modô 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, eius motus eſſet compoſitus ex vtróque, ita vt ſi æqualiter ex vtróque participaret; ferretur per lineam diagonalem, ſeu per radium comprehendentem angulum 45 graduum; ſed huic motui quatenus horizontalis eſt non reſiſtit ſpeculum, ſed tantum pro vt verticalis; ergo pro vt horizontaliter fertur, nullô modô 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 D N C, 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 eôdem modô loquar de lumine, ac ſi vere motum localem haberet; cum tamen certum non ſit motum localem illi ineſſe; fateor quidem cum vix inveniam rationem à priori quare debeat fieri vlla reflexio; ponendo quod lumen ſit qualitas, difficillimum mihi eſſe in ea opinione certas huiuſmodi reflexionis regulas à priori demonſtrare; vix enim invenio vbi pedem figam. Scio ab aliquibus dici ſolem determinatum eſſe, vt quidquid per lineam directam producere non poteſt propter obices; producat per lineam reflexam. quod tamen non eſt ita commune omnibus aliis agentibus, vt pro regula vniverſali aſſumi poſſit. ideóque reſtat inquirendum quare ſol determinatus ſit ad agendum hôc modô. Video eaſdem leges reflexionis corporum obſervari, in reflexione luminis, explico prius eam cuius aliquam rationem reddere poſſum, vt per analogiam ad illam, explicari poſſit ea quæ nos latet. affero autem rationem cur detur reflexio in projectis, eadem prorſus propter quam aſcendunt funependula vlterius poſtquam pervenerunt ad lineam directionis, quod oritur ex natura impetus, qui eſt permanentis naturæ ideóque 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 eius iter ſecundum vnam lineam, quia tamen huic impetui nullo modô contrarius eſt paries, pro vt fert ſuum mobile per lineam ipſi parieti parallelam, ideo ſecundum illud officium, impetus totum ſuum effectum habebit: vel dicendum eſt parietem impulſum vi elaſtica alium impetum producere.

Quod ſi huiuſmodi rationes non videantur ſufficere vt efficiant fundamentum iſtius tractatûs; ſaltem hoc ita ſe habere, & verè reflexionem fieri, in plano ad ſuperficiem ſpeculi recto; inſtrumentaliter oſtendemus, ſi enim ad ſuperficiem cuiuſcúmque 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 vt aſſumere poſſimus tanquam axioma reflexionem fieri in plano, ad ſuperficiem ſpeculi recto.

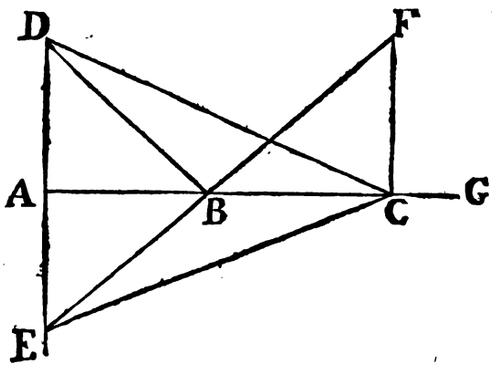
## SVPPOSITIO II.

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 & alij cum illo hanc viam iniuerunt, vt oſtenderent radios incidentiæ & reflexionis, ſub angulis æqualibus factos eſſe minimos, qui ab obiecto ad viſum duci poſſint, cum igitur natura compendioſe

Digitized by Google

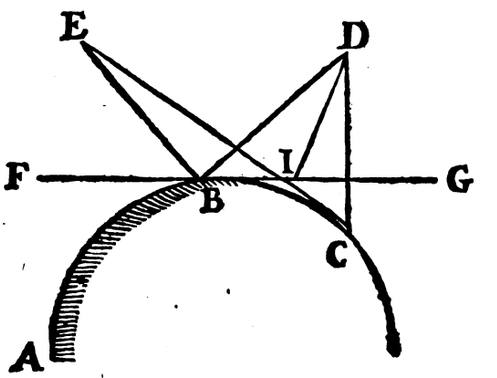
compendioſe agat, & quæ per pauciora poteſt non perficiat per pluta, debet neceſſariò fieri reflexio per radios, reflexionis & incidentiæ qui angulos æquales efficiant. conſequentia patet, aſſumptum tanquam principium per ſe notum quod lux, & ſpecies quæcumque ſi dentur propagentur per lineam rectam, quia illa vnica eſt, & breuiſſima; ergo ſi radij incidens, & reflexus ſint breuiſſimi; per eos reflexe lumen propagabitur. primum antec. facile demonſtro in ſpeculis planis. ſit igitur ſpeculum planum repreſentatum




per lineam ABC, ſitque radius incidens FB, radius reflexus BD, ita vt anguli FBC, ABD ſint æquales, dico radios FBD eſſe breuiſſimos, 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, iunganturque 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 A C D, A C E, æquales, item baſes BE, BD; DC, E C æquales erunt. Sed anguli ABD & FBC ſupponuntur æquales; ergo anguli A B E, FBC ſunt æquales. quare (*per 14. 1.*) linea EBF erit vnica 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 iacebunt in directum. Sed linea DC eſt oſtenſa lineæ EC, & duo latera CF, FE reliquo EF maiora ſunt (*per 20.1.*) ergo FC, CD, radiis FB, BD, maiores ſunt. quod erat demonſtrandum.

Idem facile demonſtrari poteſt in ſpeculo conuexo ABC. ſit enim radius incidens DB, reflexus

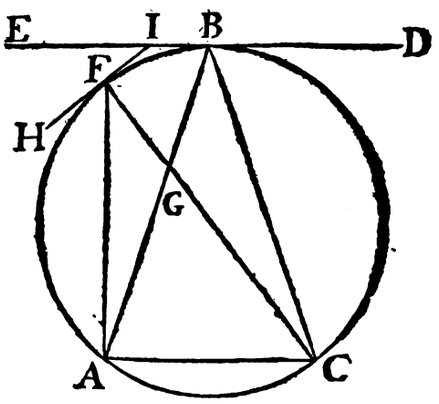



BE, ita tamen vt anguli DBC, EBA ſint æquales; ſintque alij radij DC, CE. dico radios DC, CE ſimul ſumptos, maiores eſſe radiis DB, BE ſimul ſumptis, ducatur enim planũ tangens ſpeculum in B ſitque ſectio reflexionis & plani illius linea FG, ſecans radium CE in puncto I, ducatur linea DI.

Oſtendam ſicut priùs radios DB, BE minores eſſe lineis DI, IE; ergo cum DCI ſint latera maiora quam DI; additò communi IE erunt lineæ DC, CI, IE maiores quam DI, IE; ergo DC, CE, multò maiores, quàm DB, BF. quod erat demonſtrandum.

Si ita bene ſuccederet hæc demonſtratio in ſpeculis concavis; videretur demonſtrata ſuperior ratiocinatio, videretur allata germana ratio huius effati, anguli incidentiæ & reflexionis ſunt æquales. Sed falſum eſt quod in ſpeculis concavis, radij incidens, & reflexus qui æquales angulos incidentiæ, & reflexionis efficiunt; ſint breviſſimi qui ab vno puncto ad aliud duci poſſunt. immò oſtendo eos eſſe longiſſimos.

Sint duo radij AB incidens, BC reflexus ita vt 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 nempe F radij AF, CF, dico illos ſimul ſumptos minores eſſe radiis AB, CB.




Demonſtratio anguli AFC, ABC (*per 21. 3.*) ſunt æquales; item anguli AGF, CGB ad verticem oppoſiti, quare triangula AGF, CGB æquiangula ſunt, ideoque (*per 4. 6.*) ita erit AG, ad GC, vt AF, ad BC; & FG, ad GB immo iunctis duabus vltimis ita erit AG, ad GC, vt AFG, ad CBG. eſt autem AG prima minor, quam ſecunda CG, cum in triangulo AGC, angulus CAG maior ſit quam ACG eſt enim æqualis toti ACB. erit igitur GBC, maior quàm AFG; quare AG minima quantitas in proportionalibus & maxima GBC, (*per 25. 5.*) ſeu ABC maiores erunt intermediis, CG, & AFG, ſeu radiis AFC quod erat demonſtrandum.

Ex quo concludes falſum eſſe illud axioma nempe quod radij incidens, & reflexus qui faciunt angulos incidentiæ, & reflexionis, ſint minimi qui à puncto ad punctum duci poſſunt.

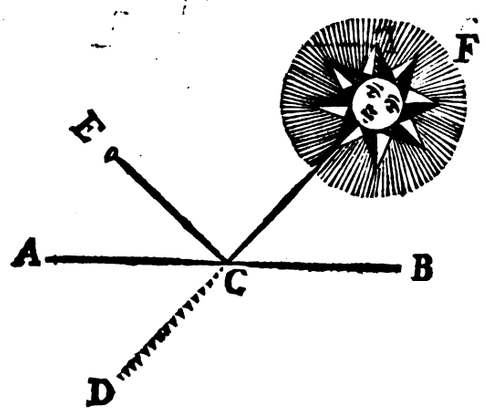
Nihilominus vt totum ſuum robur obtineat; quia ſpecula curva continent virtualiter ſuperficies varie inclinatas, poſſunt conſiderari non tanquam vt vnicum ſpeculum ſed tanquã plura, quia enim in ipſo puncto contactûs, ſpecula curua ſe habent vt plana ideo ſufficit, quod radij incidentiæ & reflexionis æqualium angulorum ſint minimi eorum qui duci poſſint ad idem ſpeculum, conſideratum prout habens eandem inclinationem, nam dum mutatur inclinatio fit diuerſum

ſpeculum,

Digitized by Google

ſpeculum, vt ducta per punctum F tangente HI, punctum F, circuli eandem habet inclinationem, ideóque ſupponit pro alio ſpeculo, quæ reſponſio habet aliquid boni.

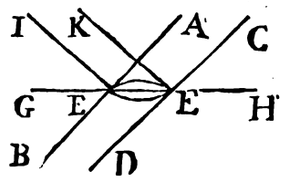
Alia ab aliis initur via, vt aſſumant tanquam principium, quod ſi obiectum in oculum per reflexionem radiet, & conſequenter videatur, ſi permutent locum ita vt obiectum locum oculi, & oculus locum obiecti obtineat, adhuc obiectum eâdem viâ radiabit, & ab oculo videbitur.




Sit enim oculus E, CB ſpeculum A, obiectum F, quod per reflexionem radiet in oculum E, ita vt ſit radius incidentiæ FC, & angulus FCB, radius reflexionis CE, & angulus ACE, transferatur oculus in F, & obiectum in E, videbitur adhuc obiectum, ita vt eadem viâ radiet in obiectum F quod non niſi experientiâ haberi poteſt; quo poſitô facile concluditur angulos incidentiæ, & reflexionis æquales eſſe. ponatur in primo caſu angulum incidentiæ F C B, maiorem eſſe angulo reflexionis ACE; factâ tranſlatione angulus ACE, fiet angulus incidentiæ; ergo pariter maior eſſe debebit angulô reflexionis; ergo non radiabit per CF, cum angulus FCB, maior ſupponatur quàm ACE, neque enim dici poteſt aliquando angulus incidentiæ, maior angulô reflexionis, aliquando minor, cùm natura ſimiles ſemper obſervet leges. igitur ſi per eandem viam obiectum, aut luminoſum radiat reflexè; neceſſarium eſt vt anguli reflexionis, & incidentiæ ſint æquales.

Hæc ratiocinatio fundatur in ſolâ experientiâ, videbitúrque tam benè potuiſſe aliquem experiri immediate, an anguli incidentiæ, & reflexionis ſint æquales, quam an tranſlatis oculô, & obiectô eâdem viâ fiat reflexio. Nihilominus quia ad experientiam capiendam nulla ſunt neceſſaria inſtrumẽta quæ in alia requirerentur, nec eſt tam facilis aberratio ideo neque eam contemnendam duxi.

Pater Zuchi (ſi tamen bene eius mentem aſſecutus ſum, ita hoc probare nititur. Primò ſupponit expediens fuiſſe vt propagatio luminis, aut ſpecierum, quæ fit per lineam directam, impediri poſſet per interpoſitionem corporis opaci, nihilominus non vt ceſſaret propterea omnis actio; ſed tantum aliò dirigeretur, ideóque debuit ſecundum menſuram, quâ 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 hôc modô ſit radius aliquis non mathematicus ſed phyſicus, qui ſumatur modo per modum cylindri, cuius extremæ lineæ ſint AB, CD. qui ſecetur oblique plano EF, certum eſt tam angulum AEH, æqualem eſ-




ſe angulo BEG, oppoſito ad verticem, quàm angulum C E H, angulo G E D. Iam invariatô ſitu pars B E E D, quæ niſi obtitiſſet corpus opacum proceſſiſſet vlteriùs, ex alia parte producatur ita vt omnia eôdem modô, & baſis baſi ſuperponatur, aut potius eadem ſit, neceſſariò æqualis fiet angulus nempe I E G, æqualis erit angulo B E G; ergo & angulo AEH. ſi enim eſſet alius angulus, non eſſet eadem conſtitutio iſtius radij cum ſua baſi quæ communis eſt vtríque radio. vel baſis reflexionis eſſet maior, aut minor baſi incidentiæ, cum tamẽ vnica eſſe debeat. quod ſi baſi manente eâdem alius fieret angulus; radius reflexus, coarctaretur & conſequenter intenderetur, ſi nempe radius reflexus ſit magis obliquus, quam incidens; tarefieret autem ſi baſi manente eadem eſſet magis perpendicularis. cum igitur natura maxime attendat ad ea quæ ſunt communia, & in ſpeculis præcipue planis, vt reflexiones non immutent radiationem, quo ad intenſionem, aut figuram obiectorum; neceſſarium fuit vt reflexio fieret ad angulos æquales incidentiæ & reflexionis. nam vix dantur ſpecula naturalia quæ ſint Sphærica, nam aquæ, lacus maria ſunt ſpecula phyſice plana. vnde illorum potiùs rationem debuit habere natura quam artificialium ſpeculorum.

Verùm vt dicam quod res eſt; in rebus phyſicis nullam afferre rationem niſi vt ita dicam moralem, & quod maxime convenientiſſimum fuit fini naturali, non puto ſufficere; ideóque ſi fieri poſſit quærendum eſt aliquid vlteriùs.

Adde quod hæc ſpecula naturalia quæ vocat, & quorum præcipue ratio habet natura, non ſunt plana, neque etiam phyſice, niſi exiguà tantum 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.

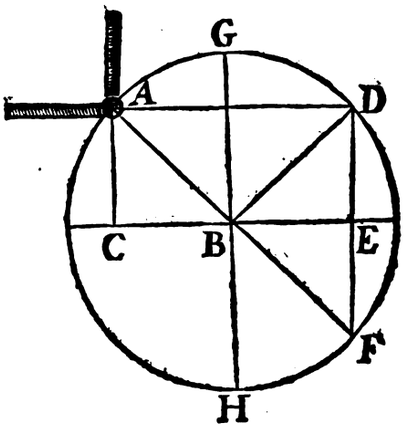
Alia eiuſdem principij ratio affertur à D. Deſcartes videtúrque iam prius fuiſſe allata à Proclo l. 1. commentarij in Euclidem cap. 4. conſiderat igitur radium luminis incidentem eôdem prorſus modô quô conſiderat motum localem alicuius pilæ. Supponit autem determinationem motus ad certam lineam capeſſendam, non ſemper oriri ex eadem præciſe 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 quomodocúmque impulſus in rota producatur ſemper in orbem movebitur.

Ex quo ſequitur (inquit) mirum non eſſe ſi corpus durum poſſit mobilis in ipſum incurrentis motum determinare ad certam viam ineundam; licèt ipſum corpus durum non ſit



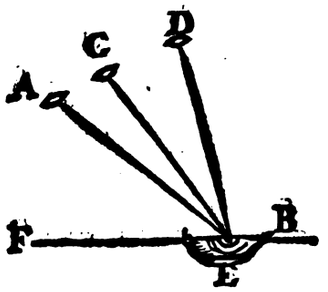
Digitized by Google

productiuum motus. Supponit item motum quemcúmque posse diuidi in duos motus, possèque considerari sub duplici ratione, ita solis motum realiter spiralem partimur in duos motus, diurnum & annuum. nam sæpe accidit vt ex duplici causa ille motus oriatur.




Sit igitur pila A, quæ feratur per lineam AB, illius motus duplicem habet considerationem; primô quidem accedit ad lineam CB, & item accedit ad lineam D E F, quod vt melius concipias, finge pilam A, simul impelli à duobus; nempe ab vno secundum lineam A C, & ab alio secundum lineam A D, vel æqualiter, & tunc linea A B, erit diagonalis quadrati, vel inæqualiter parum interest. feretur ergo pila A per lineam AB; impulsui facto per A D, nullô modô contrarium est corpus durum obsistens extensum scilicèt secundùm lineam CBE, cum linea AD, ipsi sit parallela, motui autem secundum lineam AC, obsistit directe corpus C B, & quantùm est de se remittit pilam secundum lineam CA aut BG. sive ipsum corpus durum vere incurvetur in B, & dum se reducit remittat pilam quantum est de se per lineam BG, quod volunt nonnulli, & posset confirmari multis rationibus, nam quæcúmque vim habent elasticam melius reflectunt, vt sunt reticula ex nervis tensis compacta, corpora dura. mollia verò vix reflectunt; sive vt vult ipse Descartes, quod idem motus secundum lineam A C, per occursum corporis duri determinetur ad contrariam omninò lineam; dum igitur pila pervenit in B, motus illius quatenus movet secundum lineam A D non mutatur, quia corpus C B E, illi oppositum non est; sed parallelum, motus verò quatenus ferebat per lineam AG seu GB, mutatur in contrarium, & iam ascendet pila per lineam B G, 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 vnus tantisper excedebat alium in descensu, eôdem etiam excessu superabit in ascensu, fiet linea B D, eôdem prorsus modô inclinata, quô linea AB; igitur angulus reflexionis est æqualis angulo incidentiæ.

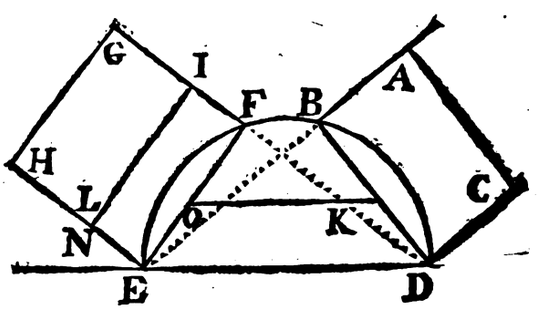
Notandum tamen quod iam indicavi aliàs vt aliquid etiam addam de meo, quòd quoties pila impellitur in corpus, si comprimatur aut moveatur illud corpus semper eôdem modô motum iri deorsum, & quantum est de se remissurum corpus per lineam perpendiculatem. vt si corpus F B, impellatur lineis A B, C B, D B, punctum B, descendet in E, & semper quantum est de se remittet pilam secundum lineam perpendiculatem BD, licèt si pila habeat aliquem impetum cui contra-




rium non sit corpus F B, possit ille habere suum effectum, ita vt motus totalis constet duobus, & secundum lineam, inclinatam magis aut minùs feratur, pro vt motus horizontalis, seu parallelus magis, aut minus perfectione superabit perpendicularem.

R. P. Maignam aliam affert eiusdem axiomatis rationem, quæ desumitur præcipue ab ea definitione, & consideratione radij. quam habet Thomas Obs Anglus, quâ nempe radium directum considerat per modum corporis alicuius totalis cúius partes certam habent inter se vnionem, & hôc modô putat idem Obs se dare aliquam rationem refractionis, quæ in opinione communi est valde difficilis, hanc autem etiam reflexioni applicat Maignan, putátque eam esse optimam rationem, & radij luminosi considerationem, quæ vtriúsque reflexionis nempe, & refractionis rationem reddere potest.

Sit igitur radius lucis à sole emissus quasi cylindrus cuius sectio, sit parallelogrammum A B C D, hic radius dum oblique incidet in corpus ED, necessarium est, vt priùs punctum illius




D, tangat planum B D, quam eiusdem punctum B, punctum autem D subito resiliet, non potest autem resilire quin impellat totam lineam DB, eóque impulsu & quasi subsultatione, & trepidatione totius radij, deviabit tantisper à recto tramite, describétque lineam paulisper incuruam BFE, interea vero, 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 nempe per lineas L I, H G, semper parallelas lineæ F E, sed hoc positô anguli incidentiæ, & reflexionis æquales erunt.

Quod autem hæc omnia ita se habeant hôc modô probatur. sit centrum percussionis, quô fertur linea B D versus E D, in puncto K, nempe eius medio, certum est quod dum sistitur punctum D, quod non est centrum percussionis; alia

pars

Digitized by Google

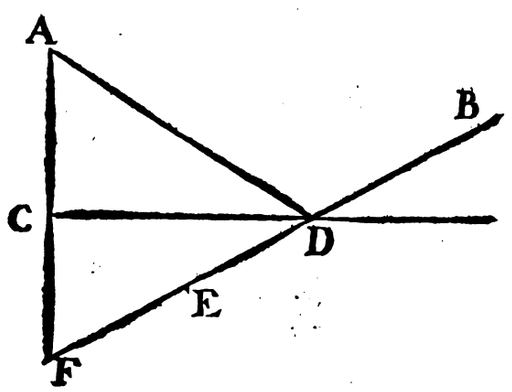
pars nempe DB vlterius progredietur, vt experimur in aliis omnibus motibus; vt quoties non sistitur mobile per centrum directionis & motûs, aliæ partes vlteriùs progrediantur, interea vero punctum D resilit, & quia est centrum repercussionis, debet nonnihil totus impetus, & motus perturbari, quia autem lineæ eiusdem D B, punctum D ascendit, & punctum B descendit, & hoc æqualiter cum repercussio in puncto D, facta æqualis sit descensui, quô totus radius ferebatur deorsum, ideo necessarium est, vt detur aliquod punctum in linea BD, quod neque 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, vsque in O, cessabit autem huiusmodi motus vertiginis quando punctum B, percutiet corpus ED in puncto D. Item facile probari potest ex eo quod æqualis sit motus puncti D, ascendentis motui puncti B descendentis, erunt portiones DBF, BFE æquales, & consequenter lineæ FE, BD. æquales. sunt item lineæ EF, BD æquales: quare (*per* 7. 1.) triangula FED, B E D omninò æqualia, & anguli FED, BDE æquales, & consequenter anguli BED, FED incidentiæ, & reflexionis æquales. quod erat demonstrandum.

Atque hæc sunt communiter principia physica ex quibus fundamentum totius Catoptrices stabilitur; licèt autem rationes allatæ non omninò demonstrent, hoc tamen non impedit quo minus hôc suppositô principio, saltem experientiâ indubitatâ comprobatô, possit vlteriùs progredi mathematicus suásque demonstrationes perficere.

## SVPPOSITIO III.

### *De Loco imaginis.*

Supposuerunt vt indubitatum ipséque Euclides inter alios, locum imaginis, seu locum in quo videtur obiectum per reflexionem esse in catheto, seu perpendiculari incidentiæ. videtur locus ille Euclidis vitiatus, neque enim tam fœdus error in tam illustrem virum cadere potuit, vt enim probet obiectum A, videri ab oculo B, in perpendiculari AC, si enim (inquit ille) assumatur punctum C, non amplius videbitur, obiectum A. falsum est quod si tegatur punctum C, modò re-

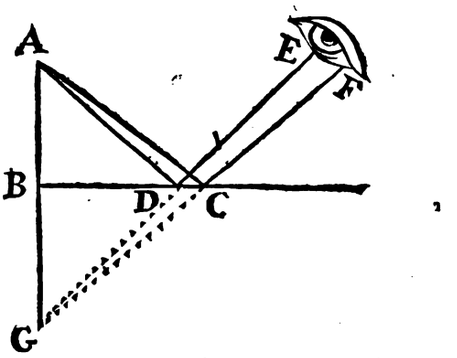



maneat punctum D, obiectum occultatum iri. quare hãc probationem vt inutilem hic non moror.

2. Probatio potest peti ab experientiâ si enim linea AC, aut cylindrus erigatur perpendiculariter supra speculum C D, videbitur cum sua imagine vnicam rectam lineam constituere, sed si obiectum videretur extra cathetum incidentiæ, obiectum reflexe visum, non videretur vnicam, & totalem lineam constituere, cum sua imagine; ergo videtur in catheto incidentiæ. maior est experientia quã quilibet facere potest, non tantum in speculis planis, sed etiam in aliis quibuscúmque; ergo iam constat experientia videri obiectũ esse in catheto incidẽtiæ.

3. Præcipua ratio debet non simpliciter proponi, sed cum aliquo addimento & explicatione, debet enim oculus eodem modo videre obiectum esse in loco in quo non est, propter reflexionem; quô potuit iudicare de eius distantia & loco, sine reflexione nempe vi radij directi. Si ergo oculus eôdem modô afficiatur, & eôdem modô recipiat lumen ab obiecto per reflexionem, quô illud exciperet si obiectum inveniretur in catheto incidentiæ, ex iisdem causis quibus posset iudicare oculus de distantia obiecti per radium directum, ex iisdẽ iudicabit per reflexionem illud esse in catheto incidentiæ. quare primò quidem oculus videt obiectum esse in eo spatio ex quo lumen illi ab obiecto remittitur, sed clarum est quod licet obiectum sit in A, quia tamen vltimus radius qui oculum afficit est D B, oculus sentit obiectum esse in linea DB, sed hæc linea vlteriùs producta fertur vsque ad cathetum incidentiæ, ergo videt obiectum esse versus cathetum incidentiæ.

Restat igitur vt oculus iudicet de distantia si enim non iudicet de distantia eámque non percipiat, non potiùs percipiet obiectum esse in puncto



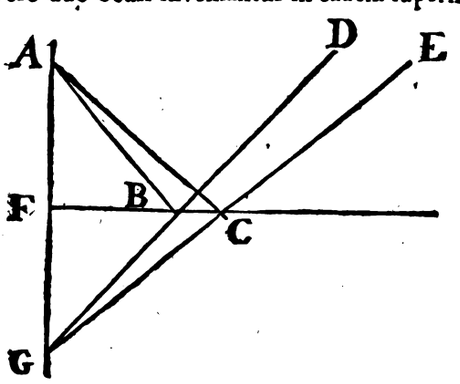

E catheti, quàm in puncto F, aut in puncto D. si à quolibet obiecti puncto ad oculum vnicus tantum radius duceretur; vix esset vllus modus quô vnus oculus posset dignoscere obiectum esse distans aut absens, diximus autem aliàs vnum oculum posse dignoscere distantiam obiecti inter alia, eò quòd radij ad eandem partem obiecti pertinentes, non possint vniri nisi aut christallinus coarctetur, aut retina certô modô à christallino removeatur; sed ne idem sæpius repetamus. Vnus oculus videbit obiectum esse in catheto incidentiæ, si omnes radij reflexi eôdem modô ad oculum perveniant, ac si vere emitterentur ab eodem puncto catheti incidentiæ, seu quod idem est si producti conveniunt in catheto incidentiæ, igitur videt obiectum esse in catheto incidentiæ. probatur minor, sit obiectum A, sintque duo radij reflexi ad duas partes pupillæ E, & F, nempe DE, CF, sumantúrque etiam non in eadem superficie reflexiva, sed in diversis. Et primo quidem quod concurrant hi radij E D, FC ostenditur. si enim non concurrerent videretur obiectum quasi infinite distare, sed hoc est contra omnem experientiam, ergo veniunt quasi ex eodem puncto emitterentur. sit igitur punctum concursûs G, iungaturque 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 maiorem vim habet in duobus oculis. Supponantur enim eſſe duo oculi in E & F; oculus E, videbit obiectum eſſe in linea ED producta; & oculus F in linea F C, quæ duæ lineæ niſi concurrant omnino, obiectum videbitur duplex, ſuppono autem lineas E D, F C eſſe axes Opticos. Si vero concurrant in G, ducatur A G, hanc dico eſſe perpendicularem ad planum ſpeculi, cum enim ſuperficies reflexionis AGDE, ſit ad ſpeculum recta, item ſuperficies AGCF, erit (*per* 19. 11.) communis ſectio A G, ad eandem ſuperficiem recta.

Licèt autem hæc demonſtratio videatur tantum procedere in ſpeculis planis, habet etiam ſuam vim in Sphæricis ſi bene 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 præcipue quando duo oculi ſunt in duabus ſuperficiebus rectis, etiam ad ſuperficiem curuam, axes duorum oculorum directi ſecundum duos radios reflexos, neceſſario convenient in aliquo puncto catheti incidentiæ.

Si verò duo oculi inveniantur in eadem ſuperfi-




cie Sphærica erit paulo difficilius idem oſtendere in ſpeculis curvis facile autem in planis. quod ita oſtendo. Sint duo oculi D & E, videntes idem obiectum A, per radios reflexos B D, C E, ſintque oculi D, & E, in eadem ſuperficie reflexiva. ducatur perpendicularis A F G, quia in triangulis A B F, GFB, anguli A B F, G B F ſunt æquales, cum tam A B F ipſi D B C, (*per ſupp.* 2.) quàm FBG eidem DBC, oppoſitus ad verticem ſit æqualis; item anguli ad F ſint recti, & latus F B commune; erunt latera AF, FG æqualia. Iam dico lineam C E, productam non poſſe cadere neque infra neque ſupra punctum G, quia pariter in triangulis ACF, GFC, lineæ AF, A G, per eandem, debent eſſe æquales, non eſſent autem æquales ſi EC, producta caderet infra aut ſupra punctum G.

In curvis expendemus ſuô 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 vtriúſque radij reflexi. eſt igitur vniverſaliter verum primò quomodocúmque collocentur oculi in ſpeculis planis locum imaginis eſſe concurſum catheti incidentiæ, & radij ad oculum reflexi. in aliis vero quibuſcúmque, quoties vnica apparet imago, & oculi non ſunt in eadem ſuperficie reflexiva, toties etiam obiectum apparere in catheto incidentiæ, ſed de hoc infra.

Poſitis huiuſmodi communibus ſuppoſitionibus; primò agemus de ſpeculis planis eorúmque proprietatibus. ſecundò de convexis omnibus deinde de concavis. Item de parabolicis, Ellypticis, & hyperbolicis. Vltimo de reflexione corporum ſcabrorum.

## PROPOSITIO I.

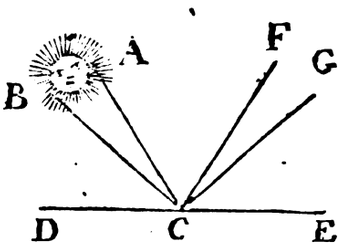
### Theorema.

*Speculæ ab omni puncto reflectunt, à qualibet obiecti, aut lucidi parte emiſſos radios.*

Quodlibet obiecti aut lucidi punctum radiat per lineas rectas in omnem partem, ergo à quôlibet obiecti puncto ad quodlibet ſpeculi, emittitur radius; ſed omnis in ſpeculum emiſſus radius reflectitur; ergo à quolibet ſpeculi puncto cuiuſlibet obiecti à quo ad ipſum duci poteſt linea recta, radius aliquis reflectitur.

### COROLLARIVM.

Ex quo ſequitur quod in ſingulis ſpeculi punctis fiat pyramis incidens cuius vertex in ſpeculo,




baſis in obiecto, pariter fiat alia pyramis reflexa cuius vertex in eodem ſpeculi puncto, & baſis ſemper augeatur quantum ab obiecto receſſeris. Sit enim ſol AB, à cuius ſingulis partibus, ad idem ſpeculi punctum C emittantur radij; ſintque pro omnibus radij AC, BC; quia angulus ACD, maior eſt angulo BCD; AC reflectetur per CF, & BC in CG, ita vt angulus FCE, ſit maior angulo G C E, quod autem dixi de his radiis de aliis etiam omnibus intelligendum eſt.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

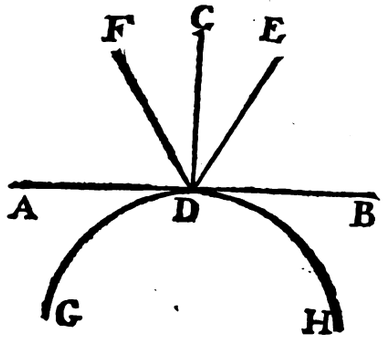
*In omnibus ſpeculis, radius incidens perpendicularis, in ſeipſum reflectitur, inclinati verò ex parte obtuſi anguli reflectuntur.*

In ſpeculo AB, ſit quicúmque radius C D perpendicularis, dico illum in ſeipſum reflecti; ſi enim reflecteretur per alium quemcúmque radium v.g. DE, angulus reflexionis EDB, minor eſſet angulo ADC, incidentiæ contra ſuppoſitionem ſecundam.

Item ſit radius incidens EDB, obliquus, & acutus, dico huiuſmodi radium non reflecti in ſeipſum,

Digitized by Google

seipsum, quia angulus EDB incidentiæ, minor esset angulo reflexionis ADE qui in hoc casu ob-




tusus esset, cum sit complementum ad duos rectos anguli acuti EDB.

Tertiò non reflectetur radius incidens ED versus acutum angulum EDB, propter eandem rationem, sed versus obtusum angulum ADE, ita vt radius reflexus diuidat angulum obtusum ADE. qualis est radius FD.

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*Linea diuidens bifariam angulum quem comprehendunt radij incidens, & reflexus, perpendicularis est ad superficiem speculi*

In eadem figura sit radius ED incidens, & FD reflexus, angulus ab ipsis comprehensus EDF, sit linea CD, in eodem plano diuidens angulum EDF æqualiter. dico illam esse perpendicularem ad superficiem speculi.

Demonstratio cum (*per 2 suppos.*) anguli EDB, & FDA sint æquales, item sint æquales FDC, EDC, cum angulus EDF supponatur diuisus bifariàm, erunt anguli ADC, BDC æquales, & cum superficies reflexiua sit ad superficiem speculi recta per primam suppositionem, cuius 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 curuam, ad quod si linea recta sit; erit etiam recta ad superficiem speculi.

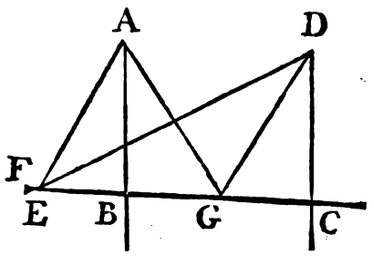
## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

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

Sit punctum A quod radiet in speculum BC, ita vt 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 reflexiuo ad superficiem speculi recto (*per primam suppositionem*) ergo tale planum illud est quod per AB, CD, ducitur; sit illius plani, & superficiei speculi communis sectio linea BC, siue



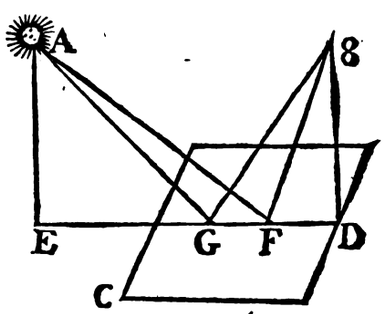

recta siue circularis. dico punctum reflexionis esse in ea linea inter B, & C. primo est in ea linea, si enim extra illam esset; radius reflexus & directus inuenirentur in diuersis planis aut saltem non in plano ad superficiem speculi recto. quod est contra (*primam supp.*) Addo insuper punctum illud esse inter B & C. sit enim si fieri potest extra B, C, verbi gratia in puncto E, ita vt radius incidens sit AE; & reflexus sit ED. cum angulus ABE supponatur rectus AEB erit acutus (*ergo per 2. huius*) ED non potest esse reflexus; sed radius reflexus deberet diuidere angulum obtusum A E F. ergo punctum reflexionis est inter C & B quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Radij ab eadem obiecti, aut lucidi parte emissi, non reflectuntur ad idem punctum, à diuersa speculi plani parte.*

Sit centrum disci solaris punctum A, sitque




punctum quodcumque spatij 8, speculum CD, dico fieri non posse vt duo radij à solis puncto A emissi, ad duas speculi partes reflectantur ad punctum 8. intelligantur enim à puncto A ad planum speculi CD productum si opus sit demissæ perpendiculares AE, 8D quæ iungantur linea ED, punctum reflexionis per præcedentem est in linea CD. sit primo punctum F ita vt anguli AFE, 8FD sint æquales. dico nullum aliud assignari posse punctum in quo fiat reflexio puncti A, assignetur enim si fieri potest punctum G ita vt radius AG sit incidens, & G8 reflexus.

Demonstratio in triangulo angulus AGE externus (*per 16. 1.*) angulo AFG interno maior est, sed angulus 8FD supponitur æqualis angulo AFG: ergo angulus AGE aut illi æqualis (*per supp. 3.*) angulus 8GD angulô 8FD maior erit. Sed 8FD est externus respectu anguli 8GD. ergo angulus 8FD angulo 8GD simul & maior & minor est quod est absurdum, ergo non possunt ab eodem obiecti puncto, ad



Digitized by Google

idem punctum ſpatij reflecti duo radij; ſed vnicus tantum in ſpeculis planis.

## COROLLARIVM.

Vnicô ſpeculó plano quantumvis magno, ad ſolé ignis non generabitur. nam ad hoc vt ignis generetur deberent radij 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 ſpatij vnicus ſit ſingularum partium ſolis radius, non erit calor vehemens, cum per radium directum, id etiam fiat vt in ſingulis aëris partibus inueniantur radij 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 maior calor ſi reflexio fiat verſus eam partem aëris quæ eſt iam illuminata à ſole, ita vt in ea ſint radij directe à ſole producti & reflexo ab eodem ſole, ſed adhuc non erit intolerabilis ille calor.

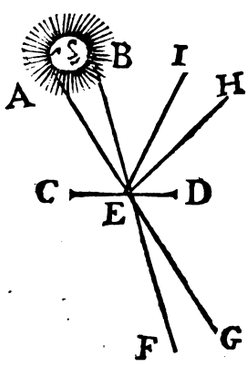
Si tamen adhibeantur plura ſpecula etiam plana poterit generari ignis vt dicemus.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*In ſpeculo plano idem accidit quod in foramine, ita vt in magna diſtantia à ſpeculo, radius ſolaris remiſſus ſit rotundus, & amplietur.*

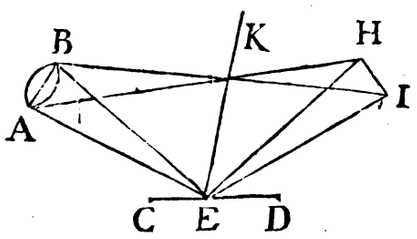
Sit ſol AB ſitque ſpeculum CD, quod ſit minimum. dico quod eôdem modô quô ſi CD




eſſet foramen, radij ſolares in foramine interſecarentur, & poſt foramen iterum à ſe invicem recederent, ita vt 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 primo ſi radij AE, BE ſint in eadem ſuperficie reflexiua, erunt etiam, radij reflexi EI, EH in eadem ſuperficiè. quia autem anguli BEC, IED ſunt æquales, ſi ab illis auferantur anguli AEC, HED remanebunt anguli AEB, IEH. æquales.

Si verò radij AE, BE ſint in diuerſis planis reflexiuis 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 EI reflexo ſibi correſpondente. ſit communis ſectio illorum planorum linea KE, 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 iungantur lineæ HI, AB.

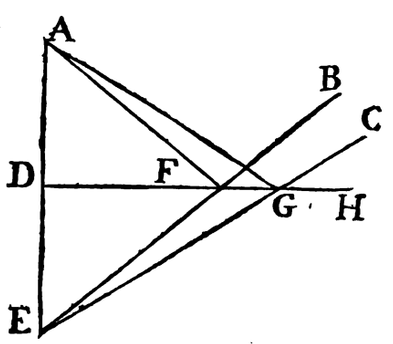
Demonſtr. in triangulo AEH cum linea EK angulum AEH bifariam diuidat erit (*per* 3.6.) vt AK ad KH, ita AE, ad EH, pariter erit vt BK ad KI; ita BE, ad EI. Sed in triangulis BKA, HKI anguli in K ſunt æquales: item lineæ BK, AK æquales ſunt: propter immenſam ſolis à puncto K diſtantiam; quare triangula AKB, HKI, fient proportionalia. vnde oſtendam triangula AEB, HEI eſſe proportionalia: ergo & angulos AEB, HEI eſſe æquales. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*In ſpeculis planis obiectum videtur in concurſu radij reflexi cum catheto incidentia.*

Sit obiectum A, oculi B & C, cathetus inci-




dentiæ AD ſit radius reflexus FB, dico obiectum videndum in concurſu radij FB cum catheto incidentiæ AD, ſint enim radij incidentes AF, AG, iungaturque 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 vt 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 EDF, DFE duobus rectis minores; & (*per* 11. *Axioma Eucl.*) linea DE, FE, concurrent.

Deinde

Digitized by Google

Deindè 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 A D lineæ DE. Probo autem modò radium CG, productum concurrere cum B F 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) inuenitur linea E G. secundò in triangulis EDG, 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 obiectum videtur ab oculis positis in B & C. in concursu radiorum ad ipsos reflexorum: ergo obiectum videtur in E. immo si poneretur alter quicumque oculus, ostenderem ab ipso semper videri obiectum in E, & quemcúmque radium reflexum à quo videri possit punctum A, semper productum convenire in punctum E.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

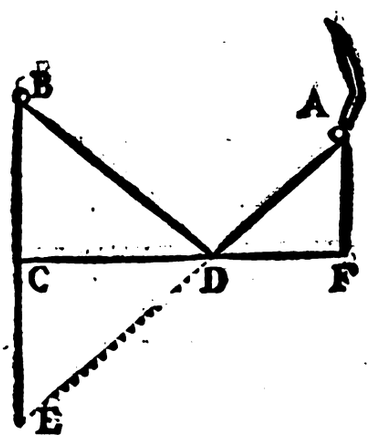
*In speculis planis, locus in quo videtur obiectum, tantum immersus est intra profunditatem speculi, quantum obiectum extat supra superficiem speculi.*

Hæc propositio est tantum corollarium præcedentis; ostendimus enim locum apparentem obiecti esse punctum E, & lineas AD, DE, esse æquales. ideóque locus apparens obiecti, est in catheto incidentiæ, tantúmque distat à superficie speculi quantum ipsum obiectum.

## PROPOSITIO X.

### Problema.

*Datò locò obiecti, & oculo, assignare punctum reflexionis.*




Sit datum obiectum in A, & oculus B. debet assignari locus reflexionis, ducatur ex puncto B, perpendicularis ad planum speculi sitque BCE; abscindatur linea CE, æqualis lineæ BC, ducatúrque 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, B D C, erunt æquales. ergo lumen propagatum per AD, reflectetur in B. quod erat demonstrandum.

Hæc propositio vsui potest esse in tudiculari ludo. si quis enim reflexe globo A, velit attingere globum B, & quærat locum in quo fieri debeat reflexio, ad hoc vt attingat globum B, ducat ad superficiem planam reflectentem perpendicularem BC, quæ vlteriùs producatur, ita vt sit C E, æqualis ipsi B E; dico si ex A, collimet rectà in E, quod reflexio attinget punctum B, attinget autem punctum B, si anguli ADF, BDC sint æquales, erunt autem æquales cum vni tertio nempe angulo CDE æquales sint. vt superius probavi.

## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

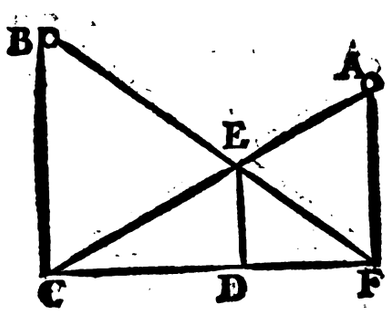
*In speculis planis catheti incidentiæ, & reflexioni, radius incidenti, & reflexo item distantiis catheto-rum à puncto reflexionis sunt proportionales.*

In superiori figura sint catheti incidentiæ BC; reflexionis AF; item radius incidentiæ BD, reflexionis D A, item distantia catheti incidentiæ à puncto reflexionis C D, & distantia catheti reflexionis ab eodem puncto reflexionis sit FD. dico ita esse B C ad A F; sicut B D, ad A D; & sicut CD ad FD.

Demonstr. 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 B D ad D A, & sicut CD ad FD. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

Hâc suppositâ propositione, aliô modô inve-




niemus punctum reflexionis. Sit enim pariter globo A, attingendus per reflexionem globus B. sint ductæ catheti incidentiæ AF, reflexionis BC, ducantur B F, A C, se intersecantes in E, ducatur perpendicularis E D. dico punctum E, esse punctum reflexionis. cum enim BC, E D, sint parallelæ erunt triangula DEF, F C B æquiangula, & (*per* 5. 6.) proportionalia, quare ita erit DF, ad DE, sicut CF ad CB, pariter erit vt D E ad CD, ita AF ad C F, sunt igitur 6, quantitas in perturbata

Digitized by Google

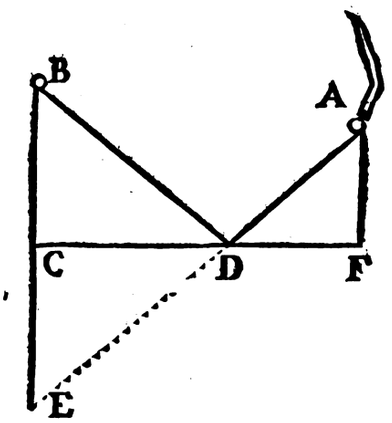
bata ratione quas ita disponere possumus DF, DE, CD. AF, CF, CB. quare ita erit DF, ad C D; vt A F ad C B; sed distantiæ cathetorum à puncto reflexionis sunt proportionales ipsis cathetis: igitur D F, & C D, sunt illæ distantiæ: quare punctum D, est punctum reflexionis. quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO XII.

Theorema.

*Distantia imaginis ab oculo, componitur ex radiis incidentia, & reflexionis.*

In penultima figura locus imaginis obiecti B, respectu oculi A, est punctum E, cuius distantia



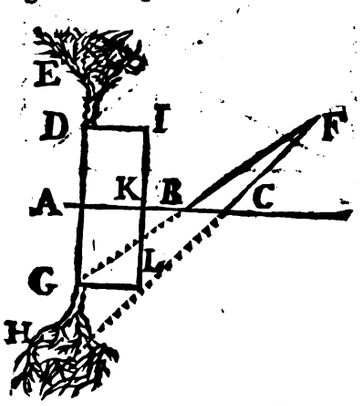

ab oculo est A E, sed AE, componitur ex A D radio reflexo, & D E, quam ostendimus æqualem esse radio incidenti B D, ergo distantia imaginis ab oculo, componitur ex radiis directo, & reflexo. quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO XIII.

Theorema.

*In speculis planis horizontalibus, altitudines verticales, euersæ apparent.*

Sit speculum horizontale AB, qualis est nempe aqua restagnans; sitque altitudo verticalis vt do-




mus, aut arbor ADE, à cuius singulis punctis intelligantur duci perpendiculares ad planum speculi, sitque puncti D perpendicularis D G, ita vt æquales sint lineæ A D, A G, item sit perpendicularis AE, cui sit æqualis AH. dico hanc altitudinem videri inversam ab oculo in F posito.

Demonstratio. Altitudinem A E, 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. huius*) obiectum 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 versus aliam partem: ergo altitudines verticales in speculis planis horizontalibus videntur eversæ. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XIV.

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 vt DA, AG; I K, KL, sint æquales.

Demonstratio. Punctum D (*per 9. huius*) videbitur esse in D & I in L, ideóque apparentia magnitudinis DI, est GL; sed DA, I K 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 speculo AB parallela, quæ spectaretur directe ab oculo F, sæpe enim posset accidere aliqua fallacia, quæ non oriatur præcisè ex reflexione, hoc est quæ tam bene esset si spectaretur obiectum directe ex puncto F, quod esset in GL.

## PROPOSITIO XV.

Problema.

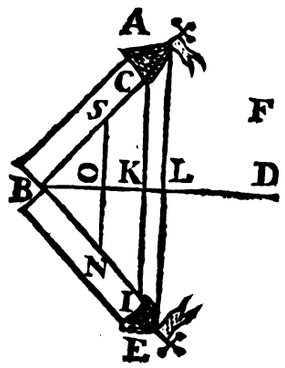
*Magnitudines realiter ad speculum inclinatæ, reflexè spectatæ ad idem speculum inclinatæ apparent.*

Sit magnitudo AB, ad speculum BD inclinata, ita vt angulus ABD sit acutus, dico pariter eodem modo hanc magnitudinem ex alia parte visum iri inclinatam, sit enim oculus in puncto F, ducantúrque CKI, ALE, ita vt tam lineæ CK, KI; quàm LA. LE sint æquales (*per 9. huius*) 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

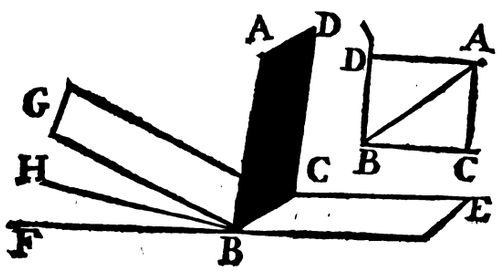
æquales & KB communis, erunt anguli CBK, IBK æquales, quare erunt inclinationes eædem.




Quod si aliquis dubitet lineam CB, apparere reflexe per modum lineæ, hoc ita demonstrabo. sumatur quodcúmque punctũ S, à quo ducatur perpendicularis SON, sintque SO, ON æquales: punctum S, apparebit in N. dico puncta B, N, I, constituere vnam lineam rectam. cum enim duæ rectæ SN, CI, sint ad idem planum rectæ (*per* 14. 11.) erũtque 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, vnam lineam constituent, idem ostendam de quibuslibet aliis punctis lineæ BC. igitur lineæ rectæ reflexe videntur in speculis planis, sicut lineæ rectæ.

## COROLLARIVM.

Ex hoc vides rationem quare si sit speculum ad




pavimentum inclinatum, pavimentum appareat ex alia parte inclinari. vt si sit speculum ABCD, ad planum horizontale BE inclinatum, ita vt angulus DCE sit acutus, pavimentum reflexe spectatum videbitur assurgere, immo duplo, ita vt si angulus DCE, deficiat à perpendiculari vno gradu; imago pavimenti assurgat duobus gradibus. Sit enim angulus DCE 89 graduum, erit angulus ABF 91 graduum, angulus autem A B E est 89 graduum, per præcedentẽ, & distantia à 91, sub quo angulo apparere deberet si maneret hoc planum, est duorum graduum: ergo mutatúr apparentia duobus gradibus, cum inclinatur speculum tantum vno gradu.

## COROLLARIVM II.

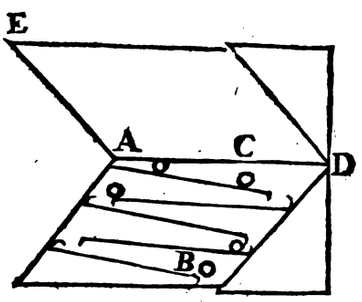
Sequitur item ex eo, quod si speculum sit inclinatum ad horizontem, angulo semirecto seu 45 graduum, quod magnitudines horizontales apparebunt verticales; & viciſſim verticales horizontales. vt si planum speculi sit AB planum horizontale, quod cum tali speculo comprehendit ex suppositione angulum ABC semirectum, habebit imaginem quæ cum eodem comprehendat angulum semirectum ABD, ergo totalis angulus C B D rectus erit, ergo imago BD, apparebit cum horizonte angulum rectum comprehendere, hoc est erit verticalis. idem dico de obiectiva magnitudine A C, quæ cum sit verticalis, cum eodem speculo angulum semirectum comprehendet, atque adeo eius apparentia erit DA, ita vt angulus DAC, sit compositus ex duobus semirectis, atque adeo rectus sit, vnde imago DA erit horizontalis.

## COROLLARIVM III.

Quod dixi de verticalibus magnitudinibus, dicendum etiam est, de speculo verticali, sed inclinato diversimode ad aliud planum verticale v. g. ad murum, si speculum sit ad parietis planum perpendiculare, imago parietis, perpendicularis apparebit, si moveatur speculum mutetúrque inclinatio cum pariete obiectivo, imago parietis duplo mutet suam inclinationem cum eodem pariete obiectivo, quæ omnia vt meliùs conciperentur sumendum esset speculum præ manibus; difficile enim est hic semper figuras solidas bene repræsentare.

## COROLLARIVM. IV.

Ex hac propositione poteris in speculo exhi-




bere, ea quæ gravitatis motu descendunt, ascendere. Ingeniosum, & iucundum est illud genus horologij automati, in quo globulus æneus per helicem descendit, donec incurrat in elasterium, quo magnâ vi in altum remittitur, vnde rursus descendat, & ita deinceps, quamdiu elasterij adducti vires sufficient. quod etiam pondere aliquô perfici posset, plura visuntur huiusmodi hic Lugduni apud Dominum Deservieres virum nobilem, & in omni machinarum genere versatissimum. Inter multa vnum est in pulpito declivi in quo nempe regulæ ligneæ globulos descẽdentes vna post aliam excipiunt. tale exhibetur in AB, nempe egrediebatur globulus per foramen A, indéque 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 A B, angulum tantisper acutum comprehendat, & talem vt imago plani AB 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, respiciatúrque per foramen.



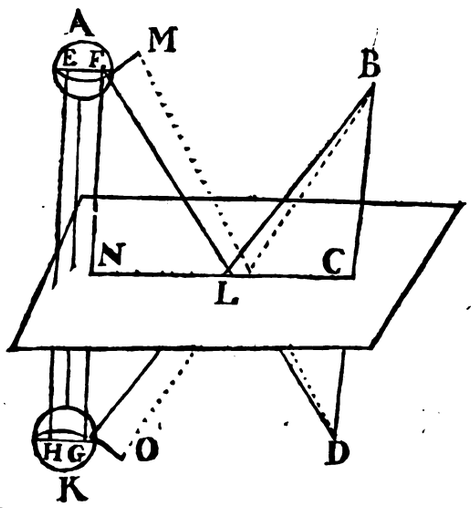
Digitized by Google

## PROPOSITIO XVI.

Theorema.

*Eandem omnino obiectum habet magnitudinem apparentem, & partium dispositionem dum reflexe spectatur, ac si directe spectaretur ex puncto catheti reflexionis æque distante à speculo, ac oculus; nisi quod dextra in ordine ad respicientem sint sinistra.*

Sit obiectum quodcúmque verbi gratia Sphæra A, quæ ex puncto B reflexe spectetur, sitque cathetus reflexionis B C, punctum D, tantum distet à superficie speculi, quantum oculus B, dico



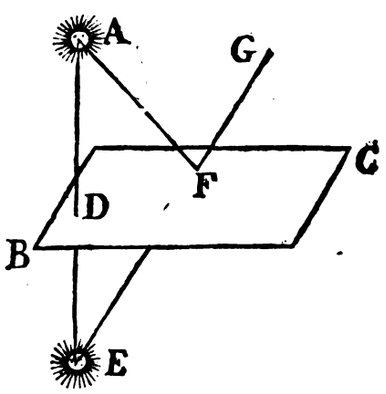

eôdem prorsus modô, quoad magnitudinem, & partium dispositionem videri Sphæram A, reflexe ab oculo B, quô videretur directè ab eo cuius oculus esset in puncto D catheti reflexionis, ita vt lineæ BC, CD sint æquales. nam ex singulis punctis Sphæræ, ducantur perpendiculares ad planum speculi, quæ vlteriùs producentur, ita vt partes intra speculum, existentibus extra speculum sint æquales, ex hac parallelarum productione generabitur figura omninò similis obiecto, quod ostendi facile posset. vt si à lineæ EF, obiectivæ punctis E & F ducantur perpendiculares, quæ inter se erunt parallelæ, ostendam facile 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 vt iam probavimus supra, lineæ GN, NF, sint æquales. item lineæ LB, LD, eôdem modô probari possint æquales; ob æqualitatem angulorum in punctis C. & L, & linea C L 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, vt melius appareret, quæ sub aliquo determinato angulo videretur, ex puncto D, affero eius imaginem visum iri ex puncto B, sub eodem angulo, cum enim iam probaverim ductis perpendicularibus lineam GO, quæ ducitur per extremitates illarum perpendicularium, esse æqualem lineæ F M. ostenderim item lineas BG, DF, item B O, D M, esse æquales, & bases GO, FM sint æquales (*per 7. primi*) erunt anguli GBO, FDM æquales, ideóq; non tantum erunt imagines æquales obiecto, sed etiam æquales apparebunt respectu oculi in puncto B existentis; ipsi obiecto respectu oculi in D, existentis quod erat demonstrandum.

Vnum tantum superest nempe dextra apparere sinistra, quod non est tam verum absolute, quam respective, eò quod ipse videns aliô modô se habeat. nam dum est in puncto D, vt spectaret directe obiectum A, partes E, haberet ad lævam, partes verò F ad dextram, si vero mutet situm, sitque aliô modô obversus, dum reflexe spectabit idem obiectum A ex puncto B, fieri poterit vt ita obvertatur vt habeat partem E, ad dextram & partem F ad sinistram, tunc etiam imago partis E dextra erit, & imago partis F sinistra erit, & videbitur mutasse situm. vnde 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 contrariô modô, manus dextra tunc, occuparet locum manus sinistræ imaginis.

## PROPOSITIO XVII.

Theorema.

*Obiectum eôdem modô radiat reflexè, quô directe radiaret, si mutaret locum cum sua imagine.*




Sit sol in puncto A, speculum BC, cathetus incidentiæ A D B, lineæ AD, DE æquales, & consequenter (*per 9. huius*) punctum E, locus imaginis, dico solem eôdem modô propagare suos radios per reflexionem à speculo B C, ac radiaret directe seu per radium directum, si sublatô speculô collocaretur in puncto E. sumatur aliquod solis punctum A. dico illud eôdem modô radiare per reflexionem, seu eosdem & totidem habere radios reflexos, quot produceret directe, si esset in puncto E sibi correspondente. Sit enim radius incidens A F, radius reflexus FG (*per 8. huius*) productus attingit cathetum incidentiæ in loco imaginis, ergo radius reflexus F G, directe tendit in punctum E, ergo si punctum A directe radiaret, propagaret radium per lineam F G. idem probari potest de quôcúmque aliô radiô reflexô, 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 radij reflexi nisi collectio omnium radiorum, omnium & singulorum punctorũ ipsius solis,

Digitized by Google

solis, nec vlli radij directi sole constituto in loco imaginis, quam qui ex singulis, & omnibus eius punctis emitterentur, sol eôdem modô radiabit reflexè, & eius radij reflexi eodem modo se habebunt, quoad divaricationem, conformationem, quô se habuissent radij directi, si in loco imaginis esset constitutus. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM I.

Ex eo sequitur quod si sumatur vnicum tantum punctum speculi quod in eo sit vertex coni reflexivi sicut ostendimus, quòd sumptô foramine per modum indivisibilis, in eo producatur per decussationem radiorum conus aliquis luminosus; igitur idem accidet in radiis luminosis ab eodem speculi puncto reflexis. secundo probavimus per foramen multilaterum in maxima ab illo distantia fieri conum aliquem physice 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 cuius sectione oriantur sectiones conicæ; nempe circulus, Ellypsis, parabola hyperbola. Diximus item quod in foramine ita dispensaretur lumen vt non habenda esset ratio distantiæ ab ipso sole; sed ab ipso foramine, quod explicandum est præcipue vero, si nullam habeat rationem cum distantia.

### COROLLARIVM II.

Docuimus modum observandi Eclypses, aut maculas solares transmissô solis radio per foramen, quia tamen non bene apparent huiusmodi maculæ nisi in maxima à foramine distantia; excipiatur radius, vt 20 aut triginta pedum; difficile autem sit invenire conclavia quæ tantam habeant longitudinem, secundum directionem radij solaris; speculô planô facilius id exequi possumus, cum enim ex varia mutatione, & inclinatione speculi fere in omnem partem radium remittere possimus; non erit difficile illum secundum longitudinem porticus longissimæ dirigere.

Notandum tamen quod duplici modô possit excipi radius solaris speculo, ad hoc vt remittatur longissime, primus modus erit si radius solaris iam transmissus sit per foramen, ita vt 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 vero totum speculum, aut à singulis partibus solis illuminetur etiamsi in speculo esset aliquis nævus, nô tamen in radio excepto appareret, sicut nô apparet corpus opacum minutũ etiãsi pẽdeat in foramine.

### COROLLARIVM III.

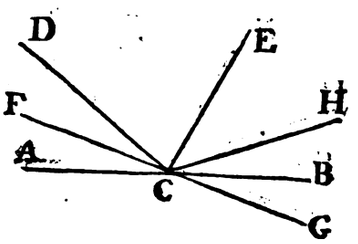
Ea transmissi solaris radij per foramen similitudo cum eodem radio, ab eodem speculi puncto, reflexo, est fundamentum totius Catoptricæ horariæ sicut enim obiectorum foris positorum radij per foramen transmissi, in planis oppositis eorum imagines exhibent, ita vt si cœlum distinctione colorum niteret; apparerent omnes circuli, quos sol radio etiam transmisso quasi sua imagine percurreret, & hoc poni potest tanquam primum perspectivæ horariæ directæ, seu Gnomonices fundamẽtum, ita etiam si cœlum eandem colorum distinctionem haberet, & in speculum aliquod satis paruum radios emitteret, illi reflexi cœlorum, & totius Sphæræ effigiem in occurrentibus corporum superficiebus exhiberent; & iterum radij per foramen emissi, quia post intersectionem æquales angulos vt oppositos ad verticem comprehendunt, ita etiam radij reflexi æquales angulos comprehendunt ac radij eorum incidentes, igitur potest cogitari Sphæra reflexa cuius 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 XVIII.

### Theorema.

*Si speculi plani inclinatio varietur vno gradu; radius reflexus, eiusdem, & immoti radij incidentis, duobus gradibus mutabitur.*




Sit speculum AB, v.g. horizontale in cuius puncto C, incidat quilibet radius DC, reflectatur autem in CE; inclinetur tantisper speculum, ita vt sit FG, sitque angulus inclinationis ACF, vnius gradus, dico radium reflexum CE, descensurum in H, ita vt sit C H, & angulus ECH, sit duplus anguli F C A.

Demonstratio. Anguli ACD, ECB, sunt æquales (*per 2. Supp. huius*) sed angulus DCF, minor est vno gradu angulo DCA, ergo & angulo ECB, minor erit vnô gradu, cum autem angulus B C G, sit æqualis sibi oppositô ad verticem angulo ACF, angulus ACG, adhuc maior erit vno gradu, quam angulus ECG, ergo angulus ECG, excedit duobus gradibus angulum DCF, sed angulus reflexionis BCG, 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; duplo movebitur radius reflexus, si trepidet speculum dupla erit radij reflexi trepidatio. Ex quo potes deducere rationem, quare radius solaris à fluminibus etiam leviter fluentibus remissus, ita agitetur & moveatur, vt ex vel levissima aquæ crispatione, in immensum pene excurrat. duæ illius sunt causæ. prima petitur ex magna distantia à puncto reflexionis, ita vnius, vel alterius gradûs mutatio magnum tamen in obiecto corpore spatium sibi vendicat, alia vero petitur ex hac propositione, quod mutatio speculi duplo maiorem 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, adiectis supra calculis disponere, vt ex calculorum ad singulos tuditum ictus subsultatione, de rei veritate certi fiant.

Alij etiam vasa aqua implent, sed hæc ratio in locis apertis non succedit, levissimus enim auræ flatus, ita aquam crispat, vt nullum ex eo indicium accipi possit. quare iudicarem specula ita disponenda esse, vt radius solaris reflexus in locum satis



Digitized by Google

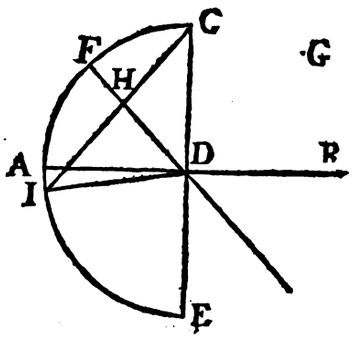
dissitum,& obscurum remittatur, levissima enim speculi commotio insignem in radio motum produceret.

## PROPOSITIO XIX.

### Theorema.

*Moto in orbem speculo; apparenter mouetur obiectum, in orbem; illiúsque motus, duplus est motus speculi.*

Sit speculum AB, obiectum C oculus G. dico si inclinetur speculum seu moveatur in orbem videndum etiam moveri obiectum in orbem. ducatur enim ex puncto C cathetus C D, sitque C D




æqualis ipsi D E, obiectum videbitur in puncto E, (*per 8. huius*) inclinetur speculum quôlibet angulô FDA, & ex C, ducatur cathetus CH, sitque CI, æqualis lineæ C H, videbitur obiectum in puncto I, ducatur linea I D. dico lineam I D, æqualem esse lineæ DE; & angulum IDE, motûs apparentis obiecti, duplum esse anguli ADF, quô motum est speculum.

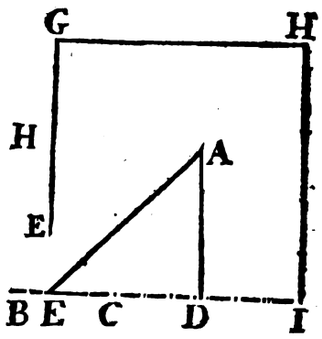
Demonstratio. In triangulis DHC, D H I, rectangulis in H, cum latus A D sit commune, & lineæ HC, HI, æquales ex constructione (*per 4. 1.*) erunt bases DI, DC æquales; sed DC, æqualis est lineæ DE, ergo tres lineæ D C, D I, D E, sunt æquales; igitur si ex E, vt centrô describatur circulus, is per puncta I & C transit. At verò cùm angulus DHC rectus sit; reliqui duo HCD, HDC, erunt vni recto seu angulo ADC æquales; & ablatô 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, quô motum est obiectum; duplum est anguli ADH, quô motum est speculum. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XX.

### Theorema.

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

Ad hoc vt aliquis seipsum non videat, requiritur vt nullus à se in speculum propagatus radius, ad ipsum reflectatur; sed hoc possibile est, quoties enim speculum ita erit dispositum, vt radius ductus sit obliquus, nullúsque 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 obiecta aliquando quæ foris erunt. vt



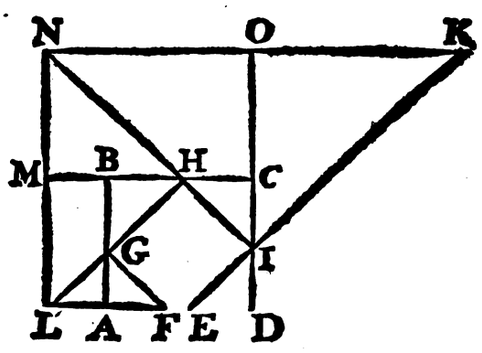

si sit oculus in puncto A speculum BC, ita dispositum vt perpendicularis ducta ad planum speculi productum, non cadat in ipsum speculum; non se videbit, nam radij omnes à puncto A, emissi ad speculum cum eius plano angulos acutos comprehendent, atque adeo (*per 2. Suppos.*) reflectentur ex parte anguli obtusi AEB. Quod si esset cubiculum FGHI, in cuius fenestra FE, esset speculum, posset ea videre quæ foris geruntur. Sed hæc facilia sunt.

## PROPOSITIO XXI.

### Theorema.

*Quoties obiectum per plures reflexiones videtur, eius distantia ab oculo, æqualis est omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis simul sumptis.*

Sint tria specula A B, B C, C D, sit obiectum F oculus E, videatúrque obiectum F, per tripli-




cem reflexionem, factam nempe in punctis G, H, I, sintque omnes radij, tam incidentiæ quam reflexionis FG, GH, HI, IE, dico obiectum F, visum iri in puncto K, ita vt linea EIK sit æqualis, omnibus radiis FG, G H, H I, I E simul sumptis. ab obiecto F, ducatur cathetus F A, ad planum speculi AB, sintque AF, A L æquales, item ex L, ad planum speculi BC, ducatur cathetus LM, sintque L M, M N æquales; item ex N, ducatur ad planum speculi CD cathetus N O, sintque N O, NK æquales.

Demonstratio. Quoniam FA, est cathetus respectu speculi AB, & L, locus imaginis radius reflexus GH, eodem modo propagabitur ac si procederet ex puncto L, (*per 17. huius*) quia autem L M, est cathetus incidentiæ puncti L, respectu speculi BH, si obiectum esset in L, radius reflexus H I, eôdem modô propagaretur, ac si obiectum esset

Digitized by Google

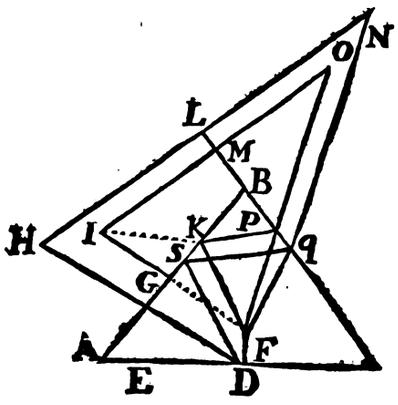
esset in N, pariter ostendam eôdem modô propagari radium E I, ac si obiectum existens in K illud produceret; sed E K, est æqualis omnibus radiis FG, GH, HI, I E; nam in triangulis AGF, AGL (*per* 4. 1.) lineæ LG, FG sunt æquales; ergo additâ communi GH, erunt F G, G H, simul æquales LH. ostendam autem (*per* 4. 1.) lineam HN, æqualem esse lineæ LH, igitur NH, æqualis erit radiis AG, GH, & additâ communi HI; erunt tres radij FG, GH, HI, æquales lineæ NI. Sed linea NI, pariter æqualis ostendetur lineæ IK; ergo additâ communi EI, erunt radij FG, GH, HI, IE simul æquales lineæ E K. quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*Specula ita disponere, vt imago sublimis, & volans videatur.*

Hoc problema plus admirabilitatis habet dum nude proponitur, quam dum executioni mandatur: si enim videretur imago, in aëre extra speculum, bene quidem, hoc mirabile videretur; sed quod ita disponatur speculum, aut plura specula, vt in eo situm mutent, hoc fere iam explicuimus saltem vno speculo enim ostendimus. (*prop.* 15. *huius*) quod si speculum sit inclinatum ad horizontem gradibus 45. imagines obiectorum verticalium horizontales apparebunt. si magis inclinetur tunc incipient everti, ita vt si speculum horizontale sit, iam incipiant eversæ apparere, vt etiam ostendimus. quare restat vt id cum Vitellone & Alazeno, duobus speculis præstemus. Sit triangulum




ABC rectangulum, quomodocûmque se habens ad horizontalem DE, sitque respiciens DF, in planis rectanguli disponantur duo specula, in locis idoneis. sitque primo in plano A B speculum AG, ducantur perpendiculares D A H, F G I, sintque DA, AH æquales, erúntque H, & I, loca imaginum punctorum D & F, seu pedum & capitis. ducantur ex H, & I ad planum BC cathetj H L, IM sintque HL, LN; IM, MO, 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 EF, visurum suam imaginem in O, N, ita vt O, sit imago puncti F, seu capitis & N, puncti D seu pedum.

Demonstratio. Cum enim linea D A, sit cathetus incidentiæ, & DA, AH, æquales (*per* 9. *huius*) H, erit locus imaginis, & omnis radius reflexus dirigetur ad punctum H, ideôquè punctum D, eôdem modô radiabit reflexe per radium Sq. ac si esset in puncto H; pariter quia HL, est cathetus incidentiæ & H L, LN sunt æquales, eôdem modô punctum H, radiaret reflexe in speculum Pq, ac si esset in O; ergo punctum D, eodem modo radiat per duplicem reflexionem in oculum E, ac si esset in N, & directe 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.

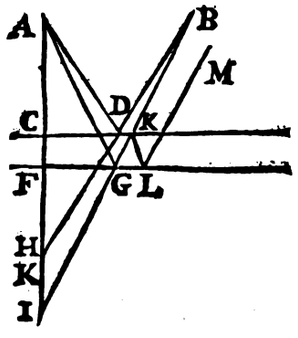
## PROPOSITIO XXIII.

### Theorema.

*Vno speculô multiplicari potest obiectum.*

Primò ex iisdem causis ex quibus contingit multiplicari obiectum directe, contingere potest, vt per reflexionem multiplicatum appareat, cum enim eôdem prorsus modô radier in oculum, & videatur ac si re vera esset, intra speculum in loco illo quem assignavimus imagini (*per* 17. *huius*) 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 vt non inveniretur in plano horopteris, aut ex compressione vnius oculi; potest etiam ex iisdem causis accidere in vno simplici speculo obiecti multiplicatio.

Est tamen alia peculiaris multiplicatio in communibus speculis vitreis, quæ oritur ex eò quòd duplex fiat reflexio, vna in prima superficie vitri & speculi, alia verò in superficie interiori foliâ




stamneô terminata. Vt sit obiectum A, oculus B, sitque prima speculi vitrei superficies CD, secunda F G, ducatur cathetus incidentiæ A C, sintque AC, CH æquales, item AF, FI, sint etiam æquales. (*per* 9. *huius*) vi primæ reflexionis factæ in superficie C D, obiectum videbitur in puncto H, vi autem reflexionis secundæ idem obiectum videbitur in puncto I, igitur obiectum A, per reflexionem in speculis communibus factam multiplicatum apparet.

### COROLLARIVM 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 CH, excessus lineæ AI supra AH, id est H I, duplus erit excessûs lineæ AF supra AC, id est lineæ CF, quæ est crassities speculi. quod erat demonstr.



Digitized by Google

## COROLLARIVM II.

Si oblique ad ſpeculum obiectum reflexe ſpectetur, maior apparebit hæc duplicis imaginis diſtantia. nam quo erit viſus obliquior ad ſuperficiem ſpeculi C D, eo magis directe ſpectabit lineam AI, & conſequenter lineam HI, ſed quò magis directe ſpectatur aliqua magnitudo, eò cæteris paribus maior videtur, ergo quò obliquior erit aſpectus in ordine ad ſpeculum, eò maior apparebit locorum imaginis differentia. Ex hoc deduces facile rationem quare in craſſioribus ſpeculis Venetianis vix advertetur huiuſmodi differentia, primo quia ea fere quæ hôc modô ſpectantur, directe vt plurimum ſpectantur ideóque tanta non eſt, aut potius differentia locorum imaginum minor apparet. Secundò vna ex his reflexionibus debilior eſt alia, quæ enim fit in prima vitri ſuperficie, paucioribus conſtat radiis, cum enim vitrum ſit capax luminis, fere totus radius illud ſubit, & non multum reflectitur in prima ſuperficie.

## COROLLARIVM III.

Non ſolum geminatur obiectum in ſpeculis vitreis; ſed etiam triplicatur, & quadruplicatur; animadverti non poteſt niſi in ſpeculis craſſioribus, & quando ſpectatur oblique ad ſpeculum obiectum illuſtre, qualis eſſet de nocte fax accenſa, mirabar ego in tali ſpeculo me quatuor, & etiam plures ſpectare lucernæ flammas; ſemper quo ad intenſionem decreſcentes, cuius experientiæ 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. vt ſi ſimplex vitrum duabus conſtans ſuperficiebus, elaboratis quidem & complanatis, non tamen vllô modô (vt 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 vtrinque convexam, non tantum fiet reflexio in ſuperficie convexa, quæ ad oculum tuum obverſa eſt, ita vt imagines imitentur proprietates ſpeculorum convexorum, ſed etiam in concava, ſuperficiei oppoſitæ in qua obiectorum imagines everruntur quod eſt proprium concavorum. denique quicúmque Iridis colores explicant, aſſerunt radios, cuiuſlibet guttæ ſubſtantiam ingreſſos, in concava eius ſuperficie reflexos in primaria Iride; in ſecundaria verò poſt duplicem in eadem concava ſuperficie reflexionem ad nos remitti.

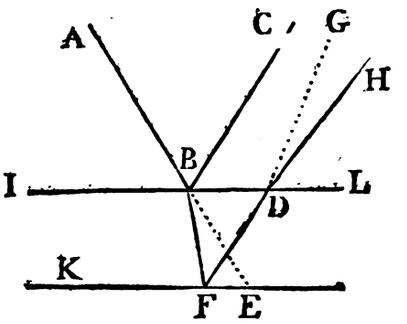
Quô poſitô principiô aſſero non tantum, propter duplicem ſpeculi vitrei craſſitiem obiectum geminandum eſſe, ſed etiam triplicandum & quadruplicandum. nam in ſuperiori figura radius GK, vi cuius videtur obiectum in puncto I, vbi pervenerit in punctum K, non totus tranſit, ſed aliqua ſui parte reflectitur in puncto M, & turſus ſecundum aliquam ſui partem exit in M, ideóque aut illi aut alius quilibet poterit pervenire ad oculum B, poſt triplicem reflexionem & quia vt diximus (*prop.* 21.) diſtantia imaginis ab obiecto æqualis eſt omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis, longe infra punctum I, videbitur obiectum in tali caſu, intervenit etiam refractio.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*In Speculis vitreis ſolis radius duplicatur.*

Hæc propoſitio non tantum explicare debet rationem quare duplicetur radius ſolaris in ſpeculis communibus vitreis; hoc enim facile ex ſuperiori per modum corollarij deduci poterat; ſed etiam expendere an huiuſmodi radij coincidant in maiori à ſpeculo diſtantia. quod nulla habita ratione refractionis non poſſumus; in ſuperiori enim propoſitione nullam omnino habuimus illius rationem. Sed conſideravimus ſimpliciter & præciſe ea quæ accidere deberent propter reflexionem. aſſero tamen hic radios ſolares ad duplicem ſpeculi ſuperficiem reflexos parallelos eſſe, & conſequenter ambos conos ſolares in vtráque ſuperficie ſuos vertices habentes phyſice, & ſenſibiliter in vnum conum coaleſcere. Sit




enim ſolaris radius AB, qui reflectatur in C, ſecundum aliquid ſui, ſecundum vero aliam partem penetret vitrum BDEF, & ſi quidem vitrum eiuſdem eſſet denſitatis cum aëre, rectà procederet ſecundum lineam BE, & quia ſuperficies BD, FE, ſunt parallelæ eſſent anguli ABI, BEK æquales, ſed frangitur radius ad perpendicularem (*quod ſuppono ex dioptrica*) proceditque per lineam BF, ita vt fiat angulus BFK maior, quam ABI, eſt enim (*per* 32. 1.) æqualis angulis, BEK, & FBE, igitur FBE angulus eſt illius exceſſus ſupra ABI, aut CBL, fiet in puncto F, reflexio ita vt anguli BFK, DFE ſint æquales, (*per* 2. *Supp.*) ſi verò radius FD, non frangeretur in D, ſed recta procederet eſſet angulus GDL, æqualis angulo interno DFE, & conſequenter maior eſſet quam CBD, illiúſque exceſſus ſupra illum eſſet angulus æqualis FBE, ſed frangitur in puncto D, à perpendiculari, ita vt ſit angulus GDH, æqualis FBE, ergo ablatô angulo GDH, reſtat angulus HDL æqualis angulo CBD; & (*per* 29. 1.) radij BC, DH ſunt paralleli, quod erat oſtendendum.

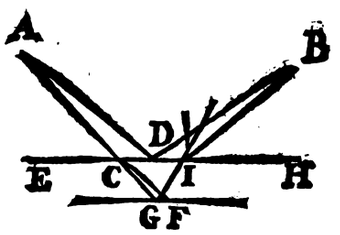
## COROLLARIVM.

Videtur ſequi ex eo quod obiectum 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 vnicus eiuſdem obiecti incurrere debeat, nam

ſi

Digitized by Google

si ponantur plures lineæ parallelæ vnicam tantum oculus excipere potest. vt soluam hanc difficultatem: dico breviter radios ab eodem obiecto ad diversas speculi partes propagatos non esse inter se parallelos, nisi obiectum sit in magna distantia; ideóque fateor obiectum maxime distans ob duplicem speculi superficiem non multiplicatum iri, propter rationem allatam, sed tantum obiectorum viciniorum. vt si sit obiectum A oculus B, videa-



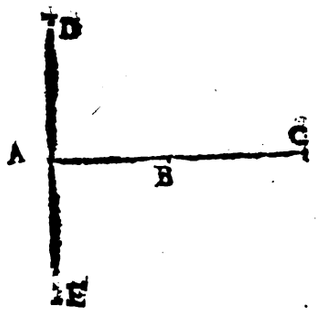

túrque per reflexionem factam in puncto D. angulus ACE, maior erit quam CDA, ideóque angulus C F G, & illi æqualis B I H vt ostendimus, maior erit quam ADC, aut BDH, & consequenter concurrere poterit cum illo in punctum B, vbi est oculus. quod ostendendum erat.

## PROPOSITIO XXV.

Theorema.

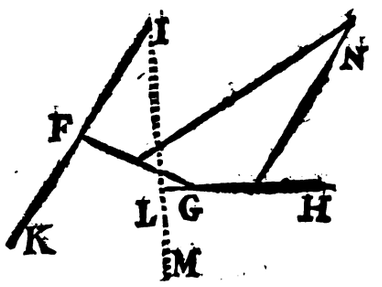
*In speculo fracto obiectum aliquando multiplicatur aliquando verò non.*

Sit speculum fractum A B, dico fieri posse vt obiectum non appareat multiplicatum. Sint enim




partes AB; BC in eodem plano, vnica erit catheτus incidentiæ, sint lineæ D A, A E æquales, pro toto plano AC, & speculis in eo existentibus est vnicus locus imaginis E, ergo à quocúmq; oculo spectetur reflexe obiectum D, apparebit semper (*per prop. 9.*) in puncto E, sed quod in vnico tantum loco apparet, geminatum non videtur. ergo si partes speculi etiam fracti, vnicum tantum planum efficiant, seu in vno eodémque plano existant; geminatum non apparebit obiectum. quod erat primum. contra communem fere omnium errorem, qui existimant semper accidere, quoties dissilit speculum in multas partes, totiesetiam eiusdem obiecti imaginem pro numero fragmentorum multiplicari; ita vt etiam à multis afferatur hæc similitudo pro Sacrosancto Eucharistiæ Sacramento.

Secundò dico fieri posse vt in speculo fracto, multiplicetur obiectum, videatúrque in singul fragmentis semel. Sit enim speculum fractum



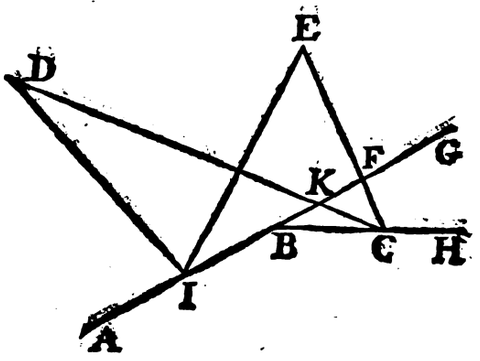

FGH, fragmenta autem FG, G H, non sint in eodem plano, sed collocentur in diversis planis. angulum in puncto G constituentibus. sit obiectum I oculus N, ducantur catheti incidentiæ ab obiecto ad singula fragmentorum plana, nempe I F, IL, sintque IF, FK, sicut IL, LM æquales, poterit fieri vt ducendo lineas NK, LM, illæ transeant per fragmenta sibi correspondentia, ergo & videri obiecta, (*per 9. huius*) igitur aliquando in speculo fracto obiectum multiplicatur, aliquando verò non multiplicatur. quod erat demonstr.

## PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

*In speculis planis secundum conuexitatem dispositis, respectu oculi, non videtur obiectum nisi semel.*

Sint duo specula A B, B C, non in eodem plano; sed disposita secundum aliquam convexitatem respectu oculi; hoc est ita vt angulus quem




comprehendunt eorum plana AB, BC, seu angulus A B C oculum E respiciat. dico obiectum quodcúmque D, videri non posse ab eodem oculo E, per reflexionem ab vtróque 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 vt videatur per reflexionem in alio speculo B C factam: sint enim radij DC, CE, per quos aliquis asserat obiectum D, videri reflexe ab oculo E.

Demonstratio. Si obiectum D, videretur ab oculo E, reflexe per radios DC, CE, essent anguli BCD, H C E æquales; sed non sunt æquales; nam angulus AID, maior est angulo AKD, (*per 16. 1.*) & AKD, maior angulo BCK, ergo angulus AID, aut illi æqualis EIK, maior est angulo BCD; sed idem angulus E I K, non est maior angulo ECH, sed minor, nam angulus ECK, (*per 16. 1.*) maior est angulo BFC, & angulo GFE, illi opposito ad verticem; sed angulus GFE, maior est angulo EIK (*per eandem*) ergo multo magis angu-

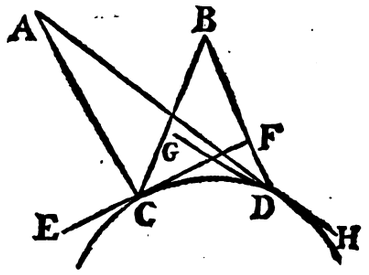
lus

Digitized by Google

lus ECH, erit maior quàm angulus EIK, non igitur anguli DCB, ECH sunt æquales, quod ostendam de quibuscúmque aliis radiis reflexis à puncto D ad planum BCH. igitur obiectum D, non potest videri ab oculo E, per reflexionem ad planum BCH. quod erat ostendendum.

COROLLARIVM.

Ex eo sequitur, non posse obiectum aliquod



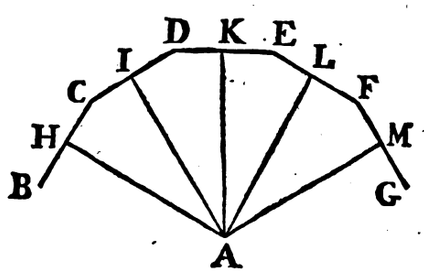

bis videri in speculo convexo. Sit enim obiectum A oculus B, speculum convexum CD, dico semel tantum ab eodem oculo B, spectari posse obiectum A. per reflexionem ad speculum BD factam, videatur enim per radios ACB, ADB, si fieri potest. per C & D, intelligantur ducta plana E C F, GDH, tangentia speculum convexum in C & D, (*per suppositionem secundam*) erunt anguli ACE, BCF, item ADG, B D H æquales. quod esse impossibile ostendimus.

## PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

*In speculis planis secundùm concauitatem dispositis, respectu oculi, potest multiplicari obiectum. pro numero speculorum.*

Disponantur specula in orbem, aut si velis plura disponere inscribatur Sphæræ quodcúmque poliedrum regulare, vel irregulare parum interest. seu disponantur specula, ita vt linea ducta ab eodem puncto sit ad eorum singula plana per-




pendicularis. v t si detur punctum A, sint quælibet plana BC, CD, DE, EF, FG, ad quæ sint perpendiculares AH, AI, AK, A L, A M. dico si appendantur in singulis planis specula plana, fore vt in singulis, aliquis suam imaginem videat, cum enim radij incidentiæ AH, AI, AK, AL, AM sint perpendiculares; iidem etiam erunt radij reflexi, & consequenter oculus A seipsum videbit, quæcúmque etiam obiecta erunt vicina oculo in singulis etiam speculis videbuntur: igitur possibile est vt si plura specula disponantur in orbem, secundùm concavitatem, aliquam respectu oculi, obiectum in ipsis multiplicatum appareat. quod erat ostendendum.

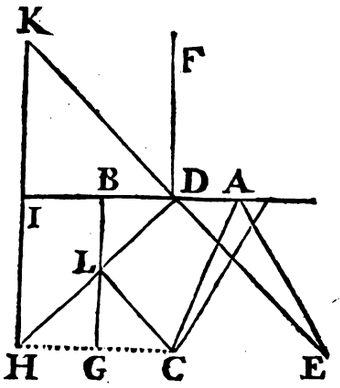
Ex quo solutum est illud problema propositum à Ptolomæo, specula ita statuere vt intuens suas tantum imagines videat dispositas ad modum chorearum, hoc est in orbem.

## PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

*In eodem speculo plano, potest idem obiectum videri pluries.*

Sit speculum AB, dico fieri posse vt in eo per reflexionem obiectum multiplicatum appareat; si




nempe adhibeatur aliud speculum, ita vt obiectum in eodem speculo, & per vnicam reflexionem, & per duplicem simul videatur. Sit enim obiectum C, oculus E; adhibeatur aliud speculum B G, sitque cathetus incidentiæ in speculum BD, linea CD; & CD, D F æquales; erit F locus imaginis respectu reflexionis simplicis in speculo BD factæ, ideóque oculus E, videbit obiectum C in loco F, sit item cathetus incidentiæ in speculum BG, linea CG; sintque CG, G H æquales; sit item H I, perpendicularis à puncto H, in planum speculi BD productum, lineæ H L, I K æquales. obiectum C, eodem modo radiat reflexe per lineam L D, ac radiaret directe si esset in puncto H, (*per 17. huius*) positâ autem quod directe radiaret per HLD, eôdem modô radiaret reflexe 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 XXIX.

Problema.

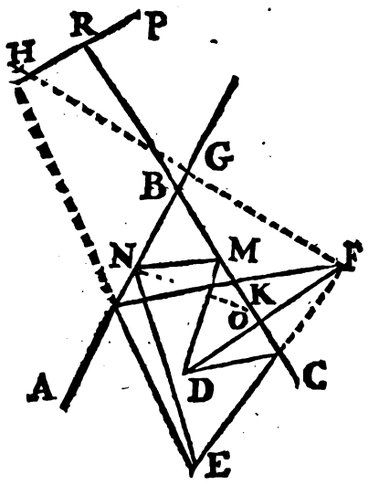
*Duobus speculis, obiectum quinquies, aut sexies multiplicare.*

Sint duo specula A B, B C, angulum acutum comprehendentia, sitque obiectum quodcúmque D, oculus E, sit cathetus incidentiæ linea DF, & punctum F, locus imaginis. primo oculus E, videbit obiectum in puncto E, per simplicem reflexionem vt patet. Secundo ex puncto F, ad planum speculi A B, productum ducatur perpendicularis F G, sintque lineæ F G, G H æquales erit

vt

Digitized by Google

vt ſupra punctum imaginis pro duplici reflexione D K I, K I E, igitur ab eodem oculo E, vide-




bitur obiectum in H. quod autem fit ex vna parte ex alia etiam fieri poteſt, obiectum enim & oculus poſſunt ita inter vtrúmque ſpeculum collocari, vt reſpectu vtriúſque, eodem modo ſe habeant, igitur iam habemus obiectum quadruplicatum.

Tertio poterit etiam ab obiecto D, duci radius D M, qui ſit incidentiæ, cui correſpondebit reflexus M N, & huic aliús reflexus N E, & aliquando alius reflexus OE, igitur oculus E, videbit obiectum D, per radium EO, locus autem in quo videbitur erit, ſi ex H, ducatur cathetus ad planum B C, productum quæ ſit H R, ſintque H R, R T æquales; erit (*inquam*) in puncto P. quod autem fit ex ea parte, ex alia item accidere debet, atque ita iam ſexies multiplicatum videbitur obiectum.

Denique pro varia quantitate anguli inclinationis ABC, poſſunt plures, & plures fieri reflexiones, ita vt octies & decies, immo & pluries multiplicatum appareat. in quo illud notandum eſt, quod ſi tam obiectum D, quam oculus E, æqualiter ab vtróque ſpeculo diſtent quod ſemper multiplicabitur obiectum multiplicatione pari; ſi vero ſint inæqualiter poſita, poterit fieri vt numerus multiplicationum ſit impar. ſupervacaneum autem iudico vlterius proſequi quæcúmque in ſingulis angulis inclinationis conveniant; ea enim dependent ex ſitu obiecti & oculi.

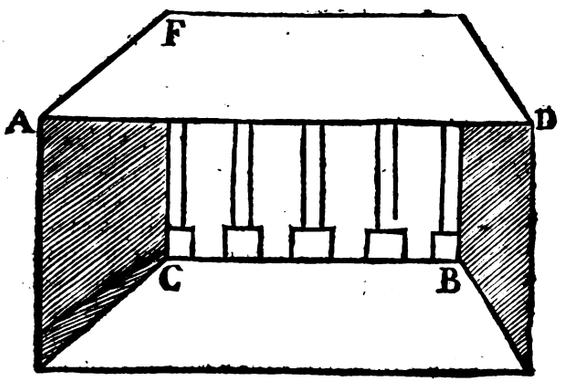
## PROPOSITIO XXX.

### Problema.

*Duobus ſpeculis obiectum infinities multiplicare.*

Diſponantur duo ſpecula ita vt duobus, aut tribus pedibus à ſe invicem ſeiungantur, ſintque inſuper parallela.

Dico ſi oculus in medio collocati poſſet, ita vt nullam reflexionem impediret, ſeu nullos radios interciperet, infinities ſeipſum, ſpatiúmque inter vtrúmque ſpeculum interiectum in longam, & infinitam porticum extenſum videret; licet autem ſuppoſitio ſit impoſſibilis, ſi tamen diſponantur duo ſpecula modo ſupradicto, in aliqua capſa, ſecundùm vnum latus aperta, vt inſeri poſſit caput; pavimentum autem, laquearia, & aliud latus, figuris æqualibus diverſi coloris diſtinguantur, aſſero fore vt ſi tantiſper caput inſeras, ex vtráque parte, longiſſimam porticum ſimilibus figuris ornatam non ſine iucunditate videas. Sit talis capſa AB, ſpecula A C, B D, latus AE, ſit apertum aut totum aut ex parte, vt inſeri poſſit caput, latus B F, ordine columnarum æquali inter ſe intervallô diſtantium inſtruatur, pavimentum C E, diſtinguatur variis figuris, vt exagonis diverſi coloris, aut aliis quibuſcúmque, laquearia etiam ſuas habeant figuras, columnæ autem media ſui parte nempe qua ſpectant vnum ſpeculum A C, vnum colorem habeant, alium ex alia parte præferant.




Demonſtratio. Si oculus intendat in ſpeculum A C, totum ordinem columnarum, pavimentum, laquearia per vnicam reflexionem videbit, & (*per 9. huius*) tantum intra profunditatem ſpeculi quantum ipſa extant extra ſpeculum, igitur iam porticum aliquam æqualem capſæ in ſpeculo A C intuetur. 2. quia hæc eadem obiecta reflectuntur ad ſpeculum B D, ita vt radius reflexus perveniat ad ſpeculum AC, & ab eo ad oculum. idem intervallum eiuſdem capſæ, per duplicem reflexionem in eodem ſpeculo A C videbitur, quia autem (*per 21. huius*) diſtantia obiecti ab oculo componitur ex omnibus radiis tam incidentiæ, quam reflexionis, in hac autem duplici reflexione plures ſunt radij, quàm in ſimplici, idem intervallum per duplicem reflexionem ſpectatum, magis remotum ſpectabitur, hoc eſt magis immerſum intra profunditatem ſpeculi.

Pariter quia obiectorum radij 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 vt caput quod inferitur plures, aut pauciores radios intercipiet. Idem dicendum eſt de ſpeculo BD.

Id autem quod magis adhuc hanc deceptionem iuvat, eſt radiorum in ſingulis reflexionibus quo ad intenſionem imminutio, ex ea enim oritur, vt ea quæ magis diſſita apparent ab oculo, cum minori etiam lumine videantur, vt contingit communiter in obiectis directe viſis.

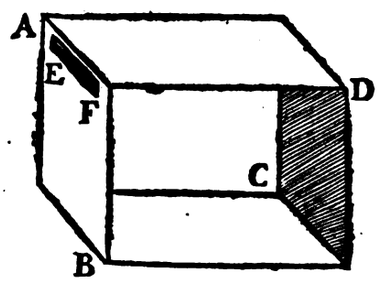
Si pavimentum laquearia, & latus alterum inſtruerentur teſſelatis imaginibus, vt docuimus in radio directo, in primo porticus noſtræ intervallo viderentur aliquæ imagi-



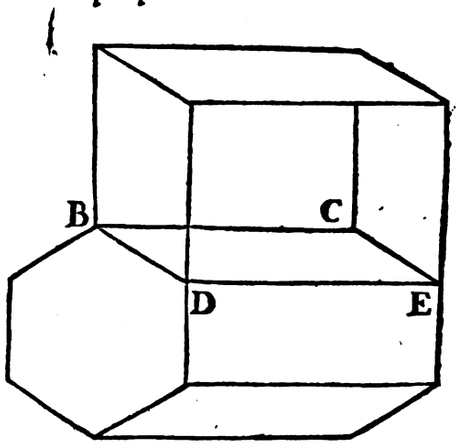
Digitized by Google

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.

Aliô modo faciliori poterimus idem exequi etiamſi ſpecula ſint exigua, & capſa non ſit tantæ molis, vt caput hominis capere poſſit. Sit enim capſa A B C D, in cuius adverſis planis A B, C D, diſponantur duo ſpecula, relinquatur



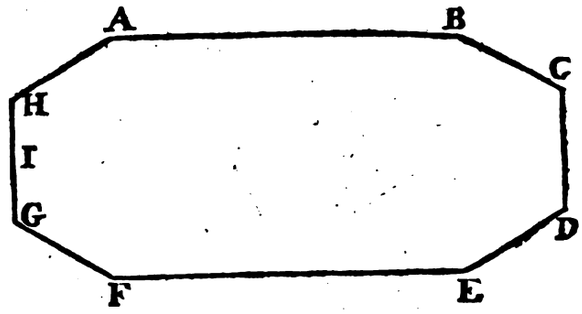

vnum latus capſæ ex parte apertum, vt lux aliqua intra capſam affulgeat, ſupra ſpeculum plani AB, relinquatur foramen oblongum, vt per illud ſpeculum CD ſpectare poſſis, videbiſque ea omnia, quæ intra capſam continebuntur multoties multiplicari, & capſam in longiſſimam abire porticum. relinquo autem induſtriæ artificis efformanda capſæ latera, pavimentum & laquearia. Poterit item foramen E F, in medio ipſius ſpeculi A B, efformari auferendo tantum particulam aliquam laminæ ſtamneæ, vt trans ſpeculi partem detectam reſpici poſſit.



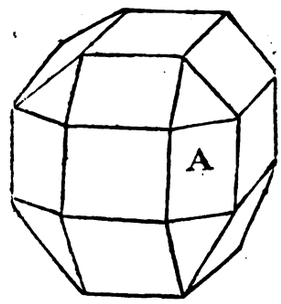

Poterit item ſub capſa ſubſtitui aliud pavimentum, aliis coloribus aliiſque figuris inſignitum, quod multis modis præſtari poteſt, vt ſi ſub capſa priſma multilaterum ita aptetur, vt modò vnum ipſius planum pro pavimento capſæ ſubſtitueretur modo aliud. quæ mutationes aliis etiam modis fieri poſſunt per cancellos, ſeu aſſerculos qui ad latera ita aptentur vt ſecundum lineas BC, DE moveri poſſint.

Poſſunt item alio modo diſponi ſpecula vt figura ABC, DEFGH exhibet, quæ etiam ſuas habebunt multiplicationes, & ab oculo I, ſpectata alias porticus, & intervalla repræſentabunt.

Poterit item polyedrum quodcúmque efformari, in cuius ſingulis planis collocari poſſunt ſpecula, relinquantur autem aliqua vacua, vt aditus fiat lumini. ad latus vnum fiat foramen exiguum per




quod reſpicias, alia multa ſimilis formæ excogitari poſſunt, quæ quia difficultatem non ha-



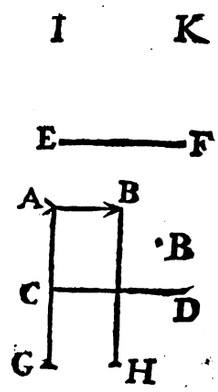

bent peculiarem nec aliquid docent; non perſequar vlteriùs.

## PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

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

Sit obiectum A B, oculus B, duo ſpecula CD, E F. ſi ex punctis A, B, intelligantur duci cathe-




ti incidentiæ erunt loca imaginum G, & H, ideóque ſi aliquis exiſtat in B, & ſe convertat ad ſpeculum C D, habebit ad dextram punctum G, imaginem puncti A, & ad ſiniſtram punctum H imaginem puncti B, cum tamen ſi ſe converteret ad reale obiectum A B, haberet ad ſiniſtram punctum A, & ad dextram punctum B.

Rurſus intelligantur à punctis G & H, duci catheti incidentiæ ad planum ſpeculi E F, pro ſecunda reflexione; eſſent loca imaginum in I & K, ita vt I, ſit imago puncti A & K,

Digitized by Google

A & K, imago puncti B, ergo si respiciens se convertat ad speculum EF, vt obiectum A B, intueatur, per duplicem reflexionem, côdem modô obverteretur imago ad respicientem, quô obiectum. quod erat demonstrandum.

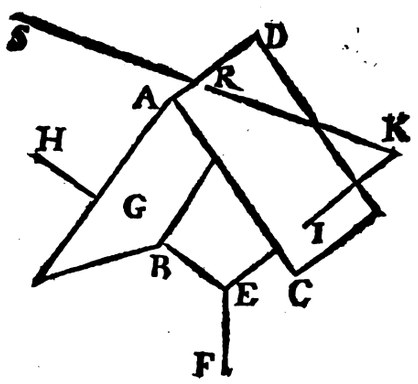
Hoc oritur potiùs ex varia respicientis conversione, & mutatione quo ad situm, quam ex imaginis mutatione.

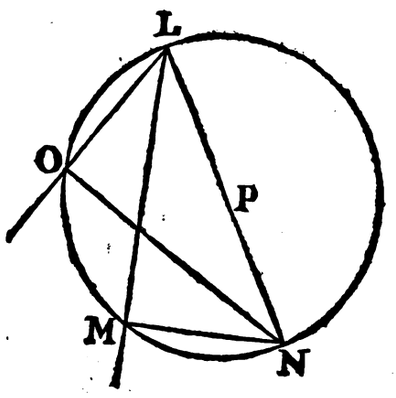
## PROPOSITIO XXXII.

### Problema.

*Specula ita disponere, vt iis simul motis eiusdem obiecti imago vna accedat, alia recedat.*

Disponantur duo specula AB, C D, ita vt angulum rectum comprehendant, possintque moveri circa communem sectionem A D, oculus E intueatur in speculum A B. ducatur ex puncto E, cathetus incidentiæ EG, sintque EG, G H æquales. erit punctum H (*per 9. huius*) locus imaginis, si removeatur speculum AB, fiet alia perpendicularis E G, & consequenter punctum H, erit remotius ab oculo E.




Quod autem perpendicularis quæ fiet sit futura maior ita demonstro sit linea M L, ducatur itē LN, quod punctum N supponatur pro oculo, ducatúrque ex N ad LM perpendicularis NM; sit alia linea LO, comprehendens cum LN angulum OLN, maiorem angulo M L N, ducatúrque perpendicularis N O, dico N O esse maiorem. quia enim anguli NOL, L M N supponuntur recti, dividatur linea L N bifariam in P, describatúrque intervallo P L circulus, hic transit per O & M, alioquin ostenderem facile angulos LON, LMN, non esse rectos contra suppositionem, clarum autem est (*per 7. 3.*) lineam N O, maiorem esse linea MN.

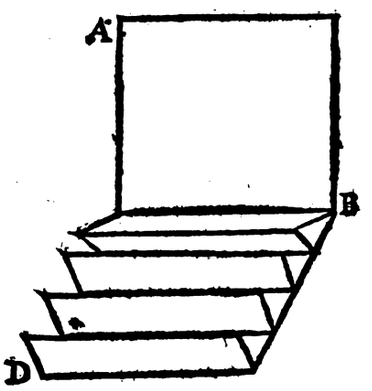
Quô supposito lemmate sequitur quod si planum A B, recedat ab oculo E, perpendicularis E G fiet maior, & consequenter locus imaginis magis distabit ab oculo, ergo imago recedere videbitur. E contra vero perpendicularis EI minor fiet, eo quod planum DC, accedat ad oculum, & consequenter locus imaginis K, propior fiet; erítque perpendicularis K R minor, & locus imaginis S propior; ergo imago S accedere videbitur, quare potest aliquis ita disponere specula, vt non tantum in vno suam imaginem accedentem in alio recedentem videat, sed etiam in eodem. pariter si respiciens F E, immotis speculis ad vnum accedat verbi gratia ad A B, quia perpendicularis E G fiet minor, imago H accedere videbitur, & quia E I fit maior, imago K recedere videbitur, fietque KR. maior & consequenter imago S recedet. igitur vna imago accedit alia recedit, quod faciendum erat.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Problema.

*Varias Deformationes.*

Primò quidem occurrunt tessellatæ imagines




quas ita speculo obiicere possumus, vt vnam directe, aliam vero reflexe in speculo videamus, vt si detur speculum A B, cui obiicitur tessellata tabella, in speculo videbitur tantum imago, quæ in aversis planis depingitur. directe tamen eam videre non possumus; sed aliam omnino diversam.

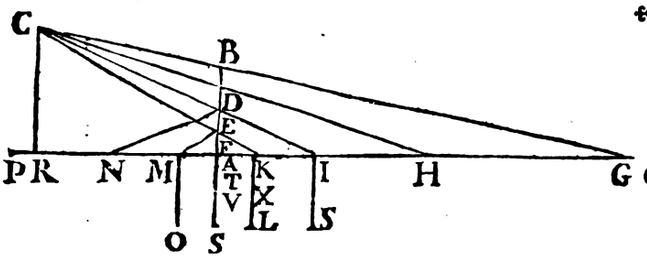
Secundò omnes illæ deformationes quas in superiori libro descripsimus, possunt habere locum in speculis planis, vt illæ quæ fiunt in Sphæris tam convexis, quàm concavis, in conis, in cylindris quæ melius spectari possunt in speculis, quam directe.

Tertiò potest fieri deformatio in plano horizontali hôc modô. sit locus speculi AB, locus oculi C. dividatur altitudo speculi AB, in quot volueris partes æquales BD, DE, EF, & ex oculo per singula divisionum puncta ducantur lineæ C B G, CDH, CEI, CFK, quæ secent horizontalem lineam speculo subiectam in punctis G, H, I, K. dico si distantiæ AK, AI, & aliæ transferátur ex alia parte in AM, AN; quod M, N videbuntur in K & I, cùm enim AM, AK sint æquales, FA, cómunis anguli ád A recti; erunt anguli MFA, AFK, æquales (*per 4. 1.*)



Digitized by Google

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 ſub iiſdem angulis, ſub quibus videntur lineæ æquales B D, DE, EF, FA, igitur MA, MN eodem modo videbuntur. ducatur parallela KL, quæ dividenda eſt. vt illius diviſiones transferantur in MO. Sumatur linea K P, æqualis lineæ C K, item ducatur linea A S, repræſentans latitudinem ſpeculi, quæ dividatur in partes A T, T V, V S, quæ ſint æquales diviſionibus AD, DE, EF, ex puncto P, ducantur lineæ occultæ P T X, & habebitur punctum X, cæteráque transferenda in lineam M O, ita habebis alias diviſiones cæteratum linearum. Ad habendas diviſiones I S, ſumenda eſt linea in horizontali æqualis lineæ I C, & ita de aliis. & ſemper ducendæ lineæ occultæ per puncta T, V, S. fiet igitur in plano horizontali ante ſpeculum quadrilaterum deformatum, in quo more conſuetô transferes ſingulas prototypi in quadrata diviſi partes.

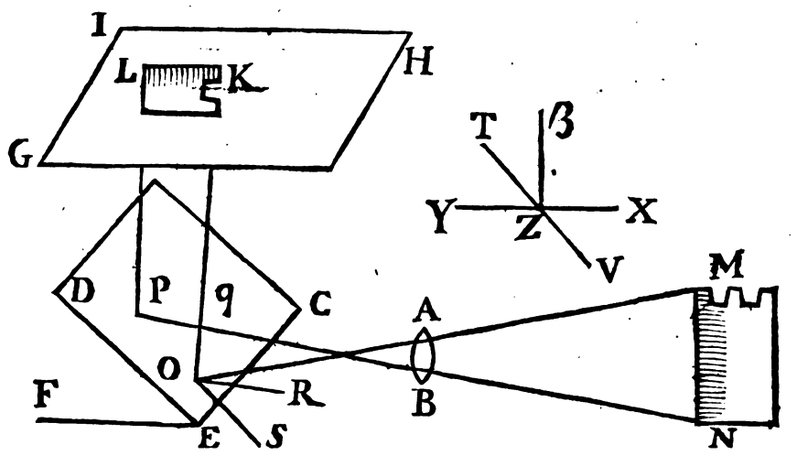
Ratio autem eſt quia eôdem modô obiectum radiat per reflexionem, ac radiaret directe ſi permutaret locum cum imagine ſua, loca autem imaginum ſunt poſt ſpeculum, ergo ſi deformetur imago, in plano horizontali poſt ſpeculum, quæ directe ſpectata appareat legitima, ſi ante ſpeculum ponatur, videbitur in ſpeculo recte ſe habere; modò tamen eam ſpectes vnico oculo, & adhuc per foramen exiguum ptopter rationes ſuperiori libro explicatas.

## PROPOSITIO XXXIV.

### Problema.

*Obiectorum ſpecies per foramen emiſſas in cubiculum clauſum ſpeculô plano erigere.*

Iam ſæpe locuti ſumus de iucundo illo ſpectaculo, quô obiecta per exiguum foramen radiantia, ſuas imagines in oppoſitis corporibus, præcipuè verò albis, ita graphice exprimunt, vt omnem colorum vim ſuperent. non expendo ea quæ in eo experimento ad dioptricam pertinent, neque de lentibus quibus inſtruuntur foramina, quarum nempe adminiculo radij ad eaſdem obiectorum partes pertinentes in vnum colliguntur; ſufficiat mihi ſive foramen ſit nudum, ſive lentibus inſtruatur, ſemper id habere incommodi, vt partes ſuperiores obiectorum, appareant in inferiori loco, & dextra in ſiniſtris depingantur; quod multum detrahit de voluptate, quæ ab eo ſpectaculo percipi poſſet, quæritur ergo modus, quô erigi poſſit tota hæc pictura. oblata fuit iam à 20. annis capſa aliqua cuius latus vix vnius pedis cum dimidio, in qua obiecta diſtinctiſſima, & erecta videbantur; ſpectavi cum aliis in ſimili capſa rerum ſimulachra, nec potuit latere artificium, quod tamen artifex vt myſterium aliquod occultatum volebat. Ita igitur compoſita erat. conſtabat huiuſmodi capſa tribus partibus; lente convexâ exquiſite elaboratâ, cuius focus erat circiter vnius pedis cum dimidio, & hæc verticalis erat; ſecundò ſpeculo non horizontali nec verticali; ſed elevato ad angulum graduum quadraginta quinque, ſeu ſemirectum. Tertiô chartâ



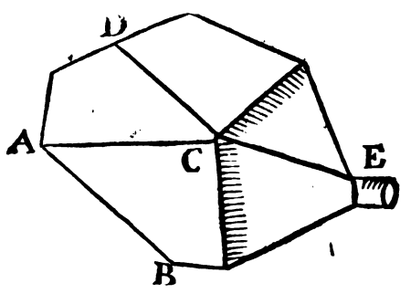

inunctâ oleo, quæ ne rugas contraheret ſupra laminam vitream extendebatur. Sit ergo lens vitrea verticalis, ſeu perpendicularis ad horizontem A B. ſpeculum D C, cum horizontali linea FE, angulum D E F ſemirectum comprehendens. GF charta inuncta oleô, cui ſubeſt tabula vitrea, & hæc eſt horizonti æquidiſtans. reſpiciens eſt in puncto I, debet autem diſtantia B P L, aut B O K, eſſe æqualis diſtantiæ ad quam lens AB, exprimit imagines obiectorum.

Oſtendo autem fore vt obiectum M N, depingatur in LK, ita vt M, pars ſuperior obiecti MN, exprimatur in puncto K. nam punctum M, cum ſit ſuperius radiabit in partes inferiores ſpeculi, nempe in punctum O, & quia ita incidit vt angulus quem facit cum ſuperficie ſpeculi, ſeu angulus MOS, maior ſit quam ille quem facit horizontalis linea O R, reflectetur non per verticalem lineam, ſed per lineã O K, magis vergentem ad obiectum quam verticalis linea. Sit enim in parua figura ſpeculum TV, ita vt angulus TZY, cum horizontali YX, ſit ſemirectus, & conſequenter oppoſitus ad verticem XZV, ſit etiam ſemirectus, erit (*per 2. ſupp. huius*) angulus TZC ſemirectus, igitur angulus

angulus β Z X rectus erit, igitur radius horizontalis XZ remittetur per verticalem β Z. quare in prima figura radius R O horizontalis remittitur per verticalem lineam, igitur radius AO non remittetur per lineam verticalem, sed per O K magis declinantem versus obiectum. E contra vero 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 modò impediet coitionem penicillorum: cum enim ostenderimus (17. *prop.*) obiectum eôdem modô radiare per reflexionem, ac directe radiaret, si mutaret locum cum imagine, radij qui ante reflexionem accedunt inter se, per reflexionem eôdem modô conuenient. Deinde quod in his obseruandum est, distantia A O K, est fere æqualis distantiæ B P L, ideoque si vniuntur radij obiecti M in puncto K, ita vt charta GH sit in ea distantia quæ requiritur ad excipiendos radios puncti M perfecte vnitos; erit etiam in ea distantia quæ requiritur vt radios puncti N in concursu excipiat.

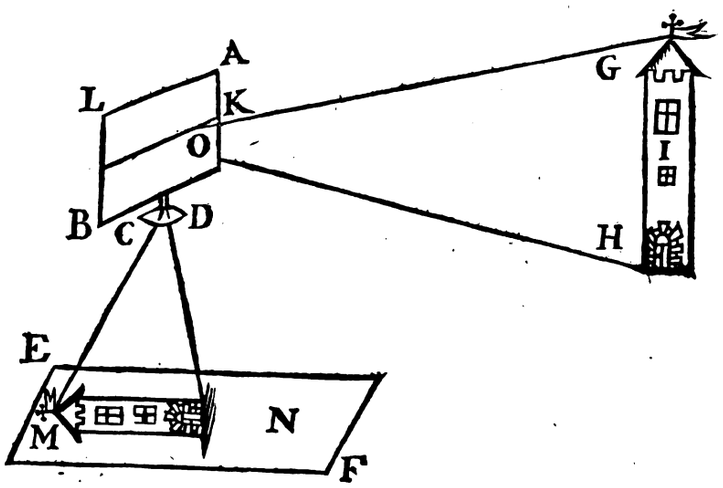
Relinquo autem artificis industriæ construendam totam capsam, quæ diligenter clausa esse debet, ita vt excepto foramine AB per quod obie-




cta radiant, nihil luminis admittat; poterit autem in hanc figuram efformari ita vt AB sit locus speculi, AC sit locus chartæ inunctæ oleo, & tabulæ vitreæ cui insidet. per aperturam D spectator, immo si velit poterit in ea charta obiectorum imagines delineare. punctum E sit locus lentis vitreæ quæ tubo exiguo inseratur vt educi possit, tantisper, aut intra capsam impelli; donec imagines obiectorum præcisè in charta depingantur.

Qui vellet hoc artificium accommodare cubiculo, in quo obiectorum 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 obiecta dextra pertinerent, etiam ad dexteram spectarentur; cum in capsa superius descripta dextra in sinistro latere appareant; quod inconcinnum est & incommodum præcipuè si ad pictutam, eâ quis vti velit. in hoc posteriori casu debet speculum multum admoueri lenti, alioquin paucorum tantummodo obiectorum imagines habebis, eorum nempe quæ in speculum radiabunt. propter quam rationem aliam excogitaui, quæ speculum non amplum vt hæc, sed non maius manu requireret, plura tamen ostenderet obiecta, quam superiùs descripta, hoc item haberet emolumenti, vt obiecta situm nullo modô permutarent; sed suum & verum & naturalem respectu spectatoris obseruent.

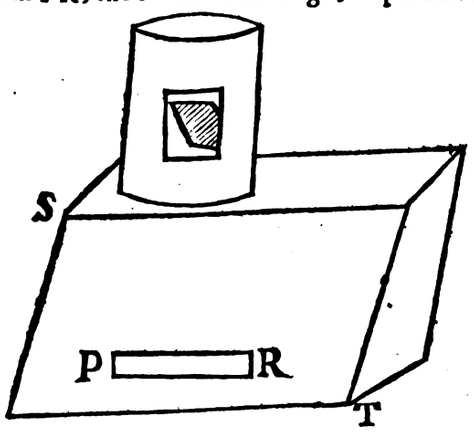
Totum artificium huius secundæ capsæ iisdem prorsus partibus constat, nempe speculo illiô exiguô, non superante magnitudinem manûs, lente convexâ, & chartâ mundâ. ea tamen paulo aliter disponuntur. speculum primum locum obtinet, & pariter angulum circiter quadraginta quinque graduum cum horizonte comprehendit, sed deorsum inclinatum sit, & mobile ad maiorem aut minorem angulum. lens autem horizontalis est, sicut & charta in qua excipiuntur imagines. Sit igi-




tur speculum A B, inclinatum ad horizontem secundum angulum semirectum, ita tamen vt superficies specularis deorsum vergat. Sit lens vitrea optime elaborata C D, quæ penicillos vniat ad distantiam chartæ EF. dico si spectator sit in F; & respiciat ea quæ in charta depinguntur, fore vt imagines ipsi appareant erectæ. Sit enim obiectum G H, quia angulus GOK, minor est angulo H O K, fient ex alia parte anguli æquales, erit M O L, 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 vt speculum A B, non omnino pateat; sed tantum ab aliquibus obiectis 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, pro vt obiectorum diſpoſitio exiget. debet item ad latera capſæ vt in P R, eſſe feneſtella oblonga, vt per eam in




ſubiecto horizontali plano expreſſæ imagines ſpectari poſſint. ad delineanda autem obiecta aptiſſimum eſt inſtrumentum, ſi aſſerculus S T, elevari poſſit ad modum operculi, ſi enim totam capſam palliô inuoluas, exceptâ feneſtellâ, quâ ſpeculum patet, & ſub eo pallio aliquis lateat poterit facile in horizontali plano capſæ, rerum imagines delineare.

Hoc artificium pariter cubiculo accommodari poterit, præcipue 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 vt obiecta quæ communiter videnda obiicerentur, eſſent inferiora cubiculo; ſatiùs eſſet lentem verticalem diſponere, & ſpeculum ad angulum graduum quadraginta quinque, ſed ad partes inferiores obverſum; cætera vſus docebit.

# CATOPTRICÆ

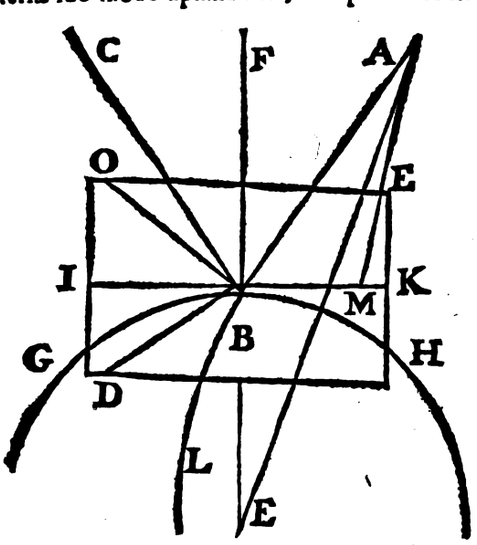
## LIBER SECVNDVS.

## De Speculis convexis.

*HIC agemus primo de ſpeculis Sphæricis conuexis, exinde de columnaribus, ſeu cylindricis conuexis, vltimò de conicis. Sphærica quidem ideo primô locô explicamus, quia ſimplicia ſunt, & non compoſita. cylindrica enim, & conica, compoſita ſunt; conſtántque curuâ, & rectâ ſuperficie. hoc eſt ſi ſecundùm longitudinem ſpectentur, proprietates planorum admittunt, ſi ſecundùm curuitatem, ad Sphærica deflectunt.*

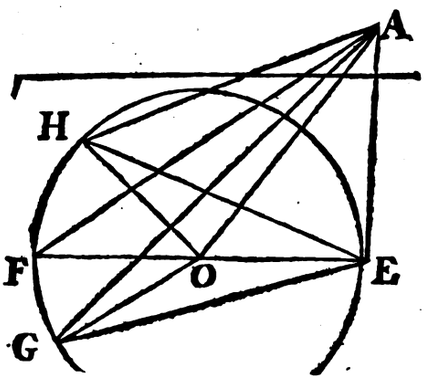
### *SVPPOSITIO.*

SVPPOSITIO Prima ſuperioris libri, huic materiæ ſuô modô aptanda eſt, nempe radios incidentiæ, & reflexionis, in eadem eſſe ſuperficie,




quæ ſit ad ſuperficiem ſpeculi recta. Sit enim radius incidens AB, reflexus BC, ſi intelligatur planum D E, tangens ſpeculum Sphæricum in puncto reflexionis B; eôdem modô 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 B K. eiuſdem autem ſuperficiei per centrum E tranſeuntis, & Sphæræ communis circulus ſit GH, qui (*per cor. 1. prima Theod.*) erit maximus. ſit alius quicúmque maximus circulus L B. in cuius plano ſit linea BD. (*per 4. Theod.*) ſunt anguli EBD, EBI, E B K recti, ſunt I M, D B B K 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 ABF, ad planum D E, recta (*per 18. 11.*) eritque angulus ABI maximus, qui fit in puncto B, à linea A B, cum lineis in plano D E ductis; ita vt A B I, ſit maior quàm ABD, & ABK minimus. quod ſi anguli

guli DBI, IBO, ſint æquales; anguli etiam ABO, ABD ſint æquales. additis autem æqualibus angulis contingentiæ erit angulus ABG maximus omnium, & ABL, maior quam ABH, ergo debet fieri reflexio in plano anguli ABI, vbi 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 oblique 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 facile probabo. Sit linea A O, oblique cadens in planum H E. ducatur ex A, ad planum HE, perpendicularis AE, eritque (*per* 18. 11.) ſuperficies AEO ad illud recta, & communis vtriúſque ſuperficies linea EO, producatur linea E O in F, dico angulum AOF, maximum eſſe omnium & AOG maiorem eſſe, quàm A O E, ex alia verò parte ſit linea OH, ita vt anguli H O F, GOF ſint æquales. dico angulos A O H, A O G æquales eſſe. ex O vt centrô intervallô O E, deſcribatur circulus E G H, ducantúrque lineæ GE, HE, GO, HO, HA, FA, GA.

Demonſtratio. (*per* 15. 3.) erit E F, maxima omnium linearum ex puncto E ductarum. igitur maior, quam G E, in triangulis rectangulis AEF, AEG, cum quadratum A F. æquale ſit quadratis AE, EF, & quadrat. AG, quadratis A E, E G, & priora maiora ſint, eò quòd F E. linea, maior ſit, quàm EG, erit AF, maior quam AG, & A E omnium minima, cum ſit perpendicularis, quare in triangulis AOF, AOG, AOE, cum latus A O, ſit commune & latera OF, OG, OE ſint æqualia, & baſis A F, maior quam A G, & A G maior quam AE, (*per* 24. 1.) erit angulus A O F maximus, & AOG maior, quam AOE, oſtendam item ſi anguli FOH, F O G ſint æquales, conſequenter angulos HOE, GOE, (*per* 4. 1.) baſes H E, GE, æquales eſſe; vnde & lineæ H A, G A, æquales erunt & ideo anguli A O H, A O G. quod erat oſtendendum.

## COROLLARIVM I.

Ab hac explicatione, ſequitur communem ſectionem ſuperficiei reflexionis, & ſpeculi Sphærici. eſſe maximum eius circulum. cum enim ſuperficies reflexionis, ſit in qua linea ducta à centro Sphæræ per punctum reflexionis, ideo hæc ſuperficies per centrum tranſit, igitur (*per* 1. *Theod.*) eius communis ſectio cum Sphæra eſt maximus circulus.

## COROLLARIVM II.

Sequitur item lineam ductam, à centro ad punctum quodcúmque ſuperficiei Sphæricæ, facere cum eadem ſuperficie angulos æquales. oſtendimus enim angulos EBG, EBH, EBI, eſſe æquales. vnde dicitur hæc linea perpendicularis ad ſuperficiem Sphæricam, neque aliter intelligi poteſt perpendicularis niſi quod anguli hinc inde ſint æquales.

## COROLLARIVM III.

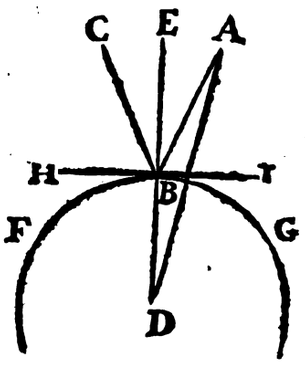
Linea ducta ab obiecto ad centrum ſpeculi, eſt in ſuperficie reflexiva, qualis eſt linea AE, nam eſt in eodem plano (*per primam* 11.) in quo lineæ AB, B E, quod oſtendimus eſſe ſuperficiem reflexivam, idcóque neceſſariò ſecat circulum qui eſt communis ſectio illius plani, & ſpeculi. addo quod hæc linea per ſecundum corollarium ſit perpendicularis ad ſuperficiem ſpeculi, dicatur ergo cathetus incidentiæ.

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*Linea ducta à centro ſpeculi, per punctum reflexionis, diuidit bifariàm angulum comprehenſum à radiis incidentia, & reflexionis.*

Sint radij incidentiæ, & reflexionis A B, B C, centrum ſpeculi Sphærici punctum D. dico du-




ctam lineam D B E, dividere angulum ABC bifariàm. Sit communis ſectio ſuperficiei reflexivæ, & ſpeculi, circulus F B G, ducatúrque per punctum B tangens HI.

Demonſtratio. Angulus incidentiæ ABG, æqualis eſt angulo reflexionis CBF; & conſequenter ablatis æqualibus angulis contingentiæ G B I, FBH reſtabunt anguli CBH, A B I æquales, ſed (*per* 16. 3.) anguli EBH, E B I, æquales ſunt vt pote recti: igitur ablatis æqualibus ABI, C B H, reſtant anguli EBA, E B C æquales. quare angulus ABC, diviſus eſt bifariàm. quod erat demonſtrandum.

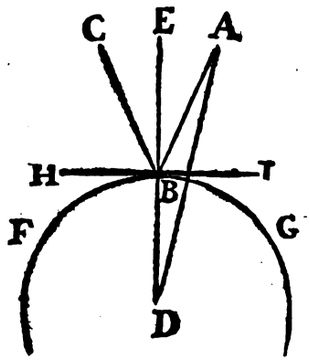
## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Solus Cathetus incidentia in ſeipſum reflectitur.*

Sit cathetus incidentiæ A D, dico illum ſolum in

in se reflecti. sit enim si fieri potest alius radius AB, qui dicatur reflecti in seipsum. sit vt prius



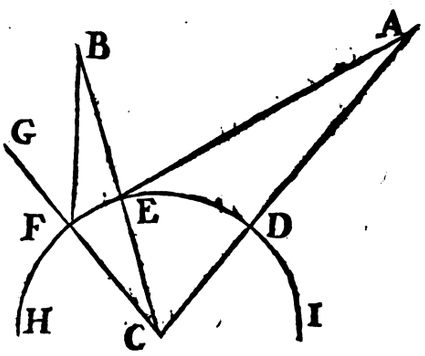

superficies reflexionis A B D, ductáque lineâ EB, & tangente H I, erit angulus E B I rectus, ergo A B I erit acutus; quare non reflectetur radius AB in seipsum, alioquin angulus incidentiæ esset æqualis angulo reflexionis A B H, acutus obtuso quod est absurdum: igitur solus cathetus incidentiæ in seipsum reflectetur.

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*Punctum reflexionis in speculis Sphericis est inter cathetos incidentiæ, & reflexionis.*

Sit obiectum A oculus B, sitque centrum speculi Sphærici C. catheti incidentiæ & reflexionis AC, BC, secantes speculum in punctis E, & D, dico punctum reflexionis esse inter D & E.



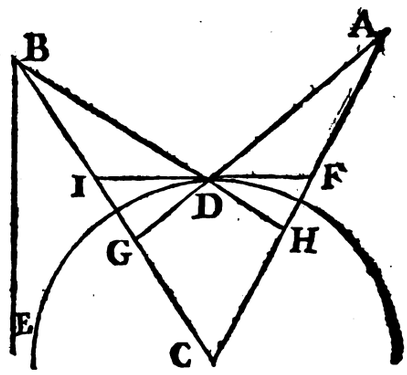

Demonstratio. Primò non potest punctum reflexionis esse punctum D aut E, non punctum D, quia per præcedentem radius D A reflectitur in seipsum, quærimus autem punctum reflexionis, à quo reflectatur lumen emissum ab obiecto A ad oculum B. non etiam punctum E, conceptâ enim lineâ A E, esset (*per* 2. *Suppos.*) angulus A E D incidentiæ, æqualis angulo BEF, quod est absurdum cum linea B E, sit cathetus incidentiæ, & consequenter anguli BEF, BED sint æquales. non etiam erit vltra 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 G F H, G F E æquales; ergo angulus BFH, maior angulô GFH, & AFE, minor angulo G F E; ergo non sunt æquales, igitur F, non est punctum reflexionis. eôdem modô ostendam punctum reflexionis non esse vltra punctum D in puncto I, ergo restat vt sit inter puncta D & E. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Radius reflexus in conuexis Sphæricis cum catheto incidentiæ concurrit, & vicissim radius incidentiæ cum catheto reflexionis.*

Sit obiectum A oculus B, cathetus incidentiæ A C, reflexionis B C. punctum reflexionis inter




vtramque cathetum, sit punctum D. dico lineam reflexionis B D, concurrere cum catheto incidentiæ.

Demonstratio. Linea reflexionis est in eodem plano cum linea incidentiæ A D, & vtrâque catheto. fiat in eodem plano angulus CBE, æqualis angulo A C B, erunt (*per* 27. 1.) parallelæ lineæ D E, A C, & 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.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

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

Sit obiectum A oculus B, centrum speculi C. punctum reflexionis D, IF tangens per punctum reflexionis: quæ sit in plano reflexionis in quo etiam sunt catheti. dico radium incidentiæ A D secare, cathetum incidentiæ A C in puncto G, quod dico esse infra lineam I F, & radium reflexionis BD, secare cathetum incidentiæ in puncto H, quod dico esse infra tangentem DF.

Demonstratio. Punctum A, obiecti non potest esse in ipsa IF, ita vt oculus etiam in eadem existat, tunc enim nulla fieret reflexio proprie dicta, sed esset directa luminis propagatio; cum radij qui dicerentur incidentiæ, & reflexionis vnicam lineam rectam constituerent, neque etiam punctum A, erit infra tangentem DF, tunc enim (*per* 16. 3. *Eucl.*)

Digitized by Google

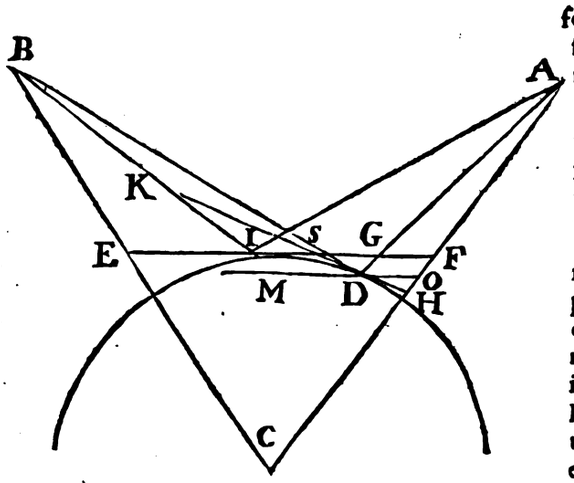
*Eucl.*) poſſet duci linea recta ad punctum D. vnde punctum D, non eſſet punctum reflexionis contra ſuppoſitionem erit igitur punctum A, ſupra lineam DF, ideóque poſt interſectionem quæ ſit in puncto D, erit infra eandem lineam ED, ergo interſecabit cathetum incidentiæ infra tangentem E D, item ſequitur quod radij ſecabunt cathetos ſupra centrum. cum enim centrum C, ſit in linea AC, ſi radius AD, conveniret in C, aut infra; duæ lineæ rectæ ſpatium clauderent. quod eſt abſurdum.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Ab eodem obiecti puncto, ad eundem oculum, ab vnico tantum ſpeculi Sphærici conuexi puncto fieri poteſt reflexio.*

Obiectum datum ſit A, oculus ſit B, ſpeculi centrum ſit C, cathetus incidentiæ AC, reflexionis BC, dico in ſpeculo convexo vnicum tantum punctum aſſignari poſſe in quo fiat reflexio obiecti A ad oculum B.




Primo quidem planum in quo fit reflexio, illud eſt quod ducitur per BC, AC, illud autem vnicum eſt; ergo extra illud planum non fiet reflexio ab obiecto A ad oculum B. ſit communis ſectio ſpeculi Sphærici, & illius plani circulus I D. dico quod in vno tantum eius puncto fiet reflexio. primo fiat in puncto I, aſſero fieri non poſſe in alio puncto vt in D. ducatur enim per punctum I tangens EIF, & per punctum D illi parallela MDO. item per punctum D, ducatur tangens KDH.

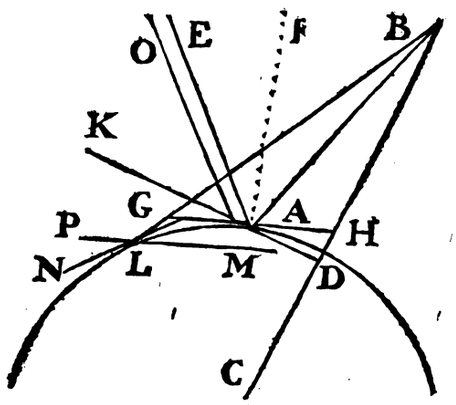
Demonſtratio. (*per* 2. *Supp.*) ſunt anguli BIE, AIF æquales; ſed angulus BIE, (*per* 16. 1.) eſt maior quam BSI, & BSI, (*per* 28. 1.) æqualis eſt angulo BDM, igitur angulus BIE, maior eſt angulo BDM, & adhuc multò maior angulo BDK. ex alia vero parte angulus AGF, maior eſt (*per* 16. 1.) angulô AIF, & pariter angulus ADO, eſt æqualis angulo AGF, & angulus ADH, maior eſt angulo ADO; ergo multò magis angulus ADH maior erit angulo AIF, ſeu illi æquali BIE: ergo anguli B D K, A D H non ſunt æquales. quod neceſſarium eſſet (*per ſuppoſ.* 2.) vt fieret reflexio in puncto D, ab obiecto A, ad oculum B: igitur reflexio fit tantum in vno ſpeculi convexi puncto. quod erat demon.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*Radij reflexi in ſpeculis conuexis, magis diſpergun-tur, quam in ſpecu.is planis.*

A puncto B, luminoſi aut obiecti emittantur duo radij in eundem circulum reflexionis. Dico




fore vt magis ab invicem ſeparentur, quàm ſi reflecterentur ad ſpeculum planum. ſint igitur primo BC 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 BAD, angulus KAF æqualis, & angulo B A H, angulus GAE 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 AF, quia vero vt ſpeculum KD, coincidat cum tangente debet moveri angulô KAG (*per* 18. *precedentis*) radius reflexus mutabitur, ita vt 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, B L, ſi enim ducatur per L, parallela lineæ GA, item tangens N L, ſi ſumeretur L M, per modum ſpeculi plani; fieret reflexio radij BAM, incidentis per radium MO, parallelum ipſi AF, vt patet propter angulos OML, FAG æquales. in puncto autem G. ſi fiat reflexio, quia linea ML non eſt tangens, debet autem inclinari, vt coincidat cum tangente; radius reflexus movebitur angulo, duplo anguli N L P. igitur adhuc magis diſpergetur, quam ſi reflexio facta fuiſſet in ſpeculo plano. quod erat demonſtrandum.

### COROLLARIVM. I.

Magis diſperguntur radij reflexi quam incidentes, ſi recta procederent. quoniam (*per* 17. *preced.*) eôdem modô procedunt radij reflexi in ſpeculis planis, ac radij directi qui procederent ex loco imaginis; ſi obiectum ibi collocaretur, immo & eôdem modô, quô ſi rectà procederent ab ipſo obiecto aut lucido, ita vt non reflecterentur; ſed magis recedunt ab invicem radij reflexi à ſpeculo convexo, quàm à ſpeculo plano; ergo magis recedunt ab invicem radij reflexi ad ſpeculum convexum, quam radij directi.



Digitized by Google

## COROLLARIVM II.

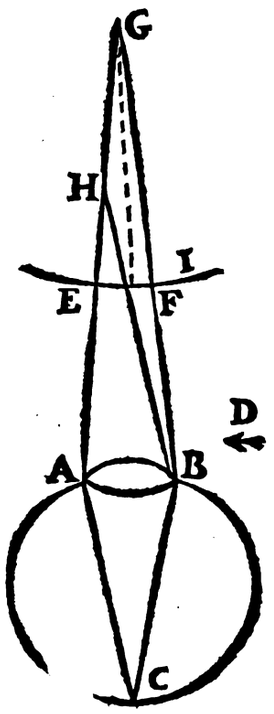
Ex hoc intelliges rationem quare ſpecula convexa inepta ſunt ad ignem accendendum radiis ſolaribus, cum enim ignis productio debeat fieri ex collectione radiorum ſolarium, hæc autem fieri nõ poſſit ſpeculô convexô, immò hoc verò radios propaget, modô huic collectioni omnino contrario, inde fit vt productionem huiuſmodi effectûs prorſus impediat. vnde excepti radij ſolares ſpeculô convexô, ita ampliãtur, vt penitus evaneſcãt.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Speculô Sphæricô conuexô defectum myopum corrigere.*

Revocare debemus, ea quæ diximus primô libro Optices, defectum myopum in eo conſiſtere, quòd eorum chriſtallinus, vt pote nimis convexus, ante retinam radios ad eandem obiecti partem pertinentes vniat, qui cum poſt eam vnionem, ſeparentur, neceſſe eſt confuſionem in imagine inveniri. ſuppoſuimus autem eam eſſe proprietatem lentis convexæ, vt radios quaſi è propinquo venientes ad maiorem diſtantiam vniat. Sit igitur




oculus ABC, chriſtallinus AB, retina ACB, ſitque obiectum quodcúmque D. quod videatur per radios ad ſuperficiem cõvexam reflexos EA, HB, qui (*per precedentem*) magis recedent ab invicem, ſeu vt vocant magis erunt divergentes, quàm ſi reflecterentur à ſpeculo plano, in ſpeculo autem plano eôdem modô (*per 17 precedentis*) propagantur radij reflexi, ac ſi obiectum eſſet in loco imaginis. ſint ergo radij qui reflecterentur à ſpeculo plano E A FB, minus divergentes inter ſe, quam EA. HB convenient tamen radij EA, FB, in ſua catheto incidẽtiæ, ſit illud punctum G; cum radij EA, BH, magis diſpergantur verſus A & B, debent neceſſario citius convenire, convenient ergo in puncto viciniori quam ſit punctum G. ſit illud H, ſed ſuppoſuimus ex dioptrica lentem convexam qualis eſt chriſtallinus, ad maiorem diſtantiam vnire radios provenientes ab obiecto viciniori, quam ab obiecto remotiori, item ſupponitur myopis chriſtallinus, ad minorem diſtantiam, ſeu nimis citò vnire radios obiecti remotioris; ergo poterit fieri vt ſi obiecti alicuius radij vnirentur ante retinam, adhibito ſpeculo convexo convenienti, præciſe in ipſa retina vniantur, ergo ſpeculô convexô poteſt corrigi ille defectus. quod erat demonſtrandum.

## COROLLARIVM.

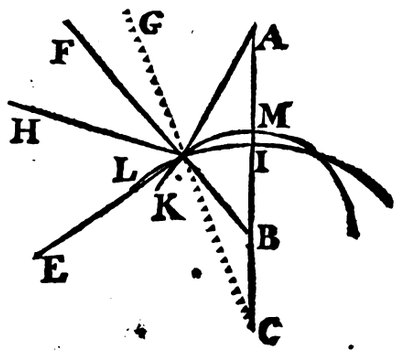
Ex eo colliges ſpecula convexa idem præſtare quod lentes concavæ; vnde refractio, contraria eſt reflexioni quo ad hoc. ex quo etiam concludere potes pro lentibus concavis, quidquid de ſpeculis convexis demonſtrabitur. ſicut ergo lentibus concavis, aut convexis, perſpicilia oculis aptamus, ita etiam ſpeculis; tubos etiam Opticos ad diſtinguenda obiecta efformabimus, niſi quod vbi refractio concavitatem deſiderat, reflexio convexitatem adhibeat; & viciſſim.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Speculum conuexum minoris Sphæræ ſegmentum, magis diſpergit radios reflexos, quàm ſpeculum quod eſt maioris Sphæræ ſegmentum.*

Licèt hæc propoſitio in genere probari poſſit, hôc modô: Sphæræ maioris ſuperficies magis accedit ad planam, quàm Sphæræ minoris, ergo etiam debet minus diſpergere radios, quàm Sphæræ minoris ſuperficies. aliô tamen modô demonſtrari debet, vt oculis ſubiiciatur. Sit ergo obie-




ctum aut lucidum A, ſitque catheto incidentiæ communis vtrique Sphæræ ABC, vt eôdem modô obiiciantur lucido, ſitque K, punctum interſectionis vtriúſque Sphæræ. ducatur radius incidentiæ AK, qui ſit communis, hoc eſt in vtrámque Sphæram incidat. ſit centrum minoris Sphæræ B, & maioris C, ducatur per punctum reflexionis K, linea B K, quæ perpendicularis erit, debétque dividere bifariam angulum A K H ita vt anguli AKF, FKH. ſint æquales eritque radius E K, reflexus minoris Sphæræ. ducatur item linea C K G, debebit angulus A K G, æqualis eſſe angulo GKH, vt K H, ſit radius reflexus in maiori Sphæra, ſed angulus A K G, minor eſt angulo A K F; igitur angulus HKG, minor erit

angulo

angulo FKE ; ergo radius reflexus maioris Sphæræ cadet intra ABC. cathetum communem & radium E K , igitur minor Sphæra magis dispergit radios.ratio huius rei est quia idem radius totalis AKI, incidens eôdem modô in vtrá nque Sphæram secundum lineam A I, magis inclinabitur secundum aliam extremitatem nempe secundum lineam AK,cum enim angulus KBI,sit maior angulo KCI, ( *per* 16. 1. ) arcus KK pauciores gradus continebit,quam KM minoris Sphæræ.

### COROLLARIVM.

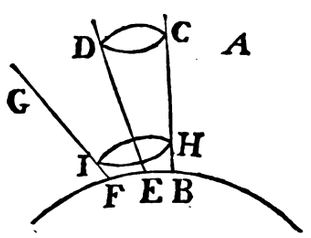
Ex eo sequitur quod quò speculum erit minoris Sphæræ segmentum, eò etiam efficiet vt radij ad christallinum emissi tardiùs vniantur,incident enim in illum , quasi ex propinquiori loco:igitur tardius vnientur.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*Quò speculum conuexum propius oculo admouebitur , eò tardius radij ad idem obiectum pertinentes post christallinum vnientur.*

Sit obiectum A, cuius radij reflexi B C, E D, FG. sitque oculus primo in DC;deinde in HI.dico quod in HI radij BH, FI tardiùs, seu ad maiorem à christallino H I distantiam vnientur, quàm radij BC ,ED post christallinum DC.




Demonstratio. Radij GF, DE, magis inclinantur ad invicem , quam in speculis planis , (*per 7. huius*) GF, & BC, multò magis inclinabuntur,ad invicem seu minus distabunt à parallelis , quam radij BC, ED ; sed in lentibus convexis,qualis est christallinus,radij magis inter se inclinati,seu magis divergentes tardiùs,hoc est ad maiorem distantiam vniuntur : ergo quò propius admovebitur speculo oculus , eò ad maiorem distantiam radij ad idem obiectum pertinentes , vnientur.

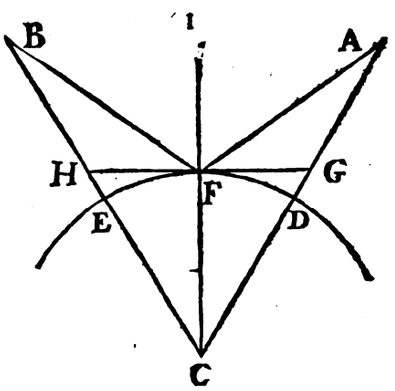
## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

*Si obiectum, & oculus æqualiter à speculô distent: punctum reflexionis æqualiter distat ab vtráque catheto.*

Obiectum A, & oculus B, æqualiter à speculô & consequenter à centro eius distent,sintque catheti AC,BC secantes circulum, qui est communis sectio superficiei speculi,& plani reflexionis in punctis D,& E,dico punctum reflexionis dividere arcum E D bifariàm. sint enim arcus E F, F D 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



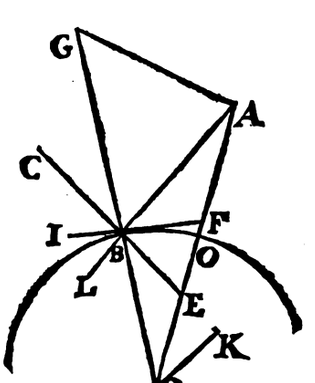

FCH,cum arcus EF,FD supponantur æquales,(*per* 24. 1.)erunt cætera æqualia nempe latera HF, FG, anguli CGF, CHF, & consequenter anguli FGA, FHB.reliqui ad duos rectos.item lineæ CG,CH,& reliquæ GA,HB.Iá vero in triangulis AGF,BHF. cum latera FG,FH;item AG BH sint æqualia ; & anguli AGF,BHF sint ostensi æquales,erunt ( *per* 4. 1 ) reliqua æqualia, nempe anguli AFG, BFH, qui cum sint anguli incidentiæ & reflexionis, reflexio facta ab obiecto 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 radij reflexionis , quæ est distantiæ obiecti à tangente,ad lineam interceptam , inter tangentem & concursum radij reflexionis , cum catheto incidentiæ.*

Sit obiectum A , cathetus incidentiæ A D, radius incidens A B. communis sectio speculi sit




circulus O B. sit B F tangens , radius reflexus C B , concurrat cum catheto incidentiæ supra centrum D , & infra tangentem B F , nempe in puncto E. dico ita esse A D , ad D E ; sicut AF, ad F E, ducatur linea DBG, & A G parallela lineæ BE.

Demonstratio. Cum anguli ABF , 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 A F, ad



Digitized by Google

FE, vt AB, ad BE, sunt autem A G, A B æquales. in parallelis AG, EC, sunt anguli alterni æquales nempe G & CBG, hic autem angulo A B G est æqualis, ergo (*per* 5. 1.) A B, A G sunt æquales. rursus propter parallelas A G, & BE, ita est A G seu AB, ad BE, sicut AD ad DE, quare ita est AD ad DE, sicut AF, ad FE. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

Idem probari poterat de radio incidentiæ respectu catheti reflexionis. vt si poneretur oculus in A, & obiectum in puncto C.

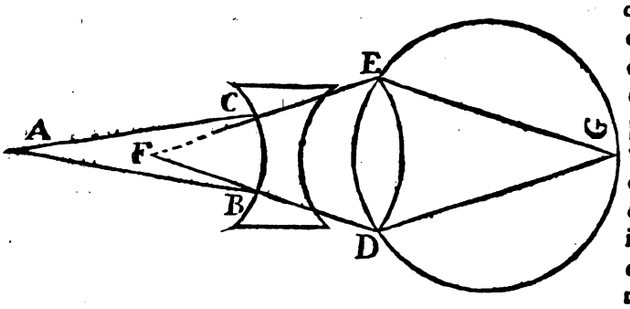
## PROPOSITIO XIII.

### Theorema.

*Locus imaginis in speculis Sphæricis connexis.*

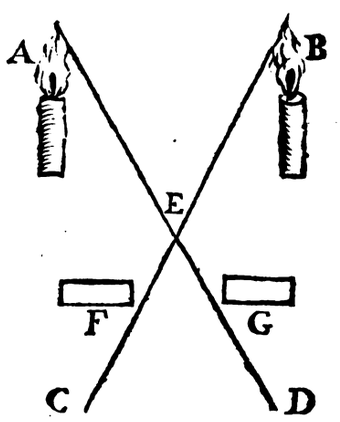
Licèt iam aliqua dixerimus de hac materia, quæ in speculis planis facile constituta est, hic tamen adhuc exactius eam recoquere placuit, cum in his speculis sit peculiaris difficultas. puto autem difficultatem hanc ex eo procedere, quod non satis perspectum sit, ex quo capite oriatur determinatio ad iudicandum de distantia obiecti ab oculo, etiam in visione directa, ideóque mirum non est si de reflexis, aut refractis vix quidquam omni ex parte certum constituere liceat. vnde vt nihil intentatum relinquamus; aliqua hic revocanda mihi sunt. dico ergo quod si obiectum per vnicam tantum lineam in oculum radiaret, vix quidquam certi de illius ab oculo distantia iudicare possemus, quia sive obiectum longiùs secundum eam lineam ab oculo distaret, sive propiùs admoveretur, eandem semper oculi partem afficeret. vnde quoties de distantia iudicium ferendum est, vel geminos advocamus oculos, vel certe pupillam vnius oculi non vt indivisibilem consideramus; sed pro varia inclinatione radiorum, diversas pupillæ partes attingentium, distantiam percipi iam alias constituimus. Locus ergo in quo radij ab eadem obiecti parte, etiam per reflexionem, ad diversas pupillæ partes emissi, vnientur, is erit locus extra oculum, ex quo omnes oriri, & proficissi videbuntur; ille locus est is in quo tali obiecti imago existere videbitur. de illis ergo tantum distantiis vnus oculus bene cognoscet, sive reflexe, sive directe, ad quas pupillæ latitudo determinatam, & sensibilem aliquam rationem habebit.

Diximus item ex eo posse oculum aliquô modô distantiam percipere, eò quòd vt obiecta propiora distincte perciperet, necessaria erat aliqua christallini coarctatio, & conformatio in minorem Sphæram, aut remotio retinæ ab eodem




christallino. quod si accidat vt obiecto remoto existente, radij tamen propter refractionem aut reflexionem, ita incidant in oculum, quasi esset in loco viciniori in eo videbitur. vt si obiectum A, ita emittat radios AB, A C, & illi fracti propter lentem concavam ita in oculũ incidant, vt radij DB, EC, producti conveniant in F. dico obiectum A, videndum in F. ratio est quia si obiectum A esset in F, & directe radiaret per radios FD, FE, videretur in puncto F, ex quocúmque tandem capite oriatur determinatio oculi ad percipiendam distantiam, ergo cum refracte per eosdem radios DB, C E in oculum radiet; videbitur in puncto F. ex quo sequitur obiectum videndum esse in puncto concursûs radiorum ad diversas partes retinæ appellentium. si tamen nulla habeatur ratio aliarum circumstantiarum, nempe aut corporum interiectorum, aut magnitudinis. nam aliquando accidet, tunc obiectum minui & in tali casu si magnitudinis ratio habeatur videbitur remotius esse.

Certius est iudicium de distantia; quod ex duobus oculis desumitur, ita vt licet vi vnius oculi iudicaretur obiectum distare, vi tamen duorum iudicabitur in alio loco. iam attuli huius rei exemplum satis luculentum in visione directa, quod hic repeto eo quod ad institutum nostrum multum fa-

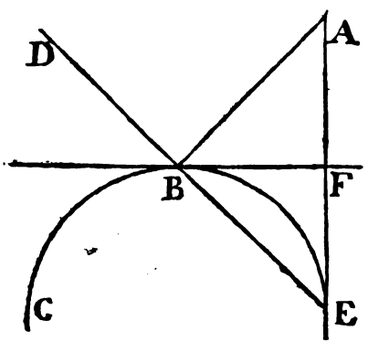



ciat. Sint faces A & B, supra mensam æqualiter altæ, sintque oculi C & D duobus, aut tribus pedibus ab iis distantes, sintque corpora opaca F & G, ita interiecta vt oculus C siniſter, facem dextram B, tantum videre possit, & vicissim oculus D facem A. si oculô D, intueamur facem A, simpliciter ea videbitur in suo proprio loco; oculo C interea feriante, cum axis eius opticus ad facem A directus, intercipiatur corpore opaco F. detorqueantur axes Optici, vt oculus C per axem Opticum facem B respiciat, & oculus D facem A, tunc ille duæ faces videbuntur coalescere in vnicam facem, in loco E existentem, ex quo experimento facili, & indubitato, concludo eam determinationem quæ ex duobus oculis procedit, esse fortiorem ad assignandum obiecto 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 radij eius obiecti ad diversa pupillæ puncta producti. secunda erit si notemus locum in quo concurrent duo radij reflexi, ad duos oculos ducti. Hic triplicem invenio opinionem prima, quæ à Vitellone

Digitized by Google

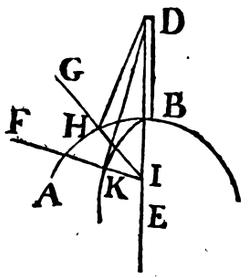
Vitellone Alhazeno, & veteribus aſſumitur tanquam principium, nempe locum imaginis cuiuſcúmque obiecti per reflexionem viſi eſſe in concurſu radij reflexionis cum catheto incidentiæ. quam recenter aliqui revocarunt in dubium. præſertim vero Stevinus qui exiſtimavit locum imaginis eſſe in concurſu lineæ reflexionis cum catheto incidentiæ, non ad ſuperficiem ſpeculi, ſed ad planum tangens ſpeculum in puncto reflexionis perpendiculariter ducta.

Vt eorum igitur rationes expendamus, & quantum fieri poteſt aliquid certi in hac materia conſtituamus. Incipiamus à Stevino. Sit igitur




obiectum A, ſpeculum convexum BC, punctum reflexionis B. ſit oculus D, per punctum B, intelligatur planum aliquod tangens ſpeculum, cuius communis ſectio cum ſuperficie reflexionis, ſit linea BF, & circulus C B, ſit communis ſectio ſpeculi, & eiuſdem ſuperficiei; ducatur cathetus A F, ſintque lineæ A F, FE, æquales. dicit locum imaginis obiecti A, eſſe punctum E. Ratio quam affert eſt hæc, quod punctum B, ſit commune plano BF, & ſuperficiei Sphæricæ CB; ergo ſicut reflexio eodem modo fit in vtrôque; ita etiam debet idem eſſe locus imaginis. ſibi deinde obiicit hoc repugnare experientiæ; ſequeretur enim obiecta viſum iri vt plurimum extra ſpeculum, cum tamen vix vnquam ſpectentur extra ſpeculum: ſi nempe ſit perfectus globus, reſpondet quod licet punctum imaginis ſit punctum E, non tamen in puncto E, videbitur obiectum; ſed hoc eſt ludere in æquivoco, voco enim locum imaginis eum in quo ſpectatur obiectum. Ad rationem autem quam attulit facile 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 curua conſideretur. Sed nego etiam in reflexione factâ in ſpeculo plano, ſi vnicus tantum & indiviſibilis radius reflexionis daretur, quod obiectum repræſentaret in puncto E. repræſentabitur ergo in pũcto E, ſi conſideretur radius reflexionis cum aliqua craſſitie, ita vt impleat totam pupillam, eôdem enim modô in ſpeculis planis afficitur oculus pluribus radiis reflexis, ac ſi re vera obiectum eſſet in puncto E, cum omnes producti in puncto E concurrant. Quod ſi conſiderentur plures radij 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. ideóque 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 obiectum 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 vnquã quacúmque detorſione axium Opticorum in vnam eandémque coaleſcere poterit. non moror quomodo hoc ad inſtitutum eius 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 & alij poſt ipſum, aſſumpſerunt tanquam axioma; locum imaginis eſſe in communi concurſu radij reflexionis cum catheto incidentiæ, quod experientiâ potiùs comprobarunt, quàm vllâ ratione, experientia autem ita habet. Sit ſpeculi cuiuſcúmque verbi gratia convexi ſu-




perficies AB, ſuperquam ad angulos rectos erigatur regulæ alicuius, linea vltima ita vt producta tendat in centrum E; ex quocúmque loco ſpectetur reflexe punctum D, immò tota linea B D, videtur ſecundum lineam BE, quæ conſtituat ſemper vnicam lineam cum ipſa B D; ſed hoc fieri non poteſt, quin punctum D, & quodcúmque aliud videatur in concurſu radij reflexi, cum catheto incidentiæ, ergo locus imaginis aſſignandus eſt in eo concurſu. ſit enim radius reflexus H G, per quem videatur punctum D. primò certum eſt videri punctum D, per vltimum radium, per centrum oculi tranſeuntem. ſuppono enim GH, eſſe axem Opticum ipſius oculi; ergo videbitur punctum D, in aliquo puncto lineæ H I, experientiâ etiam conſtat apparere in linea BI: igitur locus in quo videbitur, ſeu locus imaginis erit in puncto I.

Probatur deinde ratione. ſint duo pũcta G & F, vel plura eiuſdem pupillæ in diverſo plano tranſeunte per centrum ſpeculi E, & per obiectum D, illud vtrúmque planum erit planum reflexionis, vnum quidem in quo erit radius HG, & alius in quo erit radius K F. ſit autem plani D E H, & ſpeculi communis ſectio circulus A H B, & plani F E B circulus K B, quia linea D E cathetus incidentiæ, eſt communis ſectio vtriúſque plani, (*per 4. huius*) vtérque radius GH, KF, in diverſis illis ſuperficiebus exiſtentes concurrere non poſſunt niſi in puncto aliquo communi vtríque ſuperficiei; ſed nullum eſt punctum commune vtríque ſuperficiei, niſi punctum aliquod catheti incidentiæ, ergo vel non concurrunt omnino vel concurrunt in catheto incidentiæ, ideóque concurrent quidem ſi arcus KB, KH ſint æquales, ſi verò ſint inæquales oſtendam non omnino concurre-

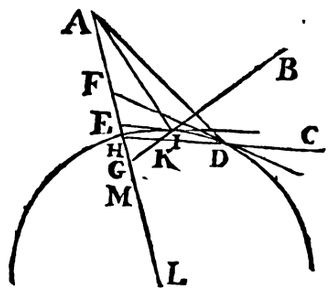


Digitized by Google

re, sed non longe à puncto I, vtrúmque in catheto terminari, ideóque fere eôdem modô affici pupillam, ac si obiectum circa punctum I existeret.

Quod si duo oculi adhibeantur; meliùs & præcisius de loco imaginis feretur iudicium. Sint enim duo oculi F & G, in diversis planis reflexivis positi, vt communiter accidit, licet in eodem etiam esse possint, necessariò obiectum videbitur esse in radio GH, item in radio, F I, qui radij cum supponantur esse in diversis superficiebus in quibus (*per primam Suppos.*) est etiam cathetus incidentiæ D E, non possunt alibi concurrere nisi in catheto incidentiæ, quæ communis est vtriúsque plani sectio. ergo si obiectum vnicum appareat, videbitur in aliquo puncto catheti incidentiæ, in quo radij reflexi, aut re vera concurrunt, aut certè non multùm absunt à concursu.

Si verò oculi sint in eadem superficie reflexionis, ideóque inæqualiter absint à catheto incidentiæ: fateor radios reflexos vniri ante cathetum incidentiæ, & hæc est exceptio quàm habet Keplerus quam tamen ante ipsum præviderat ipse Vi-




tello. Sit ergo obiectum 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 E I, D F, radij autem reflexionis B I G, C D K. centrum speculi sit L. dico radium C D, productum secare cathetum incidentiæ supra punctum G in H, atque adeo iam ante concurrisse in puncto K, cum radio B I G producto.

Demonstr. Tangens D F, necessariò cadit supra punctum E, nempe in F; est ergo A F minor, quam A E, ostendo autem radium C D, productum cadere non posse neque in punctum G, neque infra punctum G, vt in M; ergo cadit suprà. cadat enim in punctum G. quia per præcedentem, est vt A L, ad L G; ita A E, ad E G; & pariter esset vt AL, ad LG; ita AF ad FG, si radius CD, concurreret in G, igitur esset vt AE, ad E G, ita A F ad FG, quod implicat. nam cum prima sit maior tertiâ; secunda etiam maior esset quartâ, pars toto quod implicat.

Secundò neque cadet infra punctum G, vt in M. est enim vt AL ad GL; ita AE, ad EG; sed AL ad G L, minorem habet rationem quam A L ad GM minorem, vt autem AL, ad GM; ita AF ad FM, per præcedentem: igitur maior esset ratio AF, minoris ad maiorem FM, quam A E maioris ad EG minorem. quod etiam implicat. igitur radius CD, productus concurrit cum catheto incidentiæ supra punctum G. igitur cum supponatur esse in eodem plano, iam cum illo concurrerit in puncto K, atque adeo tunc obiectum videbitur extra cathetum incidentiæ.

Hoc viderant Alhazen & Vitellio, nisi tamen sit notabiliter maior inclinatio vnius radij reflexionis, quàm alterius, non erit notabilis illa diversitas, ideóque saltem pro vnô oculô benè poterit constitui locus imaginis in catheto incidentiæ, quia plures lineæ reflexionis in diversas partes pupillæ incidentes, conveniunt in catheto, & propter exiguam latitudinem ipsius pupillæ in eodem physice puncto, adde quod in determinando loco obiecti, 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.

*Maior est distantia imaginis à centro; quàm à puncto reflexionis.*

Sit locus imaginis in puncto E, (*figura prop.* 12.) dico maiorem esse lineam DE, linea BE. ducatur enim D K, parallela lineæ A B, quæ debet cadere infra lineam AD, alioquin concurreret cum linea AB.

Demonstrat. (*per* 28. 1.) anguli alterni L B D, BDK sunt æquales; LBD, autem & DBE, æqualibus CBG, ABG, oppositi ad verticem, sunt etiam æquales; igitur anguli DBE. BDK sunt æquales, sed angulus BDK, est maior angulo B D E, quare angulus D B E, eôdem angulo B D E maior erit; ideóque (*per* 19. 1.) latus D E, latere B E maius erit. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Maior est distantia obiecti ad speculum conuexum, quam imaginis ad idem speculum.*

Sit in eadem (*figura prop.* 12.) obiectum A; locus imaginis E, dico maiorem esse distantiam AO, quam OE.

Demonstrat. Cum enim (*per* 12.) sit vt A D, ad D E, ita A F, ad F E, & A D, sit maior quam ED, AF etiam maior erit, quam F E; ergo multò maior erit AO, quàm OE. quod erat demonstrand.

### COROLLARIVM.

Sequitur item maiorem esse distantiam obiecti à tangente, quam tangentis ad imaginem. ostendi enim AF, maiorem esse quàm FE.

## PROPOSITIO XVI.

### Theorema.

*Distantia imaginis, à centro maior est dimidiâ parte semidiametri.*

In eadem (*figura propositionis* 12.) sit locus imaginis E, dico lineam D E, maiorem esse lineâ E O.

Demonstr. Quia est vt AD, ad DE, ita AF, ad FE,

Digitized by Google

FE; erit etiam alternando vt AD, ad AF; ita DE, ad EF. prima autem eſt maior ſecundâ, totum parte; ergo & tertia ED, maior erit quarta EF, ergo multò maior erit quam EO, quare ſemper locus imaginis magis diſtat à centro quam dimidia parte ſemidiametri; quod erat oſtendendum.

### COROLLARIVM.

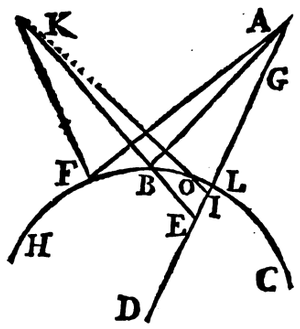
Locus imaginis magis accedit ad tangentem quam ad centrum circuli.

## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Puncti remotioris à ſpeculo in eadem catheto incidentia aſſumpti, imago vicinior eſt centro, quam puncti minùs remoti.*

Sit communis ſectio ſpeculi, & plani reflexionis circulus BC, cathetus reflexionis ſit AD, locus imaginis obiecti A, ſit E, dico ſi detur aliud punctum G, in eadem catheto, quod ſit vicinius ſpeculo, illius imago erit remotior à centro, nempe in I.




Demonſtratio. Quoniam puncta A & G, ſunt in eadem catheto incidentiæ, & ſuperficiei reflexionis ductæ per AD, & per cathetum reflexionis, eadem erit vtriúſque 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, maiori & minori quod implicat. non etiam punctum reflexionis, quô puncti G, radius reflectetur ad oculum K, erit vltra B vt in F. oſtendimus enim (*propoſ. 6. huius*) ſi ducantur radij AF, FK, angulum AFB, minorem eſſe angulo KFH, ſed ſi 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, vt in O. quare ductis lineis KBE, KOI punctum I (*per 13.*) erit imago obiecti G. ergo magis diſtabit à centro quam imago E. quod erat oſtendendum.

### COROLLARIVM.

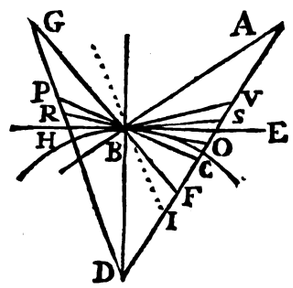
Ex hac propoſitione ſequitur imagines ad ſpeculum convexum perpendiculares everſas apparere.

## PROPOSITIO XVIII.

### Theorema.

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

Sit linea quæcúmque AD, quæ per D, centrum ſpeculi Sphærici tranſeat, ſumatúrque extra illam




punctum quodcúmque B, ſitque maximus circulus BC, in ſuperficie ſpeculi, ducatúrque BE, tangens illum circulum in puncto B. ſitque angulus BDG, angulo BDA æqualis. ſumatur quodcúmque punctum F, quod ſit vicinius puncto E, quam centro D, ducatúrque FBG, ſitque angulo GBH, angulus ABE æqualis, dico radium BA, concurrere cum linea DA producta. & punctum A, videndum reflexe in puncto F.

Demonſtratio. Cum DF, ad FE, maiorem 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, intra 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 oculô poſitô in R, imago obiecti erit in O, ſed vt verum fatear, dum obiectum ita oblique per reflexionem, ſpectatur vix quidquam certi ſtatuere poſſumus, ideóque, vix vnquam potui illud ſpectare extra ſpeculum; ſed tantum intra, aut in ipſa ſpeculi ſuperficie.

## PROPOSITIO XIX.

### Theorema.

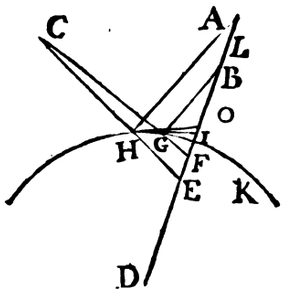
*In ſpeculis conuexis, imagines obiectorum ipſis obiectis minores apparent.*

In ſpeculo convexo HGK, ſit primò linea AD, quæ per centrum D ſpeculi tranſeat, ſumatúrque in ea, linea AB, quæ ita in ſpeculo appareat vt E, ſit locus imaginis puncti A, & F, puncti B, debet enim (*per 16.*) eſſe everſa eius imago. eritque EF totalis imago, quam probare volo eſſe minorem linea AB. ſint puncta reflexionum H & G, ducanturque tangentes HO, GI.

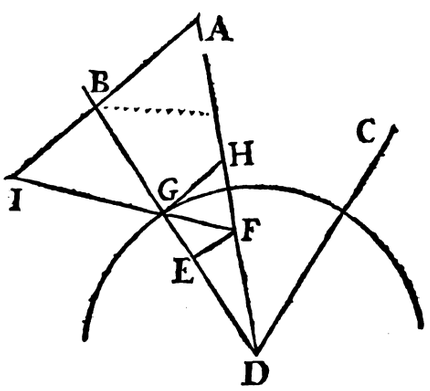
Demonſtr.

Digitized by Google

Demonſtr. Ita eſt (*per* 12.) AD ad DE; vt AO, ad OE, ìtem ita eſt AD, ad DF vt AI ad IF, ſed



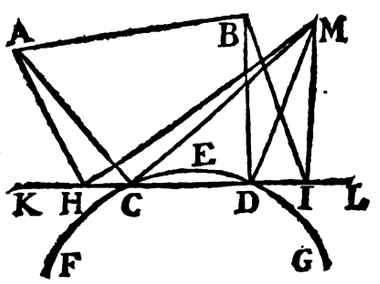

maior eſt ratio AD, ad DE minorem; quam ad DF. igitur maior eſt ratio AO, ad OE, quam BI ad IF; ſed adhuc maior eſt ratio AI, ad IE; quam AO ad OE. igitur maior eſt ratio AI, ad IE, quam BI ad IF, & alternando maior erit ratio AI, ad BI; quam IE, ad IF; abſcindatur ex AI, linea IL, ita vt eadem ſit ratio LI, ad BI, quæ IE ad IF, erit dividendo eadem ratio BI ad BL, quæ IF ad FE, ſed BI, maior eſt quam IF, (*per corol. 15. huius*) ergo & BL, quam EF maior erit; ergo multò magis BA maior 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.) vt DE ad DB, ita EF, ad AB. ſed ED, minor eſt lineâ 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 maior, quàm GHF, vel æqualis vel minor. ſi ſit maior vt ſi eſſet obtuſus linea GH, maior eſſet quam linea GF, (*per* 19. 1.) ſed (*per* 4. 6.) ita eſt GD, ad DB; vt 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 vt angulus CFH, multo minor eſſet quam GHF, & hoc non poteſt accidere niſi GF, ſit valde obliqua & ab oculo C, ita oblique ſpectetur vt quantum in longitudinem creſcat, tantum decreſcat propter obliquitatem quâ ſpectatur. ita vt vix quidquam certi de eius magnitudine ſtatui poſſit.

Poteſt item hæc propoſitio vniverſaliùs probari hôc modô. Sit magnitudo AB, quæ reflexè videatur ab oculo M, per reflexionem factam in ſpeculo convexo FCDG, ita vt radij AC, CM, & radij BD, DM reflectantur ad oculum M, & radius CMD, ſit ille ſub quo videtur magnitùdo AB. dico ſi eadem magnitudo directe ſpectaretur, maior appareret. nam ſi videretur ex puncto M, per reflexionem factam à ſpeculo plano, per puncta C, & D tranſeunte; apparens eius 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 maior; anguli ACK, MCD inæquales erunt, ideóque punctum reflexionis in ſpeculo plano, in quo obiectum 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 maior angulo MCD; cum tamen anguli ACK, MCD, iam ſint inæquales eò quòd angulus ACK, minor ſit angulo MCD; ergo vt reflexio fiat ad angulos æquales, fieri debet in alio puncto extra C. ſit igitur illud punctum H. eôdem modô oſtendam reflexionem obiecti B, in ſpeculo plano fieri vltra punctum D nempe in I; ergo magnitudo AB, reflexe viſa, reflexione in ſpeculo plano factâ, videbitur ſub angulo HMI, reflexe 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, videtur item in minori diſtantia à ſpeculo, quam in reflexione facta in ſpeculo plano (*per 15. huius*) ergo imago rei in convexis videbitur, & ſub minori angulo & propinquior, quod autem ita videtur non poteſt non apparere minus; igitur imagines obiectorum in ſpeculis convexis minores apparent magnitudinibus realibus.

PROPO

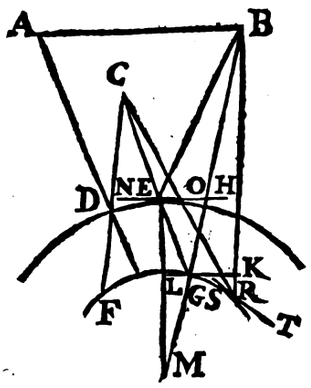
Digitized by Google

## PROPOSITIO XX.

Theorema.

*In minori ſpeculo conuexo, imagines apparent minores, quàm in maiori.*

Sit quantitas obiectiua AB, oculus C, ſpecula convexa DE maius, ſeu maioris Sphæræ ſegmentum F G minus. ſint autem concentrice poſita, ita vt ſit eorum centrum commune M. dico quantitatem A B, in minori ſpeculo minorem apparere, ſeu ſub minori angulo. Sint enim radij inci-




dentiæ in ſpeculo maiori, radij AD, BE, & reflexionis DC, EC. ſitque tangens HE, producantur radij reflexionis CD, CE, donec ſecent minus ſpeculum in punctis F & G. oſtendere volo puncta reflexionis in minori ſpeculo, debere neceſſario eſſe inter F & G, & conſequenter angulum comprehenſum in oculo C, ſub radiis reflexionis, minorem eſſe angulo DCE, ducatur enim linea LK, parallela lineæ tangenti NH. ducanturque lineæ ME, MG, & GB.

Demonſtratio (*per* 2. *Supp.*) ſunt anguli NEC, BEH æquales, cum autem lineæ N H, L G, ſint factæ parallelæ (*per* 28. 1.) anguli NEC, LGE æquales erunt, angulus item BGK angulo B O H æqualis eſt; BOH (*per* 16. 1.) angulo B E H maior eſt igitur angulus BGK angulo LGE maior eſt. ſi autem in puncto G, duceretur tangens circulum; fieret adhuc angulus incidentiæ maior angulo BGK, & angulus incidentiæ minor angulo CGL: ergo in puncto G, non poteſt obiectum B, reflecti ad oculum C, eôdem modo oſtendam non poſſe reflecti in puncto F. ſed neque poteſt fieri hæc reflexio vltra punctum G, v.g. in puncto R. oſtendam enim angulum incidentiæ BRT, fieri adhuc maiorem; & angulum reflexionis CRS fieri minorem. nam angulus CGL maior eſt, (*per* 16. 1.) angulo CIS, & CIS maior angulo CRS, pariter angulus BRT, maior eſt (*per tandem*) angulo CRS, & illi ad verticem oppoſito, qui maior eſt angulo FGK; ergo multò magis agulus incidentiæ BRT maior erit angulo reflexionis CRS. igitur reflexio non poteſt fieri in aliquo puncto niſi inter F & G, quare angulus ſub quo videbitur obiectum A B, per reflexionem ad minus ſpeculum factam, minor erit angulo FCG, ſub quo videtur in ſpeculo maiori; igitur minor apparebit illius imago in minori ſpeculo; quod erat demonſtrand.

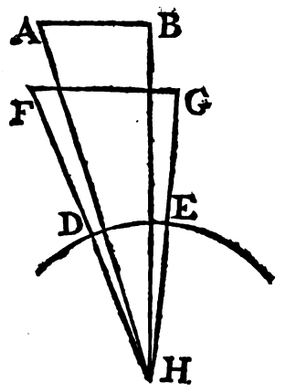


## PROPOSITIO XXI.

Theorema.

*Oculo immotò, ſi obiectum ad ſpeculum accedat; maior illius apparebit imago.*

Sit obiectum A B, ab immoto oculo ſpectatum, ſitque ſpeculum D E, accedat obiectum in

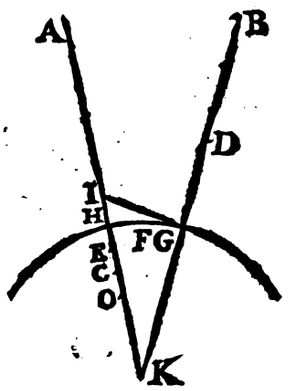



FG. dico ab oculo, obiecti FG, videndum eſſe maiorem imaginẽ quã obiecti AB. & primò quidem clarum eſt angulum D H E, maiorem eſſe angulo AHB, deinde cum punctum F, ſit vicinius ſpeculo, erit etiam eius imago vicinior ſpeculo quam imago puncti A, idem oſtendam de imagine puncti G. cum ergo imago obiecti G, terminetur cathetis comprehendentibus angulum maiorem, & in maiori à centro diſtantia, ea etiam maior erit. conſequenter maior apparebit cum ſit vicinior oculo.

## PROPOSITIO XXII.

Theorema.

*Oculo ad ſpeculum conuexum accedente imagines minus diſtant à ſuperficie ſpeculi; & maiores apparẽt.*




Sit obiectum A, quod videatur ab oculo B, ſitque illius imago in puncto C. accedat oculus ad ſpeculum, ita vt ſit in puncto D, dico imaginem obiecti A, fore viciniorem ſpeculo. vt v.g. in puncto E. ſit enim punctum reflexionis F, in quo reflectitur obiecti A, ad oculum B, tunc punctũ reflexionis reſpectu oculi D, non erit inter F & H, ſi enim eſſet inter F & H, angulus incidentiæ fieret maior quam in F, & conſequenter angulus reflexionis, ideóque recederet à puncto B verſus A, vt oſtendi facile poſſet niſi clarum eſſet; ſit igitur G, punctum reflexionis remittens radium obiecti A ad oculum D. ſintque tangentes FH, GI.



Digitized by Google

Demonstr. Ostendo imaginem puncti A, respectu oculi D, non posse esse neque in C, neque infra C, vt in puncto Q. ideóque sequetur illam esse in puncto E supra C. nam (*per 12. huius*) ita est AK, ad KC, vt AH ad HC, & rursus ita etiam esset AK, ad KC; vt 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. ostẽdo 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 I O, sed maior est ratio AK, ad KO; quàm AK, ad KC; igitur maior esset ratio AI, ad IO; quàm AH, ad HC; ergo multò maior esset ratio A I, ad HC minorem, quàm A H, ad eandem H C, minoris ad eandem quod implicat.

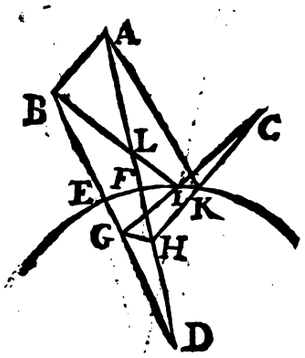
Ex quo sequitur imagines obiectorum oculo viciniori speculo, apparituras maiores, cùm enim tàm oculus, quàm imago fiant viciniores superficiei speculi, fiunt etiam viciniores inter se; deinde catheti incidentiæ diversarum partium obiecti, quò magis removentur à centro speculi, eò etiam magis recedunt, & consequenter imagines fiunt maiores. sed maiores imagines, & oculo viciniores, maiores etiam apparere debent: ergo oculo ad speculum convexum accedente, imagines obiectorum maiores apparent. quod erat demonstr.

## PROPOSITIO XXIII.

### Theorema.

*In speculis conuexis dextra apparent sinistra.*

Sit obiectum A B oculus C, speculum convexum EFK, imago obiecti AB sit GH, dico si spectator in puncto C, se convertat ad obiectum AB, habeátque ad dexteram partem A, ad sinistram partem B. si se convertat ad imaginem, quod imago



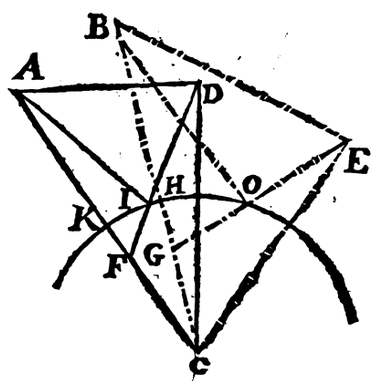

puncti dextri A, erit ipsi ad sinistram. ductis enim catheris, ostendam facile quod posito I, puncto reflexionis partis B, ad oculum C, non poterit vllum punctum lineæ L A, reflecti ad oculum C, ita vt punctum reflexionis, sit inter I & F, fieret enim angulus incidentiæ maior quam B I F; & consequenter angulus reflexionis recederet ab oculo C versus A. erit igitur punctum reflexionis quo pars A, reflectitur ad oculum C, vltra punctum I vt in K, quare spectator in C positus, videbit punctum A, per radium sinistrum, respectu radij C I, igitur imago puncti A dextri, videbitur per radium sinistrum, seu ad sinistram. quare in conuexis dextra apparent sinistra, in eodem nempe sensu in quo in speculis planis idem accidebat. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*Obiecta æqualiter à centro speculi, & ab oculo distantia, habent imagines, æqualiter à centro speculi distantes.*

Sint obiecta A, & B, æqualiter à centro speculi C distantia, ita vt 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.



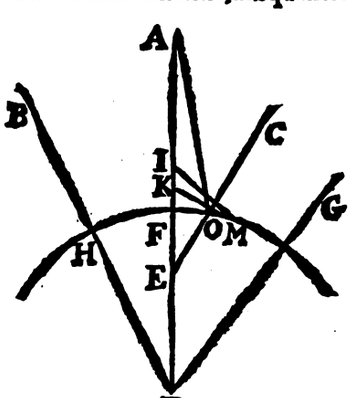

Demon. Primò arcus KI, HO sunt æquales, si enim intelligatur B, transferri in A, vt lineæ BC & AC coincidant, in tali casu CE, CD etiam congruent, & punctum E, cum D, & consequenter puncta reflexionis O & I congruent, vel non obseruabitur æqualitas angulorum, ergo etiam F & C, ergo CF, CG sunt æquales.

## PROPOSITIO XXV.

### Theorema.

*Obiectorum æqualiter à speculo conuexo distantium, imago vicinioris oculo, vicinior est centro speculi.*

Sint duo obiecta A, & B æqualiter quidem à speculo & centro eius distantia, inæqualiter tamen




ab oculo C, ita vt obiectum A, sit vicinius oculo: dico imaginem obiecti A viciniorem esse centro speculi D. quam imaginem obiecti B. ponatur enim

Digitized by Google

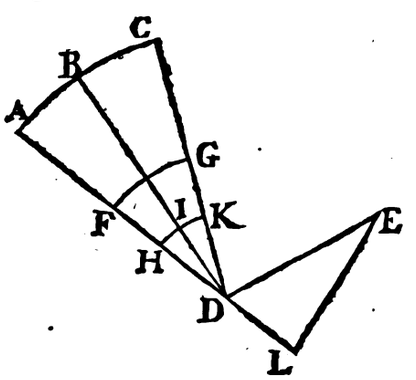
enim oculus G, tantum diſtans à ſpeculo, & ab obiecto A, quantum oculus C, diſtat ab obiecto B, ſitque O punctum reflexionis, quô reflectitur obiectum A ad oculum C. primò oſtendam ſicut priùs punctum reflexionis quô reflecti debet obiectum A, ad oculum G, non poſſe eſſe inter F & O, quia angulus incidentiæ fieret maior, & conſequenter radius reflexionis recederet magis ab oculo C, verſus A, erit igitur vltra punctum O, verbi gratia in puncto M, ductiſque tangentibus O K, MI, oſtendam ſicut in 21. imaginem obiecti A, reſpectu oculi G, remotiorem eſſe à centro, quam reſpectu oculi C. ſed ita eſt remota imago obiecti B, reſpectu oculi C, ac imago obiecti A, reſpectu oculi C, (*per præcedentem*) cum eandem habeant habitudinem, hoc eſt obiecta A & C, æqualiter diſtent à centro, & pariter oculi C, & G; item eadem ſit diſtantia oculi G à puncto A, quæ oculi C a puncto B. igitur magis erit remota à centro imago obiecti B, quam obiecti A. quod erat demonſt.

## PROPOSITIO XXVI.

### Theorema.

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

Sit obiectum circulus ABC ſpeculo concentricus, ſit igitur commune centrum D. ſitque oculus




E, ita vt linea E D, ſit ad planum circuli ABC recta. dico imaginem circuli ABC, eſſe circularem, & eidem ſpeculo concentricam.

Demonſtratio. Sumantur quæcúmque puncta A, B, C. in ſuperficie circuli, ducantúrq; lineæ A D BD, CD. ſintque imagines punctorum A, B, C; H, I, K. erunt (*per 23. huius*) lineæ HD, ID, KD æquales; & hoc oſtendam de quibuſlibet aliis punctis circuli ABC. igitur imago illius, & circularis eſt, & ſpeculo concentrica. quod erat oſtendendum.

## PROPOSITIO XXVII.

### Theorema.

*Lineæ per centrum circuli, tranſeuntis imago eſt linea recta.*

Sit linea A F, quæ producta tranſeat per centrum ſpeculi D. dico eius imaginem eſſe lineam.

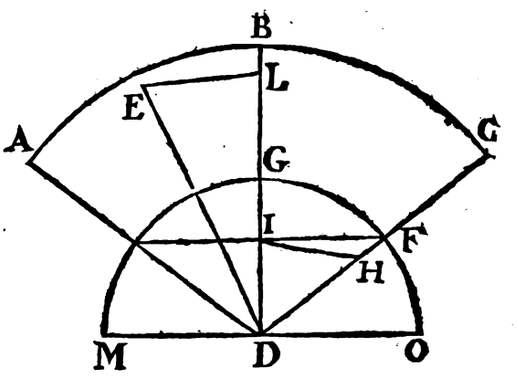
Demonſtratio. Cum imago cuiuſlibet puncti lineæ A F, ſit in catheto incidentiæ, erit in lineâ FD; igitur tota imago erit linea. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XXVIII.

### Theorema.

*Circulus ſpeculo concentricus; ita ſpectatus vt linea ab oculo, ad eius centrum ducta, obliquè incidat in eius planum; circularem habet imaginem, ſed excentricam.*

Sit in eadem figura circulus ABC ſpeculo concentricus; ſpectatus ab oculo E; ita tamen, vt 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 curuam ita vt concauitas eius reſpiciat centrum. cum enim (*vt Suppoſitione prima huius libri*) oſtendimus, angulus EDB ſit maximus, erit imago puncti B, remotior à centro D, quam puncti A, & C (*per 24. huius*) 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 obiecti A, vnde adhuc conuexitas ſequetur eundem fere ſitum, quem habet obiectum; ſed conuexior erit.




Denique iiſdem poſitis ſit oculus in E, ita vt angulus B D E ſit acutus, & perpendicularis ab oculo E, in planum circuli obiectiui ABC, cadat in L, erit tunc angulus EDL minimus, & (*per 24. huius*) 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 A B, 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 ABC rectum eſt; ducta autem eſt linea DO perpendicularis ad communem ſectionem DB; ideóque (*per 4. def. 11.*) angulus EDO rectus eſt. ſed angulus E D C minor eſt, vt probauimus ſuppoſitione prima huius, quare anguli EDC, EDA minores ſunt rectis & imago I, magis diſtat à cẽtro quam à peripheria circuli (*per 14 huius*) quare ſi per I, duceretur perpendicularis IF, arcus FG, minor eſſet gradibus ſexaginta vt ex ſinubus patet, & ſaltem clarum eſt arcum FG, minorem eſſe quadrante. ponamus lineam IF, cadere in lineã DC. oſtendo imaginem puncti C, cadere intra circulum; atque adeo non eſſe punctum F, ex quo ſequetur imaginẽ circuli

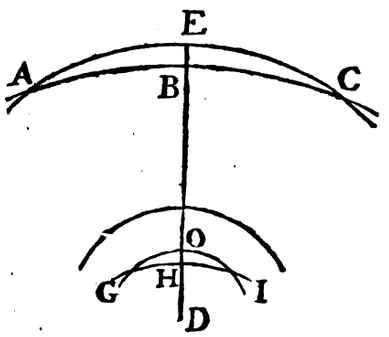
culi ABC esse adhuc curuam. cum enim angulus EBC, sit ostensus minor recto; adhuc imago puncti C. cadet intra speculum, tunc enim tantum cadit in superficiem, cum angulus cathetorum est obtusissimus; ergo cadet in H. idem ostendam de imagine puncti A. quare adhuc imago erit convexa non tamen concentrica speculo, sed minus convexa. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XXIX.

### Theorema.

*Circulus in cuius plano centrum speculi, & minus conuexus, quam circulus concentricus habet imaginem conuexam*

Sit circulus ABC in cuius plano centrum speculi D, qui sit minus convexus quam circulus




AEC concentricus speculo: dico eius imaginem fore convexam, sit enim imago circuli AEC, curua linea GHI, (*per* 25. & 27. *huius*) ita vt imago puncti E, sit H. quia punctum B, vicinius est speculo (*per* 16. *huius*) 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.

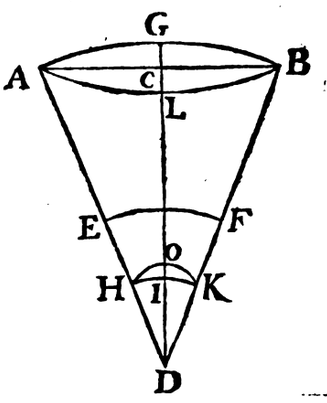
Si verò daretur circulus magis convexus, quam concentricus tanta posset esse eius convexitas vt eius imago esset linea recta aut etiam concava.

## PROPOSITIO XXX.

### Theorema.

*Omnis linea speculum non secantis imago, est conuexa.*

Sit linea A B, quæ producta speculum non secet. dico illius imaginem esse convexam. ducatur enim ex centro speculi perpendicularis D C, sumanturque lineæ CA, CB æquales. ducanturque lineæ A D, D B, quæ (*per* 4. 1.) æquales erunt. sit communis sectio speculi, & plani ADB, circulus EF. tum ex D, vt centrô intervallô DB, describatur circulus concentricus AGB. cuius 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 cuius conuexitas speculum respicit, imaginem habet conuexam.*

Sit in eadem figura circulus ALB, cuius conuexitas, speculum EF respiciat; dico illius imaginem esse convexam. ducatur enim linea AB, cuius imago (*per precedentem*) convexa erit, sed punctum L, circuli vicinius est speculo, quam punctum C, lineæ rectæ: ergo (*per* 16.) illius imago remotior erit à centro. ergo adhuc totalis imago magis convexa erit. quod erat demonstr.

### COROLLARIVM.

Hoc non tantum demonstratur de circulo, sed de quacumque alia figura convexa.

## PROPOSITIO XXXII.

### Theorema.

*Imago circuli in cuius plano centrum speculi conuexi non existit, curuilinea est.*

Sit circulus A G B, in cuius 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 AD, BD, GD, sint in diversis planis, impossibile erit vt linea recta coniungat tria puncta in iis sumpta, ergo HOK, non erit linea recta, sed curua.

## PROPOSITIO XXXIII.

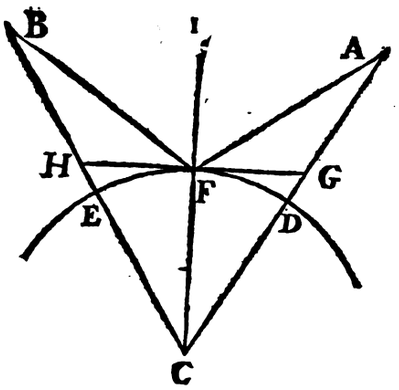
### Theorema.

*Linea speculum secans, aliquando vt punctum, aliquando vt recta linea, vel vt tantisper à recta deflectens apparet.*

Sit primò linea A F, oculus B, ita vt anguli AFG, BFH sint æquales; dico lineam A F appariturum vt punctum. cum enim omnia & singula lineæ AF puncta, radient secundum eundem radiũ



Digitized by Google



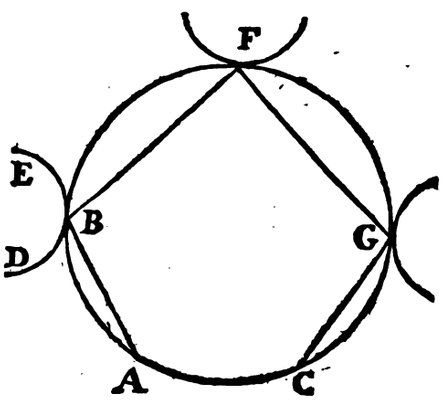

FB impoſſibile erit, vt videatur niſi vnicum eius punctum. ſi vero eſſet quæſtio de linea A D per centrum tranſeunte, hæc (*per 26.*) tanquam linea recta appareret. ſi vero ſit inter vtramque non multum deflectet à recta.

## PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

*Idem obiectum per multiplicem reflexionem in ſpeculis conuexis factam, videri poteſt.*

Sit obiectum A, oculus C, dico poſſe punctum A videri per quotcumque reflexiones factas in ſpeculis conuexis. vt ſi in puncto B, ita diſponatur ſpeculum conuexum, vt anguli A B D, E B F ſint æquales & id pariter fiat in punctis F, & G donec




vltimus radius perueniat in oculũ C, & poterit per huiuſmodi reflexionem videri obiectum A. quare ea, quæ diximus de pluribus reflexionibus factis in ſpeculis planis, etiam proportione ſeruatâ applicari poſſunt ſpeculis conuexis. in quibus licèt imagines tantiſper deformentur, nec ſeruent omninò figuras obiectorum; aptiſſima tamen ſunt ea ſpecula, ad exhibenda obiecta, vt deinde facilius depingantur. in quo vnum ſatis mirari non poſſum, quòd licèt obiectorum imagines appareant ſemper, citra mediam partem diametri, vt oſtendimus. quoties tamen de diſtantia obiectorũ iudicare non poſſumus vi duplicis viſionis, videntur obiecta viſa per reflexionem factam in ſpeculo conuexo, magis diſtare ab oculo quam ſi directe ſpectarentur. Puto autem veriſſimam huius rei rationem eſſe. Primo quod obiectorum imagines minores appareant, ex quo fit vt quoties iudicium diſtantiæ nititur magnitudini apparenti, longiùs diſtare credamus, quæ minora apparent. & certe nunquam mihi perſuadere potuiſſem planitiei integræ quam ſpectabam in ſpeculo conuexo, imaginem non excurrere vltra mediam partem ſemidiametri, quod inde oriri deprehendi, quod non amplius iudicium diſtantiæ, niteretur radiorum reflexorum inclinationi; ſed imaginum magnitudini. Atque hôc modô intelligendæ ſunt propoſitiones ſuperiores. hanc meam animaduerſionem confirmant multa, primùm quòd ſi de nocte reſpiciatur reflexe aliquod lumen etiam valdè diſſitum, quia nulla poteſt haberi ratio, nec interiectorum corporum, nec vmbrarum, & aliorum quæ plurimum poſſent iuuare ad deceptionem; ideò videtur lumen illud non vltra dimidiam partem diametri, vt ſæpe expertus ſum. aliud ergo quod diſtantiam maiorem inuehit 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 obiectorum colores & vmbras perfectiſſime imitantur. ſi enim tabella bene elaborata, in qua omnes picturæ, & perſpectiuæ leges obſeruatæ ſunt, ita decipit, vt non ampliùs obiecta in ipſo tabellæ plano repræſentet ſed maximam ipſis affingat diſtantiam. licèt ſi conſuleremus radios à ſingulis illius picturæ partibus, emiſſos, bene aſſerere poſſemus, ea obiecta videnda eſſe in ipſo tabellæ plano. ita & in noſtro caſu dicendum eſt, quod meliùs ſuccedit, dum obiectorum imagines in cubiculo clauſo, per foramen lente conuexâ exquiſitâ inſtructum ſpectantur; tunc enim & obiectorum diſtantiæ, concauitates cæteræque affectiones ita perfectè exhibentur, vt licèt ſingula obiecta quo ad radiorum inclinationem ita in oculos radient, ac ſi re vera in charta, exiſterent; propter perfectam tamen colorum & vmbrarum expreſſionem, ea cum ſua profunditate & diſtantia apparent.

Secundum quod adhuc hanc meam explicationem confirmat, eſt experientia. quod ſi obiectum aliquod etiam diſſitum non adeò magnum intueamur ſolum per reflexionem factam à ſpeculo conuexo, vere videbitur in catheto incidentiæ ſecundum regulas ſupra traditas, ſi verò illud reſpiciamus ſimul cum aliis, præcipuè verò cùm magnitudinibus horizontalibus, ita vt per interiecta corpora eius diſtantiam metiamur, non amplius in catheto incidentiæ, ſed maximè diſtare videbitur. in ſuperius autem aſſignatis propoſitionibus, ſpectauimus eum tantum obiecti locum quem, habere debet propter radiorum reflexorum inclinationem. non autem eum quem propter deceptionem, vt ita dicam aliquam, & colorum obiecti imitationem ſibi vendicat.

# DE SPECVLIS CONVEXIS CYLINDRICIS ET CONICIS.

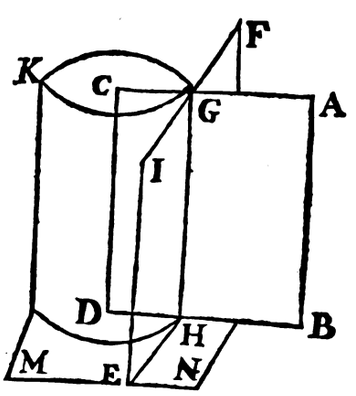
*Sequitur vt aliquid dicamus de ſpeculis conuexis mixtis, ex conuexo, & plano, neque ſingulas eorum ſpecies præcipue irregulares perſequi libet, eſſent enim infinitæ, ſed regulares tantum. inuenio autem tantum cylindrica & conica, quæ certam in ſua compoſi-*

*tione, normam, & regulam obseruent, cætera verò si quæ sunt, aut ab his non multum aberrant, aut regularum nostrarum non sunt capacia, ideoque hæc explanare sufficiat.*

## SVPPOSITIO I.

Huc reuocanda est ea communis suppositio, quam planis & conuexis 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 vlteriori aliquâ indigent explicatione. primò quidem sciendum est, nos vocare superficiē reflexionis eam, in qua est radius vterque tàm incidens, quàm reflexus. cum hi radij in puncto reflexionis concurrant; superficies reflexiua, hæc tria sibi vendicabit puncta, nempe obiectum, 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 vt ad illud planum tangens, ducta perpendicularis linea, ita se habeat, vt 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 radij incidentiæ, & reflexionis. addo vlteriùs quòd planum contingens superficiem coni, aut cylindri, communem cum illo sectionem facit lineam rectam, non possum hic conica Appollonij reuocare, neque item ea supponere, sufficiat simplicem coni, aut cylindri generationem intueri: vt ea quæ sunt instituti nostri sufficienter intelligantur. loquimur autem hic præcipue de cylindris, & conis rectis. reuocanda igitur, tàm cylindrorum quam conorum definitio, quæ haberur libro vndecimo. ex qua facile intelligetur planum aliquod tangere cylindrum aut conum secundum aliquam lineam, hæc autem vocetur linea longitudinis coni, aut cylindri.

Intelliges item facile ex his, si obiectum & oculus sint in eadem superficie plana quæ secet




cylindrum aut conum per axem; quòd communis sectio, superficiei reflectionis, & coni, aut cylindri, erit linea recta, vt si detur planum AD in quo sit axis CD, & in eo plano sit obiectum 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. & hoc etiam verum est in speculis conicis.

Si vero oculus sit M & obiectum 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. vt 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 EF, ergo anguli IGC, CGF sunt recti, igitur linea CG, (*per* 19. 3.) transit per centrum circuli KC. ibi autem est axis. idem etiam facile ostendes in cono.

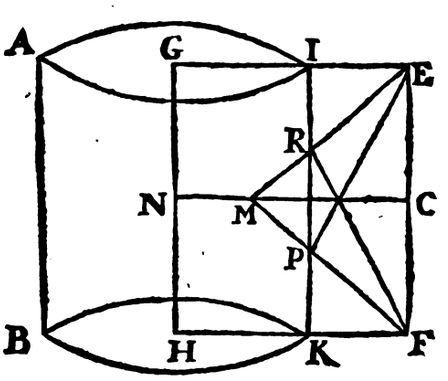
## PROPOSITIO XXXV.

### Theorema.

*Vnius obiecti, ad eundem oculum, in cylindricis conuexis; vnicum est punctum reflexionis.*

Sit speculum cylindricum ABKI, obiectum E, oculus F, dico ab vno solùm puncto speculi cylindrici conuexi, posse ad oculum F reflecti radium ab obiecto 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 obiecto E, ad oculum F in duobus punctis cylindri conuexi.

Sit primò linea EF in eodem plano in quo axis




GH, sitque communis sectio cylindri, & illius superficiei linea IK. primò illa sola superficies potest esse superficies reflexiua. sit enim alia si fieri potest in qua punctum M ita vt EMF dicatur esse reflexiua superficies; quia linea perpendicularis ducta per punctum reflexionis cadit in axem, sit hæc NM, quæ producta cadit necessario in lineam EF vt in C. igitur istæ duæ superficies reflexiuæ habent communem sectionem EF, ergo nihil aliud habent commune, attamen haberent punctum N, & ostenderem in superficie HGEF, ductâ lineâ NC duas lineas spatium claudere. sed neque in linea KI assignari possunt duo puncta R, & P in quibus fiat reflexio nam essent anguli ERF, KRF æquales; ERF autem (*per* 16. 1.) maior est quàm EPR, & consequenter, quam KPF; igitur & KRF, eôdem KPF maior erit, internus externô; quod fieri non potest per eandem 16.

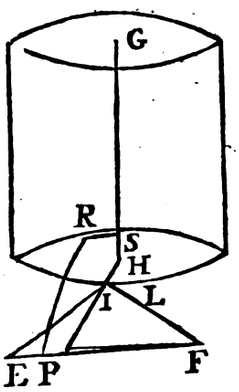
Secundò sit linea EF in plano EIF ad quod

axis

Digitized by Google

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 EF, ideoque poterit per illam duci planum aliquod ad quod GS ſit recta. & conſequenter quod ſit parallelum plano E P F: igitur S R 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 conuexis Sphæricis, quale eſſet circulus IL non poſſe fieri reflexionem ab eodem obiecto, ad eundem oculum in duobus punctis.

Denique quomodocumque diſponatur oculus, & obiectum quamcumque ſectionem faciat cum cylindro, planum reflexionis, dato ſemel puncto



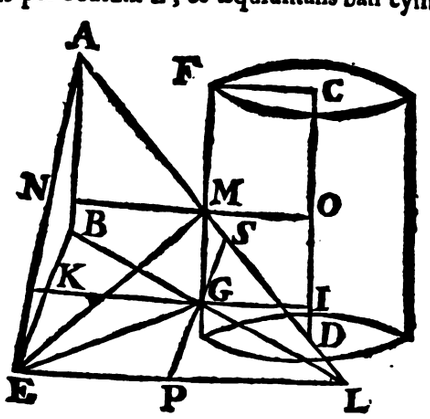

reflexionis, & æqualitate angulorum facile oſtendi poteſt, ſi fiat reflexio in quocumque alio puncto, ad oculum, deſtrui hanc æqualitatem angulorum incidentiæ, & reflexionis.

## PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

*Linea obiectiua, axi parallela habet omnia puncta reflectionis quibus ad eundem oculum reflectitur in eadem linea ſpeculi cylindrici, axi parallela.*

Sit linea obiectiua A B parallela axi cylindri CD; ſitque oculus E, dico puncta reflectionis ad quæ reflectentur omnia puncta lineæ AB, eſſe in eadem linea F G, intelligatur enim planum tranſiens per oculum E, & æquidiſtans baſi cylindri,




illiuſque communis ſectio cum cylindro, ſit circulus G H. 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 I G K in eodem plano, eruntque anguli K G B, EGB, æquales, per ea quæ demonſtr. de ſpeculis conuexis, ſphæricis. producatur linea BG, donec lineæ B G, G L ſint æquales, ducaturque linea L A ad quodcumque punctum A, lineæ AB, hæc linea LA ſecabit lineam G F, in puncto M. ſecabit autem quia AD, CM, eidem C I ſunt parallelæ: ergo & inter ſe & in eodem plano, ABG; in quo etiam linea A L. (*per primam* 11.) dico in puncto M reflecti punctum A. ducatur enim linea EM, & linea OMN parallela lineæ GI.

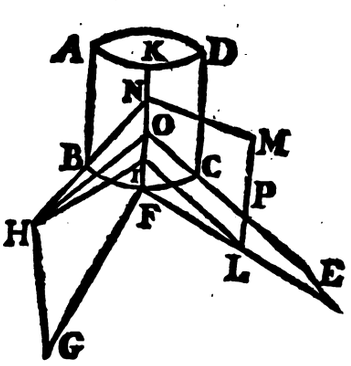
Demonſtratio linea F G eſt recta ad planum B E L, cum ſit parallela axi C I. ideoque anguli EGM, LGM recti ſunt; quare (*per* 4. 1.) erunt lineæ EM, ML æquales, per punctum G in plano E B G, ducatur G P tangens circulum G H. anguli K G P, P G I recti, & ablatis æqualibus KGE, EGL, reſtabunt anguli EGP, 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 K I, E L, parallelæ item ſunt K I, N O ex conſtructione; igitur N O, E L 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 A M N, N M E 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 XXXIX.

Theorema.

*Linea in plano baſis cylindri ducta, & cum ea angulum æqualem comprehendens, illi quem recta à puncto perpendiculariter reſpondente ipſi oculo ad eam ducta cum eadem baſi comprehendit, ita ad oculum reflectitur vt eius puncta reflectionis ſint in linea axi parallela.*

Sit cylindri ABCD baſis BC, ſitque in plano




eiuſdem baſis linea E F, quæ ita ducatur vt à puncto

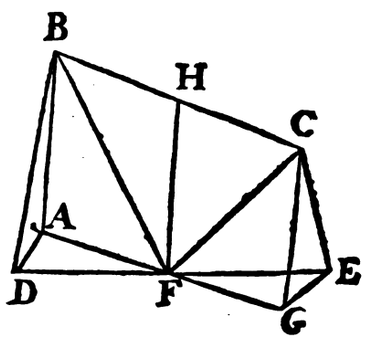
puncto G respondente perpendiculariter oculo ductâ lineâ GF; anguli CFE, HFB, sint æquales, ducaturque per punctum F linea F K. dico in linea F K esse omnia puncta reflexionis in quibus linea F E reflectetur ad oculum H. excitetur enim linea LM parallela axi.

Demonstratio ( *per precedentem* ) non tantum punctum L, sed tota linea L M habet sua puncta reflexionis in linea FK; sit igitur I punctum reflexionis, quó L reflectitur ad oculum H. sit recta LM æqualis lineæ H G. poterit intelligi per H & M planum parallelum basi quod erit planum reflexionis vt patet. sit F N æqualis lineæ L M, erit N punctum reflexionis & ( *per* 16.11.) erunt N M, F L 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 eius communis sectio ste in plano FM & conueniet cum linea F E, conueniat in E, eritque punctum O, punctum reflexionis, tam puncti P, quàm puncti E, sed puncti P ( *per precedentem* ) 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 subiecto 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 D E, dico angulos BFD CFE æquales esse. fiant F B, FC æquales, & ex punctis B & C, ad AG com-



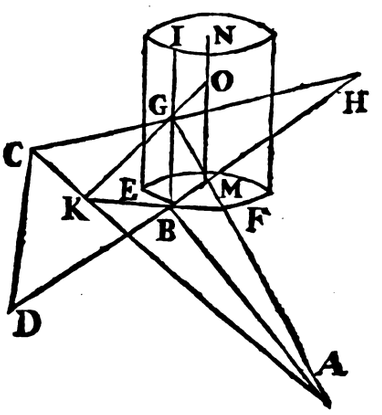

munem planorum sectionem demittantur perpendiculares B A, C G, quæ ( *per* 4. *def.* 11. ) erunt rectæ ad planum DAEG, fiant DF, FE æquales, ducanturque lineæ æquales DA, GE, BD, CE.

Demonstratio. In triangulis BAF, FCG, cum anguli ad A & G sint recti, & anguli BFA, CFG æquales, & latera B F F C sint æqualia, erunt ( *per* 26.1.) omnia æqualia, nempe AF, FG; D F, 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 cuiuslibet linea 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 vt priùs linea A B in plano basis cylindri, sitque oculus C. punctum D in plano basis cylin-




dri respondeat oculo, ita vt anguli D B E, A B F sint æquales. sitque primæ illius lineæ punctum reflexionis G. dico si ducatur radius incidens A G, & radius reflexionis C G, qui producatur donec concurrat in H cum linea D B productâ, lineas AB, BH æquales esse. per punctum G ducatur perpendicularis GK.

Demonst. cùm planum reflexionis CGA sit rectum ad planum tangens in puncto G, sitque linea quæcumque B I in eo plano ducta, & anguli C G K, K G A sint æquales; erunt per superius lemma anguli I G C, BGA æquales; sed IGC. & BGH oppositi ad verticem sunt etiam æquales, igitur anguli BGA, BGH æquales erunt, & cum linea B I sit parallela axi MN & ( *per* 8. 11. ) ad planum ABD recta erunt anguli GBH, GBA recti. quare triangula GBA, GBH, duos angulos vtrumque vtrique 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 conuexis.*

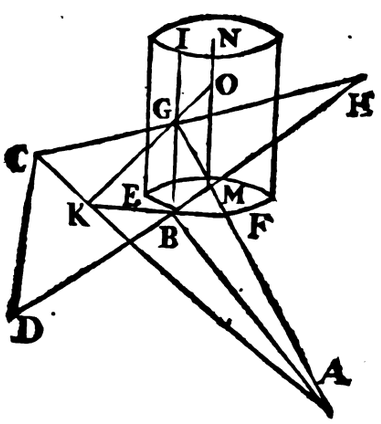
Est satis difficile constituere locum imaginis in huiusmodi speculis, quia est difficile assignare cathetum incidentiæ, in genere tamen dicere possumus, cum specula cylindrica sub vna consideratione sint plana, sub alia verò sint circularia, in aliquo imitari proprietates planorum, in alio vero non multum differre à Sphæricis conuexis.

Quare primo si superficies reflexionis habeat pro communi sectione cum speculo lineam axi parallelam, debebit obiecti imago vt in speculis planis,

Digitized by Google

planis, tantum diſtare à ſuperficie ſpeculi, quantum ipſum obiectum, ſeu tantum immergi intra profunditatem ſpeculi, quantùm obiectum extat ſupra ſuperficiem ſpeculi.

Si verò communis ſectio ſuperficiei reflexionis, & ſpeculi ſit circulus; locus imaginis erit citra mediam partem diametri, iuxta ea quæ de ſpeculis Sphæricis demonſtravimus. Ita Vitello & Alhazen, nullam aliam huius concluſionis demonſtrationem attexunt. quæ quidem licet in abſtracto conſiderata videantur habere ſufficientem firmitatem, ſi tamen conſiderentur in materia concreta nullô modô ſubſiſtere poſſunt, neque enim dum reſpicimus reflexe obiectum, vnum tantum illius punctum ſpectamus, ideóque licet aliqua eius pars ita ſit diſpoſita, vt inveniatur in eadem ſuperficie cuius communis ſectio cum ſpeculo, ſit linea axi parallela, atque adeo ſecundùm regulas ſpeculorum debeat eius imago tantum immergi intra profunditatem ſpeculi, quantum obiectum extat, illa tamen pars quia coniuncta eſt cum aliis vicinis, quæ ſunt in alia ſuperficie reflexiva, cuius communis ſectio eſt circulus, aut Ellypſis; ideo ſufficienter determinatur oculus ad videndum etiam prioris partis imaginem, in minori diſtantia, vnde 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 huiuſmodi planis intelligatur cathetus incidentiæ, paulo 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, ideóque vlterius hæc perſequenda non cenſeo; licèt enim attentiſſime expenderim quæcúmque ab Alhazeno & Vitellone ſuper ea re demonſtrata ſunt, non tamen ea inveni quæ fidem facerent inconcuſſam. ideóque tantum invenio lineas rectas obiectivas parallelas axi, aut etiam in planis per axem ductis, exiſtentes, habere imagines etiam rectas, alias vero apparere curvas. In genere autem dicere poſſumus lineas axi parallelas ita habere imagines non multum minores; lineas verò obiectivas, ad plana per axem ducta rectas, curvas habere imagines; & multo minores, ratio petitur ex proprietatibus traditis, tam ſpeculorum planorum, quàm convexorum, hæc non perſequor ſcrupuloſiùs vnicô contentus problemate.

## PROPOSITIO XL.

### Problema.

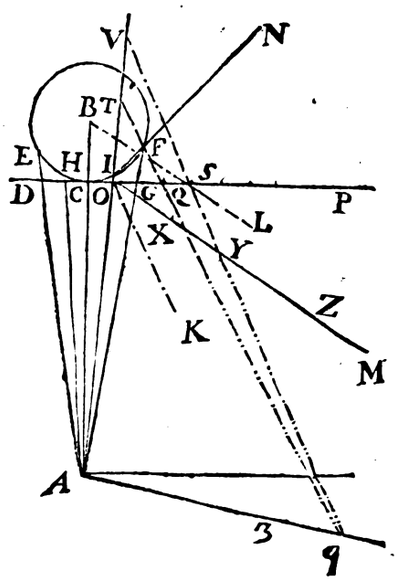
*Imaginem deformem delineare, quæ in ſpeculo cylindrico conuexo, conformis prototypo appareat.*

Hæc in genere dici poſſunt, cum ſpeculum cylindricum ſit planum ſecundum altitudinem, & convexum ſecundum latitudinem. ideóque linearum verticalium non multum minuat imagines; horizontalium autem multum imminuat, vt fiat delineatio quæ ſit optima; debent, aut eius verticales lineæ imminui, aut certè eius horizontales lineæ multum dilatari, & augeri. Vt autem hoc practicè fiat. Sit primò deformanda imago in horizontali plano. duo determinentur, locus cylindri, eius diameter, locus oculi, neque enim fieri poteſt vt idem obiectum, ex omni parte eodem modo in huiuſmodi ſpeculis appareat. vnum tamen moneo vt 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 vnius, aut alterius pedis erit. determinatô vtriúſque loco, deſcribatur, circulus ſecundum 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 multum diſtantes à tangentibus, ſatius autem eſt ducere vicinas tangentibus, quia obiecta quæ prope tangentes exiſtunt ita oblique incidunt, vt 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 vſque, 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. huius*) habebunt puncta reflexionis in lineis axi cylindri parallelis, immò apparebunt verticales; & cum in huiuſmodi ſpeculis, non multum earum imago diſtet à ſuperficie cylindri apparebunt, vt lineæ verticales æqualiter ab invicem diſtantes.



Digitized by Google

restat vt dividantur lineæ G M, I N, & aliæ quæcùmque in partes quæ in speculo appareant æquales, divisionibus lineæ D G, verbi gratia divisioni O G.




Sit ergo dividenda linea OM. quia eius apparentia est recta ad planum horizontale; etit (*per 3. def. 11.*) perpendicularis ad lineam A I. ducatur linea LP, perpendicularis ad lineam IA, cui ducatur parallela A q, æqualis distantiæ oculi à puncto A, itaque se habeat punctum q, respectu linearum I P, A I, sicut se habet respectu apparentiæ lineæ I M. dividatur linea I P, in partes æquales divisionibus C O, O G, sintque illæ Q, S, & cæteræ tum ex puncto q, ducantur lineæ qQT, qSV, transferantúrque divisiones I T, I V, in lineam IM. sintque OX, XY, Y Z, dico eas licèt multùm inæquales, apparituras tamen in speculo æquales lineis I O, O G. cum enim linea O P, sit perpendicularis ad A I, sicut linea cylindri parallela axi quæ duceretur per punctum I; & O P sit divisa in partes æquales divisionibus ipsius CG, ductis lineis ad hæc divisionum puncta ex puncto q, eadem puncta T, & V, habebuntur in linea I V, quæ haberentur si eôdem modô divisa fuisset linea cylindri parallela axi ducta per punctum I, & ductæ fuissent lineæ ab oculo per hæc divisionum puncta; sed (*per 37. huius*) lineæ I T, I V, quæ haberentur sunt æquales lineæ I X, I Y, & puncta X, & Y, sunt ea quæ reflectuntur in punctis divisionis lineæ supradictæ cylindri: ergo puncta X, & Y reflectuntur ad puncta lineæ cylindri, quæ distant ab invicem distantiis C O, O G, quia verò imagines non multum distant à superficie cylindri; imagines linearum XY, Y Z, erunt æquales distantiis linearum parallelarum axi, ductarum per puncta C, I, E, H, F.

Eôdem modô divides lineas F N, A C, & 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, O G; partésque prototypi depingas in correspondentibus quadrilateris deformatis; habebis imaginem deformatam, quæ in cylindro recta apparebit. quod faciendum erat.

## PROPOSITIO XLI.

### Theorema.

*Si oculus altior fiat locô destinatô, crescent imagines in longitudinem, si depressior fiat, decrescent.*

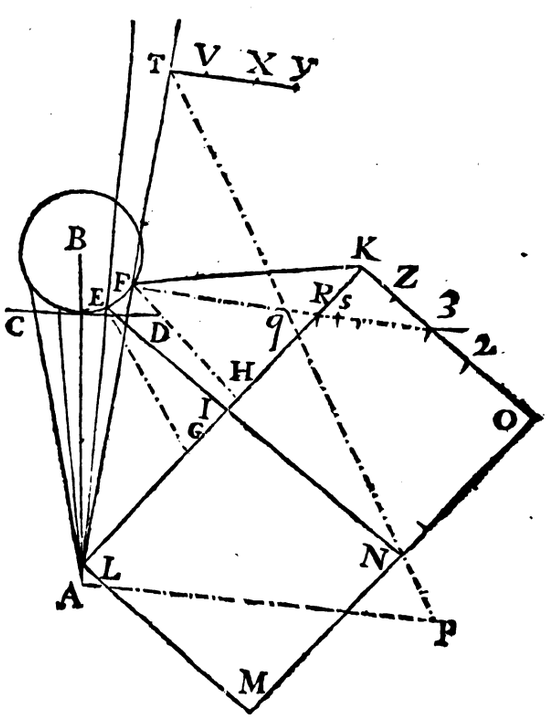
Hoc etiam non iniucundum accidet, si aliquem motum obiectorum imaginibus in speculo cylindrico, reflexe spectatis tribuamus. dico ergo quod si oculus deprimatur, seu ad planum horizontale magis accedat, deprimi etiam videbuntur imagines. ponatur enim oculus positus in puncto q, & spectans punctum T, moveri versus punctum A, & iam perveniſſe ad punctum β, clarissimum est quod linea β T, secabit lineam O P, infra lineam q R, igitur linea I T, aut potius linea obiectiva I X, illi respondens, minorem habebit imaginem, quàm antea. & maiorem si oculus magis removeretur à puncto A.

## PROPOSITIO XLII.

### Problema.

*Imaginem deformatam in plano verticali delineare, quæ in speculo cylindrico conuexo spectata, perfecta appareat.*

Praxis huius problematis in multis convenit cum praxi propositi. 39. habet tamen aliqua di-



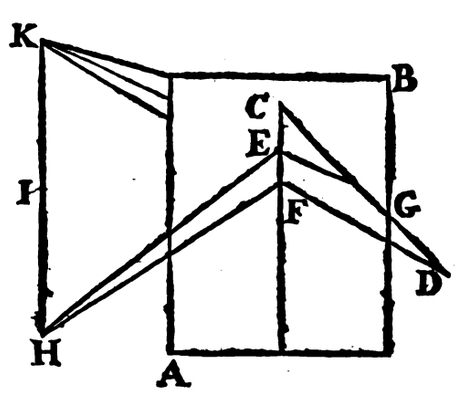

versa. Sit pariter punctum A, illud cui oculus perpendiculariter respondet. centrum basis cylindri B. ducatur pariter tangens C D, divisa in partes æquales. ductíque lineis per divisionum puncta AE, AF, ducantur ex centro B. lineæ BEG BFH, fiantque anguli AEG. GEI, item anguli AFH, HFK,

HFK æquales, determinetur linea, cui inſiſtere debet planum horizontale ſitque K L. ducantúrque KO, IN, LM, ita vt parallelogrammum KM, repræſentet planum verticale ſupra linea LK excitandũ. Iámque in illo ductæ ſunt lineæ KO, IN, LM, quarũ imagines erunt ſupra lineas AB, AE, AF, immò non multum diſtantes à punctis E, & F, & cùm lineæ K O, I N, L M, ſint parallelæ axi cylindri (*per 35. huius*) habebunt puncta reflexionis in lineis ſpeculi parallelis axi. cùm ergo vnam diviſionem plani habeamus, nempe ductæ ſint lineæ verticales, quarum apparentiæ verticales etiam ſunt, & diſtant tantum ab invicem lineis æqualibus, diviſionibus lineæ CD; reſtat vt alias lineas ducamus vt abſolvamus quadrilatera deformata. dividamus ergo lineam K O, vt ſimili poſtea methodô reliquas dividamus. ad lineam AF, ducatur primò perpendicularis AO, æqualis diſtantiæ oculi à puncto A. item per punctum E, ducatur alia perpendicularis Fq. abſcindatur linea F T æqualis lineæ FK. ducatúrque linea PT, ſecans lineam Fq in puncto q; ſintque lineæ qR, RS, &c. æquales diviſionibus lineæ CD. ex puncto q, ducantur per puncta R, S, &c. lineæ occultæ ſecantes lineam Ty in punctis V, X, y, &c. denique transferantur diviſiones lineæ Ty in KO, ita vt ſint Z, β, γ. bene diviſa erit linea KO. Ratio eſt quia ſicut diviſiones lineæ FT, (*per 36. huius*) æquales ſunt diviſionibus lineæ F K, ita etiam diviſiones lineæ F T, pro verticali ſubſtitutæ, dabunt diviſiones lineæ verticalis K O, vt facile oſtendere poſſemus, ſed innuere ſufficiat. ita dividentur lineæ IN, IM, & ſi quæ eſſent aliæ in eodem plano. immò poteſt fieri imago deformata cuius vna pars ſit in plano horizontali, alia vero in plano verticali, aut etiam in pluribus planis verticalibus, vel in ſuperficie cylindrica concava concentrica ſpeculo. atque hæc ſufficiant pro huiuſmodi deformationibus.

## LEMMA.

*In ſpeculo plano linea obiectiua oblique ſecans ſpeculum, habet puncta reflexionis omnia in linea cum ipſa concurrente.*

Sit ſpeculum planum A B, ſitque linea obiectiva C D, in ſpeculi plani ſuperficiem oblique



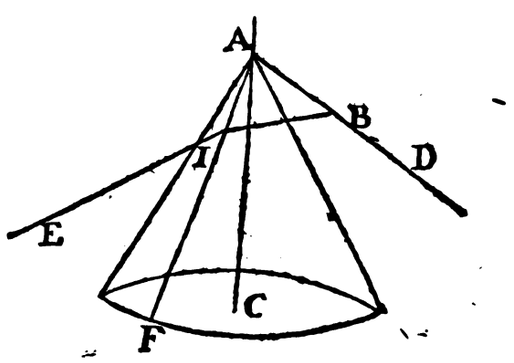

incidens, dico puncta reflexionis eſſe in linea CEF, aut alia concurrente cum linea C D. ſit oculus H, ex quo ad planum ſpeculi A B, ducatur perpendiculatis HI. ſintque HI, IK æquales. ex punctis ſingulis lineæ D C, ducantur radij ad punctum K, (*per 8. 1. huius*) erunt radij GEK, D F K radij incidentiæ. Sed omnes illi radij 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 radij C E, D F, ſunt varij radij incidentiæ, comprehendentes cum plano ſpeculi angulum æqualem illi quem faciunt radij 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 eadem lineâ longitudinis.*

Sit linea A B, concurrens cum vertice coni A, & cum axe AC, angulum acutum CAB com-




prehendens; dico ſi A B D videri poſſit, reflexè ab oculo E, quòd omnia puncta reflexionis erunt in eadem linea longitudinis coni.

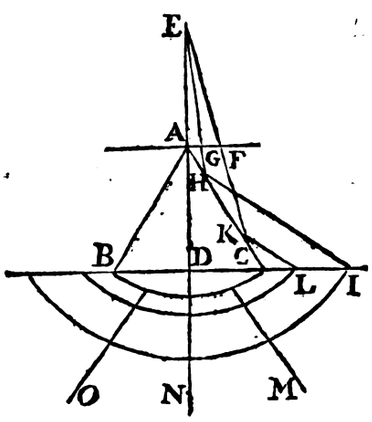
Videatur enim punctum B, lineæ AD ab oculo E, ita vt punctum reflexionis ſit punctum I, ducatur linea A I F. intelligatur planum tangens conum ſecundum lineam AIF. & quia punctum reflexionis reſpectu puncti B, eſt punctum I, & per lemma ſuperius reliqua puncta lineæ ABD, ſua puncta reflexionis habent in vna recta linea, erunt omnia puncta in linea A I F, hoc eſt puncta in quibus radij incidentiæ comprehendent cum illo plano tangente angulos æquales, iis quos comprehendunt cum eodem plano, radij reflexionis ad oculum E ducti, ſunt in linea AIF, ſed anguli qui fiunt in ſuperficie curua, reducuntur ſemper ad angulos factos in plano tangente, ergo puncta reflexionis non ſolum reſpectu plani tangentis, ſed etiam reſpectu ſuperficiei coniæ, ſunt omnia in linea A I F, quæ eſt linea longitudinis. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XLIV.

### Problema.

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

Sit conus A B C cuius vertex A, & axis A D oculus in E nempe in axe. ducatur per punctum A linea A F perpendicularis ad axem. quæ diuidatur in partes æquales AG, GF. ducantur lineæ E G H, E F K, fiantque anguli EHA, CHI; E K A, C K L æquales. deinde diuidatur




tota circumferentia circuli qui basis est coni in arcus æquales, & ex eius centro D ducantur lineæ DM DN, DO in quas transferantur diuisiones lineæ C I, & per diuisiones correspondentes ducantur lineæ curuæ. dico in plano basis coni, facta esse quadrilatera deformata, quæ visa reflexè ex puncto E, videbuntur longe minora & mutato situ: ita vt in prototypô debeant describi circuli concentrici, qui per diametros in centro se intersecantes diuidentur. 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 limitatur speculâ plana; si autem intelligeretur speculum planum extensum secundum lineam A C. cum anguli A H E, C H I facti sint æquales, item A K E, & C K L: punctum I videbitur in linea EH, & punctum L in linea E K. igitur mutatur ordo partium, & hoc accidit in omnibus aliis lineis longitudinum. igitur hoc modo diuiso prototypo, translatisque partibus, spectabitur recta imago ex puncto E.

Possunt aliæ deformationes excogitari, quæ simili methodo perficientur. vt si conus insistat plano horizontali, & oculus, sit æque altus ac vertex coni. vel si conus eidem plano horizontali insistat per verticem. alia multa similiter perficies, vt si in cylindro conuexo imaginem in cono concauo depictam intuearis; & alia quæ ex præsuppositis principiis absolventur.

# CATOPTRICÆ

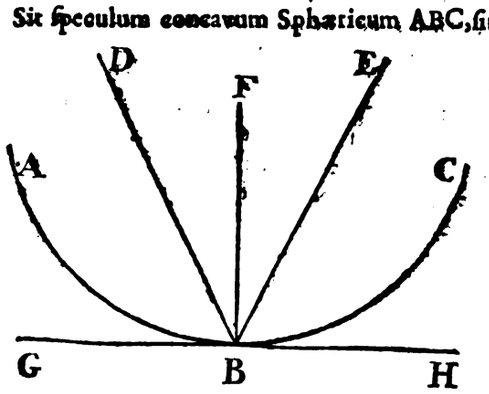
# LIBER TERTIVS.

## PROPOSITIO I.

### Theorema.

*Linea à centro speculi concaui Sphærici, ad punctum reflexionis ducta, angulum comprehensum à radiis incidentia, & reflexionis bifariam diuidit.*

Sit speculum concauum Sphæricum ABC, sit-




que radius incidens D B, reflexus B E, ex centro speculi F, ducatur linea FB, dico angulum D B E diuisum 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. *huius*) anguli D B G EBH sint æquales, restabunt anguli F B D, FBE æquales. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO II.

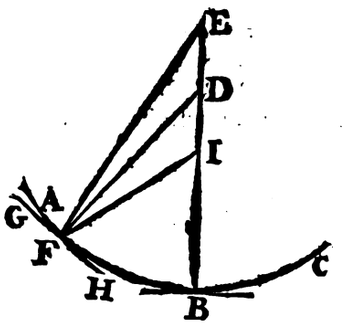
### Theorema.

*In Sphæricis concauis, solus cathetus incidentiæ per centrum transiens, in seipsum reflectitur.*

Sit speculum Sphæricum ABC, cuius centrum D sitque obiectum aut lucidum E, à quo per centrum ducatur cathetus incidentiæ E D B. dico illum solum radium in seipsum reflectendum. & primò quidem quod radius E B in seipsum reflectatur facile ostendo. ductô enim planô tangente in puncto B. (*per* 1. *Theodosij*) linea EDB 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 GH tangens circulum in

puncto

Digitized by Google



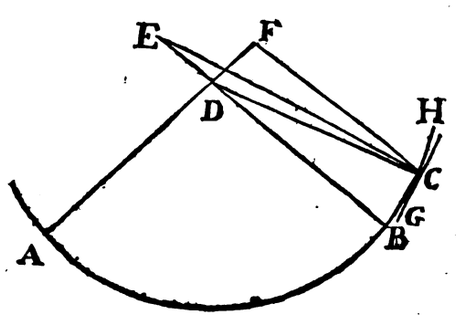

puncto F. (*per* 18. 3.) erunt anguli DFG, DFH recti, ergo angulus incidentiæ E F G, est minor recto, ergo debebit radius reflexionis ex alia parte angulum IFH acutum facere (*per supp.* 2.)

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*In speculis Sphæricis concavis, punctum reflexionis est inter cathetos incidentiæ, & reflexionis.*

Sit speculum Sphæricum concavum A B C.




cuius centrum D sit obiectum E, oculus F, sintque catheti, incidentiæ quidem EDB, 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, vt in puncto C, ita vt dicatur radius E C reflecti in F, ducatur linea DC, & per punctum C ducatur tangens GH.

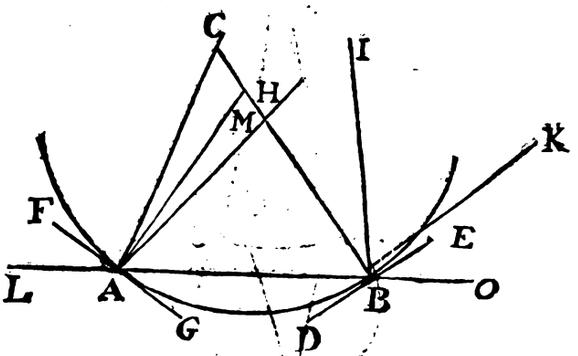
Demonstratio (*per* 18. 3.) anguli DCG, DCH recti sunt; ergo angulus incidentiæ ECG maior est recto, & angulus reflexionis FCH minor recto, & consequenter inæquales contra suppositionem secundam. neque etiam potest esse in puncto B, quia sequeretur angulum incidentem rectum esse, & reflexum minorem recto. contra eandem suppositionem.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*In speculis concauis, radij reflexi minus dispergunter, quam in planis.*

Sit speculum concavum A B, sintque duo radij ab eodem lucido, aut obiecto C incidentes in duas partes A, & B speculi concaui, 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 lina BA repræsentans speculum planum.




Demonstratio angulus L A C sit maior angulo C A F, ergo in reflexione facta in puncto A speculi plani, debebit angulus reflexus cum linea AB maiorem angulum comprehendere, quam A H comprehendat, cum A G. igitur radius reflexus cadet inter AH, & CA. sit igitur A M, patiter in puncto B angulus C B D maior est angulo CBA, ergo angulus IBE maior 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 mouetur radius, seu mutatur inclinatio speculi concavi, concipi enim potest quasi constans innumeris speculis planis varie inclinatis: ergo debent radij magis ad se accedere, quàm si speculum vnicâ constaret superficie plana.

Quod intelligendum est antequam radij reflexi vniantur, nam post vnionem rursus separantur ab inuicem, & quanto magis accesserant, eò magis recedunt & separantur.

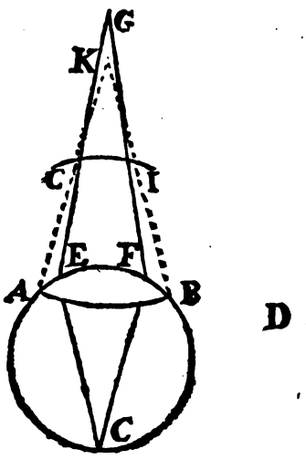
## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Speculo concauo defectus Presbytum corrigitur.*

Defectus Presbytum in eo consistit, quod christallinum non satis conuexum habeant, atque adeò vnire non possit in retina, radios ab eodem obiecti puncto venientes, si nimis vicinum sit illud obiectum. diximus enim radios ab obiecto remotiore prodeuntes, citius vniri, post christallinum, quam radios ab obiecto viciniore emissos. debeo ergo ostendere quòd adhibito speculo concauo, radij reflexi eodem modo oculum afficiant, ac si procederent ab obiecto remotiore. sit oculus ABC obiectum D, quod videatur reflexè reflexione facta in speculo concauo per radios QE, IF; qui per præcedentem magis accedent inter se quam si loco speculi concaui adhibitum fuisset speculum planum. sint igitur radij reflexi QA, IB, qui fuissent remissi à speculo plano, quia magis recedunt ad inuicem, quam radij QE, IB, citius vnientur in puncto K, quàm radij QE, IF, qui tantum vnientur in puncto G; ergo radij QE, IF, ex speculo concauo remissi ad oculum,

ita illum afficiant, ac si procederent ab obiecto remotiore, quam si adhibitum fuisset speculum planum. sed si adhibitum fuisset speculum planum (*per* 17. 1. *huius.*) eôdem modô propa-




garentur radij reflexi, ac si directe processissent, & obiectum fuisset in loco imaginis, ergo poterit speculum concavum ita conueniens adhiberi, vt presbytæ oculus, sic afficiatur ab obiecto reflexè viso, ac si illud obiectum magis distaret ab oculo, sed tunc presbyta distinctiùs videt: ergo obiectum, quod alioquin à presbyta propter nimiam viciniam, non nisi confuse videri poterat, adhibitô speculô concavô, ab eodem distinctè spectari poterit. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM I.

Colliges ex eo, specula concava idem præstare in ordine ad reflexionem, quod lentes convexæ, in ordine ad refractionem, ita vt quidquid de speculis concauis sumus demonstraturi, lentibus convexis proportione tamen seruata aptari possint.

## COROLLARIVM II.

Ex hoc etiam benè explicari potest quod de Nerone dicitur, nempe eum solitum esse spectacula in gemma spectare, si enim myops fuit, gemma conuexa melius & distinctius videre potuit, obiecta, quam si directe ea intuitus fuisset; si verò presbyta, gemmam adhibuit concavam. putarim tamen simpliciter gemmam illam conuexam fuisse, quæ rerum imagines minueret distinctas tamen exhiberet.

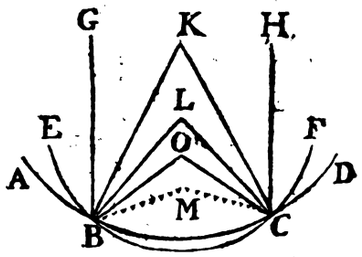
Iam ergo perspicilia habemus reflexiva, cum tamẽ communia refractione tantum perficerentur.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Speculum concauum, minoris Sphæræ segmentum, magis reflexos, vnit radios, quàm speculum quod est maioris Sphæræ segmentum.*

Hæc propositio ita in genere probari potest, speculum concavum maioris 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, vt minus vniantur, quam qui à speculo concavo reflectuntur: ergo concavum speculum maioris Sphæræ segmentum, minùs radios vnies quàm speculum quod ad minorem Sphæram pertinet. Sint igitur duo specula A B C D maioris. E B C F, minoris Sphæræ segmenta, se intersecantia in punctis B, & C. sintque radij incidentes G B, H C, radij reflexi à maiori speculo sint




B O, C O. ex centro eius K. ducantur K B. K C. erúntque (*per* 1. *huius*) anguli GBK, KBO sicut HCK, KCO æquales. sit centrum minoris circuli punctum L, ducantúrque lineæ LB, LC, pariter debebunt esse anguli GBL, L B M æquales, sed GBL, maior est quàm GBK; ergo LBM, maior etiam erit, quam KBO, & multo magis K B M maior erit, quam KBO, ergo radius BM, reflexus à minori speculo infra radium BO, cadet remissum à maiori; ita ostendam radium C M, cadere infra radium C O; ergo citius vnientur radij qui à speculo magis concavo, seu minoris Sphæræ segmento, reflectentur; quàm qui à speculo minus concavo remittentur. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

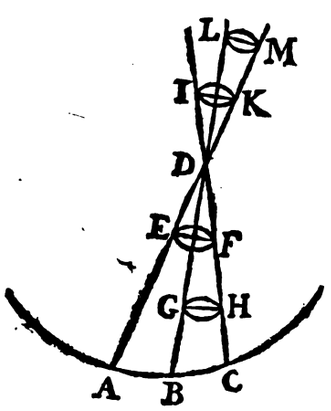
Quò speculum concavum erit minoris Sphæræ segmentum, eò citius radij ab eo remissi post christallinum vnientur. cum enim radij magis ad invicem accedant, quam qui remitterentur à minus concavo, eò etiam facilius, & citiùs post christallinum vnientur.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*Quò speculum concauum propius oculo admouebitur, eò tardius rad. ad idem obiectum pertinentes, post christallinum vnientur.*

Sit speculum ABC, radij reflexi ad eandem obiecti partem pertinentes sint A D, B D, C D, eós-




que intercipiat oculus, seu christallinus primo in EF, deinde in GH, dico quod in minori distantia G H, radij in christallinum incidentes tardius vnientur.

Digitized by Google

vnientur. cum enim radij BG,CH magis sint paralleli, quam AE, CF, nam cum angulus ADC, sit maior quam BDC, reliqui BEF, BFE minores erunt, hoc est magis deficient à duobus rectis, quàm radij DGH, DHG, atque adeò BG, CH, magis accedent ad parallelos, alij autem nempe AE, CF, erunt magis convergentes, ergo facilius post christallinum vnientur.

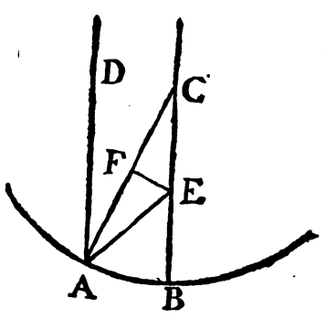
Hoc autem intelligendum est ante vnionem radiorum, licèt post vnionem idem accidat. nam in distantia IK, radij tardius post christallinum vnientur, quam in distantia LM, sunt enim magis paralleli radij DL, DM, quam DI, DK; & DI, DK, magis divergentes ab invicem, hoc est magis recedentes. sed hæc sine dioptrica consideratione perfectè nequeunt intelligi.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Radij incidentes, paralleli diametro speculi Spherici concaui, reflexi vniuntur cum eâdem diametro, ante quartam eius partem à superficie speculi.*

Sit speculum concavum AB cuius centrum C, sitque radius incidens DA, parallelus diametro




CB. dico radium reflexum vniendum cum diametro CB in puncto E, ita vt BE, sit minor quartâ parte diametri. ducatur enim CA.

Demonstr. (*per primam huius*) 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, maior est quam EB, ergo CE, maior erit quam EB, quare EB, minor erit quam quarta pars diametri. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Determinare puncta concursûs radiorum reflexorum, cum diametro, secundum variam inclinationem.*

Supponatur primò arcus AB, esse vnius gradûs, quæritur quantitas lineæ BE. vt innotescat in Sphæricis quam latitudinem habeat vnio radiorum reflexorum.

Quia arcus AB, est vnius gradus angulus ACB, erit etiam vnius gradûs, item & angulus CAE, est ergo triangulum ACE Isosceles. demittatur perpendicularis EF. erúntque AF, FC æquales. & FC, erit quarta pars radij seu sinûs totius. nempe 500000 partium qualium AC aut BC, est 100000. positô autem FC sinu totô, CE, est secans anguli FCE vnius gradus. fiat ergo

Vt sinus totus
Ad FC,
Ita secans anguli vnius gradus
ad CE,

FC, autem est dimidia pars sinûs totius, igitur & CE, æqualis erit dimidiæ secanti vnius gradûs. erit 50007. qualium sinus totus est 100000. hoc est paulo superat dimidiam.

Pariter positô arcu AB quinque graduum, ostendam CE, esse dimidiam tangentem anguli 10 graduum, & ita de reliquis. vnde per canonem sinuum facilè habebimus puncta diametri in quibus colligentur radij reflexi.

| distantia radij à diametro. | distantia puncti foci à superficie nempe 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 radij reflexi. in quo duo notanda sunt. primum ad decimum quintum vsque gradum ita physice adunari omnes radios, vt defectus sit tantum vnius centesimæ. alterum quod si radius incidens distet gradibus sexaginta vnio radiorum cum diametro fiet in ipsa speculi superficie fiet enim triangulum CAE æquilaterum, atque adeo lineæ AC, CE æquales erunt, & consequenter punctum E coincidet cum puncto B.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

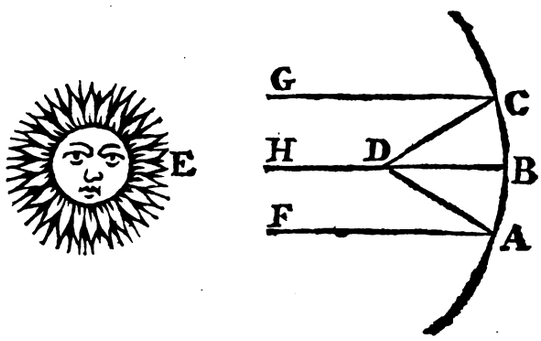
*Radij solares speculô concauô collecti, ignem generare possunt.*

Elaboretur speculum concavum Sphæricum quod exponatur soli E, sitque linea EDB, transiens per centrum speculi H. dico ex collectione radiorum posse generari ignem. Sit enim aliquis talis speculi maximus circulus ABC, transiens per punctum B, intelligantúrque arcus hinc inde AB, BC esse 15 graduum, ducantúrque radij incidentes FA, FG ab ipso solis centro, qui propter maximam solis distantiam, pro parallelis sumi possunt, atque adeò etiam paralleli erunt ipsi

diametro

Digitized by Google

diametro DB (*per superiorem*) radij FA, G C reflectentur in quartam partem diametri deficienti-



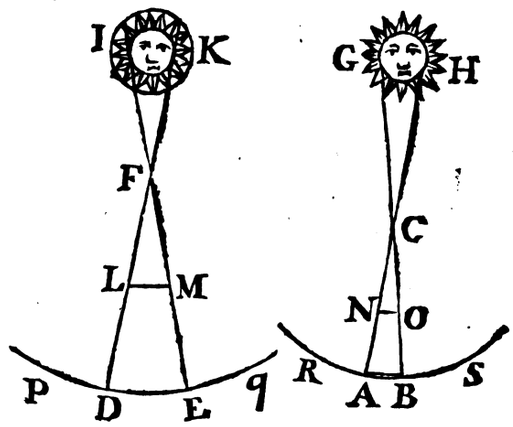

bus fore duabus centesimis partibus. & alij omnes radij qui cogitari possunt inter F A, G C inter punctum D, & quartam partem diametri colligentur; & quod dixi in circulo A B C, intelligi debet de aliis omnibus circulis per punctum B transeuntibus, hoc est in toto segmento Sphæræ ducto ex puncto B tanquam polo, & intervallô AB. quô autem plures radij vnientur, eò magis lumen & calor intenduntur; ergo tam magnum potest esse speculum vt ignis generetur. Ne hoc speculative tantum dictum videatur, consonat experientia; habui enim præ manibus speculum cuius magnitudo erat circiter duorum pedum, quod ita potenter vrebat, vt in ipso instanti, quo lignum, punctum foci attingebat flammam conciperet. plumbum vero intra tempus quo recitabatur dimidia Salutatio Angelica, guttatim colliquescebat, ferrum autem intra tempus vnius miserere colliquabatur. celebre item est illud Archimedis factum, qui ope specolorum in hostiles Romanorum naves ignem iniecit, si tamen hoc commentum non est vt examinabimus infra.

## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

*Specula quæ sunt mineris Sphæræ segmenta, aptiora sunt ad comburendum, quam quæ maioris.*

Hanc considerationem maximi momenti puto, cuius nempe defectu maximæ oriuntur hallucinationes. Sol à plerisque authoribus qui de hac materia scripserunt, consideratur vt indivisibilis, radiique ab eo prodeuntes, & ad terras vsque ducti, quasi physice inter se paralleli, propter immensam illam à terris distantiam: quod quidem si de radiis ab eodem solis puncto transmissis intelligatur, verissimum est, si verò inter se comparentur, qui ad diversas solis partes pertinent, falsissimum. scimus enim solis diametrum esse triginta circiter minutorum. licèt ergo radij solis centrales vniantur in ea speculi concavi diametro, quæ est à centro solis per centrum speculi; alij tamen radij pertinentes ad extremitatem solis, seu limbum non vnientur cum eadem diametro; sed tantum cum alia, quæ ab eo limbo per idem centrum speculi ducetur. neque enim soli radij centrales solis sunt vstivi; sed alij quicúmque, neque si sol esset vnicum punctum quâcúmque collectione radiorum factâ, posset comburere, vt experimur in stellis, quarum lumen quantumcúmque speculô concavô collectum, insufficiens tamen est ad comburendum. Igitur illud speculum aptius erit ad comburendum, in quô non tantum radij centrales confluent in vnum sensibile punctum, sed alij etiam radij totius disci solaris in idem sensibile punctum vnientur, quàm illud cuius ope radij solum centrales sensibiliter vnientur: sed alij longiùs ab eo puncto concursûs aberrabunt: sed speculum minoris Sphæræ segmentum tale est, vt radios non centrales meliùs, & perfectius vniat cum centralibus, quam speculum quod est maioris Sphæræ segmentum. Sit




enim primo speculum AB, minoris Sphæræ portio, sitque illius centrum C, sit item speculum D E, ad maiorem Sphæram pertinens, sitque centrum F. intelligantur radij ab extremitatibus solis per centra F & C ducti, sintque GCB, HCA; IFE, KBD, eruntque anguli IFK, CGH, æquales nempe triginta minutorum, qualis est diameter visualis solis. quare arcus D E, A B, sunt similes nempe triginta minutorum. radij omnes solis ducti à puncto eius H, & incidentes in diversa speculi AB puncta, sunt omnes paralleli physice diametro H C A; ergo si speculum non superet 30 gradus; omnes vnientur in quarta parte diametri CA vel prope. omnes vniantur in puncto N, ita ostendam omnes radios pertinentes ad punctum G, vniri in puncto O, & ita de reliquis: igitur focus non est vnicum punctum; sed habet diametrum NO; NO autem est media pars lineæ AB, cum enim sit vt CN ad CA, ita N O, ad AB (*per* 4. 6.) & CN, est fere media pars lineæ AC; NO, etiam erit media pars lineæ A B, sed A B est arcus triginta minutorum; ergo linea N O, erit æqualis chordæ 15 minutorum. idem probabo de L M, sed speculi maioris, seu quod est maioris Sphæræ segmentum chorda 15 min. maior erit quam chorda 15 minutorum, in minori Sphæra; ergo in paruo speculo, radij solares erunt magis vniti, 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 R S. licet specula ad inæquales Sphæras pertineant) & consequenter totidem radios excipiant; speculum minoris Sphæræ segmentum, fortius vret quam maioris Sphæræ segmentum. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

Focus habet semper latitudinem chordæ 15 minutorum illius circuli qui assumptus est ad formationem speculi. demonstravimus enim lineam

Digitized by Google

neam 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, combustionem ad quamcúmque distantiam.*

Hæc propositio est contraria opinioni communi, & aliquorum etiam authorum placitis. qui hoc problema sæpe proponunt, nempe datâ distantiâ ad quam debeat fieri combustio, assignare, aut cõponere speculum quod ad talem distantiam comburat. nititur autem falsô fundamentô nempe, quod radij omnes solares in varias speculi partes emissi, sint physice paralleli, & consequenter vniantur in eodem physice puncto. Assignetur ergo distantia vnius milliarij, nempe mille passuum Geometricorum. secundum regulam communẽ deberet fieri speculum quod esset portio Sphæræ cuius semidiameter esset, duorum milliariorum, ad hoc vt, ad distantiam fere quartæ partis diametri id est vnius milliarij combureret, iuxta propos. 8. focus autem illius (*per cor. precedent*) esset 15 minutorum sui circuli. est autem proportio subtensæ 15 minutorum ad semidiametrum vt 436 ad 100000. seu $4\frac{1}{7}$ ad 1000. diximus semidiametrum debuisse esse duorum milliariorum, igitur focus esset octo passuum Geometricorum cum $\frac{2}{3}$ passus Geometricus quinq; pedes continet; esset ergo focus pedum quadraginta trium. quare si fieret speculum ita magnum, vt quadraginta tres pedes in diametro suæ magnitudinis haberet, ad comburendum in distantia vnius milliarij focum haberet suæ magnitudini æqualem. ideóque radij solares simul sumpti, nõ essent magis vniti in ipso foco, quam in ipso speculo, sed in speculo non sunt sufficientes ad comburendum; ergõ neque in ipso foco sufficientes essent ad comburendum. quod erat demonstrand.

Quare animadvertere potes errorem plerorúmque authorum, qui solis rádios omnes considerãt, quasi ab vno puncto profectos, & consequenter, quasi physice parallelos. fateor quidem quod si sol esset vnicum physice punctum, haberẽtque vim comburendi per collectionem radiorum, ad certã distantiam v.g. vnius pedis posset etiam comburere ad quamcúmque distantiam, possent enim colligi eius rádij mutatâ speculi figurâ longius & longiùs in infinitum. sed esto adunentur ad distantiam vnius milliarij, quicúmque radij pertinent ad eamdem solis partem, qui tamen ad aliam partem vicinam pertinent, longiùs aberrabunt, qui tamen in parua distantiâ fere cum prioribus incidebant, multúmque ad comburendum iuvabant.

## PROPOSITIO XIII.

### Theorema.

*Commentum est quod de Archimedis, & Procli speculo concauo narratur.*

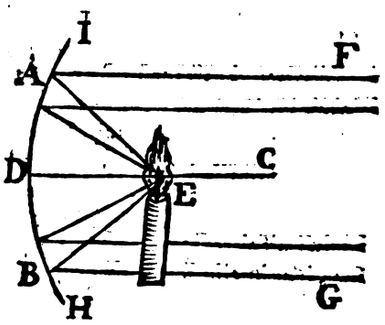
Communis est opinio, Archimedem ad maximam distantiam ope speculi concavi Romanorum classem incendisse. non conveniunt autem authores circa distantiam. Diodorus ponit tria stadia, stadium autem 125 passus Geometricos, passus quinque pedes continet, atque adeo distantia fuisset 375 passuum Geometricorum. Alij ponunt tria milliaria. Zetses historicus Græcus. historia 35. chil. 2. ponit tantum iactum sagittæ, cuius hæc sũt verba. cum autem Marcellus illas removisset ad iactum arcûs; hexagonum aliquod speculum fabricavit senex, à distantia autem commensurata speculi, parua talia specilla cum posuisset, quadrupla angulis, quæ movebantur láminis, & 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 iactûs. Refert autem P. Kircherius se fuisse Syracusis, inspectâque diligenter loci constitutione reperisse distantiam navium fuisse tantum 30 passuum, seu pedum 150. & cõcludit possibilem fuisse in tali distantia navium combustionem. vt tamẽ etiam hic meam mentem aperiam. probabilius mihi videtur, Archimedem vsum non fuisse speculo concavo; sed disposuisse specula quàm plurima, quæ moveri potuerunt ad libitum, vt ad eundem locum dirigeretur reflexio. fuit enim faciliùs innumera specula plana, quibus mulieres vtebantur in vnum colligere, quam immensæ alicuius molis speculum conflare, & expolire. & hunc modum videtur innuere immo & describere Zetses. de Proclo idem narratur; sed neque maiorem iis fidem adhibendam puto, quam iis quæ de Archimede feruntur, nempe si fuit aliquid tale perfectum, distantiam fuisse minimam. vt autem superiori vtamur ratiocinio expendamus magnitudinem speculi comburentis ad distantiam triginta passuum seu 150 pedum Geometricorum, fuit autem portio Sphæræ cuius semidiameter erat trecentorum pedum. & quia focus habet latitudinẽ chordæ quindecim minutorum, quæ se habet ad sinum totum, vt $4\frac{1}{7}$ ad 1000. invertatur ratio fiátque vt 1000 ad $4\frac{1}{7}$ ita 300 pedes. invenitúrque pes vnus cum triente fere pro foco. ideóque 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, cuius centrum C, semidiameter CD, quarta pars diame-



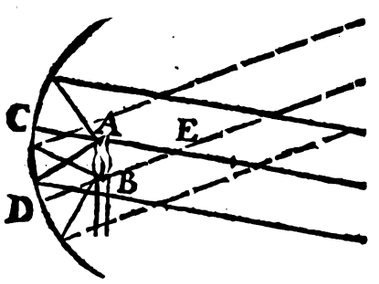

tri ED, dico si in puncto E, ponatur lucidum aliquod, vt fax accensa, fore vt radij incidentes in superficiem speculi concavi Sphærici, faltem

non vltra decimum quintum gradum circa diametrum CD, remittantur paralleli.

Demonstratio.(*per 9.huius*)si radij paralleli diametro C D, incidant in superficiem speculi C D, colligentur in punctum E,ergo(*per 3.supp.1.huius*) erunt anguli I A F, E A D ; GBH, BED æquales; ergo pariter si radij E A, E B fiant incidentes; radij BG,AF, erunt radij reflexi. cum enim anguli EAD,IAF;EBD, HBG, sint ostensi æquales;debebit reflexio fieri per radios A F , B G parallelos. quod erat demonstrandum.

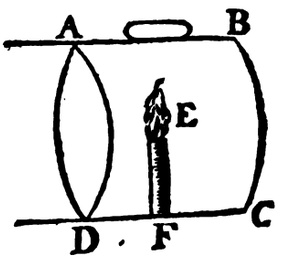
Id autem mirabile habet,vt eandem fere intensionem lumen per radios parallelos remissum,retineat. ita fax exigua in foco speculi concavi posita lumen ad legendum sufficiens, ad centum & ampliùs passus producit , immo volunt aliqui quod ad infinitam distantiam illud æque intensum emittat.cum enim vt cum de propagatione luminis iam egimus, ideo tantum lumen decrescat pro maiori à corpore lucido distantia , quod spatium illuminandum semper maius,& maius fiat;dum remittitur lumen per radios parallelos nó fit semper maius & maius, sed eandem semper servat latitudinẽ ergo nullo modo eius intensio decrescere deberet.

Nihilominus adhuc admissô tali principiô,contendo falsum esse , quod lumen non decresceret. Ratio mea est quod istæ omnes ratiocinationes falso nitantur fundamento , considerationémque abstractam,applicent rei physicæ,nullô modô eam molliendo,hoc est quæ probantur de vnico tantũ 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 A B,




speculum Sphæricum concavum C D, ponantur partes lucidi A & B, æqualiter à speculo C D 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 huius,radij qui ex puncto A , incident in superficiem speculi,remittentur per lineas parallelas diametro A E, & qui ex puncto B provenient,remittentur per lineas parallelas diametro B E, 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,atq; adeò etiam admissô priori principiô remittetur lumen,& tandem in aliquo spatio nihil producetur.fateor quidem ad maiorem distantiam incomparabiliter lumen extendi , ita vt sit plus luminis in distantia 100 pedum.quàm per radios directos propagaretur ad tres aut quatuor pedes.

Corolл. Ex hoc facile construes laternam,quâ obiecta satis dissita etiam nocte videre poteris,vt v.g quænam hora sit in horologio publico.maxime si etiam telescopium adhibeas.Sit enim aut cylindrus aut frustum coni ABCD, apertum in A B, in cuius 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 vt flamma




E,sit præcise in eius 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 concaua 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 multum decrescat lumen in maiori à speculo distantia;sed vniformitatem aliquam affectet,ex alia verò parte quô speculum intensius illuminabitur,eò etiam intensius lumen remittat,& specula quæ sunt minoris Sphæræ segmenta lumen intensius accipiant à luminoso , vt pote vicinjori;necessarium erit,vt illud reflectant magis intensum.nam quò luminosum propiùs erit speculo, etiam meliùs,& intensius illuminabit,sed cum luminosum debeat esse in foco,& focus speculorum quæ sunt minoris Sphæræ segmenta, sit etiam vicinior speculo,speculum,quod ad Sphæram minorem pertinet,fortius illuminabitur,& consequenter fortiùs etiam illuminabit. vnde concludo intensionem luminis remissi parallelè,à duobus speculis concavis,se habere in ratione duplicata, diametrorum reciproce, hoc est ita vt sit plus luminis ex speculo cuius diameter minor est, intelligo autem non diametrum magnitudinis speculi , sed diametrum Sphæræ cuius speculum est portio.

## PROPOSITIO XVI.

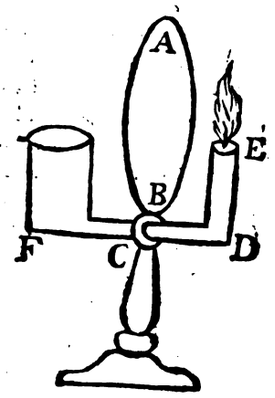
### Problema.

*Flammam candelæ in puncto foci,alicuius speculi immotam detinere.*

Hoc problema non tam ad doctrinam,quàm ad vsum pertinet, vidi enim nonnullos qui vti vellẽt ad legendum, aut laborandum , speculô concavô, vix tamen id bene exequi poterant, eò quòd cum sensim absumeretur candela,& consequenter flãma descenderet,quæ priùs in puncto foci existẽs lumẽ destinatũ locũ emittebat;in loco inferiori posita, iam in altiorẽ locũ,quàm par esset radiabat.primus modus

Digitized by Google

modus facilis, si nempe loco candelæ, lucernâ vtamur; cuius flamma in eodem semper loco perseve-

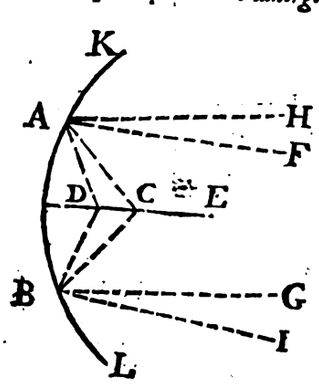



rat, quia tamen sunt nonnulli qui olei odorem refugiunt, & aversantur; hac via poterunt, candelæ flammam, in eodem situ detinere. Sit speculum AB, inseratur eius fulcro in puncto C tubus ED, itavt eius extremitas E, sit præcise in foco, hic tubus impleatur aqua, immergatúrque candela, quæ si ex sevo compacta sit, tantillulum extabit extra aquam verbi gratia vnô digitô; dico si accendatur, dum absumetur candela semper seipsa ascendet, & tantundem extabit extra aquam. cùm enim supponatur ex sevo compacta, sevum autem sit in specie, gravitatis paulo 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, nempe quod cum tubi latitudo non debeat multum 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 vt semper flamma candelæ in eo situ detineatur. Alia in hunc modum quilibet excogitare poterit dum res feret.

## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Lucidum vicinius speculo concauo, quam punctum foci, radiat reflexe per lineas diuergentes.*




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.

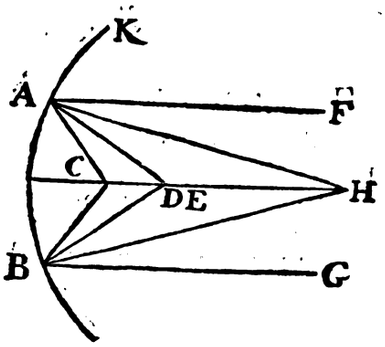
Demonstratio. (*per 13. huius*) lucidum in puncto C positum radiat reflexè, per lineas v. g. AF, BG parallelas diametro DE, & consequenter parallelas inter se; ergo (*per 2. Supposit*) anguli CAB, KAF, sicut CBA, LBG sunt æquales, sed angulus DAB, minor est angulo C A B, ergo radius reflexus illi respondens, debebit etiam angulum H A K, comprehendere minorem angulo F A K, igitur radius reflexus AH, recedet à linea parallela AH, eôdem modô ostendam radium reflexum B I, respondentem radio incidenti D B, recedere à parallela BG, & ita de reliquis omnibus: igitur lucidum nimis vicinum speculo, radiat reflexe per lineas divergentes. quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO XVIII.

### Theorema.

*Lucidum existens inter centrum speculi, & punctum foci, radiat reflexe per lineas concurrentes cum axe vltra centrum, & vicissim.*

Sit speculum concavum A B, cuius focus punctum C, centrum E, sit lucidum D, positum inter




punctum foci, & centrum, dico radiare reflexe, per radios, qui concurrant, cum diametro C D. sint enim radij quicúmque incidentes D A, D B, ex puncto foci C, ducantur radij C A, C B.

Demonstr. (*per 13. huius*) radij C A, C B, reflectuntur in lineas parallelas A F, B G, sed angulus incidentiæ D A B maior est angulô incidentiæ C A B, ergo angulus reflexionis illi respondens maior esse debebit angulo K A F; ergo radius reflexus erit A H; qui cum secet lineam A F; aliam ipsi parallelam C H etiam secabit. eôdem modô ostendam B H, esse radium reflexionis respondentem radio incidenti D B, atque adeò obiectum 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.

### COROLLARIVM.

Vicissim ostendam, si obiectum esset in H, eius radios reflexos concurrere cum axe, in punctum D. positum inter focum & centrum.



Digitized by Google

## PROPOSITIO XIX.

### Theorema.

*Lucidum in centro ſpeculi concaui Spherici poſitum in ſeipſum tantum reflexe radiat.*

Cum omnes lineæ incidentes à centro ſpeculi concavi in quodlibet ſuperficiei Sphæricæ punctum, ſint perpendiculares ad tangentem per illud punctum ductam, neceſſarium eſt, vt radius incidens, idemtificetur cum radio reflexo, atque adeo omnes radij reflexi in centro vniantur.

### COROLLARIVM.

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 vltra centrum. ſi ſit in centro, radij reflexi concurrent in centro. ſi ſit vltra centrum in diametro quantumlibet producta, radij reflexi concurrent cum diametro inter focum & centrum, donec ita diſtet à ſpeculo vt radij cenſeantur phyſice paralleli, tunc enim concurrent in ipſo puncto foci.

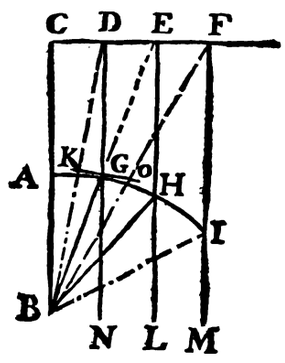
## PROPOSITIO XX.

### Theorema.

*Modus deſcribendi lineam parabolicam.*

Ne hunc tractatum dependentem reddamus ab elementis conicis Apollonij, neque enim æquum iudico, vt pro vna 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, demonſtrabóque eam, ita ſe habere vt vniat radios omnes parallelos axi, in vno eodémque puncto præciſe; non curando, an ſit ea quam deſcribit Apollonius, & omittendo cæteras eius proprietates.

Prima methodus erit per per puncta aliqua neque enim linea parabolica facile tota haberi poteſt; ſufficiet enim in hac materia præciſio aliqua phyſica, ducatur linea A B. determinetúrque




punctum A, vertex parabolæ, & punctum B focus, ſeu locus in quo vniri debent omnes radij paralleli axi A B. abſcindatur linea A C, æqualis lineæ AB, ducatúrque perpendicularis CF. & parallelæ GD, HE, IF, &c. ducatur linea BD, fiátque angulus DBG, æqualis angulo BDG; erítque punctum G, punctum alterum parabolæ. pariter ductâ lineâ B E, fiat angulus EBH, æqualis angulo BEH, & habebitur punctum H, & ita conſequenter habebis punctum I. ſi coniungas lineâ curuâ puncta A, G, H, I, habebitur linea quam oſtendam poſtea reflexe vnire radios omnes K G, LH, MI, & cæteros quoſcúmque in puncto B.

### COROLLARIVM I.

Ex hac praxi concludes lineas B G, D G, B H, EH; BI, FI eſſe æquales. cum enim anguli DBG, B D G, ſint facti æquales (*per 5. 1.*) erunt lineæ BG, GD æquales; ita oſtendam lineas BH, H F; BI, IF eſſe æquales.

### COROLLARIVM II.

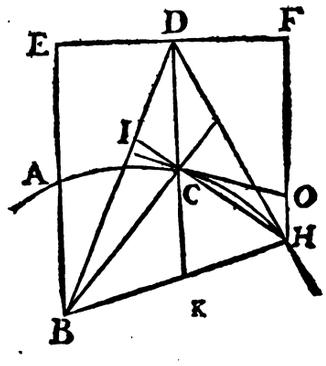
Si ex puncto G, ducatur perpendicularis ad B D, hæc dividet angulum B G D bifariàm. cùm enim in triangulis GKD, GKB, anguli ad K recti ſint. (*per 47. 1.*) erunt quadrata KD, KG, æqualia quadrato K D, ſeu B G illi æquali, ſed (*per eandem*) quadrato B G, æqualia ſunt quadrata BK, KG, ergo cum quadratum KG ſit commune, erunt quadrata BK, KD æqualia. & quia in triangulis B K G, K D G, omnia latera ſunt æqualia; erunt anguli BGK, DGK æquales.

### COROLLARIVM III.

Pariter ſi diviſâ lineâ B D bifariàm 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 ſint æquales, & anguli KGD, K G B, ſint oſtenſi æquales; erunt anguli KGB, NGO, æquales; ideóque reſtat tantum oſtendendum lineam O G K, tangere lineam curuam quam duximus. nam ſi hoc oſtendero non tantum pro linea G K, ſed etiam pro linea quæ à puncto H, duceretur perpendicularis ad B E, cum anguli incidentiæ, & reflexionis ſumantur reſpectu tangentium, demonſtravero lineam noſtram parabolicam vnire radios parallelos in eodem puncto B.

### LEMMA.

Sit hyperbola ſuperiùs deſcripta cuius vertex

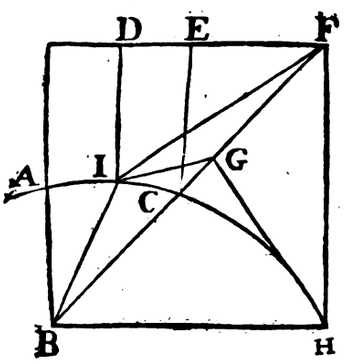



A, focus B, ſit quodcúmque punctum eius C, ductaque

ctaque vt priùs perpendiculari CD, iunctâque linea B C, ducatur linea C O, perpendicularis ad BD, dico lineam CO, ita duci vt non attingat hyperbolam vltra 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 D H, maius latere F H. sunt autem (*per cor.* 1. *precedentis*) lineæ FH, BH æquales; igitur linea DH, maior est rectâ BH in triangulis autem DCH, BCH, cum latera BC, CD, (*per cor.* 1.) sint æqualia latus CH commune, & basis D H, maior ostensa sit basi BH (*per* 25. 1.) erit angulus DCH, seu ICK, illi ad verticem oppositus, maior angulô B C H; habent autem communem angulum B C K, igitur angulus I C B, maior est angulo K C H, & illi opposito ICD. In triangulis igitur ICD, ICB, cum latera DC, BC sint æqualia; & latus CI commune, item angulus ICD minor angulo I C B (*per* 25. 1.) erit basis I D, minor basi B I, 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 vltra punctum C.

Restat vt 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 H F, & radius B H, coniungatur linea B F, secans hyperbolam in puncto C; dico si à puncto H. ducatur perpendicularis ad B F, hæc tota cadet extra parabolam.

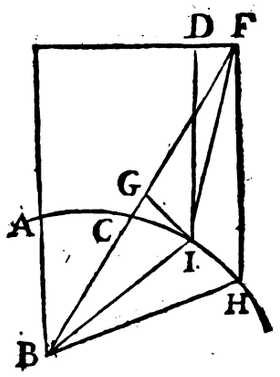



Hæc enim perpendicularis HG, vt supra ostendimus dividit bifariam lineam B F, cùm autem lineæ BC, CE sint æquales, & linea CF, sit maior linea CE. propter angulum rectum E, erit CF, maior quam CB, ergo punctum in quo B F, dividetur bifariam erit vltra C; ergo iam habemus quod linea HG, non attingit punctum C sed cadit extra.

Neque etiam attinget vllum punctum inter A & C positum, attingat enim si fieri potest punctum I, ducatúrque perpendicularis I D, 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, I B, sunt iam 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 B F, scilicèt lineam HG, non secare hyperbolam in aliquo puncto inter H & C, positô verbi gratiâ in puncto I, attingat enim si fieri potest punctum I, ducatur radius BI, perpendicularis ID, & linea IF.




Demonstratio. Cùm in triangulis B I G, FIG, anguli in puncto G sint recti, item lineæ BG, GF æquales, & GI, communis (*per* 4. 1.) erunt bases BI, FI æquales, sed iam ex descriptione parabolæ lineæ BI, ID æquales sunt: igitur lineæ ID, IF essent æquales, quod absurdum est, cum angulus D rectus sit.

COROLLARIVM.

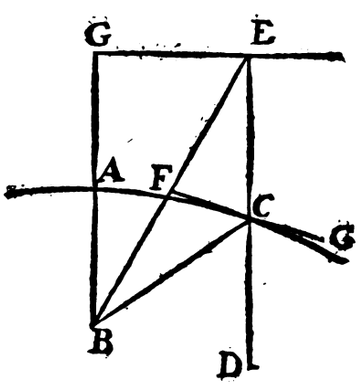
Sequitur ex hoc lemmate lineam HG, esse tangentem parabolæ, cùm nullibi attingat parabolam, nisi in puncto H.

## PROPOSITIO XXI.

Theorema.

*Parabola vnit radios omnes axi parallelos in puncto foci.*

Sit parabola cuius vertex A, focus B, axis A B; incidat radius D C axi A B parallelus, dico illum reflectendum in focum B; ducatur enim radius




BC, continuetúrque radius DC, sitque A G, ipsi A B æqualis, ducatur perpendicularis C E. item linea B E, ad quam ex puncto C, ducatur perpendicularis CF, quæ per lemma superiùs tanget parabolam.

Demonstratio Radius incidens DCE, cum sit parallelus axi B A, qui perpendicularis est lineæ G E, perpendicularis etiam erit ad eandem G E, sunt ergo lineæ BC, C E æquales, per descriptionem parabolæ supra traditam. quare in triangulis FEC, B F C, cum anguli ad F sint recti & F C



Digitized by Google

latus commune, erunt vt iam ſupra oſtendi omnia æqualia; ſunt igitur anguli FCE,FCB æquales; ſed angulo FCE,angulus DCG,oppoſitus ad verticem æqualis eſt;ergo anguli DCG, B C F æquales ſunt.linea autem FCG,eſt tangens parabolæ,& anguli incidentiæ.& reflexionis qui fiunt in ſuperficiebus curuis, deſumuntur penes tangentem; igitur angulus incidentiæ DCG,æqualis eſt angulo reflexionis BCF, quare (*per Supp.* 2.) radius D C, parallelus axi, reflectetur in B, idem oſtendere poſſum de quolibet alio radio parallelo axi.igitur omnes radij paralleli axi vnientur præciſe in puncto foci.

COROLLARIVM.

Sequitur ex eo, quod ſi circa axem B A voluatur parabola, ita vt generetur corpus paraboli-cum ſolidum, quod ita lævigetur,vt reddatur aptum ad radios ſolis remittendos, erit etiam aptiſſimum ad comburendum. ſi enim ita ſoli exponatur, vt axis directe ſolem reſpiciat,omnes radij centrales ſolis, præciſe in eodem puncto foci vnientur. dixi centrales nam ſoli centrales, ſeu qui à ſolis centro procedunt, ſunt paralleli inter ſe, & axi; alij 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 radij non centrales perfectiùs vnientur cum centralibus, eíſque focus integer minor, eô modô quô diximus in Sphærico ſpeculo concavo.

COROLLARIVM II.

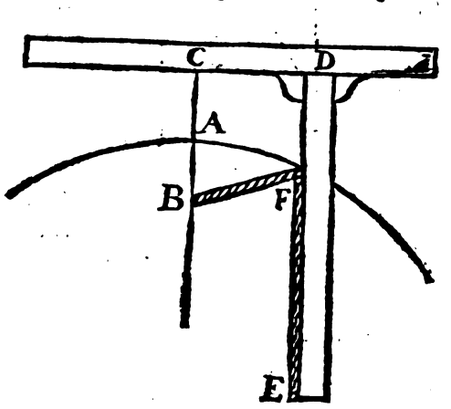
Sequitur item quod ſi lucidum ponatur in puncto foci;radij remittentur paralleli: & quia vt iam diximus præcipuum intenſionis incrementum petitur ex ampliatione ſpatij,ſpatium autem inter radios parallelos comprehenſum nullô modô augetur,lumen ad maximam diſtantiam propagabitur ſine notabili decremento.

## PROPOSITIO XXII.

Problema.

*Diuerſæ methodi ad deſcriptionem parabolæ.*

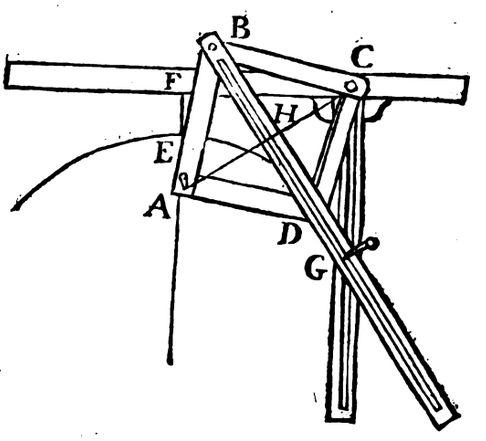
Sit parabola deſcribenda, cuius vertex A, & focus B. ſint AB,AC æquales. ducatúrque ad BA,




in puncto C perpendicularis C D, cui applicetur regula. item habeatur alia regula E D, quæ ita moveri poſſit vt ſemper ſit ad regulam C D perpendicularis, huic regulæ in puncto E, annectatur filum præciſe 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, ablatô communi F E erunt lineæ B F, F D æquales; ſed F D perpendicularis ſupponitur; & regula C E, inſiſtere ſemper ad rectos angulos ſupra regulam C D, igitur (*per* 18. *huius*) punctum F, pertinebit ad parabolam; ita oſtendam quæcúmque alia puncta pertinere ad parabolam.

Aliud inſtrumentum profertur à Franciſco à Schooten. ſit inſtrumentum parallelogrammum conſtans quatuor regulis æqualibus AB, BC,CD, A D, ita firmatis in extremitatibus,clavis A, B,




C,D, vt tamen moveri poſſint.clauus A,fixus ſit in ipſo puncto foci, ſit vertex hyperbolæ E; ſintque lineæ A E, E F æquales, & per F, ducatur linea perpendicularis FC, ſit item alia regula BD, crenam habens in medio, ſitque clauus D in medio crenæ, ita vt moveri poſſit ſecundùm eius longitudinem. ſit item alia regula C G, crenam habens in medio, quæ perpendiculariter ſemper inſiſtat lineæ FC. clauus autem C. ſit ſemper ſupra lineam F C, & in medio crenæ C G. ſitque graphium G in puncto interſectionis vtriuſque crenæ.dico graphium illud deſcripturum parabolam. ducatur enim linea AC. oſtendo punctum G, pertinere ad parabolam.

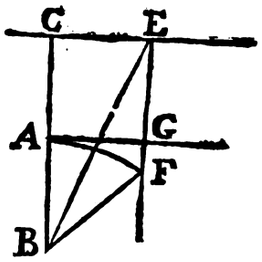
Demonſtratio. Cùm A B C D, ſit parallelogrammum (*per* 24.1.) erunt anguli ADH,CDH æquales. & (*per* 4. 1.) erunt AHD, DHC æquales, & conſequenter recti item AH, H C æquales. In triangulis AHG, CHG, cum anguli in H ſint recti, & conſequenter æquales, item latera AH, H C, & G H commune, baſes C G, A G æquales erunt, & quia C G, eſt parallela lineæ A F punctum G, pertinebit ad parabolam (*per* 18. *huius*) 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, vt ſi quis in lamina non longiore duobus aut tribus pedibus, vellet parabo-

lam

Digitized by Google

lam describere, quæ haberet focum distantem triginta aut 40 pedibus calculo, & supputationibus Trigonometricis vtendum est; cum neque ipse regulæ ad tantam longitudinem satis rectæ inveniri possint. calculus igitur ita procedet.



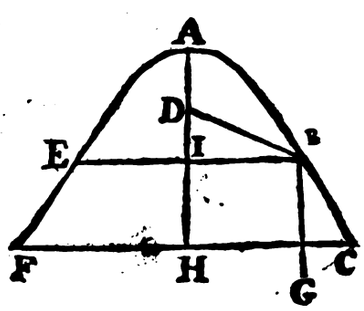

Supponatur parabola describenda cuius focus distet à vertice 50 pedibus, seu partibus 10000. vt exactior sit calculus. sitque A B, hæc distantia pedum quinquaginta. intelligatur A C, pariter pedum 50. neque enim opus est eas lineas ducere, nisi in charta ad determinandam imaginationem. ducatur CE, perpendicularis ad AC. demittatúrque EF parallela axi. item A G, parallela lineæ C E. quæritur longitudo lineæ EF, quæ semper maior erit pedibus quinquaginta. Supponatur C E, esse quotcúmque partium verbi gratia vnius pedis. in triangulo rectangulo BCE; cognitô angulô rectô B C E, item linea B C centum pedum, & linea CE, vnius pedis, per Trigonometriã cognoscetur tam basis BE quam angulus BEC, & consequenter angulus B E F, eius complemẽtum pariter in triangulo B E F, isosceles cuius cognoscitur basis B E, & angulus B E F, non latebit latus E F, à quo si subtrahas E G, pedum quinquaginta habebis G F. quare si dividas lineam AG, in quotcumque partes, & per singulas divisiones ducas parallelas axi, scies eô modô earum longitudinem; quare non erit opus nisi lineis valde exiguis; præsuppositô tamen calculô Trigonometrico.

## PROPOSITIO XXIII.

Problema.

*Annulum causticum componere.*

Ex ipsa parabola etiam annulum causticum deprehendimus hôc modô. Sit parabola ABC, in ma-




teria solida descripta, verbi gratia lamina ærea sitque eius focus D. resecetur pars illius EAB, resitétque figura FEBC. quæ si circa axem H A, intelligatur volui, describet annulum parabolicum. hic si soli directe opponatur omnes radios vniet in puncto D, vt facile ostendi potest ex superioribus demonstrationibus. omnes enim radij paralleli axi incidentes parabolæ; vt radius GB, reflectitur in punctum G.

## PROPOSITIO XXIV.

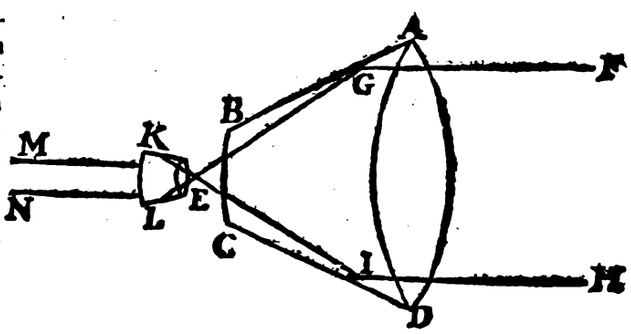
Problema.

*Linea vsloria infinita.*

Hoc problema primus videtur proposuisse Porta, licet solutionem eius non attulerit, sed de industria intricaverit, vt videretur aliquid dixisse. Alij tamen solutionem dederunt de qua quid sentiendum sit, hic aperiemus.

Supponit autem eorum solutio non in ipso præcise puncto foci radios solares vim combustivam habere, sed etiam aliquantò eam conservare, tam ante ipsum punctum foci; quam post, vt experientia, & ratio suadet. experientia quidem si enim adhibeatur materia concipiendo igni idonea, in toto aliquo spatio comburetur. Ratio verò sit enim speculum magnitudinis vnius pedis, in cuius foco radij solares ita colligantur, vt tamen spatium vnius lineæ comprehendant, si adhibeatur speculum duplo maius, etiam radij solares licet non ita vniti, sed obtinentes spatium duarum linearum, eandem habebunt intensionem, ideóque æqualem habebunt virtutem incendendi materiam.

Supponit secundò radios parallelos æque intensos permanere neque decrescere quantumli-




bet producantur, modò semper paralleli permaneant. Sit igitur annulus parabolicus ABCD, cuius focus E, expositus directè radiis solaribus, fiat alius annulus parabolicus ita parvus, vt distantia foci E, ab eo sit exigua, hoc est ita vt radij solares post vnionem, factam in puncto E, possint adhuc vtere in punctis KL, in quibus incurrunt in annulum parabolicum. quibus positis putant solutum esse problema. nam radij solares in spatio K L, sufficienter vniti sunt ad comburendum, remittuntur autem paralleli (*per cor. 2. 19, huius*) nam idem est omninò, quod lucidum ponatur in puncto E, respectu annuli paraboli K L, ac quod radij solares, iam vniti in puncto E, propter parabolam ABCD incidant, in annulum KL, 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 licet verissima esset demonstratio, impossibilis tamen esset in praxi. si enim radij solares in spatio K L comburere possunt,

possunt, liquabitur speculum K L, quæ enim materia talis inveniri poterit, quæ vim reflexivam habeat, incombustibilis tamen sit.

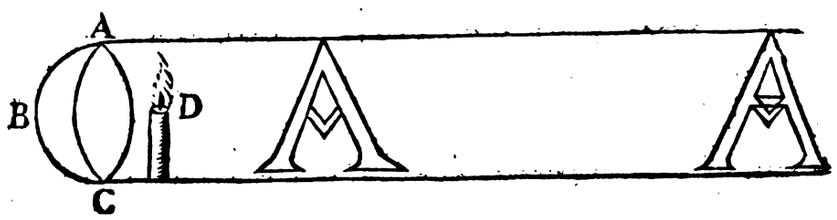
Secundò etiam hôc datô non conservarentur radij paralleli; falsum enim est radios solares omnes in eodem prorsus puncto E adunari, sed depingunt vt ita dicam solis imaginem maiorem quidem pro vt speculum ABCD, erit segmentum maioris parabolæ, quare sicut diximus (*prop.* 13.) concedam quidem radios solares pertinentes ad eandem solis partem parallelos procedere, qui tamen à diversis solis partibus oriuntur, nequaquam erunt paralleli; sed ampliabunt illud illuminationis spatium, cuius consequenter intensio minuetur.

## PROPOSITIO XXV.

### Problema.

*Ad maximam distantiam characteres legendos exhibere.*

Sit aliquis in vrbe obsessa, qui cum amicis absentibus agere velit. habeat parabolicum speculum exquisitum. Item ex crassiori charta compactos alphabeti characteres, ità vt præcisa circumquáque superfluâ materiâ, solæ remaneant litteræ. convenerint ante amici, vt de nocte ille qui foris




est datô signô, aut determinata horâ, spectaret parietem album distantem verbi gratia vno milliari ab vrbe. obsessus autem eâdem horâ aptaret speculum parabolicum ABC, instructum face accensa D, ita vt lumen remitteretur vsque ad parietem, distantem per radios parallelos. tum oppositis speculo litteris alphabeti interciperet lumen reflexum. ex quo orietur vmbra similis in pariete, & quam alter in charta notaret.

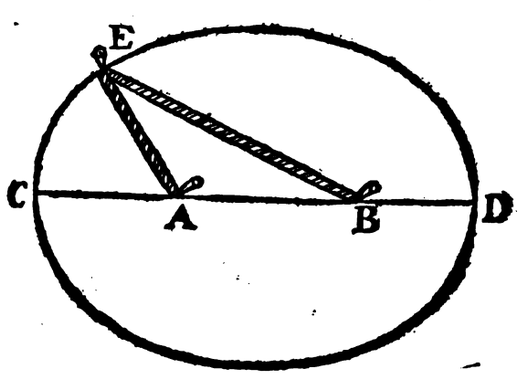
Hanc methodum multi existimarunt expeditissimam & certissimam, quam quidem ad aliquos passus succedere non diffiteor, ad vnum milliare, vix optatum finem adipisci crediderim. Ita à speculatione ad praxin progredi non est semper proclive. In hoc autem casu obstat vna consideratio de quâ iam aliquid supra; neque enim fax illa indivisibilis est, aut tota invenitur in puncto foci; & consequenter neque radij reflexi omnes erunt paralleli; sed ex paralleliſmo exorbitabunt quam plurimi; qui error licèt initiô videatur insensibilis, puta aliquorum forsitan minutorum, in tanta tamen distantia, totam hanc litteræ obiectæ formam confundit, & inanem reddit. Quod confirmo exemplo familiari. Solent turribus nostris campanariis imponi globi satis magnis, quorum vmbræ antequam ad subiectum planum perveniant penitus evanescunt, quæ tamen in infinitum produci deberent, si sol per modum puncti alicuius spectaretur; quia tamen sol magnitudinem aliquam habet, ideo radij circum globum emissi ita sensim vmbram eius castigant, vt omnino deficiat. Idem dico in casu proposito. Licèt enim radij à centro facis speculo parabolico obiectæ paralleli procedant, qui si soli essent vmbram litteræ, similem immo & æqualem exhiberent; alij tamen radij eandem vmbram sensim deturpant; vt in distantia centum passuum vix appareat.

Hic profiteor, quod iam antea dixi, me nolle propter vnam aut alteram propositionem huc advocare Elementa conica Apollonij, ideóque omissis cæteris Ellypsis proprietatibus, vnam aut alteram methodum eam describendi seligam: & absolute, seu nihil omninò decerpendo ex conicorum doctrina, immo omittendo quod ellypsis sit sectio conica, demonstrabo radios omnes ab vno puncto, in eius superficiem incidentes, remitti ad vnum aliud determinatum punctum. Estque Ellypticum speculum maximè vsui, dum lumen facis, volumus in vnum, & determinatum punctum remittere. vt hyeme sit aliquis qui scribere velit, vt manum ad Lampadis radios calefaciat potest Ellypticum speculum adhibere, licet vt verum fatear possit etiam parabolicum, aut Sphæricum adhibere, modò facem non in puncto foci præcisè, sed tantispet remotiorem à speculo constituat. neque enim opus est, vt omnes præcisè radij in eodem prorsus puncto vniantur. ne quid tamen in hac parte desideretur descriptionem Ellypsis aggredior. Sit ergo describenda

## PROPOSITIO XXVI.

### Problema.

*Descriptio Ellypsis.*

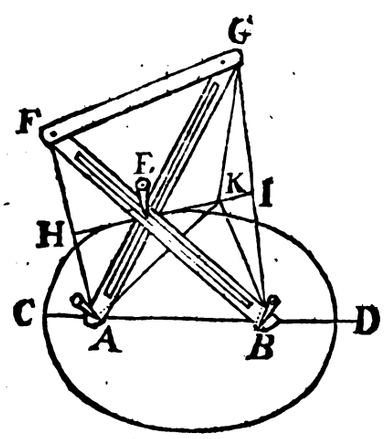



Ellypsis. ità vt radij omnes à puncto A, in eius superficiem incidentes, reflectantur in punctum B. ducatur linea AB, & sumantur lineæ A C, B D æquales. quo erit minor linea AC, eò intensiores erunt radij: annectatur filum in punctis A. & B, cuius longitudo æqualis sit lineis B C, A C simul sumptis; tum graphio E, extendatur filum, moveaturque

veaturque graphium filo illud dirigente, describeturque figura aliqua. postea probabo habere hanc proprietatem, vt angulus A E C, æqualis sit angulo B E D. & consequenter si luminosum sit in puncto A, omnes radij colligentur in punctum B, & vicissim.

Quia tamen vix describi potest exactè istâ methodô 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 cuius longitudo æqualis sit lineæ A B, ita autem aptentur vt sequens figura ostendit, hoc est firmentur duobus clavis in A, & B, circa quos moveri possint. sint & alij duo clavi teretes in F & G, ita vt moveri possint régulæ circa illos. immittatur autem graphium E, in vtrámque fissuram, dico graphium eandem figuram descripturum, quæ superiori methodô descripta est: ducantur enim lineæ AF BG, item ex puncto E, perpendicularis E H, ad lineam AF.

Demonstratio. Triangula AFG, A F B, habent omnia latera æqualia: quare (*per* 7. 1.) erunt anguli FGA, FBA æquales. triangula autem F E G,




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 vt FG, ad AB, ita FE, ad EA; & EG ad EB. quare latera BE, EA, sunt æqualia lineæ BF, hoc est lineis B C, A C simul sumptis, & hoc in omni situ, sed in superiori methodô idem eveniebat; igitur eadem describitur figura hac methodo, ac superiori. quod erat ostendendum.

Addo insuper lineam HE esse, etiam perpendicularem ad lineam G I. cum enim in triangulo FEA latera FE, EA sint æqualia. (*per* 5. 1.) erunt anguli EFA, E A F æquales, ita ostendam angulos EGB, EBG æquales esse. In triangulis autem FEG, HEA æquiangulis, omnia erunt æqualia, & consequenter FEH, AEH, & oppositi ad verticem GEI, BEI. vnde ostendam in triangulis EGI, BEI, omnia esse æqualia, & consequenter angulos in puncto I æquales, & rectos esse.

## L E M M A.

*Linea HEI est tangens Ellypsin.*

Vt linea H E I tangat Ellypsim, debet tota esse extra Ellypsin præter punctum E, quod habet commune cum illa. sumatur enim lineæ H E I,



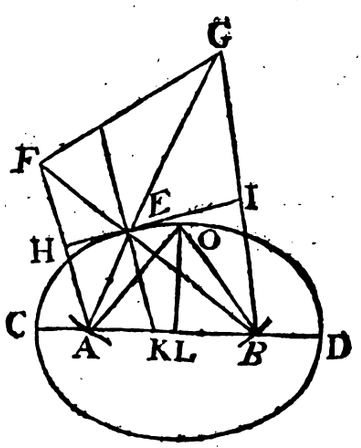
punctum quodcumque K. hoc ostendo esse extra Ellypsin, hoc est lineas AK, KB maiores esse, quàm lineas BC, AC simul sumptas; atque adeò lineas describentes Ellypsin vt potè minores, debere concurrere intrà triangulum AKB. ducatur linea KG, ostendam primò lineas KG, KB æquales esse. cum in triangulis GIK, B I K, anguli in puncto I sint recti, & lineæ G I, I B æquales, & K I communis. sed AK K G (*per* 20. 1.) lineâ A G, seu lineis BC, AC maiores sunt: igitur AK, KB, lineis describentibus Ellypsin sunt maiores.

## PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

*Lucidi in vno Ellypsis foco posiit radij, 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 H E I tangens Ellypsin.

Demonstr. Ostendimus superiori propositione angulos A E H, H E F æquales esse, sed angulus HEF, sibi opposito ad verticem æqualis est, nempe angulo BEI, ergo anguli AEH incidentiæ, angulo B E I reflexionis æqualis est, quare cum in speculis curvis anguli incidentiæ, & reflexionis desumantur penes tangentem, radius A E, reflectetur in E B, & ita ostendam accidere in reliquis omnibus punctis circumferentiæ Ellypticæ. quod ostendendum erat.

## PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

*Alij modi describendi Ellypsim.*

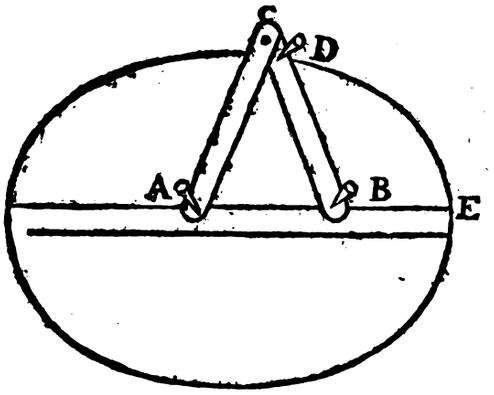
Quia ille modus qui traditus est supra videbitur aliquibus difficilis aliquos hic subiiciam.

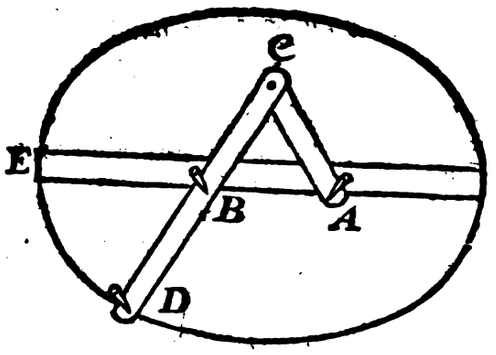
Primus erit ope regulæ, & brachioli sit enim brachiolum A C minus maxima diametro Ellypsis, sitque ACD illi æqualis, & B D, sit æqualis minimæ diametro. dico si punctum A, sit fixum in centro, & punctum B, moveatur secundum maximam diametrum A E, tunc punctum D describet Ellypsin.



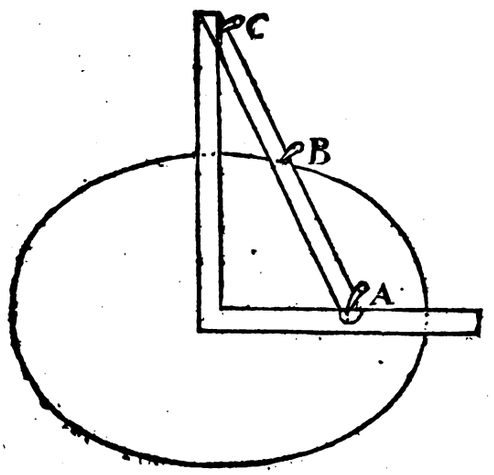
Digitized by Google

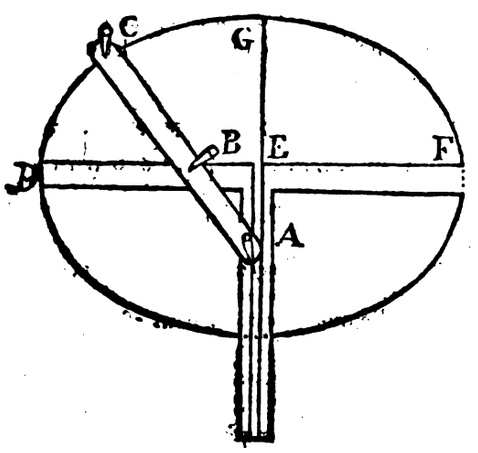
Pariter in ſecundo exẽplo A C D, ſit æqualis maximæ diametro, & DB minimæ, moveatúrque




B, ſecundum maximam diametrum AE, punctum D deſcribet Ellypſin. hic demonſtrationes nullas




ſubtilicio, ſufficiat ad præſens inſtitutum prioram praxim eſſe demonſtratam, cum iſti modi ad eam facilè revocentur.

Aliter item deſcribi poteſt ſit AB, æqualis minori diametro, & BC maiori, ita vt punctum C, moveatur ſupra minorem diametrum, & punctum A, ſupra maiorem; punctum B deſcribet Ellypſin.

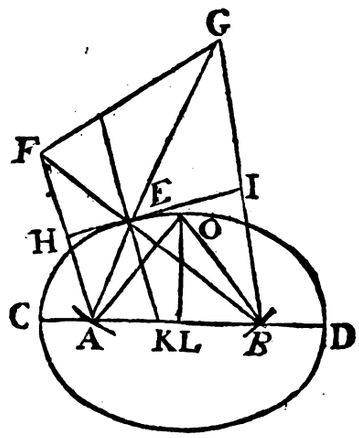
Denique ſit BC, æqualis minori diametro, & AC maiori, moveatúrque punctum A, ſupra minorem diametrum, & punctum B ſupra maiorem, punctum C deſcribet Ellypſin.

## PROPOSITIO XXIX.

Problema.

*Data Ellypſis, inuenire duo puncta foci.*

Sit data Ellypſis COD, ſitque maxima diameter CD, quæ dividatur bifariam in L, ducaturque



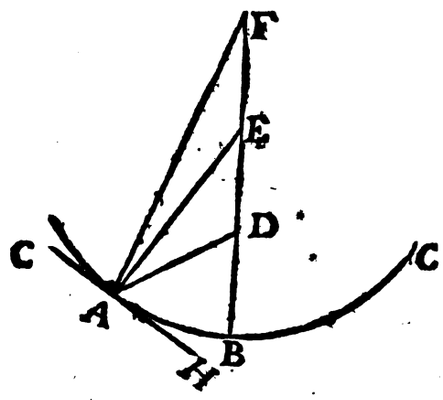

perpendicularis L O, ſi ex puncto O, tanquam centrô intervallô L D, deſcribas arcus, ſecantes diametrum C D, in punctis B & A. dico puncta A & B, eſſe ea quæ quæruntur. quia nempe lineæ AOB, æqualeſ ſunt lineis BC, AC, ſeu toti CD.

## PROPOSITIO XXX.

Theorema.

*In quocúmque loco oculus poſitus ſit. ſeipſum videt in ſpeculô Spharico concauo, tantum per diametrum.*

Sit Sphæricum ſpeculum concavum ABC, ſitque oculus in D, E, F, dico quod non videbit ſe re-




flexe niſi per diametrum. ſit enim primo in D, dico quod non ſe videbit reflexe per radium AD. ducatur enim EA, & tangens GH.

Demonſtr.

Digitized by Google

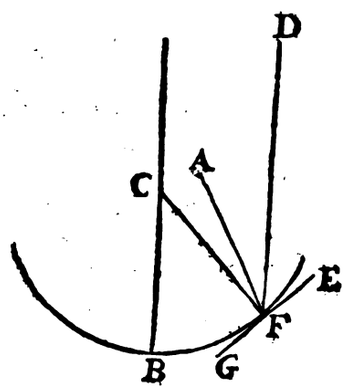
Demonstr. Cum angulus EAH (*per* 18. 3) sit rectus, angulus DAH acutus est: ergo AD, in seipsum non reflectetur, alioquin angulus incidentiæ, & reflexionis non essent æquales. (*contra suppositionem secundam* 1. *huius*) idem dico de oculo in F existente. Si vero oculus esset in centro, diximus iam quid accideret, nempe se videret in toto speculo.

## PROPOSITIO XXXI.

### Theorema.

*Obiecti extra speculum positi, & magis distantis à diametro quam oculus punctum reflexionis, non est in ea parte speculi in qua oculus, & obiectum versantur.*

Sit oculus in puncto A, ducatur diameter BC, sitque obiectum extra speculi circumferentiam




positum D, & ex eadem parte ductæ diametri, dico fieri non posse, vt reflectatur obiectum D ad oculum A, in aliquo puncto superficiei B E. sit enim si fieri potest punctum F, in quo dicatur fieri talis reflexio. ducatur linea CF à centro C. item tangens EG.

Demonstr. (*per* 1. *huius*) linea à centro speculi ad punctum reflexionis ducta dividit angulum AFD bifariàm; sed in hoc casu non divideret; ergo fieri non potest talis reflexio.

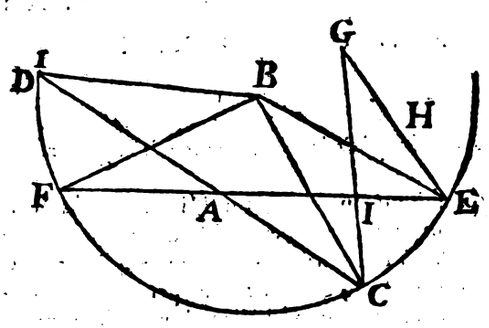
## PROPOSITIO XXXII.

### Theorema.

*Obiectum inter centrum, & peripheriam speculi concaui positum, aliquando per plures lineas reflexionis ab eodem oculo videtur.*

Sit obiectum A, positum inter centrum B, & superficiem speculi Sphærici concavi, dico fieri posse vt oculus ita collocetur, vt videat obiectum A, per plures lineas reflexionis. sit enim quæcúmque linea incidentiæ A C, ducatur autem radius reflexionis C G, sit etiam quæcúmque alia linea incidentiæ A E, ita vt producta in F, faciat arcus DF, CE æquales. dico si illi respondens radius reflexionis, EH ducatur, quod concurret cum radio reflexo C G, atque adeò si oculus constituatur in puncto G, videbit obiectum A, per radios reflexos CG, EG. ducantur lineæ B D BC, BF, BE.

Demonstr. Cum arcus DF, CE sint æquales, erunt additò communi FC arcus DC, FE æquales. & consequenter (*per vltimam sexti*) anguli DBC, FBE æquales, & consequenter anguli ACB, AEB æquales, quibus cum (*per* 1. *huius*) anguli




BCG, BEH sint æquales, erunt anguli ACG, AEG æquales. quare additis angulis æqualibus A I C, GIE, erunt duo anguli ACI, A I C duobus GIE, GEI æquales; sed priores duobus rectis minores sunt; ergo & posteriores duobus rectis minores erunt. quare concurrent lineæ IG, EG. quod erat demonstrandum.

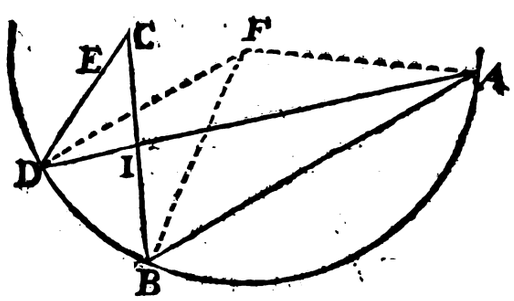
Idem meliùs sequetur si accidat arcum GE, maiorem esse arcu D F, tunc enim additò communi FC, erit arcus FE, maior arcu DC, & angulus FBE, maior angulo D B C, & consequenter angulus BEF, minor angulo BCD, & totalis IEG minor, totali ACG, quare cum anguli ACI, AIC, minores sint duobus rectis (*per* 17. 1.) erunt & anguli GIE, GEI, minores duobus rectis, quare lineæ IG, EG productæ concurrent, quod erat demonstrand.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Theorema.

*Obiectum in superficie speculi concaui positum, videri potest ab eodem oculo per plures radios reflexos.*

Sit obiectum A, in superficie speculi concavi positum: dico fieri posse vt per plures lineas reflexionis ab eodem oculo videatur obiectum A. sit enim radius incidentiæ quicúmque A B, & reflexionis BC, sitque alius radius incidentiæ A D, & reflexionis DE, dico radium DE, productum concurrere cum radio BC in puncto C, & consequenter si oculus sit in puncto C, videbit obiectum A, per radios DC, BC, ducantur ex centro F, lineæ FD, FB, FA.




Demonstr. Cum angulus AFD, maior sit angulo AFB, angulus FDA, minor erit angulo F B A, & cum (*per* 1. *huius*) anguli FDA. FDC; item FBC, F B A sint æquales, erit angulus totalis A D C minor totali A B C, & additis æqualibus A I B, DIC, erunt anguli A I B. A B I simul; maiores angulis CDI, CID, sed priores (*per* 17. 1.) minores

sunt duobus rectis, ergo multo magis anguli CDI, CID, minores erunt duobus rectis. quare concurrent lineæ DG, IC, quod erat demonstrandum.

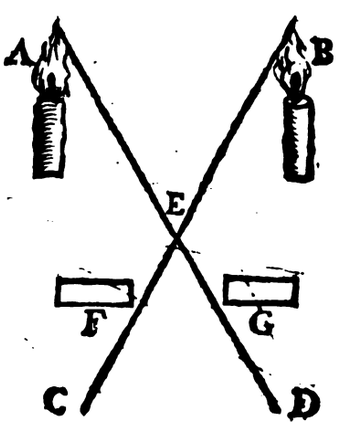
## PROPOSITIO XXXIV.

### Theorema.

*Locus imaginis in speculis concauis in genere.*

Relabimur in maximam istius tractatûs difficultatem, neque mirum nos in hac materia, aliquantulum cæcutiré qui vix bene explicare possumus quomodo oculus etiam per radium directum determinetur ad iudicandum de loco obiecti. Suppositis itaque de radio directo diximus, nempe quotiescúmque accidit, vt radij reflexionis eiusdem puncti obiecti, ita in diversas eiusdem oculi partes incidant, vt veniant quasi ab vno eodémqu puncto, iudicabimus obiectum esse in illo puncto. quia vere si obiectum esset in eo loco, ita afficeret oculum. Quare ita formanda est ratiocinatio. Quoties obiectum per reflexionem ita afficit oculum, ac directe afficeret, si existeret in loco determinato verbi gratia in loco A, tunc debet videri in loco A, ex quibuscúmque tandem principiis petatur illa determinatio; sed si obiectum esset in loco A, omnes radij incidentes in diversas oculi partes, procederent ex loco A; ergo si ita reflectantur radij eiusdem obiecti ad oculum, vt procedant quasi ex loco A; hoc est vt producti ab oculo concurrant in locum A, imago obiecti, erit in loco A. ex quo fit vt si accidat radios reflexionis ad diversas pupillæ partes appellentes, venire quasi ab vno puncto; ibi erit locus imaginis obiecti.

Diximus item cum de radio reflexo, determi-



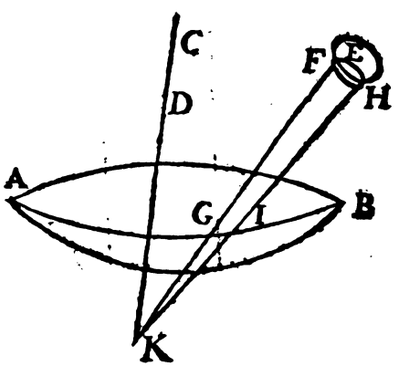

nationem ex duplici oculo desumptam, certiorem esse ad iudicandum de obiecti distantia, quam determinationem tantum ab vno oculo. quod confirmavimus experientia irrefragabili. Sint enim faces accensæ A & B, quæ à duobus oculis C & D ita spectentur, vt propter obices G & F, oculus C, videat tantum candelam B, & oculus D candelam A, vnica tantum videbitur flamma in puncto E, ex quo concludere licet propositum, nempe determinationem vtriúsque oculi certiorem & efficaciorem esse determinatione per vnicum tantum oculum factâ. Licet enim oculus C, videndo solam candelam B, quia omnes radij 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 radij reflexi pertinentes ad idem obiectum, ita afficiant vnum oculum, quasi ex determinato loco proficiscerentur, si tamen accedat alia visio, ita vt radij reflexi ad duos oculos, in aliquo loco vniantur; & quasi ab eo puncto ad duos oculos procedant. is erit locus in quo videbitur obiectum.

## PROPOSITIO XXXV.

### Theorema.

*In speculis concauis communiter locus imaginis est in catheto incidentiæ, seu in communi concursu catheti incidentiæ & linea reflexionis.*

Sit speculum concavum AB, cuius centrum C, sit obiectum D, quod reflexe videatur ab oculo




E, per radios reflexos GF, I H. 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. licet enim aliquæ pupillæ partes sint in eadem superficie reflexiva, quæ per primum suppositum primi huius debet esse ad superficiem corporis reflectentis recta, & consequenter transire per centrum C. pleræque tamen partes eiusdem pupillæ, sunt in diversis superficiebus reflexivis. assumantur igitur partes F, & H, producantúrque radij 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 obiectum D, radius item I H, est in alio plano pariter ad speculum recto, horum autem planorum communis sectio est cathetus incidentiæ C D K; ergo si radij 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 obiectum videtur in catheto incidentiæ.

Dixi tamen communiter, quia aliquando tales radij non concurrunt, &. tunc est confusio vt expendemus postea.

### COROLLARIVM.

Eadem demonstratio applicari posset duobus oculis, si nempe puncta F & H, essent duo oculi; sed notandum est, eam nullam vim habere quotiescumque duo oculi inveniretur in eadem superficie

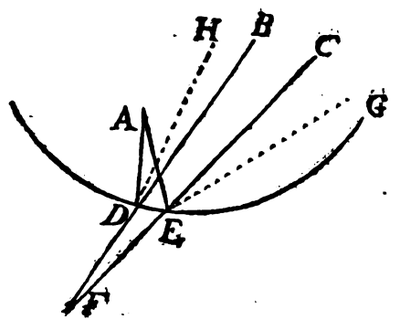
ſuperficie reflexiua, tunc enim non probarentur radij G F, H I, concurrere in catheto incidentiæ. licèt poſſit hoc ſuaderi, eò quòd ſi vnus oculus tantiſper moueatur, & iam incipiat eſſe in alia ſuperficie reflexiua, illi radij vniri non poſſint niſi in catheto incidentiæ; nempe in communi ſectione planorum in quibus exiſtunt.

## PROPOSITIO XXXVI.

### Theorema.

*Obiectum vicinius ſpeculo concauo, quartæ parti diametri, habet imaginem vltra ſpeculum.*

Sit obiectum A vicinius ſpeculo concauo, quam ſit quarta pars diametri quod reflexe videatur ab




oculis B, & C per radios DB, EC dico obiecti illius imaginem fore vltra ſpeculum verbi gratia in puncto F. hoc eſt videndum eſſe in puncto F.

Demonſtratio (*per 17. huius*) obiectum aut lucidum propius ſpeculo, quam punctum foci, radiat reflexe per lineas diuergentes, quare radij DB, EC, erunt diuergentes; ergo producti concurrent ad partes F. quare eòdem modò afficientur oculi, ac ſi obiectum eſſet in puncto F. & (*per 31. huius*) imago obiecti A erit in puncto F, quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XXXVII.

### Theorema.

*Cùm imago eſt extra ſpeculum, maior eſt diſtantia imaginis à ſpeculo, quam obiecti ab eodem ſpeculo.*

In eadem figura, dico locum imaginis F magis diſtare à ſpeculo, quam obiectum A.

Demonſtratio (*per 6. huius*) in ſpeculis concauis, radij reflexi minùs diſperguntur, quàm in planis; ſint ergo radij reflexi in ſpeculo concauo, nempe DE, EC, ſint autem radij qui ſpeculo plano reflecterentur DH, EG, qui cum magis diuergant ab inuicem, citiùs etiam vnientur, ſed radij reflexi in ſpeculis planis ita vniuntur in loco imaginis, vt tanta ſit diſtantia obiecti à ſpeculo, quanta imaginis ab eodem ſpeculo, ergo radij reflexi à ſpeculo concauo, tardiùs vniendi, & ita concurrent in loco imaginis, vt maior ſit diſtantia imaginis à ſpeculo, quam obiecti ab eodem ſpeculo. quod demonſtrandum erat.

## PROPOSITIO XXXVIII.

### Theorema.

*Obiectum vicinius ſpeculo; imaginem vltrà ſpeculum apparentem viciniorem habet.*

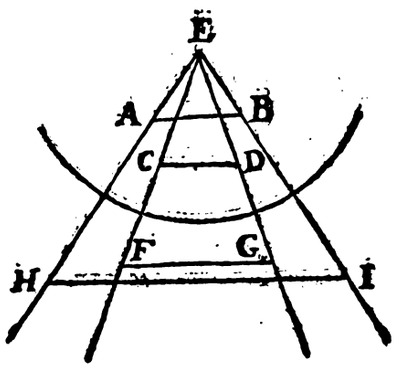
Obiectum vicinius ſpeculo (volo autem vt minus quarta parte diametri ab eo diſtet) radios remittit magis diuergentes, vt facile ſequitur (*ex prop. 16.*) ſed radij magis diuergentes citiùs vniuntur; punctum autem concurſus eſt locus imaginis; igitur obiectum vicinius ſpeculo, imaginem vltrà ſpeculum apparentem viciniorem habet.

## PROPOSITIO XXXIX.

### Theorema.

*Obiectum cuius imago vltrà ſpeculum eſt quò magis à ſpeculo remouebitur; eò minus apparebit; modò ſit intra ſpeculum, & centrum.*

Sit obiectum AB, æquale obiecto CD, & in ſimili ſitu, ſintque inter centrum ſpeculi, &




eius ſuperficiem poſita, & obiectum AB ſit remotius à centro; dico obiectum AB maius apparere. ducantur enim ex centro ſpeculi E, per puncta extrema AB CD, catheti incidentiæ E A; EB; EC, ED, & quia AB, CD ſupponuntur parallelæ, & AB vicinior centro; erit angulus AEB maior angulo C E D. ſi enim eſſet æqualis angulus, cum CE, DE ſupponantur maiores, lineis AE, EB (*per 4. 6.*) eſſet C D maior quam A B contra ſuppoſitionem.

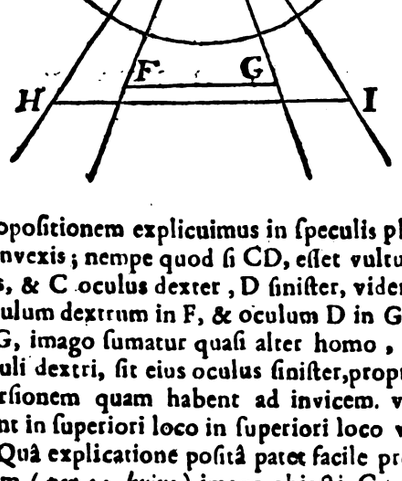
Demonſtratio (*per 33. huius*) locus imaginis puncti C eſt in linea EC; ſit in puncto F, locus imaginis puncti D ſit in G, igitur tota imago erit FG. pariter locus imaginis puncti A eſt in catheto E A, & locus imaginis puncti B eſt in catheto E B, & (*per 36. huius*) obiectum C vicinius ſpeculo imaginem viciniorem habes, igitur ſit punctum H imago obiecti A, & I imago obiecti B, eruntque EH, EI, maiores quam EF, EG. cum ergo latera EH, EI maiora ſint quam EF, EG, item angulus HEI maior ſit, quam FEG, clarum eſt baſin HI ſeu imaginem obiecti AB, maiorem eſſe quam FG imaginem obiecti CD quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XL.

Theorema.

*Obiecti cuius imago vltra ſpeculum apparet, & poſiti inter centrum, & ſpeculum partes dextra ſiniſtra 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 vt ſi F G, imago ſumatur quaſi alter homo, F imago oculi dextri, ſit eius oculus ſiniſter, propter converſionem quam habent ad invicem. vnde quæ ſunt in ſuperiori loco in ſuperiori loco videntur.

Quâ explicatione poſitâ patet facile propoſitio. nam (*per 31. huius*) imago obiecti C, erit in F, & obiecti D erit in G, ex eadem nempe parte, ſed hoc eſt dextra apparere ſiniſtra, igitur in ſpeculis concavis quoties imago eſt vltra ſpeculum, & obiectum inter centrum, & ſuperficiem ſpeculi, dextra apparent ſiniſtra. quod erat demonſtr.

## PROPOSITIO XLI.

Theorema.

*Obiecti in puncto foci poſiti imago eſt confuſa, vixque vllus aſſignari poteſt illius locus.*

Sit obiectum in puncto foci A, oculi B, & C, dico dari confuſionem, nec aſſignari poſſe proprium imaginis locum.



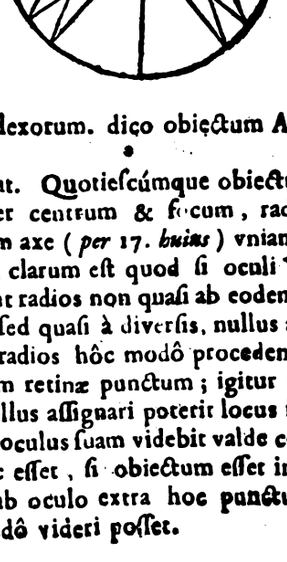

Demonſtratio. Obiecti in puncto foci poſiti, radij reflexi ſunt paralleli, ſed radij paralleli in eundem oculum incidentes non benè vniuntur, niſi ſit aliqua in oculo depravatio, nullus enim eſt oculus qui perfecte vniat radios perfecte parallelos, nempe ab obiecto, vt ita dicam infinite diſtante prodeuntes, ergo erit confuſio. ſecundò nullus proprius locus aſſignabitur, eo quod oculus B, videat obiectum A, per radium BF, & oculus C, per radium CG, qui nec vniuntur inter ſe, nec cum catheto incidentiæ A H, atque adeo tunc ipſa ſuperficies ſpeculi pro loco imaginis aſſignatur. quod ſi obiectum non conſideretur per modum vnius; ſed habeat aliquam magnitudinem, vt ſi detur linea AE, ſitque ED, cathetus incidentiæ puncti E, qui radij omnes reflexi ad obiectum E pertinentes, ſunt paralleli radio ED, adhuc dextra ſiniſtra apparebunt in ſenſu ſuperioris propoſitionis.

## PROPOSITIO XLII.

Theorema.

*Obiectum inter focum, & centrum ſpeculi poſiti, ſicut & in centro exiſtentis, imago eſt confuſa, reſpectu oculi ante concurſum radiorum poſiti.*

Sit obiectum A, inter focum & centrum, poſitum ſintque oculi E & D, ante concurſum




radiorum reflexorum. dico obiectum A, viſum iri confuſe.

Demonſtrat. Quotieſcúmque obiectum poſitum eſt inter centrum & focum, radij reflexi vniuntur cum axe (*per 17. huius*) vniantur 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 hôc modô procedentes vnire poſſit in idem retinæ punctum; igitur erit confuſio; nec vllus aſſignari poterit locus imaginis. ſed quilibet oculus ſuam videbit valde confuſam. maior adhuc eſſet, ſi obiectum eſſet in centro; tunc enim ab oculo extra hoc punctum poſitô, nullô modô videri poſſet.

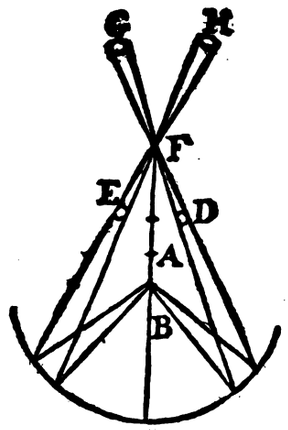
PROPO

## PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

*Obiecti inter focum & centrum positi, imago est ultra speculum, magis distans à speculo quam centrum.*

Sit in superiori figura, obiectum A. inter focum B, & centrum C positum, cuius radij reflexi (*per 17. huius*) vniantur in puncto F, & post vnionem vlterius producantur, ita vt occurrant in oculos G & H. dico locum imaginis obiecti A, esse in puncto F.




Demonstratio. (*per 32. & 33.*) locus imaginis est in concursu radij reflexi, & catheti incidentiæ, hic autem concursus est in puncto F, igitur in puncto F, est locus imaginis. Vel oculi G, & H eôdem modô afficiuntur reflexè ab obiecto A, ac afficerentur directè ab obiecto existente in puncto F, nempe per radios FG, FH; sed si hôc modô afficerentur ab obiecto existente in puncto F, illud viderent esse in puncto F; igitur locus in quo videbitur obiectum A, reflexe ab oculis G, & H, erit F, seu punctum F est locus imaginis. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

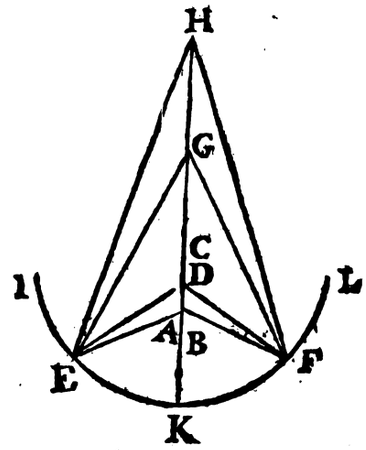
*Quò obiectum inter centrum, & focum positum, erit vicinius foco; eò imago erit remotior à speculo.*

Sit obiectum A vicinius foco B, quam obiectum D, sitque vtrúmque inter focum B, & centrum D, sitque (*per 17. huius*) imago obiecti D in G; dico imaginem obiecti A, esse vltra G, verbi gratiâ in H.

Demonstratio. Sint radij incidentes à puncto D, ad speculum DE, DF, & reflexi EG, FG, item radij 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, ergo locus imaginis erit vltra G, quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

Inde fit vt si baculum moveas versus focum



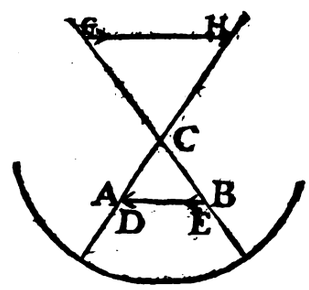

imago eius movebitur contra te, seu contrario motu.

## PROPOSITIO XLV.

Theorema.

*Obiectum totale inter focum, & centrum positum, habet imaginem ante speculi centrum apparentem, euersam quo ad situm.*

Sit obiectum AB inter centrum C, & duo puncta focorum D & E, (nam in qualibet diametro vnum assignari potest punctum foci.) dico imaginem obiecti AB, apparentem ante centrum verbi gratia in G H, ita se habere vt sit eversa quo ad situm.




Demonstr. Ducantur enim per centrum C, ex punctis A & B diametri BC, AC, (*per 17. huius*) radij reflexi puncti obiectivi A, vnientur in diametro A C ante centrum, vniantur ergo in puncto H; item radij reflexi puncti B vnientur in diametro BC, verbi gratia in puncto G. (*sed per 40. huius*) locus imaginis erit in puncto concursûs respectu oculorum vlteriùs positorum; igitur eversus erit situs imaginis non tantum in sensu positô supra, sed verè, & proprie.

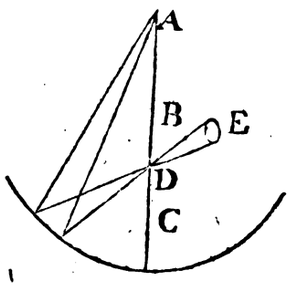
## PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

*Obiectum magis distans à superficie concaua, quam centrum speculi, imaginem habet inter centrum & focum respectu oculi magis distantis à speculo, quam imago.*

Sit

Sit obiectum A, positum vltra centrum B, speculi concavi sitque punctum foci C. dico quod imago obiecti 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 corôll.* 13.) obiectum A, radiat reflexe per radios concurrentes cum axe in punctum D, positum inter focum C, & centrum B, post eam autem radiorum vnionem, rursus radij dispergentur. si ergo incurrant in oculum E, eôdem modô oculus afficietur, ac si obiectum esset in puncto D. ergo (*per* 32. *huius*) obiectum A, appareret in D. quod erat demonstrandum.

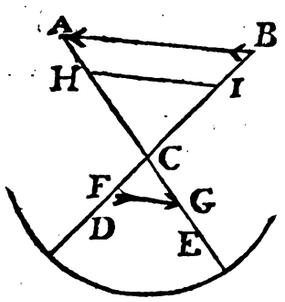
Ex quo sequitur quod quantumvis removeatur obiectum vltra centrum mathematice loquendo imago semperquidem vicinior erit puncto foci, nunquam tamen cum illo coincidet, quia nunquam radij incidentiæ illius obiecti erunt inter se paralleli, quod necessarium esset, vt reflecterentur omnes in punctum foci.

## PROPOSITIO XLVII.

### Theorema.

*Obiectum totale remotius à speculo, quàm eius centrum, habet imaginem quo ad situm euersam respectu oculi magis distantis a speculo, quam imago ab eodem distet.*

Sit obiectum totale AB, magis remotum à speculo quam centrum illius C. ducantur diametri AC, BC. (*per præcedentem*) locus imaginis puncti A, erit inter centrum C, & punctum foci E, sit punctum G; pariter locus imaginis puncti B. erit F. igitur versus erit situs obiecti totalis AB. quod erat demonstrandum.




## PROPOSITIO XLVIII.

### Theorema.

*Obiectum totale magis remotum à centro specui, quam punctum foci, habet imaginem se minorem.*

In eadem figura sit obiectum totale A B, magis remotum à centro C, quam punctum foci D, aut E. dico eius imaginem eô minorem esse.

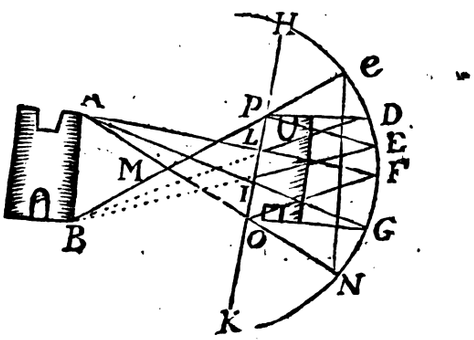
Demonstr. Cum enim anguli ACB, FCG, ad verticem oppositi sint æquales, & latera AC, BC, maiora sint lateribus C F, CG, basis A B, maior erit basi FG. si enim abscindantur CH, CI, æquales lineis CF, C G, (*per* 4. 1.) erunt bases H I, F G æquales, linea autem A B, maior est quam linea HI, ergo & maior quam linea FG. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XLIX.

### Theorema.

*Obiectorum imagines per reflexionem ad speculum concauum in charta distinctissime depinguntur, in loco præcipue obscuro.*

Locuti sumus in suppositionibus requisitis ad intelligentiam potentiæ visivæ, de illo satis celebri plænomeno, in cubiculo vndique clauso, apparente, nempe cum obiecta foris posita per foramen lente convexâ instructum in oppositam chartam radiarent. Explicuimúsque causas illius, quod nempe lumen à singulis obiectorum partibus emissum, in idem punctum chartæ colligeretur, ideóque maiorem 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. Vt appareat in charta imago obiectorum foris positorum debent plurimi radij ad idem obiectum pertinentes vniri. Sit ergo obiectum A B, in satis




magna distantia, ita vt radij ab eadem eius parte ad diversa speculi puncta ducti, non multum discrepent à parallelis. sit fenestra lignea H K, in qua foramen vnius 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 radij ALF, AIG. qui cum vt supposuimus sint physice paralleli; vnientur 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, reflectí in punctum P. quare in superficie fenestræ HK, exprimentur imagines obiectorum foris positorum. quod ostendendum erat.

COROL.

Digitized by Google

### COROLLARIVM I.

Imago obiectorum eversa erit. cum enim punctum B, vniat radios in puncto P, & punctum A in puncto O, necessariò evertitur situs imaginis; sequitur item motô obiecto moveri eius imaginem.

### COROLLARIVM II.

Quò speculum erit maioris Sphæræ segmentum, eò imago maior erit, quò enim speculum ad maiorem Sphæram pertinebit, eò etiam semidiametrum & quartam partem eius magis distantem habebit, sed quò maior erit distantia focorum à centro, seu punctorum in quibus vnientur radij, eò cæteris paribus maior erit imago; ergo quò speculum erit maioris Sphæræ segmentum maior erit imago. Ex quo concludes nullum esse defectum in speculo concavo, quod ad aliquos passus solis radios vniat, etiamsi præcisè in eodem puncto omnes radij non vniantur. sed punctum foci aliquam habeat magnitudinem. cùm enim debeat tam benè imago solis depingi, quàm in superiori figura, imago obiecti A B; & supponatur speculum maioris Sphæræ segmentum, maior etiam erit solis imago.

### COROLLARIVM III.

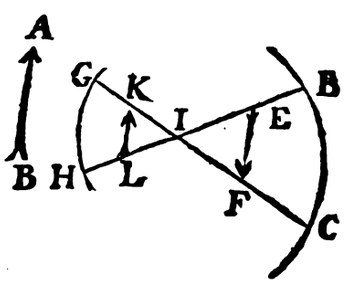
Satiùs est vti lente convexâ, quam speculo concavô, vt exhibeantur rerum imagines in cubiculo, clauso, quia imagines rerum spatium occupabunt minus ipso speculo. ideóque, vel paucæ imagines exhibentur vel speculum erit magnum.

## PROPOSITIO L.

Problema.

*Duobus speculis concauis, obiectorum imagines erigere.*

Sit obiectum AB, cuius imago erigenda sit, ope duorum specularum concavorum. sit speculum




C B, quod (*per 47. huius*) imaginem obiecti AB, satis dissiti exhibeat in EF. si nempe apponeretur charta, sed hæc charta non applicetur, sit aliud speculum G H, cuius centrum I, sit vltra E F, dico dari inter G H, & centrum I, aliquod punctum in radio reflexo C F I, in quô omnes radij à puncto A, post duplicem reflexionem vnientur, & pariter dari aliquod punctum in linea E I H inter centrum I, & punctum H, in quo vnientur post duplicem reflexionem radij à puncto B emissi.

Demonstratio. Cum omnes radij puncti obiectivi A, vniantur in puncto F, per reflexionem ad speculum B C factam, post eam vnionem rursus separabuntur, & incident in speculum F G, quasi obiectum esset in puncto F. sed obiecti existentis in puncto F, (*per coroll. 17. huius*) radij per reflexionem vniuntur inter centrum I, & focum hoc est in linea G I, sit illud punctum K, pariter ostendam omnes radios puncti obiectivi B, vniri in aliquo puncto diametri I H, verbi gratia in puncto L, ergo obiectorum imagines duobus speculis concavis erigi possunt. quod erat demonstrandum.

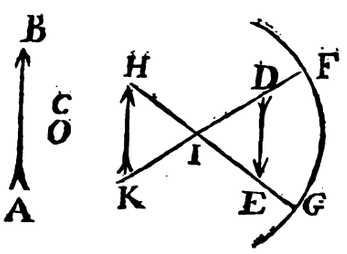
Vt verum tamen fatear, hæc potiùs speculativa sunt, quàm practica; eò quòd sit satis difficile, ita omnia componere, vt sit satis obscuritatis in cubiculo, & charta quæ in K L, deberet imaginem excipere non intercipiat omnes radios ab obiecto emissos. vnde hæc propositio speculativa est non practica.

## PROPOSITIO LI.

Problema.

*Imagines obiectorum in cubiculo clauso, inuerso situ exhibitas speculô concauô erigere.*

Hæc propositio ad praxin revocari potest. Instruatur ergo, lente convexâ foramen cubiculi clausi, ita vt in certâ distantia rerum imagines eversô situ exhibeantur. Exhibentur autem imagines in eo puncto in quo radij componentes penicillos, seu pertinentes ad eamdem obiecti partem, perfectissimè vniuntur. Sit ergo obiectum




A B, lens convexa C, locus imaginis D E, ita vt omnes radij pertinentes ad A, vniantur in puncto D, qui autem prodeunt à puncto B, vniantur in puncto E. hi autem radij post vnionem in punctis D, & E, factam, rursus separantur ab invicem, ideóque eodem modo propagantur ac si obiectum re vera esset in punctis D, & E. applicetur prima, ita speculum F G, vt imago D E, inveniatur inter centrum speculi I, & focum eiusdem. dico quòd omnes radij puncti A, vnientur in aliquo puncto lineæ D I K, & hoc vltra centrum vt in puncto K, & omnes radij pertinentes ad punctum B, vnientur in puncto H.

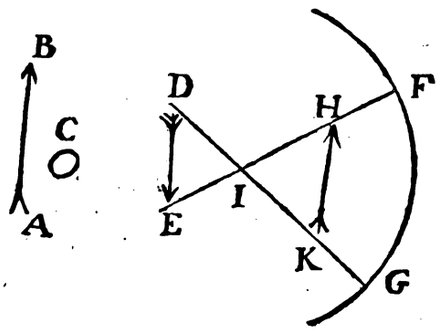
Demonstratio. Vi lentis convexæ C, vt suppono omnes radij puncti A, vniuntur in D, & post eam vnionem vlterius propagantur, & eôdem modô incidunt in speculum F G, ac si obiectum esset in puncto D, punctum autem D, ex constructione est inter centrum & focum; ergo (*per 17. huius*) radij à puncto D, in speculum incidentes, vniuntur vltra centrum I in diametro D I K. Ita ostendam radios à puncto B, vniri in puncto H; ergo restituitur imago in situm connaturalem, quem obtinet obiectum.

Potest aliô modô speculum constitui, nempe vt eius centrum I, inueniatur inter imaginem inuersam D E, & speculum. tunc enim radij à puncto D, emissi vnientur in puncto K, (*per coroll. 17.*) & qui post vnionem in puncto E,



Digitized by Google

& propagantur ad ſpeculum vſque, vnientur in




puncto H, atque ita rurſus imago obtinet ſitum connaturalem obiecti. quod faciendum erat.

## PROPOSITIO LII.

### Theorema.

*Presbyta vti non poteſt ſpeculo concauô, niſi ad diſtinguenda obiecta, quæ ſunt circa focum.*

Hæc propoſitio primò conſtat experientia. nam presbytæ non egent perſpiciliis ad videnda obiecta maxime diſſita, ſed tantum ad viciniora; eò quòd radij ab obiecto viciniori in oculum incidentes, nimis divergant, quàm vt vi chriſtallini in retina vniantur; & ad hoc vtuntur perſpiciliis convexis, radios autem ab obiecto remotiore procedentes, chriſtallinus humor ſatis exacte vnit; ſunt enim fere paralleli, ſed obiecti in foco ſpeculi concavi poſiti, radij remittuntur paralleli, igitur ope ſpeculi concavi presbyta huiuſmodi obiecta diſtinguet. Si vero obiectum ſit inter focum, & ſpeculum radij remittentur divergentes, quaſi à puncto vltra 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, vt obiecta vicina, non diſtinguat. ergò neque illa quæ per reflexionem remittent radios quaſi ex puncto vicino divergentes.

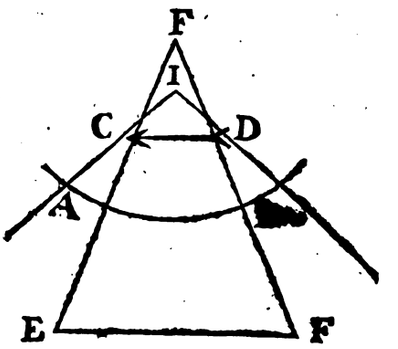
Denique ſi obiectum longius diſtet à ſpeculo quàm focus, radij remittentur convergentes. Ij autem tantum, radios convergentes vnient qui chriſtallinum ferè planum habent. Myopes vix vti poſſunt ſpeculo concavô, quia cum ſine adiumento optime diſtinguant obiecta vicina, quorum radij ſunt divergentes, ea tantum diſtinguere poterunt per reflexionem ſpeculi concavi, quæ inter ſpeculum & focum ſunt poſita, quæ ſine ſpeculo iam ſatis diſtinguerent. quare ſpeculô concavô non vtuntur, niſi Sphæræ minimæ, ad modum microſcopij.

## PROPOSITIO LIII.

### Theorema.

*Speculum concauum, Sphæræ minimæ ſegmentum, res paruas amplificat, ſeu microſcopium eſt.*

Sit ſpeculum AB, obiectum CD inter focum, & ſpeculum poſitum cuius imago virtualis E F,




hæc maior erit obiecto C D, vt iam oſtendimus, & ſatis per ſe patet. ſi vero ſpeculum A B, eſſet minoris Sphæræ, centrum eius, vicinius eſſet. ponatur eſſe in puncto I, clarum eſt quod cum obiectum C D, poſſit eſſe vicinius centro I, quam centro F, abſque eo quod in vtróque caſu attingat focum, quo autem vicinius erit centro, eò catheti incidentiæ determinantes magnitudinem imaginis maiorem angulum comprehendent, poterit ſpeculum concavum tam paruæ Sphæræ eſſe ſegmentum vt obiectum ſit valde vicinum centro, & conſequenter vt maximè amplificetur imago obiectorum minutorum; ergo microſcopium in ſpeculo concavo habemus. quod erat oſtendend.

## PROPOSITIO LIV.

### Problema.

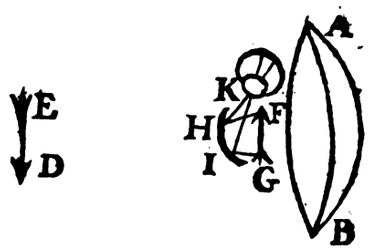
*Teleſcopium ex duobus ſpeculis concauis componere, quô obiectum inuerſum videbitur.*

Primò quidem in genere hæc propoſitio ſuaderi poterit, quod iam conſtet experientiâ duabus lentibus convexis teleſcopium conſtitui poſſe, quô quidem inverſum appareat obiectum, ideóque ſolis ſpectandis ſyderibus aptiſſimum. proprium autem eſt lentis convexæ radios ab eodem obiecti puncto prodeuntes in vnum colligere, quod cum de ſpeculis etiam concavis demonſtraverimus, iam poſſibilitas talis teleſcopij ſufficienter probata videretur: vt tamen ſincere dicam neque hoc teleſcopium commodum eſſe poteſt, nec exquiſitum, non primùm, quia duo ſpecula, ita aptare vt duplici reflexione radij à determinato obiecto ad oculum vſque 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 multum detrahent de illâ perfectione quæ in teleſcopiis requiritur. quidquid tamen ſit ſaltem doctrinæ cauſa id proponere volui.

Ad Perfectionem teleſcopij cuiuſcúmque tria requiruntur nempe. Primò vt obiectũ oſtendat magnum. Secundò diſtinctũ. Tertiò cum magno lumine, hoc eſt vt obiectum fortiter potentiâ viſiva moveat. Primum præſtat quoties penicillos, ita diſtrahit ab invicem, vt magnam retinæ partẽ occupent. ſecundũ efficit ſi præciſe radios ad idem obiectum

dum pertinentes in eadem retinæ parte vniat. vltimum tandem exequitur si plurimos radios singulorum obiectorum colligat. quæ tria nonnunquam sibi adversantur, possumus enim penicillos distrahere quantùm volumus; sed tunc periculum est ne radij componentes penicillos ab invicem etiam separentur; & ad diversas retinæ partes appellant. denique vt multum luminis habeamus lentes magnæ, & amplæ adhibendæ sunt, quò autem maiores sunt, eò minus perfecte vniunt radios. ostendam enim suò locò, in Sphæricis lentibus radios remotiores ab axe, non in eodem prorsus puncto axis vniri, in quo minùs remoti vniuntur. sed ad rem veniamus.

Sit speculum concavum maximæ Sphæræ segmentum, facile autem habebitur magnitudo, si enim velis telescopium vnius pedis, sit diameter Sphæræ quatuor pedum. in lentibus convexis elaboratis ex vna tantum parte hoc est planò convexis, aliæ mensuræ observandæ sunt. nempe si debeat telescopium esse vnius, convexitas pertineat ad Sphæram cuius diameter vnius pedis circiter. Si verò lens sit convexo-convexa, vt sit telescopium vnius pedis, debeat vtráque convexitas pertinere ad Sphæram cuius diameter duorum pedum. Ratio est quia lentes ad tantam distantiam radios parallelos vniunt; sed speculá vt ostendimus circa quartam partem diametri radios parallelos colligunt. Sit igitur speculum




AB cuius centrum H, imaginem obiecti DE, exhibens inversam in punctis F G, hoc est vniens puncti D, radios in puncto F, & puncti E, in G. ita vt post eam vnionem radij eôdem modò propagentur, ac si obiectum esset in F, G. Sumatur aliud speculum minoris Sphæræ segmentum; vt verbi gratiâ sit segmentum Sphæræ quatuor digitorum; ita vt vniat radios ad distantiam vnius digiti, sitque illud H I, & oculus K, sitque speculum H I, ita dispositum, vt E G, nempe prior vnio radiorum, sit illi vicinior quam focus, dico obiectum E D, visum iri ab oculo K, & maius quam directè appareret, & inversum.

Demonstratio. Obiecti ED, omnes radij colliguntur in F G, ita vt eôdem modò radiet post eam vnionem, ac si re vera esset in F G; (*per 47. huius*) sed si obiectum esset in FG, & distantia imaginis à speculo HI sit minor, distantiâ fóci (*per 51. huius*) amplificabitur obiectum F G, seu ED; ergo iam habemus quod augeatur obiectum, & quò HI, erit minoris Sphæræ segmentum, eò maius erit illud augmentum. Quod verò obiectum E D, appareant inversum ita ostendo. obiectum E D, ita radiat reflexe ad oculum K, ac si esset in FG, sed si esset in FG, eô modò quô supposuimus dextra apparerent sinistra, vt explicuimus (*prop. 38.*) hoc est videretur in eodem situ in quo est F G, sed F G, habet situm eversum: ergo obiectum ED inversum apparet.

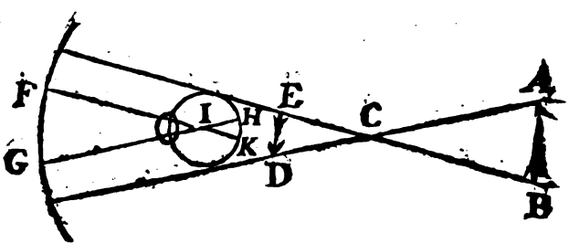
Fateor quidem huiusmodi telescopia id habere incommodi, quod cum maximâ difficultate collocari possit oculus, ita vt non impediat alterutram reflexionem. hoc autem proposui tantum doctrinæ gratia. Posset item loco secundi speculi apponi lens convexa; sed de lentibus dicemus in dioptrica.

## PROPOSITIO LV.

### Theorema.

*Oculus inter focum, & speculum concauum positus; obiecta remota videt erecto situ.*

Sit obiectum A B remotum, sitque speculum FG, cuius centrum C; ita vt omnes radij puncti




A, vniri debeant reflexe in puncto D, sicut omnes radij puncti B, in puncto E vniri debeant. Interponatur oculus cuius centrum I. dico obiectum AB, videndum erecto situ ab oculo I, intelligantur ex punctis E & D, per centrum I ducti radij DIF, EIG.

Demonstr. Si oculus sublatus esset, radius FID, pertineret ad punctum obiectiuum A, vniretúrque cum diametro ACD in puncto D. ergo ibi collocato oculo ad eandem obiecti partem A pertinet. transit autem per centrum oculi, ideóque aut nullam aut modicam patitur refractionem, & alij radij ad illum accedent, ideóque imago puncti A erit in K. eôdem modò ostendam imaginem partis obiectivæ B, esse in H. quare cum imago superior H repræsentet obiectum B, in contrario situ, (vt ostendimus cùm de visione directa) ostendet illud esse in loco inferiori, pariter imago K, inferior repræsentat obiectum A, esse in loco superiori, ergo obiectum AB, apparet erecto situ. quod erat dem.

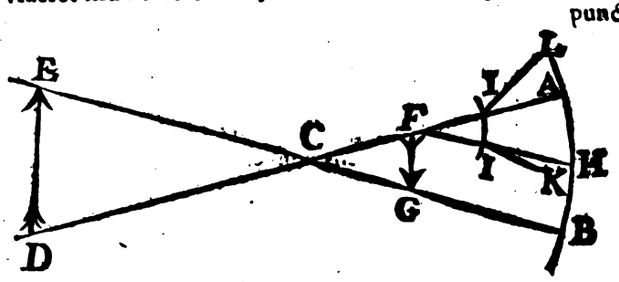
## PROPOSITIO LIV.

### Problema.

*Telescopium ex speculis concauo, & conuexo componere, in quo obiecta videantur erecto situ.*

Sit speculum A B, maioris Sphæræ segmentum, cuius centrum C, quod obiecti D E, imaginem distinctam exhibere deberet in F G, ita vt si oculus esset ante FG, (*per precedentem*) videret reflexe obiectum DE erecto situ. inter F G & AB ponatur speculum convexum, exiguæ Sphæræ segmentum. Et primo quia speculum convexum non immutat situm obiecti, vt vidimus; sed eôdem modò exhibet obiectum, quo ad situ, ac si oculus

esset in loco speculi vt vidimus; oculus autem videret illud erectô situ, etiam reflexæ in eo spe-




culo convexo, obiectum erectum videbitur. quia autem speculum convexum magis dispergit radios reflexos quam sint radij incidentes, præcipue eos, qui ita incidunt, vt vnirentur tantum post centrum ipsius speculi, inde fiet vt radij AF, HF, pertinentes ad eandem partem obiecti verbi gratia ad partem D, & qui vniri debuissent in puncto F, additô speculo convexo I I, cuius centrum sit inter F & I I, non ampliùs convergant, sed remittantur aut paralleli, aut divergentes quales sunt radij I L, IK, sed radios divergentes exceptos pupillâ, benè vnire potest christallinus, in retina; ergo aliquod convexum speculum adhiberi poterit, vt & distincte videatur obiectum, erecto situ, & maius. nam ostendimus quæ videntur in speculo concavo, ante concursum radiorum maiora videri; igitur invenitur id totum quod requiritur ad telescopium.

## DE CONCAVIS CYLINdricis, & conicis.

### PROPOSITIO LVI.

Theorema.

*Oculo existente in superficie, aut intra superficiem speculi cylindrici, aut conici à quolibet puncto speculi potest fieri aliqua reflexio.*

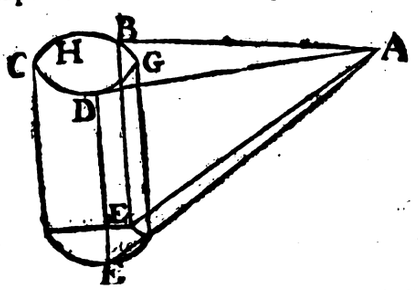
Hæc propositio per se nota est, cùm enim à quôlibet puncto speculi concavi, tam cylindrici, quàm conici ad quodlibet punctum superficiei, in quo supponitur oculus, & multo magis, ad quodlibet punctum intra eius superficiem existens, possit duci linea poterit à quocúmque punctô superficiei concavæ prædicti speculi, ad oculum aliquis radius reflexus pervenire, modò reliquæ partes speculi, non impediant radium incidentiæ, vt non impediunt.

### PROPOSITIO LVII.

Theorema.

*Oculo existente extra speculum concauum cylindricum; potest fieri reflexio ad illum a plusquam dimidiâ parte superficiei.*

Sit oculus A, extra superficiem cylindri, aut coni, & in eodem plano, cum circulo BCD, ducantúrque ex A, ad circulum BCD, duæ tangentes A B, A D, & per B & D, ducantur duæ lineæ parallelæ axi, ita vt intelligantur duæ superficies ADF, A B E cylindrum, aut conum contingentes secundùm lineas B E, D F; dico quòd à quolibet puncto superficiei concavæ BCF; poterit fieri re-




flexio ad visum A. hoc est si resecetur pars BEFD, ex reliquis omnibus punctis, duci poterit recta linea ad oculum A.

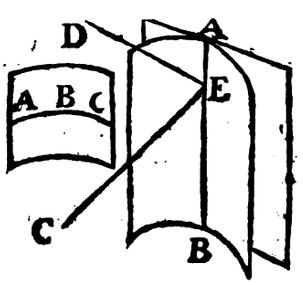
Demonstr. Sit enim punctum quodcúmque H. cum superficies A B E, tangat cylindrum aut conum secundum lineam B E, post illum contactum erit tota extra superficiem cylindri. ergo punctum H, superficiei cylindri est intra superficiem ABE, ergo poterit duci linea HA, sine vllo impedimento. quod erat ostendendum.

### PROPOSITIO LVIII.

Theorema.

*Si linea parallela axi, sit communis sectio plani reflexionis, & superficiei concauæ cylindri, aut coni, ab vno puncto obiecti, vnicus tantum radius reflexus ad oculum perueniet.*

Sit linea AB, axi cylindri parallela, communis sectio superficiei cylindricæ aut conicæ, & plani reflexionis; dico ab obiecto C, ad oculum D, vnicum tantum radium reflexum ED pervenire posse.




Demonstratio. Cylindrus secundum longitudinem A B, imitatur specula plana, sed in speculis planis vnius obiecti ad vnum eundémque oculum vnicus tantum radius reflexus, pervenire potest: ergo idem etiam accidet in speculis conicis, & cylindricis concavis, quotes communis sectio plani reflexionis, & superficiei conicæ, aut cylindricæ, est linea axi parallela.

### PROPOSITIO LIX.

Theorema.

*Si communis sectio plani reflexionis, & superficiei conicæ, aut cylindricæ concauæ sit circulus, aut alia figura curua; ab eodem obiecto, ad oculum plures vndq; reflexi pervenire possunt.*

Sit primo in cylindro communis sectio plani reflexionis

reflexionis & ſuperficiei cylindricæ, circulus ABC, ita vt tam obiectum, quàm oculus ſint in plano circuli ABC; dico fieri poſſe, vt ab obiecto ad oculum plures radij reflexi perveniant: nam (*per 17. huius*) oſtendimus obiectum inter centrum circuli, & focum poſitum, vnire radios vltra centrum, & viciſſim. hoc eſt ſi obiectum ſit vltra centrum, vniet radios, in aliquo puncto inter punctum & focum, & hoc requiritur vt obiectum, & oculus ſint in eadem diametro illius circuli, quod ſi non fuerint in eadem diametro; vnius puncti obiecti vnicus 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 obiectum in vno puncto foci fuerit ab omnibus eiuſdem Ellypſis partibus ad oculum in alio foco poſitum radios, reflectendos eſſe.

## PROPOSITIO LX.

### Theorema.

*Si ſpeculum cylindricum concauum, ita ſoli opponatur, vt radius ſolaris ſit ad axem rectus, omnes rady colligentur in linea axi parallela, & ab ea diſtante quarta parte diametri.*

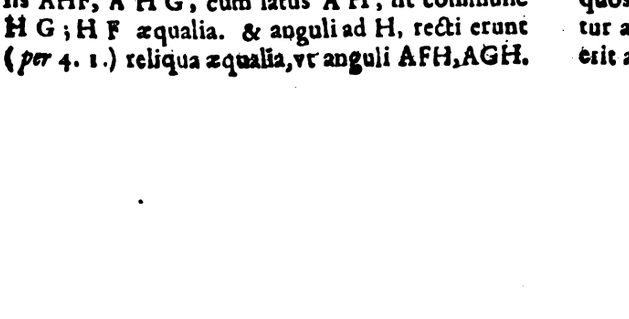
Si ſpeculum cylindricum modo prædicto ſoli opponatur, quia radij ſolares ſunt phyſice paralleli, intellectis circulis ſibi parallelis, & ad axem rectis, in ſingulis eorum (*per 15. huius*) radij ſolares in quarta diametri parte vnientur, ergo vnientur omnes in linea axi parallela. hoc eſt focus non erit punctum aliquod, ſed linea integra. quod erat oſtendendum.

## PROPOSITIO LXI.

### Theorema.

*Si conus ita ſoli opponatur, vt radius ſolaris cum axi coincidat; omnes radij ſolares in axe vnientur.*

Sit conus ABC, ita ſoli D oppoſitus, vt axis AD, directe ſolem reſpiciat; dico omnes radios




ſolares vniendos in axe AB. hoc eſt incidentes in eundem circulum axi parallelum, vniri in eodem puncto axis. loquor autem de conis rectis. Sint enim duo radij FK, LG, incidentes in eundem circulum baſi parallelum, & conſequenter ad cuius planum axis AH rectus ſit: quare in triangulis AHF, AHG, cum latus AH, ſit commune HG; HF æqualia. & anguli ad H, recti erunt (*per 4. 1.*) reliqua æqualia, vt anguli AFH, AGH. pariter anguli KFH, LGH ſunt æquales, cum radij 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 vtríque commune. ergo omnes radij incidentes in circumferentiam eiuſdem circuli, vnientur in eodem puncto I.

Si verò ſit alius radius MN, incidens in alium circulum, cum radij KF, MN ſint paralleli, radij etiam reflexi FI, NO paralleli erunt. atque adeo erit aliud punctum in axe in quo incidet radius NO.

### COROLLARIVM.

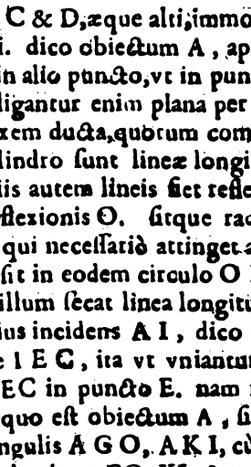
Ex hoc colliges nec cylindrò, nec conò ad ſolem expoſitò, ignem generari poſſe. cum vnius tantum circuli radij in vno puncto vniantur.

## PROPOSITIO LXII.

### 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 vt meliùs poſſit fieri iudicium de loco obie-




cti, ſint oculi C & D, æque alti, immo & æqualiter ab axe remoti. dico obiectum A, appariturum in axe cylindri in alio puncto, vt 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 vt vniantur radij reflexi OED, IEC in puncto E. nam in plano circuli in quo eſt obiectum 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 eius, 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



Digitized by Google

C & D, radios obiecti A excipient, quasi esset in puncto E, igitur obiectum illud videbitur in puncto E.

Si verò sit aliud punctum B, eiusdem obiecti, quia cylindrus secundùm longitudinem suam planus est, speculà autem plana non invertunt situm obiectorum; illud punctum obiectiuum B, videretur in alio puncto eiusdem axis supra punctum E.

### COROLLARIVM I.

Ex eo deducere potes modum, quô ita dispositida sit candelæ flamma, vt videaris illam digitô tangere. si enim flamma sit in A B, videbitur in E M. quare si tegatur A B, ne potentiori lumine ad se oculum trahat; & digitus sit in EM. videbitur tangere flammam, cum tamen ab ea longissime absit.

### COROLLARIVM II.

Hoc etiam verissimum est in cono, & tàm facile demonstraretur, conus enim secundùm longitudinem etiam planus est.

### COROLLARIVM III.

Non tantùm ea obiecta, quæ sunt in axe, hôc modô videbuntur; sed ea etiam quæ sunt inter axem, & quartam partem diametri, vt ostendimus cum de speculis concavis egimus.

## PROPOSITIO LXIII.

### Theorema.

*De Reflexionibus in corporibus scabris.*

Fieri reflexionem aliquam in corporibus scabris, & minime politis, præcipue verò albis, experientia satis ostendit. si enim paries albus radiis solaribus illustretur, ita potenter solares radios ad oculum remittit, vt vix ab oculo ferri possint. tota quæstio potest esse an reflexionis leges in his omnibus obseruentur. Respondeo autem, optimè etiam in iis, huiusmodi leges locum habere, nempe vt 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 obseruator æqualitas angulorum; licèt in totali superficie sensibili, ex iis omnibus coalescente, deficere videatur. immò vt iam dixi supra, ex varia corporum texturâ, varios colores oriri non imptobabiliter nonnulli existimant. certum est enim, vnum colorem, magis oculos afficere, quam álium; ita volunt albedinem ex variis sphærulis contextam esse, quæ ideo aptissima sit, ad radios solares, in orbem remittendos. nigredo vero lacunis fere continuis constet, vnde radios ebibit, non remittit, ex quo fit vt alba, difficilius incendantur speculo vstorio, nigra verò facillime.

## PROPOSITIO LXIV.

### Theorema.

*Lunare corpus politum non est; sed scabrum.*

Invaluerat olim illa opinio, lunam ad modum speculi tersam esse; ideóque aptissimam ad radios solares, in terras remittendos. optime tamen ostendit Galilæus ratione facili, eam inæqualitatibus constare, & scabritiem habere. quæ vt intelligatur supponendum est, Lunam non tantum rotundam esse, sed Sphæricam, quod ex eius phasibus continuóque incremento, & decremento facile demonstrari potest; quô supposito ita argumentor. si luna lævis esset & polita, esset speculum convexum, & consequenter proprietates convexorum haberet. vna autem ex proprietatibus convexorum, est vt non à qualibet sui parte, eiusdem obiecti radios, ad eundem oculum reflectant, sed ab vna, & determinata parte. addo quod imago obiecti in eis multo minor videatur, igitur si luna esset speculum convexum, solis imago in ea videretur, sed valde parua, 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 longe maiores, vt in astronomia satis facile demonstratur.

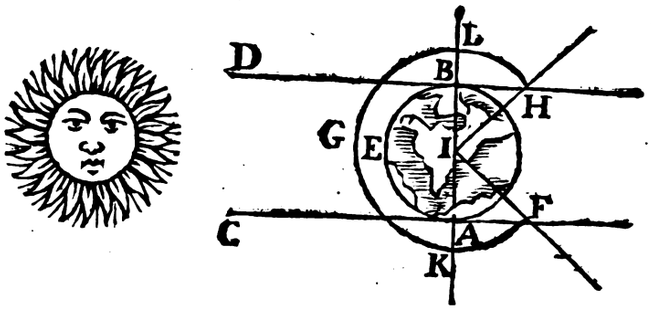
## PROPOSITIO LXV.

### Theorema.

*An in reflexionibus corporum non latium proportio decrescentis luminis, sit in duplicata ratione distantiarum luminosi, an verò corporis reflectentis.*

Hæc propositio est valde vtilis, ad explicandum præcipue caloris circa terram circumfusi decrementum ita sensibile, vt licet in terra sit nonnunquam calor intensissimus, sit tamen ad duo aut tria milliaria à terra, frigus summum; ex quo fit vt iudicium feratur de temperamento alicuius regionis necesse esse, vt non tantum latitudinis, & elevationis poli habeatur ratio, sed præcipue 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 multo maiorem in montibus, quam in vallibus calorem vigere. Si vero radium reflexum consideremus, præcipue eum qui à corporibus scabris remittitur, lumen & consequenter calorem decrescere in duplicata ratione distantiarum à corpore reflectente.

Sit enim terra AB, solis radij extremi C A, D B tangentes




tangentes terram, qui propter immensam solis à terra elongationem sunt physice paralleli. si spectemus radium præcisè directum; tantum erit lumen in parte suprema terræ, quantum foret post terram, si nempe auferretur, cùm enim radij sint physice paralleli, spatium inter eos interceptum non ampliatur sensibiliter, atque adeo vt iam alias ostendimus lumen quo ad intensionem decrescere non debet. Si vero spectemus radium reflexum, quia terra eum remittit in orbem ita vt crescat spatium, nam reflexe 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 maius fit illud spatium, & in ratione maiori 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 vt fieret semper maius in ratione duplicata distantiarum à centro terræ I, sed spatium illuminatum reflexe 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 maius spatium illuminandum est, ideo iam mensura decrementi luminis desumenda non erit, penes solis à loco illuminato distantiam, sed à distantia fenestræ duplicata.

Fateor tamen non mihi omnino scrupulum eximi, eo quod, adhuc nimis cito videatur evanescere calor ille reflexus à terra, & non observare hanc decrementi sui proportionem, duplicatam nempe à centro terræ, aut etiam maiorem, nam distantia trium milliariorum, supra diametrum terræ, quæ est trium millium trecentorum, non haberet sensibilem rationem, vnde puto recurrendum esse, ad calorem in ipsa terra, vt potè corpore denso melius, & potentius agentem.

*Aurora & crepusculum, & hanc speciem reflexionis inordinatæ reuocantur, sed de hac materia egimus in fine sequentis tractatus.*



# TRACTA

# TRACTATVS XXI.

# DIOPTRICA

## Seu de radio refracto.

*IN hac maxime materia, antiquos omnes tàm philosophos quàm mathematicos, superauimus, qui licet refractiones agnouerint, immò illius leges Alhazen, & Vitello satis exquisite tradiderint, nihil tamen quod cum perspicilliis nostris, multò minus cum telescopiis possit comparari præstiterunt. Atque adeò puto, eos qui antiquitati omnia deferunt, nihilque sanum, aut optimum putant quod in priscis autoribus non agnouerint, nouis recentiorum inuentis, Dioptricisque maxime facile conuinci posse: vt iam nos veteribus oculatiores fateantur. Sed hæc in huius operis decursu satis superque probabimus. hunc tractatum in tres libros partior.*

*Primus erit de generalibus refractionis principiis, specilliſque separatis conuexis, aut cauis.*

*Secundus varias combinationes specillorum explicabit.*

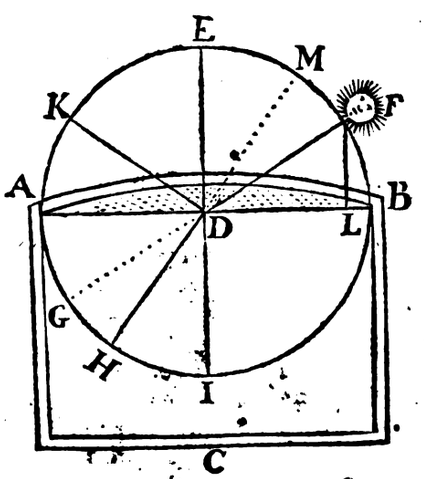
*Tertius de refractionibus coloratis aget.*

# LIBER PRIMVS.

## De Refractione & specillis separatis.

### DEFINITIONES.

PRIMA. Refractio est deviatio luminis, à linea recta per quam propagari vlterius debuit; propter diversam mediorum densitatem. Hæc definitio communis est omni circa naturam luminis opinioni. certum est enim dari radios luminis, eiúsque propagationem fieri per lineas rectas, quod etiam intelligendum est, licèt lumen admittatur nullô motu locali deferri à loco in locum; sed à lucido immediate produci in eo subiecto 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 quomodocúmque; sed secundum lineam rectam: ita vt si sumatur totum lumen à quo illud, quod in manu mea à sole producitur, dependet, illud inquam totum lumen, lineam rectam ad solem vsque protensam efficiat. Et in eo sensu intelligendus est radius luminis, nempe totum illud lumen cuius 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 vltra obicem produci debuerat, ante ipsum producitur; vt explicuimus in Catoptrica. pariter quotiescúmque radius media diversæ densitatis subit, non inceptum iter prosequitur; sed ab eo tantisper recedit, secundum lineam aliquam, cum incidente radio, angulum obtusum comprehendentem, & hæc radij vlteriùs protensi deviatio ex medij diversitate ortum ducens, vocatur à nobis refractio. cuius differentia à reflexione inferiùs satis patebit.




Sit ergo ABC, vas aquâ plenum, cuius sectionem exhibeo, vt melius angulos, & lineas de quibus est quæstio, oculis subiiciam. sit illius centrum D, circa quod intelligatur circulus verticalis

Digitized by Google

ticalis AEBC, nempe ad ſuperficiem aquæ, quæ horizontalis ſupponitur rectus. propagetur à ſole, aut lucido quôcumque F, radius F D, per lineam rectam donec incurrat oblique in ſuperficiem aquæ. quia aqua eſt etiam luminis capax, vlteriùs propagabitur lumen, non quidem in directum, ſecundùm lineam D G; ſed ſecundùm lineam DH. Ita vt fiat in puncto D angulus FDH, hic angulus vocatur refractio.

Quod vt meliùs intelligatur; ſupponatur tota ſuperficies vaſis AB, tecta corpore opaco. exceptô punctô 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 ſecundum lineam DH.

Talem autem dari refractionem evincunt experientiæ. primo hæc ſi bene fiat, deinde quæcumque in lentibus convexis, concavis, polygonis accidunt, hôc principiô nituntur.

Diſcrimen eius à reflexione, ſatis per ſe patet, nam in reflexione radius, tàm incidens, quam reflexus in eodem ſunt medio, angulóſque faciunt incidentiæ æquales, vt ſi lumen per radium incidentem FD productum, continuaretur per lineam DK. At verò in refractione radij angulum comprehendentes in medio diverſæ denſitatis communiter inveniuntur, aut ſi accidat aliquando vtrumque in eodem medio inveniri, non erunt anguli æquales.

2. Radius incidens, eſt linea recta ſecundùm quam in primo medio lumen propagatur, ad ſecundum vſque, vt radius FD, eſt radius incidentiæ, ſecundùm quem lumen intelligitur propagari in aëre, vſque 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. eôdem prorſus modô, quô diximus punctum incidentiæ, & reflexionis idem eſſe.

4. Axis incidentiæ eſt linea in primo medio, ducta ad communem vtriuſque diaphani ſuperficiem recta, vt 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 vtriuſq; 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 commmunem vtriuſque diaphani ſuperficiem recta, eſtque ſuperficies circuli FAH, in qua nempe inveniuntur radij F D, DH, incidens, & refractus.

Angulus incidentiæ, eſt angulus quem comprehendit radius incidens, cum ſuperficie communi vtriuſque diaphani, angulus nempe minimus, qualis eſt angulus FDB, aut ducta perpendiculari FL, ad ſuperficiem aquæ, ductaque ad punctum refractionis D recta L D, angulus F D L, eſt angulus incidentiæ.

Angulus refractus, eſt ille qui comprehenditur radio refracto, & axe refractionis, vt angulus H D I.

6. Angulus refractionis ille eſt, qui comprehenditur radio refracto, & radio incidentiæ producto, intra ſecundum diaphanum. vt angulus GDH.

Angulus inclinationis diligenter notandus, eſt angulus quem comprehendit radius incidentiæ, cum axe incidentiæ vt angulus FDE.

7. Refractio ad perpendicularem; eſt ea refractio vi cuius in ſecundo diaphano, radius refractus magis accedit ad axem refractionis, quam radius incidentiæ productus, vt in figura propoſita, refractio GHD, eſt ad perpendicularem, quia radius refractus D H, 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 lucidũ aut viſibile eſſe intra aquam in puncto H, ita vt radius incidẽtiæ ſit HD, qui productus in aëre eſſet DM, ſi aër ſumatur pro ſecundo medio, D E, 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, quotieſcúmque radius luminis à medio rariori in denſius, oblique incidit; vt in appoſito exemplo in quo lumen propagatur in aëre per lineam F D, incidentem obliquè in ſuperficiem diaphani rarioris, vt aquæ. Refractio autem à perpendiculari, fit quoties radius in medio denſiori propagatus, incidit oblique in ſuperficiem diaphani rarioris. Aliquando autem accidit, vt ſit mixta refractio. hoc eſt vt per plura quam per duo diaphana fiat luminis obliquè incidentis propagatio, vt dum lumen ab aëre incidit in chriſtallum, & à chriſtallo rurſum in aërem, eſt mixta ſeu duplex refractio, diverſæ rationis. prima enim fiet ad perpendicularem, ſecunda à perpendiculari.

## DIGRESSIO,

### Phyſica.

*De Cauſis phyſicis refractionis.*

Vt ingenuè fatear quod res eſt, (neque enim veritatem ſolam inquirenti diſſimulare licet) hæret mihi aqua. neque quidquam ſolidi in hac materia mihi occurrit, ne tamen aliquid intentatum relinquamus, quidquid ab aliis prolatum eſt, quidquid mihi in mentem venerit, in medium afferam, vt ex his quod ſæpiſſime accidit, aliis excogitandi occaſio præbeatur.

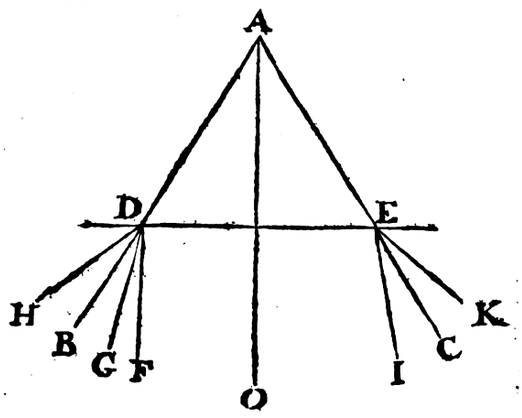
Quærimus ergo rationem phyſicam refractionis, quæ haud dubie ſecundum varias opiniones, varia etiam eſſe debet. Et primò quidem expendemus quid in opinione communi peripateticorum, lumen eſſe verum accidens phyſicum aſſerentium, communiter dicatur, aut etiam dici poſſit; deinde quid in ſententia contraria lumen eſſe corpus aſſerente pro refractione explicanda communiter afferatur, quid in eâ, quæ iam diffuſæ materiæ & propagatæ, motum vehementiſſimum lumen eſſe agnoſcit, dicendum ſit, vt ex eorum collatione, meliùs de toto negotio, immo & de ſententiarum maiori probabilitate iudicium feramus.

Neſcio quô fatô, iam ab aliquibus ſæculis peripateticorũ ſchola ita metaphyſicis cõmentationibus animum intẽdit, vt res phyſicas omnino negligere videatur,



Digitized by Google

videatur. tot continuo libri prodeunt, qui entis rationis vltimos apices prosequuntur, tot qui rerum possibilium calculum inire studeut; effectuum verò continuò in oculos incurrentium, naturam & causas prætereunt. quod in hac luminis proprietate accidisse merito mihi conqueri liceat, vt inter tot philosophorũ volumina, vix vnus 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, vt quaquaversum producat in medio proportionato lucem, quæ lux est talis naturæ, vt luminosum sit quasi centrum, & ducantur quaquaversum radij. Licèt autem hæc diffusio luminis fiat in instanti per actionem effectivam, non per effluvium, aut motum localem, certum tamen est facilius fieri, quò medium magis proportionatum fuerit, cùm sit hæc vniversalis ratio omnium agentium, vt quò medium actionis est magis proportionatum, eò faciliùs agant, licet non celeriùs. ergo etiam luminosum eò facilius & fœliciùs lumen diffundet, quò medium est magis proportionatum, & magis habet puram rationem medij. Supponit item diaphanum magis rarum esse, & magis proportionatum lumini, quam densius. quod quidem nullô modô probat; nam vt benè sibi obiicit opacum diaphano opponitur, non autem densum. id tamen probare facile possemus ex illa luminis propagatione quam suo loco explicuimus, nempe quod agens lucidum determinatum sit, ad certum & determinatum numerum graduum. ita vt ideo decrescat lumen in intensione, quòd idem graduum numerus crescente spatiô, 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 eius suppositio.




Sit igitur luminosum A, quod effundat radios circumquaque in orbem. sumamus autem partem aliquam sphæræ activitatis, quæ sit ABC, cuius radij AB, AC, incurrant in medium densius DE. quia (inquit) mutatur dispositio subiecti, debet etiam mutari vis, & modus actionis, & quia in Sphæra activitatis, ita agit agens principale, vt agat cum dependentia à partibus Sphæræ, quasi vna pars Sphæræ ageret in aliam sequentem; vbi invenitur medium magis restitivum, & minus aptum, se vis activa roborat, naturâ inspirante vt commodior sequatur actio; quia autem luminosum ex sua ratione agendi, agit per lineam rectam, seu in directũ, vt roboretur vis activa, debet mutari directio, & magis vniri. si ergo perdurasset eadem medij dispositio, actio continuata fuisset per lineas DB, EC, ex resistentia verò subiecti vt partes DAE, roborẽt suam vim, in partes sequentes minùs aptas, vt pote densiores, contrahunt actionem, & dirigunt radios magis in arctum, nempe in GD, E I, & ita radius AD, qui recta propagatus esset ad B, refringitur ad perpendicularem DF. similiter si medium sit magis rarum iam facilior est actio luminosi, cum ergo partes DAE, perveniant ad rariores, quia iam faciliorem inveniunt actionem, extendũt quasi sphæram, & quia modus agendi luminosi procedit radiosè in directum, ista extensio Sphæræ, est per expansionem radiositatis: &, quia si duraret eadem dispositio, tota activitas fuisset comprehensa spatio BAC, cum in DE, sit maior 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 locũ obtinere debet, nec apparet vlla ratio, cur potiùs in vnam partẽ, quâ in aliâ concedat.

Maior etiam sit refractio quò radius magis obliquè cadit; quia tunc intelligitur cum perpendiculari maiorem portionẽ Sphæræ continere, quæ alterationem patiatur, & consequenter quæ maiorem alterationem pati debeat. atque hæc sunt quæ ille de refractione disserit. non mihi tamen satisfaciũt, non video enim eo quod obiiciatur luminoso A, vel etiam si volis, agenti totali ADE, (nã supponit lumen per medium diffusum, ad vlterioris luminis propagationem, & productionem concurrere.) nõ video inquã quomodo se vis activa ADE roboret, neque quid sit naturæ inspiratio, satiùs enim foret si passo densiori, & pluribus partibus constanti lumen producendum, ita distribueretur, vt quælibet eius pars pauciores gradus acciperet. deinde non satis perspicio à quo determinetur vis activa, vt seligat illam directionem, quæ sit aptior, vt maior sequatur actio & facilior. tertiò non invenio, quid sit agens necessariũ faciliùs aut difficilius agere proprie loquẽdo; cum enim totum effectum producat quem poterit elicere, totúmq; conatum vt ita dicã quem potest adhibeat, vix explicari potest quid sit hæc difficultas. bene quidem id intelligo in agẽtibus liberis, quæ cum modò maiorem vim adhibere possint, modò minorem; tunc cum maiori difficultate dicuntur operari, quoties ad eundem effectum producendum maiorẽ vim adhibent; at agẽtia necessaria non ita, sed tantum maiorem 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 maiori difficultate. quare ideo fit refractio, ne tam paruus sequatur effectus in medio densiori, sed quare hoc, non explicatur satis; nec potest ex eo principio deduci vlla 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 bene concluditur, nisi daretur refractio multum imminueretur intensio quantitatis producendæ; ergo debet dari refractio, hoc quidem ostendit bonum esse dari refractionem. quod tamen satis physicum non est, nec ostendit modum quô fieri debeat. Deniq; in refractione à perpendiculari non

valet

valet illa ratio, nec contraria facile applicari poteſt. Si enim effectus in medio rariori eſſet intenſior, quid inde ſequeretur. adde quod ſæpe accidat ex refractione vt maxime augeatur lumen, ita lentes convexæ radios vniunt, vel multum decreſcat vt in concavis, & multo magis quam ſi nulla refractio fieret; deberet autem ibi ceſſare refractio. multa alia obiici poſſent, faciliùs enim eſt præcipue 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, & primo quidem conſiderat lumen, vt eſt principium caloris, ſub qua conſideratione ordinatur, ad diſponenda infima elementa, terram, & aquam, ad productionem mixtorum, & ad vitam viventium, mirũ 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 radij è puriori æthere incidentes, dum franguntur plures ad globum terraqueum perveniunt, qui ſine refractione vlteriùs progrederentur, ita in crepuſculis experimur diem extendi, ad aliquas horas, & in Sphæra parallela ad aliquos menſes. Secundò modò conſiderari poteſt lumen tanquam neceſſariũ ad viſionem, patet autẽ ex refractione multum iuvari viſionem; cũ humoribus oculi, multi luminis radij in eandem retinæ partem confluãt, 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 radij dilatantur licet incidant in medium denſius, vt accidit in lente concava, aliquando vniuntur vt in lente cõvexa. quod non puto facere aliquid ad rẽ, 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 præciſe ſumpto, neo à maiori, aut minori exceſſu virtutis agentis ſupra reſiſtentiam paſſi, aut ex maiori, & minori eiuſdem paſſi reſiſtentia, quia (inquit) ab eadem virtute, in medio eiuſdem rationis poteſt, tam diverſò modò ſuccedere luminis, & repræſentativorum (intelligo ſpecierum viſibilium, quas ipſe admittit) propagatio, nempe vt incurrendo in lentem concavam vitream diſpergatur lumen, & incurrendo in convexam vniatur. ex quo concludit non ſupereſſe niſi finem ad quem tales radiationes ordinantur; cuius determinatæ exigentiæ conveniens fuerit tales leges ſanciri ab authore naturæ, vt 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 alterius iudicium. puto tamen quod ſi aliqua ex parte ipſius agentis, aut etiam medij nullâ habitâ ratione finis vlterioris, poſſet inveniri refractionis cauſa, conſultiùs ſine dubio foret. quæro enim an potuiſſet Deus contrarias leges ſancire, & velle vt 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, vt quæ ad viſionẽ iuvandã idonea eſſet ſequeretur, quam ſuppoſitis animalium oculis legem ſancire, vt ſemper refractio tali modo fieret.

Aliæ rationes quæ pro refractione explicanda afferuntur, ſupponunt etiam paulo diverſas circa naturam luminis opiniones: & primo 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 ingenij plurimum, præcipuúmque continet illius opinionis fundamentum, quòd nempe ſi lumen, vt 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 vllô modô ſubſiſtere eam propagationem luminis, quam communiter admittunt peripatetici; Eâmque præcipue hoc nomine reſpuit, quòd actio in paſſum diſtans admitti nullô modô poſſit, ideóque ſol immediate non poſſit lumen hic in terris educere ex potentia aëris, non etiam lumen ab alio ſibi vicino tantum pendet quod ſufficienter probavimus, meô tamen iudiciô hæc infirmatio communis opinionis, non eſt vſque quaque valida. quæreremenim an detur aliqua actio non immanens in rerum natura, ita vt ſit diſtinctio inter agens & paſſum, nullam admittere niſi immanentem eſt aliquid valde durum. igitur admitti debet aliquod agens quod in paſſum ſibi cõtiguum agat, neque enim duo corpora, agens, nẽpe & paſſum compenetrari poſſunt. vlteriùs inquiro an agens illud quod in paſſum ſibi contiguũ agit, agat tantum ſecundum vltimam ſui ſuperficiem, quæ cum nulla detur huiuſmodi, dicetur totum agens per modum vnius agere. vlteriùs quæro in tali actione, partes remotiores agentis quomodo ſe habeant, & an agant in diſtans, neque enim tangũt ipſum paſſum, nec etiam agunt per medium, cum propter ſimilitudinẽ totius agentis; ſit incapax talis actionis. ergo hoc habeo quod agentis partialis debeat admitti actio in diſtans, modo coniungatur cum aliquo intermedio agente. vnde ſi tum lumen medij ſupponatur etiam concurrere ad productionem vlterioris, poterit etiam ſol illius eſſe agens partiale. Sed de hoc iam alias. quod tantum repetij vt oſtenderem hoc argumentum non multum faceſſere negotij.

Secundum quo vtitur eſt paulo validius, ita autem habet. ſi lumen ab agente lucido educeretur ex potentia medij diaphani, nulla daretur ratio, quare propagaretur per radios refractos. nam tam forma quæ produci debet æqualiter afficitur, erga ſingulas medij æqualiter diſpoſiti partes, nec vnã magis refugit, quàm aliam; agens item æqualiter fertur erga ſingulas eiuſdem medij partes; ſed chriſtallus eſt æqualiter diſpoſita, ſeu perfecte homogenea, ergo quomodocúmque ſoli obiiciatur, nulla erit ratio, cur lux vnam eius potiùs partem invadat, quam aliam, addicatúrque huic potiùs informandæ, quàm aliis, vt accidit in globo chriſtallino qui ſi ſoli exponatur quia radij ſolares incipiunt ad invicem convergere propter re-



Digitized by Google

fractionem, plurimæ posterioris hæmisphærij partes carebunt lumine, supponitur autem æqualis dispositio in tota christallo.

Quod si dicas eandem non esse in tota christallo dispositionem, eò quòd illius superficies obliquè soli opponatur. Sed contra quia illa superficies easdem habet dispositiones quas habet tota christallus, quòd verò superficies tali, vel tali angulo excipiat actionem agentis lucidi, non minuit vel auget, mutat, aut alterat dispositiones subiecti, quæ non pendent ab angulo incidentiæ; nam virtus fortior, & propinquior subiecto, meliùs agere debet, sed fieri potest sub quocúmque angulo incidentiæ, vt applicetur fortius agens christallo, 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 vlterioris luminis, quare cum Sphæra activitatis componatur ex medio difformi, raro nimirum & denso, occurrente densô ob eiusdem resistentiam, vis activa, tam lucidi quam luminis iam in primo diaphano propagati se roboret, vt commodior sequatur actio, & quia luminosum agit per lineam rectam, vt roboretur vis activa debet immutari directio, & magis vniri, & quò magis obliquè radius incidit, eò maior est refractio quia sic per illum radium intelligitur præcisa maior portio Sphæræ. Sed contra quia licet admitteretur vnam luminis partem ad propagationem vlterioris concurrere, nulla tamen apparet ratio, cur incurrente diaphano densiore, debeant partes non amplius agere, per lineam rectam. deinde forma in subiecto 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 maiorem; vires magis vnire, & colligere.

4. Vis illa quæ dicitur magis vniri, vel est interna lucido, vel externa, sed neque interna potest dici, collectior respectu christalli, 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 radij divergerent ab invicem; neque videntur satisfacere eo 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. Christallus eadem non maiorem habet densitatem respectu aëris, ex quo cum inclinatione maiori, in eam incidit radius, quàm respectu alterius aëris, ex quo radius cum minori inclinatione incidit; ergo maiorem non habet resistentiam; ergo neque maior refractio in vno casu, quam in alio sequi debet. neque etiam maior requiritur vis ad lucem in christallo generandam per lineam refractam, quam per lineam incidentiæ productam, & continuatam.

Vltimò non potest intelligi quid velint authores istius sententiæ, dum dicunt quò radius est magis obliquus, intelligi maiorem Sphæræ portionem, nam quicúmque radius à centro ad circumferentiam ductus sive per medium vniforme sive difforme, sivè perpendiculariter, sive obliquè incidat; est semper semidiameter, ergo nullus radius, etiam obliquus potest dici maiorem portionem Sphæræ præscindere; nisi sumatur cum alio verbi gratia cum perpendiculari, sed si tantum hôc modô intelligatur, tam radius perpendicularis refringi deberet quam alius, tantam enim portionem Sphæræ continet ille qui perpendicularis cum obliquo, quantam obliquus cum perpendiculari. denique radius oblique incidens ita refringitur, etiam si nullus alius radius perpendicularis adsit. ergo spectari non debet portio Sphæræ, quam cum perpendiculari continet.

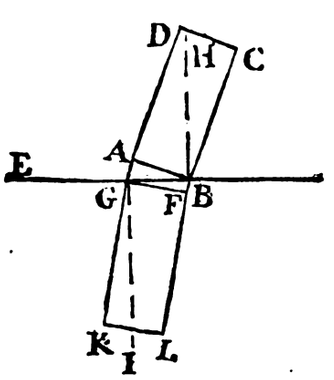
Impugnatâ hôc modô communi opinione, immò & aliis, suam opinionem de lumine conatur stabilire, de qua suo loco iam diximus. superest vt in ea rationem reddamus cur lux in medio æquabiliter denso, per rectos radios progrediatur, incurrente autem medio densiori, obliquè tamen, deviet à pristina rectitudine. Lux partes habet quibus constat, easque æqualiter veloces. vnde si radium aliquem non abstracte sumptum, & omni carentem latitudine, sed physice sumptum consideremus satis apparebit in medio æquabili motum rectum affectare. nam hæc opinio supponit lumen esse corpus, & quidem non omnino dissolutum, quasi simplicem cuiusdam puluisculi congeriem, sed pro modo suæ summæ tenuitatis coagmentatum, vt est aqua, aër, flamma, idcóque quilibet radius partes habet continuas, & aliquantulum cohærentes, & quantum possunt continuitatem affectantes: vnde fit vt dum lucis radius in planum diaphanum oblique incidit, partes quæ porum idoneum non nanciscentur, reflectentur, quæ verò porum sibi conformem nactæ fuerint permeabunt, & quantum poterunt suam continuitatem affectabunt. cuius rei illustre afferri potest exemplum in aqua, sit enim aquæ copia quæ ruat verticaliter cui planum oblique obiiciatur, sed crebris foraminibus pertusum, primò partes aquæ quæ in partes solidas obicis incurrunt, reflectuntur, quæ vero foramina permeabunt, continuitatem aliquam habebunt, & à recto tramite deviabunt: licet autem aliquæ partes recta transire possent, sine vlla vt ita dicam refractione, quia tamen propter obliquitatem pori non omnes eô modô transitum habere possunt, simul omnes eodem modo refringentur: atque ita continuitatis vt ita dicam amor, aut potiùs nexus ille & implicatio, quô 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, licet aliqua eius pars directum nanciscatur aditum, si tamen radius, vt ita dicam totalis eandem directionem servare non possit, coguntur omnes partes eandem viam inire. quod vt faciliùs adhuc explicetur supponendum est, quid sit corpus esse diaphanum in hac opinione; nempe potes habere plurimos, & in omnem ferè partem extensos; ex quo fit vt per huiusmodi corpora facilis lumini transitus præbeatur. quia tamen huiusmodi pori in aliquibus diaphanis laxiores sunt, in aliis verò strictiores & minutiores, per minutiores autem, plures proportione servatâ partes superficiei extimæ radiorum tangunt corpus illud diaphanum, inde fit vt propter partium pressum, & affrictum nonnihil retardetur luminis transitus. quod autem

minora

Digitized by Google

minora corpora maiorem proportionaliter ſuperficiem habeant; id facile oſtenditur ex eo quod ſoliditas corporum creſcat in duplicata ratione ſuperficierum. ex quo principio oritur, vt minutiora corpora difficilius deſcendant in aqua, quam eiuſdem naturæ, & gravitatis ſpecificæ maiores moles. ita exigua arenula ex lapide deciſa ſenſim admodum deſcendit in aqua, totus autem lapis velociùs, ratio eſt quia cum indeſcenſu partes extimæ ſuperficiei radant aquam; quò plures partes ſuperficiei erunt, reſpective ad pondus, eò tardior erit motus, ſupponatur autem arenula pendere vnam vnciam, & eius ſuperficiem æquivalere quadrato cuius latus ſit vnius digiti, ſitque lapis 16 vnciarum, illius ſuperficies erit quatuor digitorum, nempe quadrupla primæ, cum ergo reſiſtentia orta ex eius ſuperficie, & pondus ſit decies ſexies maius, haud dubie facilius vincetur reſiſtentia vt quatuor, à pondere 16 vnciarum, quàm reſiſtentia vt vnum, à pondere vnius vnciæ, inde fit vt pluma tam lentè deſcendat, cum tamen moles plumeæ citò feratur: igitur bene aſſumi poteſt, lumen velocius moveri in corpore rariori, quam in denſiori, eo quod in denſiori, pori ſint minores, & conſequenter magis per eos attenuetur lumen, habeátque maiorem ſuperficiem reſpective ad molem ſuam, quare ſi intelligatur radius aliquis ita incidens obliquè, in ſuperficiem diaphani denſioris, vt vna eius parsporum ſibi conformem nacta, priùs illum ſubingrediatur, ideóque tardiùs moveatur; interea dum alia eiuſdem radij pars naturali aliquò nexu, cum ipſa continuata, in aëre libere velociùs defertur; neceſſarium eſt directionem totius radij mutari.

Quod quidem multis exemplis confirmari poteſt, finge tibi currum aliquem, cuius rotæ æquali velocitate ferantur, haud dubie 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 vt ſi altera ita remittat de ſuo impetu, vt æqualiter ambæ poſtea moveantur mutabitur directio. quod vt ſchemate aliquò illuſtremus. Sit radius aliquis ABCD, non




quidem mathematicus, ſed determinatam latitudinem habens, qui oblique incidat in ſuperficiem aquæ BE, ſitque linea vt ita dicam terminus illius AB, propter obliquitatem incidentiæ prius illius radij pars B, tanget ſuperficiem aquæ B E, 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 AG, percurritur in aëre à puncto A: igitur linea A G maior erit, quàm linea B F. In triangulis autem ABG, BGF, cum latus GB ſit commune, item latera A B, G F æqualia, & baſis A G maior, baſi BF, (*per* 25. 1.) erit angulus A B G, maior angulô BGF; ſed angulus A B G, eſt angulus inclinationis radij incidentiæ, aut certe illi æqualis, item angulus BGF, eſt æqualis angulo inclinationis radij refracti, nam in punctis B, & G, ducantur duæ perpendiculares BH, G I, angulus CBH, eſt angulus inclinationis radij incidentiæ B C, & angulus K G I, eſt angulus inclinationis radij refracti GK; & cùm ABC, ſit angulus rectus, item GBH, ſit angulus rectus; ablatô communi angulô ABH, erunt anguli ABG, CBH æquales, pariter cum anguli KGF, IGB ſint æquales, vt poté recti, ablatô communi I G F, erunt anguli KGI, FGB æquales: igitur angulus inclinationis anguli incidentiæ maior eſt angulo inclinationis anguli refracti. quod erat demonſtrandum.

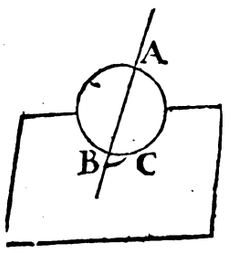
E contra verò ſit radius KGFL, propagatus in medio denſiori, qui incurrat in ſuperficiem communem aëris & aquæ, nempe in ſuperficiem GB, punctum G, priùs perveniet ad aërem, & emerget ex aqua, quam punctum F, habet autem hoc lumen vt in medio rariori velociùs feratur, quàm in medio denſiori, ideóque pariter oſtendetur angulus inclinationis radij incidentiæ, nempe KGI, minor eſſe, angulo HBC, inclinationis radij refracti BC. Ex quo vides quid ſit refringi ad perpendicularem, hoc eſt radium magis accedere ad perpendicularem, ſeu angulum inclinationis radij refracti fieri minorem, angulo inclinationis radij incidentiæ: vt in primo caſu. quid refringi à perpendiculari nempe angulum inclinationis radij refracti, maiorem eſſe, angulô inclinationis radij incidentiæ. In quo faciunt aliqui non modicam difficultatem, nec ſatis bene percipiunt quô principiô radius dum emergit ex aquâ, reſtituat ſe ad priſtinam velocitatem, ſi enim ab agente lucido verbi gratia à ſole recepit impetum, & velocitatem, vbi hæc retuſa eſt in denſiori medio, cur ſe reſtituit, & velociùs fertur; quam in medio denſioti; vnde volunt aliqui hanc vim lumini nativam eſſe, ita vt vbi liberum fuerit ab obice eius motum retardante, priſtinum motum reſtituat. Sed adhuc meo iudicio 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 impetûs velociùs movebitur in aëre, quam motum fuiſſet in aqua. in aqua autem, motum fuiſſet æque velociter, ac punctum F; ergo ſemper reſtat, quòd velociùs feratur in aëre, quam punctum F, & quod debeat dari refractio.

Alij non admiſsâ, & non conſideratâ tanta radiorum continuitate, qualem ſupra poſuimus, globuli tantum vnius rationem habent, in quo globulo conſiderant quaſi axem aliquem, ſecundum quem impreſſus illi eſt impetus, quod vt oculis ſubiiciamus, ſit globulus lucis AB, axis ſecundùm quem productus eſt impetus, ſit AB, inclinatus ad ſuperficiem aquæ D E, incidat in porum aliquem B C, ita vt tangat illud in puncto C, occurrit aliquod obſtaculum, impediens ne globulus ille, tam perniciter feratur; quia tamen



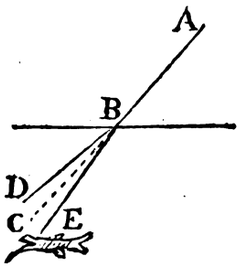
Digitized by Google

illa retardatio, non eſt ſecundùm axem; ſed tantùm in extremitate aliqua, progredietur quidem




vlteriùs axis, ſed tamen aliquantulum inflectetur, dum pars illa oram pori contingens quaſi ſupra hypomoclium evoluitur, lentiúſque incedit donec facta ſemel illa retardatione, vbi fuerit in aqua globulus ille, cum nulla ſit ratio cur poſtea mutet eam directionem, eò quòd vtrinque tangat aquam, progreditur per eam quam ſemel inivit viam. Si verò globulus ex aqua in aërem exiret, contrariô modô fieret refractio, eò quòd priùs liber eſſet ille globulus ex contraria parte, ideóque axis procedit vlteriùs, interea dum illa pars quæ pori oram adhuc tangit, circa illam evoluitur, vnde fit, vt tunc ſit refractio contraria, ſeu à perpendiculari.

Id tamen quod in ea opinione difficultatem facit eſt, quod ſi lumen hôc modô 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 huiuſmodi diaphana non patiuntur eandem refractionem; immo vero contrariam habent; ſi enim explodatur glans plombea oblique in ſuperficiem aquæ, ſeu ſecundum lineam A B, non penetrabit rectà ſecundum eandem lineam A B productam




in BC; ſed magis recedet à perpendiculari contra quam accidat in luce. Fateor me eam experientiam nondum feciſſe, immo putabam me contrariam habuiſſe. nam multi etiam piſces occiduntur in aqua; quod nunquam accideret, niſi eamdem viam ſequeretur glans plombea, quam lumen proſequitur. Sit enim piſcis E, qui radium remittat in E B, qui deinde refractus à perpendiculari, incidat tandem in oculum A, appareat autem piſcis E, in puncto F, dirigatúrque ictus catapultæ ſecundùm lineam A B, ſi contraria accideret refractio in glande plombea, nunquam attingeretur piſcis E.

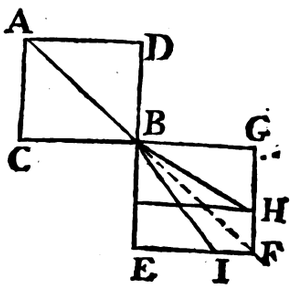
Nihilominus dicendum eſt vix vnquam hôc modô attingi piſces niſi cum extant fere in ſuperficie aquæ: ita vt neque refractio radiorum lucis ab ipſis emiſſorum, notabilem invehant diverſitatem loci viſi, à vero; neque refractio quam patitur glans plombea, multum eam à vero ſcopo avertat. quod verò in ſuperficie tantum aquæ piſces attingantur; facile ſuadet ratio, nempe quod tam retundatur impetus glandis emiſſæ, vt ad aliquos pedes inepta ſit ad vulnus faciendum. immò ſi feratur vlteriùs etiamſi initio frangeretur à perpendiculari, nativô tamen pondere inſtante, & impetu quô ferebatur, multum imminutô rurſus accedet ad perpendicularem, & ſi vlterius tendat perpendiculariter tandem deſcendet, deſcribétque lineam parabolicam. vnde puto vix bene poſſe ſuccedere experientiam; gravitate ſe immiſcente, quæ omnia in luce non accidunt propter ſummam pernicitatem, gravitatiſque carentiam. Poſitâ tamen eâ experientiâ, quòd glans ferrea in aqua patiatur refractionem à perpendiculari, negat tamen Gaſſendus in lumine idem accidere, quia (inquit) glans plombea non invenit porum quem ſubingrediatur, & in cuius labro tantiſper circumvoluatur, ſed viam ſibi aperit, eique reſiſtit multum ſuperficies aquæ, retardando eius motum perpendicularem. nam vbi ſemel totus globus in aqua fuerit, cum æqualiter reſiſtat aqua, non magis retardat motum in vnam partem, quàm in aliam. Alius igitur modus progrediendi glandis plombeæ in aqua; alius luminis, quod ob velocitatem ſummam, viam non ſibi aperit, & niſi porulum ſibi convenientem offendat, regreditur moræ impatiens.

Aliam viam tentat Charteſius, eodémque fere modô refractionem explicat, quô reflexionem. Supponit enim vnum eumdémque motum realiter indiviſibilem, poſſe tamen per intellectum dividi, immò poſſe fieri, vt detur aliquis obex, & retardatio illi ſub vno reſpectu conſiderato, quæ nullô modô illi noceat ſub alio.

Supponit ergo motum corporis cuiúſque obliqué decidentis componi ex duobus motibus, perpendiculari altero, horizontali alio, & pro vt magis de perpendiculari habet, eò magis perpendicularem eſſe, ſive magis de horizontali participet, magis eſſe obliquum. ponamus autem globum aliquem decidentem oblique, vt facilior ſequatur explicatio, tantum habere de motu horizontali, quantum habet, de motu perpendiculari & verticali; ideóque ferri ſecundum diagonalem quadrati, ſeu inclinari ad horizontem angulo ſemirectô 45 graduum. incurratque hic globus hôc modô delatus, non in ſuperficiem terræ, quam perrumpere non poſſit, ſed in corpus aliquod, quod facile ab ipſo dividi poſſit. in huiuſmodi 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, plùs habebit de horizontali; quàm de perpendiculari. quod vt oculis ſubiiciamus, ſit corpus quodcúmque A, delatum per lineam diagonalem AB, ita vt lineæ A D, D B ſint æquales. motus ille AB, componitur ex linea AD, & linea DB. hoc eſt, ſi duplex imprimeretur impetus corpori A vnus quô impelleretur deorſum verſus lineam CB; & alius illi æqualis in velocitate, quô deferretur horizontaliter verſus lineam DB, percurreret lineam diagonalem A D; vel adhuc vt id meliùs concipias, finge lineam AD, eſſe navim quæ feratur parallela in C B, & interea dum hôc modô movetur, ſit homo qui ex puncto A, fera-

tur

tur in punctum D; clarissimum est quod percurret lineam AB, si vbi pervenit in punctum B, per-




maneret vtérque impetus illibatus, deferretur per lineam B F. si cessaret omninò motus perpendicularis, percurreret lineam horizontalem BG, remittitur autem impetus perpendicularis cui soli contrarius est obex CG, neque enim corpus CG, vllô modô 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 GF, æqualem ipsi BG; sed secundùm lineam GH, quæ erit tantum dimidia lineæ B G: igitur frangetur à perpendiculari, seu recedet à perpendiculari BE. quod autem accideret in corpore aliquo verbi gratia in tela extensa quæ perrumpetur ab incidente pila, idem etiam evenire necesse est in aqua, cuius extima superficies, tam resistit pilæ incidenti, quam tela. reliqua autem aqua non producet aliam refractionem, quia vbi tota pila in aquam immersa fuerit, cum aqua æqualiter cuicúmque divisioni resistat; nulla erit ratio cur potiùs motui perpendiculari, quàm horizontali resistat. vnde 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, vt 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, vt hæc resistentia fit maior, quàm motus ille pro vt perpendicularis est; quod multò magis verum erit, si magna aquæ divisio debeat fieri. inde fit vt lapides latos, & extensos seligant pueri, vt meliùs obliquô iactu in aquæ superficiem incidentes reflectantur. Ex quo accidit vt tormenta bellica, & catapultæ multum oblique in aquam explosa, in adversa ripa positos vulnerarint, resiliente nempe globo. Ex quibus omnibus concludo globos in aquam incidentes immò, & oblique quodcúmque corpus penetrantes in quo difficilius moveantur pati refractionem à perpendiculari.

E contra verò si intelligatur pila eâdem via, æqualiter participante de motu horisontali, & de perpendiculari nempe secundùm lineam A B, incidere in superficiem CB, corporis in quo facilius moveatur, sicut corpus illud si restitisset motui, opponeretur tantum motui pro vt 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 eôdem modô vtérque motus augebitur, & quam rationem habet vtérque motus, eandem totô progressu servat. Sit ergo vt in casu posito propter augmentum perpendicularis, motus pro vt perpendicularis est duplo maior, quam idem pro vt est horizontalis, interea dum percurretur perpendicularis linea BE, non percurretur linea EF illi æqualis, sed tantum linea EI eius dimidia.

Ex hoc sequitur lumen difficiliùs moveri in aëre, quam in aqua, licet proiecta faciliùs moveantur in aëre quàm in aquâ, quod videtur probabilitate carere, vel assignanda est aliqua ratio cur id contingat. Hanc affert Chartesius. primò de proiectis facilis est ratio, quod nempe aër propter subtilitatem, & nexum partium non multum tenacem facilius dividatur, quam aqua, quæ partes magis constipatas habet, & magis tenaces, cùm ergo proiecta sint valde magna, ita vt nec vtriúsque corporis poros subire possint; difficiliùs in eo movebuntur, quod validius divisioni resistet.

At vero longe dispar est ratio luminis, quod cum divisionem non faciat, porósque tantum subeat, in molliori, & fibroso corpore difficiliùs reptabit, quàm in duro; cuius exempla habemus quam plurima, facilius moventur globuli eburnei supra mensam ligneam nudam, quàm tapete villosô stratam. adhærent enim fibræ, & villi motúmque retardant. ita culcitræ, & stromata ænei globi à tormento bellico emissi impetum retundunt. Sed aërem villosum esse facile coniicere possumus, etiam ex corporibus in eo volitantibus, ex quo sequitur refractionem luminis ab aëre in aquam, aut christallum incidentis, ideo fieri ad perpendicularem, quod faciliùs in iis quam in aëre moveatur. Atque hæc sunt quæ de refractionis causis dicenda iudicavi; si quis alias rationes adinvenerit non dedignetur physicam in his materiis, vt plurimum mancam, suis commentationibus locupletare.

## SVPPOSITIO I.

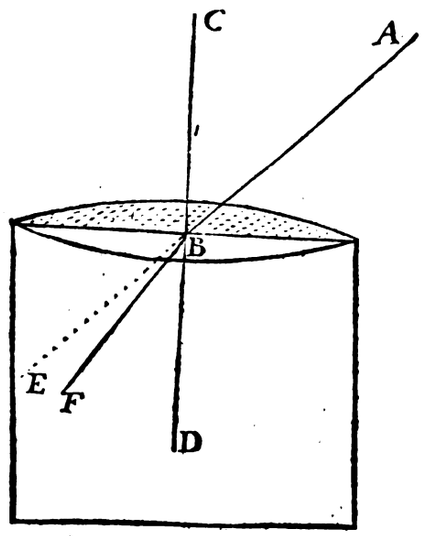
*Superficies refractionis est ad superficiem communem vtriúsque diaphani rectæ.*

Superficiem refractionis (*per 5. defin. huius*) vocamus planum in quo vtérque radius, tam incidens; quam refractus inveniuntur, hoc est planum per radios incidentem, & refractum ductum; quod planum suppono esse, ad superficiem communem vtriúsque diaphani rectum, ne quid tamen intentatum relinquam; hanc suppositionem stabiliendam suscipio iisdem, vt plurimum rationibus quibus refractionem probavimus.

Sit superficies aquæ in quam oblique incidat ex aëre radius AB; ducatur ad superficiem communem aquæ, & aëris, perpendicularis CB quæ vlteriùs producatur in D, & radius incidens AB, vlteriùs etiam producatur in E, sitque radius refractus in F, dico radium refractum B F, 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

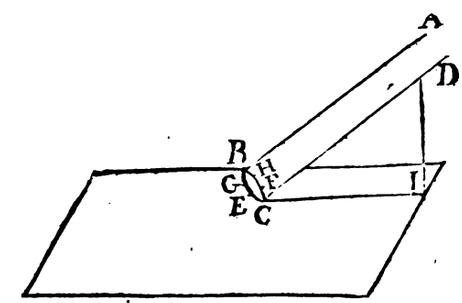
Digitized by Google

opinione communi peripateticorum, ſive in alia quacúmque, radius refractus è tali plano excedere non debet, & primo quidem in genere nul-



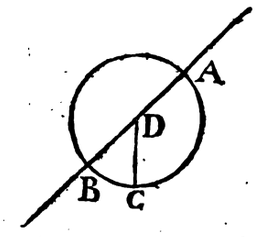

la eſt ratio cur potiùs in vnam, quàm in aliam partem deflectat; ergo in eo plano manere debet. ſi enim propter rationem allatam in opinione communi cur radius refringatur, vis activa ſe debet roborare, & conſequenter, radius debet accedere ad perpendicularem, iſte acceſſus per lineam breviſſimam fieri debet, non eſt autem vlla via brevior, quam manendo in eodem plano; ergo radius refractus in eodem plano eſſe debet in quo radius incidens, & linea perpendicularis, quod planum vt iam oſtendi eſt ad ſuperficiem communem vtriúſque diaphani rectum.

Si vero conſideremus propagationem luminis per modum motus localis clarius idem probabitur. Et primo quidem radius aliquis totalis conſideretur cum ſuis omnibus dimenſionibus. Sit verbi gratia radius ABCD, cuius baſis ſit circulus




BC. ſitque infimum illius punctum C, B ſupremum, puncti C, motus primo retardatur, deinde punctorum E, & F, æqualiter à puncto C remotorum; atque ita deinceps donec punctum B, tandem ſubeat ſecundum diaphanum; ſed hôc modô, 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, ductáque perpendiculari D I, angulus D C I 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 C D I, quod eſt ad ſuperficiem communem diaphanorum rectum.

Denique ſi conſideretur globulus luminis, qui impingens in ſuperficiem denſiorem retardatur tantiſper, & ſecundum partem ſuam inferiorem, ideóque circa partem retardatam, quaſi circa hypomoclium voluitur, hic motus ſeu hæc inclinatio fieri debet circa partem retardatam, atque adeô planum in quo fiet ille motus deſignabitur axe, & lineâ ductâ à centro globuli ad partem




tangentem. Sit globulus A B, delatus ſecundum axem AB, ſiſtatur tantiſper pars eius infima C. & ex centro eius D, ducatur linea D C; dico quia motus fit ſecundum axem A B, & retardatio fit in C, quod planum, ſecundùm quod fiet illa inclitio, erit planum B D C, ſed planum B D C, eſt ad ſuperficiem communem diaphanorum rectum, cum linea D C, ſit recta ad tale planum (*per 2. Theod.*) igitur ſuperficies refractionis eſt ad communem diaphanorum ſuperficiem recta.

Denique ſi ſecundùm vltimam lucis conſiderationem velit aliquis eandem ſuppoſitionem probare, id poterit facillimè. motus enim radij inclinati componitur ex horizontali, & perpendiculari: ſi autem propter incurſum in diverſum diaphanum, aliquid amittat de vtrolibet, nullúſque alius admiſceatur motus, manebit ſemper in eodem plano ad ſuperficiem diaphanorum recto. Ratio igitur eſt, quòd ſuperficies communis diaphanorum tantum imminuit, aut auget motum, provt perpendicularis eſt ad ipſam, nam tantum imminuit motum provt illi contraria eſt; ſed tantum contraria eſt motui, provt ad ipſam perpendiculari: ergo tantum imminuit motum, provt 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 iam ſupra in reflexione obſervavimus, quotieſcumque ſuperficies diaphanorum eſt curua, intelligendum eſſe aliquod planum tangens talem ſuperficiem in puncto refractionis, vt obſerventur eædem leges, quæ in communibus refractionibus. nam quælibet curua ſuperficies ex infinitis quaſi planis ſuperficiebus conſtat. & tam bene reſiſtit motui ad ipſam 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.

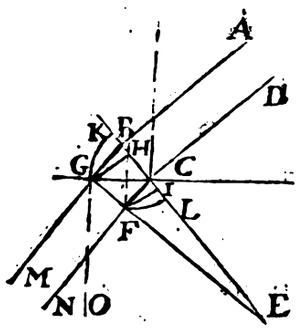
### Theorema.

*Si duo radij diverſimodè inclinati in iiſdem diaphanis refringantur; erit eadem ratio ſinûs anguli inclinationis, ad ſinum anguli refracti, in vtraque refractione.*

Hæc

Hæc propositio fundamentalis est in hac materia. hanc non habent Alhazen & Vitellio, sed tantùm per instrumentum aliquod acceperunt singulis gradibus inclinationis, correspondentes angulos refractos; cùm enim isti authores tantùm angulos spectarent, inuenerunt non eandem esse rationem angulorum inclinationis, & refracti. quod verissimum est, ideoque ope alicuius instrumenti: quantitatem angulorum refractorum secundùm varias inclinationes obseruarunt, eosque in tabulas redegerunt. Recentiores tamen acute notauerunt eandem semper intercedere rationem, non quidem inter angulum inclinationis, & refractum; sed inter sinus eorum; ita vt ex vnica refractione, quæ fit ab aëre v.g. in aquam; possint facilè reliquæ omnes determinari. Licèt autem experientia id compertum sit, debemus huius propositionis aliquam afferre rationem quæ ex principijs Phÿsicis petenda est.

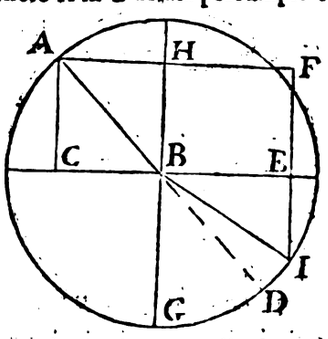
Consideremus igitur radium cùm aliqua soliditate, sitque radius ABCD cuius pars C retardetur in aqua, & interea dum pars B percurrit arcum BG, punctum C percurrit arcum C F, eritque eadem ratio arcus BG, ad arcum CF, quæ est velocitatis, quam habet lumen in aëre ad velocitatem quam habet idem lumen in aquâ, hoc est si lumen duplo velocius in aëre moveatur, quàm in aqua arcus B G erit duplus arcus C F. & hoc in omni omnino refractione factâ ab aëre in aquam. quod autem BG, FC sint arcus ostenditur; si enim BG, & C F essent lineæ necessario aut BC & GF non essent æquales quod fieri non potest, cum radius quantùm potest suam latitudinem retineat, vel aliqua linea intermedia non esset æqualis ipsis BC, & GF. Igitur radio propter suam tenacitatem idem accidit quod reliquis corporibus, quæ dum ita detorquentur vt eorum superficies interior minorem locum occupet, quàm superficies exterior, curuantur concentrice omnibus partibus æqualiter huic incurvationi resistentibus: igitur in omni omnino refractione & BG, F G sunt arcus circulorum concentricorum, &




eandem etiam rationem habent: quod arcus BG superet arcum FC secundum rationem quam habet velocitas luminis in aëre ad velocitatem eiusdem luminis in aqua; ponamus autem centrum arcuum concentricorum esse punctum E, & duci ad radium BE perpendiculares GH, FI, illæ erunt sinus arcuum concentricorum, & similium: igitur eandem rationem habebunt quam habent ipsi arcus, & hoc in omni refractione. Iam ex puncto C intervallô C G ducatur arcus GK. item intervallô B F quod æquale est intervallô C G. (Lineæ enim B C, BF æquales sunt quod facile patebit, si ducantur chordæ G B, F C) tunc enim cum lineæ EF, EC sint æquales (*per* 5. 1.) erũt anguli EFC, ECF æquales, & consequenter anguli BCF, GFC reliqui ad duos rectos. quare in triangulis GFC, BCF, cum anguli GFC, BCF sint æquales, item latera BC, BF, & FC communia erunt (*per* 4 1.) bases FB, GC æquales. item & anguli F B C, F G C æquales) ducatur inquam ex puncto B, vt centrô intervallo B F arcus F L, erit linea FI illius sinus, aut potiùs anguli FBI, aut F G C, aut anguli refracti M G O illi æqualis, sicut GH est sinus arcus G B, seu anguli BCG, aut anguli N C D illi æqualis; ergo sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti eandem rationem habet, quam velocitas luminis in aëre, ad velocitatem luminis in aqua; quæ cum sit semper eadem, eadem erit ratio sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti quoties fit refractio ab aëre in aquam. idem ostendam vicissim ab aëre in christallum, aut à vitro in christallum. atque hôc modô demonstratur hæc propositio in hac radiorum lucis consideratione.

Videamus modô an Lumen aliô modô consideratum, easdem nobis eorum sinuum rationes exhibeat.

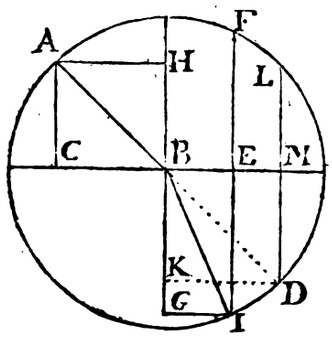
Diuidamus igitur, vt iam fecimus supra quamcumque determinationem motûs inclinati ad superficiem refringentem, in duas, quarum vni nempe perpendiculari, resistat prima secundi diaphani superficies, alteri, verò non resistat. debet ostendere Cartesius sub hac consideratione rationem sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, in omni refractione eandem esse. fatebor autem licet videatur ponere fundamenta ex quibus id sequi debeat, me tamen nonnulla notasse, quæ aut explicationis defectu, aut ex alio quôcumque vitiô, non viderentur id efficere. nam primo iacit hoc fundamentum dicit ergo dum pila ex puncto A in B delata pertumpit linteum, di-




midiã suæ velocitatis perpendicularis amittat, duplum temporis ei impendendum est, vt perueniat ad circumferentiam circuli & cum ex dispositione qua dextrorsum seu horizontaliter ferebatur, nihil intereat impetus in duplo istius temporis, quô à linea AC peruenit ad HB, duplum eiusdem itineris conficiet & consequenter accedet ad aliquod punctum rectæ FE eôdem momentô quô accedit ad aliquod circumferentiæ circuli quod impossibile foret nisi progrederetur in punctum I. atque hæc de refractione, quæ accidit dum corpora solida quæ viam sibi facere debent ab aëre in aquam incidunt.

Deinde accedit ad refractionem luminis in eadem aqua, quam contrariô modô existimat fieri, & lumen velocius ferri in aqua quam in aëre, vult igitur lucis radium progressum in aëre à puncto A ad B, in puncto B denuò impelli reticulo hoc est maiorem velocitatem acquirere, quæ cum

priori certam & determinatam habeat rationem, nempe vna tertia parte, ita vt cum tribus momentis temporis processisset à puncto A ad punctum B; perueniat duobus momentis à puncto B




ad circumferentiam circuli, & quia dispositio ad motum parallelum superficiei aquæ non mutatur, duobus illis instantibus perveniet ad lineam FE, ita vt BE duos trientes contineat lineæ AH. Ex quo concludere possumus eandem semper esse rationem sinuum angulorum inclinationis, ad sinus angulorum refractionis, modò semper tantundem velocius moueatur lumen in aqua quam in aëre, si enim semper augeat suam velocitatem vno triente; semper linea BE seu GI sinus anguli refracti, duos trientes; continebit lineæ CB, seu AH, sinus anguli inclinationis quod erat demonstrandum.

Id tamen de quo dubitari potest, & quod non satis mihi demonstratum esse contendo, est quod augeatur motus luminis in aqua, & quod nullo modo mutetur motus pro vt horizontalis est, seu parallelus superficiei aquæ. esto enim in ipsò contactu aquæ, quia adhuc circumstat aër, & sit aperta via perpendicularis in aqua, parallela difficilior maneat, eò quod si fieret procederet in aëre, non video clare quomodo in toto progressu aquæ, nullo modô augeatur motus provt parallelus est, sed in breuiori tempore, proportionaliter lineam transuersam minorem percurrat; & hoc paulo vberiorem requireret explicationem. atque hæc sunt quæ ex principiis Charteſij deducere potui ad hanc propositionem fundamentalem stabiliendam

Tertia luminis consideratio paulò difficiliorem habet huius propositionis probationem, nempe eamdem esse rationem sinus inclinationis, ad sinum anguli refracti quæcumque tandem sit inclinatio, si consideretur globus luminis solus & quasi à reliquis separatus, qui in ingressu poruli moram patiatur, eò quòd incurrat in corpus durum, fuitque mihi difficilè hanc moram ad sinus reuocare.

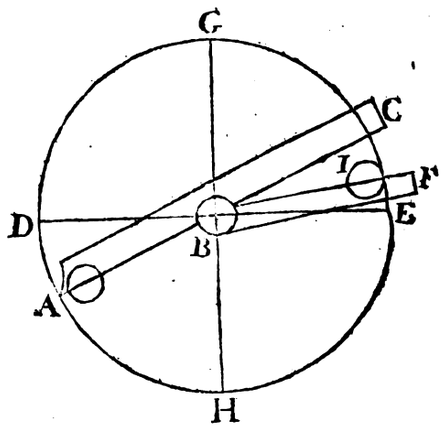
Alij denique vt Herigonius hanc propositionem reuocat ad mechanicam nempe ad diuersitatem momentorum, quæ diuersa pondera habent, quotiescumque incumbunt planis diuersimode inclinatis, sed quia lumen non habet vllam quod sciamus grauitatem, neque hæc analogia est satis bene ostensa aut explicata, neque etiam quo principio nitatur, ego illi supersedebo.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Proportionem sinus anguli inclinationi, ad sinum anguli refracti, organice ostendere, in refractionibus ab aëre in aquam factis.*

Quia præcedens propositio non potuit sufficienter demonstrari; vt pote quæ ex principiis physicis deducenda fuit, ideo rationi experientiam adiungendam censui. multi varia descripsere instrumenta quibus anguli refracti secundum varias inclinationes accipi possint; & primo quidem facilius est eam omnem proportionem in aqua experiri. Instrumentum satis facile posset esse si haberetur circulus diuisus in suos gradus



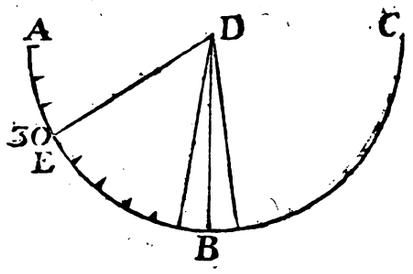

duplici constans regula nempe ABC, quæ integra esset, in cuius extremitate v. g. A esset parvus cylindrus, in centro alius cylindrus æqualis. item in alia regula, quæ primâ immotâ volui posset, alius cylindrus æqualis, sed isti omnes cylindri axe suo infixi esse debent, supra lineas fiduciæ; vsus autem talis esse debet vt cylindrus infixus centro circuli sit in superficie aquæ, totusque semicirculus inferior aquæ mergatur, & linea DE sit horizontalis. angulus GBF est angulus inclinationis, quô determinatô, mouetur regula CB, donec ab oculo visum dirigente per cylindros I, & C, videatur cylindrus A, tunc angulus ABH aut illi respondens ad verticem GBC erit angulus refractus; angulus autem CBF, est angulus refractionis. Id autem habet commodi hoc instrumentum quod intra vnum quadrantem possint haberi omnes refractiones, neque enim expectandæ sunt vltiæ solis eleuationes, vt in multis aliis instrumentis.

Secunda methodus erit si habeatur vas quodcumque rotundum sphæricum aut cylindricum, in cuius medio sit stylus; vt si detur vas sphæricum A B C in quo stylus B D cuius extremitas D sit in centro vasis. diuidatur quadrans A B in suos gradus, & ex puncto B vt polo ducantur circuli concentrici, quos hic ducere non potui, facile tamen concipi possunt, hi circuli sunt circuli eleuationum. impleatur vas & aqua præcise stringat horizontem totum æqualiter solique exponatur. vmbra styli

indicabit

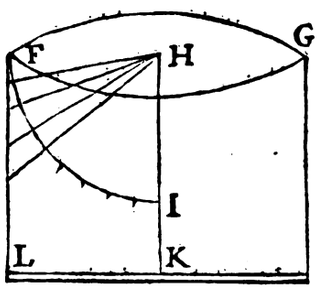
Digitized by Google

indicabit eleuationem ſolis, ponamus eſſe arcum



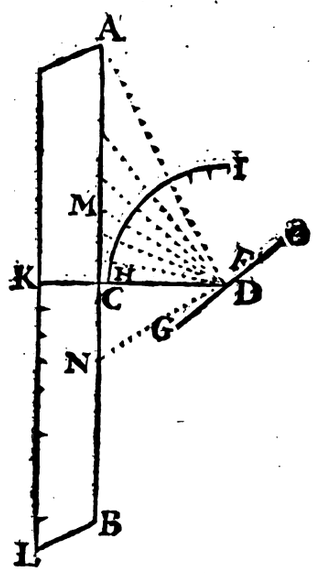

AE, cuius cõplementum EB erit angulus refractus. quare ſi eõdem momentõ, quadrante aſtronomicõ, ſolis eleuationem obſerues, illius complementum erit inclinatio radij in aquam incidentis.

Idem habere poſſes in quõcumque vaſe cylin-




lindraceo verbi gratia FG, in cuius mediõ pariter ſtylum KH pro axe infiges, circuli eleuationum omnes paralleli erunt inter ſe. vt autem eos facile habere poſſis; ex puncto H ducto quadrante circuli, FI, & diuiſo in ſuos gradus, ductiſque per ſingulos gradus lineis occultis; habebuntur in vaſis latere puncta per quæ circuli eleuationum ſolis ducendi erunt.

Quia tamen prima praxis expenſas aliquas requirit, vt habeatur circulus in partes ſuas diuiſus & allidadis ſuis inſtructus. aliæ vero requirunt vt expectetur donec ſol motu ſuo in varia altitudine deprehendatur. quare hanc faciliorem ſubiiciam. habeatur aſſerculus AB, cuius pars CB immergi poſſit in aquam. in puncto C infigatur ad angulos rectos ſtylus CD, & in puncto D ad facilitatem aliquam ſit axis horizontalis FG. ex puncto D vt centro intervallõ quõcumque ducatur arcus HI, qui diuidatur in ſuos gradus, & per ſingulos gradus ductæ lineæ occultæ, diuidant latus AC. hæc diuiſio transferatur in la-




tus KL, noteturque colore ſub aqua viſibili, immergatur in aquam aſſerculus, ita vt pars eius CA extet ſupra aquam; pars verõ CB in aquam immergatur; & huc verticaliter, tunc autem extremitas CD erit præcisè in ſuperficie aquæ

Vſus autem talis erit pars CA extans ſupra aquam videtur per reflexionem intrà profunditatem aquæ, & tantum immerſa videbitur, quantum extat ſupra ſuperficiem aquæ. pars vero KL videbitur refracte, & multo breuior, quam re vera ſit. recedat oculus in O, donec videat ſtylum CF coïncidere cum N imagine puncti M, quod ſit eleuatio v. g. 30. graduum tunc certus erit radium DO, comprehendere cum ſuperficie aquæ angulum 30. graduum, atque adeo inclinatum eſſe gradibus 60. notetur item quam diuiſionem in latere KL viſõ refracte, occultet ſtylus GF, & videbitur occultari longè diuerſa, ab ea, quæ per reflexionem habetur. atque hõc modõ experieris per ſingulos gradus, conſtrueſque tabulam angulorum refractorum reſpondentium ſingulis gradibus inclinationis. & has autem tabulas dedit nobis Vitello.



Digitized by Google

| 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. | Angul. 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 | 28.39.14 | 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. 41.13 | 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 | 27.36.53 | 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 | 40.42. 0 | 37.18. 0 |
| 38. | 24.13.57 | 13.46. 3 | 67.26.31 | 29.26.31 | 79 | 40.52.32 | 38. 7.28 |
| 39. | 24.48.22 | 14.11.38 | 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 |

Licet

Digitized by Google

Licet hæc tabula contineat tantum angulos refractos facile tamen ex iis habebimus angulos refractionis, ſubducendo nempe angulum refractum ex angulo inclinationis quod per ſe patet. Ex hac autem tabula poterimus facile experiri an vera ſit illa propoſitio quam attulimus, nempe in quibuſlibet refractionibus factis ab vno medio ad aliud, ita ſe habere ſinus angulorum inclinationis; ſicut ſe habent ſinus angulorum refractorum. ſumamus angulum inclinationis 30 graduum cuius ſinus eſt 500000.

Sumamus item ſinum anguli inclinationis 15. graduum item ſinum anguli refracti 22. 30. reſpondentis inclinationi 30. graduum, & regulam trium inſtituamus, an angulus refractus reſpondens 15. gradibus exhibeatur.

Angulus incl. 30. Logar. 9. 6989700.
Angul. refract. 22. 30. Logar. 9. 5828397. } ſumma.
Angul. incl. 15. grad. Logar. 9. 4129962. }

18. 9958361.
ſubtr. 9. 6989700.

9. 2968661.

Inuenio autem facta ſubductione Logarithmitica non exhiberi tabulatum angulum refractum qui eſt 11. 47. ſed 11. 25. vnde tabula quam excerpſi ex P. Maignan neceſſariò debet in aliquibus minutis deficere vel falſa eſſet ſuperior propoſitio, nempe ſinus angulorum inclinationis eandem rationem habere quam ſinus angulorum refractorum: forſitan error natus eſt quod in dilatanda tabula vitellonis tantùm analogiam angulorum reſpexit ſecundum ſingulas decades.

Quare non abs re iudicaui, expendere an ipſa Vitellonis tabula, quam ſolam ſecutus experientiam conſtruxit eandem proportionem ſequatur. excerpamus ex ea duos angulos inclinationis nempe 30. & 10. primo reſpondet angulus refractus ab aëre in aquam 22. 30. ſecundo autem 7. 45.

Angul. incl. 30. Log. 9. 6989700.
Angul. incl. 10. Log. 9. 2396702. } addè
Ang. refract. 22. 30. Log. 9. 5828397. }

18. 8225099.
9. 6989700. ſubtr.
9. 1235399. gr. 7. 38.

Hæc regula mihi exhibet 7. 38. & tabula dat 7. 45. deficiunt 7. minuta. non mirum experientiam defeciſſe 7. minutis, cum vitello non ratiocinio vllô, ſed tantum obſeruatione hanc tabulam conſtruxerit, non mirum, inquam aliquibus minutis aberraſſe, maxime cum rudiori minervâ, fere indicet ſe proceſſiſſe & tantum per quartas partes vnius gradus.

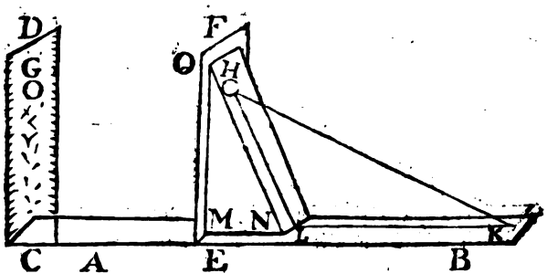
## PROPOSITIO III.

### Problema.

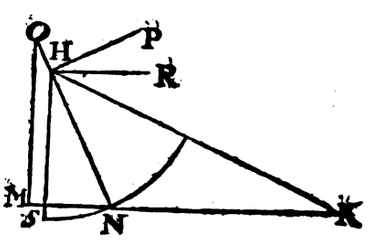
*Refractiones ab aëre in vitrum metiri.*

Difficilior videtur ratio metiendi refractiones quas patitur lumen dum incidit in vitrum; dabo tamen aliquas methodos, quibus ſaltem plurimos angulos refractos metiri poſſimus, ſecundùm varios inclinationis angulos.

Præparetur inſtrumentum huiuſmodi, ſit regula aliqua ſaltem vnô digitô lata, cui inſiſtant duo pinnacidia eiuſdem latitudinis ſed tribus ſaltem digitis lata quæ ſint CD, EF perforata in



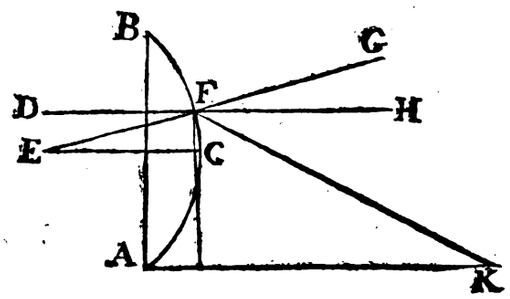

punctis G & H, ita vt linea GO, ſit parallelà lineæ AB, hoc eſt lineæ CG, EH, ſint æquales. vſus autem huius inſtrumenti talis erit. quoties experiri voles & obſeruare angulos refractos, in vitro aut chriſtallo, habeatur triangulum aliquod vitreum aut chriſtallinum tribus conſtans ſuperficiebus planis, aptiſſimum autem erit, ſi conſtet angulo recto, vt meliùs aptari poſſit inſtrumento, etiamſi abſolute hoc neceſſarium non ſit. ſupponatur tamen conſtare angulo recto propter faciliorem applicationem, tranſmittaturque ſolaris radius per foramina G & H noteturque tam punctum H ſupra ſuperficiem exteriorem vitri, quam punctum K, in quem incidit radius ſolaris; dico angulum M O N eſſe angulum inclinationis, & angulum H K L angulum non refractum quidem, ſed refractionis, transferatur enim in chartam ſeparatam triangulum M O N, ſimile & æquale triangulo quod efformant latera trigoni vitrei; & quia punctum H non eſt in extremitate vitri ſit linea N H in charta ſeparatâ æqualis lineæ H L. fiatque angulus HNK æqua-




lis angulo H K L. item H P, perpendicularis ad HN, item H R parallela lineæ MK. eſtque HR linea radij ſolaris, ſi nullam pateretur refractionem: & cum linea PH, ſit perpendicularis ad ſuperficiem communem aëris & vitri, angulus P H R, eſt angulus inclinationis. rurſus cùm tam angulus PHN quam SHR, ſit rectus, ablatô communi N H K, erunt anguli S H N aut M O N, & P H R, æquales. ergò angulus MON eſt angulus æqualis angulo inclinationis. Secundò angulus R H K eſt angulus refractionis, cum angulus P H K, ſit angulus refractus, ſed cum lineæ HR, SK ſint parallelæ; anguli alterni RHK; HKN, ſunt æquales; igitur angulus H K N eſt angulus refractionis. Ex quo latere, noſci poterit angulus refractus.

Poterit facilè fieri experientia in trigono communi continente angulum 60. grad. poſſent item effingi varia alia trigona laterum inæqualium. Immo quia ſphæra & circulus omnem omnino

continent inclinationem. in lente plano conuexa facile plurimas obſeruationes facere poterimus. Si tamen aliquid præſupponamus, nempe radium parallelum axi, eundem angulum inclinationis facere cum lente conuexa, quem metitur arcus interceptus inter axem & punctum in quod incidit.




Sit verbi gratiâ lens plano conuexa ABC cuius centrum E, & axis EC, incidat radius DF, parallelus axi EC, & perpendicularis ad ſuperficiem planam, dico arcum CF eſſe menſuram anguli inclinationis. nam ductâ ex centro E, lineâ EFG, angulus inclinationis erit angulus FGH, vel EFD, & cum lineæ DF, EC ſint parallelæ, erunt anguli EFD, FEC æquales, ſed FC, vt patet eſt menſura anguli FEC in centro exiſtente; ergo FG eſt menſura anguli inclinationis.

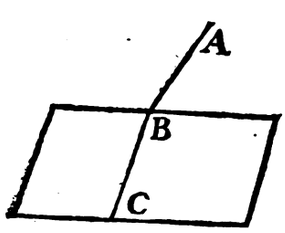
Ex hoc facile poteris plurimas in eadem lente obſeruationes facere, applicetur enim priori inſtrumento lens plano conuexa, ita vt ſuperficies AB aptetur ſecundo pinnacidio, & radius luminis coincidat cum linea DF, & refringatur lumen ſecundùm radium FK. primò facile habebitur angulus FKA nempe angulus refractionis. habebitur item inclinatio, cum enim ſciatur cuiuſnam circuli, aut ſphæræ lens adhibita, ſit portio; habeatur item arcus FC, poterimus facile ſcire quot graduum ſit arcus FC; ergo habebitur tam angulus inclinationis quàm angulus refractionis, & conſequenter quam refractus. Alij modi ſimiles excogitari poterunt ad metiendas refractiones.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Quotieſcumque refractio ſit per duos radios in duobus diaphanis exiſtentes, reciprocè ſit per eoſdem.*

Fiat refractio ABC, ab aëre in aquam, ita vt




AB, ſit radius incidens in aëre, ductus, & BC radius refractus in aqua; dico viciſſim ſi radius luminis CB ab aqua in aërem incidat, eum vlteriùs propagandum per BA. cum enim eadem ſit differentia inter aërem & aquam; quæ inter aquam, & aërem idemque exceſſus velocitatis, quâ fertur lumen in aëre ſupra velocitatem, quâ in aqua progreditur, qui defectus velocitatis in aqua à velocitate quam in aëre obtinet; quomodocumque explicetur refractio, eôdem modô incuruabitur, & idem erit defectus ſinus anguli inclinationis in aëre, ad ſinum anguli refracti, hoc eſt ſinus anguli refracti in aqua, ad ſinum anguli inclinationis in aëre, eandem rationem habebit, quam ſinus anguli inclinationis in aqua, ad ſinum anguli refracti in aëre. nam idem ſupponitur eſſe in aqua radius incidens, qui prius erat refractus, & conſequenter idem angulus inclinationis, qui erat angulus refractus, ergo idem erit in aëre angulus refractus, qui fuerat inclinationis, & conſequenter idem radius refractus, qui prius fuerat incidentiæ.

Oſtenditur ſecundo experientiâ. ſi enim diligenter notetur progreſſus radij facis per chriſtallum, ſi fax in locum per refractionem prius illuminatum transferatur, viciſſim illuminabitur locus, quem priùs fax illa occupabat.

## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Nullus eſt angulus inclinationis, in raro cui in denſo non correſpondeat angulus refractus; eſt tamen aliquis angulus inclinationis in denſo, cui in raro nullus reſpondet angulus refractus.*

Prima pars ita oſtenditur. quotieſcumque lumen incidit à raro in denſum, toties angulus refractus eſt minor angulo inclinationis; ergo cum inclinationis angulus ſit ſemper minor recto, alioquin radius incidens non eſſet in raro, ſed inciperet eſſe in denſo, angulus refractus multo minor erit angulo recto, & magis accedet ad perpendicularem quâcumque proportione ſinuum datâ, cum ſemper ſinus anguli inclinationis in raro, ſit minor ſinu toto, ſinus anguli refracti in denſo, multò minor erit ſinu toto.

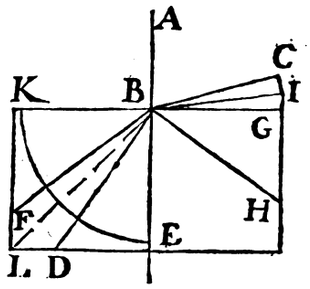
At vero cum in refractione proceditur à medio denſiori in rarius, quia tunc angulus inclinationis in denſo, minor eſt angulo refracto in raro; receditur enim à perpendiculari; igitur radius refractus eſt maior recto, ſed ſi ſit maior recto manebit in medio denſo, igitur aliquando angulo inclinationis in medio denſo; nullus reſpondet angulus refractus in medio raro.

Ponamus igitur vt meliùs hanc propoſitionem oculis ſubiiciamus; rationem ſinus anguli inclinationis in aëre, ad ſinum anguli refracti in aqua ſe habere vt 5. ad 4. ſitque angulus ABC graduum 89. cuius ſinus eſt 9998477. huius ſi ſumantur quatuor quintæ, erit 7998780. ſinus anguli refracti DBE, cui reſpondent gradus 53. minut. 6.

Quod ſi ponatur angulus idem ABC eſſe fere rectus ita vt proxime deficiat à recto, ſitque maximus qui in medio rariori fieri poſſit angulus inclinationis; eius ſinus quam proxime ſinus totus, ſit ergo eius ſinus 10000000. cuius ſi ſumantur quatuor quintæ pro ſinu anguli refracti DBE, erit illius ſinus, 8000000 cui reſpondent

Digitized by Google

dent gradus 53. 8. cum autem reciproca, sit ratio sinus anguli inclinationis in denso ad sinum an-




guli refracti in raro, quæ fuerat sinus anguli inclinationis in raro, ad signum refractum in denso, angulo inclinationis DBE respondet angulus refractus ABC in raro, augeatur angulus inclinationis in denso sitque graduum 60. fiatque vt 4 ad 5 ita 8660254. sinus anguli graduum 60. ad 4. proueniet 10825317 ideoque nulla refractio fieri potest in aëre; sed fiet in aqua. nam cum ille radius perire non debeat, nec possit refringi in aërem, alioquin non daretur hæc proportio, quæ fuerat admissa; refringetur in aqua, radius ergo FB reflectetur quidem in aqua per radium BH, ita vt anguli FBK IBH sint æquales secundum regulas reflexionis: refringetur item in BG quare omnis radius incidentiæ in medio densiore, angulum inclinationis comprehendens maiorem angulo 53. 8. minutis; non egreditur medium densum, & in dicto casu non semper verum est lumen propagari per eosdem reciproce radios. nam inter alios sit radius Luminis BI, ille cum nullam inueniat mediorum diuersitatem recta propagabitur, nec medium densius ingredietur cum tamen radius aliquis inter F & D, putâ radius L D, refringatur secundum lineam B I.

Rationes physicæ prius allatæ possunt huic materiæ applicari vt in figura 2 propositionis primæ, si intelligatur radius MGFO ita oblique ex aqua egredi vt punctum G ex aqua egrediens totum quadrantem absoluat & etiam paulo plus antequam punctum F, egrediatur ex aqua regredietur totus radius intra aquam, nec totus ex illius superficie erumpet.

Hæc autem refractionis species etiam veteribus agnita fuit, nempe Vitelloni & Alhazeno, nam in superioribus tabulis, ab Vittellone decerptis videmus angulum refractum aliquando maiorem esse recto. nempe in iis refractionibus quæ fiunt, dum est transitus à medio ratiori, ad densius, ita habet angulum refractum aliquando 108 aliquando etiam maiorem.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Quanam, sit vera proportio inter sinum anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, in refractione facta ab aëre, in aquam.*

Modus ineundi talis calculi est, si nempe habeatur vel vnicus angulus refractus, cum inclinationi illi respondente est facilis. Ex hoc enim per regulam trium habebuntur reliqui anguli refracti si nempe, fiat vt sinus anguli inclinationis datæ ad sinum anguli refracti obseruati, ita sinus anguli cuiuscumque alterius inclinationis, ad sinum anguli refracti.

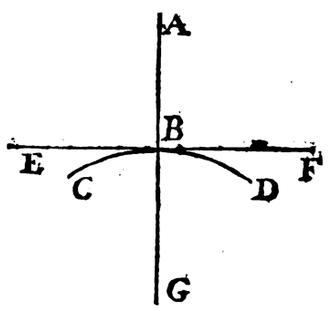
Exemplum erit desumptum ex obseruationibus Vitellonis in quibus inuenio primo angulo inclinationis graduum 10. respondere angulum refractum 7. 45. sinus autem anguli 10. est 17364. & sinus anguli 7. 45. est 13485. paulo minor quam 17. ad 13. quia plus augetur minor terminus quam par sit, ideoque poterit esse vt 18. ad 14. seu vt 9. ad 7. seu $4\frac{1}{2}$ ad $3\frac{1}{2}$ secundum quam rationem examinaui totam tabulam Vitellonis inuenioque non omnes omnino quadrare.

| 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. |

In quo notandum est deficere vltra quadragesimum gradum, fere duos gradus, nihilominus possumus facile assumere vsque ad vigesimum aut etiam trigesimum gradum, neglecta proportione sinuum quod angulus refractus contineat paulo plus quam tres quadrantes anguli inclinationis, vel potius se habeant vt 9. ad 7. sic enim habebitur hæc proportio pro. inclinatione grad. 10. angulum refractum 7. 46. inclinatio 20 dabit angulum refractum 15. 33. inclinatio graduum 30. dabit 23.20.

### COROLLARIVM I.

Ex his propositionibus sequitur primò angulum perpendicularem ad superficiem communem vtriusque medij non frangi, & primò quidem præter Experientiam quæ habetur, hoc omnes rationes physicæ satis ostendunt, quomodocumque radius considereretur, vt consideranti facile patebit. quoties autem radius incidit in superficiem curuam, intelligendus est radius perpendicularis ille, qui ad planum tangens superficiem curuam in puncto refrationis rectus est. vt si ra-




dius AB sit perpendicularis ad planum tangens superficiem curuam CBD in puncto B, ille radius dicetur perpendicularis ad hanc superficiem, neque, magis ad eam perpendicularis esse potest; eô modô quô diximus in reflexione. ex

quo

quo etiam concluditur omnem radium per centrum sphæræ ductum ad eius superficiem perpendicularem esse, & nullam pati refractionem, siue ex ea erumpat; siue illius soliditatem penetret.

## COROLLARIVM II.

Sequitur secundò radium parallelum superficiei communi vtriusque diaphani, nullam etiam pati refractionem; cùm enim si procedat parallelè nullum inveniat impedimentum, semperque in eodem medio progrediatur, nulla est ratio cur vnâ sui parte retardetur, & consequenter incurvetur.

## COROLLARIVM III.

Quò maior est inclinatio, eò maior est angulus refractus, immo cum maiori angulo maior respondeat sinus, vsque ad gradum nonagesimum, sitque eadem semper ratio sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti, maior inclinatio maiorem sinum habebit, cui maior respondebit sinus anguli refracti; & consequenter maior angulus refractus.

## PROPOSITIO VII.

### Theorema.

*Refractio nec viuida est, nec ordinata nisi superficies communis diaphanorum sit polita.*

Præter experientiam quæ obvia est omnibus, aliquid aliud addendum nobis est, vt illius rationem aliquam ex refractionis natura petitam reddamus. Christallus igitur etiam limpidissima omnique carens nævo, si tamen impolita sit, vix pellucida & diaphana videbitur, nec magis lumen admittet quam charta; politura autem nullam inducit qualitatem, sed figuram perficit. cum igitur christallus impolita facieculis quam pluribus constet, ex quo fit vt sicut propter variam huiusmodi superficierum inclinationem radius luminis varie reflectitur, & ita perturbatò ordine, vt multum de illius viribus decedat, ita etiam, quia varie inclinantur facieculæ, radij difformiter & variè inclinantur, ex quo sequitur etiam inordinata refractio, & hæc in genere dici possunt, & omni omnino opinioni accommodari. quælibet tamen hypothesis suas etiam rationes proprias proferre potest, vt qui lumen tanquam flammulam per poros cuiuslibet diaphani se insinuantem agnoscunt, asserunt etiam consequenter in christallo impolita pororum labella, seu oscula non esse vsque adeo derasa, & circumquaque præcisa, ex quo fit vt lux incidens sæpe prius quam necessarium sit, vna sui parte retardetur, atque adeo, longè alia sequatur refractio quam videatur exigere, totius christalli superficies, per modum vnius spectatæ.

Quæ omnia intelligi debent, tàm de luce corpus densius subeunte, quam de illa quæ ex densiori in rarius erumpit, cum enim aër sit maxime fluidus, & ambiat exactè corpus durum, vbi superficies corporis densioris scabritiem aliquam induet, aëris quoque superficiem exasperari necesse est.

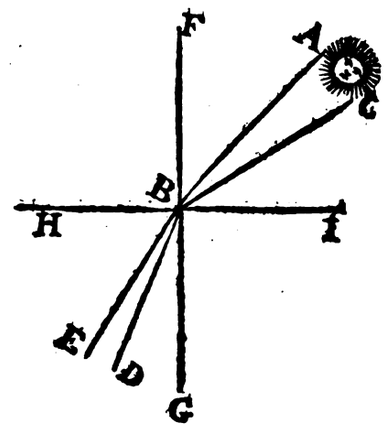
Ex hoc rationem reddere possumus, quare si cancelli sint papyracei licet in ea pauimenti parte quæ directè solis radiationi opponitur sit minus lumen, quàm in ea produceretur, si cancelli essent vitrei, in cæteris tamen partibus maius lumen reperiatur, quia nempe charta inuncta licet, adhuc scabritiem habet, immo eius superficies non satis cohærentes, sed interruptas, ex quo sequitur refractio inordinata, quæ lumen circumquaque dispergat. oleum autem ad papyri perspicuitatem multum confert, quia cum eius cauitates impleat, explanat eius superficiem, & sæpe molliendo eius partes, eas extendit melius. Sed hæc potius physica sunt, quàm mathematica.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Radij à diuersis lucidi punctis prodeuntes, & in idem secundi diaphani punctum incidentes, se intersecant.*

Sint radij AB, CB ex duobus punctis lucidis, A & B, ex duobus lucidis, vel ex duobus obie-




ctis incidentes in diaphani secundi idem punctum B, dico per refractionem factam in B eos radios se intersecare in B, & situm mutare, hoc est radij incidentis A B, respondens radius refractus sit BD, fore vt radius refractus respondens incidenti CB, sit supra BD, vt verbi gratia BE.

Demonstratio. Cum enim angulus C B F maior supponatur angulo ABF, erit eius sinus maior sinu anguli A B F, sed (*per primam huius*) vt sinus angulorum inclinationis, ita sinus angulorum refractorum; ergo sinus anguli EBG, maior erit sinu anguli DBG, quare angulus EBG maior erit, quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

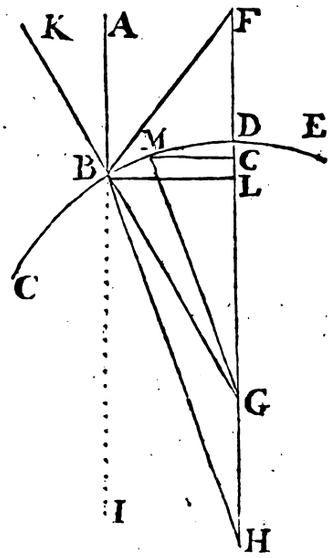
*Radij paralleli axi sphæræ densioris in eius superficiem incidentes, cum axe concurrunt vltra centrum.*

Sit radius luminis AB, ex aëre in superficiem conuexam sphæricam CBDE medij densioris incidens, dico radium AB ita refringendum vt vniatur cum axe F G, cui radius A B parallelus est.

Digitized by Google

est. si centrum sphæræ G à quo ducatur linea G B K.

Demonstratio. Linea G B K transiens per cen-




trum B, perpendicularis est ad superficiem sphæræ, ideóque angulus A B K est angulus inclinationis, cui æqualis est ad verticem angulus I B G, & illi alternus B G D. sed per suppositionem primam quoties radius incidit oblique à rariori in densius; toties fit refractio, ad perpendicularem; ergo radius refractus, erit inter radium B I & perpendicularem B G; cùm autem B I, & D H supponantur parallelæ, radius refractus BH concurret cum axe D H quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

In tali casu angulus B H G est æqualis angulo refractionis, angulus enim refractionis est angulus I B H, sed anguli IBH, BHG alterni in parallelis æquales sunt.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*Radius ex medio densiori spharico erumpens, in medium rarius, & incidens in concauam eius superficiem; concurrit cum axe cui parallelus est.*

In eadem figura sit diaphanum densius, & sphæricum CBDE, sitque radius IB incidens in eius superficiem dico radium IB per refractionem vniendum eum axe HF fiat eadem constructio.

Demonstratio linea GBK perpendicularis est ad superficiem sphæræ, cum per centrum eius transeat; quare angulus inclinationis est I B G, recedit autem radius à perpendiculari, dum fit transitus à medio densiori ad rarius; igitur radius refractus magis recedet à linea BK, quam BA, sed BA est parallelus axi GF; ergo concurret radius BF cum GF quod erat ostendendum.



## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

*Cum Radius in diaphanum sphericum incidit, & cum axe concurrit; Est vt sinus anguli refractionis, ad sinum anguli inclinationis; ita sinus totus, ad radium refractum, sumptum vsque ad concursum cum diametro.*

Sit in eadem figura radius A B, incidens in superficiem convexam, medij sphærici densioris, & concurrens cum radio in puncto H: dico ita esse sinum anguli refractionis IBH, ad sinum inclinationis ABK, sicut sinus totus ad radium B H. ducatur linea GM parallela radio BH, ducantur item M C, B L perpendiculares ad axem.

Demonstratio. Angulus BGD æqualis est angulo alterno, IBG, & hic opposito ad verticem A B K, qui est angulus inclinationis. quare angulus B G D cuius sinus B L æqualis est angulo inclinationis. pariter ostendam angulum M G D æqualem esse angulo opposito BHG, & hunc alterno in parallelis I B H qui est angulus refractionis, ergo angulus M G D cuius sinus M C, æqualis est angulo refractionis. Sed in triangulis B H L, M G C æquiangulis ita est (*per* 4. 6.) M C, ad B L, vt B G, radius ad B H; igitur vt sinus anguli refractionis, ad sinum anguli inclinationis, ita sinus totus, ad radium refractum, sumptum vsque ad concursum cum axe quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

Cum sinus refractionis, ad sinum inclinationis in vitro sit vt 2. ad 3. sequitur vi primæ refractionis ab aëre in vitium convexum radios vniendos ad sesquidiametrum.

## PROPOSITIO XII.

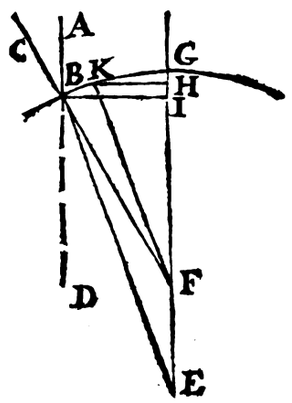
### Problema.

*In quo spharici diaphanij puncto radij paralleli vniantur, & an in eodem examinare.*

Quia non præcise in eodem puncto vniuntur radij inter se paralleli, incidentes in sphæricam secundi diaphani superficiem, siue in concavam medij rarioris; siue in convexam medij densioris incidant; ideo potiùs instituendum fuit trigonometricum examen, quam quærenda adhuc vlterior demonstratio.

Afferam tamen primo demonstrationem aliquam ex suppositione, quod angulus refractionis ad vigesimum aut etiam trigesimum gradum, sit tertia pars, anguli inclinationis in vitro, & consequenter media pars anguli refracti; quod autem hæc notatio, sit satis vera ex superioribus tabulis ita ostendam. nam secundum Vitellonem angulo inclinationis graduum 10. respondet refractus 7. & refractionis 3. est quidem defectus aliquis ab hac regula. nam necessarium esse vt angulus refractionis esset 3. 20. &

refractus 6. 40. In ſecunda comparatione ita habet. angulo inclinationis grad. 20. reſpondet angulus refractus 13. 30. & refractionis 6. 30. deberet eſſe 6. 40. In tertio verſu id fere invenitur. alij exactiores eam inveniunt magis præciſam. quare hac proportione ſuppoſita, & quod ſinus initio quadrantis ſe habeant vt ipſi anguli, oſtendemus radios parallelos incidentes in ſphæricam ſuperficiem, & vnicam refractionem paſſos, vniri ad ſeſquidiametrum ſpectando vnicam refractionem quæ fit ab aëre in vitrum.




Sit vt prius radius incidens A B, angulus inclinationis A B C, angulus refractionis B D E, cui B E F æqualis eſt; angulus refractus eſt F B E, erit igitur angulus B E F, media pars anguli E B F, & quia iſti anguli ſunt in initio quadrantis, ſe habebunt vt ſinus eorum, ſinus autem eorum ſe habent vt latera ipſis oppoſita: igitur B F erit media pars lineæ F E, quare addendo F G, tota F G, erit tripla lineæ F B, ſeu ſemidiametri.

Atque hæc demonſtratio vim tantùm habere poteſt. in refractionibus factis in vitro. quod ſi exactiùs ſequi velimus ipſam Vitellonis tabulam, per trigonometriam ita operabimur.

Sit ergo angulus inclinationis ABC, aut illi æqualis B F G primò 10. graduum; eritque angulus refractionis D B E 3. 0. & angulus refractus EBF grad. 7. 0. ducatur vt prius linea KF parallela lineæ BE, eritque angulus KFG æqualis angulo oppoſito B E F, ſeu alterno DBE. eſt ergo angulus KFG graduum 3. fiat ergo,

Vt ſinus KH, grad. 3. ſinus 5233.

Ad ſinum compl. HF ſinus 99862.

Ita ſinus BI grad. 10. inclin. 17364.

Ad I E quæ invenietur 331379.

Cui addenda eſt linea IG. ſinus verſus anguli B F I, habebitur autem ſi auferas IF ſinum graduum 80. ſeu complementi arcus 10. à ſinu toto. eſt autem ſinus graduum 80. 98162. qui ablatus ex ſinu toto 100000. relinquit 1838. igitur tota G E 333217. qualium. radius eſt 100000. quare pluſquam tripla eſt radij, & neglectis vltimis fractionibus ſe habet vt 333. ad 100.

Iam ineamus calculum pro inclinatione grad. 20.

| | |
|---|---|
| Vt K H ſinus grad. 6. 30. | 11320. |
| Ad ſinum compl. eiſudem | 99357. |
| Ita ſinus BI 20. grad. | 34202. |
| Ad lineam G E erit | 300450. |

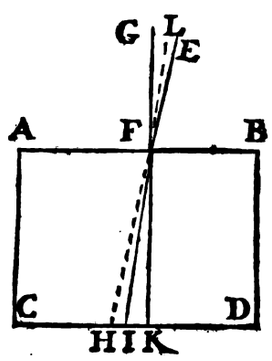
Cui addi debet ſinus verſus IG. qui eſt 60343 fitque tota G E 306481. quare propiùs fiet illius radij vnio cum axe, & ſe habebit neglectis fractionibus cæteris; linea G E ad radium vt 306. ad 100. ſeu aberrat à priori linea 17. partibus trecentiſimis ſeu circiter vna vigeſima parte ſemidiametri, hoc eſt ſi ſemidiameter diuideretur in partes viginti, ita vt continuaretur hæc diviſio in axe, radius inclinatus 10. gradibus coincideret cum axe in puncto diſtante, à concurſu radij cuius inclinatio 20. graduum, vnâ vigeſimâ parte ſemidiametri.

## PROPOSITIO XIII.

### Theorema.

*Si vſque ad 20. gradum inclinationis, in ingreſſu ab aëre in vitrum, refractionis angulus, ſit tertia pars inclinationis; in egreſſu à vitro in aërem, angulus refractionis, erit media pars inclinationis.*

Sit vitrum A B D C in cuius ſuperficiem incidat radius E F, inclinatus 10. gradibus, ſitque angulus refractionis H F I eius tertia pars nempe grad. 3. 20. dico in egreſſu à vitro in aërem angulum refractionis eſſe mediam partem inclinationis.




Demonſtratio ſit in vitro radius I F; cuius inclinatio ad ſuperficiem A B erit tantum 6. graduum 40. minutorum. cum ab angulo H F K æquali angulo G F E detractus ſit angulus HFI. grad. 3. 20. ſed (*per 4. huius*) radius I F refringetur per F, & refractio erit L F E æqualis angulo H F I, grad. 3. 20. igitur angulo inclinationis 6. grad. 40. min. reſpondet angulus refractionis 3. 20. nempe illius dimidius.

### COROLLARIVM.

In ingreſſu ab aëre in vitrum, vſque ad 10. gradum angulus inclinationis eſt triplus anguli refractionis, & anguli refracti duplus, in egreſſu vero in aërem, angulus inclinationis, eſt duplus anguli refractionis, & angulus refractus eſt ſeſquialter anguli inclinationis, & triplus anguli refractionis. vt patet.

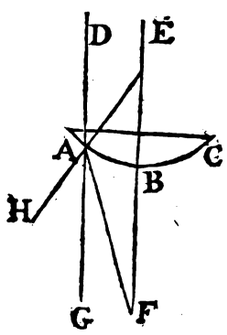
PROPO

## PROPOSITIO XIV.

### Theorema.

*In femilentibus, ſeu vitris conuexo planis, Radij axi paralleli cum axe concurrunt, in extremitate diametri ſuæ conuexitatis, quomodocumque obvertantur.*

Conſiderauimus vnionem radiorum parallelorum cum axe, conſideratâ tantum vnicâ refractione quæ fieret in vitro, ſi poſt convexam eius ſuperficiem continuaretur eius ſoliditas. nunc magis ad praxin deſcendimus, & iam incipimus conſiderare vitrum, ſecundùm eas figuras quæ communiter in dioptrica adhiberi poſſunt: & conſequenter cum iis omnibus refractionibus quæ in iis communiter accidunt.

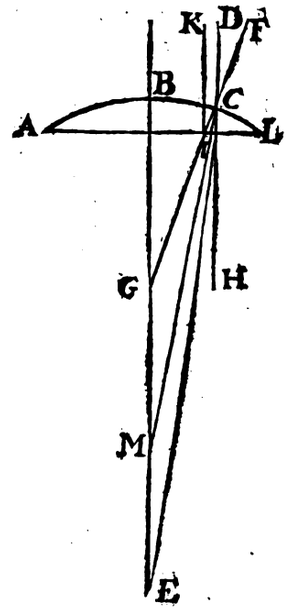



Sit igitur lens ABC quæ primò directè ſecundum planam ſuperficiem ſoli, aut alteri obiecto ſatis diſſito obvertatur, ita vt radij in eam incidentes pro Phyſicè parallelis, aſſumi poſſint; lentes enim communiter non excedunt vtrinque vigeſimum gradum, alioquin licèt plures radios colligant, quia tamen non in eâdem diametri parte eos adunant; confuſionem potiùs pariunt, quàm aliquid afferant commodi. Radius igitur DA axi parallelus, in eam incidat; dico radium refractum AF vniendum cum axe AB producto in puncto F, ita vt linea BF circiter ſit dupla ſemidiametri BE aut AE; ſeu ſit æqualis diametro.

Demonſtratio angulus refractionis GAF ex ſuppoſitione eſt media pars anguli inclinationis DAE per præcedentem, ſed angulo inclinationis DAE, æqualis eſt alternus AEF, & angulo refractionis GAF; æqualis eſt alternus AFE, igitur in triangulo AEF, angulus AEF eſt duplus anguli AFE, & quia iſti anguli ſunt valde acuti, ideoque fere ſe habent vt ſinus ipſis reſpondentes, vt autem ſinus eorum, per trigonometriam ita ſe habent latera oppoſita in triangulo; ergo latus AF duplum erit lateris AE, ſeu EB, eſt autem AF fere æqualis ipſi BF, igitur proxime BF, eſt dupla lineæ AE, aut EB, ſeu eſt æqualis diametro. quod oſtendendum erat.

Secundò ſit lens eadem ABC cuius convexitas ſoli obvertatur; ſitque DC radius incidens, axi BE parallelus. dico fore vt poſt duplicem refractionem factam tam in ingreſſu vitri, quàm in egreſſu à vitro in aërem, concurrat cum axe in extremitate diametri. ex centro G ducatur linea GCF.

Demonſtratio. Angulus DCF eſt angulus incidentiæ cui oppoſitus GCH æqualis eſt.




Item angulus ECH eſt angulus refractionis cui æqualis eſt alternus CEG. igitur angulus CEG (*per præcedentem*) eſt tertia pars anguli GCH, & media pars anguli GCE, ſunt autem anguli acuti, & in initio quadrantis exiſtentes, qui ferè ſe habent ſicut ſinus, vt autem ſinus angulorum GEC, GCE, ita latera GC, EC, ipſis oppoſita. igitur EG erit dupla ipſius GC, cui ſi addatur GB, erit tota BE tripla diametri. atque in puncto E concurreret radius ſi vnicam tantum pateretur refractionem. Sed in puncto I aliam patitur in egreſſu; eritque incidentiæ angulus, æqualis angulo ECH, ſi nempe intelligatur linea KI parallela lineæ DH, & perpendicularis ad ſuperficiem planam AL. refractionis autem angulus in egreſſu à vitro ad aërem, eſt dimidia pars anguli inclinationis, erit ergo angulus MIE dimidia pars anguli ECH, aut MEI, quare in triangulo MEI vt prius oſtendam ME eſſe dimidiam partem lineæ MI; quæ eſt fere æqualis lineæ MB, niſi quanta eſt ſpiſſitudo lentis, igitur BM teſtat dupla lineæ GB ſemidiametri. ergo circa finem diametri vnietur radius cum axe quod erat demonſtrandum.

### COROLLARIVM.

Sequitur quod vi primæ refractionis vnitur radius ad ſeſquidiametrum; oſtendimus enim lineam BM eſſe triplam ſemidiametri.



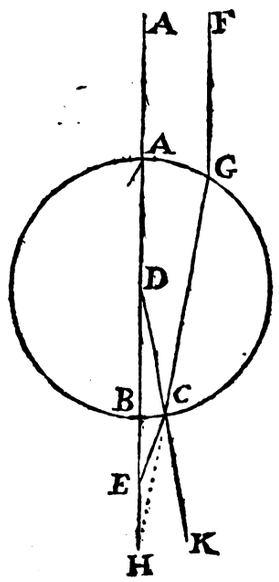
Digitized by Google

## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Sphæra integra ſoli expoſita, radios vnit ad diſtantiam quartæ partis diametri proximè.*

Sit ſphæra vitrea A B C quæ ſoli exponatur, ſitque radius à ſole per centrum eius tranſiens




ADB, ſitque BE æqualis quartæ parti diametri, dico radium F G, axi parallelum, & non magis diſtantem ab axe, quam grad. circiter 30. concurſurum, cum axe in puncto E.

Demonſtratio (*per Cor. precedentis*) vi primæ refractionis, quæ fit in puncto G, radius FG procederet ad punctum H, ita vt BH æqualis ſit ſemidiametro, radius GH, ſecet circumferentiam in puncto C, ducaturque linea DCK. eritque DCG, angulus inclinationis, cui æqualis eſt oppoſitus HCK. in egreſſu autem à vitro in aërem (*per 13. huius*) angulus refractionis ECH eſt media pars anguli inclinationis; ergo erit media pars anguli HCK; ſed pariter angulus EHC eſt dimidia pars eiuſdem anguli HCK, cum enim lineæ D B, BH, ſint æquales & perpendicularis ducta à puncto C ad axem AB fere coincidat cum ipſo B, fient duo triangula DBC, BCH æqualia, eruntque (*per 4. 1.*) D C, CH æquales, & anguli H D C, C H D æquales; eſt autem angulus externus H C K æqualis duobus C D H, C H D (*per 32. 1. Eucl.*) igitur anguli ECH, EHC ſunt æquales; & (*per 5. 1.*) latera E C; E H æqualia; eſt autem E C paulo maior quam EB, quare erit EH paulo maior quam EB, B H autem eſt ſemidiameter, ideoque B E erit paulo minor quarta parte diametri, quod demonſtrandum erat.

### COROLLARIVM.

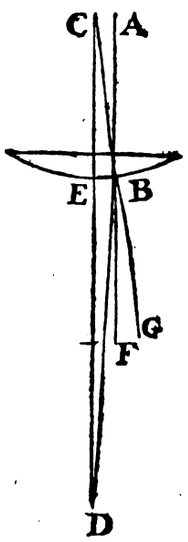
In ſphærâ vitreâ aquâ plenâ aliter ſe res habebit, nam vi primæ refractionis vnitetur radius cum axe ad diſtantiam duplæ diametri, & conſequenter, accedente ſecunda refractione vnitetur ad ſeſquidiametrum.

## PROPOSITIO XVII.

### Problema.

*Tabulam refractionum ab aëre in vitrum, & viciſſim à vitro in aërem pro ſingulis gradibus inclinationis conſtruere.*

Primò quidem ad conſtructionem huius tabulæ, habeatur angulus refractus reſpondens, alicui determinatæ inclinationi, qui angulus ſolâ experientiâ haberi poteſt. puto autem nos habere indubitatam experientiam ex lentibus plano-convexis deſumptam. certum eſt radios parallelos axi, & ipſi vicinos, vniri præcisè cum axe in fine diametri, vt ſæpe expertus ſum, & aſſumunt tanquam verum quicumque in lentibus elaborandis, tubiſque opticis conſtruendis practicè verſati ſunt. Ponamus ergo radium AB diſtantem ab axe




5. gradibus, ita vt circumferentia EB ſit 5. graduum concurrere cum axe in puncto D, & lineam ED duplam eſſe lineæ CE, cui DE, DB, eſt proximè æqualis vt autem D B ad C B; ita ſinus anguli D, qui æqualis eſt angulo refractionis DBF, ad ſinum anguli C; qui æqualis eſt angulo inclinationis CBA, erit igitur in egreſſu ex vitro in aërem, ſinus anguli inclinationis, duplus ſinûs refractionis. in eôdem autem triangulo CDB, vt DB, ad DC, ita ſinus anguli C, ad ſinum anguli DBC; DBC autem eundem ſinum habet ac DBG eius ſupplementum ad ſemicirculum & DBG, eſt angulus refractus, & FBG, ſeu angulus CBA eſt inclinationis; D C eſt ſeſquialtera ipſius DB. & cum in triangulo latera ſint, vt ſinus angulorum oppoſitorum, erit ſinus anguli refracti ſeſquialter anguli inclinationis. quia autem (*per primam huius*) eadem ſemper proportio obſervatur in omni inclinatione, ſi faciamus vt 2. ad 3. ita quilibet ſinus inclinationis ad ſinum alium, habebimus in egreſſu à vitro in aërem omnes angulos refractos, ſuis inclinationibus reſpondentes.

In eadem figura ita habebimus omnes angulos refractos reſpondentes ſuis inclinationibus. Sit radius DB, incidens, eritque angulus DBG angulus inclinationis, & quia (*per 4. huius*) radij reciprocè refringuntur, erit BA radius refractus.

&c

Digitized by Google

& angulus ABC, seu ECB refractus, in triangulo autem DCB, (*per trigonometriam*) est vt DC, ad DB, ita sinus anguli DBC aut DCG nempe anguli inclinationis ad sinum anguli DCB; aut CBA anguli refracti, est autem DC ad DB, vt 3. ad 2, igitur in ingressu ab aëre in vitrum, ratio sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti est 3. ad 2. quod per primam obseruatur in omnibus refractionibus. quare si quemlibet sinum anguli inclinationis multiplicemus per 2. & productum diuidamus per 3. habebimus sinum anguli refracti & hoc modo constituimus præsentes tabulas.

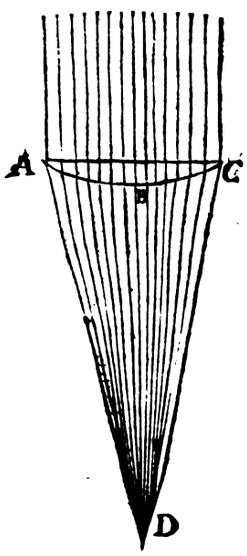
Dividatur sinus inclinationis per 3. & quotientem duplica seu sumantur duo trientes cuiuslibet anguli inclinationis, & habebitur sinus anguli refracti, pro ingressu aëris in vitrum. Pro egressu vitri in aërem, adde cuilibet sinui inclinationis suam mediam partem & habebis sinum anguli refracti respondentis.

## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Lente plano conuexa soli exposita ignem possibile est generari.*

Sit lens plano conuexa ABC, quæ ita constructa sit, vt arcus BA, BC non superent 20. gradus. Dico quod si exponatur soli, secundùm planam superficiem AC, fore vt accendatur ignis, ad distantiam BD quæ sit æqualis eius diametro.




Demonstratio. Omnes radij incidentes hoc modo in lentem plano convexam, non distantes ab axe plusquam gradibus 20. & ipsi paralleli, per refractionem vniuntur fere in eodem puncto axis. Ita vt differentia inter punctum concursûs radij inclinati 10. gradibus, ad punctum concursûs radij inclinati grad. 20. sit tantum 20. pars semidiametri, sed hæc differentia non est sensibilis saltem in minoribus sphæris. sed quicumque radij incidunt in superficiem lentis posito quod arcus AB, BC, sint tantum graduum 20. non distabunt gradibus 20; ergo omnes vnientur in eâdem Physicè parte diametri, sed plures radij hoc modo per refractionem collecti sufficere possunt ad comburendum, igitur lente conuexa radij solares ita colligi possunt vt comburant.

Notandum tamen vt in Catoptrica, iam explicuimus radios solares non omnes esse inter se parallelos; sed eos tantum qui ab eodem solis puncto procedunt. certum est enim solis diametrum esse triginta minutorum atque adeo nunquam radij omnes solares, in eodem puncto colligi poterunt, sed tantum ij qui ad idem solis punctum pertinent, reliqui tamen non multum distabunt.

## PROPOSITIO XVIII.

### Theorema.

*Si flamma, sit in axe lentis plano conuexæ, & ab eâ distet tota diametro, radij remittentur paralleli.*

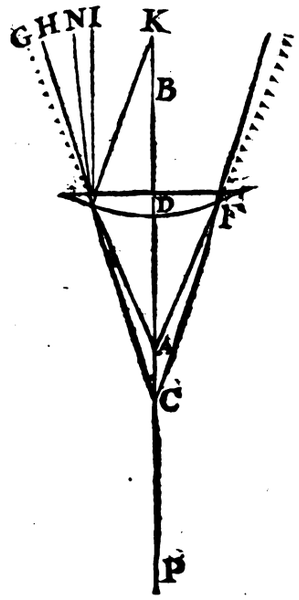
Sit in superiori figura, flamma facis in puncto D axis BD, sitque linea BD æqualis diametro sphæræ, cuius lens ABC, est segmentum: dico fore vt omnes radij à puncto D in superficiem lentis incidentes remittantur paralleli.

Demonstr. (*per 4. huius*) si refractio fiat in egressu è medio densiori in rarius per aliquos radios; vicissim fiet per eosdem in ingressu medij densioris è raro; sed refractio radiorum parallelorum axi in egressu è vitro, facta fuerat per radios AD, BD, DC: igitur radij DA, DB, DC, cæterique remittentur paralleli quod erat demonstrandum. hi radij qui hoc modô paralleli remittuntur, non multum minuuntur, etiamsi ad magnam distantiam procedant.

## PROPOSITIO XIX.

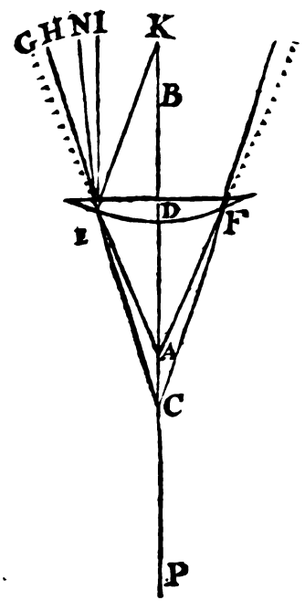
### Theorema.

*In lente plano conuexa, si lucidum in axe positum minus distet ab ea quam totâ diametrô; radij in lentem incidentes, post refractionem diuergent, minùs tamen quam lente sublatâ.*




Sit lucidum A in Axe AB positum, sitque linea CD æqualis diametro sphæræ cuius lens EDF. est segmentum, sit AD minor quam CD;

dico radium quemcumque AE, ita refringendum, vt divergat adhuc, & recedat ab axe A B; nec illi sit parallelus: sed procedat inter perpendicularem EI, & GE, radium directum continuatum.




Demonstrat. si lucidum esset in puncto C, radius CE refringeretur in perpendicularem EI: sed (*per 8. huius*) radij incidentes, in idem punctum secundi diaphani, vlteriùs producti, licèt refractionem patiantur se intersecant; igitur radius AE post refractionem vlterius propagatus, recedet à radio EI non tamen coincidet cum EG, alioquin nullam pateretur refractionem, quam tamen pati debet & accedere ad perpendicularem EK suppono enim punctum K esse centrum circumferentiæ EDF. sed neque in egressu in aërem fiet parallelus radio EG ducatur enim parallela lineæ E I, ad hoc vt radius EH fieret parallelus radio E G deberet tantam pati refractionem in egressu è vitro, quantam patitur in ingressu, sed hoc fieri non potest nisi inclinatio ad vtramque superficiem sit æqualis, inclinatio autem in ingressu lentis est angulus cui æqualis est GEK, angulus autem IEO aut NEH est minor, & inclinatio radij est æqualis angulo NEH, igitur minor erit refractio in egressu quam in ingressu quare radius refractus erit inter EI, & EG.

## COROLLARIVM I.

Ex hoc sequitur quod lucidum inter focum semilentis, & ipsam positum, ita radiet per refractionem ac si magis distaret à lente quam focus, hoc est radius HE productus concurret, cum axe in puncto P, magis distante à lente quam punctum C, immò licet demonstrare non possim omnes radios à lucido A incidentes in lentem, ita dispergi ac si procederent directe ab eodem puncto P, quia hoc non est exactissime verum, physice tamen id verissimum est, saltem modo lens, sit tantum parua portio suæ sphæræ, nec capiat plures, quàm vtrinque 9. aut 10.

## COROLLARIVM II.

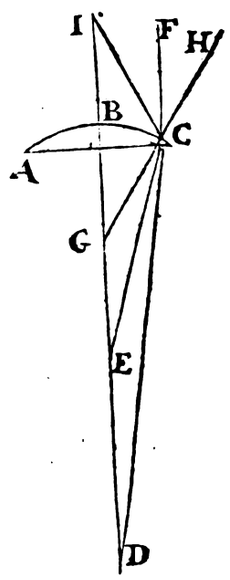
Sequitur item si radii conuergant ad aliquod punctum diametri verbi gratia, sit radius EH, & alij qui recta dirigantur ad punctum P axis; si incidant in lentem concurrent inter focum, & lentem. quia cum magis diuergant quam linea IE, quæ refringitur ad focum, Et quo punctum ad quod dirigentur longius distabit, eò punctum concursûs, magis recedet à lente, & tandem si radij fient parelleli refringentur omnes & concurrent in puncto foci.

## PROPOSITIO XX.

### Theorema.

*Si lucidum magis distet à semilente, quam diametro sphæra cuius ipsa est segmentum; rad. omnes incidentes in eodem physice puncto concurrent.*

Sit semilens ABC lucidum aut obiectum D magis ab ea distans quam diametro sphæra cuius est portio. dico radium DC concursurum cum axe DB




producto. sit enim EB diameter, si Lucidum aut obiectum esset in puncto E, progrederetur per CF parallelam axi. sed (*per 8. huius*) radij incidentes in idem punctum secundi medij, licet refringantur se tamen intersecant; igitur radius refractus respondens, radio incidenti DC non erit parallelus; sed accedet ad axem DBG, & cum illo concurret: concurrat in puncto G. quia autem vsque ad 20 gradum semper eadem est ratio, anguloru inclinationis & refractionis omnes radij eodem modò concurrent.

## COROLLARIVM.

Quò Lucidum magis distabit à lente, eò radij in puncto viciniori vnientur.

## PROPOSITIO XXI.

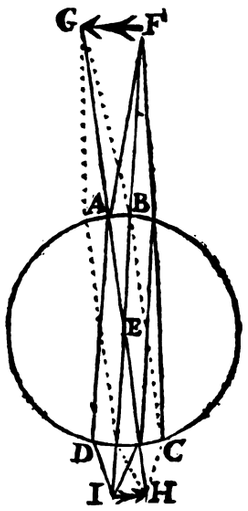
### Theorema.

*Sphæra vitrea, obiecta diffita alterno situ depingit, ad distantiam quartæ partis diametri.*

Sit sphæra vitrea ABCD, cuius centrum E; sitque obiectum satis diffitum à sphæra, ita vt omnes radij ab eôdem obiecti puncto in sphæram incidentes pro physice parallelis assumi possint; dico fore

vt

vt post sphæram illam ad distantiam quartæ partis diametri, obiectum GF distincte; & inuersô situ depingatur.




Demonstratio vt fiat talis pictura, debent radij omnes ad eandem partem obiecti pertinentes vniri in eodem puncto; & vt sit distincta duo requiruntur: primum vt in eodem puncto vniantur saltem physice, & in eo puncto concursûs, radij ad alias obiecti partes pertinentes non incidant, sic enim fiet vt viuida sit imago si à pluribus eiusdem partis obiecti radiis efformetur: sed obiectâ sphærâ christallinâ id accidet; nam ex punctis obiecti G, & F, per centrum sphæræ E axes duo producantur, cum omnes radij ex puncto G in sphæram incidentes pro parallelis haberi possint, vnientur omnes in axe A E in quarta parte diametri, nempe in puncto H idem etiam dicendum est de omnibus radiis ex puncto F prodeuntibus qui vnientur in puncto I, alternus autem est situs cum radij irrefracti, seu per centrum transeuntes se intersecent in centro E.

Quæ propositio non est intelligenda de omnibus omnino radiis in sphæram impingentibus, neque enim vnirentur præcisè cum suis axibus, sed tantum ad 20 gradum vtrinque ab axibus, alij enim confusionem parerent.

In sphæra vitrea plena aqua ad semidiametrum fere post lentem fit ille radiorum cum axibus suis concursus.

## COROLLARIVM I.

Sequitur primò, si obiectum esset in HI quod pariter radij omnes ad eandem eius partem pertinentes, vnirentur in GF, & semper ad maiorem distantiam, quò magis admouebitur lenti, donec tandem remitterentur paralleli nec amplius vllam efformarent imaginem.

## COROLLARIVM II.

Vt distanti obiectis vsque ad centrum sphæræ, ad tres quartas diametri sphæræ, si obiectum sit dissitum, ita diameter obiecti ad diametrum imaginis, nam triangula GEF, HEI, sunt æquiangula, igitur vt GE ad EH, ita FG, HI. dixi si obiectum sit valde dissitum, ita vt radij ab eodem puncto procedentes, pro parallelis sumi possint, quia enim si admoueatur obiectum recedet imago, ideo absolutè, & vniuersaliter dici debet vt distantia obiecti, ad eius diametrum, ita distantia imaginis ad eius diametrum.

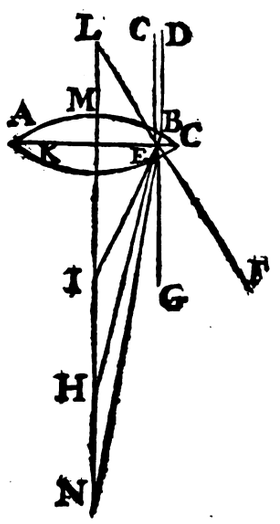
## PROPOSITIO XXI.

### Theorema.

*Lens vtrinque similiter conuexa radios axi parallelos vnit, circa centrum suæ conuexitatis.*

Sit lens conuexo-conuexa ABC, sintque eius conuexitates, æqualium sphæratum segmenta; Dico radios parallelos, vt DB, ita refringi duplici refractione vt congruant cum axe in centro conuexitatis, vt sint centra L & I, radius DB, vnietur in I.

Demonstr. Radius DB vi primæ refractionis, di-




gitur ad punctum N, ita vt MN, sit sesquidiameter, intelligatur plana superficies KE, Eritque inclinatio GEN, & angulus refractionis NEH; ita vt MH esset diameter (*per 14. huius*) sed descripto arcu KEC, inclinatio NEF, est maior, additô scilicèt angulo GEF, qui æqualis est angulo L, seu angulo LIE propter æqualitatem linearum IE, LE. (quæ sensibiliter sunt æquales, differuntque crassitudine tantum lentis) ergo angulus refractionis propter conuexitatem, crescere debet supra refractionem superficiei planæ dimidia parte, anguli LIE, cum in egressu à vitro, sit dimidia inclinationis vt vidimus. ergo angulus IEH, erit dimidia pars anguli LIE, qui cum sit externus & æqualis angulis IEH, IHE illi erunt æquales, ergo lineæ IH, IE æquales erunt, IE autem & IM censentur æquales, cum crassities lentis computari non debeat; igitur MI, IH sunt æquales & cum MH esset diameter, IH erit semidiameter quod erat demonstrandum.

Hæc propositio magis vera est, & exactior in lentibus modicam habentibus crassitiem vt patet.

## PROPOSITIO XXII.

### Theorema.

*Lens plano conuexa minor, æquiualet lenti conuexo conuexæ duplo maiori.*

Sint duæ lentes, plano conuexa, quæ sit portio sphæræ, cuius diameter vnius pedis, & conuexo-conuexa quæ sint vtrinque portio sphæræ duorum pedum,

Digitized by Google

pedum, dico illas idem præstare seu, vnire radios parallelos, ad eamdem distantiam.

Demonstratio prima vnit radios, in fine diametri vnius pedis, secunda vnit radios ad distantiam semidiametri, nempe vnius pedis, cum diameter sit duorum ergo idem præstant.

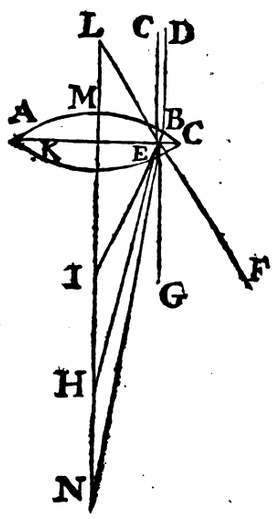
Cæteris tamen paribus satiùs est vti conuexò-convexa, quam plano-convexa, quia cum convexo convexa sit maioris sphæræ portio, pauciores eius gradus continebit, & consequenter erit exactior.

## PROPOSITIO XXII.

### Problema.

*Lentis conuexo-conuexæ inæqualium sphærarum focum determinare.*

Sit lens convexo-convexa, æqualium, aut inqualium convexitatum parum interest, sit semidiameter convexitatis ABC, MI, cuius tripla.




sit MN, KL autem, sit diameter alterius convexitatis, sit radius DB axi parallelus, cum MN sit tripla, lineæ MI, radius DB vi primæ refractionis dirigetur ad N vt vidimus. ducatur ergo BN, secans convexitatem KEC in E, ducatur linea LEF, fiat angulus NEH dimidius anguli FEN, dico H esse focum lentis propositæ.

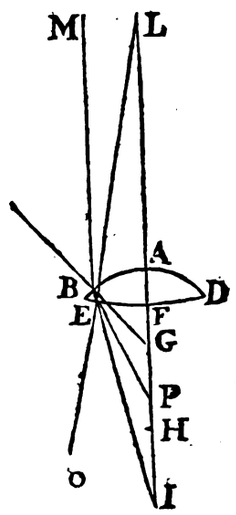
Demonstratio (*per Coroll.* 14.) vi primæ refractionis factæ in puncto B, radius dirigitur ad punctum N, & vi secundæ refractionis, angulus refractionis, debet esse media pars anguli inclinationis, est autem inclinatio FEN, & refractionis NEH qui factus est eius dimidius. ergo verè punctum H erit illud in quo vnietur radius per duplicem refractionem quod faciendum erat.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*Vt aggregatum radiorum conuexitatum, ad radium conuexitatis obuersæ ad parallelos, ita diameter reliquæ, ad distantiam foci.*

Sit eadem suppositio in qua AI supponitur tripla radij AG convexitatis obversæ radio parallelo MB, estque angulus OEI duplus anguli IEP cum supra ostenderimus angulum inclinationis duplum esse anguli refractionis in




egressu vitri in aërem, ostendo ita esse LG aggregatum radiorum ad FG, convexitatis obuersæ radio parallelo, sicut dupla LF ad AP distantiam foci à lente. in quibus moneo crassitiem lentis non computari.

Demonstrat. Vt angulus PEI, ad angulum I, ita IP ad PE, seu PF, & vt duplus PEI seu OEI, vel LEI, ita dupla IP ad PF, vel dimidia IP ad mediam PF & dividendo vt angulus L ad angulum I. ita excessus IP super dimidiam PF, seu PA ad dimidiam PA, sed vt angulus L ad I, ita EI ad EL, vel IA LF, ergo IA ad LF, est vt excessus IP supra dimidiam PA ad dimidiam PA. & componendo erit IA, & LF, ad LI, vt IP ad dimidiam PA. & erit IA cum LF, ad duplam LF vt IP ad PA, & iterum componendo erit IA & tripla LF ad duplam LF, vt IP cum PA, est autem IA tripla ipsius AG. quare ita erit simplex AG cum simplici FL seu aggregatum radiorum, ad duplam LF, sicut AG subtripla ipsius GA, seu triens compositæ ex IP, PA ad PA distantiam foci à lente quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM I.

Confirmatur hac propositione 21 huius. nam in lente vtrinque æqualitèr convexa, aggregatum convexitatum, ad diametrum obversæ ad radios parallelos, est vt 2. ad 1. & pariter duplus radius alterius, est æqualis aggregato est etiam 2. ergo distantia foci erit 1. nempe æqualis radio.

### COROLLARIVM II.

In lentibus convexo convexis, Eadem est foci distantia quamcumque convexitatem obvertas ad obiectum. Ponatur A, esse vna convexitas, & B altera; si obvertas ad obiectum erit vt AB, ad A, ita duplum B ad distantiam foci. ergo rectang. sub AB & foco, æquatur rectangulo sub A & duplo B & pariter si facies B obvertatur ad obiectum; erit vt AB ad B, ita dupla A ad focum: ergo rectangul. sub AB & foco, æquatur rectangul. sub B, & duplo A, ergo rectang. sub A & duplo B, rectang. sub B, & duplo A. quare perinde erit siue A secundum terminum facias, & duplex B tertium, sive B secundum facias, & duplex A secundum. eadem orietur distantia foci.

PROPO

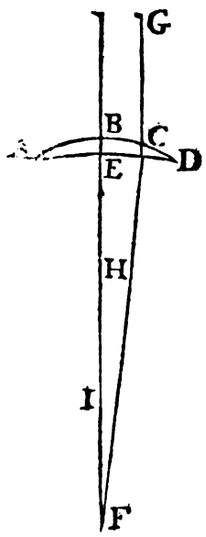
Digitized by Google

## PROPOSITIO XXV.

### Theorema.

*Lens convexo concaua, cuius concauitatis diameter, tripla est diametri conuexitatis, vnit radios, parallelos ad distantiam sesquidiametri conuexitatis.*

Sit lens convexo-concava ABC, cuius diameter concavitatis AED tripla sit diametri




conuexitatis ABC, erit item BF, sesquidiameter convexitatis. dico radios parallelos qualis est GC vniendos in puncto F.

Demonstratio. Radius CG vi refractionis factæ in puncto C, (*per Coroll.* 14.) tendit directe ad punctum F: sed punctum F supponitur esse centrum circuli AED; cum enim BF; sit sesquidiameter, erit tripla semidiametri BH, igitur erit centrum circuli AED, ideoque CF erit perpendicularis ad eius superficiem, & consequenter nullam patietur refractionem. igitur recta procedet ad punctum F. quod erat ostendendum.

### COROLLARIVM.

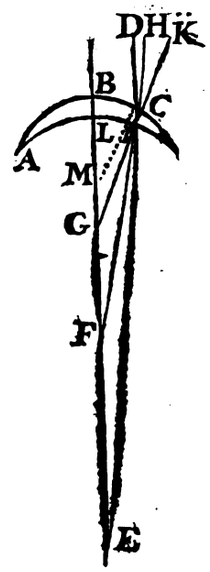
Sequitur ex eo, quod si diameter concavitatis fiat maior, quia maior circulus magis accedit ad planam superficiem vniet radios in aliquo puncto inter F & I. si verò fiat diameter concavitatis, minor triplo diametro convexitatis ad maiorem distantiam radij paralleli vnientur, quam sit sesquidiameter convexitatis. donec tandem si essent diametri concauitatis & convexitatis æquales refractio secunda facta in concavitate restitueret radium parallelum.

## PROPOSITIO XXVI.

### Problema.

*Datâ quâcumque lentis conuexitate, inuenire concauitatem quæ illi addita ex alia parte radios parallelos ad quamcumque distantiam vnat.*

Sit lens convexa ABC cuius semidiameter MB quærenda est concavitas quæ ipsi addita ex alia parte, ita radium parallelum refringat, vt concurrat cum axe ad quamcumque distantiam BE. Sit BF sesquidiameter ita vt (*per Cor.* 14.) vi pri-




mæ refractionis factæ in puncto C; radius refractus dirigatur ad punctum E. assumatur in linea FC, punctum quodcumque I, ita vt IC sit æqualis crassitiei futuræ lentis. ducaturque linea IE fiat angulus FIG duplus anguli FIE. dico si ex G vt centro fiat circulus LI; lentem convexo-concavã ABC, IL, ita radium D G refringere, vt concurrat cum axe in puncto E.

Demonstratio. Cum vi primæ refractionis radius tendat in F; erit pro secunda refractione radius incidens HIF & quia linea G I K venit ex centro G circuli L I. erit angulus inclinationis HIK, cui æqualis est ad verticem GIF; sed angulus refractionis in egressu vitri, est dimidia pars anguli inclinationis, & angulus GIE, est media pars anguli GIF per constructionem. erit FIE igitur angulus refractionis ergo radius refringetur in IE. quod demonstrandum erat.

### COROLLARIVM I.

Primum si trigonometrice id inuenire vellemus; quia punctum G cadit infra centrum circuli ABC sit centrum illius punctum M, & ponamus lineam MB esse 6 pedum ita vt si esset lens conuexo plana haberet focum ad distantiam 12. pedum. volumus autem vt sit ad distantiam 24. pedum. linea BF, erit 18. pedum, ita vt si fieret circulus cuius semidiameter esset tripla lineæ MB, haberetur lens cuius focus esset distans 18. pedibus; volumus autem 24. erit ergo FE 6. pedum. ducatur linea M C, suponaturque arcus BC 5 graduum. erit angulus BMC graduum 5. qui externus cum sit, erit æqualis angulis MFC, MCF, simul sumptis, se habent autem illi anguli vt MC, ad MF, nempe angulus MCF duplus erit anguli MFC. igitur angulus MCF est gr. 3. 20. & MFC. 1. 40. pariter angulus MFI est æqualis duobus FEI, FIE. est autem FI fere 18. & FE 6. est ergo proxime angulus F E I, ad angulum FIE vt 3. ad 1, quare angulus FEI, erit min. 25. & FEI. vnius gr. & 15. min. angulus autem GIE est etiam triplus anguli FIE, ergo anguli GIE, GEI sunt æquales: & lineæ GI, aut GB, sunt proxime æquales, erat autem supposita BE 24. pedum. igitur GB semidiameter concavitatis erit pedum 12.

## COROLLARIVM II.

Si diameter concavitatis sit dupla diametri convexitatis, focus erit ad distantiam diametri concavitatis. Si verò sit tripla focus erit ad distantiam semidiametri concavitatis. Eôdem modô procedemus vt fiat lens cuius focus, sit ad distantiam pedum 30. convexitatis semidiametrò existente 6. pedum. dico concavitatis semidiametrum debere esse pedum 10. vt sit distantia foci pedum 36. sub eadem convexitate cuius semidiameter 6. pedum, concavitatis semidiameter erit pedum 9.

Cum semidiametrò convexitatis 6. pedum.

Semidiameter concavitatis 18. pedum. dat foci distantiam 18. pedum.

Semidiameter concav. 12. pedum. dat foci distantiam 24. pedum.

Semidiam. concav. 10. ped. dat foci distantiam pedum 30.

Semidiam. concav. 9. pedum. dat foci distantiam pedum 36.

Semidiameter concav. 8. pedum $\frac{1}{16}$. dat foci distantiam pedum 42.

Semid. concav. 7. pedum $\frac{2}{3}$. dat foci distantiam pedum 48.

Semid. concav. 7 $\frac{1}{2}$. dat foci distantiam pedum 60.

Vnum tamen monere velim, ne pro lentibus cuius focus sit ita distans vtamur convexitate nimis parva, cuius hempe lens perfecta plures gradus contineat quam quinque aut sex, cum enim experientiâ compertum sit, si lentes nimis aperiantur; hoc est integris fere vtamur; generari cõfusionem, quæ communiter tribuitur sphæricæ figuræ, in quam radij paralleli incidentes non vniuntur perfectè, præcipuè vero illi qui magis ab axe distant: ex alia verò parte eò quòd lentes quarum focus magis distat, magis etiam aperiri debeant, vt imago maior, & consequenter magis radios distrahens, sufficienter tamẽ obiectum illuminatũ exprimat; periculũ esset ne lens distantioris foci, quæ tamen minorem convexitatem haberet, aperta vt par est, radios exciperet nimium ab axe distantes. puto tamen semidiametrum convexitatis 6. pedum sufficere posse, ad lentem cuius focus sit 60. pedum. cum enim apertura lentis obiectivæ 60. pedum, sit tantum digitorum 4. cum dimidio. Si convexitatis radius sit 6. pedum; 4. digiti cum dimidio erunt subtensa graduum 3. cum dimidio. puto autem radios distantes tantum ab axe vnô gradu, & 40. minutis posse esse vtiles ad constituendum telescopium

## COROLLARIVM.

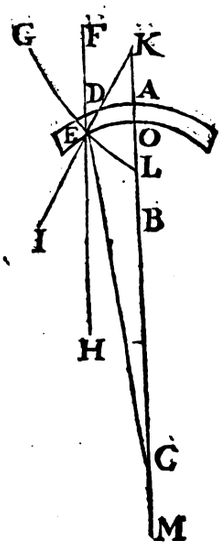
Sequitur item quod si radius concavitatis fuerit minor triplo radij convexitatis, focus magis distabit à lente, quam triplo radij convexitatis. vt si fuerit KB, radius concavitatis; focus erit in E, magis distans à lente, quam F B triplo radij convexitatis. E contra si radius concavitatis esset EL, inclinatio secundi radij, esset E I F, & consequenter angulus F I G esset angulus refractionis illius semissis, nam in egressu radius refractus recedit à perpendiculari, quæ esset EI, cum centrum supponatur in F. per semissem inclinationis.

## PROPOSITIO XXVII.

### Theorema.

*In menisc is si radius concauitatis æqualis fuerit radio conuexitatis; radius per secundam refractionem restituitur parallelus, si minor radius sit diuergens.*

Sit menisc us, ita compositus vt concavitas æquetur convexitati, dico fore vt post duplicem refractionem radius restituatur parallelus axi. Sit enim radius tam concavitatis quam convexitatis AB; cuius tripla sit A C incidatque radius FD




parallelus axi AC. vi primæ refractionis in punctο D factæ, dirigetur ad punctum C, cum AC; sit tripla radij AB, vt iam vidimus supra, iungatur linea BDG. erit inclinatio angulus DEG, cui æqualis est ad verticem BEC. eritque angulus refractionis H E C, illius semissis, sed angulus BEC, est etiam duplus anguli C. cum se habeant sensibiliter vt sinus, vt pote valde acuti, sinus autem se habent vt B E, ad BC. BE autem est semissis lineæ B C, ex suppositione, ergo anguli HEC, ECB alterni sunt æquales: ergo lineæ HE, AC sunt parallelæ.

Dico insuper quod si radius concavitatis fiat minor, vt LO seu LA, dico quod radius refractus, fiet divergens vt EI, ita vt concurrat cum axe, ad partes K. cum enim inclinationis angulus fiat LEC. maior quam BEC, angulus refractionis maior erit vt I E C, maior est, quam HEC, ergo radius IE, convenit cum axe, fitque divergens.

## COROLLARIVM I.

Considerandæ sunt eâdem perseverante convexitate, mutationes diversæ concavitatis, si radius concavitatis fuerit minor radio convexitatis vt AL, radius refractus est divergens, & focus virtualis est in K. si descendat centrum concauitatis in B, ita vt sit æqualitas est parallelus, si descẽdat & fuerit inter B, & C. focus erit vltra C, versus M. si centrum fuerit in C, focus erit *in* C. si centrum sit vltra C, in M. focus ascendet versus B. nunquam tamen perveniet in B, nisi tanta sit eius distantia vt radij incidentes pro parallelis assumi possint.

COROL

## COROLLARIVM II.

In meniſcis æqualium ſphæricitatum perinde eſt quamcumque partem ad obiectum obvertas, nam ſicut radius FD incidens remittitur parallelus in EH, ita etiam EH incidens remittetur parallelus in DF.

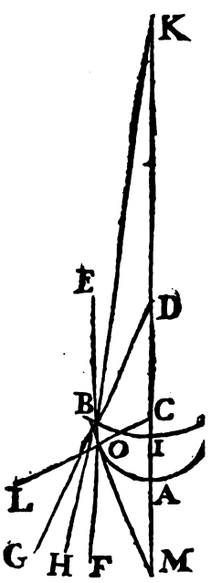
## COROLLARIVM III.

Notandum item cur vocarim punctum K, focum virtuale, nempe quod omnes radij diuergentes. procedant quaſi venirent ex puncto K, ſed de hoc inferius agemus,

## PROPOSITIO XXVIII.

### Theorema.

*Si meniſcus cuius concauitatis radius triplus eſt radij conuexitatis. concauitatem obuertat ad parallelos, diſtantia foci erit aqualis radio concauitatis.*




Sit meniſcus AB radius convexitatis ſit AG. & concavitatis ſit AD, prioris triplus: incidat radius EB parallelus axi in concauitatem nempe in punctum B, qui productus procederet in F; eſt autem inclinatio angulus EBD, cum radius DBG, ex centro concauitatis procedens ſit perpendicularis ad concauitatem, & rafractionis angulus erit HBF, ſemiſſis anguli refracti GBH, eſt ergo vi primæ refractionis angulus inclinationis EBD, triplus anguli refractionis HBF, aut oppoſiti in parallelis BKD; item EBD BDC alterni in parallelis ſunt æquales: ergo angulus BDC eſt triplus anguli BKD; ſed vt angulus BDC, ad angulum BKD ita eorum ſinus cum ſint valde acuti, vt autem ſinus, ita latus BK, ſeu KI ad KD. igitur KI eſt tripla ipſius DB & conſequenter KD dupla ipſius DI. ducatur radius COL ex centro concauitatis, cum KD ſit dupla ipſius DI, & DI tripla ipſius CA, aut CO. erit KC octupla ipſius CO. & angulus inclinationis KOC octuplus anguli K huic KOC æqualis eſt oppoſitus LOH, cuius eſt ſemiſſis HOM, ergo quadruplus anguli K, ſeu LOM, æqualis duobus internis M & OCM, OCM autem eſt ad angulum K, vt KB ſeu KI ad OC nempe vt 9 ad 1, ergo angulus M ad angulum K erit vt 3 ad 1. ſed angulus BDC ſe habet ad angulum K, vt 3 ad 1; nempe vt BK ad DB, quare anguli M & BDM ſunt æquales & cum neglecta lentis craſſitie ſit triangulum BDM, erunt BM; BD, ſeu DI, AM æquales quod erat demonſtrandum.



## COROLLARIVM I.

Perinde eſt quamcumque faciem meniſci prius deſcripti ad radios incidentes, parallelos ſcilicet obuertas.

## COROLLARIVM II.

Si in concauam ſuperficiem radius parallelus incidat vt EB vi primæ refractionis dirigetur ad punctum K, ita vt KI ſit tripla ipſius DI.

## COROLLARIVM III.

Methodus inueniendi foci meniſci cuius concauitas ad radios parallelos obuertitur, eadem eſt; ac inueniendi foci, dum concauitatem obuertit ad eoſdem parallelos.

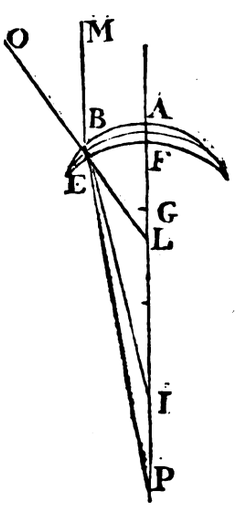
## COROLLARIVM IV.

Si progreſſus demonſtrationis ſuperioris applicetur, inueniemus ſemper eandem eſſe cuiuſcumque meniſci focum quomodocumque ad obiectum ſeu radios parallelos obuertatur.

## PROPOSITIO XXIX.

### Theorema.

*In meniſcis quibuſcumque ita eſt differentia inter radios conuexitatis & concauitatis, ad radium conuexitatis, vt diameter concauitatis ad diſtantiam foci.*




Triplex eſt caſus propoſitionis ideoque ſeparatim ſingulos demonſtro, ſit meniſcus EA, axis AP, radius convexitatis AG, cuius tripla GI, radius conuexitatis ſit LA, ita vt centrum concauitatis, ſit inter G & I, dico ita eſſe LG ad GA; ſeu GF, ſicut dupla LA, aut GF, ad AP diſtantiam foci, habemus autem primo vi refractionis primæ, dirigi radium ad punctum I, ideoque inclinationis radium eſſe LEI, & refractionis IEP. qui ſit prioris ſemiſſis.

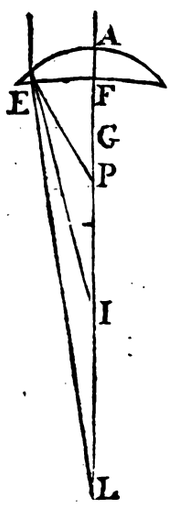
Demonſtr. In triangulo IEL ita eſt angulus IEL, ad EIL; ſicut EI, ad EL ſeu LF, & ita eſt dimidius angulus LEI ad angulum EIL ſicut dimidia LI ad LF vel ſicut tota LI; ad



Digitized by Google

duplam L F. vt autem semissis anguli I E L, seu angulus IEP, ad EIL, ita IP ad EP seu FP, per trigonometr. sumendo angulos pro sinubus, quia sunt valde acuti; ergo ita est IL ad duplam LF, sicut IP ad FP & permutando vt dupla LF, ad FP, ita LI ad IP, sicut LP ad IP: est autem dupla F L cum F P, æqualis triplæ F L, cum L P. igitur ita est tripla F L cum L P, ad F P, sicut L P ad I P, & sicut determinandæ imaginationis causa si. Auferatur ex primo termino LP relinquitur tripla FL, & ex secundo FP aufer PI relinquitur F I. cum ergo sit vt totum ad totum; ita ablatum ad ablatum erit reliqua seu tripla F L ad reliquam F I, seu triplam FG sicut tota ad totam, nempe dupla FL cum F P ad FP, vt autem tripla ad triplam & dividendo vt F L ad F P, ita excessus triplæ FL ad triplam FG, sed vt excessus triplæ FL, ad triplam FG, ita excessus simplicis F L, ad simplicem FG, hic autem excessus est LG, ergo vt LG ad FG, ita dupla FL ad FP quod erat demonstrandum.

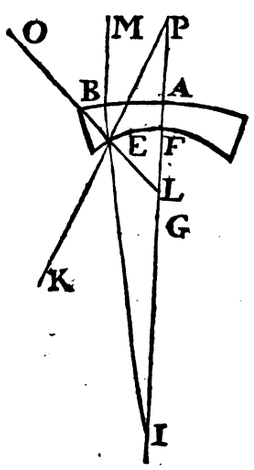
Secundus casus erit si posito radio convexitatis esse A C cuius triplum sit A I. ponatur centrum concavitatis L infra punctum I, cum per primam refractionem dirigatur radius ad punctum I, erit inclinatio LEI, & angulus refractionis IEG semissis anguli LEI. debeo igitur concludere ita esse LG, ad GF, sicut dupla AL ad FP distantiam foci.




Demonstratio. In triangulo L I E, ita est angulus EIL seu EIF ad LEI, sicut EL seu EF, ad LI, & ita est idem angulus EIF, ad semissin LEI, seu ad angulum IEP, sicut dupla LF, ad IL, est autem in triangulo EIP, vt angulus EIF, ad IEP, ita E P seu PF ad P I. ergo ita est dupla L F, ad IL, sicut PF ad PI, & permutando vt dupla LF ad PF, ita LI ad IP. & vt antecedens ad consequentem, ita omnes antecedentes ad omnes consequentes. ergo erit dupla LF, cum LI, ad P F, I P seu F I, vt dupla L F, ad P F, & rursus componendo vt dupla LF, LI, FI, seu tripla LF ad FI, seu triplam FG, vt dupla LF, cum PF, ad PF, & auferendo consequentes antecedentibus, ita erit excessus triplæ L F supra triplam FG, seu excessus simplicis LF, supra simplicem FG, seu linea LG, ad FG, sicut dupla LF ad PF distantiam foci quod erat demonstrandum.

Tertius casus est quando meniscus ita est compositus vt radius concavitatis minor sit, radio convexitatis, in tali casu divergit radius vt radius EK, ita tamen vt ita sit L G differentia radiorum ad GF, sicut dupla LF radius concavitatis ad FP, seu AP.

Pariter enim radius M B dirigitur ad I estque FI tripla lineæ FG radij convexitatis. Erit item inclinatio angulus B E O seu L E I duplus anguli K E I, erit item angulus K E L, sesqui alter anguli LEI.




Demonstratio in triangulo IEL, ita est angulus IEL ad EIL sicut LI, ad LE, seu LF, & ita est dimidius angulus L E I seu angulus KEI ad angulum I, sicut LI ad duplam FL. in triangulo autem IEP. ita est angulus IEP, seu KEI ad EIL, ita IP ad EP seu PF. ergo ita est LI ad duplam E F, vt IP ad PF vel PA.

Rursus erit dividendo excessus ipsius IL super duplam LF, ad duplam LF, vt IF, ad FP, seu IA ad PA, cum crassities lentis negligatur. Si adiungatur ipsi IL linea F L, & eadem FL addatur duplæ LF, erit excessus ipsius IL, super duplam FL, idem ac excessus ipsius IF super triplam FL. Erit ergo excessus I A super triplam FL ad duplam FL, vt IA ad AP. & permutando vt hic excessus ad IA, vt dupla F L ad AP. sed vt excessus IA super triplam FL ad IA, ita sunt eorum trientes, hoc est ita excessus GA super LA seu GL ad GA. ergo vt G L differentia radiorum convexi, & cavi ad AG radium convexi, ita dupla FL seu diameter concavi ad distantiam foci quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XXX.

### Theorema.

*In menisci si semidiameter concavi, ad parallelos obversi, fuerit triens semidiametri convexi focus virtualis erit in centro convexi.*

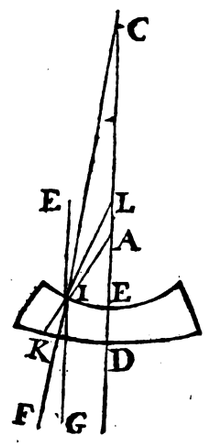
Proponatur meniscus, sitque semidiameter concavi AB obversi ad EI radium parallelum axi, in concavitatem eius incidentem, sitque CD semidiameter convexi tripla ipsius A B. dico focum virtualem esse in C. hoc est post refractionem divergere quasi procederet ex punctо C.

Demonstratio. In triangulo A I C, ita est AI, ad AC, vt sinus anguli ACI, seu EIC illi æqua-

lis

Digitized by Google

lis ad sinum anguli AIC, vt autem sinus, ita & anguli cum sint valde acuti, ergo angulus AIC,




est duplus anguli EIG, & angulus EIA inclinationis, erit triplus anguli EIA, seu FIG, ergo FIG erit angulus refractionis competens radio in ingressu vitri. Erit ergo radius FIC refractus, sed is perpendicularis est ad superficiem DK, cum ex eius centro procedat ergo in egressu vitri procedet irrefractus. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM I.

Si idem menisçus obverteret convexitatem KD ad radium parallelum esset vt CA differentia semidiametrorum ad CD radium convexi, ita dupla AB ad distantiam foci virtualis. Sunt autem antecedentes æquales, ergo & consequentes. quare focus esset in distantia æquali, perinde igitur est, quamcumque faciem menisci ita componi convertas ad radios parallelos.

## COROLLARIVM II.

Si semidiameter convexi fuerit minor triplo semidiametri concavi, foci distantia maior erit triplo concavi. vt si centrum convexi esset inter A & C angulus inclinationis pro secunda refractione esset angulus KIF, cui competeret radius refractus recedens à perpediculari KI, esset ergo radius refractus inter FI, & GI, & productus caderet vltra C. è contra si centrum convexi fuerit vltra C., focus virtualis erit inter A, & C. atque ita motum centri, & foci reciprocum considerare possumus.

Denique si centrum convexi esset inter A & B, esset alia species, nempe menisçus cuius convexitas prævaleret, atque adeo, haberet verum focum ad partes D vt iam vidimus.

## COROLLARIVM III.

Potest applicari superior propositio huic etiam speciei, cum enim perinde sit quomodocumque lentem invertas, & in vltimo casu præcedentis propositionis; invenerimus focum menisci, in quo radius concavi minor esset radio convexi, habebimus etiam focum huius, quando nempe concavitatem obvertet ad radios parallelos.

Regula ergo generalis esto pro sphæricis vtrinque specillis, si sphæricitates, sint oppositæ hoc est in diversas partes respiciant fiat vt aggregatum semidiametrorum ad alterutram semidiametrum, ita altera diameter integra ad distantiam foci.

Vel vt aggregatum diametrorum ad alterutram diametrum, ita alia diameter ad distantiam foci.

Si sphæricitates eandem partem respiciant erit vt differentia semidiametrorum, ad semidiametrum convexi, ita dupla semidiameter cavi, ad distantiam foci.

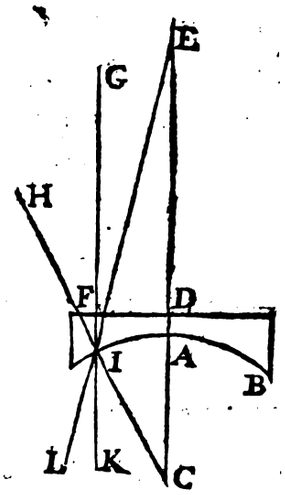
Vel generalius vt differentia diametrorum ad vnam diametrum; ita alia diameter, ad distantiam foci.

Hanc tamen regulam nondum verificauimus in vtrinque cavis id autem præstabimus in sequentibus. hæc regula est Cavalerij cuius si demonstratio facilior esset, verè maioris haud dubiè facienda foret.

## PROPOSITIO XXXI.

*In specillis plano concauis, focus virtualis est in distantia diametri concauitatis.*

Sit specillum plano concavum AB cuius semidiameter AC, dico si in hoc specillum incidat



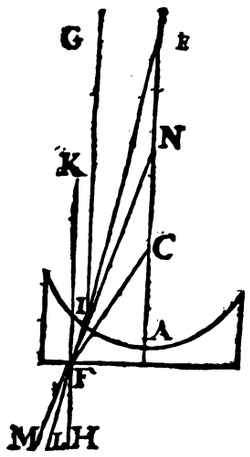

radius axi parallelus, eius focum virtualem esse in distantia diametri integræ.

Primo quidem obvertat planam superficiem FD ad radium FG incidentem axi parallelum.

Demonstratio cum radius incidens, sit axi parallelus, erit ad superficiem FD perpendicularis, & irrefractus procedet ad superficiem cavam IAB. Eritque angulus inclinationis GIH, recederque radius à perpendiculari IC, & pro IK fiet IL, ita vt angulus CIK, sit duplus anguli LIK, seu anguli E. illi æqualis propter parallelas: quare angulus LIC. triplus est anguli E, sunt anguli, vt sinus eorum, cum sint valde acuti, & cum in triangulo CIE, ita sit sinus anguli CIE, seu supplementi LIC ad sinum anguli E, vt CE ad IC. erit CE tripla ipsius CI, seu CA. & ablata CA, erit AE dupla ipsius AC quod erat demonstrandum.

Secundo idem specillum plano concavum concavitatem AI obvertat ad radium parallelum GI incidentem, sitque AC semidiameter & AE ipsius tripla, probavimus iam supra sæpe vt in præcedenti, vi primæ refractionis, ita refringendum radium ac si procederet ex E, progedat ergo vsque ad F, ducaturque perpendicularis FH, eritque inclinatio angulus IFK æqualis

angulo E, radiusque FL ita recedet à perpendiculari FH, vt in FM, angulus MFH, sit sesquialter anguli




LFK, seu anguli E; angulo MFH æqualis est oppositus FNA: ergo angulus FCA sesquialter est anguli E; sed vt sinus ita & anguli cum sint acutissimi, vt autem sinus anguli FNA, ad sinum anguli E, ita LF, ad NF & neglecta lentis crassitie, ita AE ad NA, ergo EA est sesquialtera lineæ NA, sed EA erat tripla lineæ AC ergo NA est dupla lineæ CA quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

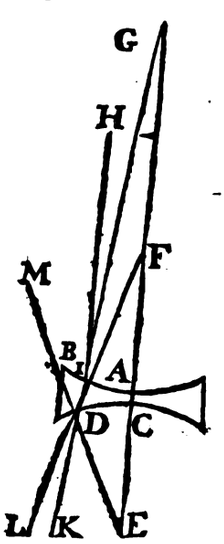
Perinde est quomodocumque inuertas specillum cauum ad radios axi parallelos eodem enim modo post refractionem diuergent.

## PROPOSITIO XXXII.

### Theorema.

*In specillis concauo concauis æqualium concauitatum, radij paralleli habent focum virtualem ad distantiam semidiametri.*

Sit specillum concauum AB, CD æqualium concauitatum nempe sint semidiametri AF CE,




æquales, incidatque radius BH axi parallelus; dico post duplicem refractionem ita radium propagandum per L, ac si procederet ex puncto F, centro scilicet; ita vt punctum F, sit focus virtualis, à quo scilicet procederent omnes radij diuergentes sit enim AG tripla ipsius AF, ducaturque radius GID, vt iam probauimus, vi primæ refractionis radius HI refringetur in ID, ducatur EDM, ex centro E eritque inclinatio IDM, seu KDE, & refractio recedens à perpendiculari K D L, ita vt angulus KDE, sit duplus anguli LDK, seu CDF in triangulo DGE, est vt sinus anguli, GDE, seu KDE, ad sinum anguli E, ita GE ad GD, seu GC nempe vt 4 ad 3, & vt sinus ita anguli; ergo KDE est ad E vt 4 ad 3 & addito angulo LDE, semisse anguli, KDE LDE ad E, vt 6 ad 3, sed vt angulus LDE, ad E in triangulo LDE; ita FE, ad ED; ergo FE, est dupla ipsius AD, neglecta semper crassitie lentis; sed ED, EC sunt æquales, ergo focus virtualis erit in centro F quod erat demonstrandum

### COROLLARIVM.

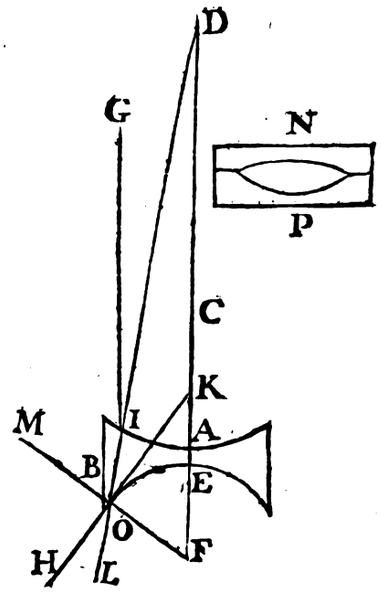
Specillum vtrinque æqualiter concauum maioris sphæræ, æquiualet specillo plano concauo sphæræ duplo minoris. cum enim concauo concauum habeat focum virtualem ad distantiam suæ semidiametri, quæ æqualis est diametro duplo minotis, habebunt focum virtualem in eadem distantia.

## PROPOSITIO XXXIII.

### Problema.

*Specilli sphærici vtrinque quomodocumque concauì focum virtualem reperire.*

Sit specillum vtrinque concauum AB sintque semidiametri concauitatum AC, AF, æquales aut inæ-




quales. sit DA tripla ipsius AC. supponatur radius GI incidens, parallelus axi DF; ducatur, DIO, & per punctum O, ducatur ex centro F linea FO. fiatque HOL, semissis, anguli LOF, producatur HO, in K; dico punctum K esse focum virtualem, à quo radius refractus HO, productus proficiscì intelligeretur, si nempe recta procederet.

Demonstratio vi primæ refractionis radius GI, ita refringitur ac si rectà veniret ex puncto D, ergo

in

in lente, est vere radius 10. ductaque ex centro F, lineâ FO, quæ est perpendicularis ad concavam superficiem, erit angulus inclinationis MOI, seu LOF, in egressu autem à vitro in aërem, angulus refractionis est semissisanguli inclinationis, cum angulus refractus sit triplus, ergo refractio fiet per lineam HOK. quod erat demonstrandum.

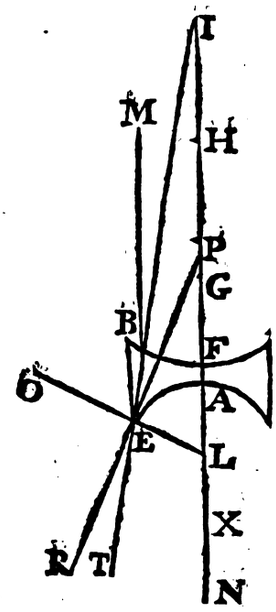
Idem præstant omnino etiamsi concauitates se respicerent, vt vides in NP. si nempe duo specilla concava plana ita coniungantur, vt cavitates se respiciant. idem omnino præstabitur ac si cavitates opponerentur, ita sæpe videmus in vitro si fiat bulla paulo maior hoc est intercipiatur aër & superficies ambientes sint planæ oritur specillum concavum optimum.

## PROPOSITIO XXXIV.

### Theorema.

*Vt aggregatum semidiametrorum concauitatum in specillis concauo-concauis, ad semidiametrum cauitatis obuersa ad parallelos, ita diameter integra reliqua, ad distantiam foci virtualis a lente.*

Sit specillum concauo-concavum sitque FG semidiameter cavitatis BF obversæ ad radios parallelos, quorum vnus, sit MB, sit item LA semidiameter cavitatis alterius A, diameter X A;




& post duplicem refractionem, radius divergat in REP, ita vt focus virtualis sit P. dico ita esse LG aggregatum semidiametrorum, ad FG, sicut diameter AX, ad FP distantiam foci virtualis. in hac demonstratione non habetur ratio crassitiei lentis, supponuntur anguli acuti eamdem habere rationem, ac sinus.

Sit FI tripla semidiametri FG, certum est quod vi primæ refractionis radius parallelus MB refringetur in IBET, vt iam supra demonstrauimus, etitque BEO angulus inclinationis. pro secunda refractione seu TEL, & RET eius semissis angulus refractionis.

Demonstratio. Angulus PEI, seu RET refractionis, ad PIE est vt IP, ad PE seu neglecta crassitie lentis ad PF; & consequenter erit vt duplus anguli PEI, nempe TEL ad EIL, ita IP ad dimidiam PF. auferatur consequens ex antecedenti si aufertur angulus I, ex TEL, restat angulus ELI, erit ergo angulus ELI. ad EIL., ita excessus IP, supra dimidiã PF ad dimidiam PF; sed vt angulus ELI, ad angulum EIL ita in triangulo ILE, IE, seu IF, ad EL, seu LA. ergo ita est IF ad LA, sicut excessus IP supra dimidiam PF ad dimidiam PF, & componendo erit IL ad AL, vt excessus lineæ IP, supra dimidiam PF, hoc est IP ad dimidiam PF, & consequenter erit vt IL ad duplam AL, nempe ad AX ita IP ad PF. & iterum componendo erit IL & AX seu LN hoc est tota IN ad AX, sicut I P & PF, seu IF, ad PF. & permutando erit IN ad IF, sicut AX ad PF, est autem prima tripla aggregati semidiatrorum, & IF, tripla radij GF, vt autem tripla, ita & trientes eorum, ergo ita erit aggregatum semidiametrorum GF, AL, ad GF, radium cavitatis obversæ ad radium parallelum MB, vt AX diameter alterius concavitatis ad PF distantiam foci virtualis.

### COROLLARIVM I.

Vides igitur regulam esse vniversalem pro omnibus lentibus & specillis convexo-convexis, concavo-concavis, nempe vt aggregatum semidiametrorum ad semidiametrum obversæ ad parallelos, ita diameter alterius cavitatis ad distantiam foci,

Vel vt aggregatum diametrorum, ad diametrum obversæ ad parallelos ita diameter alterius ad distantiam foci. vel melius vt aggregatum diametrorum, ad vnam diametrum, ita alia diameter ad distantiam foci.

Si per semidiametros procedas vt aggregatum semidiametrorum ad vnam semidiametrum, ita semidiameter ad semissin distantiæ foci.

### COROLLARIVM II.

Sequitur ex hac propositione supra demonstrata, si cavitates æquales sint, post duplicem refractionem, radios axi parallelos procedere vt divergentes ex centro obversæ ad parallelos.

### COROLLARIVM. III.

Sequitur radium convergentem seu tendentem ad focum virtualem, fieri post duplicem refractionem parallelum, vt radius RE remitteretur per BM. quod si tenderet ad aliquod punctum vltra P, verbi gratia in I, vt T, remitteretur divergens, haberetque focum virtualem ad partes N, Si convergat ad aliquod punctum inter P, & N, vt ad G, adhuc vnietur cum axe vltra punctum P.

## PROPOSITIO XXXV.

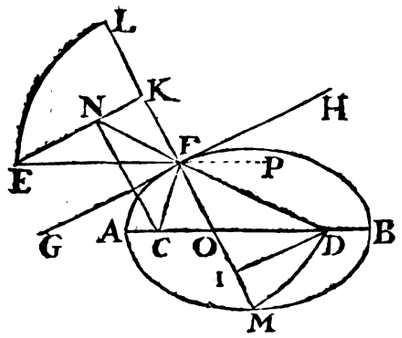
### Problema.

*Ellypsin describere, qua radios omnes axi parallelos in eodem praecisè puncto, vniat. vi refractionis*

Quæ hactenus diximus & probauimus, circa focorum distantiam à lente, sphæricis tantum conveniunt

conueniunt : quæ quamuis focum habeant circa eas distantias quas protulimus, non tamen ita præcisum habent, vt omnes omnino radij, etiam paralleli in iis focis concurrant; vnde fit vt partes remotiores ab axe tegere teneamur, ne scilicet radiis non satis exacte concurrentibus nascatur confusio. multi igitur alius figuras excogitarunt, quæ nempe præcisiorem haberent focum, integræque adhiberentur, sine confusionis periculo; ex quo sequeretur imago viuidior à pluribus scilicet radiis generata. inter has figuras Ellypsin reponimus cuius ideam proposuit Dominus Descartes in sua dioptrica quam faciliorem reddam, omniumque captui accommodabo. supponitur autem cognita ratio, quæ est inter sinum anguli inclinationis & sinum anguli refracti ab aëre in vitrum, aut à vitro ad aërem. supponitur hæc esse in ingressu vitri ab aëre vt 3 ad 2 Fiat ergo ellypsis cuius maxima diameter, se habeat ad distantiam focorum, vt 3 ad 2. quam ita formabimus suppositis iis quæ de Ellypsi demonstrauimus in catoptrica. huius enim figuræ proprietates deducimus, non ex conicis, aut cylindricis principiis, sed immediate ex ipsa figuræ descriptione.

Sit ergo Ellypsis cuius diameter AB foci C & D sit autem vt 3, ad 2; ita AB, ad CD. supponatur-




que tota Ellypsis vitrea immò supponatur Ellypsis volui circa axem AB; ita vt generetur corpus solidum ellypticum quod sit vitreum. dico omnem radium parallelum axi v. g. E F & incidentem in superficiem illius vitri Ellyptici, concursurum cum axe in foco remotiore nempe in puncto D. intelligatur per punctum F, in quod incidit radius EF, tangens GH, ad quam sit perpendicularis OFK, eritque EFK angulus inclinationis, sit EF, æqualis lineæ FD ducaturque EK perpendicularis ad LF, sicut DI, ad eandem FI ex puncto F, interuallô FE, & FD, describantur, arcus EL, DM, & cum radij EF, FD sint æquales; erunt arcus, eiusdem circuli & EK, erit sinus anguli EFK inclinationis; & ID sinus anguli IFD quem contendo esse angulum refractum, respondentem prædictæ inclinationi hoc est esse EK ad ID sicut AB, ad CD, seu 3. ad 2. ducatur CN lineæ KI parallela producaturque DF in N.

Demonstratio triangula EFK, DOI sunt æquiangula, nam AD, EF supponuntur parallelæ. igitur anguli internus, & externus AFK, AOF, seu IOD sunt æquales. sunt item anguli K & I recti. igitur erit vt EF, aut FD illi æqualis ad OD; ita EK ad ID, item quia NC, FO sunt parallelæ, erit angulus OFD opposito ad easdem partes angulo FNC æqualis; est autem vt demonstrauimus in captotrica angulus CFO, æqualis angulo OFD, item anguli alterni CFO, FCN æquales: igitur anguli FNC, FCN sunt æquales & (*per* 6. 1.) FN, FC æquales. quare tota DN æqualis erit lineis DF, FC; seu lineæ AB. nam ex descriptione ellypsis FD, FC simul, æquales sunt, diametro AC. cum autem FC, NC sint parallelæ (*per* 4. 6.) erit vt FD, ad DO, ita ND, seu AB, ad CD; sed vt FD, ad DO, Iam vidimus esse EK, ad ID igitur vt AB ad CD, seu vt 3. ad 2; ita EK sinus inclin. ad ID sinum anguli IFD: igitur IFD erit angulus refractus, & refractio fiet per lineam FD quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM. I.

Sequitur quod si detur vitrum solidum Ellypticum radij paralleli axi vt EF vnirentur in D ita vt si spectetur refractio facta in F tantum, id, eueniret.

## COROLLARIVM II.

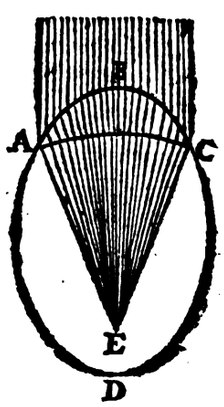
Pariter si detur concaua vitri superficies FAM; & radius PF axi parallelus in eam incidat vi refractionis in puncto F procederet per FN quasi procederet ex puncto N, esset enim angulus inclinationis PFO, æqualis opposito EFG, ergo angulum refractum KFN habere debet æqualem opposito OFD.

## PROPOSITIO XXXIV.

### Problema.

*Varias lunulas siue menisscos Ellypticas describere, quibus radij paralleli, in vnum punctum coëant, aut vicissim.*

Describatur Ellypsis cuius maxima diameter ad focorum distantiam habeat rationem quæ 3 ad 2 sitque hæc ABCD. sitque vnus ex focis punctum E, ex quo vt centro ducatur ad quodcumque interuallum arcus AC secans ellypsin, in punctis A; & C dico si fiat menisscus ABCG, fore vt omnes radios parallelos vniat in puncto E.




Dem. (*per præcedentem*) radij omnes paralleli axi, vi primæ refractionis diriguntur ad punctum E, sed punctum E est centrum circuli AGC; ergo sunt perpendiculares ad superficiem circularem aut sphæricam AGC; quare nullam in ea patientur refractionem: & vnientur in puncto E sic præcedentem ad praxin reuocamus.

## COROLLARIVM.

Si lucidum existat in puncto E foco ellypsis ABC, terminatæ concauitate AGC sphæria cuius centrum

Digitized by Google

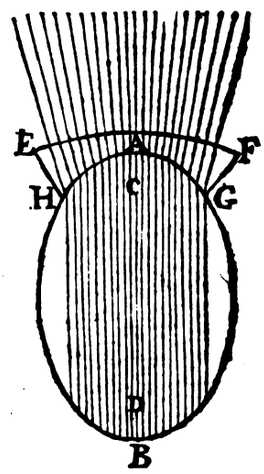
centrum E, dico radios à puncto E, in corpus solidum incidentes remitti parallelos axi. (*per 4. Prop. huius.*

## PROPOSITIO XXXVII.

### Problema.

*Describere lentem Ellyptico-concauam qua radios parallelos remittat, diuergentes quasi ab eodem puncto procederent.*

Describatur ellypsis, cuius diameter AB, ad distantiam focorum CD, sit vt 3. ad 2. tum ex foco remotiori D, vt centro describatur circulus EF, dico quod si figura EFGAH, circumvolvatur circa diametrum AB, generabitur corpus solidum, quod si vitreum sit, omnes radij paralleli axi incidentes in concavam ellypsis superficiem, ita refringentur, vt divergant ab invicem, quasi procederent à puncto B.




Demonstratio. (*per cor. prop.* 34.) omnes radij paralleli axi, incidentes in concavam ellypsis superficiem, ita refringuntur, quasi ex puncto D procederent, dum vero ex tali vitro egrediuntur, quia superficies EF habet pro centro punctum D; ideóque radij qui ex D procedunt, sunt ad eam perpendiculares, nullamque patiuntur refractionem & consequenter eô modô vlteriùs propagabuntur, ac si ex puncto D ducti essent quod erat ostendendum.

### COROLLARIVM.

Sequitur ex eo, quod si radij ita incidant in convexam sphæricam superficiem talis lentis, quasi tenderent directe ad punctum foci D; remittentur paralleli axi.

Quia tamen in praxi nullus adhuc invenit modum elaborandi vitra in lentes ellypticas, facile erit, circulum invenire qui quam proxime accedat ad Ellypsin. assumpta enim focorum distantia & descripta ellypsi, verbi gratia ABC. per tria puncta HAG describatur circulus qui proxime accedet ad ellypsin: & puto in praxi idem fere præstituram lentem eô modô circulari elaboratam, quod ellyptica efficeret.

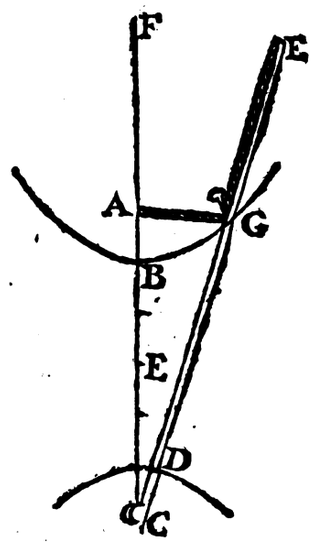
## PROPOSITIO XXXVIII.

### Problema.

*Descriptio hyperbolæ.*

Vt sphæricæ lentis defectui mederentur nonnulli, nempe quòd non omnes omnino radios, ad eandem obiecti partem pertinentes, in idem foci punctum congreget, aliam adhibuerunt figuram, quam vt huic operi accommodatissimam summis encomiis extulerunt, quamvis illam in praxin perfectè adhibuit nemo quod sciam.

Licet non existimem in ea plus fore emolumenti quam in lente sphærica, propter rationes inferiùs explanandas; dicam tamen quæcumque in hac materia ad præsens institutum pertinere videbuntur. sit linea BC qua sit distantia foci data, nempe debeat fieri hyperbola quæ radios parallelos vniat ad distantiam BC. abscindatur ex BC, quinta eius pars DC, sitque AB æqualis lineæ DC. ita vt tota AC, ad BD, sit vt 6. ad 4. aut 3. ad 2. in puncto C tanquam centro, infigatur regula CE, cuius longitudo sit æqualis, verbi gratia, lineæ CF. annectatur in eius puncto E, funis cuius longitudo, sit æqualis lineis FB, BA simul sumptis, tum extremitas funis in puncto E firmetur. denique moveatur regula circa punctum C, tanquam centrum, stylo-que G, accurate comprimatur funis contra regulam, stylus describet aliquam lineam, hæc vocetur hyperbola, cuius vertex erit in puncto B. punctum foci in A, focus autem contrapositæ hyperbolæ, erit punctum C. huius lineæ aliquas proprietates, ex ipsa eius descriptione desumptas demonstrabo, neque opus erit ad Apollonij conica recurrere.

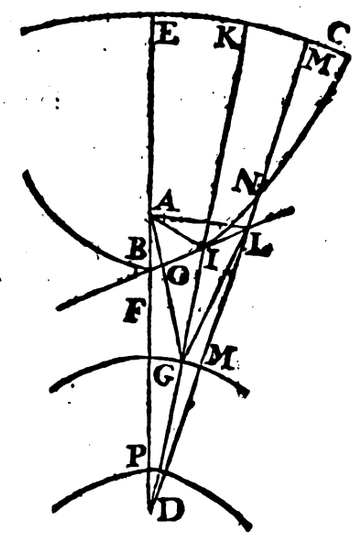


## PROPOSITIO XXXIX.

Problema.

*In hyperbola definire tangentem, & alias proprietates.*

Sit hyperbola BC modô ſupradictô deſcripta, cuius vertex B; ſitque punctum A punctum foci; ſicut D. punctum foci contrapoſitæ hyperbolæ. longitudo regulæ quâ deſcripta eſt, ſit DE: longitudo funis ſit EB, BA, quibus EB, BF ſint æquales, eritque funis æqualis lineæ E F. intervallô D F deſcribatur circulur F G H, ſicut intervallo regulæ deſcribatur circulus EKC.




Pervenerit regula deſcribendo hyperbolam in K ſitque punctum hyperbolæ I. ducatur linea AI, item AG, ex puncto I, demittatur IO, perpendicularis ad AG. dico lineam OIL, tangere hyperbolam in puncto I. & præter punctum I, totam eſſe extra illam.

Demonſtratio. cum linea F E, aut G K, ſint æquales funi, ſicut & lineæ AI, IK, ablatâ communi IK, reſtant lineæ AI, IG, æquales. quare in tringulo AGI, (*per* 5. 1.) anguli IAG, IGA ad baſin ſunt æquales. ideóque in triangulis IAO, IOG, cum ſint duo anguli æquales, nempe ad O recti, & IAG, IGA (*per* 26. 1.) erunt omnia æqualia, & anguli A I O, AIO æquales. addo quodlibet aliud punctum lineæ OIL cadere extra hyperbolam. Sit enim punctum L, de quo dubitatur, an ſit extra hyperbolam. ducantur lineæ A L, G L quæ facile oſtenduntur æquales (*per* 4. 1.) ſunt autem GD, DL, latera maiora latere DL, (*per* 20. 1.) quare ablatis DG, DH æqualibus erit GL, aut AL maior quam HL & additâ communi LM, erunt AL, LM, maiores linea HM, ſeu funi EF; igitur funis annexus punctis A, & M non poterit extendi, vſque ad L; ſed punctum ad quod extenditur erit v. g. in N; igitur punctum L, eſt extra hyperbolam. idem probabo de quôlibet aliô puncto lineæ OIL, exceptô punctô I. igitur linea OIL eſt tangens.

### COROLLARIVM I.

Linea O I L tangens hyperbolam dividit bifariàm angulum A I D comprehenſum lineis ab vtroque foco productis. oſtendimus enim angulos AIO, OIG eſſe æquales.

### COROLLARIVM II.

Linea DG, eſt differentia inter funem & regulam & æqualis eſt lineæ PB.

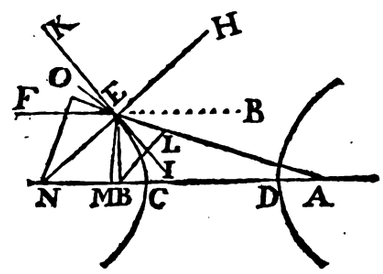
## PROPOSITIO XL.

Problema.

*Hyperbolam deſcribere in quam radij incidentes, paralleli axi, concurrant in puncto foci contrapoſita hyperbolæ.*

Proponitur deſcribenda hyperbola, quam demonſtrare debemus talem eſſe; vt ſi vitrum ſecundum eius figuram effingamus; illud radios parallelos axi vniat in puncto foci contrapoſitæ hyperbolæ, aut viciſſim radios ab eo puncto in ipſam incidentes parallelos remittat.

Deſcribatur (*per* 35.) hyperbola EC, ſintque puncta focorum A, B, ſitque AB, ad CD




vt 3. ad 2. nempe vt ſe habet ſinus anguli inclinationis, ad ſinum anguli refracti, dum fit refractio ab aëre in vitrum. dico hyperbolam EC, ita ſe habere, vt ſi iuxta illam effingeretur vitrum aliquod convexum, radij paralleli ipſius axi, qualis eſt radius EF propter refractionem factam in puncto E, concurreret cum puncto A, puncto, ſcilicet comparationis contrapoſitæ hyperbolæ. Sit enim linea IEK tangens hyperbolam in puncto E. ſitque ad eam perpendicularis N E H. ſit AL æqualis lineæ CD. ducaturque BL; & (*per precedentem*) erit tangens EI perpendicularis ad BL, cum autem EI, ſit etiam perpendicularis ad NH; erunt BL, NH parallelæ.

Item producatur AE, & ex N ad eam ducatur perpendicularis N O.

Demonſtratio. Supponatur lucidum eſſe in A, angulus inclinationis erit AEH; ſupponatur angulus refractionis eſſe FEN; demonſtravero radium FE eſſe radium refractum, ſi hyperbolicum corpus eſſet vitreum, ſi oſtendero ita eſſe ſinum anguli HEA ad ſinum anguli F E N vt 3. ad 2. aut vt AB, ad CD. quod ita præſtabo quoniam GH, BL ſunt parallelæ; ita erit (*per* 4.6.) AB, ad AL, ſeu CD, vt AN, ad AE, triangula autem AEM, AON ſunt rectangula in O, & M, habentque communem angulum E A N; quare *ſunt* æquiangula, eſt igitur vt A N oppoſitum *lat*us angulo recto O, ad A E; ita minimum latus O N, ad E M. linea N E, ſupponatur eſſe radius, erit EM ſinus anguli ENM, ſeu alterni FEN, & NO erit ſinus anguli OEN, ſeu oppoſiti ad verticem HEA: igitur vt AB, ad CD, ſeu vt 3. ad 2. ita ſinus anguli inclinationis HEN ad ſinum anguli

Digitized by Google

hyperbolæ oppositæ ipsi EFD, sicut G illius quæ opponitur hyperbolæ ABC. dico radios conuergentes ad punctum G & impingentes in hyperbolam ABC ita detorqueri per duplicem refractionem, ac si ex puncto H directe procederent.

Demonstratio. (*per 2. partem cor. 39.*) radij ad punctum G tendentes, si ipsis occurrat hyperbola ABC vi primæ refractionis fiunt paralleli. & (*per primam partem eiusdem Coroll:*) radij paralleli ita remittuntur ac si procederent ex puncto comparationis contrapositæ hyperbolæ; ergo vi secundæ refractionis ita detorquebuntur, ac si directè procederent ex puncto H quod erat ostendendum.

Quæ propositio vera est etiam si duo myoptra plano concava ita disponantur, vt superficies planæ sint parallelæ.

## OBSERVATIO magni momenti.

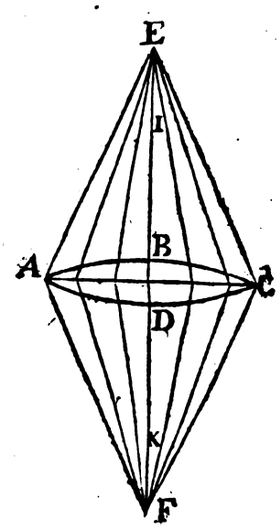
QVamvis ea quæ hactenus diximus tam de ellypsi quam de hyperbola, videantur demonstrare ad vsum dioptricum eas figuras esse accommodatissimas, non tamen id puto tam facile concedendum. nam præter difficultatem quæ in elaboranda lente Ellyptica, aut hyperbolica; quæ non est parvi facienda, cum hactenus neminem viderim qui se hyperbolam efformare perfectam iactaret. Sed de hoc cum de praxi; agemus diligentius: ostendemusque machinas fere omnes, & inter alias, eas quæ à *Des cartes* describuntur esse meras nugas; & contra principia practica grauiter peccare. præter (inquam) eam difficultatem, quæ maxima est, contendo etiam perfectissimam ellypsin, & hyperbolã minus aptam esse ad visionem iuvandam (qui verus est & vnicus huius scientiæ scopus) quam sphæricas & planas figuras. Neque enim vnicum tantum punctum & indivisibile obiecti quod in axe iaceat videre volumus, sed etiam ea quæ sunt axi vicina; non demonstratur autem in lente hyperbolica, aut ellyptica, radios ab aliquo puncto extra axem posito prodeuntia, in lentem huiusmodi incidentia vniri præcisè in eodem puncto. potest enim fieri, vt licèt demonstratum sit, radios ab ea parte quæ est in axe, prodeuntes, adunari in eodem axis puncto, qui tamen ab alia parte prodibunt minus colligentur, quam in sphærica lente. Et memini me habuisse hyperbolicam lentem, quam vir Nobilis, Dominus de Visancourt propriis manibus elaborarat, erat autem lens ocularis quæ ad sensum non aberrabat ab hyperbola, experti sumus, quid tandem mirabile præstare posset, aptatâque lente obiectiva quæ tubo 7. aut 8. pedum esset accommodata, vsi sumus hyperbola pro oculari; notavi autem obiecta media optimo situ & distincta apparere, ea vero quæ ad latera caderent distorta nonnihil esse. habebam autem præ manibus lentem sphæricam, cuius focum iudicabam propiùs accedere ad focum prædictæ hyperbolæ: deprehendique sphæricam & æque bene distinguere obiecta quæ aut in axe, aut prope axem sita erant, alia vero longe distinctius exhibere. Ex quo colligo etiamsi haberemus hyperbolicas lentes perfectissimas non fore tamen excellentiora telescopia. nam quod pertinet ad lentẽ obiectivam præcipue verò si sit sphæræ maioris portio, indubitatum est, eam non deflectere sensibiliter à sphærica. quod vt planius fiat describatur hyperbola longioris foci, deprehendesque posse describi circulum, cum ea physicè, & sensibiliter convenientem, saltem secundum eam portionem, quæ in telescopio detecta relinquitur, ex quo fit, vt in lentibus tantum ocularibus esset adhibenda hyperbola, aut Ellypsis. aut etiam in myoptris concavis, sed mihi persuasum inutile esse diutius in iis exquirendis terere tempus, eaque tantum posui doctrinæ causa, & ne aliquid in hoc opere desideraretur.

## PROPOSITIO XLVI.

### Theorema.

*In lentibus conuexo-conuexis, radij ab extremitate diametri prodeuntes, in alterius diametri extremitate vniuntur.*

Hactenus radios tantum parallelos axi consideravimus, missos nempe ab eadem parte obiecti; ita distantis vt pro physice parallelis haberi possint. alij item radij considerandi sunt prout magis, aut minus obiectum distabit à lente.




Sit ergo primo lens convexa, A B C D, siue vtraque superficies sit æqualis sphæræ segmentum sive diversæ. dico si lucidum constituatur in puncto E, sitque BE æqualis diametro sphæræ cuius ABC est portio, item DF, sit æqualis diametro sphæræ cuius A D C, est segmentum; vt radij omnes à lucido E, in lentem A B C incidentes conveniant in puncto F.

Demonstratio (*per 14. huius*) in semilentibus radij paralleli axi vniuntur in extremitate diametri, & vicissim radij ab extremitate diametri BE, in convexam superficiem ABC impingentes remittentur paralleli, quare in ipsa lente erunt paralleli. per eandem autem qui sunt paralleli in lente ABC, egressi per superficiem ADC vniuntur in extremitate diametri; igitur radij à puncto E prodeuntes, conuenient in puncto F quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

Hæc propositio est vera, si loco vnius lentis convexo-convexæ duæ adhiberentur lentes plano conuexæ, ita vt superficies planæ se invicem respicerent, cui duæ convexitates parum interest. cum enim in plano convexa radij paralleli vniantur in extremitate diametri, radij ab extremitate diametri prodeuntes, remittentur paralleli vi primæ lentis, & radij paralleli in secundam impingentes, vnientur in extremitate diametri; & in tali dispositione, etiamsi removerentur lentes ab invicem, vnirentur semper, in extremitate diametri post secundam.

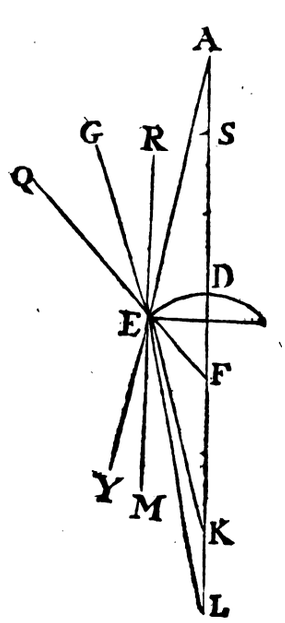
Si sensim lucidum E admoveatur lenti remevebitur sensim concursus radiorum. donec lucidum perveniat in I centrum convexitatis, tunc enim remittentur paralleli, si magis accedat lucidum radij fient divergentes. è contra si lucidum E fuerit vltra E, id est, remotius à lente, accedet punctum concursus ad punctum I, nunquam tamen Mathematice loquendo ad illud perveniet ita vt cum tanta erit distantia, vt radij ab eo lucido prodeuntes, & in lentem impingentes sint paralleli, erit in I.

## PROPOSITIO XLVII.

### Theorema.

*In plano conuexis ita est excessus distantiæ obiecti à lente, supra diametrum, ad diametrum, vt distantia obiecti à lente, ad distantiam foci.*

Sit lens plano convexa D E, cuius semidiameter FE, diameter in S, sitque obiectum aut lucidum in A, sitque vt AS ad diametrum SD ita AD ad DK, dico punctum K, esse distantiam




foci. Sit enim K L dimidia lineæ DK, sicut DF est dimidia lineæ D S; eritque vt AS ad FS, ita AD ad DL, dico vi primæ refractionis radium AE, dirigi ad punctum L, cum enim ita sit AS, ad SF, vt AD ad DL erit componendo AF, ad SF, triplam semidiametri FE, vt tota AL ad DL, sit radius incidens AE, eritque angulus inclinationis QEA, quem contendo refringi in L, hoc est angulum YEL esse tertiam eius partem, & consequenter esse angulum refractionis tali inclinationi competentem. nam in triangulo AEL, ita est AL ad LE, seu LD vt sinus anguli AEL, supplementi eius Y E L, ad sinum anguli A, vt autem sinus, ita & anguli, cum sint valde acuti, & vt AL, ad DL; ita AF, ad SF, triplam radij EF. ergo vt angulus YEL, ad angulum A, ita AF, ad triplam EF. & vt triplus anguli YEL, ad angulum A, ita A F, ad radium E F; sed in triangulo AEF, ita est AF, ad EF, sicut sinus angulorum oppositorum, nempe vt sinus anguli AEF, seu QEA ad angulum A, ergo ita se habet triplus anguli Y E L ad angulum A, sicut angulus QEA ad eundem A, igitur vere refracta prima diriget radium ad punctum L quod erat primum.

Iam ducatur radius MER parallelus axi, & consequenter perpendicularis, eritque inclinatio M E L, angulus refractionis LEK; angulus refractus MEK, quem ostendo esse triplum anguli refractionis LEK. ita est in triangulo LEK, LE, seu LD ad LK, sicut sinus anguli EKF, seu alterni MEK, ad sinum anguli LEK, vt autem sinus, ita & anguli, & LK facta est tertia pars lineæ L D: ergo angulus L E F, est triplus anguli FEK ergo est angulus refractionis tali inclinationi competens. ergo si sit vt AS, ad SD, ita AD ad DF, refractio fiet in F. si ergo obiectum seu lucidum fuerit in A, & focus in K, ita erit AS, ad SD, sicut distantia AD, ad DK, distantiam foci. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM I.

Si obiectum fuerit in distantia quæ sit dupla diametri; focus erit in distantia dupla diametri; & in hoc casu distantia obiecti, & foci sunt æquales. si obiectum sit in distantia diametri nempe in S, vt obseruetur eadem regula, quia differentia supra semidiametrum est o. fiet vt o ad diametrum, ita distantia obiecti nempe diametri, ad infinitum, nempe remittitur radius parallelus.

## COROLLARIVM II.

Quia autem vidimus dari lentem vtrinque convexam, quæ idem præstet, ac lens convexo plana, nempe si sit maioris sphæræ segmentum. si fiat vniversaliter vt differentia distantiæ obiecti supra distantiam foci ordinariam, nempe quæ est respectu radiorum parallelorum, ita distantia obiecti, ad quartum; habebitur distantia foci, quæ regula etiam valet pro meniscis.

Quare posito obiecto in maiori distantia, quam sit focus ordinarius, determinabimus distantiam foci seu imaginis, in omnibus lentibus convexis, hoc est in quibus convexitas prævalet. Si ponatur obiectum in ipso foco imago seu concursus nullus erit. restat casus in quo obiectum sit vicinius lenti quam focus ordinarius quem sequenti propositione determino.

PROPO

Digitized by Google

anguli FEN, ergo FE, erit verus radius refractus in ingressu luminis in vitrum. Et vicissim in egressu, si FE sit radius incidens, AE erit radius refractus; quod erat demonstrandum. quod enim probavi de vno radio de aliis omnibus æque facile demonstrabitur.

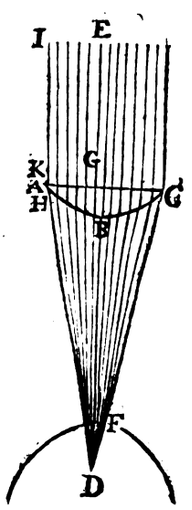
COROLLARIVM.

Sit radius ER, sitque lens concava, hyperbolica EC. quia angulus inclinationis REH æqualis est angulo FEN, æqualem etiam, cum eo debet habere angulum refractum; sed angulus refractus respondens inclinationi FEN, est AEH, cui æqualis est OEN, igitur OEN, est angulus refractus respondens inclinationi REH, & radius ER, parallelus axi, ita refringitur vt divergat, quasi procederet à puncto A comparationis contrapositæ hyperboles; vicissim radius OE tendens ad punctum E, remittetur parallelus (*per 4. huius.*)

PROPOSITIO XLI.

*Lens connexo plana hyperbolica, radios omnes parallelos axi in vnum præcisè punctum cogit & vicissim.*

Sit lens ABC convexa hyperbolice; hoc est sit linea ABG hyperbola terminata lineâ




recta; Et circa axem DBE immotum, intelligatur volui tota figura, linea AC circulum describet, & hyperbola ABC describet superficiem corporis solidi hyperbolici. dico si corpus illud vitreum esset, fore vt omnes radij paralleli axi vniantur in puncto D comparationis contrapositæ hyperbolæ. modò hyperbola talis sit, vt ratio lineæ DG, ad FB, sit vt 3. ad 2.

Demonstratio. Si dato quolibet radio parallelo axi, verbi gratia radio HI, intelligatur planum per hunc radium & per axem ductum, illius communis sectio, & solidi hyperbolici, erit hyperbola ABC, nec potest esse alia linea; radius autem HI, in superficie plana ad quam perpendicularis est, nullam patitur refractionem, ideoque radius KH, in ipso corpore solido, est parallelus axi, & (*per præcedentem*) conveniet cum axe in puncto D. idem ostendam de quocumque alio radio axi parallelo: igitur omnes radij axi paralleli in puncto D convenient quod erat ostendendum.

COROLLARIVM.

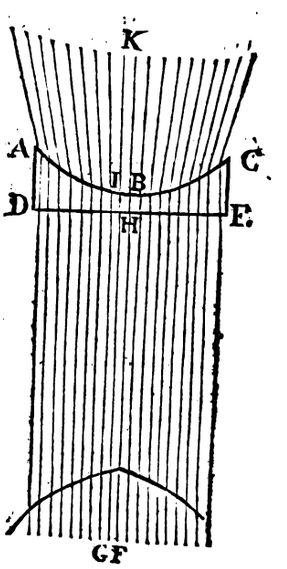
Pariter si lucidum præcisè in puncto comparationis contrapositæ hyperbolæ constituatur; omnes radij ab eo ad solidum hyperbolicum ducti, ita refringuntur, vt paralleli axi remittantur.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

*Myoptrum hyperbolicum radios axi parallelos, ità disgregat; ac si ex puncto comparationis contrapositæ hyperboles procederent*

Sit pariter hyperbola ABC, ita vt distantia punctorum comparationis, ad distantiam verti-




cum, sit vt 3. ad 2. fiatque corpus solidum concavo planum, cuius sectio sit ABCED. dico omnes radios axi parallelos, per refractionem ita refringi, vt dirigantur eò modo, ac si directè à puncto F comparationis contrapositæ hyperbolæ procederent.

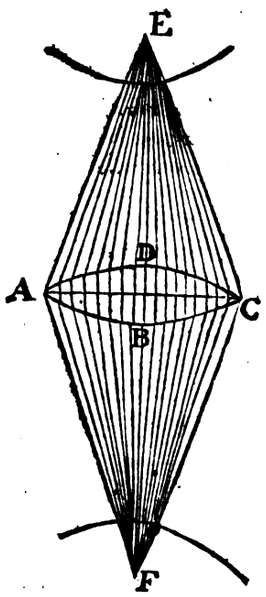
Demonstratio. Sit radius quilibet GH axi parallelus, intelligatur autem planum per radium GH, & axem BF ductum, & communis sectio illius ac solidi concavo plani erit figura ABCED. radius autem HG in superficie plana DE, cui rectus est nullam patitur refractionem: ergo radius HI, in ipso vitro parallelus permanet axi. Sed (*per Coroll. 39.*) talis radius ita vlterius propagatur, ac si verè ex puncto F directe propagaretur: & quod de hoc radio probatum est; eòdem modò potest intelligi, & demonstrari de quocumque alio radio: igitur omnes radij axi paralleli in superficiem planam descripti solidi vitrei impingentes; ita refringuntur, ac si directe ex puncto contrapositæ hyperbolæ procederent.

## PROPOSITIO XLIII.

### Theorema.

*Lens hyperbolica, vtrinque conuexa, radios ab vnius foco prodeuntes, in punctum foci alterius remittit.*

Sit lens vtrinque convexa hyperbolica ABCD siue hyperbolæ ABC, ADE sint æquales sive non, modo vtraque ita se habeat, vt distantia




focorum ad distantiam verticum, contrapositarum sit vt 3. ad 2. Sit E punctum comparationis oppositæ ipsi ADC, & F punctum comparationis oppositæ hyperbolæ ABC. dico si constituatur lucidū in puncto E fore vt omnes radij in lentem ab eo ducti, conveniant in puncto F.

Demonstratio (*per* 38. *huius*) omnes radij à puncto E procedentes vi primæ refractionis factæ in superficie A D C fiunt paralleli intra lentem. & (*per eandem*) radij paralleli axi in lente vi secundæ refractionis factæ in superficie ABC, conveniunt in puncto F. igitur radij à puncto E prodeuntes vniuntur in puncto F quod erat ostendendum.

### COROLLARIVM.

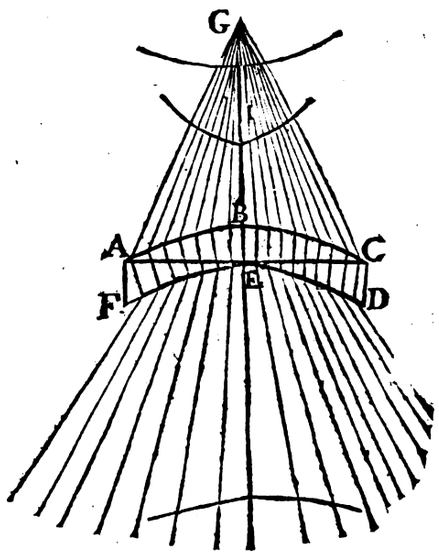
Hæc etiam propositio locum habet si duo semilentes hyperbolycæ, habeant superficies planas parallelas & ab invicem distent quantum libuerit, cum enim radij intra semilentes ACD, A C B. sint paralleli axi etiamsi lentes removerentur ab invicem, non mutarent situm, nec vllam paterentur refractionem, quia essent semper ad superficies planas recti.

## PROPOSITIO XLIV.

### Problema.

*Meniscus hyperbolica radios prodeuntes à puncto foci vnius; remittit eôdem modô, ac si directe procederent à puncto foci alterius.*

Sit meniscus ABCDEF, composita ex duabus hyperbolis eundem axem habentibus. sitque G punctum comparationis hyperbolæ quæ oppo-



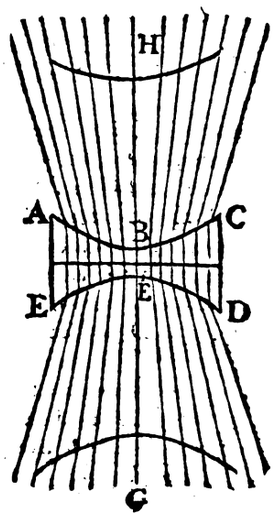

nitur hyperbolæ ABC. item punctum I, sit punctum comparationis illius hyperbolæ quæ opponitur hyperbolæ FED. dico si lucidum sit in G, ita refringentur radij in meniſco, vt vi duarum refractionum radij ita remittantur, ac si directe procederent ex puncto I.

Demonstr. (*per* 39. *huius*) radij à puncto G prodeuntes & in convexam hyperbolæ incidentes, procedent paralleli, & per Cor. eiusdem radij paralleli axi, ita refringentur in egressu, ac si procederent ex puncto comparationis illius hyperbolæ quæ opponitur hyperbolæ DEF, nempe ex puncto I quod erat ostendendum.

## PROPOSITIO XLV.

### Theorema.

*Myoptrum hyperbolicum vtrinque concauum radios ad focum vnius hyperbolæ tendentes ita remittit, ac si directe à foco alterius procederent seu ex convergentibus reddit diuergentes.*



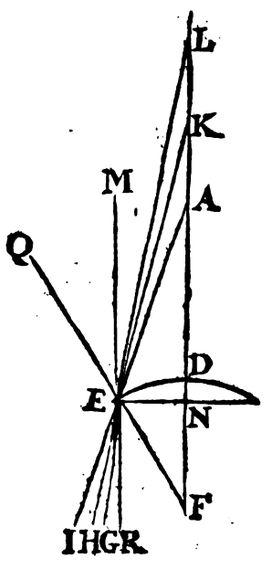

Sit myoptrum hyperbolicum vtrinque concavum ABCDEF, sitque H punctum comparationis hyperb-

## PROPOSITIO XLVIII.

### Theorema.

*In lente plano conuexa, si obiectum ponatur inter focum, & lentem, ita erit distantia obiecti à centro lentis, ad diametrum lentis, vt distantia eius à lente, ad distantiam foci imaginarij.*

Sit lens plano conuexa ED, cuius semidiameter FE, sit obiectum seu lucidum in A, sitque AD mi-




nor quam DK, diameter lentis, qui & focus est virtualis, nempe radiorum parallelorum, certum est quod si obiectum esset in extremitate diametri radius refractus esset ER parallelus axi: sed radius refractus erit diuergens vt EH qui ita procedit, ac si veniret ex puncto K hunc voco focum virtualem. dico ergo sicut se habet AF, ad diametrum, ita esse AD ad AK. nempe si ita sit hoc est, si hæ lineæ ita se habeant, ostendo, radium incidentem AE post duplicem refractionem; ita refringi, & propagari per EH ac si recta veniret ex puncto K. sit enim KL tertia pars lineæ DK ostendo per primam refractionem, radium AE refringi in EG, quasi procederet, ex puncto L.

Ducatur FEQ & radius parallelus MER. producanturque radij AE KE, LE, in G, H, I. cum sit vt AF, ad diametrum, seu ad duplam ED, ita AD ad AK, erit etiam vt AF, ad sesquidiametrum seu triplam FD, ita AD ad DL.

Demonstratio In triangulo AFE, ita est, AF, ad EF, vt sinus anguli FEA, seu supplementi eius QEA, ad sinum anguli EAF; vt autem sinus, ita & anguli cum sint valde acuti. ergo ita est angulus inclinationis QEA, ad angulum EAF, sicut AF, ad FE, seu FD. ergo vt tertia pars anguli QEA, ad angulum EAF; ita AF, ad triplam FD, seu sesquidiametrum: sed vt AF ad sesquidiametrum ita AD, seu EA, ad LD, seu LE; & in triangulo LEA, ita est AE, ad LE, sicut angulus L, seu alternus MEL ad angulum EAF; ergo ita est tertia pars anguli QEA, ad angulum EAF, sicut angulus MEL seu illi oppositus GER ad eumdem EAF: ergo angulus GER, est angulus refractionis respondens angulo inclinationis QEA, in ingressu ab aëre in vitrum, ergo per primam refractionem radius diuergit in EG, quasi procederet ex L quod erat primum.

Secundo dico vi secundæ refractionis, radium dirigendum in EH quasi procederet ex K. cum enim KL, sit tertia pars lineæ LD, seu LE, & in triangulo KEL, ita sit KL ad LE, vt angulus LEK ad angulum EKF, seu alternum MEK, erit angulus MEK, seu oppositus HER triplus anguli LEK, seu oppositi HEG, sed in egressu vitri in aërem angulus refractus triplus est anguli refractionis, & sesquialter anguli inclinationis; ergo angulus REH, est angulus refractus, respondens inclinationi GER ergo radius dirigitur in H quasi procederet ex K quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM I.

Quod dixi de lente plano conuexa, quam facilitatis tantum causa assumpsi, intelligi etiam debet de lente conuexa, aut, de meniſco, assumendo pro diametro distantiam foci ordinarij, & pro distantia obiecti à centro lentis, distantiã obiecti à semifoco. nempe sicut in hac propositione primus terminus fuit linea AF composita, ex distantia obiecti à lente, & semidiametro FD, nempe quæ est semidistantia foci ordinarij. in aliis lentibus fiat linea composita ex distantia obiecti à lente, & ex distantiâ semifoci non habita ratione diametri.

### COROLLARIVM II.

Certum est quod si radius esset parallelus axi, vt RE, vniretur in foco ordinario, qui in lentibus plano conuexis est in extremitate diametri. si vero diuergeret ad punctum K, vniretur in punctum A (*per 4. huius*) ita vt vi primæ refractionis tendat, punctum L, & vi secundæ vniatur in A. ex quo vides quod si radij vi alicuius lentis conuexæ conuergunt ad punctum K, si ante concursum adhibeatur alia lens, conuexo plana, aut conuexo-conuexa, aut etiam meniſcus; accelerabitur radiorum vnio.

## PROPOSITIO XLIX.

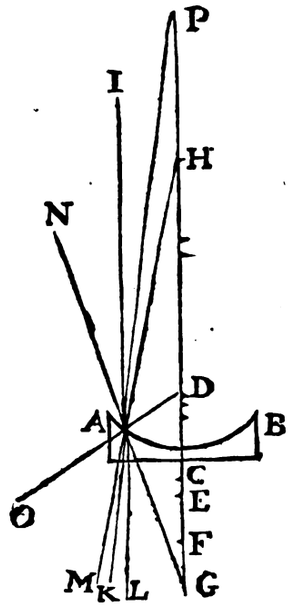
### Theorema.

*In Lente plano concauâ, si punctum ad quod conuergit radius fuerit distans à lente plus quam diametro lentis, ita erit excessus distantiæ supra diametrum, ad diametrum, vt distantia puncti illius, ad distantiam alterius foci imaginarij, à quo scilicet diuerget radius.*

Proponatur lens plano concaua AB, semidiameter concauitatis DC, CF æqualis diametro, sitque G punctum ad quod conuergit, radius NA, seu dirigitur ad punctum G, & propagaretur in G, nisi vi refractionis alio detorqueretur. certum est autem quod si dirigeretur ad F, fieret parallelus axi; hoc est deflecteret in AL, qui casus iam est supra probatus: volo autem vt minus conuergat, quare fiet diuergens in MA, ita vt dirigatur in H, eritque H, quasi focus imaginarius, à quo scilicet omnes radij diuergentes procedere intelliguntur. quærimus autem hunc focum, seu lineam HC, dico si sit vt GF, ad FC, ita GC, ad CH, punctum H esse illud ad quod diuerget radius NA post duplicem refractionem. sit enim PH, dimidia

ipsius

ipſius H C, & conſequenter tertia pars totius PC. dico vi primæ refractionis radium refringendum in KA, ita vt divergat à puncto P. cum enim ita ſit GF, ad FC, ſicut CG, ad CH, ita erit GF, ad FD, ſeſquialteram ipſius FC, ſicut GG ad CP ſeſquialteram ipſius CH. Et componendo, ita erit G D ad FD. ſicut G F, ad CP, ſeu P A.




Demonſtratio in triangulo GAD, ita eſt GD ad DA, ſeu DC vt ſinus anguli DAG, ſeu ſupplemẽti NAD, ad ſinum anguli G, vt autem ſinus ita & anguli. quare erit vt $\frac{1}{3}$. anguli NAD, ad angulum G, ita GD ad triplam lineæ AD ſeu ſeſquidiametrum, vt autem GD, ad ſeſquidiametrum, ita eſt GP, ad CP, ſeu PA; & vt GP, ad PA, in triangulo NAP, ita eſt angulus NAP, ad angulum G, igitur angulus NAP, ſeu KAG, ſe habet ad G, vt tertia pars anguli NAD, ad eundem G: ergo eſt tertia pars anguli inclinationis NAD, ergo eſt angulus refractionis illi competens. quare fiet in ingreſſu lentis refractio in AK, quod erat primum.

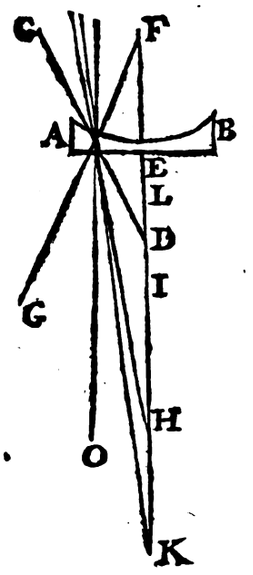
Secundò in triangulo PAH, vt PA, ad PH, ita eſt angulus AHC aut alternus IAH, aut etiam oppoſitus LAM, ad angulum HAP, ſeu alternum M A K; ſed P H eſt tertia pars lineæ PC, ex conſtructione, ergo angulus MAL, eſt triplus anguli MAK; ergo in egreſſu è lente in aërem cum MAL, ſit inclinatio; MAK erit angulus refractus, ergo radius procedet per AM, quaſi procederet ex H, quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO L.

### Theorema.

*In plano-concauis ſi punctum ad quod conuergunt radij, fuerit vicinius lenti quam diametrô. ita erit exceſſus diametri, ſupra eius diſtantiam à lente, ad diametrum vt eius diſtantia à lente, ad diſtantiam foci veri & realis à lente.*

Sit ſpecillum plano concauum AB, ſitque radius conuergens CA, tendens ad punctum D, quod ſit vicinius lẽti quam diametro, ſitque diameter IE atque vt ID, ad diametrum EI, ita ſit ED, ad EH; dico radium CA, poſt duplicem refractionem remitti ad AH, ita vt conueniat cum axe,




& habeat verum focum & realem, ſit item HK, dimidia ipſius HE, hoc eſt ſit EK, ſequi lineæ HE. oſtendo vi primæ refractionis, CA refringendum in AK, & vi ſecundæ in AH, ita vt habeat focum realem in H. Sinus anguli FAD, ſeu ſupplementi CAG, ad ſinum anguli ADF, & conſequenter ita erit tertia pars anguli GAC, ad angulum ADF, ſicut DF, ad triplam AF, ſeu ad ſeſquidiametrum, vt autem DF ad ſeſquidiametrum ita ſupponitur eſſe DA ad DK.

Primò enim cum ita ſit ID, ad IE, ſicut ED, ad EH, addendo vtrinque tertiam partem conſequentibus, ita erit ID, ad IF, ſicut ED, ad EK, & per conuerſionem rationis, ita erit DF, ad IF, triplam ſemidiametri, vt DK, ad KE.

Demonſtratio. In triangulo DFA, ita eſt DF, ad AF, ſicut ſinus anguli FAD, ſeu ſupplementi GAF, ad ſinum anguli ADF, vt autem ſinus, ita anguli cum ſint infra 10. gradus, ergo vt angulus inclinationis GAF, ad angulum ADF, ita DF ad radium AF, ergo vt $\frac{1}{3}$. GAF, ad angulum ADF, ita DF, ad triplam AF, ſeu ad IF, ſed vidimus ita eſſe DF, ad IF, ſicut KD, ad KE, & in triangulo AKD, ita eſt KD, ad KA, ſeu KE, ſicut angulus KAD, ad angulum ADF, ergo ita ſe habet, tertia pars anguli inclinationis CAF, ad angulum ADF, ſicut angulus KAD, ad eundem ADF, ergo KAD, eſt tertia pars anguli inclinationis CAF, ergo eſt angulus refractus illi reſpondens, ergo in ingreſſu lentis radius CA, refringetur in AK, quod erat primum.

Secundò vi ſecundæ refractionis cum in triangulo AKD, ita ſit KA, ad HK, ſicut ſinus angulorum oppoſitorum, & vt ſinus ita & anguli; ita erit KA, ſeu KE, ad HK, ſicut angulus AHE, ſeu alternus O A H, ad H A K, quare angulus OAH eſt triplus anguli OAH, & conſequenter OAK, angulus inclinationis, in egreſſu lentis erit duplus anguli refractionis KOH; ergo vere refringetur radius in H. quod erat demonſtrandum.

### COROLLARIVM I.

Si obiectum ponatur in H, refringetur radius in

Digitized by Google

in AC quasi veniret ex puncto D. ex quibus intelliges quomodo sex habeat obiectum respectu lentis plano concauæ. supponatur enim obiectum esse in axe in tanta distantia à lente, vt radius sit parallelus O A, refringetur ita vt diuergat ex puncto I nempe foco ordinario. admoueatur sensim lenti punctum ad quod diuerget, accedet ad lentem, secundum proportionem datam, ponatur esse in puncto I, extremitate diametri lentis, dico punctũ à quo diuerget radius erit in L, tunc enim ita erit IL ad diametrum vt EL. distantia puncti diuergentiæ à lente, ad EI. accedat adhuc magis obiectum, punctum ex quo diuergent radij magis, ac magis ad lentem accedet atque hôc modô explicabimus omnes casus quibus obiectum comparari potest cum lente.

## COROLLARIVM II.

Quia autem idem præstant lentes concavo concavæ, quod concavo planæ, si sit maioris sphæræ portio, & etiam concavo convexæ in quibus concauitas prævalet, eædem regulæ illis applicentur, modo pro diametro assumatur distantia foci ordinarij.

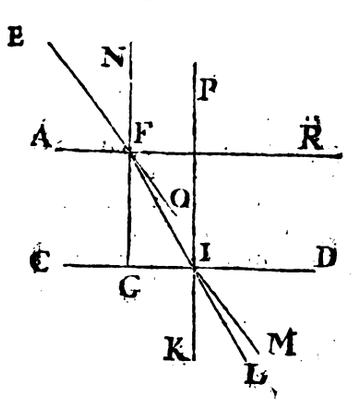
## PROPOSITIO LI.

### Theorema.

*Cum medij densioris superficies sunt inter se parallelæ; post duplicem refractionem radius restituitur parallelus.*

Sint superficies AB, CD medij densioris, vt vitri inter se parallelæ, sitque ex aëre in vitrum radius luminis incidens E F, qui post duplicem refractionem, propagetur per lineam IM; dico radios EF, IM parallelos esse.

Demonstratio angulo EFN, respondeat angulus refractus GFI. in ingressu autem se habet prius ad secundum vt 3. ad 2. angulus autem GFI. æqualis est angulo alterno FIB, qui est angulus inclinationis in secunda refractione, & in egressu à vitro in aërem se habet angulus refractionis ad refractum vt 2. ad 3. ergo angulus inclinationis EFN, seu GFO, & KIM sunt æquales, à quibus si auferas æqualos KIL, GFI, restant anguli IFO, LIM æquales: ergo (*per* 17. 1.) lineæ EFO, IM sunt parallelæ, quod demonstrandum erat.




Quare pro vno eodemque radio fere sumi possunt, intercedente multo minore differentia, quam sit crassities lentis.

Hanc propositionem respectu duarum superficierum concentricarum demonstravi in propositione 17. huius, nempe in specillo; cuius conuexitas concauitati æquaretur.

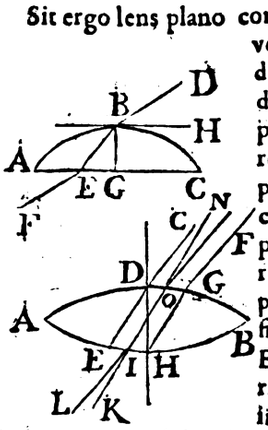
## PROPOSITIO LII.

### Theorema.

*In lentibus plano convexis, aut plano-concauis, radij incidentes per verticem transeuntes, remittuntur parallelj post duplicem refractionem.*

Hæc consideratio necessario est ad determinandam basin distinctionis, & eius magnitudinem.

Sit ergo lens plano convexa A B C, in cuius verticem B, incidat radius DB. hic radius eôdem modo refringitur per lentem, ac refringeretur, si incideret in superficiem planam BH: contingentem lentem in puncto B, sed siincideret in superficiem planã, parallelam vtique superficiei A C, esset radius E F ipsi respondens parallelus radio BD: ergo in lente plano convexa, radius per verticem transiens remittitur parallelus. vice versâ, si radius EF contideretur vt incidens, & radius refractus EB ipsi respondens per verticem transeat, propagabitur per radium BD, ipsi parallelum. Hæc demonstratio eamdem vim habet in lentibus plano concavis vt applicanti patebit.




## PROPOSITIO LIII.

### Theorema.

*In lentibus conuexo conuexis, concauo concauis, Et concauo conuexis aliquis radius non longe a vertice in lentem oblique incidens, habet refractum correspondentem post duplicem refractionem, sibi parallelum.*

Proponatur lens conuexa AB cuius vertex D, in quam incidat obliquè radius CE qui refringatur in DE; intelligatur alius radius FG, priori CD parallelus cuius refractus transeat per H verticem oppositum; inter vtrumque cadent alij infiniti, inter quos aliquis erit cuius radius refractus OI, abscindit hinc inde arcus similes OD, IH quod enim detur talis ostendo. quo radius incidens erit vicinior radio FG; eo arcus OD maior erit quam HI, & quo radius incidens viciniot fuerit radio C D, eo arcus H I, superabit arcum C D; ergo datur aliquis radius, parallelus radio C D, qui ita in lentem AB incidat; vt arcus OD, HI sint æquales, aut si superficies Sphæricæ non sint æquales, vt sint similes. cum ergo si radius OI, ponatur incidens hoc est luminosum sit in vitro v. g. in centro lentis fiant æquales anguli refractionis

hinc inde FOM, LIK cum sit eadem inclinatio erunt anguli MOI, OIL æquales, qui cum sint alterni, erunt radij MO, IL paralleli quod erat ostendendum.

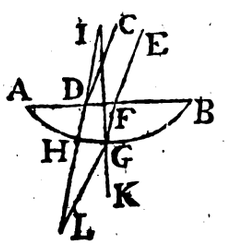
Hæc demonstratio vim suam habet in omni lente composita, vt in concauo conuexa, aut conuexo-concaua cuiuscumque generis, siue conuexitas, siue concauitas præualeat, vt applicanti manifestum fiet.

## PROPOSITIO LIV.

### Theorema.

*In lente plano conuexa, radij paralleli oblique incidentes vniuntur in aliquo puncto ad distantiam diametri.*

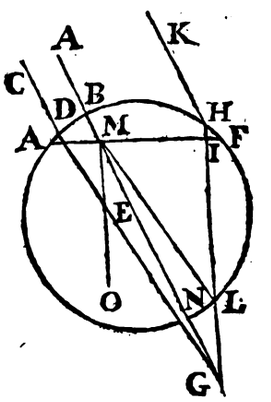
Radiorum parallelorum axi, id est directe in lentem incidentium vnionem ad distantiam diametri, in lentibus plano-conuexis iam supra demonstrauimus, superest vt idem demonstremus de aliis radiis parallelis quidem inter se, sed oblique incidentibus. Proponatur lens AB plano-conuexa




quæ primò, obuertat superficiem planam ad obiectum, considerentur duo radij paralleli CD, EF, incidentes in superficiem planam lentis, quibus etiam in lente respondebunt radij refracti inter se paralleli, cum enim anguli incidentiæ CDB, EFB sint æquales, anguli inclinationum erunt æquales, & consequenter anguli refractionum, sunt ergo radij refracti DH, FG inter se æquales; cum ergo tot sint radij refracti intra lentem, vt totam occupent, aliquis radius refractus productus per centrum lentis I transit. sit hic radius DH, qui consequenter in egressu nullam patietur refractionem consideretur ergo vltima refractio quæ fit in egressu vitri; vt in G. in ea erit angulus inclinationis FGI, æqualis alterno GIH, & angulus KGH erit angulus refractus illius sesquialter: sed in triangulo IGL ita est latus LI, ad LG, vt sinus anguli LGK, ad sinum anguli LIG, & vt sinus ita & anguli cum sint valde acuti, ergo latus LI, erit sesquialterum lateris LG, seu LH, sed HI est semidiameter lentis, ergo HL æqualis erit diametro, quod erat demonstrandum.

Simili demonstratione ostendam, in lente plano concaua, non tantum radios parallelos axi, diuergere ab vno puncto axis distante à lente, per diametrum: sed etiam alios quoscumque parallelos diuergere ab eodem puncto, assumpto irrefracto per centrum lentis transeunte.

Secundo lens AF obuertat superficiem sphæricam luminosum, incidantque in ea plurimi radij AB, CD inter se paralleli, dico fore vt vniantur in aliquo puncto distante à lente circiter diametro lentis. Inter radios parallelos in lentem incidentes vnus productus per E centrum lentis transiret. sit hic AB si spectetur prima refractio facta in superficie conuexa ABF omnes confluerent ad punctum G, ita vt BG, sit sesquialtera




diametri; hoc probatum est supra, ducatur ex puncto G, perpendicularis GH ad superficiem planam AF, & ductus intelligatur per H radius KH parallelus reliquis, hic etiam vi refractionis primæ dirigetur ad punctum G, ergo in lente radius eius refractus erit HI. qui cum sit perpendicularis, ad superficiem planam AF, irrefractus procedet per IL, dico quemcumque alium radium refractum vt BM, vi secundæ refractionis refringendum in L. ducatur enim radius ML, & perpendicularis OM, eritque inclinatio radij MB, angulus OMG, æqualis alterno MGL. ostendo angulum GML huic inclinationi respondere, nempe esse semissin anguli OMG, seu MGL.

Demonstratio in triangulo MLG, ita est sinus anguli MGL, ad sinum anguli GML, vt ML, ad GL, seu GN; sunt enim fere æquales; sed ML, est fere dupla lineæ GL; ergo angulus GML est circiter semissis anguli inclinationis OMN, ergo est angulus refractionis ipsi competens, ergo vnitur in L. idem ostendam de quocumque alio radio: ergo radij paralleli, vniuntur in distantia diametri, quod erat demonstrandum.

Eôdem modô demonstrabo, In lente plano concaua, cuius concauitas ad obiectum obuertitur, radios parallelos quoscumque, diuergere ab eodem puncto distante à lente, per semidiametrum, quod intelligendum est de iis quæ angulum valde acutum cum axe principali comprehendunt, si enim valde oblique in lentem incidant, nec erit vnio radiorum tam exacta nec præcisè in eadem distantia, ex quibus vides formationem penicillorum, seu radiorum ad eadem obiecti partem pertinentium & imaginem obiecti exprimentium, distinctionemque efficientium.

## PROPOSITIO LV.

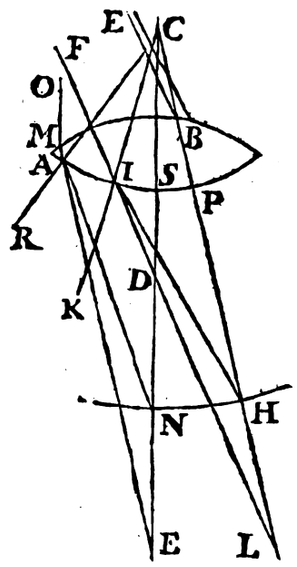
### Theorema.

*In lentibus conuexo conuexis radij paralleli quicumque inter se concurrunt ad æqualem circiter foci principalis distantiam.*

Proponatur lens conuexo-conuexa AB, sintque centra C & D, axis sit CE, proponantur duo alij radij paralleli quidem inter se, sed obliqui ad axem principalem. sintque FG, EB, dico illos concursuros post duplicem refractionem, in distantia foci principalis. Radius FG productus, transeat per centrum D producaturque radius GD,

Digitized by Google

GD, ita) vt sit DL dupla ipsius DG, à puncto L, ad punctum C centrum superficiei A




ducatur linea recta LC in quam incidat radius EB parallelus radio FG. si spectemus primam tantum refractionem factam in circunferentia GB, cum GDL radius per centrum transeat, tanquam axis principalis assumi potest. ideoque vt iam probauimus supra, radii FG, EB, vi primæ refractionis vnirentur in puncto L, Ponatur focus principalis istius lentis esse in puncto N, fiatque ex centro C arcus NH, secans radium LC in puncto H, dico radium EB, refractum in BP, nullam in P refractionem pati; cùm sit perpendicularis ad circumferentiam AIP, radium verò FI refringi per IH, & concurrere, cum radio BL, in puncto H. ducatur enim ex C linea CIL, eritque angulus KID inclinatio seu angulus inclinationis. ostendere debeo angulum KID, esse duplum anguli DIH. supponatur radius OM parallelus axi principali CDE, hic vi primæ refractionis factæ in puncto M dirigitur ad punctum E, ita vt TE, sit lineæ TD tripla, seu æqualis lineæ GL. idem radius MA supponitur vi secundæ refractionis concurrere cum axe in puncto N, in quo casu angulus inclinationis RAE refractionis EAN, estque primus duplus secundi, cum sit refractio facta in egressu vitri in aërem, ostendo ita se habere RAE ad EAN, sicut KID, ad DIH.

Demonstratio In triangulo ACN, ita est sinus anguli RAN ad sinum anguli ANC vt CN ad AC, & in triangulo ICH, ita est sinus anguli KIH ad sinum anguli IHC, sicut HC ad CI, sunt autem AC, IC, sicut CN, CH æquales: igitur ita est sinus anguli RAN, ad sinum anguli ANC; sicut sinus anguli KIH, ad sinum anguli IHC. pariter ita est sinus anguli ANC, ad sinum EAN, vt AE, ad NE, & sinus anguli CHI ad sinum anguli LIH, sicut IL ad HL, sunt autem NE, HL æquales & AE, IL sunt etiam proxime æquales, ita vt sola lentis crassities, quæ in his non computatur differentiolam inuehat, ergo ita est sinus anguli ANI ad sinum anguli EAN, sicut sinus anguli IHC, ad sinum anguli HIL & ex æquo ita est sinus anguli RAN, ad sinum anguli EAN. sicut sinus anguli KIH ad sinum anguli LIH. quod erat demonstrandum.

## COROLLARIVM.

Hæc propositio demonstrari potest in speciali concauo concauis, nempe duos radios parallelos, quamuis non parallelos axi, diuergere post duplicem refractionem in lente factam, quasi procederent ab eodem puncto distante secundum distantiam foci principalis.

Eôdem artificio hanc eandem propositionem probarem in menisco. secundum varias conuexitatum combinationes.

## PROPOSITIO LVI.

### Theorema.

*Lentes conuexæ omnes, imaginem obiecti inuerso situ depingunt ad distantiam sui foci, & concauæ virtualem pariter in distantia sui foci non inuersam.*

Voco hic lentes conuexas, in quibus conuexitas prævalet, & quæ, consequenter habent focum verum, & realem. dico ergo ad distantiam sui foci ab iis lentibus obiecti remoti imaginem in aëre exprimi, quæ si in charta excipiatur videbitur: vt enim talis imago exprimatur, duo requiruntur, nempe vt radij omnes ad eadem obiecti partem pertinentes, in eodem puncto vniantur & pertinentes ad diuersas, diuersa sibi spatij puncta vendicent, sed lentes prædictæ id faciunt. nam per præcedentes propositiones, quicumque radij inter se paralleli, quales sunt, qui ab eodem obiecti remoti puncto in varia lentis puncta incidunt, vniuntur in eodem puncto, alij autem ad diuersas partes pertinentes, cum incidentes in eamdem partem lentis, in quam incidunt alij, inæquales inclinationis angulos efficiant, inæquales etiam refractionis angulos habebunt. duo igitur radij ad diuersas obiecti partes pertinentes, & in eamdem partem lentis incidentes concurrere non possunt: ergo in puncto in quo omnes pertinentes ad eadem partem vniuntur alij non concurrent.

Hæc imago viuida est, eò quod plurimos radios eiusdem partis colligat, & distincta cum singulæ illius partes alienos radios respuant. inuersa est quia intersecantur radij in ipsa lente.

## COROLLARIVM I.

Quæcumque de foco, seu concursu radiorum hactenus demonstrauimus, de hac basi distinctionis intelligenda sunt. vt quia probauimus radios parallelos axi in lente plano conuexa vniri ad distantiam diametri, in conuexo conuexa ad distantia semidiametri, obiecta ita dissita vt radij ab ea parte procedentes paralleli habeantur, imaginem exprimunt post lentem conuexo-planam ad distantiam diametri; in conuexo-conuexa ad distantiam semidiametri, secundum regulas supra explicatas.

## COROLLARIVM II.

Si obiectum fuerit vicinius lenti, quam vt eius radij paralleli censeantur, basis distinctionis longius recedet à lente; fietque maior, quia & angulus qui fit in vertice lentis fit maior, &



Digitized by Google

ei oppositus ad verticem ex alia parte lentis illi æqualis maior erit: imago igitur longius recedens, & sub maiori angulo comprehensa maior erit.

Si obiectum fuerit in dupla distantia à lente, imago erit in dupla distantia à lente, & erit æqualis obiecto; si obiectum magis accedat, recedet imago fietque semper maior, donec obiectum, sit in foco nulla erit imago, radiis ab eadem parte obiecti prodeuntibus, parallelis existentibus suo axi.

Si obiectum fuerit vicinius lenti quam eius focus, radij eiusdem divergent, minus tamen, quam si nulla intercederet refractio, ideóque ita procedunt, ac si ex loco remotiore venirent, hoc est ac si obiectum esset remotius, & per lineas rectas radiaret.

Si obiectum sit præcisè in foco radij pertinentes ad eadem obiecti partem, paralleli sunt, quasi obiectum in infinita esset distantia, & quò magis erit vicinum lenti, eo punctum à quo virtualiter radiabit, accedet ad lentem.

## COROLLARIVM III.

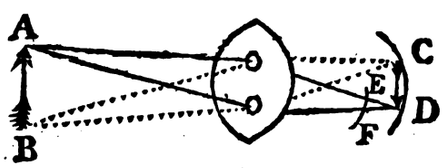
Ex eo sequitur vicissim quod si radij ad eandem partem obiecti pertinentes convergant, quasi ad formandam aliquam imaginem & in lentem incidant, sint formaturi aliquam imaginem, in minori tamen distantia quam habuissent.

## COROLLARIVM IV.

In lentibus concavis, est imago tantum virtualis sicut est focus tantum virtualis, hoc est quia radij ad eandem partem obiecti diuiti pertinentes, non vniuntur sed post lentem ita divergunt, quasi ab eodem puncto foci procederent, & hoc non tantum accidit, iis qui sunt in axe, sed & aliis omnibus parallelis inter se, ideo obiectum ita aget post lentem, ac si transferretur in ipso foco, vt explicabimus adhuc meliùs inferiùs.

## COROLLARIVM V.

Si imago obiecti, seu vt vocant basis distinctionis fiant obiectum radians, vicissim obiectum fiet imago: vt si obiectum AB radians per lentem, imaginem CD, efformaverit. dico quo si imago CD, fiat obiectum, seu in EF, ponatur obiectum, quod radios luminis, aut emittat, aut reflectat in omnem partem, aut saltem in lentem, imago erit AB. nam (*per 4. huius.*) refractio fit reciprocè per easdem lineas, & per eosdem radios, ergo si radij procedentes ex puncto A, vniuntur in puncto C; radij procedentes ex puncto C, vnientur in puncto A.




Neque enim obiectum, quod ita remotum est, vt radij ad eamdem partem pertinentes sint paralleli; sed etiam obiectum valde vicinum, modo sit paulo remotius à lente, quàm focus.

Revocanda sunt ea omnia quæ de foco diximus, vt obiectum vicinius haberet imaginem in maiori à lente distantia; & prout removetur imaginem fieri viciniorem lenti. Potest tamen ita removeri obiectum, vt quantumlibet magis removeatur, nulla fiat mutatio sensibilis in imagine. In quo errorem aliquorum detego, qui crediderunt telescopium posse syderum distantias detegere. cum enim sciant ad obiecta viciniora clare, & distincte percipienda fieri telescopium longius, putarunt ex ea decurtatione telescopij, nos posse in cognitionem distantiæ venire. quod quidem verum est donec ad radios Physice parallelos pervenias; cum enim sunt physicè, paralleli, basis distinctionis est physicè in foco, quare quantumlibet removeatur obiectum, quia radij fiunt magis paralleli, & erant iam physice paralleli, nulla fiet mutatio sensibils, cui innitatur iudicium de distantia obiecti.

## COROLLARIVM VI.

Si obiectum præcisè in foco ponatur; nullam habebit imaginem cum enim in tali casu radij, ab eadem obiecti parte prodeuntes, & in lentem incidentes, remittantur paralleli, non concurrent, quod tamen requiritur, vt distincta sit imago, & vivida. Multo minùs imago efformabitur, si obiectum lenti magis admoveatur. debet igitur magis removeri, quam distantia foci parallelorum vt imaginem habeat.

## COROLLARIVM VII.

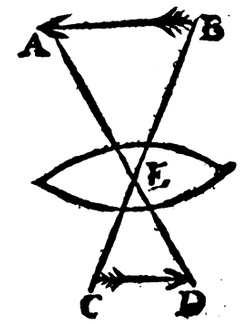
Imago post lentem nonnihil convexa est vt in figura propositionis penultimæ satis fit manifestum.

## PROPOSITIO LVII.

### Theorema.

*Vt distantia obiecti à lente, ad distantiam imaginis, ita diameter magnitudinis obiecti ad diametrum obiecti.*

Hæc propositio vniversalis est, & vera est tam in lentibus plano-convexis, quam convexo-convexis, aut etiam meniscis. dico ergo in his omnibus eandem esse rationem distantiæ obiecti, ad distantiam imaginis, quæ diametri obiecti, ad diametrum imaginis. sit obiectum AB, imago CD, dico ita esse AE, distantiam obiecti à lente, ad ED, distantiam imaginis ab eadem lente, sicut AB, diameter obiecti, ad CD, diametrum imaginis.




Demonstratio. (*per 51. & 52. huius*) radij à quacumque parte obiecti prodeuntes, & incidentes, aut in verticem lentis, aut non longe à vertice, habent refractum sibi correspondentem parallelum, ita vt neglecta lentis crassitie, hi radij pro vnico, & eodem radio assumi possint, ergo fiunt

go fiunt duo triangula A B E, C E D, eundem Phyſicè verticem habentia; quorum latera aut ſunt parallela, aut pro vna & eadem phyſice linea ſumi poſſunt; ergo latus AE, parallelum eſt lateri ED; ergo anguli EBA, ECD ſunt æquales; ſicut EAB, E D C: quia æquiangula ſunt triangula ABE, ECD, ſed omnes radij ab eadem parte obiecti prodeuntes concurrunt in puncto foci; ergo omnes radij ex puncto B, prodeuntes vnientur, in diſtantia foci in radio EC; quare ira erit BE, ad EC, ſicut ED, ad DC, quod demonſtrandum erat.

Cum igitur in praxi poſſit negligi lentis craſſities poſſunt duci ab extremitatibus obiecti duo radij, per centrum ipſius lentis, quaſi eſſet foramen aliquod, vt habeatur diameter imaginis.

Quòd dixi in lente convexa de vera imagine, intelligi etiam poteſt de lentibus concauis de imagine virtuali.

### COROLLARIVM I.

Cum foramen cubiculi clauſi inſtruitur lente convexâ, imagines depinguntur in charta diſtinctè, everſo ſitu æque magnæ, ac exprimerentur obiectorum vmbræ, per ſimplex foramen, in eâdem chartæ à foramine diſtantia. Cum enim radij per verticem lentis, aut fere per verticem tranſeuntes virtualiter, ſint irrefracti eò quòd habeant refractum ſibi reſpondentem parallelum, fere in directum ſibi iacentem, niſi quantum craſſities lentis obliquè inter vtrumque interiecta obſtat, quominus vnam lineam rectam efficiant eôdem modô determinabitur ab his radiis imaginis magnitudo, ac ſi ſimpliciter rectà per foramen trajicerentur.

### COROLLARIVM II.

Lentes quæ erunt maioris ſphæræ ſegmenta habent focum magis diſtantem & imaginem maiorem habebunt.

## PROPOSITIO LVIII.

Theorema.

*Punctum combuſtionis lentis conuexæ ſoli expoſitæ, non eſt indiuiſibile: ſed eſt imago ſolis maior in lentibus maioris ſphæricitatis.*

Radij ſolares in lentem convexam impingentes, tam ſolis imaginem exprimunt, quam radij ab alio quocumque obiecto profecti, illius imaginam efformant, quod autem hæc imago indiviſibilis eſſe non debeat oſtenditur; cùm enim ſol non ſit vnicum punctum ſed eius apparens diameter, ſit vnius ſemigradûs; poſſunt à ſingulis ſolis partibus intelligi radij, qui per verticem lentis tranſeuntes, in radios ſibi parallelos producantur, cum quibus tanquam principalibus, & quaſi virtualiter irrefractis, alij ad eadem Solis partem pertinentes concurrent; igitur tota ſolis imago indiviſibilis non erat quod erat primum.

Secundò, quò lens erit maioris ſphæræ ſegmentum, ſeu diſtantiam foci maiorem obtinebit: eo hæc imago, ſeu focus integer maior erit. cum enim (*per præcedentem*) ita ſit diameter, imaginis ad diametrum obiecti, vt diſtantia foci ad diſtantiam obiecti; cum diſtantia obiecti, & eius diameter erit eadem; ita erit diameter imaginis vnius, ad diametrum alterius, vt diſtantia foci in vna lente, ad diſtantiam foci in altera lente: hæc autem diſtantia foci, ſequitur rationem diametrorum ſphæricitatis, ſi lentes ambæ ſint plano-convexæ.

### COROLLARIVM I.

Imagines obiecti æque diſtantis poſt duas lentes, ſe habent vt diſtantiæ focorum.

### COROLLARIVM II.

Quamvis lentes maioris ſphæræ habeant focum ſatis magnum bonæ tamen ſunt, quod notare volui eò quòd viderim nonnullos, qui lentes propterea tanquam adulteratæ figuræ rejicerent, quod focum nimis amplum haberent.

### COROLLARIVM III.

Imago Solis per lentem expreſſa, in lente etiam perfectiſſima, æqualis eſt diametro ſolaris radij tranſmiſſi per foramen, & in eadem diſtantia, & excepti in diſtantia æquali, diſtantiæ foci illius lentis. vel imago ſolis erit ſubtenſa min. 30. fiat ergo vt radius ad ſubtenſam 30. min. ita diſtantia foci ad quartum, & habebitur diameter imaginis.

### COROLLARIVM. IV.

Inter lentes æquales quo ad magnitudinem, illæ minus comburunt, quæ ſunt maioris ſphæræ ſegmenta, quoties enim totidem radij magis, aut minus congregantur, eò etiam eſt maior, aut minor intenſio: ſed lentes æquales, quo ad magnitudinẽ, totidem radios excipiunt, & quæ ſunt maioris ſphæricitatis, eos minus vniunt, cum Solis imaginem maiorem, exprimant: igitur ſunt ad comburendum ineptiores.

## PROPOSITIO LIX.

Theorema.

*Similes lentes inæqualium ſpharærum, æqualem luminis intenſionem efficiunt.*

Voca lentes ſimiles, quæ totidem partes ſuarum ſphærarum continent vt duæ lentes quæ continebunt 20. gradus maximi circuli ſuæ ſphæræ. quamvis diameter magnitudinis vnius ſit dupla alterius & conſequenter quadruplo plures radios excipiat. hoc eſt in duplicata ratione diametrorum

Demonſtratio. Diametri imaginum, ſe habent vt diſtantiæ focorum, & hæ reſpectu eiuſdem obiecti ſe habent vt diametri ſphæricitatum. ergo diameter imaginis in lente maiori, erit dupla, diametri alterius; ſed ipſæ imagines ſunt in duplicata ratione ſuarum diametrorum; ergo ſe habent imagines, vt magnitudines ipſarum lentium; ſed radij quadruplo plures vniri in ſpatio quadruplo maiori, quam ſpatium in quo vniuntur radij quadruplo pauciores, debent præcisè eandem intenſionem luminis efficere. ergo ſi excipiantur hæ imagines erunt æque intenſæ.

Dixi ſemper ſi præcisè intenſio luminis ſpe-



Digitized by Google

ctetur. nam calor,& combustio, non erit eadem, vt experientiâ constat. non quidem ita manifesta in lentibus, eò quòd non satis magnæ elaborentur ; sed manifestior in speculis. nam speculum cuius diameter trium digitorum vix comburet etiam si hæmisphærium adæquet ; speculum verò cuius diameter trium pedum etiamsi, 40 hinc inde gradus non excedat, combustionem tamen perficiet luculentam. quare necesse est ad talem effectum, non tantum rationem haberi incensionis luminis in foco existentis, sed etiam totius coni luminosi qui ad calorem producendum concurrat. specto igitur hic præcise luminis intensionem, quæ per amplificationem imaginis multum minuitur,

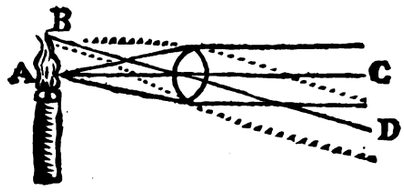
## PROPOSITIO LX.

### Theorema.

*Si luminosum diuisibile in puncto foci statuatur; radij omnes non remittentur paralleli.*

Hæc consideratio ad praxin spectat, ostenditque in rebus physicis, mathetieam præcisionem, non inueniri. sicut ergo in superioribus propositionibus ostendimus, radios solares omnes, non in eodem præcise puncto aduari ; eò quòd sol non sit aliquid indiuisibile, nec vt tale spectari debeat : ita etiam ostendo in ordine ad remittendos radios parallelos nullum luminosum spectandum esse vt indiuisibile.

Sit ergo lens, cuius focus AB, in quo flamma candelæ statuatur, quæ cum indiuisibilis non sit,non tantum occupabit punctum A, sed etiam B.omnes radij ex A prodeuntes remittẽtur paralleli,& qui ex B proficiscuntur in parallelos remittentur inter se quidem ; sed non prioribus, si obiectum esset ita diffitum vt radij eiusdem partis pro parallelis assumi possunt aliqui radij paralleli vnirentur in puncto A,& alij in puncto B,




ergo punctum A emittet radios parallelos axi AC punctum vero B radios parallelos lineæ BD, per verticem lentis transeuntem.

### COROLLARIVM I.

Hic paralleliſmus plurimum valet, ad impediendum luminis decrementum, cum enim lumen multum minuatur;eo quod spatium cui distribuitur,crescat,conseruatur diu in satis magna intensione cum remittuntur radij paralleli, non tamen propterea omnino iidem perseuerant, eo quod luminosum non sit indiuisibile, nec radij consequenter omnes paralleli.

### COROLLARIVM II.

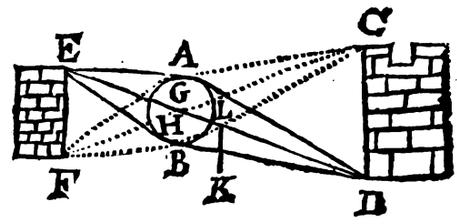
Sequitur ex ea consideratione ruere praxin illam quam proferunt nonnulli, ad exprimendos characteres ad maximam distantiam, volunt enim vt lens conuexa tegatur ex parte, secundum figuram characterum ; tum in puncto foci opponatur fax accensa, cum radij remittantur paralleli, expriment figuram characterum,si excipiantur in obice albo ; sed cum fax non sit aliquid indiuisibile, exorbitabunt radij, ab aliis partibus procedentes, & in maxima distantia characteres confundent, & obliterabunt. sic multa quæ vera videntur secundum præcisionem mathematicam, in praxi non succedunt.

## PROPOSITIO LXI.

### Theorema.

*Detectô maiore Lentis segmento; imago maior non est; sed intensior, & paulô confusior.*

Sit lens quæcumque AB, quæ aliquando magis, nonnunquam minus detegatur, dico imagi-




nem obiecti æqualem perseueraturam, minùs tamen intensam. ponatur corpus opacum K, tegere partem lentis;illud intercipiet quidem radios CA, DA, non desinet tamen pars obiecti C repræsentari per radium CH, & alios, idem dico de parte D, quæ exhibebitur, vi radiorum DA, & aliorum non interceptorum ; ergo eadem imago perseuerat, sed paucioribus radiis depicta,& consequenter dilutioribus coloribus expressa. quod erat primum.

Quia autem non est ita præcisa radiorum vnio vt qui longius ab axe distant, citius cum illo concurrant ; & consequenter confusionem aliquam pariant; quò pauciores erunt radij, eo distinctior erit imago.

### COROLLARIVM I.

In tubis piciliis, quò lentes obiectiuæ, sunt minoris sphæræ segmenta ; eò minùs detegunturr, quia sub eadem apertura, radios pluribus ab axe gradibus distantes excipiunt.

### COROLLARIVM II.

Bullæ, alij defectus in materia lentium occurrentes in imagine non apparent ; quia licet intercipiant aliquos radios vnicuiusque partis, non refunduntur in vnam potius imaginis partem quàm in aliam ; sed totam imaginem æqualiter efficiunt.

### COROLLARIVM III.

Dum oculus circa focum versatur, hoc est circa imaginem;totidem videbit obiecta siue lens tota detegatur, siue non, nempe videbit ea obiecta, quorum imaginem pupilla excipiet. percipiet autem semper eorumdem obiectorum, siue parum

lens

Digitized by Google

lens detegatur; quare in tubiſpiciliis etiam ſi tegatur multum lens obiectiua, non tamen pauciora videatur obiecta & per foramen acus tot obiecta videatur lente illa obiectiua, ac ſi tota pateret. ſic poſſumus tubiſpicilio ſolem ipſum ſpectare integrum per exiguum ſcilicet foramen.

### COROLLARIVM IV.

Per lentem minoris ſphæræ oculus plura ſimul videt obiecta, ſi nempe circa focum verſetur. cum enim imago ſit minor plurium obiectorum, imagines pupillam ſubibunt, quam ſi imago maior eſſet.

## PROPOSITIO LXII.

### Theorema.

*Obiecti cuiuſcumque imago, in oppoſito pariete diſtincte depingi poteſt quâcumque lente.*

Sit lens AB quâ in muro quacumque diſtantiâ remoto, verbi gratia diſtantiâ AC, exprimenda ſit imago obiecti EF ſupponitur murus magis diſtare à lente, quam ſit focus. ſi obiectum quodcumque fuerit in pariete CD, formabit imaginem in EF, ergo ſi in EF ponatur obiectum habebit imaginem in CD, (*per 4. huius.*)

### COROLLARIVM.

Quo lens erit minoris ſphæræ ſegmentum, eo maior euadet imago in pariete. cum enim lens ex minore ſphæra, eiuſdem obiecti in muro poſiti, minorem exprimat imaginem in EF, ergo etiamſi minus obiectum obiiciatur lenti minori; æqualis tamen ſequetur imago in pariete CD: ergo ſi æquale aut idem ſtatuatur in EF, ſi lens ſit minor; maior erit imago in pariete CD.

## PROPOSITIO LXIII.

### Problema.

*Minimi prototypi vnicâ lente amplificatam imaginem in pariete exhibere.*

Vidimus hic Lugduni dioptricam machinam, ſub nomine Laternæ magicæ, è qua erumpentes radij luminoſi, per tubum circiter vno pede longum, in pariete 10 aut 12 à pedibus diſtante, exigui prototypi imaginem ſuis coloribus illuſtrem, & mirum in modum amplificatam exprimebant prototypus erat imago in vitro coloribus perlucidis depictus, cuius diameter vnius aut altertius digiti, imago autem in pariete expreſſa trium aut 4. pedum. conſtabat laterna ſpeculo concauo, cuius diameter duorum, aut trium digitorum, tubus duabus lentibus conuexis inſtruebatur combinatio duarum lentium, non eſt huius loci, ſed ad ſequentem librum pertinet. quia autem ſimile quid vnica lente perficere poſſumus artificium breuiter explico.

Inſtruatur laterna lente conuexa cuius focus, ſit in diſtantia trium digitorum. ſtatuatur imago ſupra vitrum perlucidis coloribus depicta, inter focum & duplam diſtantiam foci, hoc eſt in diſtantia quatuor digitorum; candela ſit paulo remotior, & vt eius actio iuuetur, addatur ſpeculum concauum; vt in omnem partem radiet imago. ſi imago lenti ſenſim admoueatur, inuenietur ſitus, in quo exprimetur diſtinctiſſime ſupra murum hæc imago & multum amplificabitur.

Demoſtratio Imago diaphana tam directis facis radiis, quam reflexis à ſpeculo illuſtrata, in omnem partem radiare cenſenda eſt; ſaltem reſpectu lentis; ergo à quâlibet illius parte, in quodlibet lentis conuexæ punctum, aliqui radij luminis incidunt. ſupponitur autem hæc imago eſſe inter focum, & duplam diſtantiam foci, ergo pro ratione diſtantiæ eius à lente, ad diametrum imaginis in muro expreſſæ; quia autem luminis radij per colores perlucidos tranſeuntes iis tinguntur, perfecta ſuiſque numeris abſoluta imago in pariete videbitur. Theoriæ praxis reſpondet, diſtinctiorem enim vnica lente, & maiorem exhibemus, quam ipſe author duabus lentibus non tamen cum tanto lumine, eò quòd ſpeculo concauo careamus.

## PROPOSITIO LXIV.

### Theorema.

*Imago in ipſa lente depicta, poteſt ad aliquam diſtantiam, exhiberi æqualis, aut maior prototypo.*

Sit imago ſupra lentem depicta coloribus diſſolutis, & diaphanis. Dico ſi fax ſit in puncto foci, fore vt imago in pariete æqualis prototypo videatur: cum enim radij luminis à face in lentem incidentes tingantur imaginis coloribus, & per refractionem ita detorqueantur, vt incedant paralleli, non miſcebuntur cum aliis, nec colores confundent. ſi vero fax ſit propior lenti; radij remittentur diuergentes, fietque imago maior prototypo, per ſimplicem etiam radiorum traiectionem idem habebitur; fateor tamen imaginem non eſſe, adeo bene expreſſam: ſi candela longius diſtet à lente, fieri poterit in aliquo ſitu, vt facis flamma, inuerſo ſitu, diſtincte in muro appareat, in quo caſu erit imago confuſiſſima; nam candela apparet diſtincte in pariete, quando radij ab eodem facis puncto in diuerſas lentis partes incidentes, vniuntur, qui cum tingantur in ſingulis partibus, erunt radij omnium colorum. Dixi tamen ad aliquam diſtantiam, quia cum omnes radij non ſint paralleli vt oſtendimus ſenſim confunditur imago.

Denique ſi fax eſſet remotior, vnirentur in foco lentis, & poſt vnionem rurſus ſepararentur, poſſentque imaginem referre. ita ſi imaginem perlucidam lenti conuexæ imponamus, radioſque ſolares tranſmittamus, habemus ad duplam foci diſtantiam imaginem in pariete, æqualem prototypo, in maiori diſtantia maiorem, pro vt libuerit, ſed ſenſim langueſcentem eo quod radij ſenſim remittantur, ob maiorem diſtractionem.



Digitized by Google

# DIOPTRICES
## LIBER SCVNDVS.
### Variæ specillorum combinationes

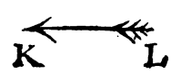
Lunettes

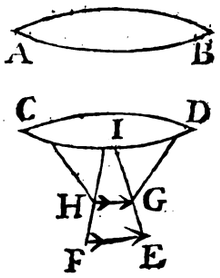
*IN superiori libro refractionum leges communes tradidimus, proprietatésque, & accidentia, corporum, quibus communiter ad detorquendos radios iuuandámque visionem vtimur explicuimus. ea tamen corpora vt solitariè & seorsim sumpta considerauimus, neque adhuc inquisiuimus quàm variè detorquerentur radij, dum ab vna in aliam lentem siue cauam, siue conuexam inciderent, quid in oculo præstarent dum varie detorti, in illam impingerent quæ omnia sibi vendicat hic liber, explicanda, & enucleanda minutiùs suscipit.*

#### PROPOSITIO I.

*Si lens conuexa post alteram ante punctum concursùs foci adhibeatur, acceleratur concursus penicillorum, fitque imago distincta obiectorum distantium minor.*

SInt duæ lentes AB, CD, per quas idem obiectum radiet; voco autem obiectum remotum, quod magis distat à prima lente, quam sit eius focus; dico quod si lens AB exprimit imaginẽ obiecti KL in FE, hoc est si in F fit vnio radiorum ad punctum L pertinentium, & radiorum ex puncto K prodeuntium in E, ita vt totalis imago sit EF, fore vt adhibitâ aliâ lente conuexâ inter AB, & EF; citius fiat vnio penicillorum, & imago distincta sit in G H multò minor quam FE.



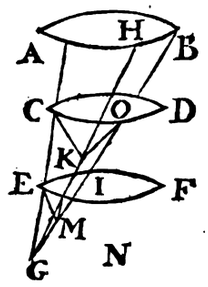

Demonstratio radij ex puncto K prodeuntes vi primæ lentis conuergant ad E, post lentem AB, sicut qui ex L procedunt, tendunt ad F. & sic conuergentes incidunt in lentem CD ergo propius vnientur in aliqno radio per centrum I lentis CD transeunte; & hoc (*per coroll.* 54.1.) ergo propius fit concursus penicillorum quod erat primum. quia autem ille radiorum concursus fit in iis radiis qui transeunt per centrum aut verticem I erit imago minor vt GH quod erat demonstrandum.

#### PROPOSITIO II.

Theorema.

*In eodem casu, quò magis secunda lens remouebitur à prima, eò maior erit imago; sed semper minor quàm quæ per solam primam lentem exhiberetur.*

Sit lens AB quæ si obiiceretur obiecto dissito representaret partem eius aliquam in puncto G;




dico si alia lens conuexa inter punctum & lentem AB statuatur, quò longius à lente AB distabit vt in EF, eò maior erit imago. nam si sit in CD, sit radius HOG per centrum eius magnitudinis, incedens, qui fere irrefractus erit. vnianturque in eius puncto K reliqui radij, eritque punctum K locus imaginis illius obiecti, qui repræsentatur in puncto G vi solius primæ lentis. sit iam lens in EF, est alius radius qui transit per centrum magnitudinis lentis E F nempe radius BIG, & in eo vnientur reliqui omnes, vniantur in puncto M, cum semper sit eadem lens, quæ radios similiter conuergentes vnit in eadem distantia, erunt I M, K O aut æquales aut proxime æquales: sed (*per* 16. 1.) angulus MIN maior est interno G O; igitur punctum M magis distat ab axe H N, quam punctum K, idem probabo facile in quolibet penicillo ex alia parte posito; igitur tota imago quæ exprimitur adhibitâ lente E F, maior est quam ea quæ exprimeretur adhibita lente CD vtraque tamen minor est quam quæ à sola lente AB procederet vt patet.

COROL.

Digitized by Google

### COROLLARIVM I.

Si lentes AB, CD aut EF sunt æqualium sphærarum portiones; imago quæ exhibetur, adhibitâ duplici lente, erit minor, tam eâ, quæ exhiberetur lente solâ AB; quàm 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 exhiberetur, cum lentes AB, CD aut EF sint æquales. sequitur imaginem ortam, ex duabus lentibus æqualibus, minorem esse imagine vtriusque seorsim spectatæ.

### COROLLARIVM II.

Si secunda lens sit maioris sphæræ portio quàm prima; imago ex vtraque simul orta minor etiam est illa quæ ab vtralibet 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.

### COROLLARIVM III.

Si adhuc tertia & 4 lens adhiberetur adhuc minor fieret imago; modo adhiberetur ante concursum ortum ex duplici lente.

### COROLLARIVM IV.

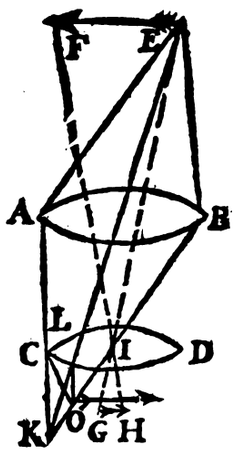
Dum lentes conuexæ se tangunt, fit minima imago quæ ex illis simul sumptis oriri potest. nam per præcedentem, quò magis secunda lens à prima remouebitur, eò maior fit imago, modò secunda intra focum primæ consistat.

## PROPOSITIO III.

### Theorema.

*Si post lentem conuexam maiorem adhibeatur lens conuexa minor; fieri poterit vt imago vtriusque simul posita maior sit, imagine minoris lentis.*

Sit lens AB maior; CD minor sitque obiectum EF, cuius imago vi minoris lentis CD de-




pingatur in GH, nempe EIG, FIH per centrum magnitudinis eius transeuntibus dico posse adhiberi lentem maiorem AB, ita vt imago, quæ ab vtraque oriatur maior sit, quam imago GH,



Ita disponatur vtraque lens, vt basis distinctionis primæ lentis seorsim sumptæ, sit in eodem plano in quo GH hoc est sit punctum K extremitas vnius penicilli, seu sit K imago puncti E, à sola lente AB procedens; incidantque radij AC, BIK & alij 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, alij autem radij, AC, EL vnientur cum radio IA in aliquo puncto viciniore quidem quam sit punctum K. quia nempe radij AK, EK, BK conuergunt ad punctum K. vniantur ergo in puncto O, fieri poterit vt radius IO tam magnum angulum comprehendat cum radio IG vt punctum O magis recedat ab axe quàm punctum G, pariter ostendam fieri posse, vt ex alia parte imago puncti F ex duabus lentibus procedens magis recedat ab axe, quàm punctum H; igitur tota imago à duabus lentibus efformata, maior erit quàm quæ à sola minori lente exprimitur.

### COROLLARIVM I.

Sequitur quod lens secunda habeat imaginem sub maiori angulo comprehensam quam si sola esset. ideoque si secunda lens sit oculus maius videbitur obiectum.

### COROLLARIVM II.

Ad videnda obiecta remota quæ supponantur confuse videri, si quis vtatur lente cóuexa eamque minus remoueat quam sit illius basis distinctionis, si hæc lens sit, eiusdem virtutis cum christallino, non augebuntur obiecta. si fuerit magis conuexa, quàm christallinus obiecta minora apparebunt. Si fuerit lens adhibita maior, poterit fieri vt obiecta maiora appareant.

Ratio est quia oculus habet rationem lentis, conuexæ vt ostendimus primo libro: sed (*per cor. 2. huius*) si lentis conuexæ præponatur minor aut æqualis, imago duarum simul fit minor quam prioris, igitur si oculo adhibeantur lens, aut æqualis, cum ipso conuexitatis; aut minoris sphæræ portio decrescet imago obiecti in retina. si vero adhibeatur lens quæ sit maioris sphæræ segmentum; poterit augeri imago, modo lens illa multum ab oculo remoueatur (*per præcedentem*) suppono autem in his casibus retinam posse accedere & excipere imaginem distinctam quod accidet, si antea videbat obiecta confuse. eò quòd retina esset nimis vicina christallino; vt accidit in presbytis maxime iis qui habuerunt cataractam.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Basis distinctionis duarum simul lentium, minùs distat ab vltima lente quam basis distinctionis illius solitarie sumptæ.*

In præcedenti figura sit GH basis distinctionis lentis CD seorsim sumptæ. dico si adhibeatur altera lens AB, ita vt fiat alia imago, ab vtraque lente; qualis est imago obiecti E in puncto O, dico inquam minorem esse distantiam huius secundæ imaginis à lente CD, quàm sit imaginis GH, ab eadem lente.



Digitized by Google

Demonſtratio cum enim imago GH, verbi gratia punctum eius G, formetur à radiis à puncto E, in lentem CD incidentibus; & conſequenter diuergentibus; punctum verò O, alterius imaginis oriatur ex radiis iam refractis & ad concurſum properantibus: tardius vnientur (*per coroll.* 19.) qui ex puncto E recta tendunt ad lentem CD, ideoque maior erit diſtantia imaginis GH, à lente CD; quàm imaginis O, ab eadem lente quod erat demonſtrandum.

## COROLLARIVM.

Si oculus obiectum diſſitum diſtincte ſine lente videat; adhibita lente conuexa obſcure idem obiectum videbit. ſi enim ſine lente obiectum diſſitum videt; eius retina præciſe eſt in baſi diſtinctionis, ſui chriſtallini nempe præciſe in loco in quo imago eſt diſtinctiſſima, ſi vero adhibeatur lens conuexa, baſis diſtinctionis fit propior chriſtallino, atque adeò vix poterit retina ita moueri, vt hanc imaginem in ſua diſtinctione excipiat. cum autem radij formantes quemlibet penicillum poſt concurſum rurſus ab inuicem diſcedant, neceſſariò erit in retina imago confuſa, & conſequenter, viſio confuſa maior tamen quia ſub maiori angulo.

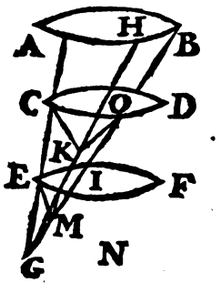
## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Si dua lentes conuexæ modò ſupradicto iungantur, quò magis ſecunda à prima diſtabit; eò minus 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. *precedentis*)

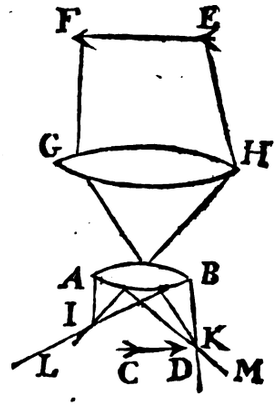



dum radij conuergunt ad punctum remotius à lente, eò etiam concurſus eorum eſt remotior ab eadem lente; ſed AG, HG, BG conuergunt ad punctum remotius à lente GD, quàm à lente CF: ergo punctum concurſûs nempe K, longiùs diſtabit à lente CD, quàm punctum M, à lente EF. quod erat demonſtrandum.

## COROLLARIVM.

Quoties oculus videt diſtinctè aliquod obiectum ſatis remotum; ſi adhibeat lentem conuexam, maius videbitur illud obiectum, licèt confuſè; & quò magis lentem ab oculo remouebit, eò confuſiùs idem obiectum ſpectabitur. primò quod maius appareat obiectum facile oſtenditur.

Sit enim oculus AB in cuius retina repreſentetur imago CD obiecti ſatis diſſiti EF, adhibeatur lens conuexa GH; dico imaginem eiuſdem obiecti in oculo, fore maiorem & confuſam. nam (*per* 4. *huius*) imago quæ fiet alia lente ad-




hibita propior erit chriſtallino AB, ſit ergo in IK, etiam ſi in IK ſæpe ſit minor quam CD, nihilominus ſi notabiliter ſit propior, & retina non poſſit moueri, ducantur radij AKM, BIL, qui poſtquam imaginem diſtinctam, formauerunt in IK, vlterius producantur vſque ad retinam, imago tota erit LM maior quam CD, radiis à toto chriſtallino AB ad ſingula puncta I & K ductis, & ſe poſt eum concurſum interſecantibus. ſi tamen retina haberet motum expeditum ita vt poſſet aſcendere in IK, vt plurimum imago eſſet minor, & minus videretur obiectum.

Secundò aſſero quò lentem GH magis ab oculo remoueris eo maius videndum obiectum, quia (*per* 2. *huius*) in tali caſu maior fit imago IK. & (*per* 5. *huius*) minus à chriſtallino diſtabit: ergo multo maior erit radiorum poſt imaginem diuaricatio, ideoque adhuc maior erit imago in retina, vnde & maius videbitur obiectum; maior erit etiam confuſio, quia magis diſtrahentur radij ad ſingulos penicillos pertinentes, ſeu radij, ad eandem obiecti partem ſpectantes.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

*Si lens conuexa ſtatuatur in puncto foci alterius, ſeu in baſi diſtinctionis; nullæ poterit imago diſtincta ab vtraque ſic iuncta exprimi.*

Sit lens conuexa AB, quæ ſit præciſè in baſi diſtinctionis lentis CD. dico fieri non poſſe; vt vi duarum lentium, ſic coniunctarum exhibeatur imago diſtincta obiecti. Sit enim obiecti pars aliqua F, cuius imago efformetur in puncto E, per concurſum radiorum ad ipſam pertinentium. hi radij (*per* 4. 1. *huius*) etiam poſitâ refractione in puncto E, vlteriùs producti ſe interſecabunt in puncto E; ergo erunt radij divergentes ab eodem puncto E, procedentes. Sed (*per* 9. 1. *huius*) radij divergentes, ſi diſtent à lente minus quam diſtantia, baſis diſtinctionis, remanent divergentes, licèt minus divergant; ergo radij ad punctum F, pertinentes poſt lentem AB, adhuc

Digitized by Google

AB, adhuc divergunt, sed ad distinctam imaginem requiritur eorum concursus. ergo nulla for-




mabitur distincta imago obiectorum, dum lens secunda præcisè collocatur in basi distinctionis primæ. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

Eôdem modô ostendam nullam formandam esse imaginem, si punctum E minus distet à lente AB, quàm sit basis distinctionis lentis AB, prozer eandem rationem.

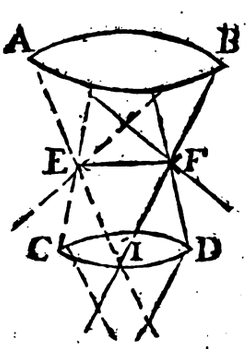
## PROPOSITIO VII.

Theorema.

*Si lens conuexa, tantùm distet à basi distinctionis primæ, quanta est distantia foci eius, etiam tunc erit confusio nullaque ab vtraque lente, sic iuncta effermabitur imago.*

Sint lentes duæ AB, CD, ita dispositæ vt EF sit basis distinctionis, lentis AB, depingaturque




obiectum HG, in EF, sitque imago EF, distans à lente secundâ CD, quanta est distantia foci eius, dico fore adhuc confusionem, nec vllam ab vtraque lente posse obiecti HG formari imaginem.

Demonstratio imago EF, radiat eôdem modo ac si ipsa esset lucidum aliquod, nisi quod sæpe singula eius puncta non radient in totam lentem CD. nam radij AF, BF, post concursum in puncto F, vlteriùs producuntur, & saltem aliqui incident in lentem CD, ponatur autem, vnus aliquis nempe FI, transire per centrum I, puncta F, & E, se habent per modum lucidi distantis, à lente CD; quanta est distantia foci eius; sed in tali casu (*per 20. 1. huius*) radij omnes erunt paralleli radio FI; pariter punctum E radiabit in lentem CD, quia radij BE, AE, post concursum vlteriùs tendunt, licet autem aliquando accidat vt nullus radius ex puncto E tendat, per centrum I, licet deficiat intelligi tamen potest radius EI, cui reliqui ex puncto E procedentes fient paralleli, igitur & erunt paralleli inter se, ideoque non vnientur, quod requiritur tamen ad distinctam imaginem.

### COROLLARIVM.

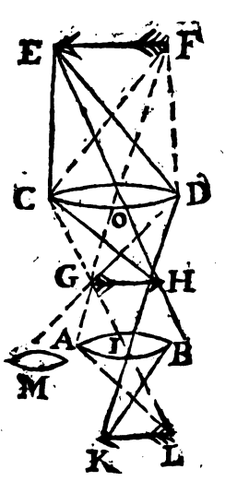
Ex hoc vides vt plurimum dum hôc modô coniunguntur imagines multos radios qui erant in imagine EF, non impingere in secundam lentem.

## PROPOSITIO VIII.

Theorema.

*Si lens conuexa statuatur post basin distinctionis alterius, ita vt sit maior distantia ab ea basi, quam sit distantia propria basis; necessario duabus illis lentibus in aliqua distantia, depingetur distincta obiecti imago.*

Sit lens convexa AB, quæ statuatur post basin distinctionis lentis CD, nempe post eum




locum in quo obiecti imago GH, depingitur. Sitque distantia imaginis GH, à lente AB, maior quam sit distantia foci lentis AB, nempe, si sit plano-conuexa, sit maior hæc distantia diametro conuexitatis eius, si verò vtrinque æqualiter conuexa; sit maior semidiametro conuexitatis, lentis AB, dico secundam imaginem, depingendam post lentem AB.

Demonstratio. Cum punctum G, imaginis radiet in lentem AB, aut in eam totam, aut in partem eius: parum interest, & punctum G, ex



Digitized by Google

ſuppoſitione magis diſtet à lente AB, quam ſit eius focus. (*per Cor. 19. 1. huius*) & (*per 54. eiusdem.*) Radij 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 prioti contrapoſita. & conſequenter eundem ſitum habens, quem habet obiectum E F.

## COROLLARIVM I.

Quò propior lens AB admovebitur baſi diſtinctioni GH, modò tamen diſtet maiori diſtantiâ, quàm focus proprius, eò magis diſtabit imago E L, & conſequenter maior erit, quia (*per Coroll. 55. 1. huius*) ſi lucidum magis accedat ad lentem, aut lens ad lucidum, GH autem in noſtro caſu habet rationem lucidi; eo imago eius magis recedit & fit maior, donec GH ſit in puncto foci lentis AB, tunc imago eius KL, infinite diſtabit vt ita dicam, nempe in eo loco in quo radij paralleli vniuntur, fit etiam maior quia radij in verticem incidentes angulum maiorem comprehendunt.

## COROLLARIVM II.

Ex quo fit vt datâ diſtantiâ AK, ad quam volumus ſecundam imaginem exprimere, modo hæc diſtantia maior 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 huius*) ſi ſenſim admoveatur lucidum G, recedat ſenſim eius imago, ſi vero removeatur, accedat; modò ſemper maior ſit diſtantia eius, quam diſtantia foci à lente; hoc eſt ſi aſſignata diſtantia AK, maior ſit diſtantiâ foci; locus lentis AB invenietur.

## COROLLARIVM III.

Qui lentem convexam magis ab oculo removebit quam ſit eiuſdem lentis baſis diſtinctionis, obiecta videbit inverſa. quia in eius retina depingitur imago eodem ſitu quo obiectum, in quo caſu vt diximus libro primo Optices, obiectum 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 eôdem modô videbitur obiectum, ac ſi eſſet in GH, ſed in GH habet ſitum everſum, ergo videbitur habere ſitum everſum; ergo obiectum videbitur inverſó ſitu.

## COROLLARIVM IV.

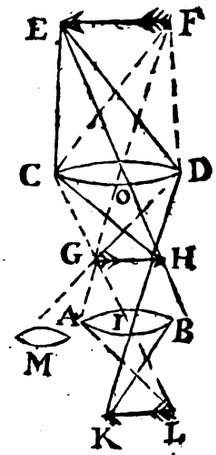
Myopes qui chriſtallinum magis remotum habent à retina, quàm ſit diſtantia baſis diſtinctionis eiuſdem chriſtallini, datâ qualibet lente convexâ, quæ ſit magis remota ab oculo, quam focus eiuſdem lentis, poterunt accedendo, aut recedendo à lente, videre obiecta inverſa diſtinctiſſime, & hoc (*per Coroll. 2. huius propoſitionis*) ſi verò retina ſit multum admota chriſtallino, nempe ad eam diſtantiam in qua ſoli radij paralleli vniuntur, & aliquanto ad minorem, ij in nulla diſtantia lentis convexæ ab oculo, obiectum inuerſum diſtincte videre poterunt, quia nunquam tantum removeri poterit lens convexa, vt radij ab eodem imaginis puncto in oculum incidentes ſint paralleli; igitur nunquam obiectum diſtincte videbunt. quo tamen magis removebunt lentem ab oculo, eo diſtinctius videbunt; quia tunc cuiuſlibet puncti imaginis radij in oculum incidentes, magis ad parallelos accedent, ergo melius vnientur in retina, non erit tamen perfecta vnio.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Si oculus magis diſtet à lente conuexa quam eiuſdem lentis baſis diſtinctionis; ita vt obiecta euerſa videat, quo lens erit maioris ſphæræ ſegmentum eo maius videbitur obiectum.*

Sit in figura ſuperioris propoſitionis oculus AB poſitus poſt baſin diſtinctionis GH, lentis CD, reſpectu EF obiecti ſatis diſſiti. de obiectis enim vicinis aliter philoſophandum eſt, dico ſi lens CD eſſet majoris ſphæræ ſegmentum maiùs videretur obiectum.




Demon. Si enim CD, eſſet maioris ſphæræ ſegmentū maior eſſet imago. nam (*per Cor. 55. 1. huius*) lens maioris ſphæræ portio obiecti remotioris, maiorem exprimit imaginem, ſed quò maior erit imago GH, eò etiam maius videbitur obiectum. nam quò imago GH, maior eſt, eo maiorem in oculo imaginem producit, quò autem maior eſt imago in oculo, eò etiam maius videbitur obiectum: igitur quò lens adhibita erit maioris ſphæræ ſegmentum, eò maius videbitur obiectum.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*Quò magis lens ab oculo remouebitur, eò minus videbitur obiectum inuerſum.*

In eodem caſu ſi oculus A B, magis ac magis à lente C D removeatur, eò minus obiectum videbitur.

Demonſtrat. Quò magis recedet oculus à lente CD, eo etiam magis recedet ab imagine GH, ſed quo magis ab imagine GH, recedet; minor in oculo illius imago efformabitur; vt vidimus in optica; ergo quò magis oculus à lente recedet, eò minus videbitur obiectum. & non tantum ſecundum magnitudinem decreſcet, ſed etiam ſecundum intenſionem, quia pauciores ab eodem

Digitized by Google

dem imaginis puncto radij in oculum incident.

## PROPOSITIO XI.

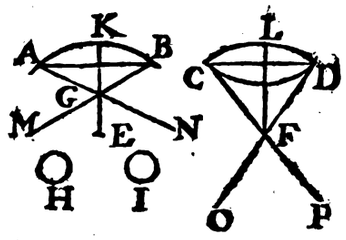
### Theorema.

*De loco apparenti obiecti in praedicto casu.*

Grauissima semper est difficultas in explicando modo, quô oculus locum obiecti videt, & in hoc etiam casu peculiaris exurgit, eò quòd experientia, non videtur respondere rationi, immò, & aliis experientiis esse contraria. Constat enim experientiâ obiectum EF, non videri in loco suæ imaginis, nempe in GH: nam hoc centies expertus sum, & lentes in omnem partem versaui, vt experiter, an tale quid mihi succedere posset. nihilominus si ratio spectetur, haud dubiè in loco imaginis nempe in GH videri deberet. cum enim obiectum FE in oculum radiet, per radios suæ imaginis, eôdem modô 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 puncto E, mittit tamen radios quasi ex puncto H, ergo videtur eôdem modô oculum afficere, ac si esset in puncto H. augetur autem difficultas eò quòd in catoptrica simili argumentô vsi sumus, ad determinandum locum, in quo apparere debebat obiectum. nam inuenimus ante speculum concauum, sæpe apparere obiectum, eò quòd imago eius in eo loco, ita inueniretur expressa: vt omnes radij eiusdem partis obiecti, ita producerentur quasi ex loco suæ imaginis: vnde ergo hoc non succedit in lentibus.

Ad solvendam difficultatem, quæ est grauissima, reuocandum id quod diximus, vix oculum vnum præcise sumptum distantiam obiecti percipere posse, nisi ex aliorum corporum situ, & positione. ideoque in distantiis mediocribus vtrumque aduocamus; vt ex concursu radiorum opticorum in proprio loco obiectum percipiamus. Lentes autem quas elaboramus non sunt quoad molem satis magnæ, vt idem imaginis punctum in vtrumque oculum radiet, immo sæpe accidit, vt neque eadem pars imaginis totam pupillam radiis suis implere possit. vt in figura propositionis 8. sit vnus 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 huiusmodi imaginem GH, & aliud obiectum quod in G, H, poneretur. si enim GH esset obiectum reale, quodlibet eius punctum in omnem partem radiaret. at verò a singulis imaginis GH partibus conus tantum radiosus emittitur contrapositus alteri, cuius basis est lens prima CD. quod si lens CD esset maxima portio suæ sphæræ, ideoque angulus coni CGD esset maxime obtusus; fieri posset, vt contrapositus conus vtrumque oculum complecteretur. tunc autem obiectum F videretur in puncto G. licet autem non habuerim lentem satis magnam vt hoc experirer, attamen hoc suadet speculum concauum, quod nisi sit magna portio suæ sphæræ, ita vt in vnum tantum oculum radij ab obiecto emissi reflectantur vix videbitur obiectum erumpere ex speculo. si vero, sit ita magnum, vt conus puncti imaginis in vtrumque oculum incidat; iudicamus obiectum 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 vtrinque conuexa, 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. obiecti autem satis dissiti imago, in speculo erit circa quartam partem diametri nempe in puncto G, at verò in lente CD imago eiusdem obiecti satis dissiti erit, circa centrum F. igitur maior 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 vnus tantum oculus videre simul poterit imaginem F, & ambo simul imaginem G, spectabunt; & bene iudicium ferent de eius distantia, nempe videbunt obiectum in puncto G, interea dum imago F, vnô oculô spectata, non ità certò videtur quo ad locum.

## PROPOSITIO XII.

### Theorema.

*Si lens conuexa fuerit maius fue sphæræ segmentum, plura simul ab eodem oculo spectabuntur, in eo situ in quo videntur distincte conuersa.*

In eadem propositionis octauæ figura supponatur lens AB, esse oculus & CD, lens obiectiua, abscindatur ex ea lente pars CO, ita vt intercipiantur radij CG, OG, licet eadem formetur imago obiecti F, in puncto G, pauciores tamen radij illam component, quorum nullus in oculum incidet; igitur non videbitur punctum F, tecta parte lentis CO, quod detecta ea parte videtur: igitur si lens fuerit maius segmentum suæ sphæræ, in eo situ de quo loquimur, plura videbuntur simul ab eodem oculo obiecta. In longioribus tamen, quæ pertinent ad maiores sphæras v.g. duorum, aut trium pedum; illud incrementum parvum est, vt facile negligi possit. ita in tubis opticis etiam si minima pars lentis detegatur, tantumdem fere obiecti detegimus. sed de hoc adhuc infra.



Digitized by Google

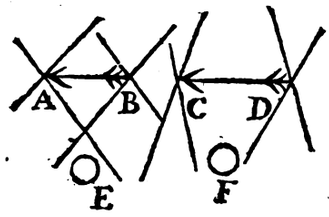
## PROPOSITIO XIII.

### Theorema.

*Dum obiecta per lentem conuexam euersò situ ſpectantur; quò lens fuerit minoris ſphæræ portio cæteris paribus, eò plura ſimul obiecta videbuntur.*

Sint duæ lentes æquales quoad magnitudinem, inæqualium verò ſphærarum portiones, quæ ita ſucceſſiuè oculo objiciantur; vt per illas obiecta diſtinctè euersô ſitu videat, dico per eam videnda eſſe ſimul plura obiecta, quæ erit minoris ſphæræ portio.

Demonſtratio. (*per 26. 1. huius*) quæ eſt minoris ſphæræ portio, obiectorum imagines minores exhibet, & in minori à ſe diſtantia; ergo ſinguli coni efformantes ſingula imaginis puncta, maiorem 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 conuexioris efformatam, & minorem, & à penicillis maiorem angulum comprehendentibus efformatam: ergo plurium obiectorum radij in pupillam incident. Sint enim imagines AB minor, CD




maior, oculorum pupillæ E, F, cum penicilli efformantes puncta A, & B, ſint obtuſiores, penicillis efformantibus puncta C, & D; fieri poterit, vt priores adhuc amplectantur pupillam E; & poſteriores cadant, integri extra illam; ſed tunc tota imago AB videbitur, & imago CD, quæ ſupponitur eſſe eiuſdem obiecti, omnino non videbitur: ergo plura ſimul obiecta à lente magis conuexa videbuntur.

### COROLLARIVM.

Ex hoc ſequitur teleſcopia minora, cæteris paribus plura ſimul obiecta detegere, quam maiora.

## PROPOSITIO XIV.

### Theorema.

*Obiectum in puncto foci vnius lentis conſtitutum, adhibita ſecunda lente, aliquam poteſt habere imaginem.*

Sit obiectum AB, in puncto lentis CD, conſtitutum. quod ſingularum partium radios remittat parallelos, illis qui per centrum I tranſeunt: dico fieri poſſe vt adhibita ſecunda lente EF, obiecti AB imago depingatur poſt lentem AB.

Demonſtratio. (*per Coroll. 3. 55. præcedentis*) puncti A, radij poſt lentem CD, erunt paralleli




radio AIG, huic intelligatur alius parallelus, HOK tranſiens per centrum, aut verticem, ideóque virtualiter irrefractus. (*per eandem 55.*) radij omnes paralleli radio HO, & conſequenter radio GI, vnientur cum radio HO nempe ad diſtantiam ſemidiametri lentis EF, ſi fuerit vtrinque conuexa, vel ad diſtantiam diametri ſi fuerit plano-conuexa, igitur omnes radij ad punctum A pertinentes & incidentes in lentem EF, vnientur in puncto K. pariter oſtendam omnes radios à puncto B incidentes in lentem EF, vniri in puncto L, & ita de reliquis, atque hoc tantum requiritur vt imago dicta depingatur. quod erat demonſtrandum.

### COROLLARIVM I.

In tali caſu; quò lens EF magis admouebitur 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 obiectis, præcipuè vero extremis, licet verum non ſit reſpectu mediorum.

### COROLLARIVM II.

Quò magis lens ſecunda, priori admouebitur, eò plurium obiectorum imaginem exprimet, ſi enim remoueretur donec omnes radij v. g. ad punctum A pertinentes, & paralleli irrefracto AIG longiùs abiuiſſent; nullus eorum in lentem EF incideret, & conſequenter poſt illum nulla eſſet ipſius imago. Item quò maior erit lens EF, eò plura exhibebit obiecta.

### COROLLARIVM III.

Quò lens EF erit maioris ſphæræ portio, eò maior erit imago obiecti nam (*per cor. 56. huius*) diametri imaginum obiectorum multum diſtantium quorum nempe radij ſunt phyſicè paralleli, ſe habent interſe vt diametri ſphærarum, quarum lentes ſunt portiones: ergo lens ſphæræ maioris, maiorem exhibebit imaginem.

### COROLLARIVM. IV.

In aliquibus caſibus hæc diſpoſitio aliquid afferret emolumenti, in aliis non item. & primò quidem certum eſt quod angulus COH, comprehenſus à radiis irrefractis formantibus vltimo imaginem KL, poſt lentem EF maior 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 maior eſt, angulo AOB; ſed angulus AIB æqualis eſt angulo COH, cum lineæ BI, CO; item AI, OH ſint parallelæ, quare ſi obiectum diſtet à lente EF diſtantia foci eius; aut minùs quam diſtantia foci ſublata CD, nulla

Digitized by Google

nulla imago obiecti illius depingi poſſet; quia vel ſingularum obiecti partium radij aut paralleli fierent, aut diuergentes. quare in eo caſu vtilis eſt hæc combinatio. ſi verò diſtantia obiecti AB, à lente EF ſit tantùm paulo maior, quàm diſtantia foci eius; poterit quidem fieri in tali caſu, vt quia imago quæ pingeretur à lente ſola, EF multum diſtaret ab ea, licet imago KL fiat ſub maiori angulo, alia tamen eſſet maior, ſed percipitur adhuc id emolumenti, quòd multò plures inueniuntur radij in KL quam in illa alia imagine quæ à ſola EF formaretur.

## COROLLARIVM V.

Imago diſtabit à lente EF ſemper eadem diſtantiâ nempe diſtantiâ foci eius cum formetur à radiis parallelis.

## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Quò lens prima fuerit minoris ſphæræ portio, maius obiectum apparebit, & ita demonſtratur microſcopium.*

In ſuperiori figurâ, & eôdem lentium ſitu; quò prima lens fuerit conuexior, ſeu minoris, ſphæræ portio; eò obiecti imago ſuppoſitâ eâdem ſecundâ lente, erit maior.

Demonſtratio ſi prima lens fuerit minoris ſphæræ portio; habebit diſtantiam foci minorem: igitur cum obiectum in eius foco ſtatuatur, magis eidem lenti & eius centro I admouebitur; ſed quò magis eidem obiecto admouebitur, eò ma-




ior erit angulus AIB, & conſequenter angulus GOH illi æqualis; aut KOL oppoſitus ac verticé: quò autem angulus KOL eſt maior eo etiam imago eſt maior, ſupponuntur enim in vtroque caſu radij vniri præciſe in foco ſeu in diſtantia æquali; ergo à primo ad vltimum, quò prima lens ad minorem ſphæram pertinebit; eò maior erit obiecti imago; quòd erat demonſtrandum.

## COROLLARIVM I.

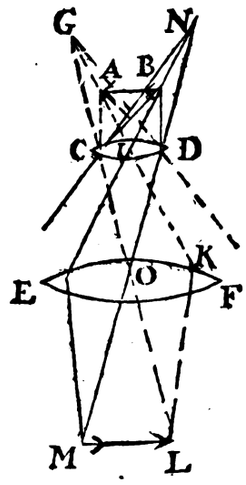
Dixi in titulo demonſtrari inſtrumentum illud; quô obiecta propiora & parva diſtinguimus. ſolemus autem oculo obiicere lentem valde convexam, quæ quò conuexior fuerit, eò etiam obiecta nobis apparent maiora, quod etiam accidit quoties trans ſphæram vitream, aqua plenam aſpicimus. chriſtallinus, & oculus vicem habet ſecundæ lentis ſupponitur. ergo preſbyta, qui benè poſſit diſtinguere obiecta remota quorum radij pro phyſice parallelis ſupponi poſſunt. ille adhibeat oculo lentem valde conuexam; obiectumque tantum à lente removeat quanta eſt diſtantia foci. ſingularum partium obiecti radij vi prioris lentis remittentur paralleli (*per 56. 1.*) huius; ſed radij paralleli vi chriſtallini, in eo qui obiecta remota bene diſtinguit, vniuntur præcisè in retina, igitur & maius apparebit, quò minor erit prima lens. ergo poterit lens valde exigua mirum in modum augere imaginem obiecti in retina, in ea diſpoſitione, quam ſupra poſuimus, fietque microſcopium, quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XVI.

### Theorema.

*Obiectum propiùs lenti admotum, quàm ſit focus eius adhibitâ ſecundâ lente, aliquam poteſt imaginem habere.*

Sit obiectum AB, propiùs lenti CD, ad motum quàm ſit focus eius, adhibeaturque ſecunda lens, dico fieri poſſe vt poſt lentem EF formetur aliqua eius imago diſtincta.




Demonſtr. (*per 47. 1. huius*) punctum A, inter focum lentis CD & ipſam poſitum, poſt refractionem in CD, factam, habet radios ita divergentes, ac ſi venirent ab aliquo puncto vlteriori poſito, in radio AIK, ſit illud, punctum G. quare omnes radij IK, DF, & alij producti concurrerent in puncto G, removeatur lens CD. ita vt magis diſtet à puncto G, quàm diſtantia ſui foci; intelligaturque ex puncto G, per O, centrum magnitudinis lentis EF, radius GOL, cum punctum A, eôdem modô radiet in lentem FE, ac ſi eſſet in puncto G, punctum autem G, magis diſtet à lente EF, quàm diſtantiâ foci, omnes radij eius vnientur, cum radio GOL, vniantur, in puncto L, eôdem modô oſtendam puncti B, radios vniri cum radio AOM, atque adeo diſtinctam efformari imaginem quod erat demonſtrandum.

## COROLLARIVM I.

Quò magis recedet lens EF, à CD eò ipſi propior fiet imago ML, & minor. nam (*per cor. 47. 1. huius*) quò lens EF magis recedit ab obie-



Digitized by Google

&to G radiante, eò ipsi est propior radiorum concursus. item quò magis removebitur lens CD, eo minor erit angulus GON, qui sunt duo modi imminuendæ imaginis E F.

### COROLLARIVM II.

Si lens EF, sit ita magnæ sphæræ portio, vt distantia GO, sit minor distantia foci eius, nulla imago fieri poterit.

### COROLLARIVM III.

Vt ad maiorem distantiam exprimatur imago; propius lens EF, admovenda est lenti CD, quia tunc propior fit punctis radiantibus G, & N.

### COROLLARIVM. IV.

Quò lens EF, propior erit lenti CD, eò plures radios excipiet. quò remotior pauciores, quòd satis per se patet. Illud autem emolumenti habetur ex hac dispositione quod plures habeantur radij quam si directe obiectum radiaret.

### COROLLARIVM V.

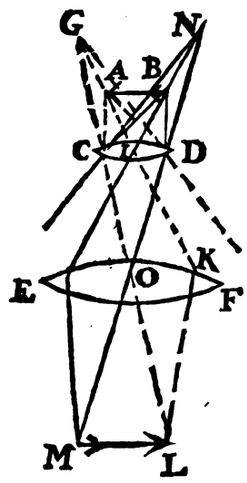
Quò lens CD, fuerit minoris sphæræ portio eo radios minus emittet divergentes. cum enim in minori lente maior fiat refractio, radij refracti magis accedent ad parallelos, ideóque eos detorquebunt quasi puncta G, & N, remotiora essent.

## PROPOSITIO XVII.

Theorema.

*Quò lens, prima fuerit minoris sphæræ portio, eò maius cæteris paribus, apparebit obiectum, & hoc modo demonstratur microscopium.*

Sit oculus myopis qui obiecta satis vicina, verbi gratia, semipede distantia distinctissime percipiat, sitque obiectum AB videndum; adhibeatur lens valde convexa, quæ ita radios remittat refractos, ac si obiectum AB, esset in GN,




sit autem distantia OG, vnius semipedis. & oculus, sit in EF. repræsenteturque per lentem eandem E F. clarum est obiectum A B, distincte videri ab oculo E F. addo & ipsum maius videndum. Primo angulus GON, maior est angulo AOB, qui fieret, si ducerentur lineæ AO, BO; vel vt ab oculo EF, obiectum AB, distinguere-tur 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 maius obiectum videbitur. cum enim (*per Coroll. 6. præcedentis*) Lens GD minor, radios minus divergentes emittat, minus autem divergentes radij, ex punctis magis distantibus procedant; quò lens CD, minor erit, erit distantia punctorum G, & N maior, sed quò hæc distantia maior erit, maior etiam distantia inter G & N, igitur quò lens prima CD, fuerit minoris sphæræ segmentum, eò maius obiectum spectabitur. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM 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 obiecto clare viso, necessarium, erit oculum accedere.

### COROLLARIVM II.

Si tamen puncta G, & N, ita recederent vt G I, maior esset semipede, oculus tunc nihil videre posset. quia etiamsi tangeret C D, nimium distaret à punctis G, & N, sed tunc admovendum magis esset obiectum lenti C D, & fierent radij magis divergentes (*per 45. 1. huius*) seu puncta G, & N, fierent propiora.

### COROLLARIVM III.

Quia vix invenitur oculus qui ad aliquam distantiam non videat distincte, ideò fere 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 obiecti.

## PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

*Si obiectum paulò magis distet à lente, quam focus eius, admotâ secundâ lente, aliquam potest habere imaginem distinctam.*

Sit obiectum A B, paulo magis à lente CD, distans quam sit focus eius; dico si admoveatur lens EF, posse fieri vt detur aliqua eius imago distincta.

Demonstratio. (*per 20. 1. huius*) radij refracti ad eandem obiecti partem pertinentes convergent, quantum volueris pro maiori obiecti A B, à lente C D distantia, sed radij convergentes incidentes in lentem convexam EF, adhuc magis convergent; & citiùs vnientur, (*per Coroll. 2. 54. 1. huius.*) ergo poterit haberi post lentem convexam EF, aliqua obiecti imago. quod erat demonstrandum.

PROPO

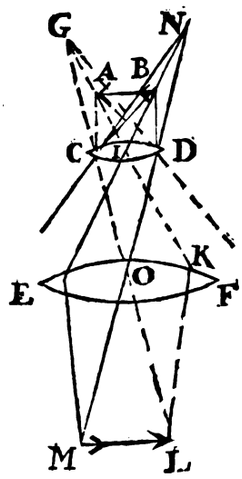
Digitized by Google

## PROPOSITIO XIX.

### Theorema.

*Quò lens Prima fuerit minoris ſphæræ portio, eò cæteris paribus imago obiecti maior erit: & demonſtratur adhuc microſcopium.*

In eadem diſpoſitione ſi cætera maneant eadem, & lens CD. fiat minoris ſphæræ portio; maior erit imago.




Demonſtratio (*per cor. 60. 1. huius*) quoties obiectum eſt valde propinquum; lentes minores in eadem diſtantia imaginem exprimunt maiorem: ſicut ergo oſtendimus ſi adhibeatur lens conuexa maior, maiorem eſſe imaginem, quia nempe lens conuexa maior obiecti diſtantis maiorem de ſe apta erat imaginem efformare; ita etiam obiecti proximi lens conuexa minor, apta eſt de ſe ad eandem diſtantiam maiorem exprimere imaginem, ideoque ſi ſecunda lens adhibeatur vtrobique in loco commodiſſimo & paulo ante concurſum maior erit imago, ſi lens CD minoris fuerit ſphæræ portio.

Iſtud genus microſcopij vtile eſt iis qui chriſtallinum parum conuexum habent, & retinam nimis eidem chriſtallino vicinam; qui defectus iis plerumque accidit, quibus adempta eſt ab oculis cataracta; habent enim chriſtallinum ita complanatum & ita debilem oculorum aciem, vt adhibitâ quacumque lente conuexa, obiecta remota non videant.

Si enim conuexo maxime vtantur ſpecillo, obiectorum diſtantium fit imago ita parua; vt vix ſentiatur. adde quod obiecta quæ diſtingui debent quantum ſatis eſt, ad legendum, ſi remota ſint minus intenſos emittant radios, ſi vero ſint propinqua & lens ſit valde conuexa iam fiat iſtud genus microſcopij.

## COROLLARIVM I.

In hac combinatione ſemper concurſus radiorum poſt lentem EF, ab ea minus diſtat, quam eius proprius focus. cùm enim ſiue lens EF admoueatur, lenti CD, ſiue non radij ad ſingulas partes obiecti pertinentes conuergant; citiùs vnientur poſt lentem EF; quam ſi eſſent paralleli ſed ſi eſſent paralleli præciſè vnirentur in eius foco, igitur citiùs vnientur.

## COROLLARIVM II.

Vt aliquid vtilitatis ex iſta doctrina percipiamus; illi quibus vt dixi adempta eſt ab oculis cataracta, dum vtuntur ſpecillo valde conuexo vix illud oculis propius admouent, ſed in aliqua diſtantia, ponamus ergo ſpecillum eſſe lentem CD, oculum EF, & obiectum AB quod clare videatur: quæritur vtrùm poſſet admoueri ſpecillum oculo EF, & obiectum videri cum æquali diſtinctione. primò ſi admoueatur oculus ſpecillo, penicilli non erunt vniti præciſe in retina, ſed poſt ipſam, nempe in maiori diſtantia quam in primo caſu. dico ergo ſi obiectum remoueatur poterit ad eandem diſtantiam, nempe in ipſa præciſe retina ſicut priùs imago depingi; quia tamen obiectum ita remotum minus intenſos emittit radios, ſi aliquis velit immoto obiecto, eius tamen viſionem diſtinctam habere, ſubſtituatur lens conuexior, hæc enim radios ad maiorem refractionem detorquebit, atque adeo, citiùs ad concurſum penicillos coget.

## PROPOSITIO XX.

### Problema.

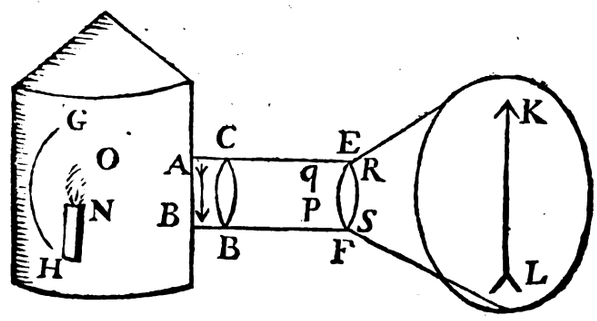
*De nocte exigui prototypi ingentem in muro imaginem diſtinctam exhibere duabus lentibus.*

Iam ſuperiori libro indicaui eruditum Danum, hoc anno 1665 Lugduno tranſiiſſe, qui in dioptrica bene verſatus inter alia laternam exhibuit, è qua erumpebat tubus vnius circiter pedis, qui aliquando in paulo maiorem longitudinem adducebatur, provt id exigebat caſus. quantùm autem licuit coniicere tubus duabus lentibus conuexis inſtructus erat, inæquali tamen, quarum quæ introrſum reſpiciebat minoris ſphæræ ſegmentum erat, quæ verò exteriorem occupabat tubi partem, è maiori ſphæra detracta erat. Lampas inerat Laternæ, Ellychnio ſatis magno inſtructa, ideoque flammam Lucientam emittente: poſt lampadem ſpeculum concauum cuius diameter duorum tantum digitorum, concauitas autem magna hoc eſt paruæ ſphæræ ſegmentum erat. ita autem diſpoſita erant omnia, vt lumen ex ſpeculo recta in primam lentem incideret; oblatô autem tubô & aperta laterna, vt ſolius ſpeculi vis ſpectaretur, apparebat multum luminis, videbaturque eſſe maior illuminatio extenſiue in pariete, quam ſpeculum; ideoque poterant radij eſſe paulìſper diuergentes, 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, & valde dilutis coloribus non tam depicta erat, quàm adumbrata, ferèque primam lentem tangebat; cum laternæ ita diſpoſitæ tubum ad parietem ſta obuerteret, vt nullum aliunde, niſi per eum affulgeret lumen; ſpectabatur alia imago priori omnino ſimilis, in

pariete, sed multo maior, suis expressa coloribus, in medio bene illuminati circuli conspicua, hæc autem notavi, quò murus in quo exprimenda erat imago magis distabit, eò etiam maior erat imago. ita vt ad distantiam 20. pedum, & etiam pauciorum hominis magnitudinem fere adæquaret, secundò quò ad maiorem distantiam depingenda erat imago eò magis contrahebatur tubus, dilatabatur autem si minor. & ad minorem distantiam. Tertio imaguncula in laterna inversa erat, vt sui effigiem erectam in opposito pariete exhiberet. ablatâ imaguncula solus apparebat circulus integer Lucidus, neque enim flammam inversam, aut erectam repræsentabat. Si tamen oculos exciperetur talis splendor, flamma videbatur inversa, ideóque erectum obtinebat in retinâ situm. duo autem hic conciliandi effectus vt imagunculæ effigiem distinctam habeamus in pariete, & flammæ imaginem confusam.

Dico autem primò respectu imaginis fuisse casum propositum propositione 16. quem ita explico. primo imaguncula fere ab omni parte illuminatur, cum enim quælibet eius pars excipiat radios directos à singulis flammæ illius, satis amplæ punctis, & illi radij postquam in eâ parte concurrerunt, & illius colorem imbiberunt, producantur, vsque ad lentem.

Iam hoc habemus quod vi illorum radiorum quælibet pars imagunculæ, aut totam lentem conuexam priorem afficiat, aut saltem plures eius partes. deinde radij à speculo procedentes plurimum iuuant, quos volo tantisper esse diuergentes. neque vero tantum cogitandi sunt radij diuergentes quasi ab vno tantum puncto in diametro: sed quasi diuergentes à pluribus diametris speculi, eò quòd flammacandelæ non sit vnicum punctum, ideoque quasi alia flamma post ipsam lentem cogitana est. quibus positis ostendo imagunculæ representationem posse depingi in pariete. nam (*per 16. huius*) poterit obiecti seu imagunculæ AB propiùs admotæ primæ lenti CD, quam sit focus eius; si adhibeatur alia lens EF, imago depingi ad quamcumque distantiam; cæteræ autem proprietates descriptæ laternæ. satis ex-




pressæ unt in coroll. eiusdem propositionis 16. necesse autem est lentem EF esse maioris sphæræ segmentum, & habere distantiam foci multo maiorem quam sit distantia obiecti AB ab eadem lente EF, cum enim vi refractionum in lente CD factarum, obiectũ AB incipiat radiare, per radios diuergentes; radiabit quasi esset in GH, vt autem formetur aliqua imago debent G & H puncta ex quibus A & B virtualiter radiant, esse saltem remotiora à lente EF, quam sit focus eius, ita vt si GH, esset præcise in distantia foci lentis EF, imago KL tantum in distantia infinitâ, distincta esset, si verò EF sit paulò remotior ab iis punctis G, H, virtualiter radiantibus, imago KL fiat propior. est igitur microscopij aliquod genus. aliæ vero species in quibus obiectum AB; esset in foco lentis CD, non præstarent effectum qui requiriritur. tunc enim vt ostendimus (*prop. 14 cor. 5.*) imago eâdem semper distantiâ distabit, qua distat basis distinctionis. cum radij ad eandem obiecti partem pertinentes incidant paralleli in lentem EF. multò minus potest obiectum AB, magis distare quam distantia foci eius, quia vt ostendi, (*Coroll. 1. propos. 19.*) imago KL, semper ab ea distaret minus quam focus eius. atque hæc de imagine obiecti AB.

Quod verò pertinet ad radios facis, aut speculi qui non debent flammæ imaginem repræsentare. volo vt flamma NO magis distet à lente CD, quàm sit distantia foci eius; atque adeo vt imago eius repræsentetur in qP, ante lentem EF quia enim focus lentis EN est vltra CD imago qP viciniot erit lenti EF, quam eius focus, & radiabit post lentem EF, eódem modô ac si esset remotior à lente verbi gratia prope CD, neque radij pertinentes ad eandem partem flammæ NO, vllô modô concurrent, procedunt enim diuergentes. quare idem apparebit circulus luminis in KL qui propagaretur, si flamma esset prope EF tanquam per foramen atque hôc modô non exhibetur imago candelæ, non est autem necesse vt imago flammæ NO, præcise exhibeatur in qP, potest enim exprimi in toto spatio inter CD & EF, immo etiamsi esset in ipsa EF, aut immediate post ipsam aut in RS, adhuc efformaretur circulus luminosus in KL.

Restant radij à speculo remissi qui possent tripliciter se habere, quomodocumque autem se habeant, non turbabunt imaginem KL prototypi AB, quia ostendimus quoscumque radios eiusdem partis imagunculæ AB, vniri in eodem puncto imaginis KL, ideoque quomodocumque illuminetur AB, & ex quacumque parte semper eadem manebit imago KL. ideoque si deficiant aliqui radij, ex vna parte, & alij augeantur; nihil interierit, possunt autem radij reflexi tripliciter se habere, nempe vel erunt paralleli si flamma NO, sit præcisè in foco speculi GH, vel erunt diuergentes si flamma sit propior eidem speculo, erunt conuergentes si flamma

distet

diſtet magis à ſpeculo, quàm eius 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 vnientur præcisè in baſi diſtinctionis lentis CD, nempe inter CD & EF, & quia lens EF vt iam dixi ſupponitur eſſe maioris ſphæræ portio, & habere ſuum focum vltra AB, radij ad eandem partem pertinentes poſt lentem EF divergentes erunt, atque adeò neque radij reflexi repræſentabunt flammam NO.

Si verò radij reflexi fuerint convergentes, dum incidunt in lentem CD, citius vniuntur poſt eam: & ſemper poſt lentem EF, divergentes erunt: quia focus lentis EF, eſt vltra AB.

Si denique radij reflexi fuerint divergentes, tardius vniontur poſt lentem CD, vnientur tamen. quia cum divergant ita propagabuntur, ac ſi NO, eſſet vltra ſpeculum. poſuimus autem flammam NO, eſſe vltra focum lentis CD, ergo multò magis NO, reflexè radiabit, quaſi eſſet vltra focum lentis CD, ideóque poſt lentem CD, exhibebitur flamma AB, ita autem diſponenda ſunt omnia vt exhibeatur inter CD, & EF, vt pariter oſtendimus. neque hôc modô in pariete KL per reflexionem radiorum, repreſentari imaginem flammæ NO.

Quæritur primo quænam lentium proportio ſit aptiſſima, primò certum eſt flammam NO debere eſſe vltra focum lentis CD, alioquin poſt lentem CD, nulla eſſet eius imago, ſed radij divergentes eſſent, fieretque eius imago poſt EF tantùm. item plures radij amitterentur. debet autem bene illuminari imaguncula AB vnde puto lentem CD, debere eſſe duorum, aut quatuor digitorum. aut quinque, eorum erat quinque digitorum.

Lens EF debet eſſe maioris ſphæræ portio invenimus autem potius per experientiam, quàm vlla ratione eam debere eſſe, duplo maioris ſphæræ portionẽ. Et poſtquam hoc iam determinavimus licuit introſpicere eorum laternam, & invenimus ſecundùm convexum. fuiſſe 10. digitorum, primum verò propius obiecto fuiſſe 5. digitorum. quæ omnia non conſiſtunt in indiviſibili. Si tamen ſit maioris ſphæræ portio non ſatis augebit imaginem. nam in hoc genere quaſi microſcopiorum, hoc eſt quoties imago aut obiectum poſitum eſt non longè à foco alicuius lentis, (*oſtendimus propoſit. 45. 1. huius*) quo lens ad minorem ſphæram pertinet, eò maior erit imago.

Speculum autem ſit etiam minimæ ſphæræ ſegmentum, verbi gratiâ, cuius ſemidiameter, ſit duorum digitorum, focus vnius, nam quò ſpecula ſunt minora eò intenſius remittunt lumen. neque verò opus eſt vt magnitudo eius ſuperet lentem convexam CD. cætera verò vſus docebit. ſpeculum ad illuminationem augendam maximam vim habet, & maius lumen addet propter radiorum paralleliſmum, quàm decem candelæ. præcipuè cum flamma facis diſtet à lente 4. aut 5. digitis, ad ſpeculum vnicô tantùm digitô, remittatque radios aut parallelos, aut non multum à parallelis diſtantes.

Imagines relinquo cuiuſque arbitriô, eæ tamen delineanda valde dilutis coloribus. Si ſolo atramento pingantur, non erunt ineptæ. lumenque illis aliquid coloris affundet. In folio ſelinitidis optime 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 obiectum ſeu imago flammæ inverſa eſt in Pq, ſitque microſcopium deſcriptum (prop. 14.) quod non mutat ſitum obiecti apparentem hoc eſt imago mutat quidem ſitum in retina ſed non propterea, aliter videtur obiectum: obiectum autem erat imago flammæ quæ eſt inverſa in Pq, igitur videbitur flamma inverſa. atque de hac machina ſatis.

## COROLLARIVM.

Microſcopium habes in huiuſmodi machina quod tamen ad vſum reuocare poteris ſine illa. Si enim tubo eadem vitra inſeras nempe primum digitorum 5. ſecundum digitorum 10. primoque imponas muſcam aut quodcumque obiectum minutum, tum illud ita ſoli obvertas, vt tranſmittatur ſolis radius in oppoſito pavimento; habebis illius obiecti imaginem, nam ſolis radius idem præſtat quod lumen à ſpeculo reflexum.

## PROPOSITIO XXI.

### Theorema.

*Teleſcopium duabus lentibus convexis conſtans.*

Teleſcopium vocamus inſtrumentum, ſed tubum aliquibus vitris elaboratis conſtantem, quô obiecta diſſita, propiora & diſtinctiora quàm nudis oculis videmus. Et primò quidem occurrit, teleſcopij genus, in quo obiecta quidem propiora videmus inversô tamen ſitu. hoc teleſcopium duabus lentibus convexis conſtat, vnâ quidem quæ ſit ex maiori ſphærâ detracta, aliâ verò quæ ad minorem pertineat, Inſeruntur in tubum vt arceantur alieni radij, qui viſionem interturbare poſſent, & oculum quomodocúmque perſtingere. vnde tubus introrſum niger eſſe debet, & minimè perſpicuus. immo iuvat multum vt ſufficientem habeat magnitudinem & crebris Septis perforatis inſtruatur; vt ſpurios radios, & ad tubi latera alliſos omnino caſtiget. & mirum eſt quantum iſtæ cautiones quæ extra ſcientiam eſſe videntur, adiumenti afferant, vt teleſcopia etiam mediocria, cum huiuſmodi cautionibus, expteſſiora reddant obiecta, quæ ſunt melioris notæ.

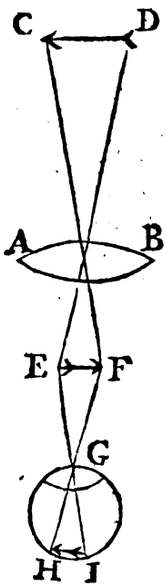
Dico autem primo vnica lente convexa quæ ad maiorem ſphæram pertineat fieri poſſe vt obiecta longe maiora videantur, quam nudis oculis, inversô tamen ſitu.

Sit enim lens AB, quæ obiecti diſſiti CD imaginem in EF exprimat, ita vt omnes radij ad partẽ C pertinentes vniantur in puncto F; quæ verò ad



Digitized by Google

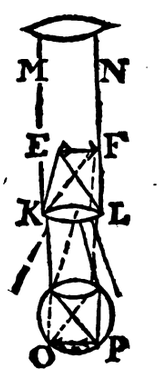
partem D, in puncto E, obiectum autem CD, post imaginem E F. eôdem modô radiabit ac si




esset in EF, & quia EF. situm habet contrarium obiecto CD, oculus G, videbit obiectum CD inversum. eritque eius imago HI, quæ vel æqualis est, vel minor vel maior illa imagine, obiecti CD; quæ esset in oculo ablata lente AB. Si est maior habemus intentum. Si est minor aut æqualis, loco lentis AB alia substituatur maioris sphæræ portio, & augebitur imago EF (*per 60. 1. huius*) quia autem possunt inveniri lentes maiores & maiores in infinitum, poterit tandem lens AB ita augeri, vt imago EF, & consequenter HI maior sit illa, quam in oculo efficeret obiectum CD directe spectatum.

Expertus autem sum lentem plano convexam cuius diameter erat 7. circiter digitorum, obiecta exhibere æqualia, hoc est in oculo imaginem HI, æqualem fuisse illi quam idem obiectum effecisset in eôdem oculô, nullâ adhibita lente convexa.

Vt autem imago EF, quæ accessibilis est maior videatur. fiat engyscopium commune descriptum prop. 14 aut 16. hoc est adhibeatur lens convexa minoris sphæræ portio. quia autem homines communiter bene vident ea quæ distant vnô pede aut altero. ita secunda lens K L adhibeatur




vt radij post eam fiant divergentes, hoc est ita vt radij puncti E post refractionem in KL factam, divergant à puncto M distante ab oculo vno pede. Pariter puncti F radij; post refractionem ita divergant, ac si directè procederent à puncto N. tunc per 16; fiet in oculo obiecti EF imago OP, multò maior quam antea esset. ergo videbitur obiectum CD, multo maius. quod erat intentum.

## COROLLARIVM I.

Quia autem ostendimus (*Eadem prop. 16. Coroll. 6.*) quò KL fuerit minoris sphæræ portio, eò maiorem videri imaginem E F, ideo in istis telescopiis, quò secunda lens fuerit minoris sphæræ portio, eò etiam maius apparebit obiectum, sed illud etiam accidit quod vltra certum terminum incipiat obiectum paucioribus spectari radiis, quàm vt 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 vsus potiùs docuit, quam demonstratio.

Primò non eandem semper proportionem observandam. nam longiores tubi, acutiorem proportionaliter lentem ocularem patiuntur: imò duæ lentes obiectivæ æquales quidem in convexitate, sed inæquales in perfectione, inæquales oculares patiuntur, & quæ meliùs est elaborata, magis convexam lentem ocularem admittit. hæc tamen notavi. Lens obiectiua duorum pedum cum quadrante, admittet facile ocularem vnius digiti cum dimidio, ita vt sit propositio 18. ad 1.

Lens obiectiva pedum 8. ocularem admittit 4. digitorum quæ est 24. ad vnum. 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 obiecti, non posse lentes oculares esse acutas, sed debere minui proportionem illam vt dicam infra.

## COROLLARIVM II.

Myopes debent magis admouere lentem secundam primæ: hoc est vt tubum huiusmodi constituant in situ distinctiuo, respectiue ad suum oculum, debent illum paulo breuiorem reddere, nam (*per cor. 4. 16. huius*) vt imago exprimatur ad maiorem distantiam à secunda lente debet prima lens magis admoueri obiecto, in nostro autem casu obiectum est imago EF prima lens est KL, secunda oculus, & myopes habent retinam magis remotam à christallino, igitur lens KL, debet magis admoveri imagini EF, quàm si oculus hoc vitiô 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 immediate ante oculum lentem concavam adhibeamus. cum enim myopis oculus, lente concavâ instructus, æquivaleat oculo communi; tubus illi aptus erit. vel etiam ablatâ lente oculari KL, alia substitui potest quæ sit maioris sphæræ portia, poterit tubus reddi aptus oculo myopis.

PROPO

Digitized by Google

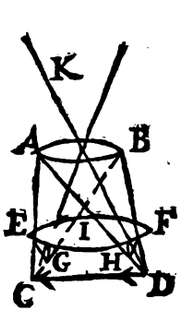
## PROPOSITIO XXII.

Theorema.

*Teleſcopium tribus conuexis conſtans, obiecta euerſa exhibens.*

Præter ſuperius allatam duorum conuexorum combinationem, poſſet alia excogitari in qua lentes oculares duæ adhiberentur, ſed vt fateor quæ vnius 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 vnica adhiberetur. quæritur, an aliquid emolumenti ex ea diſpoſitione accipi poſſit, dico ergo obiecti magnitudinem non multo magis augendam quam ſi vnica lens, acutior ſeu minoris ſphæræ portio pro duabus ſubſtitueretur, maiorem tamen obiecti partem videndam eſſe. nam licet vi primæ lentis radij fiant divergentes nempe qui ad eandem obiecti partem pertinent, multi amittentur & peribunt, qui vi ſecundæ lentis iam ad concurſum aliquem detorquentur, & ad pupillam perveniunt, qui extra illam caderent, vnde expertus ſum ſæpe, modò materia vitrorum ſit ſatis conſpicua huiuſmodi combinationem eſſe vtilem, & bene exhibere obiecta, & multo plura, quod quilibet præter ratiocinationem experiri poteſt. debet autem lens prima ocularis maioris 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 huius, 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 eo maiorem 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 obiectum, quia imago minor erit, poteſt autem fieri vt non multum decreſcat, vt ſi eſſet lens AB, quæ ſola deberet alicuius obiecti imaginem CD, exhibere. adhibeatur panlò ante focum




lens EF, hæc aliam imaginem exhibebit in GH, ſed penicillus ADB, multo eſt acutior penicillo IHF, angulus enim IHF, externus angulo interno IDF maior 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. vnde id emolumenti haberi poteſt vt præciſior ſit imago. Secundò id etiam commodi accidit, quod plura ſimul videntur obiecta duplici ex cauſa, prima quod imago GH, ſit paulo minor quam imago CD, ſecundò penicilli introrſum detorqueantur atque adeo facilius in tertiam lentem & in oculum incidere poſſint. igitur plura videri poſſint obiecta.

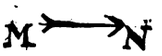
Pater Zucchi refert allatum fuiſſe teleſcopium duabus lentibus convexis & vna concava conſtans, in quo nihil commodi ex ſuperaddita lente convexa notarat, ſed potius detrimenti; quod quidem facilius in teleſcopio convexo concavo concederem, quam in convexo-convexo, eò quòd ſpecillum concavum vt videbimus ante baſin diſtinctionis adhibendum ſit, ſi adhiberetur alia lens convexa ante concavam, nimium minueret imaginem, quia nempe nimium diſtaret à baſi diſtinctionis. in teleſcopiis autem convexo convexis, quia lens ocularis poſt baſin diſtinctionis ſtatuitur, tertia quæ addetur paulo ante eandem diſtinctionis baſin collocabitur, poteritque eum effectum præſtare qui ſupra deſcriptus eſt.

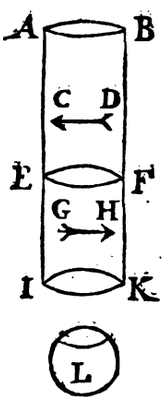
## PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

*Teleſcopium tribus conuexis conſtans obiecta erecta exhibens.*

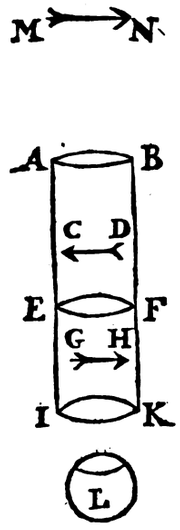
Sit lens AB obiecti cuiuſcumque diſſiti imaginem CD exhibens. removeatur ab imagine




CD, lens alia EF quæ ſit minoris ſphæræ portio ſed magis removeatur quam ſit proprij foci diſtantia, vt 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 vt imago GH, maior ſit imagine CD, magis admoveatur lens EF. non tamen vſque ad diſtantiam ſemidiametri ſuæ convexitatis; quò autem vicinior erit, eò GH maior erit, ſed fiet longior tubus. habemus igitur aliam imaginem GH priori contrapoſitam & æqualem, ideôque eundem ſitum habentem, quem obiectum, hæc imago GH ſpectetur microſ-

copio IK, nempe vt maior appareat adhibeatur lens convexa IK, & oculus L, spectabit obiectum multo maius.




Demonstratio. Certum est (*per* 60. 1. *huius*) lentem AB, exprimere imaginem obiecti inverso situ, & quia obiectum MN eodem modo radiat post imaginem CD, ac si re vera esset in CD, si autem esset in CD, & obiiceretur lens EF paulò remotior ac focus eius depingeretur illius imago GH, quam possumus trans lentem IK aspicere vt fiat microscopium.

## COROLLARIVM I.

Quo lens IK, erit acutior eo maius videbitur obiectum: quia (*per* 17. *huius*) quò lens IH minoris fuerit sphæræ portio, eò maior videtur imago GH, & consequenter obiectum MN.

## COROLLARIVM II.

Dubitare iure quis posset, an si lens EF esset maioris sphæræ portio, secunda imago GH maior esset. certum est quod si imago CD, distet præcisè à lente EF, diametro suæ convexitatis, quod imago GH, erit æqualis imagini CD, & pariter ab ea distabit diametro convexitatis, & hoc cuiuscumq; tandem sphæræ, sit lens EF. cum hoc tamen discrimine quod longior evadet tubus, si EF, ad maiorem sphæram pertineat. Si vero imago CD, fiat propior lenti EF, quam semidiametro suæ sphæræ, & consequenter imago GH, magis ab ea recedat, quam semidiametro sphæræ eiusdem lentis EF; quò EF, ad minorem sphæram pertinebit, eò maior fiet imago GH, (*per Cor. prop.* 60. 1. *huius.*)

## COROLLARIVM III.

Praxis autem huius propositionis duplici modo haberi potest, primò ita dispone lentes AB, EF vt per illas duas videatur obiectum MN, distincte & inverso situ, tum adhuc paulisper removebis lentem EF, ab AB.

Denique lentem IK, sensim admovebis donec per tres simul distinctissimum appareat obiectum & situ naturali.

Alius modus est vt lentem IK removeas à lente EF, saltem sesquidiametro convexitatis EF, seu tripla distantia basis confusionis, & adhuc paulo plus, hoc est insuper ferè distantia foci lentis IK, deinde huiusmodi lentes ita dispositas sensim admovebis lenti AB, donec obiectum quàm distinctissime appareat.

Notandum autem in hoc telescopio debere minui proportionem lentis obiectivæ ad ocularem; ita vt sit vt 14. ad 1. nam expertus sum in lente obiectiva, cuius basis distinctionis remota erat duobus pedibus cum quadrante, optimas fuisse lentes oculares, quarum focus erat tantùm duorum digitorum. erat autem duæ oculares æquales.

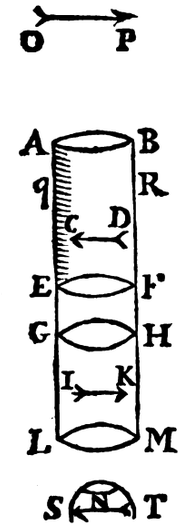
Notandum item in hâc combinatione oculum multũ esse remotum ab vltima lente oculari, ideóque eius omnes defectus; & bullæ oculo objiciuntur. Item obiectum multum quidem augeri incurvari tamen nonnihil: & paulisper confundi.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*Telescopium quatuor convexis constans.*

Telescopium istud in eo differt à superiori quod in superiori inter imaginem CD, & GF, vnica tantùm lens interjiciatur; facilius autem est, vt ad formandam imaginem GH vtamur aliquo microscopio descripto prop. 16. duasque adhibeamus lentes, hoc modo.




Sit lens AB, quæ exprimat imaginem CD. (*per* 6. *huius*) adhibeantur duæ lentes EF, GH, sitque EF propior imagini CD, quàm eius focus; ita vt post ipsam, radij ad idem obiectum pertinentes sint nonnihil divergentes, veniantque quasi ex punctis q, & R, adhibeatur lens GH, sitque vtriusque imago IK. quæ rursus spectetur microscopio LM, N, fietque imago ST. quæ cum sit obiecto contraposita repræsentabit obiectum provt est.

Demonstratio certum est, (*per* 60. 1.) lentem AB, solam exprimere imaginem obiecti, *in basi* distinctionis quam suppono esse in CD. certum est item, (*per* 16. *huius*) cum obiectum OP, ita radiet, post imaginem CD, ac si revera esset in CD, quod poterunt lentes EF, GH exprimere imaginem, obiecti CD. denique quod imago IK, possit augeri si per lentem LM oculus N

Digitized by Google

eam reſpiciat, & hoc (*per eamdem 16. huius*) igitur eſt. Fieri poteſt tale teleſcopium, quod erat oſtendendum.

Poſſunt enim lentes EF, LM, quæ ſunt primæ in duobus microſcopiis, ita augeri, vt videatur obiectum multò maius, quàm ſi directè ſpectaretur. (*per 17. huius.*)

Eſt maior difficultas determinare an lens GH, debeat eſſe minoris ſphæræ portio, ad hoc vt augeatur obiectum. & primo quidem, ſi imago CD, præcisè diſtaret à lente EF, quanta eſt diſtantia foci eius, certum eſt quod quò lens GH, ad maiorem ſphæram pertineret, eò maior eſſet imago IK. (*per cor. 3. 14. huius.*)

Pariter ſi EF, longius diſtaret ab imagine CD. Si vero ſit propiùs admota, ita vt punctum C, poſt refractionem in lente EF factam, radiet, quaſi ex puncto q. ſi lens GH eſſet, ita magnæ ſphæræ portio, vt punctum q, minus diſtaret quam eius focus nulla fieret imago. dicendum igitur eſt in genere, quia obiectum 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, maiorem fore.

### COROLLARIVM I.

Vt aliquid dicamus ad praxin ſpectans. invenio ſatiùs eſſe, vt tres lentes oculares EF, GH, LM, ſint æqualis conuexitatis. Secundò quò erunt maiores ſectiones ſuarum ſphærarum eò cum maiori. Lumine obiecta videbuntur. Tertiò extremitates vt plurimum ſunt tegendæ, alioquin fiet circa obiectum aliqua. Iris. 4. oculus non debet lentem LM tangere, ideóque debet addi aliquis tubus perforatus vt oculus, inveniatur in axe omnium lentium. Si enim tantiſper ab eo axe deflectat; nihil videbit, ſed adnaſcentem nubeculam cæruleam ſpectabit. 5. proportio lentis obiectivæ cum oculatibus hanc invenio aptiſſimam, ſi nempe obiectiva lens vniat radios ad diſtantiam duorum pedum cum quadrante; quælibet lens ocularis vniat radios ad diſtantiam duorum circiter digitorum.

### COROLLARIVM II.

Modus diſponendi lentes, ad diſtinctam viſionem, licèt ex ipsâ propoſitione erui facile poſſet; quia tamen ſatis eſt difficilè, baſin diſtinctionis cuiuſlibet lentis experiri, præcipuè verò in lentibus obiectivis ideò hôc modô facilius præſtare poteris. Primó trans duas lentes AB, EF, obiectum ſpectabis, eaſque ita removebis ab invicem, donec diſtinctiſſimum inverſum tamen ſpectetur obiectum. idem præſtabis cum duabus vltimis lentibus GH, LM. tunc lentes GH, LM, ita diſpoſitas admovebis aliis duabus, donec obiectum diſtinctum & erecto ſitu appareat.

### COROLLARIVM III.

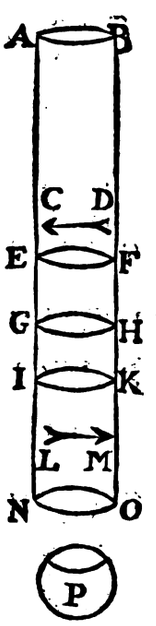
Alia diſpoſitio eſſe poterit. ſi lentem vnam paulò ante baſin diſtinctionis lentis obiectivæ ponas, vt expreſſiorem habeas imaginem. tertia diſtet à ſecunda dupla diſtantia ſui foci. quarta item diſtet dupla diſtantia foci tertiæ, & in ſuper ferè diſtantia ſui foci. Si tertiam magis admoveas ſecundæ maius erit obiectum.

## PROPOSITIO XXV.

### Theorema.

*Teleſcopium quinque conuexis conſtans.*

Id incommodi habet teleſcopium quatuor conuexis conſtans, vt lentes oculares. Sint minoris ſphæræ portiones, ex quo ſequitur vt circa limbos iridem efforment. quod incommodum vitatur vt plurimum, ſi quinque conuexis vtamur, lentes enim poterunt eſſe maioris ſphæræ portiones. & conſequenter ſub eâdem magnitudine habebunt ſuperficies minus inter ſe inclinatas. facile autem oſtendimus, (*prop. 22.*) tribus conuexis, & oculô; poſſe ſecundam imaginem efformari. Si nempe prima lens fere ſit in ipſa baſi diſtinctionis primæ. tertia diſtet à ſecunda paulò minùs quàm diſtantia foci ſui, quarta à prima vt exigit microſcopium prop. 15. habebitur imago LM, quæ vt augeatur, ſpectabitur




lente conuexa NO. & oculo P. nam lens EF, in ipſo fere foco lentis AB poſita, nihil efficit aliud, quam radios ad idem obiecti punctum pertinentes colligere. vnde obiectum DC, ſpectandum eſt quaſi eſſet in ipſa EF, in tali autem caſu, GH, & IK teleſcopium perficiunt 16. aut 18. propoſitione deſcriptum, cæteta ſunt communia alteri teleſcopio. ideóque licèt lens NO ſit minoris ſphæræ portio, aliæ tamen poſſunt ad maiores ſphæras pertinere.

Modus quô huiuſmodi lentes ordinantur non eſt vnicus, primò tres lentes AB, EF, GH, tubo inſerantur, ita vt per eas ſimul ſumptas obiectum diſtinctum, & everſum videatur. quod idem eſt ac ſi 4. lentes ſecundam imaginem LM formarent. nam oculus vnius lentis vicem obtinet; in alio tubo lens IK, & NO ita diſponantur vt per ambas reſpiciendo obiectum diſtinctè everſô tamen ſitu videatur, illaſque ita diſpoſitas ſenſim admovebis aliis, donec per omnes ſimul obiectum diſtinctum, & erectô ſitu appareat; Alij ſingularum lentium acceptâ baſi diſtinctionis;

nis, posteriorem præcisè in basi distinctionis constituunt, & hoc modo habent intentum.

Eustachius Diuini hâc vtitur, secundum conuexum tantisper vltra focum obiectiuæ lentis collocat, tertium citra focum secundi, ita vt desit quarta pars distantiæ foci eius; quartum similiter ad tertium, & quintum ad quartum.

Vt autem tam dispositio quam vitrorum proportio oculis subiiciatur, hic referam exemplum telescopij Domini Demonconis viri eruditissimi, qui scientiæ cupidus non solum totam Europam peragrarat, sed etiam nonnullas Asiæ regiones: habui autem præ manibus eius telescopium quod ab Eustachio Diuini triginta aut quadraginta nummis aureis sibi comparatat. erat autem huiusmodi, quinque conuexis constabat.

Lens obiectiua palmorum circiter 15. seu pedum Regiorum 10. circiter.

Distabat lens prima ocularis fere eôdem spatiô nempe post basin distinctionis erat posita sed non longe ab illa aberat.

Tres primæ lentes oculares habebant focum distantem digitis seu vnciis pedis Regij Gallici fere. 11. distantia inter vtramque lentem erat 7. digitorum, cum dimidio; sicut & distantia vltimæ lentis vicinioris oculo à penultima

Focus autem vltimæ lentis erat digitorum 4 & linearum duarum. multum quidem augebat obiecta ita vt ad distantiam duarum Leucarum potuissem aliquem in fenestra videre; videbatur tamen obiectum non vsque adeo clarum.

Aliud telescopium quinque conuexis constans vidi quod Pater Feyra Ducissæ Sabaudiæ donauerat.

Optimum telescopium cuius lens obiectiua trium pedum sequens ocularis duorum digitorum cum dimidio, secunda & tertia, ocularis vnius digiti cum dimidio, quarta oculo vicinior vnius digiti, & nonem linearum.

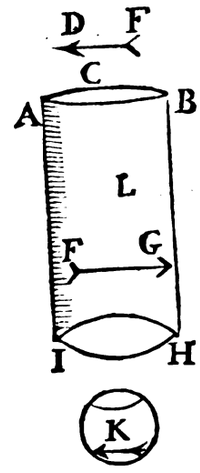
## PROPOSITIO XXVI.

### Theorema.

*Telescopium in Engyscopium conuertere.*

Sit telescopium quodcumque supra descriptum, præcipue verò si duabus tantum lentibus constet ita disponatur vt lentes multum distent ab inuicem, & obiectum fiat vicinius lenti obiectivæ, non tamen ita vt sit intra distantiam foci eius; poterit fieri Engyscopium in quo obiecta multum augebuntur. Sit enim lens obiectiva AB cuius focus C. Sitque obiectum D E, vltra eius focum (*per Coroll. 60. 1. huius*) hæc imaginem maiorem exhibebit quam sit obiectum ipsum, cum antea obiecti remotioris imaginem minorem exhiberet; sit imago FG, vt adhuc vlteriùs augeatur respiciatur per lentem IH, ab oculo K, (*per 16. huius*) adhuc maior videbitur. igitur si longior fiat tubus telescopij, fiet engyscopium. quod erat demonstrandum.

In quô notandum est ad quamlibet tubi longitudinem maiorem consuetâ, posse inveniri distantiam obiecti, in qua distincte videatur. Sit enim distantia quæcumque nempe ea quæ intercedit inter AB & IH. sitq; obiectum multum dissitum; ita vt AB eius imaginem exhibeat in puncto L, quò magis totum tubum & consequenter lentem AB obiecto admouebis, eo magis recedet imago à lente A B & hoc sensim; ergo




poterit inueniri per attentationem, aliqua distantia obiecti à lente, in qua imago se offerat ante IH, & ab oculi K distincte videatur.

## PROPOSITIO XXVII.

### Theorema.

*Telescopium binoculum.*

Mirum est quantum iuuetur visio præcipuè verò ad iudicandum de obiecti distantia, & consequenter de magnitudine à geminis oculis. non dubito autem in his Telescopiorum generibus in quibus vt ita dicam non tam obiectum ipsum, quam eius imaginem in aëre efformatam speculamur, & obiectum propter vnionem penicillorum, ita radiat in oculum, ac si re vera in locô imaginis esset; non dubito inquam quin in eodem præcise loco appareret obiectum, si hæc imago in vtrumque oculum radiare posset, sed versari huiusmodi telescopia in omnem partem, efficere non potui, vt eadem imago, quam hic vocabimus intentionalem, in duos oculos incurreret. ad hoc præstandum lente obiectiuâ maximâ opus esset, rationem attulimus (*propos. 11. huius.*)

Quod si fieri posset vt duæ lentes dissitæ, quanta est oculorum distantia aut adhuc magis eandem imaginem efformarent, posset etiam fieri, vt pinicilli duo eiusdem partis obiecti in puncto imaginis concurrentes post talem concursum, rursus ab inuicem discederent, vnusque oculum dextrum afficeret, & alter sinistrum, & tunc obiectum in loco imaginis esse existimaretur. sed neque hoc fieri posse certum habeo: restat ergo vt duæ imagines à duabus lentibus efformentur; sed omnino similes. qui autem radij ab eodem obiecto per lineas rectas quasi parallelas producuntur obiectum in eodem loco representant. Fiant igitur duo telescopia omninò similia, quæ coniungantur, ita vt sint sibi inuicem parallela, & distent eâdem qua oculi distantia, dico ita posse illa disponi, vt vterque oculus vnicum tamen obiectum videat. cum enim imagines similes in vtroque oculo exprimantur; incidantque per radios physice parallelos etiam repræsen

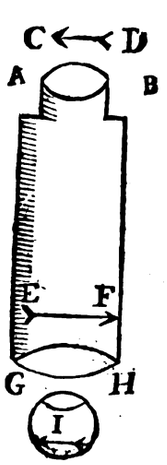
Digitized by Google

repræsentabunt obiectum esse in huiusmodi radiis parallelis, quæcumque autem obiecta distantia per radios parallelos videntur vnicum apparent, obiectum, cum vnicum & idem obiectum per radios physicè parallelos videatur. Expertus sum in telescopio duorum pedum, & certum est distinctius incomparabiliter & majus, vt vicinius obiectum apparere, & quod mirum est non duo telescopij gemini foramina videbantur, sed vnicum. 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 vt possint lentes sibi correspondentes nempe obiectiuæ obiectiuis, oculares ocularibus, tantisper aut admoueri aut remoueri. Pater Reytá insigne telescopium binoculum circumferebat cuius lentes non tubis aptabantur sed capsulæ alicui, quæ ad modum follium plicabatur erat autem decem circiter palmorum eius longitudo quando nempe supra asserculum explicabatur provt par erat: referunt autem luham hôc tubô in magnitudinem prodigiosam excreuisse.

## PROPOSITIO XXVIII.

*Microscopium duabus lentibus conuexis constans.*

Facilis erit ex superioribus demonstratio huius microscopij, sit enim conuexa minoris sphæræ portio cuius focus, 6, verbigratia, linearum. sit-




que obiectum accessibile CD, admoueatur obiecto CD lens AB, distet tamen paulò, magis, quàm focus eius; (*per* 60. 1. *huius*) fiet imago EF multò maior; & (*per eandem*) quò fuerit minoris sphæræ portio eò imago, EF erit maior, vt autem adhuc maior fiat adhibeatur lens alia conuexa GH, & oculus I (*per* 16. *huius*) imago EF, maior videbitur ergo obiectum CD, adhuc maius videbitur. quod erat demonstrandum.

In quo vides tres adhiberi lentes conuexas quarum oculus vna est & tribus conuexis obiecti imaginem erectam habemus.

### COROLLARIVM.

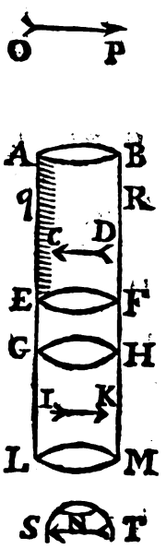
In hoc microscopio obiectum CD euersum apparet; quia imago quæ est in oculo erecta est, vel quia oculus spectat media lente GH, quæ situm obiecti non immutat, imaginem EF inuersum, locô obiecti CD,



## PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

*Engyscopium tribus conuexis constans.*



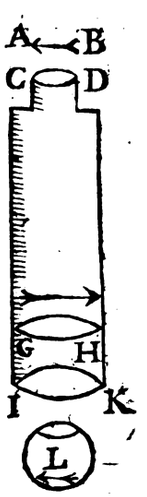

In figura propositionis 24. Intelligatur obiectum esse CD, quod propiùs admoueatur lenti EF, quam focus eius, addaturque alia lens GH (*per* 16. *huius*) fiet imago IK, obiecti CD, quæ poterit esse maior obiecto, si lens EF, fuerit minoris sphæræ portio: efformabitur ergo imago IK, addatur alia lens LM; vt adhuc vlteriùs augeatur mago IK, & per eandem 16. & eius coroll. augebitur magis obiectum.

## PROPOSITIO XXX.

Theorema.

*Aliud engyscopium tribus conuexio constans plures simul obiecti partes detegens.*

Quia microscopia duobus aut etiam tribus conuexis constantia, vt plurimum id habent incommodi, quod obiectorum pauciſſimas partes simul exhibeant, possumus exhibere plures simul partes obiecti licet non ita distincte exhibeantur: in magno tamen lumine sufficienter obiectum videbitur ad distinguenda animalculi cuiusque minutissimas partes quod ita describi potest.

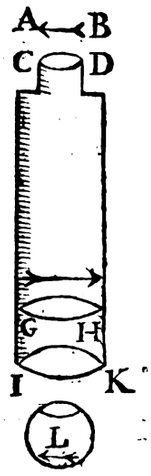



Sit obiectum AB, à lente CD, paulò magis distans, quam sit focus eius (& *per* 45. 1. *huius*)



Digitized by Google

imaginem EF, efformans multo maiorem, quam sit idem obiectum AB, adhibeatur alia lens GH, fere in ipsa imagine, deinde alia post ipsam, & ocu-




lus L, dico imaginem EF, multum augendam, & plures eius partes videndas. Et hoc iam ostensum est prima parte propositionę 22. huius.

## COROLLARIVM.

Afferam hic aliquid ad praxin spectans nempe proportionem microscopij tribus convexis constantis.

Erat autem Domini Demonconis. Prima lens obiectiua CD, cuius focus distabat ab ea vno digito Regio & vna circiter linea.

Secunda lens GH, cuius basis distinctionis distabat duobus digitis cum dimidio, hæc autem erat satis magna totumque tubum obtinebat.

Tertia lens IK, cuius focus distabat vno digito & quinque lineis.

Dispositio autem talis erat, obiectum AB distabat à prima lente vnô digito; & quatuor lineis.

Lens CD, aperta tantum erat foramine cuius diameter vnius lineæ cum dimidia.

Lens GH, distabat à lente CD, digitis quindecim;

Lens IK, distabat à lente GH, vnô digito, & 9. lineis, oculus distat à lente IK semidigito.

## PROPOSITIO. XXXI.

### Theorema.

*Si oculo lens concaua adhibeatur; obiecta minora apparebunt.*

Sit oculus in A, specillum concavum BC, obiectum DE, dico obiectum DE, minus videri, sit enim angulus DAE, sub quo, directô aspectu videri deberet obiectum DE, radij EF, DG, refringentur & divergent, ideóque non pervenient in punctum A, ergo sub illis non videbitur obiectum DE. debebit igitur videri obiectum DE, per alios radios, qui vt per divergentiam perveniant in punctum A, debent intra radios DA, EA, comprehendi quare angulus OAI, minor, sub quo trans specillum concavum videtur obiectum minor est angulo DAE, sub quo



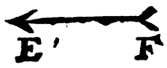

videretur idem obiectum directe, ergo & minus apparebit obiectum, quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XXXII.

### Theorema.

*Specillum concauum immediate lenti conuexæ prepositum si eius concauitas minoris est sphæræ portio quam conuexitas lentis aut etiam æqualis, impedit omnimodum imaginem.*

Sit specillum concauum AB præpositum immediate lenti conuexæ CD, sitque concauitates specilli minoris sphæræ portiones, quam conuexitates lentis CD, aut etiam æquales, dico nullam posse obiecti EF etiam dissiti post lentem efformari imaginem.







Demonstratio sit centrum specilli G, & quia conuexitates lentis pertinent ad maiores sphæras quam concauitates specilli aut certe ad æquales punctum G, aut erit focus lentis CD aut, certe focus eiusdem lentis magis distabit ab ea quam punctum G, sed (*per 34. huius*) specillum AB ita detorquet radios ac si obiectum esset propius quam punctum G. obiectum autem propius lenti quam eius focus nullam imaginem efficit: igitur in casu propositionis nulla efficietur imago.

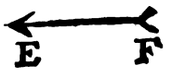
PROPO

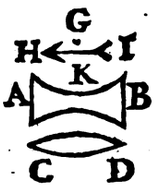
## PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

*Specillum concauum, cuius concauitas ad eandem sphæram pertineat ad quam conuexitas lentis, si ab ea remoueatur non impedit quominus post lentem exprimatur aliqua obiecti imago.*

Sit specillum concauum AB, lens CD, sitque punctum IK, focus lentis CD. Ita remoueatur specillum concauum AB, vt eius centrum, aut locus in quo virtualem imaginem obiecti effingit sit vltra punctum IK dico obiecti cuiuscumque dissiti imaginem exprimendam post lentem CD.




Demonstratio specillum AB(*per 34.1.huius*) ita detorquet radios ac si obiectum esset in HI,ideoque obiectum dissitum ita radiat in lentem CD, ac si esset in HI, sed obiectum remotius à quacumque lente quam sit focus eius (*per 60 primi huius*) aliquam post lentem, exprimit imaginem distinctam, igitur obiectum quodcumque remotum radians trans specillum cauum satis remotum à lente conuexa, aliquam sui imaginem exprimit. quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM I.

Ex eo sequitur quod si specillum concauum fuerit æqualiter distans, aut magis quam focus eiusdem lentis, non impediet quo minus post lentem CD aliqua exprimatur imago.nam in tali casu obiectum radiabit post specillum AB, eôdem modo ac si esset circa centrum concauitatis specilli; sed centrum concauitatis eius inuenitur magis remotum à lente quàm sit focus eiusdem lentis, cum specillum ipsum sit in tali foco; igitur obiectum radiabit quasi esset vltra focum lentis CD, igitum (*per 60. 1. huius*) lens CD imaginem aliquam exprimet. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

*Ex Engyscopio Telescopium facere.*

Habeatur quodcumque engyscopium vel simplex, hoc est vnico conuexo constans, vel compositum ex duabus lentibus, noteturque in quam distantiam à prima lente obiectiua, debet esse obiectum, vt distincte ab oculo videatur, ponamus esse distantiam vnius digiti ante hanc lentem obiectiuam, apponatur specillum concauum, sitque semidiameter concauitatis eius vnius digiti; dico fore vt obiectum dissitum videatur distincte per tale engyscopium.

Demonstratio cum enim, post specillum concauum eôdem modô radiet obiectum, ac si esset prope centrum eiusdem specilli, ita autem appositum est specillum vt centrum concauitatis eius sit in eodem loco in quo deberet esse obiectum, vt per engyscopium clare, & distincte videretur, fit vt adhibita lente concaua, ante engyscopium obiectum distans possit videri distincte quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

Videretur sequi ex eo maximum compendium, nempe vt per lentem cauam ita vicina fierent obiecta vt iam inutilia essent telescopia: fateor tamen istud lentis concauæ compendium in hac materia non esse momenti & hoc non sola ratione ductus assero, sed etiam experientiâ teste id comprobo. si specillum concauum sisteret, vt ita dicam, virtualiter obiectum cum sua magnitudine, circa centrum suæ concauitatis, bene quidem,sed iam ita diminuitur,vt sit perinde adhibere lentem valde conuexam. sit enim specillum concauum, quod obiectum dissitum sistat virtualiter prope centrum suæ, concavitatis vt ostendimus (*prop.34. primi huius*) hoc est ita radiet obiectum post specillum concauum ac si esset in eius centro;supponatur pro specillo concauo substitui lentem conuexam tantæ conuexitatis, quantæ concauitatis est specillum, illa lens imaginem obiecti efformabit circa centrum suum quare imago virtualis specilli concaui, & imago vera lentis conuexæ sunt æquales: sicut ergo si præponamus engyscopio quale fit ex duabus lentibus conuexis, aliam lentem conuexam quæ exprimat imaginem obiecti in loco apto respectu engyscopij, illa lens debet iam imaginem illam satis magnam exhibere, alioquin engyscopium poterit quidem illam augere, sed non cum ea distinctione quæ necessaria est:ita etiam quando adhibebitur lens concaua engyscopium maligne representabit obiectum vnde puto vix quidquam boni ex præposito specillo concauo haberi posse, præcipue cum dispergat radios multosque reddat inutiles.

## PROPOSITIO XXXV.

Theotema.

*Specillum concauum, lenti conuexæ præpositum retardat penicillorum Concursum.*

Specillum concauum sistit virtualem obiectum circa centrum suæ concauitatis; ergo statuit illud propiùs, quam erat, sed obiecti propioris lenti conuexæ, imago est remotior à lente (*per 34. 1. huius*) ergo adhibitâ lente concauâ, si non impeditur concursus radiorum saltem retardatur.

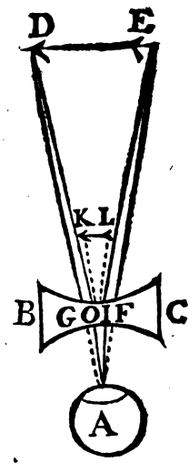


Digitized by Google

## PROPOSITIO XXXVI.

*Myopes obiecta dissita specillô concauo distinguere possunt quæ minora apparebunt.*

Defectus myopum vt diximus in optica, in eo consistit quod retina sit nimis remota à christallino, ideoque priùs concurrant penicilli, quàm ad retinam appellant, sed (*per* 34. 1. *huius*) specillum concauum obiectum virtualiter sistit in centro suæ cauitatis ergo si centrum cauitatis alicuius specilli ponatur in ea distantia è qua oculus myopis distinguit obiecta, bene distin-




guet illud obiectum. Sit oculus myopis A. qui obiectum dissitum DE videre non possit, possit tamen videre distinctè illud obiectum quod esset in KL, nam cum obiecta vicina tardius vniant radios, poterit fieri vt obiectum in KL positum distincte videatur. sit specillum vtrinque cauum quod ita disponatur vt eius centrum sit circa punctum K hoc autem fieri poterit modo eius semidiameter minor sit distantia AK si enim maior esset collocari non posset inter oculum A, & punctum K (*per* 34. *primi huius*) obiectum 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 BC distincte videbitur quod erat primum.

Addo quod videbitur esse minus nam angulus KAL minor est vt patet angulo D A E, sed angulus KAL, est ille sub quo videtur obiectum per specillum concauum BC, angulus autem DAE, est ille sub quô videretur directè, ergo dum directè sine vllo specillo spectatur obiectum D E videtur sub maiori angolo & consequenter maius. quod secundo demonstrandum erat.

### COROLLARIVM I.

Myops exigit specillum vtrinque cauum, illius concauitatis ad cuius semidiametri distantiam; sine specillo videt distincte obiecta.

### COROLLARIVM II.

Sequitur ex eo, quod si aliquis obiectum distinctum videat sine specillo concauo; adhibitô tali specillô concauô, obiectum idem in eadem distantia existens obscure videbit: cum enim adhibitô specillô concauô virtualiter accedat obiectum, obiectum autem quod videbatur clarè, hoc est quod imaginem suam exprimebat in retina, si accedat ad christallinum tardius penicillos vnit, ergo nisi retina recedat, excipiet penicillos non vnitos, ergo obscure videbit.

## PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

*Si duobus specillis inæqualibus obiectum idem distincte videatur maius videbitur per specillum quod erit maioris sphæræ segmentum.*

Sit oculus myopis distinctè videns obiectum dissitum BC specillô concauô D E, quod sit minoris sphæræ portio, tum specillô FG. dico obiectum BC maius videndum specillô FG, quam




specillo D E, ducantur enim BO, CO, BI, CI.

Demonstratio. sit HK distantia ad quam oculus H distincte videt obiectum sine specillo, debebit centrum concauitatis vtriusque specilli esse circa HK, sit ergo DE specillum cuius centrum erit circa HK. sit & aliud FG cuius centrum erit etiam circa HK, alioquin oculus A non videret distincte per illud, contra suppositionem quare FG, erit maioris sphæræ portio cum semidiameter concauitatis eius sit maior. magnitudo autem obiecti BC visi per specillum DE est HK (*per* 54. 1. *huius*) magnitudo eiusdem obiecti spectati per specillum FG est LM sed LM est maior, quam HK, igitur obiectum visum per FG quod ostendimus esse maioris sphæræ segmentum maius videtur. quod erat ostendendum.

### COROLLARIVM I.

Specillum quod tangit oculum, & exhibet obiectum distinctum est maximum quô vti possit oculus myopis. si enim maius esset, hoc est maioris sphæræ portio collocari non posset inter oculum A & punctum H, in quo obiecta *distincte* videntur.

### COROLLARIVM II.

Datô oculô myopis determinare concauitatem specilli quo vti debet ad videnda distincte obiecta dissita sumatur distantia characterum ab oculo dum leget, hæc distantia est semidiameter concauitatis specilli quo vti debet, si sit vtrinque

æqualiter

Digitized by Google

æqualiter concavum. Si vero esset plano concavum hæc distantia esset diameter concavitatis.

## PROPOSITIO XXXVIII.

### Theorema.

*Quò magis idem specillum ab oculo remouebitur eò minus apparebit obiectum.*

Sit oculus A idem obiectum BC, respiciens per specillum F G, quod deinde transferatur in ED. dico dum specillum erit in E D, obiectum BC, appariturum sub minori angulo, & consequenter minus, præcipue respectu obiecti dissiti. locus enim in quem per specillum DE transfertur obiectum, sit HK, & locus in quē transfertur à specillo FG sit NP, tantumdem distabit in vtróque casu, suppono enim obiectum multum distare, ita vt illa remotio specilli ab oculo non sit notabilis, respectu distantiæ obiecti. quare IH, ON æquales erunt. ducantur lineæ BI, CI; item BO, CO.

Demonstratio. Ita se habet (*per* 4. 6.) B I ad HI; sicut BC ad HK, pariter ita se habet BO, ad NO, sicut B C. ad N P, est autem physicè eadem ratio BO, ad NO, quæ BI ad H I. cùm supponamus illam approximationem non esse notabilem respectu distantiæ obiecti, igitur HK, N P, sunt proxime æquales; sed æqualis quantitas spectata à maiori distantia minor est, vt ostendimus in Optica; igitur H K apparet minor. quod erat ostendendum. Adde quod in retina obiecti eiusdem remotioris imago sit minor. vt in lente accidit.

## PROPOSITIO XXXIX.

### Theorema.

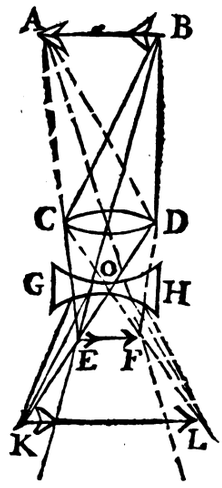
*De Loco apparenti obiecti per specillum concauum.*

Recurrit difficultas maxima, quæ semper est intricata tam in reflexione, quam in refractione, eò quod non careat suâ difficultate in radio directo. quæritur ergo in quonam loco debeat apparere obiectum spectatum per specillum concavum. certum quidem quod si sola irradiationis habeatur ratio, cum eôdem modô radiet in oculum ac si versaretur circa centrum concavitatis specilli. vnde si daretur specillum aliquod satis magnum hoc est quod esset magna portio suæ Sphæræ, ita vt eodem specillo vtérque oculus vteretur, videretur obiectum in eo loco, cum radiet eôdem modô, ac si in tali loco versaretur. quia tamen ad determinandum locum, recurrimus & ad alia subsidia, nempe ad interiectionem corporum, ad magnitudinem notam. quia videmus eadem corpora interjici, & obiectum minus apparet; ideò iudicamus illud etiam aliquando magis à nobis distare, non dubito autem quin si nullum ex interiectis corporibus videremus, nec attenderemus ad magnitudinem notam iudicaremus obiectum non multum distare quod tamen remotissimum est vnde expertus sum sæpissime dum nullum interiectum corpus videtur, vt de nocte, dum respicitur fax dissita, me iudicasse illam esse maxime propinquam per specillum cavum, & multo propiorem quam dum nudo spectatur oculo.

## PROPOSITIO XL.

*Specillum concauum post lentem conuexam positum aliquando imaginem maiorem, & ad maiorem distantiam exprimit.*

Sit obiectum A B, radians per lentem conuexam C D, & (*per* 60. *primi huius*) exprimens imaginem E F. constituatur specillum concavum G H, ita vt E F sit illi aliquanto propior, quam centrum concavitatis eius, dico aliquam eiusdem obiecti A B, imaginem distinctam efformandam, ad maiorem distantiam, & consequenter maiorem, seu quod idem est, assero concursum penicillorum retardandum esse.




Demonstratio. Si obiectum esset KL magis remotum quam centrum, post lentem G H, ita radiaret ac si existens in E F radiaret directe, (*per* 54. 1. *huius*) sed si esset in E F, radiaret directe per radios EC, ED; F C, F D, qui radij post lentem CD, haberent imaginem AB. & (*per* 41. 1. *huius*) radij vicissim eadem relegunt vestigia: ergo si A B fiat obiectum K L, fiet imago. quod erat demonstrandum.

## PROPOSITIO XLI.

### Theorema.

*Specillum concauum, post lentem conuexam aliquando penicillorum radios parallelos remittit, aliquando diuergentes.*

Ponatur enim specillum concavum G H, ita vt imaginis E F, à sola lente convexa C D exprimendæ locus sit præcisè in centro concavitatis specilli. supponantúrque radij K E, K G inter se paralleli, sicut LF, L H, illi post specillum concavum G H, divergent à punctis E, & F respective sed si puncta E, & F directe radiarent efformarent imaginem A B, cum A B efformet imaginem EF, igitur (*per* 4. 1. *huius*) si fiat permutatio, & obiectum supponatur esse AB, penicillorum radij erunt paralleli.

Patiter quia radij convergentes, & incidentes



Digitized by Google

in ſpecillum concavum divergunt ab aliquo puncto poſito vltra centrum concavitatis eius, poſt refractionem factam. ſi ſupponatur EF, locus imaginis exprimendæ per ſolam lentem convexam CD, eſſe vltra centrum concavitatis ſpecilli, & radij KG, KE, item L F, L H ſupponantur convergentes. poterunt ita convergere, vt poſt ſpecillum G H, divergant à punctis E & F, & conſequenter concurrant in punctis A & B, & facta permutatione, ita vt A B. fiat obiectum (*per* 4. 1. *huius*) radij penicillorum ſeparabuntur ab invicem.

## COROLLARIVM I.

Specillum concavum immediate lenti convexæ applicatum, ſi ſit eiuſdem Sphæræ portio radios remittit parallelos, eos nempe qui paralleli incidunt in lentem, tunc enim ſi lens convexa ſola eſſet, radios parallelos vniret in centro ſuæ convexitatis; ſed ex ſuppoſitione idem eſt centrum concavitatis ſpecilli, radij autem paralleli incidentes in ſpecillum divergunt quaſi à centro, & conſequenter qui ex alia parte convergunt quaſi ad centrum, remittentur paralleli. Si verò ſpecillum concavum eiuſdem Sphæræ portio, cuius 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 eius, ideóque radij poterunt remitti convergentes.

## COROLLARIVM II.

Si ſpecillum concavum fuerit maioris 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 eius centrum, ergo (*per* 40. *huius*) adhuc radij penicillorum convergentes erunt, multò magis ſi removeatur, & quò plus removebitur, eò citius radij vnientur, & imago erit minor.

## COROLLARIVM III.

Si ſpecillum concavum ſit minoris Sphæræ portio, quàm lens convexa, illíque propiùs admoveatur; nulla fiet imago; ſed radij penicillorum divergentes erunt. cum enim imago per ſolam lentem convexam exprimenda, longius diſtet à ſpecillo concavo quam centrum eius *per* 41. radij penicillorum paralleli, aut divergentes evadent.

## COROLLARIVM IV.

Si alia lens convexa adhibeatur poſt ſpecillum concavum in caſu in quo radij convergunt, aut ſunt paralleli, adhuc imago efformabitur, quia lens convexa, radios parallelos vnit (*per* 60. 1. *huius*) & convergentes etiam, ſi vero radij vltimi divergant, quaſi à puncto viciniore lenti ſuperadditæ, quam eius focus, nulla amplius efformabitur imago. quia (*per* 60. *primi huius*) lens convexa radios ab eius foco procedentes remittit parallelos, qui vero à puncto propiore procedunt relinquit divergentes.

## PROPOSITIO XLII.

### Problema.

*Teleſcopium Hollandicum, ſeu Galilæanum lente convexa, & ſpecillò concauò conſtans.*

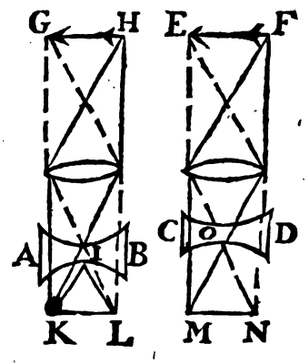
Hæc Teleſcopij ſpecies prima inventa fuit, caſu vt putatur ab aliquo artifice Hollando, qui vnâ manu lentem convexam tenens ab oculo remotam, alterâ verò ſpecillum concavum oculo admovens, animadvertit obiectorum magnitudinem apparentem mirum in modum augeri, ex quo ſumpſit occaſionem lentes huiuſmodi aptandi tubis, vt faciliùs in certa, & determinata diſtantia continerentur. huius autem celeberrimi inventi fama, totam Europam pervagata eſt; Galilæus autem Florentinus, nobilis mathematicus, cum tantum in genere aliquid de huiuſmodi invento inaudjiſſet, tot lentes elaboravit, tot ratiocinationes adhibuit, vt tandem id quod confusè tantum didicerat, rurſus invenerit. ex quo huiuſmodi Teleſcopia, quæ priùs Hollandica dicebantur in Italia, & fere in tota Europa Galilæana nuncupantur. conſtant autem ſpecillò concavò, & lente convexâ. & hæc contendo demonſtrata eſſe ſuperiùs, modò applicetur demonſtratio hôc ratiociniô.

Nulli inveniuntur oculi qui obiecta in certa, & determinata diſtantia non videant diſtincte, nonnulli in maiori, alij verò in minori; ita myopes communiter vident diſtinctiſſimè, quæ ſemipede diſtant ab oculo. Alij quæ vnô circiter pede diſſita ſunt, presbytæ verò quæ pluribus. ſingulæ autem partes obiecti vicini radios in oculum emittunt divergentes; ex quo ſequitur pro myopibus penicillorum radios requiri magis divergentes, vt vi chriſtallini 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 vt paulo magis diſtet ab imagine, ſeu à baſi diſtinctionis lentis convexæ, quam ſit ſemidiameter concavitatis eius (*per* 41. 1. *huius*) radij penicillorum fient divergentes, ergo vniri poterunt ab oculo myopis, fient enim magis, aut minus divergentes, provt magis removebitur ſpecillum concavum, à baſi diſtinctionis, ſeu quò magis admovebitur lenti convexæ. eruntq; paralleli ſi præciſe ſpecillum concavum diſtet à baſi diſtinctionis ſemidiametro ſuæ concavitatis, debet autem neceſſario ſpecillum concavum eſſe minoris Sphæræ portio quàm lens convexa alioquin non ſatis diſtare poterit à baſi diſtinctionis lentis; deberet enim ipſam lentem tangere, ergo iam vnum habemus, poſſe ita removeri, aut admoveri ſpecillum concavum; vt oculus quilibet diſtincte videat obiecta. reſtat vt imaginem augeamus, hæc enim duo requiruntur ad perfectionem teleſcopij, nempe primò vt obiecta diſtinctè videantur, quod fit per præciſam vnionem penicillorum in retina. Secundò vt imago ſit magna in oculo, contendo autẽ multo eſſe maiorem in oculo imaginem quam eſſet ſi nudis oculis ſpectaretur, modò vtamur ſpecillô valde concavô, hoc eſt minoris Sphæræ ſegmento, nam quò ſpecillum concavum

erit

Digitized by Google

erit minoris Sphæræ portio, eo maiora repræſentabuntur obiecta; poteſt ergo tam paruæ Sphæræ adhiberi ſpecillum, vt tandem imago maior ſit, quàm ſi nudis oculis idem obiectum ſpectaretur, ſpecillum enim magis concavum magis recedit à linea recta, & radios magis oblique excipit, ideóque eos magis diſpergit. Sed adhuc hoc alia ratione oſtendo. Sint duo ſpecilla concava, AB ad minorem, CD, ad maiorem Sphæram per-




tinens, ſintque obiecta duo æqualia EF, GH, quæ per æquales lentes convexas ſolas, imagines æquales KL, MM haberent. debebit minus ſpecillum concavum nempe A B, magis admoveri imagini KL, quàm CD, ad hoc vt radios aut remittat ſimiliter parallelos, aut ſimiliter divergentes, aut convergentes: nempe vt remittat parallelos, debebunt tam AB, quam C D, diſtare à baſibus diſtinctionis KL, MN, diametrô ſuæ cavitatis (*per 54. primi huius*) igitur CD debet magis diſtare, quàm AB, ducantur lineæ OM, ON, item IK, IL. angulus KIL maior erit, quàm angulus MON, atque adeò ſi oculus excipiat vtróſque; maior fiet imago à ſpecillo AB, quàm à ſpecillo CD. quod erat oſtendendum.

## COROLLARIVM I.

Pauciores partes obiecti 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 obiecti partes videbuntur.

## COROLLARIVM II.

Specillum magis concavum, licèt augeat obiectum; cæteris paribus ita tamen penicillorum radios diſtrahit, vt paucissimi retinam ingrediantur atque adeo debiliùs, & obſcuriùs obiectum exhibet.

## COROLLARIVM III.

Lens convexa maioris Sphæræ portio, cum eadem lente concavâ, maius obiectum repræſentat; cum enim maiorem imaginem exprimeret poſt ſpecillum concavum, maiorem etiam ſpecillum concavum imaginem exhibebit: quia tamen magna imago iam radios habet magis diſtractos, ideo fieri poteſt vt oriatur obſcuritas. Vnde debet eſſe aliqua proportio inter lentem, & ſpecillum concavum, alioquin aut non ſatis augebitur obiectum, aut non ſatis clarum apparebit; quæ tamen vitia multum detrahunt de vi Teleſcopiorum.

## COROLLARIVM. IV.

Quo lens convexa fuerit maioris Sphæræ portio, eo pauciores obiecti partes ſimul videbuntur cum enim imago quam exprimit ſit maior magis etiam penicilli extremi ab invicem recedent, atque adeo pauciores in pupillam incident.

## COROLLARIVM V.

Ex eo colliges myopibus tubum Hollandicum notabiliter breviorem, vtilem eſſe. Cum enim myopes obiecta vicina meliùs videant, neceſſarium eſt vt penicillorum radios, magis divergentes excipiant: ſed (*per 41. huius*) vt radij penicillorum qui priùs convergebant, fiant divergentes, debet locus imaginis, quæ efformaretur à ſola lente convexâ; eſſe vltra centrum concavitatis ſpecilli concavo-concavi; vt vero fiant paralleli, imago deber eſſe in centro; igitur debet magis admoveri ſpecillum concavum lenti convexæ, vt radij penicillorum, fiant divergentes, quàm vt fiant paralleli; quod neceſſarium eſt, vt myopes diſtincte videant. poſſunt tamen myopes immutata teleſcopij diſpoſitione, vti eodem tubo, adhibita ſcilicet lente concava.

## COROLLARIVM VI.

Sequitur tubum longiorem eſſe debere, vt habeatur imago in charta, quia tunc radij debent eſſe convergentes.

## PROPOSITIO XLIII.

*Quò magis aperietur lens conuexa, eò cum maiori lumine videbantur obiecta, confuſius tamen.*

Ratio huius aſſertionis clara eſt, quò enim magis detecta erit lens convexa, eò plures excipiet radios, ſingulíque penicilli plures continebunt; ſed quò pluribus radiis obiecti imago depingitur, eò fortior eſt, & vegetior obiectúmque exhibet quaſi maiori lumine perfuſum: periculum tamen eſt confuſionis, quia radij magis remoti ab axe minus exacte cum aliis concurrunt in eadem axis parte, ſed hoc generat confuſionem: igitur ſi nimium detegatur lens convexa, fiet confuſio.

## COROLLARIVM.

Lentes melius elaboratæ poſſunt, & magis detegi, & acutius patiuntur ſpecillum concavum, hoc eſt quod ſit minoris Sphæræ ſegmentum, quoties enim accidit vt non ſervetur figura circularis, adhuc minus exacte radij vniuntur; ergo erit maior confuſio, quæ vt vitetur debent pauciores radij adhiberi, niſi forte per accidens à circulari figura in hyperbolicam de generaret, quod eſt valde 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 obiectum clare videndum.

PROP.

Digitized by Google

## PROPOSITIO XLIV.

### Theorema.

*Quantum detegi debeant lentes, conuexæ pro varia longitudine Telescopiorum.*

Ne fiat æquivocatio intelligo proprie loquendo longitudinem telescopij, distantiam basis distinctionis à lente convexa. nam quando tria aut 4 convexa apponuntur, debet sumi longitudo Telescopij à lente obiectiva ad primam imaginem. duas columnas habet hæc tabula prima habet longitudinem Telescopij. Secunda, exhibet diametrum circuli secundùm quem detegi debet.

| Longitudo telescopij pedes | digiti | diameter aperturæ lentis cóvexæ digiti. lineæ | |
|---|---|---|---|
| 0. | 4. | 0. | 4. |
| 0. | 6. | 0. | 5. |
| 0. | 9. | 0. | 6. |
| 1. | 0. | 0. | 7. |
| 1. | 6. | 0. | 8. |
| 2. | 0 | | 10. |
| 3. | 0. | 1. | 0. |
| 4. | 0. | 1. | 2. |
| 5. | 0. | 1. | 4. |
| 6. | 0. | 1. | 5. |
| 8. | 0. | 1. | 8. |
| 10. | 0. | 1. | 10. |

| Longitudo telescopij pedes | | diameter aperturæ lentis cóvexæ digiti. lineæ | |
|---|---|---|---|
| 12. | 0. | 2. | 0. |
| 16. | 0. | 2. | 4. |
| 20. | | 2. | 7. |
| 30. | | 3. | 0. |
| 40. | | 3. | 5. |
| 50. | | 4. | 0. |
| 100. | | 5. | 0. |
| 150. | | 6. | 0. |

Intelligo autem hanc tabulam de lentibus mediocribus quo ad perfectionem. Si enim imperfectæ essent minus detegi deberent, si perfectissimæ paulò magis.

## PROPOSITIO XLV.

### Theorema.

*Quodnam specillum concauum adhiberi debeat post quamlibet lentem conuexam.*

Quia vt diximus specillum magis concavum, post lentem quamcúmque convexam maiorem in oculo obiecti imaginem exprimit, dilutiorem tamen & paucioribus constantem radiis, ideo servanda est aliqua mediocritas; quæritur autem quænam sit proportio servanda. Satis difficile puto demonstrare rationibus Geometricis quænam optima proportio, nam primò certum est, hoc respective se habere ad oculum, & habendam esse illius aliquam rationem. nam communiter, qui oculos habent convexiores vt sunt myopes, etiam in telescopiis specillum magis concavum exigunt. referam tamen aliquas proportiones bonas vt ex iis quilibet de cæteris iudicium ferre possit, & praxi si lubeat manum admovere.

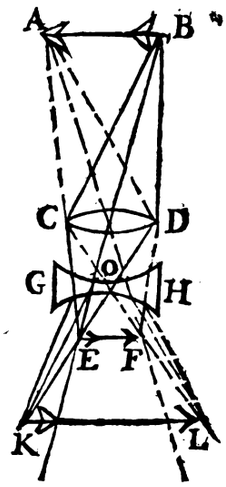
Lens convexa cuius basis distinctionis distat digitis 6. exigit specillum plano-concavum cuius diameter concavitatis sit vnius digiti, & insuper vnius lineæ videtur tamen concavum non esse satis acutum ideóque melius succedet si sit concavo-concavum, sitque diameter concavitatis vnius digiti cum dimidio. erítque longitudo Telescopij 4 digitorum cum dimidio.

## PROPOSITIO XLVI.

### Theorema.

*In Telescopiis Galilæanis pauca simul obiecta deteguntur.*

In figura propositionis 40. Certum est in Telescopiis Galilæanis iam penicillos intersecari in




ipsa lente convexa C D, quæ supponitur esse maioris Sphæræ segmentum, & continuò divaricari (intelligo vnum penicillum ab alio) immò dum in lentem G H, incurrunt adhuc magis recedunt ab invicem. vnde mirum non est si paucissimi pupillam ingrediantur, & quò lens CD, erit maioris Sphæræ segmentum longiúsque Telescopium perfecerit; quia maior fiet imago EF, & in maiori distantia collocari debet oculus, ideo adhuc pauciorum partium obiecti, radij pupillam ingrediuntur, igitur pauciores partes eiusdem obiecti simul videntur. At vero in Telescopio solis convexis constante, non excipiuntur penicilli à prima lente provenientes, sed expectatur donec imago formata fuerit quam imaginem per modum obiecti oculus considerat; nec ab ea multum distat, quod si advocet subsidium alicuius lentis convexæ, adhibet lentem minoris Sphæræ portionem à qua non multum distat, sed (*per corol. 60. 1. huius*) per lentem minorem plures partes obiecti detegimus. adde obiectum iam fuisse factum paruum, hoc est pro obiecto maiori, imaginem eius paruam speculamur: igitur in telescopio convexo-concavo pauciores obiecti partes, in convexo-convexo plures simul deteguntur.

### COROLLARIVM.

Ex quo concludo vix telescopia convexo-concava vnum pedem, aut pedem cum dimidio superare debere, si enim longiora adhibeas, vix erunt vtilia, eò quòd cum exiguam tantùm obiecti partem simul exhibeant; versanda sunt diu vt destinatum

Digitized by Google

destinatum scopum attingas, quæ vero breviora sunt licet non multum augeant, id quod videndum est, nec ad magnam distantiam ferantur, plures tamen eius partes simul detegunt: & cæteris paribus, clariùs quam conuexo conuexa. si tamen ex aliqua distantia longiori, velit aliquis simul planitiem integram spectare, vt exercitus alicuius ordinem, aut classis integræ seriem ad conuexo-conuexa recurrat, quæ licet longiora sint nec possint propterea tam facile circumferri, id tamen secum afferunt emolumenti, quod cum sint longiora ad maiorem distantiam ferantur, obiectáque propterea multò maiora exhibeant. & insuper simul plura. ex alia vero parte in eo deficiunt, quod propter lentium multitudinem & crassitiem nisi materia sit valde perspicua, obiectum etiam non ita clare repræsentent. adde quod si lentes oculares nimium detegantur, obiectum in media Iride appareat.

## PROPOSITIO XLVII.

*Si duo obiecta non multum dissita, sine telescopio appareant sub eodem angulo, quod minus distabit adhibitô telescopiô maius apparebit.*

Si sint duo obiecta quæ nudis oculis spectata videantur sub iisdem angulis, & quæ inæqualiter ab oculo distent: dico quod si vtrúmque obiectum, per telescopium respiciatur, fore vt illud maius appareat, quod vicinius est. cum enim (*per cor. 5. 1. huius*) obiectum propinquius lenti conuexæ, modò ab ea pluſquam distantiâ foci distet imaginem habeat maiorem, maius etiam videbitur. nam si sit telescopium conuexo-conuexum, imago inter primam & secundam lentem sit maior, atque adeo hæc imago spectata, per secundam lentem maior apparebit. ita ostendimus ex telescopio fieri posse Engyscopium. (*prop. 26 huius*) Si verò sit conuexo concauum imaginem iam maiorem dilatabit idem concauum ad maiorem amplitudinem quam paruam.

Dixi in Assertione non multùm dissita. quia quando radij ab eadem obiecti parte procedentes sunt physice paralleli, quia etiamsi in infinitum remoueatur obiectum non possunt nisi magis accedere ad parallelos, ideo differentia erit ita parua, vt sit insensibilis; nam certum est quod cum radij penicillorum sensibiliter sunt paralleli, non poterunt fieri sensibiliter magis paralleli & consequenter, neque imago fieri propior lenti, aut decrescere.

### COROLLARIVM.

Ex hac propositione deduces longiorem debere esse tubum quo propius est obiectum, breuius vero quo longius. nam (*in prop. 26. huius*) ostendimus dum ex telescopio, fit engyscopium necessario tubum fieri longiorem. quod intelligendum est cum grano salis. nam ex eo quod obiecta remotiora tubum breuiorem exigant, si quis putaret se parallaxin posse inuenire, haud dubie compendiosiorem viam iniret, si certa esset. contendo falsissimam esse si comparentur obiecta multum à nobis dissita. hoc enim anno 1665. in quo duo se cometæ exhibuerunt, vidi aliquos voluisse colligere vtrúmque supra Lunam fuisse, eo quod tubus bene dispositus ad distinguendam Lunam, abbreviandus nonnihil esset ad spectandum Cometem. Primò igitur contendo detortum fuisse præcedes corollarium illíque maiorem vim datam quam habeat. nam si spectentur radij qui ab eodem obiecti puncto vna v.g. Leuca distantis in lentem conuexam incidunt, nemo negare potest eos esse physice parallelos, ita vt non deficiant à parallelis sexta parte minuti secundi quod est inobseruabile. si ergo radij fierent omnino paralleli mutarentur sexta tantum parte minuti secundi, quod propinquiorem reddet imaginem, neque vna parte centies millesima latitudinis vnius pili. sed dum pro obiecto vnius Leucæ respicitur Luna, radij adhuc mathematicè non sunt paralleli: igitur non mutabitur imago, aut fiet propior re vlla sensibili, quod si sensibilis non sit, inobservabilem etiam esse necesse est.

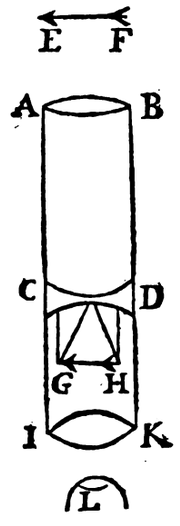
Asseverant tamen nonnulli se sæpissime esse expertos, necessarium fuisse vt Venerem aut Mercurium, vel etiam Solem respicerent, vt nonnihil tubus breuior fieret: sed hoc adhuc non notaui, nec vidi notatum ab iis qui in versandis telescopiis aliquod sibi nomen fecerunt; sed etiamsi hoc concederetur, dubitandum tamen relinquitur, an id distantiæ obiectorum, an verò diversitati esset tribuendum. hoc est quia imago obiectorum quæ à lente conuexa exprimitur non est vsque adeo præcisa, vt vnicam sibi à lente distantiam vendicet, sed excurrat aliquantulum, dum obiecta ex se satis luminis habent, hoc est sunt satis perspicua: illam tubi dispositionem iudicamus optimam in qua obiecti magnitudo apparens magis augetur, quia perspicuitas obiecti in eius apparentiam refunditur quando vero obiectum non ita perspicuum est, non tam quærimus magnitudinem quam perspicuitatem, alitérque telescopium disponimus.

## PROPOSITIO XLV.

### Theorema.

*Telescopium duobus conuexis, & vno concauo constans*

Sint primo conuexum A B, & concauum C D exhibentia obiecti E F, imaginem G H, mirum in




modum auctam (*per propositionem 40. huius*) tum vt augeatur adhuc magis, fiat microscopium simplex, hoc est adhibeatur parua lens I K, post quam sit oculus L, (*per 16. & eius corol.*) adhuc maior

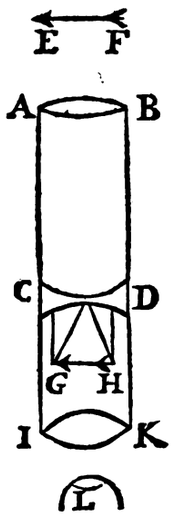


Digitized by Google

videbitur imago G H, ergo fieri potest telescopium duobus convexis, & vno concavo constans. quod erat demonstrandum.

COROLLARIVM.

Caveatur tamen ne sit aliqua obscuritas, nam




eum specillum C D, penicillorum radios iam distrahat,& insuper lens IK, idem faciat, nisi servetur aliquod temperamentum, magnum quidem, sed valde obscurum evadet obiectum: vnde specillum CD,non debet esse vsque adeo concavum. Potest id habere commodi quod tubus non ita longus evadet ac si immediate lens A B, maioris esset Sphæræ, quæ immediate, & sine vllo specillo CD, imaginem GH expressisset; sed aliud non vitatur incommodum, nempe confusio aut obscuritas. Et in genere dicendum est specilla concava, ita lentibus convexis adhibita, vt lens alia convexa sola idem præstaret, esse magis nociva, propter distractionem radiorum. atque satius esse vti lente convexa quæ sit maioris 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 vt dixi specillum concavum radios nimis dispergit.

COROLLARIVM II.

Telescopium tamen hoc modo compositum hoc mirabile habet,quod non vnicam habet longitudinem, sed variam, nempe admotô specillo concavo ad convexum imago fit vicinior. vnde si admoveas oculare bene videbis obiectum. vnde infinitæ sunt longitudines huius telescopij,in quibus obiectum distincte appareat.

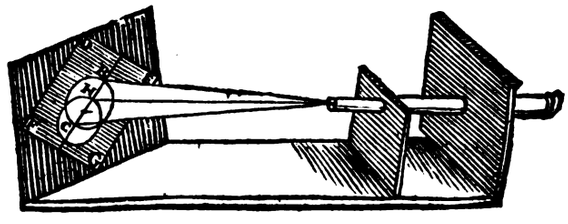
## PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

*Quomodo solares macula obseruandæ Telescopio Galilæano. item solstitia.*

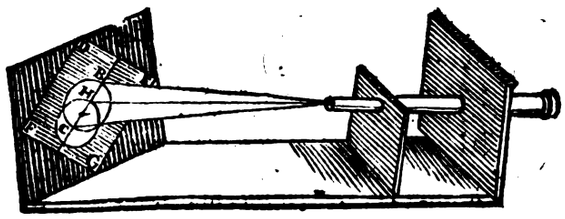
Iam à sexaginta circiter annis observata sunt circa solem maculæ, faces, & alia multa,quæ nudis oculis spectata prorsus evanescunt, quæritur quomodo eædem maculæ Telescopio Hollandico observari possint. idem dico de Eclypsibus.primo quidem si oculus patiens esset luminis solaris,præcipue vero per telescopium admissi, in quo augetur illius vis, facile propositum exequeremur; nam directô ad solem tubô,eôdem modô maculas solares,quò reliqua obiecta spectaremus.debemus igitur debilitare radios solares,quod pluribus modis fieri potest.Primus modus est si lentem obiectivam fere totâ operias, addito nempe septo perforato, & foraminis diameter non superet vnam lineam. tunc enim non desinet videri totus Sol, ita vt vix pauciores obiecti partes percipiantur per hoc foramen, quàm si tota lens pateret. clarissimum autem est quod quia Sol videtur per pauciſſimos radios non ita oculo nociuus erit. possunt insuper addi vitra plana diversi coloris, præcipue vero viridis, quæ adhuc solis activitatem multùm imminuent. habui præ manibus duo vitra plana, quæ simul coniuncta erant, & colligata crassiori charta, ita vt viderentur vnicam lentem componere, videbantur autem interiùs secundùm superficies se tangentes esse illita fumo candelæ, & hôc modô fuisse coniuncta, ne facile abiret talis fuligo, tantâ autem difficultate radius solaris ea penetrabat, vt oculus eum facile pateretur, his modis possumus quocúmque Telescopiô maculas solares obseruare.

Secundus modus nullo modo periculosus ita fiet. si per telescopium Hollandicum paulo tamen magis productum, quam opus esset ad spectandum Solem more consuetô, solares radios trajicias, eósque in chartâ mundâ verbi gratia ad distantiam vnius aut alterius pedis eos excipias,cum enim dixerimus(*prop.*40.*huius*)dari aliquam dispositionem in qua,si lenti convexæ postponatur specillum concavum, imago tamen aliqua exhibebitur. ostendimus autem debere imaginem à lente convexa solitarie sumptâ efformandam, propiorem esse specillo quam centrum eius;ostenderimus autem (*prop.*41.) penicillorum radios remitti parallelos;si eadem imago fuerit in centro;& divergentes, si magis ab eo abfuerit, quàm centrum concavitatis eius. ideo bene monuimus, producendum nonnihil esse tubum. In quo vnum moneo vix bullas aliósque vitrorũ defectus videndos, nisi forsitan essent grandiores bullæ in concavo. Si enim accideret vt alicuius partis solaris, penicillum integrum interciperent,appareret hic defectus in imagine solari, est tamen aliquod remedium, si nempe dubites de tali aliquo defectu,voluatur tubus vltimus,ita vt lens circumvoluatur, & in tali casu,si simul voluitur hæc vmbra eúmque lentis motum sequitur, soli adscribenda non est, sed lenti, aut specillo.



Vt autem omnia firmiora sint paretur asserculus 4 aut 5 pedes longus, cui insistant, ad angulos rectos, duo alij asserculi, sitque perforatus ita

ita vt Teleſcopium poſſit admittere perpendiculariter. ſitque in aſſereulo circulus, aut ſaltem



notetur in eo punctum H, directe reſpondens centro foraminis. ita moveatur in feneſtra aliqua cæteroquin clauſa, totum inſtrumentum, donec centrum radij ſolaris per teleſcopium tranſmiſſi ſit punctum H, adducatúrque vltimus 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, vt eius vmbra tranſeat per punctum G, fili illius vmbra repræſentabit circulum verticalem qui ſemper notandus eſt, vt habeatur ſingularum macularum ſitus.

Animadvertendum item eſt ſolis imaginem eſſe inverſam ſicut cæterorum obiectorum imagines, quotieſcúmque vnica tantum ſit decuſſatio.

Poſſumus idem præſtare ope Teleſcopij convexo convexi. & primo quidem ſi duobus tantum convexis conſtet. quia vt vidimus (*in prop. 21. huius*) imaginem exprimit vi primæ lentis convexæ, antequam ad ocularem perveniatur, removeatur tantiſper lens ocularis, ita vt paulo magis diſtet ab ea imagine, quam ſit focus eius, 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 obiectiva efformatæ. tres autem oculares ne adhibeantur quia ſunt inutiles. cætera quæ ad obſervationem pertinent, non differunt ab iis quæ diximus in Teleſcopio Hollandico.

Eódem prorſus modô obſervare poteris ſolis Eclypſin, immo ſi circuli ex H deſcripti, & æqualis diſco ſolari in charta apparéti ſemidiametrum dividas in 6 partes æquales, deſcribáſque per ſingulas diviſiones, circulos concentricos nullô negotiô, exhibebis, quot digitorum ſit Eclypſis.

Solſtitia autem hôc modô, facile obſervabis, vnô aut alterô die, ante ſolſtitium in aliqua feneſtra diligenter firmata, ita vt 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, vt nullô modô moveri poſſit. tubus autem inſertus foramini ne ſit chartaceus, aut ligneus, ne humiditate, & calore luxetur; ſed metallicus. denique tot adhibeantur cautiones, vt 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 vtérque limbus ſolaris imaginis tam ſuperior quam inferior. ſi poſterô die lineæ quas deſcribunt iidem limbi à prioribus deflectant in partem oppoſitam ſolſtitio non fuerit adhuc ſolſtitium, quod vſus, 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. eôdem enim prorſus modô ac ſolis magnitudo quæ eſt vnius ſemigradûs etiam in quadrante maximo vix eſt vnius digiti; ſi tamen eius imago in parietem diſtantem per teleſcopium exprimatur ſuperabit aliquos palmos; ita etiam cuiuſlibet minuti imago in pariete ſenſibilis erit, poteritque facile quæcúmque vel minima in ſole mutatio animadverti.

## PROPOSITIO L.

### Theorema.

*Oculare cauum in Teleſcopio auget obiecti apparentiam, extra teleſcopium minuit.*

Nonnullis videtur maxima hæc difficultas, cuius ſolutio meo quidem iudicio, ex vario obiecti 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 obiectorum diſſitorum imaginem minorem exprimet. obiecti vero vicini, ad certam diſtantiam imaginem maiorem efficiet, quam lens maior. certum eſt ſpecillum concavum reddere radios divergentes, nempe ſi divergentes erant, magis divergentes, ſi convergentes minus convergentes. quare dum extra teleſcopium adhibetur, lens cava, quia radij qui à ſingulis partibus obiecti procedunt ſunt divergentes, eos magis divergentes efficit: ergo quaſi procedentes, ex puncto viciniore, in eodem axe poſito, ſed hoc eſt facere obiectum minus: & quò erit ſpecillum magis cavum, eò radios magis divergentes efficiet: ergo vt procedentes virtualiter à puncto viciniore.

At verò in teleſcopio longe diverſô modô excipit radios ab eodem puncto procedentes, excipit enim eos iam convergentes, & dum minus divergentes reddit, retardat eorum concurſum, quò autem magis retardatur concurſus, eò maior evadit imago; ſed cavum Sphæræ minoris, magis retardat, ergo maior evadet imago. quæ omnia ex dictis facile ſoluuntur.

Idem dicendum de convexis, quò lens obiectiva fuerit maioris Sphæræ portio, eò maior evadet imago, quò lens ocularis fuerit maioris Sphæræ portio, eò minor fiet ſecunda imago. quod ex diverſa radiorum incidentia oritur.

## PROPOSITIO LI.

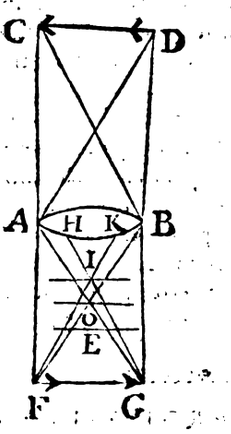
*Oculus poſt lentem conuexam poſitus intra baſin diſtinctionis, obiectum remotum confuſe maius, & quò magis ab eadem lente remotus fuerit, eò maius videbit.*

Lentes hactenus conſideravimus provt obiectum cum diſtinctione exprimentes, nunc verò indifferenter eaſdem intuebimur hoc eſt cæteras proprietates, & viſionis accidentia ex refractione quomodocúmque orta explicabimus.



Digitized by Google

Prima igitur esto hæc, oculus per lentem convexam respiciens obiectum, & positus inter ba-




sin distinctionis, & lentem convexam confusum videt obiectum. Quamvis enim fieri possit, vt secunda lens, ante basin distinctionis primæ, posita habeat aliquam imaginem, communiter tamen si obiectum sit dissitum, non vnientur penicilli in retina, omnis enim oculus est dispositus ad videndum distincte aliquod obiectum sine lente; sed ad hoc requiritur vt vniat in retina radios ab eadem parte obiecti prodeuntes qui consequenter sunt divergentes: ergo nullus oculus vnire potest perfecte radios quos convergentes excipit: ergo iam hoc primum habemus in tali casu dari confusionem.

Secundo dico eam confusionem maiorem 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 obiecti pertinentium, cuius figura conica est, basis est ipsa lens: cum ergo oculus est vicinus lenti excipit tantum aliquos singulorum penicillorum, nempe quanta est eius pupilla; sed illi non sunt multum inclinati inter se, seu non multum convergentes: ergo vel adhuc vnientur in retina, si multum accedat ad christallinum, vel non longe aberunt ab ea vnione. ita dum oculum admovemus maiori lenti, vix dignoscimus esse lentem convexam, quia radij valde vicini in quôlibet penicillo, post lentem, licèt convergant, à parallelis non multum absunt, si basis distinctionis multum distet ab ipsa lente. Si vero recedat oculus quia penicilli fiunt contractiores plures radios eiusdem penicilli excipiet qui consequenter magis ad invicem sunt inclinati, seu magis convergunt: ergo qui longius aberrabunt, citius quam par sit vnientur. erit ergo maior confusio. cum maiori tamen lumine videbitur obiectum, quia singularum partium plures radios excipiet.

Tertiò dico si oculus statuatur in I, obiectum 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 longe à vertice, christallinus enim est quasi lens convexa, in qua vt vidimus (*propositione* 53. 1. *huius*) radij non longe à vertice in lentem incurrentes sunt virtualiter irrefracti: hoc est habent radios refractos sibi respondentes parallelos. Ergo dum oculus erit in I, radij IH, IK fient in oculo principales, cum quibus alij vnientur. Si vero idem oculus esset in O radij OA, OB fierent principales. Sed angulus HIK, æqualas opposito ad verticem angulo GIF. minor est angulo A O B, opposito ad verticem GOF. vt patet (*per prop.* 15. 1. *Euclidis*) ergo maius videbitur obiectum in O, quam in I.

Quarto si oculus fuerit in E. Extremitates obiecti CD non videbuntur, sed tantum partes intermediæ. quæ omnia conformia sunt experientiis.

Quæres quomodo convexæ lentes possint esse vtiles oculis, cum reddant radios penicillorum convergentes, & nullus oculus sit dispositus ad videndum distincte obiecta, quorum radios convergentes excipit.

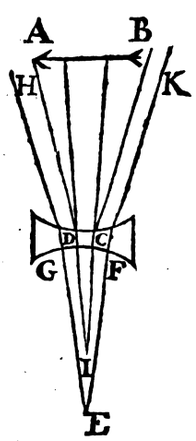
Respondeo nulli oculo esse vtilem lentem convexam solam, ad videnda obiecta remota. Sed si obiectum vicinius sit lenti, quam focus, radij penicillorum poterunt non tantum esse paralleli; sed etiam divergentes, & consequenter apti, vt vniantur in christallino.

## PROPOSITIO LII.

### Theorema.

*Oculus post specillum concauum positus, obiecta minora videt, & quo magis à specillo recesserit, eò minora videbit. Potest tamen aliquod obiectum etiam remotum distincte videri.*

Proponatur obiectum AB specillum concavum CD, sit oculus in I, à quo intelligantur in specil-




lum CD, propagari radij IC, ID, qui bis refracti divergent, vt vidimus in primo libro. inter quos medij aliqui divergent, ita vt incidant in obiectum A B. & quia per eosdem radios vicissim fit refractio, videbitur obiectum A B sub angulo DIC. Clarum autem est angulum AIB, quem non dixi vitandæ confusionis gratiâ maiorem esse angulo D I C; ergo obiectum 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 vt angulus E, æqualis sit angulo I, clarum est portionem specilli G F, maiorem esse portione CD, ergo radij EF, EG, magis oblique in specillum incidunt, vt pote in maiori distantia ab axe, ergo maiorem refractionem patientur. eruntque

GH,

Digitized by Google

GH, FK, magis divergentes quam AD, BC. ergo obiectum maius quàm A B in ſecunda diſpoſitione, videbitur ſub æquali angulo, ſub quo in prima videbatur AB, ergo A B ſub minori videbitur.

Quod pertinet ad diſtinctionem, cum radij ab eadem parte obiecti procedentes, vi refractionum in lente concava; fiant magis divergentes, & obiectorum viciniorum radij, magis divergant; fient divergentes quaſi ab obiecto viciniori procederent. Sed oculi poſſunt eſſe tales vt obiecta tantum vicina diſtincte videant. ergo ſpecillum concavum, etiam reſpectu obiectorum remotiorum poteſt eſſe oculo vtile, ad diſtinctionem.

Non erit tamen vnquam tanta confuſio, quantà in lente convexa. quia ſpecillum concavum ſemper radios divergentes reddit, quaſi ab aliquo loco vicino procederent.

## PROPOSITIO LIII.

### Theorema.

*Variæ conditiones & habitudines ocularis concavi, & lentis obiectiuæ conuexæ.*

Multa in hac propoſitione comprehendo, quamvis ſupra oſtenderim ſpecillum concavum poſſe imaginem, ſeu baſin diſtinctionis augere, vt verum tamen fatear diſpoſitio vtilis Galilæani teleſcopij, reſpectu oculi imaginem quidem efformat in oculo, nullam tamen haberet ſi oculus auferretur. eſt enim ea diſpoſitio, quæ radios penicillorum ita in oculum immittit, vt vniantur in retina, ad quod requiritur vt ſint divergentes, & magis divergentes, quam ſi ſimpliciter ſine refractione, ab obiecto procederent. ſic enim ita procedunt quaſi ab obiecto propiori; quæ eſt ratio cur à teleſcopio obiectum quaſi proximum exhibeatur.

Secundò aſſero neceſſarium eſſe vt concavum ſit oculo vicinum, & convexum ab oculo remotum, quia nempe per teleſcopium, volumus obiectum quam maximum videre, quo autem ſpecillum cavum eſt vicinius oculo, eò obiectum maius exhibet; è contra verò lens convexa eo maius obiectum efficit, quò oculus remotior fuerit; intra tamen baſin diſtinctionis; ergo requiritur vt lens convexa ſit remota, & concava ſit oculo vicina: intra baſin diſtinctionis.

Ex quo ſequitur lentem concavam debere eſſe minoris Sphæræ portionem. Si enim eſſet maioris Sphæræ portio, minores haberet vires, ad cogendos radios ad divergentiam, quam lens obiectiva ad convergentiam; ergo penicillorum radij manerent convergentes, ſed radij convergentes, antequam in oculum incidant, ſunt inepti ad viſionem, omnis enim oculus eſt compoſitus ad videndum aliquod obiectum, & omne obiectũ emittit radios diuergentes: neque etiam æqualis Sphæræ poteſt eſſe portio lens concaua. quia ſi immediate tangeret lentem conuexam cum concauitates, & conuexitates æquales eſſent, hæ duæ lentes ſe haberent vt vitrum omnino planum rederéntque radios refractos incidentibus parallelos. Si vero lens concaua diſtaret à conuexa, radios iam multum conuergentes ad paralleliſmum, non reduceret, multò minus ad diuergentiam, quod tamen requiritur vt viſio euadat diſtincta.

Tertio Aſſero ſi idem ſpecillum concauum, cum diuerſis lentibus obiectiuis conuexis coniungatur, fore vt cum lente maioris Sphæræ obiectum maius exhibeat. Hic conſiderationem aliquam affero, quàm maximi momenti exiſtimo; lens concaua eſt fere immediata oculo: ergo poteſt conſiderari, quaſi vnicam lentem cum chriſtallino componens. vel enim concauitas eius eſt æqualis cum chriſtallino, & ſic aggregata ſe habet per modum lentis omnino planæ, vel eſt minoris concauitatis, quam ſit chriſtallini conuexitas, & in tali caſu prævalet concauitas, & aggregatum ſe habet tanquam ſpecillum concauum. vel eſt maioris cauitatis, quam ſit conuexitas chriſtallini, & in tali caſu aggregatum habet vicem lentis conuexæ, ſed maioris Sphæræ, quam ſit criſtallinus ſolus. neque alius caſus excogitari poteſt. Sed in omnibus his caſibus, quò erit lens obiectiva maioris Sphæræ, erit maior imago in retina. In primo caſu non alteratur imago lentis conuexæ, per additionem lentis concavæ, & chriſtallini; certum eſt autem duarum lentium obiectiuarum, illius imaginem eſſe maiorem, quæ eſt maioris Sphæræ portio. ergo maior erit in oculo. Si ſecundò modò ſe habeat aggregatum, cum illud aggregatum ponatur prope baſin diſtinctionis, in quo loco imago totam ſuam habet magnitudinem, quæ tamen adhuc ſit maior quæ iam maior eſt, ſi augeatur tantundem ac alia, quæ minor eſt, adhuc maior perſeverabit. Denique ſi aggregatum æquiualeat lenti conuexæ, certum eſt quod lens conuexa, addita lenti conuexæ maiori, maiorem habebit imaginem, nec ita paruam reddet maiorem imaginem, ac paruam, vt vidimus ſupra. ergo eadem lens concaua, cum maiori lente maius obiectum exhibet.

Addo eandem lentem obiectiuam conuexam, coniunctam cum oculari cauo minoris Sphæræ, obiectum maius exhibet. pariter enim aggregatum ex cauo & oculo conſiderabo. cauum enim minoris Sphæræ, ſi ſit æqualis cauitatis, cum conuexitate chriſtallini imaginem eandem relinquet, & aggregatum ex chriſtallino, & maiori concauo æquialebit conuexo, ſed lens conuexa addita conuexæ minuit imaginem, ergo ſi cauum maius fuerit minor erit imago. ſi aggregata æquialeant cauo, erit aggregatum ex minori cauo, & chriſtallino magis cauum, quam ſi additum fuiſſet cauum maioris Sphæræ: ſed vidimus (*propoſ.* 42.) magis cauum magis augere imaginem: ergo ſemper conſtat propoſitio. vel denique aggregata æquialent lentibus conuexis, & in tali caſu, chriſtallinus iunctus cauo minoris Sphæræ æquialebit conuexo maiori, quod non ita minuit imaginem. ergo ſemper conſtat aſſertio, nempe minus cauum eidem obiectiuo copulatum maius exhibere obiectum.

Non tam amplificatur ergo imago cum oculate cauum eſt maioris Sphæræ ſegmentum, quam cum eſt minoris Sphæræ. Secundò cum in minori cauo, radij fiant plurimum diuergentes pauciſſimi pupillam ingrediuntur, & pauciores quam ſi maius cauum adhiberetur; quare maius concauum, viſionem reddit efficaciorem, & clariorem.

Pariter quò lens obiectiua fuerit magis detecta, & potentior, eò efficacior erit viſio, quia tunc plures colligit radios, in quibus omnibus moderate procedendum eſt, quia radij remotiores ab axe non ita exacte vniuntur confuſionémque pariunt.



Digitized by Google

## PROPOSITIO LIV.

### Problema.

*Quantum Telescopium quodcumque diametrum apparentem obiecti cuiuscumque augeat & de sphæra cuiuslibet lentis.*

A pluribus profertur hæc regula vniuersalis, augeri diametrum apparentem obiecti, secundum rationem lentis obiectiuæ conuexæ, ad specillum oculare, hoc est secundum rationem diametri conuexitatis lentis obiectiuæ, ad diametrum concauitatis lentis ocularis concauæ, vel ad diametrum lentis ocularis conuexæ positô tamen quod vel vtraque lens sit simplex, vel vtraque sit duplex hoc est lens obiectiua sit conuexo-conuexa, & lens ocularis concauo-concaua, vel conuexo-conuexa, vel vtraque sit simplex nempe conuexo, aut concauo plana: examinatis tamen in rigore geometrico eorum ratiociniis, inveni in omnibus euidentes 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 inter se rationem, sit futura apparens obiecti diameter æqualis. hoc enim non video esse verum, immo si simplex ratiocinatio adhibeatur, contrarium haud dubie suadebit, certum est enim imaginem lentis conuexæ maioris maiorem esse, cui si adhibeatur concauum oculare proportionatum, augebitur certo & proportionato incremento apparens obiecti imago: pariter minoris imago minor est, cui supponitur lens concaua proportionata adhiberi, ergo incrementum eandem habebit rationé, quare imago resultans ex maiori obiectiuo, cum suo oculari, si eadem proportio obseruetur ac in paruo telescopio, debet necessario maior esse si nempe secludatur oculus, & cõparentur hæc duo telescopia, in ordine ad aliquam imaginem distinctam in charta habendam vt facimus dum maculas solares intuemur. si vero iam adhibeatur oculus, quia idem est oculus, nec alius adhibetur in telescopio maiore, quam in minore, video quidem non obseruari in hoc omnino eandem rationem, fauet enim idemtitas oculi minori telescopio. nam etiamsi sit eadem ratio diametrorum lentium vtriusque, in duobus telescopiis, cum coniungitur oculus, fit aggregatum lentis ocularis & oculi longe diuersum. ponamus enim lentem ocularem concauam, esse minoris concauitatis, quam sit conuexitas christallini, ita vt aggregatum æquiualeat specillo concauo. christallinus ideo corriget vtramque lentem concauam, sed non eodem modo, saltem non proportionato, cum idem sit christallinus. quod melius adhuc ostenderetur si aggregatum restaret conuexum; esset enim in minori telescopio æquipalentia maioris lentis conuexæ, quæ addita primæ lenti, obiectiuæ scilicèt minus minueret eius basin distinctionis quam aggregatum ex lente maiori & christallino, quod æquiualeret conuexæ lenti minoris diametri, â qua scilicet minus detractum esset de conuexitatè, per additionem specilli concaui minus acuti.

Quare cum videam in determinanda hoc apparentia obiecti, secundum rationem diametrorum sphæricitatis lentis obiectiuæ ad ocularem, nullam videam fieri mentionem oculi, qui tamen interuenit, & omnes demonstrationes hactenus allatæ, ita sint fallaces, vt hallucinationem contineant manifectam in determinando hoc augmento non immorabor: afferamque tantum praxin experiendi in quôlibet telescopio quantum augeatur per telescopium diameter visualis obiecti.

Assumatur regula lignea cuiuscumque longitudinis quæ diuidatur in partes quotcumque æquales, colore valde conspicuo distinctas, hæc regula statuatur in aliqua distantia 100 verbi gratia passuum, ita tamen vt oculo nudo videri possit, tum per telescopium rescipiatur hæc regula; & simul alterô oculô apertô, sine telescopio videatur, videbitur duplex hæc regula multoque maior per telescopium apparebit, quam sine telescopio: si duplex regulæ apparentia separata apparet, promoueatur sensim telescopium versus apparentiam simplicem, donec extrema apparentiarum concurrant, videbisque quot partibus regulæ diuisæ, & per telescopium conspectæ, respondeat apparentia simplex; supponamus apparentiam simplicem tegere 5 huiusmodi partes, dices apparentiam simplicem ad apparentiam telescopio exhibitam se habere vt 5 ad 100 seu 1 ad 20 augetur ergo per telescopium diameter apparens obiecti vigecuplo.

Alij paulo 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 obiectum præcipue lucidum telescopio ita comparatô intuentur vt lunam, cuius discus apparet reticulatus, seu in quadrata diuisus: altero oculo lunam respiciunt, iráque telescopium sensim detorquent, vt apparentia simplex, supra apparentiam telescopio auctam incumbat, notaturque quot partes diametri auferat; quod quidem facillimum est, cum totus discus lunæ appareat diuisus in partes æquales. cætera perficies vt in præcedenti praxi.

Si superiùs allata regula valeret, nempe augeri apparentem obiecti diametrum secundum proportionem diametri sphæricitatis specilli ocularis, ad diametrum conuexitatis lentis obiectiuæ, sequeretur inquam telescopia maiora, in eo tantum breuioribus præstare, quòd maiores lentes minus segmentum suæ sphæræ contineant, quàm minores, ideoque radios exactius vniant, ex quo fit, vt patientes sint acutioris vt vocant ocularis, quod consequenter imaginem magis augeat; sine dispendio perspicuitatis.

Assumptâ tanquam verâ superiori regulâ facile oblatis duobus telescopiis, determinabimus, vtrum obiecti apparentiam magis augeat, & in qua proportione id præstet; si nempe vtriusque lentis sphæricitatem, aut potiùs focum comparemus, illud enim in quo maior erit lentis obiectiuæ ad ocularem proportio, obiectum magis augebit, quod si præstet sine dispendio perspicuitatis melioris notæ censendum est.

Quomodo autem dignoscatur sphæricitas cuiuscumque lentis breuiter indico: parum autem interest quo ad præsens institutum, vtrum conuexo-conuexæ, an conuexo planæ sint lentes. quærimus enim in conuexis distantiam foci: hæc facile

Digitized by Google

facile haberi potest, si enim à pariete lentem removeas donec, obiecti distantis imaginem eversо situ exhibeat, hæc erit distantia foci vt patet: si tamen sint maioris sphæræ portiones, quia lumen externum impedit ne dignoscatur imago, lens in cubiculi foramine statuenda est, tum remouenda charta donec in ea obiecta minime confusa appareant. Idem habere potes in solis radio per lentem traiecto. vel si lens conuexa obiectiua sit in tubo, applica lentem concauam proportionatam, eamque remoue donec distincte distinguas obiecta. applica item lentem conuexam ita vt per has duas obiecta distincta quidem sed eversa intuearis, erit longior tubus & distantia basis distinctionis, inter vtramque distantiam posita erit.

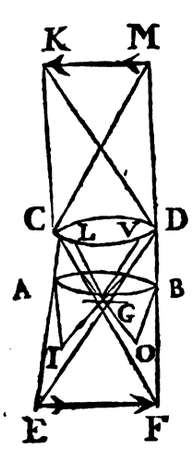
Specillum concavum ita Examinabis obuerte concauitatem eius ad obiectum, & recede donec appareat omnimoda confusio: distantia oculi à specillo, erit quarta pars diametri concauitatis vel obiecti remoti, & valde conspicui imaginem per reflexionem formatam, in charta distinctam excipe; chartæ distantia à lente, erit quarta pars diametri concauitatis. Denique recede à specillo concauo donec seipsum oculus distincte videat, erit tunc in centro concauitatis.

## PROPOSITIO LV.

### Theorema.

*Si lens conuexa Alteri conuexæ ante radiorum concursum addatur oculusque statuatur ante basin distinctionis maius videbitur obiectum per vtramque lentem, quam per vnicam.*

Lens AB addatur lenti CD ante basin distinctionis; EF, cuius distantia breuior fiet vt vidi-




mus. sit igitur I O ponaturque oculus in G, hoc est inter concursum radiorum, & lentem, dico maius spectandum obiectum per duplicem illam lentem; quam per vnam.

Demonstratio per vnam lentem nempe CD, oculus in G spectaret obiectum KL, per angulum LGV, addita verò lente AB spectat idem obiectum per radios CG, D G, estque angulus CGD maior angulo LGV, ergo vides obiectum maius. ratio est quia lens AB, radios convergentes reddit, erit tamen in dicto casu confusio, & quò oculus magis recedet eo orietur maior confusio, licet maius videatur obiectum.

Hanc propositionem omiseram initio; eo quod eas solas combinationes prosecutus fueram quæ distinctionem facerent.

Idem proportione quadam de specillis concauis dicendum est: nempe duas lentes concauas obiectum minuere, & quo plus oculus ab ipsis recesserit, aut ipsæ ab inuicem recesserint; eò magis obiectum minuendum.

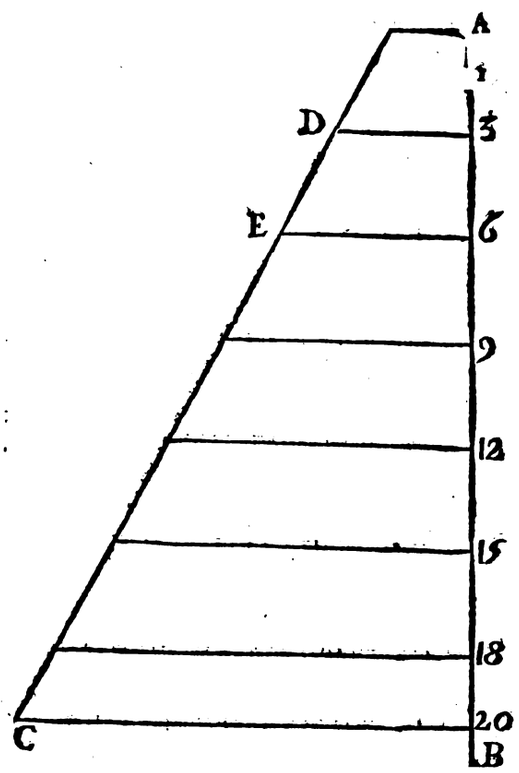
## PROPOSITIO LVI.

### Theorema.

*Varia telescopiorum species.*

Prima telescopiorum species, fit ex conuexo maioris sphæræ portione, & specillo concauo composita, siue prima obiectiua sit conuexo-conuexa siue plano cõuexa. Hæc species primo inuenta fuit, cæterisque foret præferenda, si multa simul obiecta exhiberet, quod non facit, ideoque vbi vnum, aut alterum pedem superat, est fere inutilis, eo quod sit difficile in obiectum collineare.

Proportio diametrorum sphæricitatum in his telescopiis non est eadem, sed in maioribus, maior est ratio diametri lentis obiectiuæ ad ocularem, voco autem hic diametrum distantiam foci, ita radius lentis plano conuexæ ad radium lentis plano-concauæ, poterit esse vt 48 ad 1, in telescopio 3 pedum erit vt 24 ad 1. intelligendo de dia-




metris: hoc est si distantia foci lentis obiectiuæ fuerit pedum 3 diameter lentis plano cõcauæ erit vnius digiti cum dimidio, & diameter lentis ocularis concauo-concauæ erit digitorum 3. in telescopio, pedum 20, lentis obiectiuæ focus est pedum 20: diameter lentis ocularis, plano concauæ erit digitorum $2\frac{1}{2}$, & concauo-concauæ digitorum 5. Si supponantur hæ proportiones tanquam bases cæterarum similium; hoc est in quibus circumstantiæ similes occurrent, nempe

bonitas

bonitas materiæ, seu perspicuitas æqualis, exactus labor, seu figuræ perfectio, (diximus enim lentes obiectiuas perfectiores, tam in materia, quàm in figura, patientes esse ocularis acutioris.) dico quod intermedias facile habebimus. ducatur linea recta AB, diuidenda in quotlibet partes æquales, & quia habemus telescopium 20 pedum diuidatur in 20 partes. & numero 20. addatur perpendicularis 20C, continens tantum semidiametrum lentis ocularis plano concauæ ipsi respondentis digitorum $2\frac{1}{4}$. posui autem tantum semidiametrum vt breuior euaderet figura. in puncto 3. fiat perpendicularis 3D, æquali semidiametro lentis ocularis plano concauæ, respondentis obiectivæ cuius focus trium pedum. ducatur linea CD, & habebis in figura omnes semidiametros cæterorum ocularium pro qualibet longitudine telescopij, vt si velis semidiametrum ocularis, pro telescopio 6 pedum, ducatur perpendicularis 6E, hæc erit radius ocularis planoconcaui pro telescopio 6 pedum. si velis specilla concauo concaua, intelligo de cauitatibus æqualibus, lineæ perpendiculares in figura expressæ, erunt quarta pars diametrorum. Si velis telescopia etiam minora vnô pede. subdiuidatur linea A1, & habebis intentum ducendo scilicèt perpendicularem.

Notandum autem has proportiones esse etiam vtiles pro oculari conuexo, mutando tantum concauitatem in conuexitatem.

Secunda species telescopij constabit duabus lentibus conuexis obiectiuis, hoc autem habet peculiare hæc telescopij species, quod si remoueas ab inuicem lentes obiectiuas; aliam habebis telescopij longitudinem. si lentes obiectiuæ se tangant dimidiatam tantum longitudinem exigent, illius quam vnica lens exigeret: suppositâ æqualitate conuexitatum, iuxta ea quæ demonstrauimus. Si secunda lens obiectiua remoueatur à prima, specillum oculare, maiori distantiâ remouebitur: & consequenter diuersæ distantiæ lentium obiectiuarum inter se, aliam atque aliam ocularis distantiam determinant.

Tertia species telescopij, erit ex lente obiectiua conuexa & altera caua, sed maioris Sphæræ. si lentes se tangant. menisçum virtualiter exhibent vt patet. Eritque tunc telescopium longissimum, quod ex his duabus lentibus oriri potest. si remoueatur lens caua ab obiectiua, breuius reddetur telescopium, contra quam in superiori accideret. donec breuissimum sit, cum duæ lentes cauæ se tangent. Quid vero accidat si lens caua ante lentem obiectiuam ponatur? primo si tangat, idem eueniet, ac si post ipsam adderetur. Si vero remoueatur, erit detrimentum & imago minor enascetur. hoc enim experimur in nobis, quia christallinus est lens conuexa. certum autem est quod quò oculus à specillo concauo remouetur, eò minus obiectum apparet, hoc est minor in tetina imago enascitur.

In eo laborandum esset, vt vi lentis concauæ, breuiora redderentur telescopia, sine dispendio perspicuitatis. vt si lenti conuexæ vnius pedis adderetur ad aliquod interuallum lens caua, quæ imaginem augeret. quam deinde lente conuexa specularemur.

Quarta species telescopiorum duabus lentibus conuexis constat, obiectiuâ, quæ sit maioris Sphæræ portio, & oculari, quæ sit minoris Sphæræ segmentum, secundum proportionem supra allatam. statuitur ocularis post basin distinctionis primæ; & oculus ab oculari remouetur. hæc telescopij species claritatem summam habet, & nisi euersô situ obiecta exhiberet, nihil posset perfectius expeti. ad obseruationes cœlestes summe vtilis est, vt dicemus infra.

Quinta species duo adhibet ocularia conuexa, sed paulo maioris Sphæræ, hoc habet præ superiori, quod multo plura detegit obiecta: cauendum tamen, ne ita sint dispositæ hæc ocularia, vt vltimum bullas præcedentis nimis augeat. & detegat; hoc enim turpissimum censetur.

Sexta species duobus ocularibus, obiecta erigit; debent autem esse minoris Sphæræ segmenta, magnáque inter ocularia distantia necessaria est: fundatur autem in præsuppositis principiis. nempe postquam lens obiectiua suam imaginem efformauit, certum est quod si lens ocularis conuexa ad duplam sui foci distantiam collocetur, aliam habebit imaginem priori æqualem, quam licebit tertia lente considerare, & augere.

Septima species quatuor conuexis constabit, vna lente obiectiua & tribus ocularibus, artificium in eo consistit, vt imaginem a lente obiectiua efformatam, duabus lentibus ocularibus erigamus, quasi per modum microscopij, eámque secundam imaginem ope alterius ocularis augeamus, seu ope ocularis & christallini huic secundæ imagini aliam similem, & contrapositam in retina efformemus. hæc species perfectior est & cæteris communior. magnúmque simul campum exhibet; ita vt prima species, quæ diu sola in vsu erat, fere viluerit, & pro nihilo habeatur.

Octaua species quinque conuexis constat, quæ propterea maioris erunt Sphæræ segmenta. tria apponentur vt prima imago, à lente obiectiua, efformata erigatur, quæ deinde alia lente obiectiua acutiori. & oculô augebitur in retina.

Nona species variis longitudinibus erit accommodata, nempe si tribus ocularibus, eôdem modo dispositis, hoc est eandem distantiam *inter* se seruantibus duas lentes obiectiuas præponas, aut obiectiuam lentem cum specillo cauo. quæ prout varie ab inuicem remoueris variam habebis telescopij longitudinem atque hæ sunt communes telescopiorum species.

Decima telescopiorum species. Erit telescopium binoculum: constans duobus telescopiis sibi inuicem parallelis, tota difficultas huius telescopij in eo posita est, vt lentes sint perfectè parallelæ disténtque ab inuicem, secundum *distinctam* oculorum respicientis, quæ cum in omnibus hominibus, non sit vna eadémque, magis aut minus ad inuicem admoueri lentes necesse est, & sæpe insensibiliter: nisi enim perfectum parallelismum axium consequaris pro obiectis remotis duplex videbis obiectum, si autem omnia bene procedant, duæ in oculorum retinis formatæ imagines, vnicum tamen obiectum repræsentabunt multo tamen melius quàm si vno tantùm oculô spectaretur. quare pro obiectis vicinis duo telescopia nonnihil conuergere debent. *quomodo* autem sensim admoueantur lentes aut *obiectiuæ*, aut lentes oculares, hoc relinquo *artificum* industriæ. qui volet multa huiusmodi videat R. P. Cherubinum Aurelianensem Capucinum qui in sua Dioptrica oculari satisfaciet abundè.

Potest autem adhiberi duplex telescopium, vel

Digitized by Google

vel Galilæanum vel 4 convexis conſtans. mallem ego Galilæanum quia in Galilæano immediate ſpeculamur obiectum, quod vnicum eſt; licet formetur in vtróque oculo eius imago: ſicut communiter dum videmus alia obiecta duplici imagine idem obiectum exhibetur. Si verò duo teleſcopia ex convexis tantum conſtantia adhibeamus. non intuemur obiectum, ſed ipſam imaginem obiecti, quæ in duobus teleſcopiis eadem non eſt, idcóque difficilius videtur; vt in vnum obiectum coaleſcant.

Optima ratio eſſet, ſi vnica imago, ab vnica lente obiectiua formata ab vtróque oculo, ſua lente oculari inſtructo ſpectaretur. ſic enim ita vicinum eſſet obiectum, vt in ipſa imagine eſſe crederetur. Sed puto rem impoſſibilem.

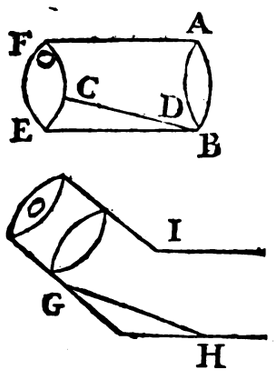
## PROPOSITIO LVII.

### Problema.

*Teleſcopio duobus conuexis conſtante ſpeculum planum addere, vt obiecta ſitum naturalem obtineant.*

Diximus ſupra eam ſpeciem teleſcopij videri optimam, niſi obiecta everſo ſitu exhiberet. hanc obiectorum erectionem additis duabus lentibus communiter præſtamus: poſſumus eandem ſpeculo plano perficere, cum enim ſpeculum planum, vt vidimus in Catoptrica radiorum ordinem, non deſtruat, ſed tantum aliò derivet, detorqueat & ſitum alternet, quæ inverſa erunt eriget. duplex eſt immo etiam triplex, modus adhbendi ſpeculi.

Primus modus erit ſi poſt lentem ocularem illud ſtatuas ita vt angulum valde acutum cum horizonte comprehendat. Vt ſi lens convexa




ocularis ſit AB, & foraminis locus cui oculus applicandus eſſet punctum C. apponeretur ſpeculum in CD, angulo maxime acuto vita vt angulus CBE eſſet 12. aut 15 graduum, ſpectaretur autem obiectum per foramen F. tantiſper detortum infra. hæc methodus facillima eſt.

Secundus modus erit ſi tubum incuruum habeas, & ſpeculum planum ſit longius, nempe pertingat ex G in H, totámque tubi altitudinem pervadat. lens autem obiectiva ſit in G.

In vtráque diſpoſitione ſi vltimus tubus ſpeculum deferens circumvoluatur, ita vt diverſum ſitum aſſumat ſpeculum, obiecta varios etiam ſitus aſſument, modò altitudines verticales, in hoizontales abibunt, aut varie detorquebuntur.

In huiuſmodi diſpoſitione quámvis erigantur obiecta, dextra tamen apparent ſiniſtra.

Poſſent & alij modi excogitari, vt ſi ſpeculum ſtatueretur ante lentem obiectivam, 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.

Vt 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 microſcopij erit quodcúmque teleſcopium. ſi enim obiectum videndum ſit paulo vltra focum primæ lentis, certum eſt quod habebit imaginem, ſed maiorem, & in maiori diſtantia, quare ſi removeantur lentes oculares eâdem obſervatâ inter illas diſtantiâ donec hanc imaginem appoſite ſpectare poſſint; cum hæc imago, ſit maxima, illud obiectum maximum apparebit. atque hæc prima ſit microſcopij ſpecies.

Secunda ſpecies duas continet lentes Sphæricas vnam obiectivam minoris Sphæræ, aliam paulo maioris. proportio diametrorum ſit vt vnius ad 2. aut $2\frac{1}{2}$ ad 3. huius microſcopij artificium in eo conſiſtit, quod obiecti vicini imago maior evadat per lentem minoris Sphæræ, quam maioris; hanc imaginem conſideramus eo modò quò, imaginem ex maiori lente teleſcopij efformatam, eámque ſimiliter ſpectare poſſumus, vel vnica lente convexa, vel lente concava, vel tribus lentibus.

Focus lentis obiectivæ poterit eſſe $\frac{1}{3}$ vel $\frac{1}{2}$ digiti ad ſummum, eius lentis ocularis focus ſit vnius digiti, vel ad ſummum vnius digiti cum dimidio.

Tertia ſpecies eidem lenti obiectivæ, addit duo oculatia; ſed maioris Sphæræ vbi obiectum removeris paulo magis à lente obiectiva, quam ſit eius focus, duo ocularia ſpecilla, convenienti diſtantia inter ſe remota, minori tamen quam ſit focus eorum ſimul ſenſim admovebis lenti obiectivæ, donec obiectum perfecte videas. in his autem omnibus obſervandum eſt, ne lens obiectiva nimis detegatur, colores enim Iridis obiecto affúdet.

Quarta ſpecies eidem lenti obiectivæ addit quidem duo oculatia hôc modô lens obiectiva $\frac{1}{3}$ 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, duplo fere foco lentis ocularis, quæ eſt oculo immediata, hoc eſt 20 circiter lineis, ne detegantur defectus lentis intermediæ.



Digitized by Google

duas lentes ita coniunctas ſenſim admouebis lenti obiectiuæ, paulò vltra cuius focum collocatum eſt obiectum, donec obiectum diſtinctum videas. poterit tamen nonnihil remoueri, aut admoueri lens oculo vicinior, donec videatur diſtinctum obiectum, & cum maximo augmento. Omitto. multas alias ſpecies, vt ſi fiat microſcopium 4. conuexorum cuius ſcilicet lens obiectiua 6 linearum. prima lens erit linearum 21. tertia 18. quarta 15 linearum.

Omitto ſimplex microſcopium vnica lente conſtans.

## PROPOSITIO LIX.

### Problema.

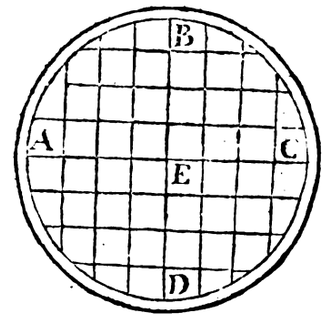
*Vſus varij teleſcopiorum.*

Teleſcopiorum vſum vnum aut alterum attingo. Supponendo quod ſi in baſi diſtinctionis abſcindatur, aut impediatur vnus radius, imago obiecti tali parti reſpondens in retina deficiet. quare ſi baſis diſtinctionis Solem verbi gratia referat, ſi filum aliquod ita peruaderet tubum teleſcopij; vt per centrum imaginis extenderetur, illud idem filum in ipſo Sole appareret. & cum axes omnes ſe interſecent in vertice lentis obiectiuæ, præcipue quando ipſa eſt maioris Sphæræ ſegmentum ſi extenderetur filum per medium tubum teleſcopij, quoties idem filum videretur incumbere alicui obiecto, ſignum eſſet euidens tale obiectum reſpondere centro lentis. Quô poſitô, ita in obſeruationibus Aſtronomicis vſurpatur teleſcopium. Lateri maioris alicuius quadrantis Aſtronomici loco pinnularum, affertuminetur tubus cylindricus cupreus, aut ferreus, cui addantur duæ lentes obiectiua, & ocularis in diſtantia conuenienti, ad hoc vt videantur diſtincte obiecta valde remota. perforetur tenuiſſimo foramine horizontaliter tubus: vt trajiciatur filum ſericum, aut pilus è cauda equina detractus, idque fiat per medium quantum fieri poterit, lentes autem ita adhibeantur in ſuis loculamentis, vt amplius non dimoueantur. ſi ſolares obſeruationes inſtituis tegenda erit lens obiectiua, ita vt tantillulum tantum pateat, ne ſcilicèt nimius ſolis fulgor, & collecti per lentem radij oculo noceant, additur item oculari lenti, vitrum planum coloratum. ſic enim oculus fiet radiorum ſolis patiens. Vſus talis erit dum voles eleuationem ſolis obſeruare, ita collima per teleſcopium, eleuando latus teleſcopij; & dirigendo ad Solem vt filum videatur attingere limbum ſuperiorem, aut inferiorem ſolis. dico quod tunc axis tubi Optici, dirigetur ad limbum ſuperiorem ſolis.

Eôdem modô ſtellarum eleuationem obſeruabis ita vt non iam pinnulis opus ſit, ſed teleſcopiô.

Hæc quidem Theorice bene procedunt, mihi tamen facit difficultatem quomodo dignoſcere poſſim, an bene aptatus ſit tubus, ſi enim non incumbat præciſe lateri quadrantis, aut ſaltem illi parallelus ſit, ſi filum non ſit perfecte horizontale, ſi loculamenta tantiſper exorbitent, aut lentes aliquem defectum habeãt, hic error in obſeruationem refundetur. quare omnibus bene firmatis, comparandus eſſet quadrans huiuſmodi cum alio quocúmque inſtrumento fideli, vt error detegeretur: qui in omnibus obſeruationibus, aut adderetur, aut ſubtraheretur, provt inſtrumentum deprehenſum eſſet, peccare exceſſu, aut defectu. inſtrumentum cum quo comparari poſſet debet eſſe tantæ magnitudinis, vt minuta prima exhibeat: & quia aliqua tantum experimenta ſumenda ſunt, poſſet eſſe regula valde longa horizontaliter collocata, ſi obſeruetur obiectum, circa horizontem poſitum.

Eſt & alius teleſcopiorum vſus, ad delineandas obiectorum etiam procul diſſitorum imagines. ad quem vſum 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 agulos 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 eius circumferentiam interſecant, exigua foramina per quæ trãjiciantur pili equini, & habebis cancellos aptiſſimos, quorum vſus talis erit, firmetur tubus his cancellis inſtructus, cum ſuo fulcro, ita vt non dimoueatur niſi operatione perfectâ. dirigatur ad obiectum, cuius delineationem cupis, reſpice per teleſcopium, obiectum apparebit diviſum in quadrata. habeatur charta in totidem quadrata diviſa maiora, aut minora; provt volueris imaginem maiorem, aut minorem; transfer in quadrata imaginis ea obiecta, quæ in ſimilibus quadratis inveniuntur. & perfectum erit opus. Ita ſelenographiam perfectam abſolves, ſi diviſo hâc praxi Lunari diſco in charta ſimiliter diviſa notes ſingulas maculas in quadratis quibus apparent.

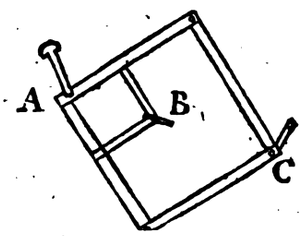
Nonnulli Lunarem radium per teleſcopium tranſmittunt imago quæ in charta excipitur, & tota imago in totidem quadrata diviſa apparet.

Aliam praxin profert Pater Cherubinus Aurelianenſis in ſua Dioptrica deſumptam quidem ab inſtrumento, à quadraginta circiter annis à Patre Scheinero typis mandato; ſed ingenioſiſſime ad hoc inſtitutum adaptato.

Primo quidem tubum teleſcopij ex vna ſaltem parte facta crena aperit circa baſin diſtinctionis primæ lentis, communiter enim adhibetur tantum teleſcopium duarum lentium conuexarum. idem præſtare potes è regione ſecundæ baſis diſtinctionis. firmatur deinde teleſcopium, per foramen

Digitized by Google

ſtramen aſſerculi, etiam optime firmati, & conſequenter immobilis, ita vt crena in tubo aperta




plano aſſerculi reſpondeat. vtitur exinde parallelogrammo duplici maiori & minori, circa idem angulare punctum vtríque 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, & collimando per teleſcopium, ita graphium moveas, vt indicis B, extremitas ſingulis partibus obiecti reſpondeat, perfectam illius obiecti imaginem habebis.

Ratio clara eſt. cum enim, ſimilis motus perficiatur à punctis C & B, maior tamen in C quam in B, ſecundum rationem lineæ A C, ad A B, imaginis partes proportionales erunt partibus baſis diſtinctionis, quas ſucceſſive percurrere ſupponitur index B. hæc & alia ſimilia videbis apud authorem, quæ praxin tantum requirunt, maximúmque apparatum, vt omnia inconcuſſam firmitatem habeant.

## PROPOSITIO LX.

Theorema.

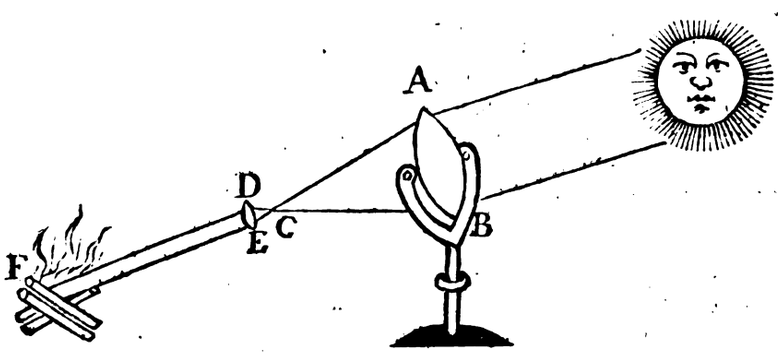
*De Linea Vſtoria infinita.*

Iam locuti ſumus de linea vſtoria infinita in Catoptrica noſtra, & hallucinationes nonnullorum deteximus, qui eam vt poſſibilem aſſerebant. hanc etiam lentibus convexis tentarunt nonnulli.

Supponantur ergo ſolis radij paralleli incidere in lentem convexam A B, & vniri in puncto C. vſtio autem non fit tantum in puncto C præciſe, ſed etiam in aliqua diſtantia à foco. poſſit ergo fieri combuſtio in punctis D E, ibíque collocetur alia lens conuexa Sphæræ minimæ portio, cuius ſcilicet focus ſit in puncto C. quare paralleli procedent hi radij, ex C puncto foci in lentem DE incidentes vt probauimus. Radij autem paralleli nihil amittunt de ſua intenſione, cum imminutio intenſionis oriatur ex radiorum diſtractione: ſeu ſpatij amplificatione, formabitur ergo virga cylindrica, in qua radiis de ſua intenſione nihil decedet, ſed in D E, erant idonei ad comburendum: ergo in quolibet virgæ cylindricæ puncto comburere poterunt. hæc eſt ratiocinatio, falſa tamen.

Primò ſi radij in DE vim combuſtiuam habent, quomodo lens D E, quæ vitrea eſt fiet incombuſtibilis? huic tamen incommodo obuiam ire poſſumus, eſto enim radij in D E, non habeant vim comburendi, poterit tamen lens D E, tantiſper magis diſtare à puncto C, quàm ſit eius focus, & in tali caſu radij non erunt paralleli, ſed concurrent in aliquo pũcto propius, aut longius, ptout magis, aut minus diſtabit lens DE à foco C. quare ſaltem comburent in quacúmq; 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, vniri omnes radios qui ab eadem ſolis parte producuntur, non autem alios. immo aſſero ſolis imaginem circa punctum F maximam forè, atque adeo non habere vim combuſtiuam. nam duæ lentes A B, D E conſtituunt




teleſcopium. vnde aberrat iſta ratiocinatio eõ quod exiſtimet in eodem puncto F, concurrere omnes radios ſolares, cum ij tantùm vniantur qui ad eandem ſolis partem pertinent. atque adeo tota ruit ratiocinatio.

## PROPOSITIO LXI.

Theorema.

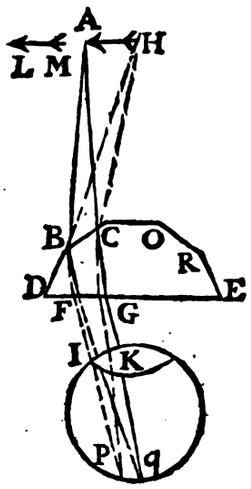
*De Polyedris conuexis.*

Polyedra conuexa vocamus, lentes aliquas non omnino Sphæricas, ſed imitantes corpus aliquod ſolidum, ſegmento Sphærico inſcriptum. conſiderare autem hic debemus quas habeant proprietates. & primo quidem certum eſt, quod licet in quamlibet planam ſuperficiem, radij ad eandem obiecti partem pertinentes incidant, vi tamen refractionis quam in illa patiuntur non concurrant, ſed eandem fere inter ſe habitudinem conſervent, quam haberent, ſi nullam refractionem paterentur, ſit v.g. punctum A obiecti ſatis diſſiti, à quo plurimi radij incidãt in planam ſuperficiem BC, polyedri DBE, dico licet radij AB, AC, diuerſam habeant inclinationem, radiúſque AB, v.g. paulo maiorem habeat inclinationem, & conſequenter paulo maiorem patiatur refractionem, hoc tamen facile poſſe negligi, ita vt ſicut radij AB, AC producti ſemper magis, ac magis à ſe inuicem recederent, ita etiam radij B F, C G, ab inuicem recedant,

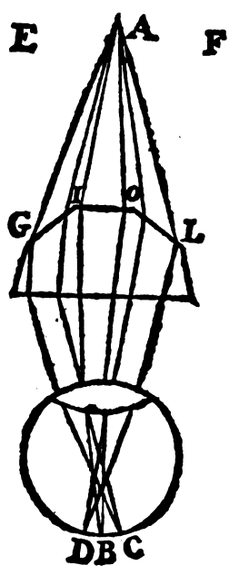


Digitized by Google

quod verissimum est saltem respectu obiectorum distitorum, cum enim radij A B, A C, tunc sint




physicè paralleli, erunt eôdem modo inclinati ad superficiem BC, & radij refracti BF, CG. pariter erunt paralleli physice, ergo eôdem ferè modô quô ad hoc afficietur oculus, ac si punctum A esset in L. si vero intelligantur ab alia obiecti parte H, duci ad eandem superficiem B C, radij H B, HC, hi (*per* 8. 1. *huius*) post refractionem decussabuntur cum radiis A B, A C, atque adeo ita incident in oculum, ac si punctum H esset in M, & directe radiaret. sed si A esset in L, & directe radiaret; videretur in L, pariter H in M, ergo obiectum A H, videretur in L M. quia autem superficies C O, D E sunt inuicem parallelæ, radij refracti post duplicem refractionem eôdem modô se habebunt, ac si nulla fuisset refractio (*per* 5. 1. *huius*) sed si nulla esset refractio obiectum AH videretur in proprio loco: ergo etiam refractione factâ. Ex hoc vides quare obiecta multiplicentur per lentem polygonam. cum enim vi refractionis factæ in qualibet facie lentis polygonæ, ita detorqueantur radij, ac si obiectum existeret in alio loco, & diuersæ facies diuersam etiam inducant refractionem, possunt radij eiusdem partis obiecti eô modô incurrere in oculum, ac si obiectum esset in diuersis locis ideóque obie-




ctum in multiplici loco videbitur. Sit enim obiectum A, cuius radij incidant in lentem polygonam GIOL; incidántque radij AI, AO in faciem IO, directe oppositam, formabunt in oculo obiecti A imaginem B. Incidant verò alij radij in faciem G I, detorquebuntur vt vniantur cum axe illius lentis, nam in eo lens polygona convenit cum lente Sphærica, quod omnes etiam radij vniantur cum axe, qui tamen incidunt in eandem faciem non concurrant in eodem axis puncto, sed aut maneant paralleli, aut ab inuicem paulispet diuergant. nam radij qui in medium præcise faciei incidunt cum polygonum supponatur Sphæræ inscriptum, aut meliùs circumscriptum eodem modo refringentur, ac si tota lens Sphærica esset, cum omnes refractiones in linea curua, referamus ad tangentem, nempe imaginemur in puncto incidentiæ aliquam tangentem. quare qui in medium facierum incident, in eodem præcise puncto axis vnientur. cum autem illi qui in extremitates facierum sint fere illis paralleli, concurrent in aliis eiusdem axis punctis. quare si oculus versetur circa punctum concursûs radiorum, afficietur ex diuersis partibus, hoc est quasi obiectum esset in E, & F. Sed radij qui ita incidunt in oculum, ac si ex diuersis obiectis procederent, vniri non possunt in eadem parte retinæ, ergo multæ eiusdem obiecti imagines in retina exprimentur. quod erat demonstrandum.

Vt autem hoc meliùs concipiatur, certum est radios ab obiecto in medium superficierum lentis polygonæ incidentes eôdem modô refringi ac in lente conuexa, sed si oculus sit prope focum alicuius lentis, radij ab eodem obiecto procedentes diuergent: ergo in diuersas retinæ partes impingent: quare pariter si oculus versetur circa focum lentis polygonæ multiplicata videbit obiecta.

## PROPOSITIO LXII.

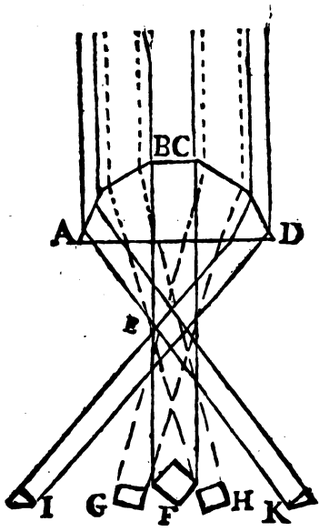
### Problema.

*Plures radios solares exhibere.*

Hæc est vna ex proprietatibus lentis polygonæ, vt plures radios solares & vniat, & dispergat, neque differt polyedra lens, à Sphærica, nisi quod radij eiusdem partis solaris verbi gratia, vniantur præcise in vno puncto. at vero in polyedro non vniantur in eodem puncto, sed in vna parte, quæ sit æqualis vni faciei polyedri. Sit verbi gratia lens polygona ABCD, quæ si esset Sphærica haberet suum focum circa punctum E, & in eam incidant radij paralleli, qui in medium facierum incident vnientur quidem præcise in puncto foci, suppono enim polygonum esse ordinatum, & posse inscribi, aut circumscribi Sphæræ, reliqui verò in eandem superficiem incidentes illis erunt paralleli: igitur nunquam vnientur omnes simul, sed se inuicem decussabunt circa punctum E, & post decussationem, rursus separabuntur, & si excipiantur plano aliquo parallelo, superficiei AD, exhibebunt figuram suarum facierum. igitur radium solarem lente polyedra multiplicauimus. quod erat faciendum.

Differentia autem quæ intercedit inter lentem polyedram & Sphæricam, in eo posita est, quod lẽs Sphærica radios omnes ab vno obiecti puncto venientes

venientes præcisè vniat in puncto, quod erit vertex alicuius coni, ideóque ſi poſt illam decuſſationem




radij excipiantur, nulla erit interruptio, ſed habebitur circulus aliquis integer luminoſus, in lente autem polyedra datur interruptio, & diuerſa configuratio radiorum, ſecundum variam facierum configurationem, hoc petitur ex eo quod in Sphærica lente, ſenſim mutetur inclinatio ſuperficiei, in polyedro autem, tota mutetur ſimul.

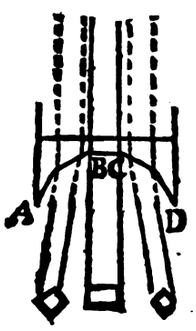
### COROLLARIVM.

Non tantum radij paralleli hoc modo multiplicabuntur, ſed etiam qui ab eâdem obiecti parte procedent, modo tale obiectum magis diſtet à lente polyedra quam ſit diſtantia foci eius. nam id quod probauimus de lentibus Sphæricis, probabitur de radiis præciſe in medium cuiuſlibet ſuperficiei incidentibus, cum id habeant commune. reliqui autem radij in eaſdem ſuperficies impingentes, nonnihil ab inuicem erunt diuergentes. quare quidquid dictum eſt de lentibus Sphæricis proportione quadam polyedris accommodandum eſt, ſive concavis ſive convexis.

## PROPOSITIO LXIII.

*Specilla Polyedra concaua radios multiplicant.*

Sit lens concavo plana, vel concavo-concava polyedra tamen BCD. dico quod ſi radij paralleli in eam perpendiculariter incidant diſpergentur.




Demonſtratio. Primò qui incidunt in ſuperficiem BC, nullam patiuntur refractionem; ideóque irrefracti vlterius propagantur, alij vero qui incidunt in medium aliarum ſuperficierum, cum medium ſuperficierum planarum tangat, Sphæricam ſuperficiem, eôdem modô propagabuntur, ac in Sphærico ſpecillo concavo. igitur diuergent, alij autem in eaſdem planas ſuperficies incidentes ipſis erunt paralleli, quare adhuc radij multiplicabuntur.

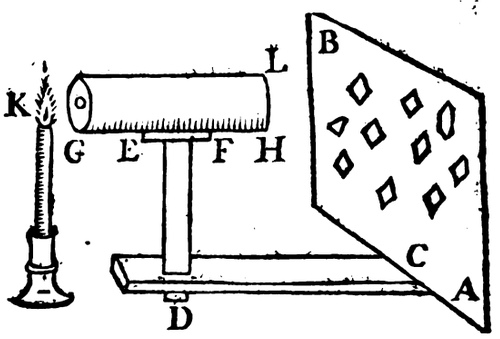
Quia tamen difficillimum eſt elaborare huiuſmodi ſpecilla concava polyedra ideo in praxi potius fiant conuexo-concaua, nempe vt ſecundum exteriorem ſuperficiem ſint conueva polyedra, & ſecundum aliam ſint Sphærica concava, ſed minoris Sphæræ.

## PROPOSITIO LXIV.

### Theorema.

*Imaginem non continuam ita efformare vt per tubum ſpectata appareat continua.*

Paretur primò tabella AB, cuius limbo inferiori adhæreat ad angulos rectos alius item aſſer culus




CD, & huic inſiſtat firmiter fulcrum DEF, ita altum vt tubus GH, reſpondeat mediæ tabulæ AB, tubus autem G H, inſtruatur in extremitate L H lente polyedra, alia vero extremitas G, habeat ſeptum perforatum. Sit autem diſtantia lentis HL tam à tabella AB, quam à ſepto G, maior quam ſit diſtantia foci lentis polyedræ. Ita autem conſtituatur de nocte flamma candelæ prope foramen ſepti G, vt tantum radiet per foramen in tabellam AB. (*per coroll.* 61.) radij refringentur, & multiplicabuntur in tabella, ita tamen vt decuſſentur, atque adeo qui inferiorem tabellæ partem attingunt, ex ſuperiori parte lentis proficiſcuntur & viciſſim. radij omnes in tabella notandi ſunt ſecundum figuram quam habent. Imago autem ita efformetur, depingatur in aliqua charta imago, æqualis lenti conuexæ. tum ſecabis fruſtula chartæ ſecundum figuram ſingulorum radiorum, in tabella notatam, quæ fruſtula imagini adaptabis, tum ſingulas partes imaginis reſpondentes huiuſmodi fruſtulis, depinges in locis radiorum, & cum radij ſint ſeparati, habebitur imago ſeparata, hoc eſt conſtans partibus interruptis: & vt artificium tegatur, ex his omnibus partibus aliquod totum perficies.

Si tubus non cylindricus foret, ſed conicus ita vt baſis K eſſet ampliſſima, & plurium foraminum capax. poſſent per diuerſa foramina omnino diuerſæ imagines ſpectari.

Quod alij præſtant vario motu ipſius tubi,

si enim tantisper, aut detorqueatur aut in orbem moueatur alia atque alia imago videri poterit, primus modus in praxi, est securior.

Idem præstare potes lente concaua polyedra vt ostendimus.

## PROPOSITIO LXV.

Problema.

*Modus multiplicandorum colorum Iridis, aut amplificandorum.*

Supponitur radius coloratus per prisma triangulare, possent autem coniungi, plura simul huiusmodi prismata triangularia, vt plures radij colorati haberentur, coniunge simul plures lentes polyedras, siue cauas, siue conuexas, vt ex iis in orbem dispositis, fiat magnus circulus tum expone soli prismata triangularia simul iuncta vt plures intra cubiculum, colorati radij habeantur, hos si lentibus polyedris excipias, dispergentur hi radij colorati in omnem partem, totumque parietem, laquearia & pauimentum, quasi margaritis diuersicoloribus distinguent, moto autem in orbem lentium polyedrarum circulo, varie mouebuntur hi radij.

Secundo si eosdem coloratos radios, ex prismatibus triangularibus, erumpentes lentibus conuexis, aut concauis excipias dispergentur in conos hi radij, varioſque circulos diuersicolores, varie se intersecantes in obiectis corporibus depingent.

Alia multa in hunc modum excogitari possunt quæ indicasse sufficiat.

Addo insuper si in instrumento propositionis 62 loco lentis polyedræ apponatur lens concaua, aut conuexa, facile ex magna paruam imaginem, ex parua magnam efformabis, & ex inuersa erectam, modo applices, ea quæ supra demonstrauimus.

## ROPOSITIO LXVI.

Theorema.

*De rerum imaginibus in cubiculo clauso apparentibus.*

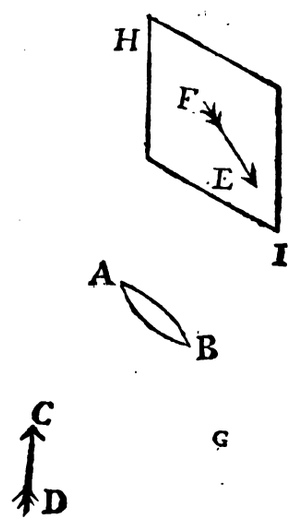
Hic etiam afferendum esset commune, & pervulgatum illud spectaculum cubiculi clausi vndique, exceptô foramine lente conuexa instructô; certum est enim quod si in distantia basis distinctionis excipiantur radij per lentem conuexam transmissi videbitur imago perfecta suis omnibus coloribus expressa, everso tamen situ. huius phænomeni proprietates omnes iam alias fuse prosecutus sum, & ad oculi naturam explicandam satis fœlici vt puto successu traduxi. nonnulla tantum mihi restant ad praxin spectantia.

Quæritur autem, modus Erigendi huiusmodi obiecta quia enim multum de huiusmodi spectaculi præstantia deteritur quod everso situ omnia exhibeat, quæritur modus erigendi huiusmodi obiecta.

Primus modus erit dioptricus, & huius loci proprius, sumantur duæ lentes prima maioris Sphæræ puta duorum aut trium pedum quæ consequenter habebit suam basin distinctionis, illi addatur alia lens minoris sphæræ portio, quæ paulo magis distet ab ea basi distinctionis quam sit focus eius, ad quamcumque volueris distantiam, quantumlibet magnam; habebis imaginem contrapositam habebis & consequenter erectam hæc omnia in superioribus demonstrata sunt.

Si multa simul obiecta cupias, prima lens ne sit maioris sphæræ portio, sic enim plurium obiectorum imaginem alteri lenti exhibebit & vt facilius ad quamcumque distantiam imaginem obiectorum in opposito corpore exprimas; pro lente secunda duas adhibe eo modo quo diximus supra, sitque harum lentium vltima proximior basi distinctionis quam eius focus; sic enim radij diuergentes procedent, quos tertia excipiens, adhuc magis augebit. cætera docebit vsus.

Alter modus erigendi obiecta in hoc phænomeno in speciem tantum ea eriget, re vera tamen non id præstat; supponitur ergo locus aliquis satis altus, è quo obiecta, in area inferiori posita spectanda proponuntur statuatur lens conuexa ad horizontem circiter gradibus 45 sitque AB, supponatur eius focus esse in distantia trium, aut quatuor pedum, extendatur planum




quodcumque album lenti fere parallelum, quamuis possit magis ad horizontem accedere dico obiectorum imagines non quidem vere & realiter erectas esse, in ordine tamen ad spectatoris oculum perinde se habere ac si erectæ essent. sit enim obiectum CD, imago EF eritque puncti superioris C imago E, & puncti D imago F, secundum leges supra explicatas: quia tamen planum HI 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 fere horizontalem situm habere, cum enim lentes non habeant foci distantiam in indiuisibili positam: etiamsi partes H, sint paulo viciniores quam par sit, & partes I remotiores, sufficienter tamen in iis rerum imagines exprimentur, etiam cum distinctione conuenienti. sunt & alij modi ad catoptricam pertinentes de quibus suô *locô*.

DIGRES

Digitized by Google

# DIGRESSIO MECHANICA

## Methodus Elaborandorum specillorum.

QVAMVIS *hæc digressio edocendis, & informandis potiùs artificibus, quàm scientificis demonstrationibus prouehendis accommodata videatur: quia tamen quamplurimi viri docti, & graues, suo labore, & artificio hanc partem non indignam iudicarunt, eámque non lucro ducti, sed studio promouendi versarunt: Aliquid etiam de ea dicendum mihi proposui, & præcipue quod diuturna me docuit experientia explicandum, de his multa habet Des Cartes, qui multarum machinarum supellectilem profert, ex quibus concluditur facile, nunquam eum manum operi admouisse, ita pleræque peccant contra finem propositum. optime meo iudicio hanc partem pertractauit & vt ita dicam exhausit R. P. Cherubinus Aurelianensis Capucinus ex quo etiam nonnulla mutuatus sum.*

*Primò igitur conuexarum lentium elaborandarum methodum tradam. tum ad concaua specilla gradum faciam.*

### PROPOSITIO I.

*Qui disci, & lances elaborandis conuexis lentibus requirantur.*

MVltas quidem & varias methodos lentes conuexas Sphæricè elaborandi inuenerunt viri docti; non tamen æqualiter in praxi vtiles. vulgarem hic explico, cui donec aliquid melius occurrat insistendum puto, teruntur autem in patina, aut lance Sphærice excauata, lentes conuexæ, contrariámque figuram induunt. Ex quibus constat, vt Sphæricam perfectam assumant. patinis, aut lancibus perfecte Sphæricis opus esse. ad quod necessarium est, vt ex materia fiant quæ torno eloborari possit, & ad perfectam Sphæricitatem reuocari. Secundo ex ea materia quæ diuturno vsu, & attritione à rotunditate non excidat. materia ex qua fiunt huiusmodi patinæ erit ferrum & cuprum: non rigidum, sed quantum fieri poterit molle, vt torno elaborari possit. patinæ vtræque conuenientem habeant crassitiem, ne dum torno elaborantur elaterij instar resiliant, & figuram destruant. ferreis quidem malleo prima figura inducitur ad quod necessarium est, vt artifici segmentum circuli in materia dura tribuatur, vt in lamina ærea. cupreæ autem quæ ex cupro puro, seu vt vocant flavo. *Leton iaune* constare debent, & non ex cupro mixto, *Potin*, fusiles sunt, debet autem primò fieri exemplar, vel ligneum, vt ex Pyro, quercu, vel ex stanno, & torno elaborari, tum ad fusorem deferri, & vt omnia melius succedant, ne vlli restent poti, crena fusoria vbi in lancem efformata fuerit conspergatur calcinatâ lapidearum scandularum tritura *d'ardoises calcinees*.

Patinæ & lances ita formatæ, torno ad perfectam Sphæricitatem reuocari debent. hic tornum non describo, figuli vasorum stanneorum tornum appositum habent, ideóque si illis segmentum circuli, in materia solida tribuatur satis apposite figuram absoluent, eámque patinis inducent.

Hic modus aliquibus non arridet, ideóque aliam methodum vsurpant, nempe tornus axem satis longum habeat acuminatum ex vna parte, vt inserto in exiguum foramen acumine facilè circumuoluatur, aliud extremum sit cylindricum, quod in foramen septi alicuius immobilis inseratur, & ne vacillet debet totum septum constringi quantum potest. huic extremo perforato, seu cavo in hélicem inseritur cardo pariter in conuexam elicem formatum, cui circulus patinas sustentans connexus est.

Patinis ita firmatis, vt verticaliter disponantur, seligitur punctum remotum pro centro, secundum semidiametrum Sphæræ cuius portio patina debet esse, hoc centrum debet in directum iacere, cum axe torni, & in eo determinando est satis magna difficultas, potest tamen ita inueniri, erigatur perpendiculum per acumen axis torni transiens, erigatur & alterum, per centrum disci, seu orbis elaborandi, collineando per huiusmodi fila inuenies planum vt 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 Sphærice excauatum habebis.

Huic centro affigitur regula ferrea scalprum deferens, quod ita disponi debet, vt fulcro impositum, motu circa centrum circulum describat, per centrum paropsidis, seu disci transeuntem.

Eodem artificio orbibus conuexitas 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 secundum lineam, ad axem torni perpendicularem moneo adhuc iterum totam difficultatem in eo sitam esse vt nihil vel tantillum, vacillet; sed omnia maneant firma, & inconcussa.

Præter lances, aut paropsides concauas, nullum aliud methodus communis requirit instrumentum, nisi orbiculatas tabellas, quibus affigatur vitrum vt in omnem partem versari possit.

Artifices

Artifices communiter cylindris ligneis vtuntur, quorum basis æqualis est vitro elaborando, vsus tamen edocuit huiusmodi cylindros ligneos, leuiores esse, quam par sit, moderata enim grauitas laborem fere duplo promehit longitudo item cylindrorum nociua est, cùm sustentetur vitrum, idemtidem; ita vt non quadret cum paropside,& hoc figuram alterat. Ego quidem vsus sum orbiculo stanneo, ad modum scruporum quibus luditur; sic enim exactius vitrum cum paropside congruit, & eius figuram induit. Nonnulli existimant stannum, esse ponderosius quam par sit. hæ cylindricæ tabellæ torno elaborandæ sunt, & inferiori parte marginem circularem habere, cui vitrum incumbat. concauitas autem pice impletur,vt vitrum cylindro agglutinet.

Pix pura non est, sed pici nigræ, quarta pars additur picis flauæ seu resinæ, huic materiæ liquatæ nonnulli admiscent palmitum cineres, alij Ocram aut Hispanicum vt vocant Album, in minutissimum prius pollinem redactum,& cribro exeminatum, admiscetur autem donec consistentiam aliquam hæc materia aequirat.

Teruntur communiter lentes in orbibus, seu paropsidibus, addito tamen polline, vt vocant corrodente nonnulli smiridin contusam adhibent: censetur tamen nimium efficax, lancésque præcipue cupreas nimis deterit, immo superficie aliqua incrustat,quæ vitrum sulcis ita exasperat, vt 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, præcipue in lentibus ocularibus, vt citius Sphæricitatem induant.

Diu vsus fui arenâ communi, qualem Rhodanus secum vehit, item Aranâ albâ, quam communiter *Sable d'Estampe* nominant, durior enim est opusque magis prouehit;silices alij præferunt: voco autem silicem eum lapidem quem communiter Gallice 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 vbi trita fuerit hæc materia abiicitur, sed conseruatur, immo quasi per gradus minutior separatim ponitur, modus autem minutiorem à crassiori separandi communis est & per inclinationem absoluitur.

Politura vitro inducitur lapide samio seu vt vocant Tripolitano,Germanicus aut Veneticus optimus est,& in genere leuior graviori præstat.si optimus est nullâ præparatione indiget, ideoque siccus adhiberi poterit. Poterit tamen spiritui vini vel vino albo admixtus cæteri perfectissime.

Si contusus & vino albo, aut spiritui vini admixtus per tres, aut quatuor menses asseruetur fermentabitur, fietque optimus, siue sicco vti volueris, seu etiam madefacto:melius adhuc præparabitur si in cruciabulum opertum imponatur,& rimæ luto sapientiæ oblinantur,& hæc omnia in furno pistoris,per duos dies in prunis ardentibus sepeliantur optime præparatum habebis Tripolitanum lapidem.

Inducitur politura, stanno calcinato quod communiter nomine Gallico *Poteé* dicitur. hæc tamen vox nonnunquam sumitur pro smiridis minutissimo polline.lapidarij vt lapidibus figuram tribuant smiridin adhibent, quam diu contritam, & per inclinationem præparatam aliis artificibus vendunt.

Hæc tamen vox *Poteé* magis proprie pro stanno calcinato sumitur. itáque 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 vt à cineribus expurgetur, in aquam præcipitatur, multum hac asperfione de sua vi detersiva remittit. Si tamen de industria stannum in calcem redigatur, vim detersivam maiorem habebit.Ponatur ergo libra stamni puri,Anglici melioris notæ intra vas figlinum, quod ignis patiens sit,& operculum luto sapientiæ bene coiungatur, aut terra figlina, cum hæc siccata fuerit in fornace figuli,simul cum aliis vasibus ponatur, ibíque relinquatur donec alia vasa cocta fuerint; invenies stamnum calcinatum optimum. atque hæc sunt quæ requiruntur ad lentes elaborandas.

## PROPOSITIO II.

### Problema.

*Quomodo elaboranda lentes obiectiua.*

Totum operationis & laboris progressum pro lentibus convexis hâc propositione comprehendo.

Primò seligitur materia vitrea,curandum autem pro lentibus præcipue obiectivis, vt sit æqualis vbique crassitiei, quod examinare poteris circinô valgô, 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 obiectivarum seligatur centrum in ea parte in qua pauciores bullæ deprehendentur, vt ea pars quæ vtilis est in telescopio libera sit ab omni nævo.color item vitri ne sit nimis saturus aut fuscus.colorem vitri supra chartam facile internoscens.Si fornacem vitriariam adire possis facile materiam valde crassam pro maioribus ocularibus eruere poteris,sine periculo vorticum,aut fibrarum:fiant forcipes longioris manubrij, in quarum extremitate erunt duo segmenta Sphærica,quæ coniungi exacte possint,si enim secundo aut tertio die,quô cruciabulum inchoatum fuerit,hanc forcipem in materiam colliquatam immittas,educes lentes oculares formatas: ab omni vortice liberas. hoc artificio hic Lugduni aliàs vsus sum,cum successu optato, ita vt si materia quæ perlucida ad modum christalli 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 vsus vtilissimus potest esse.cum enim vt habeantur vitreæ tabulæ, opus sit flatu ampullam maiorem conflare, quæ deinde dividatur, & in planam superficiem extendatur,ex hoc flatu vt plurimum & vortices, & bullæ enascuntur.Si vero immediate in ipsamet fornace hac forcipe lentibus prima figura tribuatur cessat omne tale periculum, Pater Reyta aliàs

Digitized by Google

aliàs à Duce Etruriæ centum circiter lentes non elaboratas acceperat, quarum vix vna inventa eſt, quæ vorticibus careret.

Lentes obiectivæ latiores fiant, vt exactiorem induant figuram. in medio gutta Ceræ Hiſpanicæ inuratur vt notetur centrum, & circini crus vnum firmari poſſit, aliud crus adamantem præferat, quò tota deſcribatur circumferentia. tum partes ſuperfluæ quam exactiſſime volſella præſcindantur. nonnulli vt præciſior circuitus habeatur, cote limbum arrodunt, melius tamen, & exactius hic limbus perficietur in lance valde cava; ita vt declivitas aliqua totam lentem coronet. poteſt hæc declivitas perfici multis modis. Primò ſi intra lancem minoris Sphæræ teratur lens addito ſilice contuſo, ſecundo ſi lanx minoris Sphæræ horizontaliter circumvoluatur. hæc declivitas aliquam politurам etiam habere debet, ne ſit ſcabra, alioquin particulæ ſemper aliquæ excident, quæ lentis politurам impedient.

Vbi hæc declivitas inducta fuerit ſatis exquiſite. Paropſis menſæ horizontali imponatur, tum ſilice contuſo tota æqualiter operiatur, ſeu penicillo extendatur, & vt 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 circumvolues 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.

Vbi ſilex fuerit nimium imminutus, rejici poteſt, vt novo aſperiori locum faciat; eadem ſemper cautione adhibita, vt deputata experimentis lente ad æqualitatem aliquam reducatur. ita novam ſubinde ſiliceam arenam appones, donec tandem figura Sphærica ad centrum fere pertingat.

Duplex eſt modus figuram hanc lentibus tribuendi, nonnulli enim arenam hanc ſiccam vſurpant. alij madefaciunt. Ego ſiccam adhibeo. In fine tamen vt primam politurам tribuam neceſſariò madefactam vſurpandam cenſeo: ſaltem ſub finem.

Cum igitur lens figuram induerit, adhibendus eſt ſiliceus puluis contuſior, dixi enim per inclinationem, haberi poſſe perfectiorem, quaſi per gradus.

Tergatur igitur forma, & lentes, tam quæ elaboratur quam experimentalis, ne prioris puluеris partes adhæreant. Tum puluiſculus contuſior extendatur ſupra paropſidem, & experimentali lente primo nonnihil adhuc conteratur, tum lentem elaborandam impones, & ſimiliter circumvolues. Exinde humefacies moderate puluiſculum Siliceum, quod præſtabis idemtidem, etiam idemtidem auferendo puluiſculi partem aliquam, præcipue quæ in circumferentia erit, & retinendo eam tantum copiam quæ neceſſaria eſt, ad tribuendam lenti hanc primam politurам. neque in eo parcendum eſt labori, aut tempori, ſi enim hæc prima politura non fuerit perfecta, impoſſibile erit, vt vltima eius defectus corrigat, ideóque lentes quaſi tenui velo obductæ videbuntur. quare priuſquam deſiſtas examen adhibendum erit, nempe lente convexâ quaſi microſcopio defectus, ſi qui ſint deteges. debet igitur lens antequam ceſſetur ab opere lævorem aliquem inducere quem nomine primæ polituræ deinceps nuncupabo.

Plurimi ſunt modi quibus vltima politura lentibus obiectiuis tribuitur. Artifices qui ſunt vt plurimum perfectionis incurij. fruſtum cotij ſupra planum extendunt, cui deinde ſtamnum calcinatum, nonnihil madefactum imponunt, lentémque quantum poſſunt affricant.

Quantum peccet hic modus nemo non videt, quamuis enim lentes obiectiuæ à ſuperficie plana, non multum abeant, & corium nonnihil cedat, & figuræ Sphæricæ ſe accommodet, comprimentur tamen magis partes centro vicíniores.

Pater Cherubinus hanc præbet. circulo ligneo tanto vt 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 vt imponendo lentem, cum ea quadret. huic panno, aut corio ſtamnum calcinatum bene expurgatum, & moderate madefactum impones in longum tantum tranſeundo per centrum, ſecundum latitudinem tuæ lentis, & paulo maiorem, tum experimentalem lentem adhibebis impellendo illi longum, ſeu in lineam rectã, 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, & idemtidem circa proprium axem eam circumvolue, ſi opus ſit ſtamnum 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 vſurpatus ita peragitur charta munda optima, & melioris notæ formæ agglutinatur, debet autem priùs nonnihil madefieri vt exactius formæ ſe accommodet, gluten autem ſimplex eſſe debet, ex farina ſeu ex triticea polenta; vt 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 complanandâ eſt.

Vbi exſiccata fuerit, primo lente aliquâ, reiectitia cuius limbus maximam habeat declivitatem tota complanetur, aliqui laminam ferream, pariter in limbo obliquæ præciſam adhibent, quâ omnes huius chartæ inæqualitates complanentur. exinde obducitur charta, terrâ tripolitanâ præparatâ eo modò quò diximus ſupra, non quidem tota, ſed in longum, ſecundum latitudinem paulo maiorem diametro lentis elaborandæ, & vt melius complanetur eâdem lente reiectitiâ ad æquabilem aliquam craſſitiem revocabitur.

Cautiones nonnullæ neceſſariæ ſunt. Prima antequam lentem quam elaborandam ſuſcipis ei imponas. vt reiectitiam aliquam adhibeas, quæ primos tripolitanæ terræ impetus excipiat & retundat. 2. ne aut tripolitanam terram, aut lentem tuam vnquam tangas, quia ei imprimeretur qualitas, quâ vis tripolitanæ terræ impediretur. 3. quoties ceſſãdum erit ab operé, operienda erit patina, ne ſordes cõtrahat, pariter detergendæ manuſe, xcutiẽdæ manicæ, & ſemper incipiendũ erit à reiectitia lente, deniq; ſi accidat aliquid duri occurrere, cultro pẽnario & non digito auferetur, denuóque lens reiectitia adhibebitur. Vix poterit tripolitana terrâ politurам perfectam lenti inducere, ſed tantum



Digitized by Google

mediocrem, niſi melioris notæ fuerit hæc terra. quare ad præcedentem praxin recurrendum erit. In longum ducitur lens elaboranda, idemtidémque revoluitur ſupra proprium axem. initio donec imbuta fuerit tripolitanâ terrâ, ſuperuacaneũ fuerit, vim & preſſionem adhibere, vbi vero eam imbiberit fortiter connitendum erit.

Tertius modus poliendi lentem obiectivam, erit ſi patinam habeas ligneam, ex pyro, aut quercu exquiſite, & ad tornum excauatam, quæ ſi conuenientem habeat craſſitiem, & ex materia ſicca fuerit, non flectetur vllô modô. hæ patinæ ligneæ, vel ſtamno calcinato, optimô & exquiſite præparato, vel tripolitanâ terrâ obducentur, tum in longum lentem duces, vt in aliis, inchoabis tamen à reiectitia lente.

Si lens fuerit plano-conuexa, fidendum non erit polituræ ſpeculari, quæ nempe ſpeculis tribui conſueuit; ideóque ſaltem illi hæc vltima politura, in plano tribuenda erit, quod ſi inæqualitates maiores detegantur, ad ſecundam polituram, quæ nempe ſiliceo polline perficitur recurrendum erit: nec forſitan omittendus limbus decliuis, cætera ſimiliter fient.

## PROPOSITIO III.

### Problema.

*Quomodo elaboranda lentes oculares conuexæ.*

Lentes oculares conuexæ eodem ferè artificio ad figuram Sphæricam adducuntur, quia tamen minoris Sphæræ lenticulæ lances ita paruas habẽt, vt in his labor ſit difficilis, & operoſus, ſi manu libera terantur, poteris in lance ferrea horizontaliter volubili laborem inchoare. tornum non deſcribo, cum vulgatis ſit, & apud lapidarios, vt vocant inueniatur. conſtat enim maiori troclea, quæ ſub menſa latet, axis autem eius manubrio inſtructus ſupra menſam extat, quo ad motum incitatur, ab hac maiori trochlea, cuius nempe diameter ſit vnius ſaltem pedis, funis vt vocant infinitus ad minorem trocleam alteri axi inſertam, & lancem ſuſtentanti protenditur, ita vt maiori trochlea vnam circumuolutionem peragente, ſecundus axis, & conſequenter lens impoſita, tres aut quatuor circumuolutiones peragat. neque vero difficile erit pedibus hunc motum perficere, vt nempe vtráque manus ſit libera ad applicandam lentem. Poſſet & machina automata adhibere, qualem in voluendo vero communitet vſurpamus, quæ machina ponderibus ad motum incitaretur.

In patinam horizontaliter volubilem injſicitur ſilicẽus lapis, vel ſmiris, ſicca, vel nonnihil aſperſa aqua, lens autem ſuo orbiculo agglutinata ex more applicatur patinæ, non quidem in medio, quia in eo loco nullus eſt motus; ſed quãtum fieri poteſt in extremitatibus: manu autem alius illi motus circa axem proprium tribuatur, cautio quæ in hoc negotio adhiberi poteſt, erit vt tota lancem tangat. lanx autem in qua hoc modo teritur ſit paulo maioris Sphæræ portio, quam ea in qua perfici & abſolui debet. ideóque parum intererit, etiamſi tornus non ſit adeo exacte libratus, aut lanx non ita congrue illi imponatur. Lens ad vmbilicum fere perducta in ea lance, perficitur manu libera in propria lance, nempe primo figuratur, tum obſervatis iiſdem cautionibus quas in lentibus obiectiuis obſeruauimus, ſecundámque polituram in eadem lance aſſumit.

Vltima politura in lance vix tribui poteſt, eo quod cum ſit minoris Sphæræ, portio, motum in ea ſatis expeditum, ſeu ſatis amplum nõ habeat.

Communis igitur praxis canaliculum oblongum adhibet, cuius concauitas, eiuſdem eſt cum lance diametri, ſupra hunc canaliculum corium in longum extendit, aut pannum, aut telam, aut aliquid huiuſmodi, ita tamen, vt concauitas huius aggregati, æqualis ſit concauitati lancis, in qua lens ocularis elaborata fuit. Si enim fuerit maioris diametri, vmbilicus lentis polietur, & extremitates impolitæ remanebunt.

E contra ſi fuerit minoris diametri, extremitates polientur non item vmbilicus.

Hic pannus, corium aut tela, ſtamno calcinato aquâ nonnihil macerato imbuitur, & lens orbiculo ſuo agglutinata, in longum ſupta canaliculum ducitur; ita vt idemtidem voluatur vt pars quæ prior incedebat, ſenſim ad latera detorqueatur, fiátque poſtrema. Eædem cautiones adhibeantur, nempe vt quoties, vel ſtannum calcinatum renouatur toties in reiectitia lente priùs fiat experimentum, quam elaboranda operi admoueatur.

Poteſt item hic canaliculus oblongior charta munda tegi, quæ tripolitana terra obducatur, ſimilitérque lens elaboranda in longum ducatur.

Manifeſtum eſt ex ipſa laboris perficiendi methodo, alterari figuram, cum enim vmbilicus lentis, ſemper tangat canaliculum, limbi autem pars tantum aliqua eidem incumbat, ſemper & continuo vmbilicus politur, extremitates nõ item; vnde fit vt extremitates, vt plurimum habeãt nonnullas inæqualitates: ſi habeatur alius canaliculus, qui ſit paulò minoris diametri, & conſequenter in quo limbus potius, quam vmbilicus canaliculo incumbat, perficietur limbus, in fine tamen, in canaliculo æquali lens erit reformanda. hi canaliculi, ſeu ſemicylindri circulares in ligno excauari poterunt ſatis appoſitè, aliqui vellent in ſtanno, aut ære, eos excauare.

Quia tamen hæc methodus vt patet, figuram nonnihil adulterat, poteſt in eadem lance perfici, ſi nempe ei motum horizontalem tribuamus. poſſẽtque coriacea calantica interius tegi: quæ vnico corio conſtare poterit. hoc enim habet corium, vt ſi madefiat, & hæmiſphærio conuexo imponatur, ibíque conſtringatur, figuram Sphæricam ſatis exacte induat, ideóque ſi lanx paulo maioris 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, vt cum hæmiſphærio quadret, reſectis ſcilicet partibus ſuperfluis. lanx ergo interius papyro veſtita, tripolitana terra inducetur, & interea dum voluetur horizontaliter, vehementiori motu, lanx ſuo orbiculo affixa, ita lanci applicabitur, vt ſecundum ſe totam eam tangat, non quidem in medio, in quo paruus eſt motus, ſed ita vt limbus lentis, centrum lancis attingat. idemtidémque manu circumuoluatur, & alia atque alia pars centro incumbat. hanc praxin nonnunquam adhibui, non inutiliter.

Alij lanci non motum horizontalem tribuunt: ſed verticalem, quia nempe ſordes in lancem non

Digitized by Google

pon incidunt, ſitque minus periculoſus labor. Alij lances non adhibent, ſed tantum torno affigunt lignum, quod in modum lancis excavant: ſi pyrus, aut quercus adhibeatur, poterit in lance lignea ſine vllo panno, aut corio tota politura perfici.

His omnibus modis induci poteſt vltima 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 concaua.*

Specilla concava, vel ſunt minoris Sphæræ ſegmenta vel maioris, ſi minoris difficiliorem continent operationem præcipue, ſi duplicem concavitatem habeant: debent enim duo vertices optime ſibi invicem reſpondere, vel detorquebuntur radij, nec exquiſite exhibebunt obiecta.

Artifices communiter in toto laboris progreſſu graviter peccant. habent enim vt plurimum in eodem axe verticaliter diſpoſito, plurimas Sphæras inæquales quas idemtidem, ſmiridis polline, madefacto imbuunt, & ſpecillum ſuo orbiculo affixum ita vni globo manu admovent, vt quantum fieri poteſt medium, ſeu centrum ſpecilli, globum tangat, & ſenſim in orbem manu circumvoluatur. in quo cum manus à nullo contineatur, facile eſt vt aberret; ex quo fit vt vix vnquam perfecte Sphæricam figuram, perficiant, & limbus concavitatis vix vnquam ſit præciſus; quare vt hæc methodus corrigatur.

Primò ſit axis globos præferens horizontalis qui vt motum habeat velociſſimum troclea minori inſtruetur, circa quam funis infinitus circumvoluetur, ad maiorem trocleam ſeu rotam pertinens, quæ ad motum etiam pedibus, ſi libuerit incitabitur vt ſolent mulierculæ dum rotam ad nendum adhibent.

Globi quibus inchoatur opus plumbei eſſe poſſunt; ſed tunc ſmiride contuſa, & madefacta vtendum eſt: quæ in cocleari ſub globo continetur, ita autem omnia aptantur vt globus ſemper in aquam hoc polline ſaturatam immergatur, atque ita non eſt opus idemtidem globum ſmiride imbuere, vt ferebat communis praxis.

Variis modis ſpecillum globo admovetur. Ego alias machinam ita inſtitueram, alium axem in cuius extremitate annexus erat orbiculus ſpecillum præferens perpendiculariter, ſeu verticaliter, ita diſponebam vt centrum ſpecilli, exacte reſponderet, vertici globi eique perpendiculariter inſiſteret; hunc axem troclea in ſuperioribus partibus inſtruebam, cuius diameter 5 aut 6 digitorum, in axe item maioris illius trocleæ ſeu rotæ, inſerebam minorem trocleam: erant igitur duo fones infiniti. vnus vt globus volueretur in axe horizontali, motu vehementiſſimo, alter vt ſpecillum globo inſiſtens moveretur motu lento; ad quod perficiendum primus axis à quo ſcilicet incipit motus duas trocleas habebat maiorem, & minorem, maiorem vt globos velociſſime agitaret, minorem vt axem ſpecilli tardo motu cieret. Cautiones tamen adhibendæ ſunt nonnullæ, præcipue curandum eſt vt axis ſecundus perpendiculariter inſiſtat vertici globi, quod non ita facile conſequeris, primo igitur tubum habeas duorum digitorum longum, ferreum aut cupreum cui cylindrum ferreum aut ligneum inſeres, fere congruentem, hoc eſt ita vt capacitatem eius fere impleat. in eo tamen circumvolui poſſit. hic cylindrus vno ſui extremo habeat cavitatem, quæ pice præparata impleatur, & limbum torno præciſum, cui ſpecillum incubat, antequam huic cylindro ſpecillum aptetur, primo quidem orbicularem figuram, circumquáque præciſam habeat, deinde in lance minoris Sphæræ in limbum declivem figuretur, ita vt omnia ſint exacta.

Specillum ita figuratum cylindri extremo ita aptatur, vt extra baſis eius circumferentiam nullo modò exorbitet, ſed incumbat æqualiter limbo eius. cylindrus ita aptatus, tubo inſeritur, tubus ita globo imponitur, vt eum non tangat; ſed ei impendat perpendiculariter, & in eo totum negotium poſitum eſt. idem cylindrus in ſuperioribus partibus debet contineri, ſaltem in foramine aliquo, vt circumvolui poſſit intra tubum. clarum eſt quod ſi omnia benè procedant, ſpecillum in tali diſpoſitione ſolò centrò globum attinget, omnes enim cautiones ſupra adhibitæ ad hunc ſcopum tendebant.

Eo modo quo primam figuram, ſeu cavitatem ſpecillo tribuiſti primam & vltimam polituram poteris inducere. Sed vt primo poliatur, non erit ſmiride vtendum, ſed ſiliceo polline madefacto: atque adeo globis aut ferreis, aut cupreis.

Vltima politura perficietur globis panno, aut corio coopertis adhibitò ſtamnò calcinatò, debebunt autem eſſe lignei paulò minoris diametri, vt cooperti evadant æquales iis quibus perfecta fuit prima politura. poterit item hæc vltima politura perfici globò chartâ coopertò, adhibitâ ſcilicèt terrâ tripolitanâ. poteris aliis modis admovere ſpecillum globo, nempe horizontaliter, ſive tubo contineatur, ſive non; poteris autem melius iudicare an directe tubus in centrum globi tendat. non erit opus globos integros habere, ſufficiet zona paulo maior, quam ſit ſpecillum poteſt globis figura tribui ex polo, non ex centro quod latet.

Nonnullis melius ſuccedit negotium, ſi opus in machinâ inchoënt, & vtantur ad id globo minori, quam ſit is in quo abſolvendum eſt opus. Sic enim cavitate minore perfectâ. in maiori globo ad manum cavitatem augent, in quo habetur illud commodi, quod cum ita teneatur ſpecillum, vt totus cavitatis limbus maiorem globum tangat, augetur vniformiter cavitas, & ad vmbilicum regulariter perducitur. atque hic etiam modus vſurpandus eſt quoties ſpecillum maioris Sphæræ perficiendum eſt vt 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 maioris Sphæræ perficienda erit, in pluribus globis eam augebis, tum poteris ſupra orbes convexos, vel immobiles eam augere, in orbem ducendo ſpecillum ita tamen vt cavitatis iam factæ limbus, ſemper orbi convexo inſiſtat cætera quæ ad



Digitized by Google

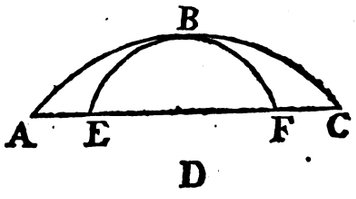
polituram pertinent sunt similia, nisi quod nonnunquam, vt vitentur incommoda, nonnihil adhuc cavitas in limbo apetienda sit supra maiorem orbem quam sit is cuius figuram indoit, ne deterantur fragmenta vitrea,& opus impediant.

## PROPOSITIO V.

Problema.

*Menisçum Elaborare.*

Est maior difficultas, quam prima fronte appareat in Elaboranda menisco:nempe vt duo vertices sibi exacte respondeant, quod tamen absolute necessearium est.vt aliquid boni præstet.ita rem peragerem:vbi vtcúmque in orbem præcisa esset, inciperem à concauitate, & in cehtro quantum fieri posset, cauitatem minorem perficerem, siue machina, priùs descripta, siue quouis alio modo, & vt melius totum negotium succederet, hoc est ne plus æquo excauaretur.primo in charta describerem arcum cauitatis, quam menisco tribuendam suscipio, ponamus esse arcúm ABC, cuius vertex B.sit inchoanda cauitas in globo cuius diameter DB, ex centro D interuallô DB,describo arcum EBF: perficerem cauitatem minori globo donec diameter cauitatis esset EF, sic enim




dum maior cauitas perficietur, & attigerit diametrum propositam A C, ad vmbilicum B peruenerit. vbi perfecta fuerit cauitas, experior an eius limbus æqualiter distet à circumferentia vitri quod si alicubi vicinior est, præscindo de novo totum vitrum,ita vt cavitas ab eius circumferentia æqualiter distet. Tum verto specillum, ita vt concauitas cum orbiculo agglutinetur, & incipio limbum decliuem in lance multum concaua perficere,qui limbus congruat,cum alio limbo decliui, facto ad extremitates concauitatis,perfecto huiusmodi limbo decliui iam partem conuexam methodo supra traditâ perficio.

Huiusmodi menisços valde probo,cum enim sit difficile habere patinas, seu paropsides, maioris Sphæræ portiones saltem exactas,menisci hoc habent, vt quæcúmque paropsidis concauitas possit cuiuscúmque longitudinis telescopium producere.

## PROPOSITIO VI.

Problema.

*Modus perfectior elaborandæ lentis obiectiuæ.*

Quamuis methodus elaborandæ lentis obiectiuæ supra tradita, communiter ab artificibus vsurpetur. nec alia ab artificibus vulgaribus adhibeatur:fatendum tamen est in longioribus telescopiis vt plurimum deficere,siue quia tantæ diametri paropsides exactas perficere,non vulgarem exigit industriam, siue quia ipsemet laboris modus, nullô modô coërcitus, vagus, & non præcisus,accuratam in lentibus figuram non potest producere.

Aliam methodum proponit R.Pater Cherubinus Aurelianensis, in his materiis, etiam practice benè versatus,quæ nô ita exactam requirit patinâ, sed vulgariter tantum Sphæricam, cum ipse labor Sphæricus sit;ita vt se expectum æstimet,vt paropside plana,& nullo modo concaua, lentem tamen conuexam,maioris diametri perfecerit;quæ perfectionemhabuit plusquam mediocrem.

Fatebor ingenue methodô communi, me nunquam potuisse lentem cuius focus esset 10 pedum, exactam perficere, licet vterer paropside à Domino Deservieres Sphærice excauata, summâ quâ pollet in torno præcipue administrando industriâ.cum enim Telescopium ab Eustachio Divino Elaboratum haberem,ablata lente obiectiuâ, & eâ substitutâ quam elaboraram,& quæ æqualis erat diametri,deprehendi meam cum Eustachiana comparari non potuisse. quod modô laborandi tribuendum puto.

Supponitur ergo Paropsis longioris diametri, excauata methodô communi, sit autem longitudo semidiametri concauitatis cognita;ponamus esse 10 pedum, assumatur cylindrus ligneus; aut ferreus 10 pedum, in cuius vno extremo sit apex acuminatus: in eôdem extremo, sit segmentum globi conuexi è quo scilicet erumpat apex acuminatus,sitque centrum eius, & ex alia parte ipse cylindrus,conuexitas huius segmenti globi sit obuersa deorsum, hoc segmentum globi inseritur annulo etiam concauo qui globum conuexum excipiat. hic annulus habeat ansas, vt funibus in sublimi trabe annectatur.

Idem cylindrus inferiori parte habeat cauitatem secundum eius longitudinem ductam, vt orbiculi lentem præferentis, cauda in eam cauitatem cum opus fuerit inseratur, & clauicula spitali firmetur.in superioribus seligitur centrum concauitatis paropsidis, horizontaliter supra mensam collocatæ,& in eo tota difficultas posita est.nempe vt centrum hoc directe respondeat, centro concauitatis paropsidis:& vt 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, & conuenientis crassitiei.posítque ad quamcúmque distantiam remoueri:& ita firmari vt immobilis perseueret.hanc trabem peruadit foramen quadratum, in quod foramen inseritur prisma quadrangulare centrum præferens, seu in basi cauitatem habens, quæ pro centro assumitur. debet autem posse hoc centrum nonnihil attolli, aut deprimi provt libuerit. quod multis modis præstari potest, & artificum industriæ relinquo, ad id tamen maxime idoneæ videntur spiræ, seu helices.

His ita constitutis vbi 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 vt quadret. debet item paropsis esse horizontalis,quod amussi exquisita examinandum est, & ne inter laborandum moueatur, pice præparatâ circumquáque firmetur, vt amplius loco moueri non possit. tum centrô illi superiori seu

cavitati

cavitati inferendum est acumen cylindri, & annulus concavus globum coërcens, vt cylindrus libere pendeat, & à centro eius apex non separetur, funibus in superioribus religatur, firmiter; ponuntur potius funes, vt motum non impediát, tum inferta in partem inferiorem cauda orbiculi lentem deferentis, demittitur nonnihil centrum donec lens, tangat paropsidem, tum imponitur puluis siliceus secundæ, aut tertiæ notæ, supponitur enim lens habere figuram, cum hic labor, sit tantum ad correctionem adhibendus. teritur autem lens eôdem motu quô manu libera, perducitúrque ad lævorem inchoatum.

Politura eodem modô, vel supra chartam corium, obseruatis scilicet cautionibus iisdem. atque hæc modò sufficiant.

# DIOPTRICES

## LIBER TERTIVS.

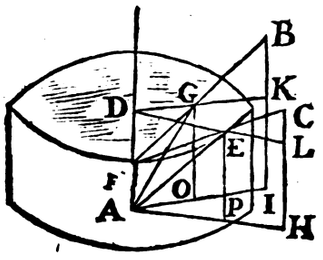
## De Loco imaginis, & refractionibus coloratis.

### PROPOSITIO I.

Theorema.

*Obiectum in aquâ ab vtróque oculo refracte spectatum videtur in catheto, aut non longe.*

SIT obiectum A, ab vtróque oculo B, & C refracte in aquâ spectatum, sitque ab obiecto A, ad communem superficiem aquæ, & aëris ducta perpendicularis A D. dico obiectum A appariturum in perpendiculari AD, aut non longe.




Demonstratio. Sit enim radius A E, qui refractus à perpendiculari perveniat ad oculum C, ita vt productus concurrat cum perpendiculari A D in puncto F. concurret autem, cũ enim (*per supp. 1. huius*) superficies refractionis AEC, sit recta ad superficiem communem aquæ & aëris, item superficies refractionis A G B, si recta ad eandem, erit communis earum sectio, perpendicularis A D (*per 19. 11.*) igitur A D, est communis sectio omnium superficierum refractionis, ergo inuenitur in omni tali superficie, igitur radius EC, non potest non concurrere cum ea. communiter autem cum obiectum bene videre volumus, vtrúmque oculum æqualiter distantem ab obiecto tenemus; & quia vtérque 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, A H æquales. fiat in superficie refractionis AGB angulus DAG æqualis angulo DAE, ducatúrque radius G B. primô affero 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 G O, E P. ostendam triangula AGO, AEP esse omninò æqualia, & lineas A O, AP, & consequenter OI, PH, seu GK, E L 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 A G O. igitur radius GB, est radius refractus: addo autem quod si producatur vlterius 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 nempe eadem DE, vtríque triangulo respondebit (*per 26. 1.*) quod erat demonstrandum.

### COROLLARIVM.

Si oculi non fuerint in eadem superficie refractionis, & videatur obiectum, vnicum apparebit in linea perpendiculari, ducta ab obiecto ad communem superficiem vtriúsque medij. hoc est etiamsi vnus oculus magis recederet ab obiecto quam alius, modò non sint in eadem superficie refringente, si obiectum videatur, vnicum videbitur adhuc in perpendiculari. nam ostendimus quod radius vtérque refractus attingat illam perpendicularem. ideóque quia oculi sunt in duabus superficiebus refringentibus, & hæ duæ superficies habent pro communi sectione hanc lineam perpendicularem, radij refracti non poterunt concurrere nisi in illa perpendiculari. ergo in eo concursu videbitur obiectum.



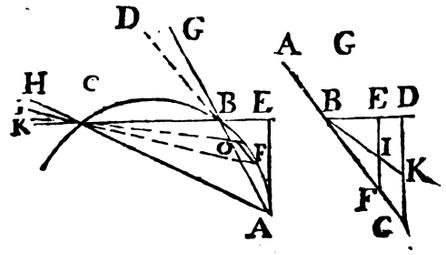
Digitized by Google

## PROPOSITIO II.

Theorema.

*Si vterque oculus fuerit in eadem superficie refringente, poterit fieri vt obiectum appareat extra perpendicularem ductam, ab ipso ad communem vtriusque diaphani superficiem.*

Sit obiectum A quod spectetur ab vtroque oculo in eadem superfie refringente posito: intelligatur per punctum A duci quicumque circulus




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 vt radius AB refringatur in D, producaturque radius DB, donec secet circulum in F. ducantur radij FC, AC, eruntque (*per* 21. 3. *Eucl.*) anguli ABF, ACF æquales & oppositi ad verticem DBG, ICH æquales erunt; angulus DBG est angulus refractionis radij AB: radius autem AC vt pote magis inclinatus maiorem habebit angulum refractionis, erit igitur angulus refractionis radij AB, maior quam HCI, sit igitur angulus HCK, producaturque radius KC, donec concurrat cum radio DF, nempe supra punctum FO: in sintque oculi in K, & D dico obiectum A visum iri extra perpendicularem AE.

Demonstratio cum enim radius AB refringatur in BD, oculus in D positus, obiectum A videbit esse in radio DB producto: item oculus K idem obiectum videbit esse in radio KC producto ergo vterque oculus simul obiectum videbit in puncto O, punctum autem O est intra circulum ergo non potest esse in perpendiculari AE; ergo aliquando accidit obiectum videri extra perpendicularem & esse viciniùs oculis, quod erat demonstrandum. vnde vides hallucinatum esse Alhazenum dum assumit vniuersaliter tanquam verum quod semper apparentia obiecti refracte visi sit in catheto ducta ab eo ad communem superficiem diaphanorum.

### COROLLARIVM 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.

### COROLLARIVM II.

Ex hoc patet semper fieri aliquam deceptionem quoties obiectum per vnicam refractionem videtur. experientia huic considerationi fauet si enim pendeat globus ex filo, & in aquam immergatur, cum fiat in prima aquæ superficie aliqua reflexio, spectabitur reflexe filum exterius in ipsa aqua, & secundum leges reflexionis videbitur in chatheto seu perpendiculari. sed filum quod in aqua videtur refracte, non congruit cum filo reflexe visso ergo non videtur præcise in chatheto licet ab ea non digrediatur longius, experientiam quilibet facere poterit.

## PROPOSITIO III.

Theorema.

*Bæculus mediæ parte sui, in aëre, & aliâ in aqua existens, si sit ad superficiem aquæ rectus, communiter apparebit rectus, licet 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 obiecto videndo distantes habemus, in tali autem casu per primâ quælibet pars obiecti 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 vnam lineam cum partibus extra aquam positis: quia vero partes inferiores per primam apparenter attolluntur, apparebunt breviores seu minores quod erat secundum.

## PROPOSITIO IV.

Theorema.

*Baculus oblique in aquam immersus videtur non constituere vnam rectam lineam cum parte extra aquam posita.*

Sit baculus ABC, oblique in aquam immersus, dico, partem BC ita videndam esse, vt videatur facere angulum cum parte anguli AB, sint enim perpendiculares CD FE.

Demonstratio per primam huius, punctum C videbitur per refractionem in perpendiculari CD verbigratia in puncto K, sicut F in puncto I, quare BC videbitur in BK, sed BK non constituit vnam lineam rectam cum AB igitur baculus ABC, videbitur fractus in puncto B.

### COROLLARIVM.

In tali casu pars BC minor videbitur per refractionem quam re vera sit, nam BK minor est quam BC, cum quadratum lineæ BK æquale sit quadrati BD DK (*per* 47. 1.) & quadratum lineæ BC æquale sit quadratis BD, DC. si tamen oculi essent circa punctum G fieri posset, vt linea BK. videretur sub maiori angulo quam linea BC, quare in tali casu si nulla haberetur ratio distantiæ linea BK maior appareret.

PROPO

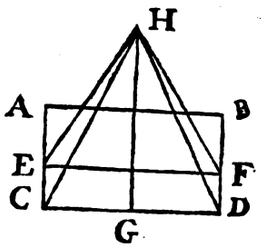
Digitized by Google

## PROPOSITIO V.

Theorema.

*Si obiectum sit parallelum superficiei coporis refringentis & oculus fuerit in perpendiculari ducta à medio obiecti ad superficiem illius corporis, imago obiecti maior apparebit obiecto & propior.*

Sit superficies diaphani densioris AB sitq; ob-




iectum CD illi superficiei parallelum, sitque oculus in perpendiculari GH ductâ à medio obiecti G, ad superficiem AB, dico obiectum apparaturum maius.

Demonstratio punctum C apparebit in catheto nempe in CA, & in loco altiori quam C ponatur esse puncto E, pariter punctum D spectabitur in F; ergo apparentia obiecti CD, erit EF, sed EF spectatur sub angulo EHF, maiori; quam sit CHD; ergo maius videbitur in tali dispositione obiectum per refractionem, quam directe videretur, quod erat demonstrandum.

Quæ demonstratio vniuersalior fieri posset, si nempe non tantum oculus esset in ipsa perpendiculari linea, sed etiam in plano ad lineam CD recto; quia in his casibus semper linea EF, spectabitur maior quam CD, quare in omnibus fere casibus apparet obiectum intra aquam immersum paulo maior, non persequor omnes casus quia vt ostendi principium quó nituntur non est ita inconcussum, vt aliquæ experientiæ non contradicant quid vero in cæteris corporibus præcipue sphæricis accidat, ex aliis principiis satis superque demonstrauimus.

# SVPPOSITIO

## Ad naturam refractionum coloratorum explicandam.

*MATERIAM aggredimur difficillimam; saltem quamdiu in principiis physicis versabimur, quæ quidem mathematicus intacta posset ommittere, suppositisque aliquibus experientiis, vlterius progredi, & ea tantum attingere, quæ ad ipsius obiectum pertinent, nempe quæ ad pondus numerum & mensuram spectant, quare supposito quod in aquæ gutta quâlibet, ex certo & determinato angulo spectata, certus iridis color appareat, facile iridis, rotunditas, locus, & situs cæteraque 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, vt liceat nonnihil philosophum agere, & quid certi, quid incerti, quid probabilis in hac materia afferat philosophia inuestigare: & primò quidem hanc existimo responsionem reiiciendam, vt inualidam & insufficientem, qua tantum in genere aserit ex varia lucis, & opaci mixtione varios colores oriri & nihil in particulari explicat, nec vllam 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 conuincentem & cui omnino posit mens acquiescere in me recipio; tentasse tamen iuuabit, & 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, vt non vniformiter dispergatur, sed quasi cum violentia in partes non vnitas abeat, toties fieri colorationem quam dispersionem aliter explicare non potui, nisi quod radius, qui vniformiter extendi & quasi dilatari debuerat, plus ex vna parte dilatetur, quam ex alia. ideo trigonometriam adhibui vt experirer, an in omnibus colorationibus apparentibus, id semper eueniret, responditque calculus cogitatis. hanc igitur diffractionem radij meô modô explicabo, & in ea sitam esse colorationem apparentem ostendam.*

DIGRESSIO

Digitized by Google

## DIGRESSIO I.

### Physica.

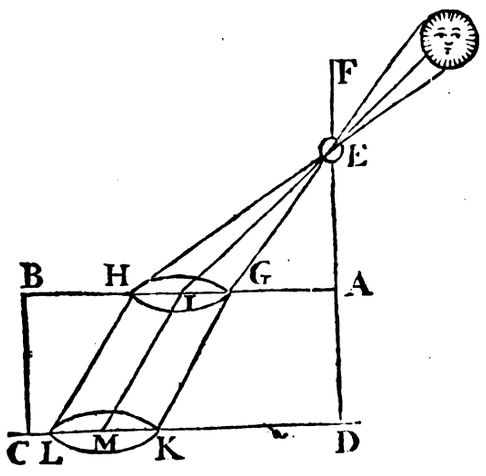
*Experientiæ variæ circa colores apparentes.*

Antequam ea quæ ad refractiones coloratas pertinent mathematicè explicemus, aliquid de coloribus quos vocant communiter apparentes, dicere debemus: quod vt faciliùs constitui possit, variæ experientiæ recensendæ sunt, vt ex vniformitate, quam inter se habent, causam colorationum constituamus.

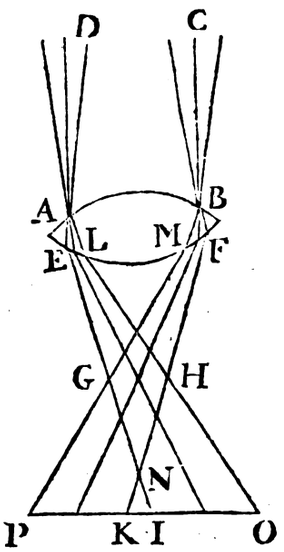
Prima exarentur in materia perlucida, vt auro, argento, cupro, ferro, variæ lineæ, sed minutæ, seu sulci concisim impressi qui soli exponantur, in iis colores animaduertes qui meliùs videbuntur, si in cubiculo vndique clauso, radium solarem per exiguum foramen transmissum, solcis huiusmodi, termines, repercussumque ad latera corpore albô excipias; apparebunt enim tractus colorati luminis, respondentes minutis signis in materia perlucida impressis, hi autem tractus superuenientе aliunde lumine obliterantur.

Ad hanc experientiam reuocari possunt fila argentea, aut ex alio metallo â quibus reflexum lumen coloratur. fila aranearum, & perspicuitatem habentia, Plumæ in collo columbarum reflectunt pariter lumen coloratum, quamvis videatur esse alia ratio, nempe quoddiuersi earumdem plumarũ tractus coloribus variis infecti sint. si trans plumas valde 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, cuius fundum CD sit coloris Albi, vt meliùs in eo colores appareant. exciterur 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 exciterur tantum corpus opacum AE, cuius radius solaris superiorem marginé E perstingat, in tali casu quia punctũ L ab omnibus radiis solaribus illustratur, & consequenter non est amplius confinium lucis, & vmbræ ibi cessat coloratio rubea, manetque tantum sicut priùs coloratio cærulea in puncto K. è contra verò, si apponatur tantum corpus opacum EF, cuius inferiorem marginem E, radius solaris perstringat; in tali casu, quia punctum K non est amplius confinium lucis, & vmbræ, parte KD omninò illuminatâ; cessat coloratio cærulea in puncto K; perseuerante colore rubeo in puncto L. notandum est ergo quod si radij rectâ procederent sine vlla refractione, eundem ordinem seruarent quem habebant ab initio, quia tamen radius EH maiorem habet inclinationem, quam radius EI, & maiori inclinationi maior respondet refractio, plus recedet radius refractus HL, à suo directo quâ recedat radius IM, & quia incrementa refractionum non sequuntur incrementa inclinationum; sed maiori inclinationi, maius multo incrementum refractionis respondet, refractio respondens radio HE, plus superabit refractionem respondentem radio IE, quàm hæc superet refractionem respondentem radio EG, ex quo fit vt radij versus partes L, sint cõfertiores quam versus partes K, sequitur item quòd radij solares inæqualiter distrahantur, & quò magis obliquè incident, eò magis inæqualiter fiet hæc distractio, vnum tamen notandum est, quòd peculiari angulo tribui non possit coloratio vnius speciei, si enim sol paulisper descenderet, ita vt radius GE, occuparet locum radij IE, & IE locum radij HE, esset pariter color cæruleus in puncto K, & color rubeus in puncto L.



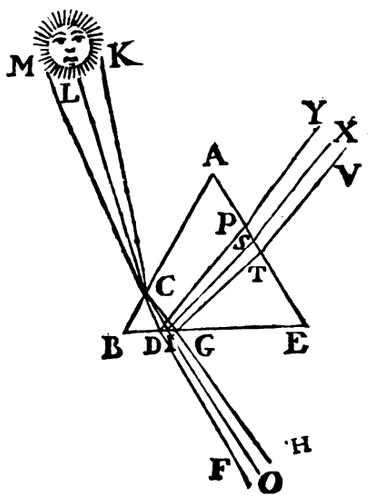

Tertium experimentum exponatur soli lens vitrea valde conuexa, hoc est quæ sit magna pars suæ sphæræ, meliùs succederet si esset sphæra integra; in qua primò fit pars AB detecta sintque extremi radij solares, à centro solis ducti AD, BC, physicè paralleli propter magnam solis distantiam. intelligantur à limbis solis procedere alij radij extremi physice inter se paralleli, qui deinde refringantur vnianturque non in eodem præcisè puncto, sed in diuersis, & post intersectionem vlterius procedant: meliùs tamen res succederet, si solum in punctis A & B aperiantur duo foramina, vt nempe excludantur alij radij confusionem aliquam producentes, si tota pars AB sit detecta; solum in radiis E G I, F H K, erit coloratio subrubea, quæ in priori cono E G F,




Digitized by Google

EGF, exterior erit; in posteriori cono KNI erit interior; in radiis verò L H O, M G P deberet esse coloratio cærulea, quæ interturbatur ab aliis radiis, quare si tegatur pars C D, relictis tantum foraminibus A, & B, in radiis L H O, MGP apparebit colorario cœrulea. immô si oculos applicetur quia oculus colligit in vnum retinæ punctum radios physicè parallelos, si in radiis LHO, MGP, applicetur oculus videbitur coloratio cærulea.

Notandum præcipue est radios E G I, F H K, magis constipari cum vicinis, quàm radios MGP, L H O; quod ex regulis refractionum iam supra assignatis facile demonstrari potest. non persequor alia minuta quæ ad rem non pertinent; vt si intercipiatur radius EG cessabit radiatio GL, & ita de cæteris.

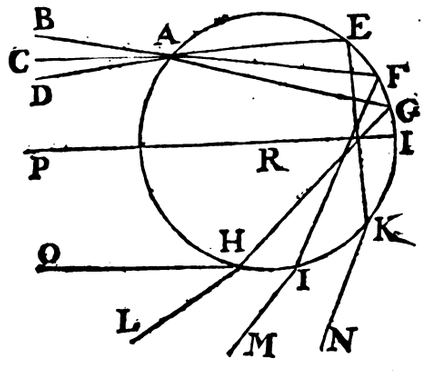



Quartum experimentum desumetur ex trigono vitreo, seu christallino; quod si soli exponatur secundum faciem A B, in qua detectum sit foramen C, radij eius post duplicem refractionem tàm in puncto C, quàm in facie D E, abibunt colorati; ita vt color rubeus sit in radio D F, & in radio GH, sit color cæruleus; vnde si tales radij excipiantur ad aliquod interuallum præsertim in loco obscuro, colores Iridis formabuntur.

Notandum autem est sicut in prioribus exemplis quia maior est inclinatio radij K C, quàm LC, & hæc adhuc maior, quàm radij MC, quia incrementa refractionum maiora sunt, quàm incrementa inclinationum; plus accedent ad inuicem radij C D, C I; quàm CI, C H. E contra verò, quia radius C G magis inclinatur, quam reliqui, maiorem adhuc patietur refractionem, & quia refractio est à perpendiculari adhuc magis recedet radius GH, ab intermedio I O, quàm radius DF, inuenitur ergo idem quod in superioribus exemplis. Non explico modò singillatim nonnulla accidentia scitu digna, quæ in hac experientia accidunt; hæc enim constitutâ semel ratione colorum apparentium, ex varia combinatione radiorum oriuntur; suntque considerationis mathematicæ, vnde inferiùs in propositionibus explicabuntur. restat tamen vna aut altera consideratio, nempe quod radij CD, CI CG, incurrentes in ea is superficiem BE, partim egrediuntur formantque colores Iridis, partim etiam reflectuntur, ita vt radius DP, eundem servet situm, & habitudinem ad radium sibi vicinum, quàm habebat ante reflexionem propter æqualitatem angulorum incidentiæ, & reflexionis. vnde quia ostendimus radium CD magis accedere, ad radium C I, quàm radius CI accedat, ad radium CG, pariter radius DP, magis accedet ad radium IS, quàm radius I S ad radium GT. quia tamen inclinatio radij GT, maior est inclinatione reliquorum radiorum ideo radius GT, maiorem multò patietur refractionem; & quia incrementa illarum maiora 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 radij versus faciem AB. rursus radij hoc modo duplicem refractionem passi, & duplicem reflexionem colorabuntur, propter rationes supra allatas.

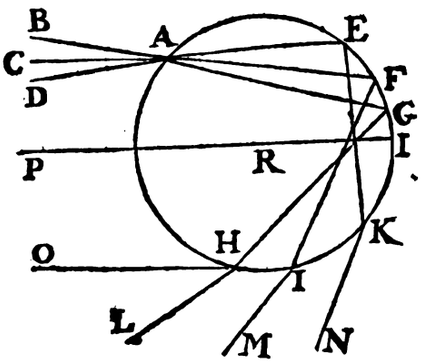
Secunda consideratio erit quod hæc coloratio præcise non proveniat, ex crassitie prismatis, nam poterat pro puncto C, assumi quodlibet aliud punctum in superficie A B, & eadem semper facta fuisset coloratio. & quod mirum est non in anguli alicuius quantitate posita est, poterat enim magis & minus obliquari facies A B respectu solis, & quod mirum mihi semper visum est, si ita descenderet Sol vt radius K C, occuparet locum radij LC, & hic locum radij MC, eadem tamen sequeretur coloratio, nempe radij duo superiores L C, K C, etiam in ea dispositione repræsentarent colorem rubeum. immo si plures soles, aut alia obiecta 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 christallina, aut vitrea, sed aquâ plena, constituatur oculus in eo situ, in quo ductæ tàm à Sole, quam ab oculo lineæ rectæ, ad centrum eiusdem ampullæ angulum graduum 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



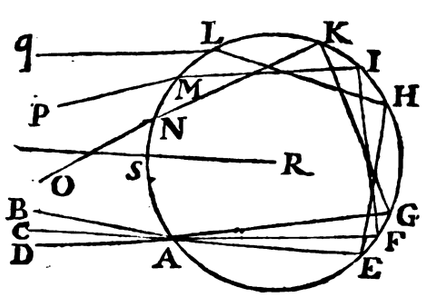

verbi gratiâ punctum A, in quod incidant tres radij solares B A, C A, D A, & quia radius D A magis est inclinatus, quàm reliqui; magis accedet ad radium A F, quàm radius A F accedat ad radium AG, vnde erit arcus EF paulo maior arcu FG, pariter

pariter quia arcus AE, minor est arcu AF, & hic maior arcu AG, & his sunt æquales arcus EK, FI,




GH; erit radius EK magis inclinatus, quàm FI, & hic magis, quàm radius G H; vnde multò maior erit refractio radij K N, quam I M; vnde constipabuntur radij versus KN, apparebitque color rubeus, & vi radij HL color cæruleus. hæc coloratio fit sub angulo circiter graduum 45. sive quia sub aliis angulis, non possit fieri vt radij post duplicem refractionem, & vnicam reflexionem, ad oculum perveniant, sive propter hanc inæqualem radiorum distractionem, quod infra suis locis expendemus.

Notandum item est quod non tantum radij per punctum A ingressi, colores iridis exhibeant, sed alij omnes æque distantes ab axe PR. quare cogitare debemus, non tantùm radios HL, IM, KN; sed alios innumeros in orbem circa axem PR, similiter colorari, ita vt si per foramen æquale ampullæ solis radius transmittatur totam illuminans; egredietur corona colorata, quæ si excipiatur murò, vel chartâ mundâ; colores exhibebit, exteriùs flavum, seu rubeum, interiùs cæruleum, quia radij KN, IM constipatiores sunt radiis IM, HL. cùm autem dicimus colores apparere sub radio circiter graduum 45. ita intelligendum est vt radij vltimi, ab ampull. ad oculum ducti, v. g. radius L H cum axe PR, aut linea OH, illi parallela angulum circiter graduum 45 comprehendat, in quo notandum est radium NK colorem rubeum exhibentem paulo maiorem angulum efficere, cum axe P R quam radium L H repræsentantem colorem cæruleum.




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 radij subeuntes ampullum, BA, CA, DA, quorum B A, obliquior maiorem patietur refractionem, ex quo sicut priùs sequitur, arcum EF, esse paulo maiorem arcu FG. reflectatur item A E. in EH, & EH, in HL erítque radius H L, æqualiter inclinatus ac radius AE; item radius IM æqualiter inclinatus, ac radius AF; quare inclinatio radij HL multò maior est inclinatione radij IM, vnde fit vt plus accedat radius refractus L q, ad P M, quàm PM, ad NO; erit ergo rubeus color in Lq, & cæruleus in NO, & quia si ducatur axis SR, maiorem angulum comprehendet cum eo radius O N, quàm PM, & hic quam q L, inde fit vt in secundaria Iride color cæruleus sit supremus, hoc est sub maiori angulo spectetur vt ostendemus.

Notandum item est eosdem radios, posse per duas refractiones sine reflexione colores Iridis repræsentare, vt radij A E, AF, AG, egressi in aëre repræsentant colores Iridis, suntque proprij coronæ, radij E H, F I, G K, media sui parte in aërem egressi, eosdem colores repræsentant, pertinéntque ad Primariam Iridem denique radij HL, IM, K N, in aërem egressi exhibent colores Iridis secundariæ.

## DIGRESSIO II.

### Physica.

*Quid sint colores apparentes.*

Vt 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 medij variatio; quæ ad refractionem requiritur, neque dicas corpora opaca aliquid habere diaphaneitatis, ita vt lumen ab ipsis reflexum etiam secundum 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, vlteriùs 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 vlla reflectione colores apparentes generari.

Id iam ostendimus in prismate triangulari, in lente christallina.

Denique lumen solare, in colores Iridis abit per refractionem simul & reflexionem, vt 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 huiusmodi causa. cum eadem sequatur coloratio, sive per christallum, sive per aquam, sive per vinum, aut alium liquorem solis radius transmittatur.

Secundò nisi radius solis, tali modò transmittatur, per medium in quo coloratur, nullus sequetur color, immo lumen postquam coloratum est, si denuo simili modò transmittatur per aliud medium,

Digitized by Google

dium; verbi gratiâ si lumen coloratum in triangulari prismate, aliô prismate excipiatur perit coloratio; & ostendimus lumen quod semel in eo reflexum, exit in aërem, amittere suam colorationem; ex quo sequitur eam præcise non habere quod christallum pervadat, alioquin, quò maiorem eius partem pervaderet, eò magis coloraretur: quod tamen falsum est, cùm potius illam amittat.

Item, si dicatur à christallo produci colorem in lumine, nulla nec probabilis ratio afferri poterit, quare nullus producatur, si vtráque 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 eius infima, quæ exilior est pervadatur à lumine, sive pars superior quæ crassior similiter tamen radium colorari; immò radium qui priùs colorem medium exhibebat, si fiat extremus, eò quod vicina pars solis tegatur, iam exhibere colorem rubeum, aut cæruleum. Addo & aliam experientiam; nempe quòd lumen per prisma triangulare transmissum in patua 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 suptemo gradu intensionis languescit vsque ad infimos gradus; neq; tamen exurgit vllus color apparens. experimur itē nos posse colligere radios solares, vel lente vitreâ, non multùm convexâ, vel speculo concavo parabolico, ex qua collectione intēditur lumē & calor, neq; tamen propterea colorabitur. adhibemus item plurimas faces lumine in nullos colores abeunte.

Secūdo si radios, è lucerna quâlibet, & face prodeuntes è Sole Lunâ, reflexe à quolibet obiecto emissos, sereno, & nubilo cœlo in quibus casibus, non perseverat eadem luminis intensio; si inquam eos prismate triangulari excipias: iidem semper colores; & eôdem ordine emicabunt; ergo ij annexi non sunt peculiari alicui luminis intensioni.

Dico Tertio. Ratio colorationis luminis posita non est, in inclinatione aliqua determinata radiorum inter se. Nonnulli existimant lumen transire in colorem apparentem, quia radij ad inuicem angulantur, vt vocant seu inclinantur ad inuicem, aliô modô quàm exigant, nimirum cum naturalis luminis propagatio in orbem, seu Sphærice diffundatur, inde fit vt sensim radij diuaricati debeāt, & in ea diuaricatione semper lumen purum appareat; cum verò radij assumunt aliam inclinationem hoc est sub tali determinato angulo, tunc colores diuersos exhibent. ostendo talem modum explicandi non congruere cum experientiis.

Radios à Sole prodeuntes cum aliqua diuaricatione, colligimus lente conuexa, quæ modò non contineat magnam partem suæ Sphæræ, nullum colorem dabit. quod si existimes radios, non satis ad inuicem inclinatos, antequam radij concurrant excipiantur aliâ lente conuexâ, eandem illis inclinationem dabis quam habuissent, in lente valde conuexa, in qua fuisset aliqua coloratio: attamen nulla sequitur: ergo præcise ex tali inclinatione non sequitur coloratio. Idem dico de speculo concauo, vi cuius radiis tribuetur quælibet inclinatio.

Secundò lumen coloratum per prisma triangulare trajiciatur per lentem christallinam, aut per myoptrum, seu specillum concauum, rursus eam assumet diuaricationem, quam in naturali propagatione habere potest. neque tamen amittet suum colorem; ergo luminis coloratio præcise non oritur ex radiorum diuaricatione.

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 inuicem parallelæ, non mutari radiorum habitudinem qui consequenter procedunt cum eâdem inclinatione, quam habebant antequam in vitrum inciderent: ergo coloratio non oritur ex ea inclinatione.

Dico Quarto. Probabiliter colorem apparentem nihil esse aliud, nisi inæqualem seu difformem luminis densitatem. Probatur in omnibus allatis experimentis ostendimus, semper inueniri inæqualem seu difformem luminis densitatem, hoc est quod quicúmque radij assumantur plus accedant ad inuicem, quam alij sequentes, & ij rursus magis quàm consequentes, ostendimus item si ad vniformem densitatem reuocentur amitti omnem colorationem, & hoc in omnibus exemplis euenire, neque aliud excogitare possumus, quod omnibus exemplis conueniat; igitur in ea difformitate densitatis in radiis dicenda est posita apparens coloratio. non pono autem colorationem præcise 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, siue lumen dicatur accidens, modò eius propagatio dicatur fieri per lineam rectam, siue dicatur esse substantia, debet autem hæc difformitas esse notabilis, alioquin nihil sensibile sequetur.

Probatur secundò reiectione aliarum omnium modificationū quid enim aliud excogitari potest, non intento vt ostendimus, non qualitas aliqua, non entitas alia adiuncta, deesset enim causa producens, vt iam ostendimus, deniqūe 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 inuenio: ergo bene affero in eo positam esse rationem coloris apparentis, neque inuenio quid aliud dicatur præcipue in opinione asserente lumen esse accidens.

Confirmatur quia facile poterit in ea etiam opinione dici, colorationem illam quæ fit, ex traiectione 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, vt dentur nonnullæ partes diaphanæ, nonnullæ item opacæ; licèt ita permixtæ, vt sensus inter eas distinguere non possit. hôc enim positô, poterunt illæ partes opacæ, ita lumen ad partes detorquere per aliquam minutam reflexionē, vt fiat illa inæqualis luminis distributio. Immò posset probabiliter dici ex varia corporum inæqualitate (in qua colorem



Digitized by Google

permanentem positum esse nonnulli non sine probabilitate existimant) oriri hanc inæqualitatem densitatis, non quidem si comparentur radij 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 radij quos ita reflectunt, aut ad latera detorquent; vt 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 probabiliter posita est coloratio; cùm ergo diversimoda possit esse illa interruptio, diversi etiam generantur colores. Ratio principalis quæ id suadet erit, quod colores vt vocant apparentes, sint aliqua affectio ipsius luminis, nulla autem excogitari potest alia affectio quam ordo propagationis, variáque temperatura luminis minus, & magis densi; favet quòd eô modô explicare etiam possimus colores, quos permanentes dicunt. nam colores apparentes & reales esse eiusdem naturæ facile probatur, quod se invicem intendant, tam enim se invicem intendunt color realis, & apparens, quàm duo appparentes, aut duo colores reales; igitur realis & apparens eiusdem naturæ sunt participes, pariter tàm facile ex duobus diversis coloribus apparentibus, fit tertius color intermedius, quam si misceantur duo pigmenta; immo si colori permanenti superponatur color apparens, tertius enascetur; igitur dicendi sunt color apparens, & permanens esse eiusdem speciei, & naturæ. quod tamen intelligendum est de colore in actu secundo (vt vocant) sumpto. video enim in colore permanente, figuram minutissimarum partium posse esse causam colorationis in lumine, quæ causa permanens est, & semper perseverat; vnde quodcúmque 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 facile locô moveri possint, necessarium est vt ij colores non diu permaneant, vnde 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 vmbra colorem nigrum exhibeat, & lumen colorem album, sicut quantumvis misceantur color niger & albus, non orietur vnquam nisi subcinericius, magis, aut minus ad album vergens, provt plùs de vno 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 vt melius concipiatur sumantur fila alba, & si velis aliqua nigra, quæ vt fiat tela, aut pannus intertexantur quantumvis exquisitô ordine, nunquam tamen pannum rubeum, aut cœruleum efformabis.

R. P. Honoratus Fabry. Hanc colorum rationem tuetur, nempe vt colorem album dicat esse lumen minime interruptum; sed æquabiliter diffusum, vnde fit vt illa corpora dicantur alba in actu primo, quorum superficies minutissimis constant Sphærulis, & horum exempla quamplurima refert, quæ etiam nos suis locis attulimus, idq; confirmat exemplô 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 radij sint valde pauci, ita quæcúmque sunt in vmbra, respectu corporum illuminatorum nigrescunt, cavitates omnes nullum remittentes lumen nigræ apparent. quæ lævigantur vt plurimum in colorem nigrum abeunt; eò quòd deterantur Sphærulæ quibus constabant, inducatúrque lævigata superficies, quæ solare lumen non nisi in vnam 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 æque distare alternásque continere interruptiones, ita vt alternatim radium habeat & vmbram, confirmat autem aliquibus experimentis: flamma fumo coniuncta, Sol per medias nebulas, carbo ob coniunctionem 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, vnde geminos radios cum vna interruptione illi assignat, sic pannus ex tenuissimis filis albis, & purpureis contextus flavus apparet. cæruleus inter rubeum, & nigrum vnũ tantùm habet radium cum duabus interuptionibus, ex cœruleo & flavo fit viridis, qui duas interruptiones & vnum radium, habet dein vnam interruptionem & duos radios, alias combinationes non persequor.

Colores apparentes similem naturam habere opinatur, ita vt ex traiectione 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, nempe 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 facile misceatur, cum minori illo lumine, quod à filis nigris remittitur faciátque potiùs vniformem aliquam radiorum distributionem, quàm veram interruptionem. Hæc tamen vltima responsio non videtur posse subsistere, quia licèt in aëre *id* videatur evenire, non tamen in oculo, cuius christallinus in eâdem parte retinæ, vnit radios ad eamdem partem obiecti pertinentes, quæ responsio valere etiam debet pro radiis ex diversis obiectis prodeuntibus, licet in medio se intersecent. subsistit tamen prima responsio, & confirmari potest experientia in qua est vera interruptio,

Digitized by Google

terruptio, nempe quod si nivem respicias per velum nigrum, cuius textura sit rara, videbitur color rubeus.

Secunda instantia validior est, quod in trigono vitreo non videatur sequi vlla radiorum interruptio, nisi admittatur in corporibus diaphanis aliqua heterogeneitas, quæ tamen communiter non admittitur; quamvis enim si considerentur tres radij 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 vllum 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, vt quilibet expendere possit quid sit in ea probabilitatis, & quænam ex omnibus meliùs experimentis respondeat, solidiúsque difficultates soluat, censent nonnulli lumen esse substantiam tenuem, & fluidam maximo impetu celebratam, cùm ergo sit capax motûs, vt pote quæ per realem lationem ad oculum vsque deferatur, patiatúrque tam reflexionem, quam refractionem, videndum est vtrum per diversum eius 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: præcipue cum colores non generentur, nisi lumen certô, & determinatô modô 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; cuius consequenter partes, licèt ab invicem separabiles, habent tamen aliquam inter se adhæsionem, vt experimur in aqua, sicut ergo aqua sine noua entitate superadita per solam ventorum agitationem, aut illisionem ad cautes. & saxa, quamvis inchoatum prosequatur iter in fluvio; non desinit tamen varias figuras induere, ita vt aut in spumas albescat, aut diversimode fluctuet, immo varios nonnunquam colores, pro varietate crispationum referat; multò magis in salientibus, dum varia ad os salientium foramina imponuntur. in diversas conformatur figuras; ita vt 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 vtrisque loquatur.

Præcipua ratio quæ id suadeat, petitur primò ex reiectione 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, bene hæc profertur, tanquam modificatio luminis necessaria ad colorationem.

Probatur autem Primò, lumen vibratur cum maximo impetu, appellítque ad diversa corpora, & diversimode configurata, sed appellere non potest ad huiusmodi corpora, quin varios motus patiatur, ergo vere illos motus patitur; sed res diversimode mota ad organum sensus delata diversimode illud afficit, præcipuè si diversimode configuretur, ita aliter afficimur. dum pungimur ab aciculis, aliter dũ rebus mollibus tangimur; ita auris aliter afficitur dũ vibrationes aëris lentas excipit, aliter dum incitatiores, immo in vibrationibus Isochronis distinguimus eas quæ à chorda, ab iis quæ à tibia à campana, à tympano, aliísq; quibuscúmq; corporibus producũtur, quamvis ea omnia vt fieri potest concordent. quod autẽ mirum est si afferantur mille homines in eodem tono loquentes, loeutio seu sonus cuiuslibet 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, præcipue dum vrgetur ab alio superveniente lumine. quod valde credibile redditur. exemplô agitationis quam patitur aqua, dum per angustos anfractus coacta, & illisa. ad varie sinuatas lingulas frangitur. vel vt diximus illisus aër in musicis instrumentis, in tot sonos abit.

Quod si in corporum opacorum porulis cogitetur aliqua substantia, adhuc fluidior ipso lumine, & quæ de se sit proprie 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.

Eôdem modô explicatur coloratio luminis transmissi per corpus diaphanum coloratum, nam lumẽ eandem assumit vibrationem, & agitationem dum permeat corpus coloratum, ac si reflecteretur statim, quia eodem fere modo configurata sunt ea corpora, atque adeo sive parum tantum ingrediatur corpus aliquod, sive totum pervadat iuxta dispositionem illorum corporum configuratur. validior erit illa impressio, quæ redundabit in lumen, quoties penetrabit diaphanum coloratum, valde crassum, quàm si minus profundum esset, quia ex repetitione similis impressionis, ea fit vehementior, vnde color evadit magis satur. hæc autem luminis vibratio bene sequitur ex eius interruptione, & discontinuatione quæ fieri non potest in corpore fluido, quin resistendo divisioni crispationem patiatur, ex qua in aquâ, & aëre, generatur etiam sonus. Et hæc bene conveniunt cum ea interruptione corporum quæ ex colore oritur. nã eôdem modô proportionaliter coloratur vitrum quô aqua: sed aqua coloratur per admixtionem verbi gratiâ, ligni Brasiliensis opaci cuius par-



Digitized by Google

tes singulæ opacæ sunt, habetque interruptionem aliquam ergo & vitrum similiter quare ex ea interruptione in partibus diaphanis, oritur & interruptio in lumine.

Probatur Item experimentis supra relatis nempe quod lumen coloretur quoties diuersimode, seu inæqualiter dissipatur, ita vt vbi maior est diffipatio alius color appareat, alius vbi est minor: in hac autem dissipatione formaliter color non potest consistere, quia præcise nihil aliud efficere potest, hæc dissipatio nisi aut interruptionem aliquam, in qua vt ostendimus consistere non potest formalis coloratio, nisi forte subcineritij coloris, aut aliqua minor, & maior intensio, nisi ponatur præterea ex ea dissipatione inæquali sequi posse nonnullam crispationem, quæ bene cohæret cum eius 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 eius locali vbicatione, & situ partium. confirmatur item coloratio quæ oritur, ex corpore permanenter colorato, perit si certa tribuatur lumini dissipatio, aut vnio; sed hoc explicari non potest, nisi per nouam aliam vibrationem ergo in ea coloratio consistit. maior probatur, si in foramine fenestræ cubiculi clausi valde globosam lentem, aut sphæram apponas quâ radios à corpore aliquo bene colorato, & illustri excipias, hi traiecti per lentem, & in chartam mundam incidentes, in aliqua distantia nihil nisi merum lumen ostendent, in alia vero colorem exhibebunt, ergo hæc coloratio quam iuduunt radij, in reflexione à corpore permanenter colorato, posita non est nisi in aliquo situ & dispositione radiorum, in qua tamen præcise non consistit color, sed in vibratione inde orta.

Denique quomodocumque res explicetur certum est in lumine aliquid esse, quod nó erat antea, dum coloratur siue permanenter, siue vt 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 eius distributione, aut saltem cum ea coniunctum esse: non potest esse præcise eius localis propagatio propter rationes allatas nihil potest excogitare quod habeat connexionem aliquam cum eo locali ordine, nisi motus aliquis & quasi vibratio, ergo additur illi hæc vibratio.

Renatus Des cartes in sua dioptrica, alia nonnulla sequitur principia licèt istis valde similia nam primò existimat lumen proprie non esse corpus, sed motum materiæ ætheriæ qui motus sit concitatissimus, quô nempe quasi alternis vicibus hæc materia à sole recedat, expulsa nempe 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 quô 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 vnionem, quamuis non neget, vnam ab alia comprimi posse, dum ergo radius aliquis plurimis globulis constans, ita incidit in trigonum vitreum, vt sequatur inæqualis dissipatio; globuli materiæ æthereæ qui sunt inter alios constituti inæqualiter à circumstantibus comprimuntur, ex quo fit vt non amplius rectum tantum motum habeat, sed addatur illis motus rotationis, globus enim si motu recto delatus, vnâ sui parte magis sistatur, quàm alia incipit rotari, provt ergo hic motus rotationis admiscetur motui recto, (neque enim cessat propterea motus rectus & adhuc defertur ab aliis vicinis partibus & propellitur, vt motum suum rectum continuet) provt 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 vna parte in globulis rotatio superat motum rectilineum, sic exurgit color valde viuidus nempe rubeus vbi minor est compressio, motus rectilineus superat motum volutationis. sic fit languidior color seu cæruleus, intermedij autem colores generantur ex varia mixtione eorum motuum. suam opinionem non aliter probat Cartesius nisi quod ea posita facile 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 iam contingant particulæ luminis, neque cur in condensatione simplici non sistatur omnino motus circularis, nam si lumen quod apparenter coloratur traiiciatur per lentem conuexam poterit condensari, & fieri viuidior, 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 obiectis præter coordinationem porulorum, aut minutissimarum partium quantitatis, quæri potest quid præcise sit color, & quid proprie videatur. Respondeo visionem proprie loquendo esse imaginem aliquam vitalem productam in oculo ab anima, determinatâ nempe per lumen in eo receptum, & illuminantem certam & determinatam partem retinæ, secundum figuram, vt plurimum similem alicui corpori extrinseco, à quo ad oculum lumen profunditur aut saltem reflectitur ita vt si lumen in oculo certam dispositionem partium ei similem, quæ inest partibus luminosi, dicatur luminosum videri, sive facta sit aliqua reflexio, siue nulla. si verò lumen quo ad figuram non seruet amplius eum ordinem qui requiritur vt possit vi illius iudicium ferri, de dispositione partium luminosi; sed tantum de dispositione corporis reflectentis; tunc dicitur videri corpus reflectens. quod pertinet ad colores aliquid potest videri cum perigrinis coloribus, hoc est quamuis vi illius illuminationis quæ inest oculo, possit iudicium ferri de luminoso. alia tamen potest esse luminis modificatio, quam quæ naturaliter sequitur ex tali luminoso;

dicetur

Digitized by Google

dicetur videri luminosũ,ita si bene perpendamus, vt per trigonum solem videmus, & in singulis guttis roridæ nubis, solis imago apparet & proprie sol erit illius obiectum, idem dicendum dum per trigonum spectantur ædificia, arbores & quælibet alia obiecta, quare in omnibus his debent potius obiecta, quam ipsum lumen dici videri, quia potius de obiectis quam de lumine fertur iudiciũ,ita loquendum puto licet 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 siue sub maiori siue sub minori lumine spectentur, quod inquã color,non sit aliquid in ipsis fixũ & stabile nam lumen modò,intensum,modò volunt remissum,hoc est vt 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, siue remissô, siue intenso, eosdem in trigono colores spectari, nihilominus certum est, omnesque fatentur in trigono colores nihil esse, nisi aptitudinem aliquam,ad tali & tali modô ordinãdos luminis radios.secundô falsum est quod iidem omnino colores appareant in maiori & minori lumine, nam etiam pictores dum aliquid illuminatum exhibere debent, aliis vtuntur pigmentis quàm vterentur si idem obiectum in vmbra exhiberent: immo dum perlentem vitream in cubiculi clausi fenestra positam, transmittuntur species visibiles vt vocant notatur in charta alius color obiecti illuminati, alius eiusdem obiecti in vmbra existentis licet maneant in eadem specie, viridis, vel rubei.

Obiicitur tertiò vibratio luminis in qua colorem consistere dicimus non est aliquid sensu perceptibile,sed color est aliquid sensu perceptibile, ergo ea non est color.

Maior probatur quia hæc vibratio ita minuta est vt fugiat omnem sensum Resp. vibrationem illam esse perceptibilem à sensu non tamen cum ea distinctione, qua distinguat vnum eius motum ab alio, hoc est itum eius à reditu, immò in vibrationibus communibus quæ fiunt in chordis minutioribus oculus eas non distinguit, sensus tamen iudicium feret, & distinguet inter vnam vibrationem & aliam, hoc est inter vnum colorem & alium;satius tamẽ est vibrationem illam non vocare colorẽ hoc est colorẽ in actu primo,qui cõmuniter est in obiecto estque dispositio illa pororũ & partium,ad reflectandum tali modo lumen idonea, an vero debeant dici tales etiam colores esse in trigono,respõdeo non debere dici, eò quòd non ex omni parte, & sub omni angulo lumen eô modô remittat quô requiritur, vt dicatur talis color;denominatio autem sumitur ex potiori parte,cùm ergo ex vna tantũ 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, nempe an color remaneat Respondeo facile 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 videó 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. Ideoque iure reprehenduntur Cartesiana figmenta,quod cum sacrosancto Eucharistiæ sacramento non congruant.

*Cum matheses nostra ab opinionibus philosophicis sint independentes eas tantum retuli vt melius quæ sum dicturus intelligantur.quam quisque voluerit sequatur parum interest ad institutum meum.*

## PROPOSITIO I.

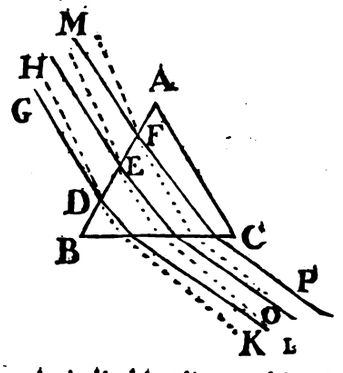
### Theorema.

*In prismate triangulari, ad magnam distantiam, vividiores apparent colores, quam ad paruam.*

Postquàm ea delibauimus quæ ad physicam rationem colorum apparentium pertinent æquum est, vt ad materiam nostram procedamus, & quæ sunt nostri iuris 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 vnde eueniat,vt si lumen solare traiectum per triangulare prima excipias in charta ad paruam distantiam, non erit coloratum, nisi in extremitatibus in spatiis vero intermediis aut nullus,aut modicus color apparebit,si verò eandem charram à trigono remoueas,colores meliùs emicabunt.

Suppono id quod iam suprà explicui, radios solares, sumamus extremos, seu qui ab vtroque solis limbo procedunt, ( possunt autem cogitari intermedij ) intersecari in singuli prismatis punctis, & post duplicem refractionem, ita colora-




ri, vt superioris limbi radius verbi gratiâ HD colorem referat rubeum, qui à limbo inferiore vt GD cæruleum pono dispositionẽ trigoni qualem in figurâ inspicere potes. ostendimus item alios radios procedentes ab eodẽ limbo superiore inuicem parallelos esse propter maximum soli, à terra distantiam;& consequenter æquales pati refractiones & eòdem modô colorari, idem dicendum de radiis inferiotis limbi qui omnes cæruleo colore fulgent In parua autem distantia radij intermedij miscentur, vt in puncto L, vnde in eo puncto, erit permixtio radiorum pertinentiùm ad omnes colores, necessarium autem est vt sequatur confusio nullusque color appareat. In maiori verò distantia, radij se extricant pertinentesque

Digitized by Google

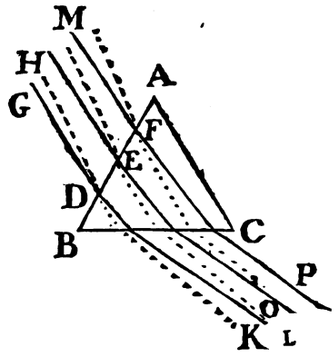
que ad eundem colorem procedunt paralleli posſuntque obtinere ſaltem ſpatium æquale faciei trigoni. nam ſi in figura producerentur omnes radij, videres omnes lineas plenas, ſe expedire à radiis punctum delineatis, & quò longius diſceſſeris, eò plures ſe extricabunt.

## PROPOSITIO II.

### Theorema.

*Si partem faciei priſmatis vitrei tegas corpore opaco in longum porrectô, in parua diſtantia repetetur bis, aut ter idem ordo colorum, in magna vnicus erit ordo.*

In eodem priſmate triangulari ſupponatur tegi punctum E, reliquáque puncta ipſi reſpondentia, ſecundùm lineam rectam extenſam in longitudinem priſmatis. ceſſabunt radij E O, E L, 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 huiuſmodi interceptionem radij EL eſſe diſtinctus, & impermixtus cum aliis, & colorem cæruleum ſibi proprium exhibebit, idem dicito de radio F O, qui antequam interciperetur radius EO, cum eo confundabatur.

Ad magnam tamen diſtantiam id non evenit. nam radij omnes paralleli, ab aliis ſe extricant ad magnam diſtantiam, erúntque radij F P, E O, DL contigui ſicut pariter radij FO, EL, DK contigui erunt, & ſeparati ab aliis. quare ſi tegatur pûnctum E; ceſſabit quidem in aggregato radiorum pertinentium ad colorem rubeum, radius vnus; & pariter in aggregato radiorum cæruleorum alius radius, neque tamen aggregata ipſa locũ, aut ordinem mutabunt. igitur ſi tegatur pars faciei alicuius priſmatis triangularis. vitta aliqua ſecundùm eius longitudinem extenſa in parua diſtantia fient plurimi colorum ordines, in magna verò vnicus erit ordo. quod erat demonſtrandum, & colores dilutiores erunt, & conſonat experientia.

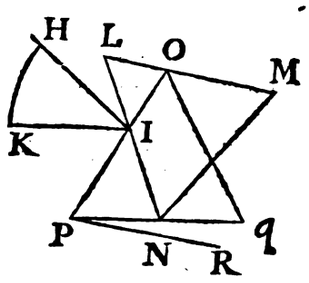
## PROPOSITIO III.

### 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 vt generentur colores apparentes: dico quod ſi Sol deſcendat pluribus gradibus, fore vt ſimiles colores appareant.

Primò quidem experientia id oſtendit, obſervavi enim Sole ſupra horizontem elevato gradibus circiter 45. qualis eſt angulus HIK. ita vt radius ſolaris eſſet HI, trigono LMN, ita diſ-




poſito vt eius vnum latus M N eſſet parallelum horizonti; radium per N, cuſpidem inferiorem tranſmiſſum exhibere colores Iridis, & detorquendo trigonum, ita vt punctum L tranſeat in punctum O; & trigoni latus P q. fiat ferè parallelum horizonti; notaui radium per cuſpidem P, tranſmiſſum ſeu eundem radium HI colorati. videamus autem quam inclinationem habeat radius HI, cum latus LM, ſit parallelum horizonti hoc eſt lineæ KI, erunt anguli alterni MLI, LIK æquales; eſt autem angulus L graduum 60. angulus nempe trianguli æquianguli, ſeu tertia pars duorum rectorum, eſt ergo angulus KIL graduum 60. & cũ angulus KIH eſſet 45. angulus HIL erit graduum 15. & complementum eius 75 inclinatio. notaui ſecundo eoſdem colores generari, latere Pq fere parallelo horizonti. ponamus deficere gradibus 10. ita vt P R, 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 PIH 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 paulo latiores.

## PROPOSITIO IV.

### Theorema.

*Quomodo ſe habeant radij tranſmiſſi per trigonum in variis inclinationibus.*

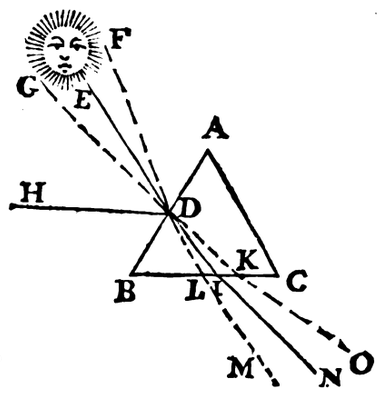
Conſiderabimus in hac propoſitione radios extremos ſolis cum centrali. Sit ergo triangulum ABC, ſoli expoſitum ſitque radius ED centralis, & inclinatio HDE, graduum 30. cui ab aëre ad vitrum in tabulis refractionum reſpondet angulus refractus 19. 30. cuius complementum erit angulus BDI, nempe 70. 30. & quia angulus B eſt graduum 60. angulus D I B, reliquus ad duos rectos erit graduum 49. 30. cuius complementum 40. 30. erit inclinatio radij D I ad ſuperficiem BC.

Digitized by Google

B C. & quia angulorum refractorum ſinus ſe habent vt ſinus angulorum inclinationis per primam Dioptrices; ſi fiat invertendo quia procedit tur à denſiori ad rarius, vt ſinus 19. 30. ad ſinum 30. ita ſinus 40. 30. ad ſinum 76. 36. illius complementum graduum 13. 24. erit angulus NIC nempe grad. 13. 24.

Simili methodô habebimus reliquos angulos nempe angulum MLC graduum 14. 7.
angulum N I C 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 fere æqualis eſt angulus IDK. atque hæc dum inclinatio radij centralis erit graduum 30.




In quo vides obſervari id quod diximus ſupra. nempe minus diſpergi radium inferiorem qui rubeum colorem exhibet quam ſuperiorem.

Expendamus in aliis inclinationibus, v.g. 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 C I N graduum 21. 46. angulum MLC graduum 32. 5. vnde differentia inter primum & ſecundum erit min. 21. differentia inter ſecundum & tertium vbi 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 vbi color cæruleus eſt min. 15. ſecundi à tertio vbi color rubeus min. 14.

Poſſem cæteras omnes inclinationes perſequi, mirum autem eſt quod tam modica inæqualitas inter divaricationes radiorum tam mirabilem effectum producat.

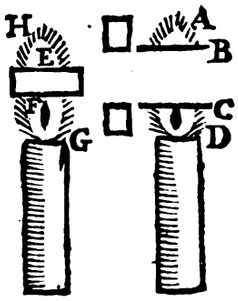
## PROPOSITIO V.

### Theorema.

*Color determinatus non ſibi vendicat determinatum angulum.*

In figura ſuperiori ſit color rubeus repræſentatus per radium LM, procedátque à ſolis margine ſuperiori: dico, talem colorem non ſibi vendicare angulum aliquem peculiarem, v.g. non determinari ad talem colorem per determinatam inclinationem. ponatur enim radius F D, colorem rubeum generans inclinari ad ſuperficiem A B gradib. 40. 15. radius ED gradibus 40. & radius GD gradibus 39. 45. dico ſi ita moveatur trigonum, vt radius FD colorem rubeum repræſentans inclinetur tantum gradibus 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 fere 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. vt quilibet experiri poteſt, & nos notavimus quod ſub illis omnibus inclinationibus indicatis ſupra propoſitione tertia. idem colorum ordo obſervetur; quamvis ſucceſſive idem radius, per motum trigoni per omnes inclinationes tranſeat.

Immo experti ſumus in face ſatis magna, per trigonum viſa, cuius facis ſuperior limbus rubeus erat, & inferior cæruleus; quòd tegendo partem illius ſuperiorem, non propterea deſinebat color rubeus ſed deſcendebat, ita vt in confinio ſeu extremitate ſuperiori partis detectæ, ſemper appareret color rubeus. Sit enim flamma candelæ A B, 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 intermedij, 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 deferet partem B, & deſcendet, perſeverantibus coloribus cæruleo in puncto D, & viridi in C.

Si vero 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 vt tegatur illius pars EF, in F, erit color rubeus exinde deſcendo 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 vnum, modò alium colorem repræſentare, ergo nullus ex coloribus apparentibus peculiarem ſibi angulum vendicat. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO VI.

### Theorema.

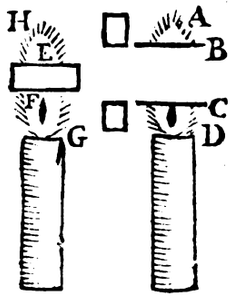
*Quilibet radius determinatur à vicinis, vt potiùs vnum colorem exhibeat, quam alium.*

Conſideretur quilibet radius verbi gratia, radius



Digitized by Google

procedens ex B, dico eum radium determinari à vicinis ad hoc vt potiùs vnum colorem, quàm alium exhibeat. nam vt dicatur determinari à vicinis ad hoc vt potiùs vnum colorem repræsentet, quàm alium; nihil aliud requiritur nisi vt ex varia coniunctione vicinorum radiorum cum ipso, non coincidentium, modò vnum, modò alium colorem exhibeat. Sed hoc accidere manifeste convincit superior experientia. nam idem




radius B, qui detectâ totâ face flavuus erat, si tegatur pars AB, ita vt in eo sit confinium lucis & vmbræ & lux sit inferior, vmbra superior exhibebit rubeum colorem, si vero pars B D, tegatur; ita vt in B, sit confinium eiusdem lucis & vmbræ, & vmbra sit superior dabit cæruleum si tota B D, non tegatur in eo erit color viridis. ergo quilibet radius iuvatur à vicino ad hoc vt vnum colorem potiùs reptæsentet quam alium. Pariter facis G H tegatur pars E F, dividatúrque obice E F in duo luminosa, exurgent duo colorum ordines, in H erit rubeus color, in E cæruleus & alij intermedij. 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 radij inæqualiter disperguntur, radius quilibet à vicinis, iuvatur & determinatur, vt hunc potiùs quam illum colorem repræsentet. quod erat ostendendum.

## COROLLARIVM.

Eô experimentô facile comprobatur, interruptionem aut separationem, non nihil violentam, à vicinis radiis posse aliquem colorẽ lumini tribuere, scilicet distractionem illam, in eo vibrationem & tremorem aliquem producere, ita vt aliô modô vibretur lumen, dum ab vno tantum radiô separatur, hoc est ab vna tantum parte, quam si hinc inde à duobus circumstantibus seiungeretur. 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 vnicum tantum tangit, multò velocius rotetur fiátque color rubeus. habet tamen instantiam contrariam secundum 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 rotationem minorem esse, dum vtrínque aliis globulis tangitur quam si ex vna tantum parte comprimatur. Atque hæc in vtrámque tantum partem dici possunt. In opinione communi existimante lumen esse qualitatem, vix invenire possum rationem cur radius qui tinctus est colore verbi gratia rubeo, si illi addatur alius vicinus qui in eodem cum ipso subiecto, non erit; sed tantum in vicino verbi gratia aëre iam incipiat aliô colore fulgere. si addantur ex vna parte plurimi radij sitque extremus, ex illa parte denuo fiat rubeus, si ex alia parte plurimi addantur radij, fiátque extremus versus illam partem fiat cæruleus. fiet in vtráque casu tam bene impermixtus cum aliis, quare vix invenio vbi pedem figam, nisi dicatur ex coniunctione 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 iam præexistente, nisi dicatur dum nova luminosi pars detegitur; qui est modus novi radij adiungendi, 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, ideódio novæ exurgant interruptiones. quidquid tamen sit de his opinionibus quæ philosophicæ sunt, constat tamen propositio nostra mathematica radium quemlibet determinari à vicinis, vt colorem aliquem referat.

## ROPOSITIO VII.

*Obiecta illustria satis magna non apparent colorata nisi in extremitatibus, aut in medio fiat aliqua vmbra.*

Sit aliquod obiectum valde illustre satis magnum verbi gratia murus vniformiter dealbatus, dico si tale obiectum respicias trans trigonum vitreum, colores apparituros tantum in extremitatibus, & vbicúmque erit vmbra aliqua. nam (*per primam huius*) traiectô lumine per prisma triangulare, in parua distantia radij ad diversos colores pertinentes permixti sunt, solíque extremi seiuncti sunt; igitur in medio color nullus, aut modicus apparere debet. Hæc ratio non convincit, immo videtur esse sophistica. nam licet radij pertinentes ad diversos colores in medio permixti sint, eos tamen separat christallinus, qui omnes parallelos, & pertinentes ad eandem subiecti partem vnit in eadem parte retinæ. vnde non est eadem ratio colorum exceptorum in charta, & exceptorum in retina, eò quòd ante chartam, non apponatur lens christallina quæ radios parallelos vniat. quare ad alia principia necessario debemus recurrere: nempe quod radij intermedij, à vicinis confertis & multis adiuventur; & quasi corroborrentur ex quo fit, vt nullus color apparere possit. vnde dicendum est lumen tantum in vmbram desinens posse habere eam aut distractionem, aut interruptionem, aut vibrationem quæ ad colores pertinet, vnde si processus luminis sit à mera luce, & vivida ad vmbrã ex ea parte quà radij 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 vmbram verſus eam partem quâ radij magis, & magis diſperguntur, fit etiam proceſſus à luce candida ad viridem, purpureum, & cæruleum.

## PROPOSITIO VIII.

### Theorema.

*Singuli ordines à luce pura, ad limbum ſiue rubeum, ſiue cæruleum non obtinent dimidiatum gradum.*

Hæc propoſitio potiùs habetur experientiâ, quam aliqua ratione à priori, ſi enim quilibet ſpectet obiectum in quo ſit aliqua vmbra, ſpectabit vmbram illam colorari vel rubeo colore, vel cæruleo, videbit autem zonam illam coloratam, nempe à luce candida & pura, ad vſque rubeum limitem non excedere minuta circiter viginti, hoc eſt ſub angulo circiter 20 minutorum.

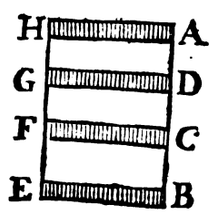
Si verò ſit obiectum illuſtre, hinc inde terminatum geminâ vmbrâ, quod aſpiciatur ſub angulo ſemigradûs, aut ad ſummum quadraginta minutorum, illud inquam obiectum à medio, in quo nonnihil lucis meræ, & puræ apparebit ad vtrúmque marginem ſive cæruleum, ſive rubeum, vix obtinebit viginti minuta.

## PROPOSITIO IX.

### Theorema.

*Si obiectum illuſtre trans trigonum vitreum, ſpectatum; variis vmbris interrumpatur color rubeus in ſingulis eandem partem obtinebit.*

Sit obiectum illuſtre verbi gratia cancelli AE, interrupti variis vmbris G D, F C, quas efficiunt




regulæ ex quibus componuntur. ſi ſub AH, ſit color rubeus, erit item color rubeus ſub G D, & ſub FC item rubeus, ſupra E B erit color cæruleus, ſupra CF, & GD. pariter color cæruleus apparebit. nam rectangulum AG, habet vicem vnius obiecti in quo ſi radij ſuperiores minus diſpergantur, quam inferiores in ſuperiori parte erit robeus color, & ſupra G D cæruleus, rectangulum item D F, habebit vicem alterius obiecti, in quo pariter radij ſuperiores minus diſpergentur, quam inferiores quare immediate infra vmbram G D erit color rubeus, & immediate ſupra vmbram CF, erit color cæruleus, idem dicito de alia parte BF. Si verò neque in GD, neque in FC, eſſet vlla interruptio, totum obiectum AE, ſe haberet per modum vnius obiecti, & quia rubeus color ſemper eſt prope vmbram ex ea parte in qua radij minus diſperguntur in A H tantum erit rubeus color, pariter quia cæruleus color ſemper eſt prope vmbram ex ea parte, in qua radij magis ſeparantur, ab invicem in B E tantum erit color cæruleus. vnde qui colores iridis cum ſucceſſu iucundo per trigonum videre cupit, is aſpiciat obiectum aliquod multis vmbris interruptum.

## PROPOSITIO X.

### Theorema.

*Radij colorati lente concaua excepti dilatantur, lentè polyoptra ſeparantur retinéntque ſuum colorem lente verò conuexa, in ipſo foco ſuum amittunt colorem, eúmque poſt focum recuperant.*

Sint radij colorati, ex tranſmiſſione per priſma triangulare; hos primùm excipe lente concavâ: dico fore vt diſſipentur, ſeu dilatentur; ſuum tamen retineant colorem. nam proprium eſt lentis concavæ, vt radios parallelos diſtrahat ſeu divaricet, divaricatos adhuc magis diſtrahat, & hôc vniformiter; ergo non magis miſcebuntur radij, quàm antea miſcebantur, eodémque modô 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 radij colorati lente polyoptra, diſtrahentur, ſeu ſeparabuntur, ſingulæ tamen partes ſuum colorem retinebunt, quamvis enim dum deeſt, aut intercipitur vnus radius, antequam coloretur, ſeu incidat in priſma triangulare; alius plerúmque ſuum mutat colorem vt 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 coniungantur plures radij diverſæ colorationis fit aliqua media, & ſæpe nulla coloratio, poſt ſeparationem tamen quilibet ſuam propriam conſervat. vnde ſi lentem convexam apponas radiíque vniantur, in ipſo foco; nullus erit color propter mixtionem radiorum diverſæ colorationis. At verò poſt ſeparationem quilibet radius propriô colore fulgebit.

## COROLLARIVM.

Ex hoc methodum habebis colorandi totum aliquem parietem, ſi enim plurima trigona, ita inter ſe coaptes vt eundem ſitum reſpectu ſolis obtineant, tranſmiſsóſque radios excipias plurimis lentibus concavis inter ſe coaptatis paries fere 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 radij ſe habeant.

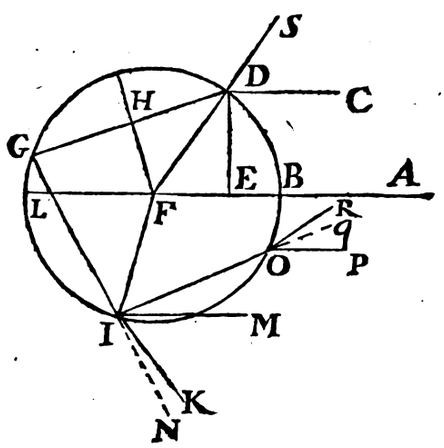


Digitized by Google

## 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 & vnicam reflexionem. ita tamen vt radius qui pingitur colore cæruleo, productus vlteriùs, paulò minorem angulum, cum axe comprehendat quàm qui colorem rubeum exhibet. Idem proportione dicendum eſt per duplicem reflexionem circa angulum 52. aut 54. colores Iridis apparent, ita vt radius qui cæruleum repræſentat productus paulo maiorem 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, vt aſſignemus aliquam rationem, propter quam potiùs ſub angulo graduum 45. quàm ſub aliquo alio colorentur radij ſolares per vnicam reflexionem & duplicem refractionem; Carteſius exiſtimat, rationem eſſe, quod ex omnibus radiis, qui per duplicem refractionem & vnicam reflexionem, ad noſtrum oculum pervenire poſſunt, qui ſub angulo graduum 45. ad nos perveniunt ſint confertiores, idque probat Trigonometrice. Quod vt præſtet quærit omnes angulos qui fieri poſſunt.




Proponatur Sphæra vitrea D G I, ſitque eius axis AF radius ſcilicèt à Sole per centrum Sphæræ ductus. incidátque alius radius D C ipſi parallelus, hoc eſt à Sole ductus (parallelæ enim ſunt omnes lineæ à centro Solis ad diverſas terræ partes, ductæ; propter maximam Solis à terrâ diſtantiam) hunc radium magis, & minus removebimus, ab axe AF, vt experiamur varios caſus; ita igitur removeatur vt linea DE, ſinus rectus arcûs DB, ſit partium 9000. qualium ſemidiameter eſt 10000. hoc eſt ſit arcus BD circiter graduum 64. 10. fiátque refractio in puncto D, qualis in aquâ contingit. ſitque radius D G refractus. dividatur linea D G bifariàm in puncto H, ducatúrque linea F H. Primò linea D E eſt ſinus anguli D F E, cui æqualis eſt angulus inclinationis S D C, lineæ enim D C, A F ſunt parallelæ. Item linea HF, eſt ſinus anguli refracti HDF, & HD, eſt ſinus complementi eius nempe anguli H F D, eſt autem ratio anguli inclinationis, ad ſinum anguli refracti in aqua. vt 4 ad 3. aut 25 ad 18. aut vt 250 ad 187. fiat ergo vt 250 ad 187. ita 9000 ad HF, 6751. innoteſcétque angulus H D F grad. 42. 18. & HFD eius complementum grad. 47. 42. & conſequenter totus arcus D G erit graduum 95. 24. cui æqualis erit arcus G I, propter æqualitatem angulorum incidentiæ & reflexionis, (fit enim reflexio in puncto G vt ſupponimus) eritque angulus inclinationis G I F, æqualis angulo GDF. tota autem circumferentia facile innoteſcit additione arcus BD grad. 60. 10. & arcus 95. 24. bis ſumpti, erit ergo graduum 255. qui ſi auferatur à circulo reſtabit arcus I B graduum 105. quæratur angulus N I M, qui æqualis eſt angulo ALI, angulus autem B F I, æqualis eſt duobus oppoſitis (*per* 32. 1.) quare erit graduum 105. & angulus FIL, æqualis angulo refracto G D F. 42. 18. quare angulus N I M erit 64. 42. angulus inclinationis in puncto D erat 64 10. angulus refractus F D G inventus eſt 42. 18. refractio erit circiter 22. quando autem fit refractio à medio denſiori ad rarius, mutatur angulus refractus in angulum inclinationis eſtque 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 N I M iam cognito nempe 64. 42. reſtabit angulus KIM graduum 42. 42. qui quærebatur.

Hôc modô conſtituemus tabulam integram ſumendo lineam D E, modò maiorem, modò minorem, per intervalla æqualia, & perſequendo omnes caſus, vt videamus in quibus caſibus ſint confertiores radij, quod vnum quærebat Carteſius.

Quia autem non tantùm vnicâ reflexione, ſed etiam duplici videntur colores, ideò vlteriùs proſequi debemus radium G I, cuius aliqua pars refringitur in I K, alia verò reflectitur in I O. erítque pariter arcus I O graduum 95. 24. propter æqualitatem angulorum, in reflexione factâ in puncto I. Si ergo auferas ter 95. 24. & arcum DB iam cognitum 64. 10. reſtabit arcus O B 9. 38. angulus inclinationis in tali caſu erit I O F, æqualis angulo H D F 42. 18. huic etiam æqualis eſt angulus F I O, (*per* 5. 1.) item angulus GIF. quare totus GIO, illius duplus erit 84. 36. invenimus autem angulum N I M 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 R O q, qui ſi addatur angulo qOP, fiet totus angulus ROP 54. 48. erit igitur 54. 48. vnus ex angulis quos faciet cum axe, aliquis radius pertingens ad oculum poſt duplicem refractionem & reflexionem.

Simili

Digitized by Google

| 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. |

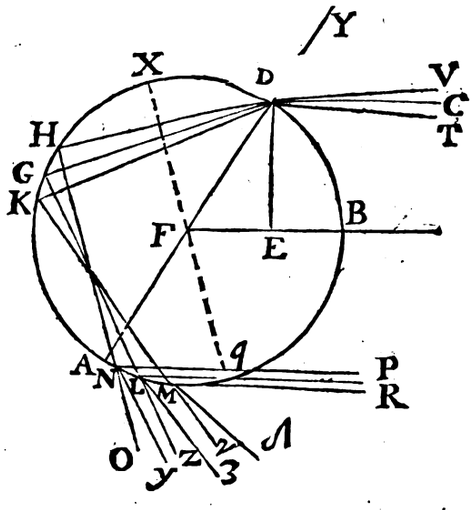
Simili methodo omnes casus persequemur, vnde tabulam conficiemus, qualem hic subiecí. in qua notandum est, quod plures radij respondeant angulo circiter 41. in vnica reflexione, & angulo circiter 54. in duplici reflexione quam quibuslibet aliis angulis partes enim æquales lineæ E D, denotant radios solares 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 vno 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 radij solares quantumlibet vniti lente convexa, aut speculo concavo, colores nullos exhibent, vnde alia nobis via tentanda est.

## PROPOSITIO XI.

### Theorema.

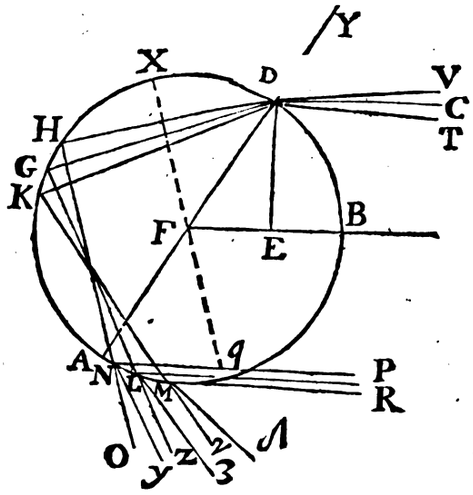
*Radij solares inæqualiter dispergantur circa angulum gr. 41. min. 30.*

Ex præsuppositis principiis circa trigonum facile per Trigonometriam ostendemus circa angulum graduum 41. 30. pro primaria Iride radios solares inæqualiter distrahi, in quo supra voluimus positam esse colorationem. ostendemus autem primò circa angulum graduum 41. 30 id accidere, ostensuri postea circa alios id non accidere. 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 radij, eò quod linea FDY, sit perpendicularis ad superficiem Sphæræ. quia autem Solis semidiameter apparens est circiter min. 15. cogitentur radij Solis extremi D T, D V, erúntque anguli inclinationis YDV grad. 57. 57. 46. YET 58. 27. 46. fiat vt 250. ad 187. ita sinus singulorum angulorum inclinationis YDV, YDC, YDT ad angulos refractos sibi respondentes, invenientúrque anguli refracti ADK 39. 21.2. ADG 39. 28.42. ADH 39. 36. 25. & quia anguli prædicti fiunt in circumferentia, erunt arcus A K 78. 42. 4. AG 78. 57. 24. AH 79. 12. 50. & reliqui ad semicirculum, K D 101. 17. 56. G D 101. 2. 36. H D, 100. 47. 10. pariter ablatô angulô refractô, ab angulo inclinationis habebitur refractio respondens radio DV graduum 18. 36. 44. refractio radij DC 18. 44. 4. & radij DT 18, 51. 11.




Vt habeatur angulus quem comprehendit vltimus radius cum axe, aut linea illi parallela, verbi gratia vt habeatur primo angulus YNP; quæri debet angulus ONP. ex quo auferenda est refractio O N y, quæ æqualis est refractioni factæ in puncto C, mutatô scilicèt angulô 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, vt autem habeatur angulus ONP ducatur linea Xq parallela lineæ H N; erítque arcus qNHX semicirculus, & H X semidifferentia. auferatur ergo

arcus HN, qui æqualis est arcui HD, ex semicirculo vt habeatur semidifferentia H X 39. 36. 25. quæ auferenda est ex arcu HD, graduum 100. 47. 10. relinquiturque arcus XD 61. 10. 45. cui si addas arcum BD 58. 12. 46. erit arcus X B seu angulus XFB aut HNP graduum 119. 23. 51. & reliquus 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 ♌MR graduum 41. 13. 36.




Recedit ergo radius ♌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.

## COROLLARIVM.

Ex præcedenti doctrina color rubeus erit in radio y N, & color cæruleus in radio ♌M, quia plus divaricantur radij in ♌M, quam in yN, quare sub minori angulo apparet color cæruleus nempe sub angulo 41. 13. color rubeus sub maiori 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 LP 40. 56. 32. & angulus ♌MR, graduum 40. 45. 0. pariter plus recedit radius ♌M, à radio β L nempe 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 vltimi radij 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.

*Radij solares circa alios angulos præter circa angulum graduum 41. dispergentur æqualiter post vnicam reflexionem, & duplicem refractionem.*

Vt nihil desit ad probationem explicationis nostræ ostendere debeo sub aliis angulis radios solares post duplicem refractionem, & vnicam 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 DB, seu angulus Y DC erit graduum 44. 25. 45. cui respondet angulus refractus ADG 31. 34. 28. inclinationi YDV gr. 44. 10. 45. respondet angulus refractus ADK 31. 25. 15. denique inclin. YDT, grad. 44. 25. 45. respondet angulus refractus ADH 31. 43. 30. eruntque arcus KD 117. 9. 30. DG 116. 5. 4. HD 116. 23. 0. perfectáque tota operatione invenio angulum ♌MR, gr. 37. 3. βLP gr. 37. 36. & ang. YNq gr. 37. 49. differentia vtrobique minut. 23. quare radij æqualiter dispergentur.

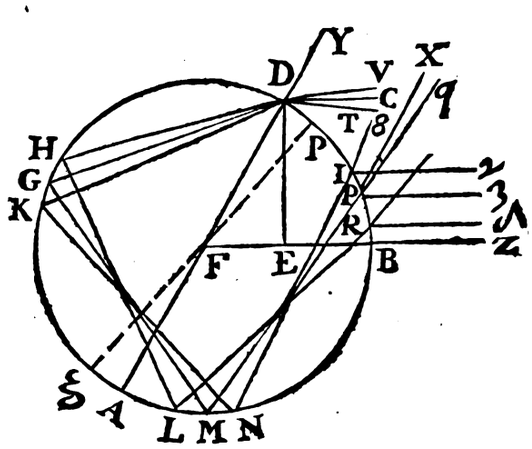
Secundum exemplum erit in quo linea DE erit partium 9500. angulus Y D C graduum 71. 49. subductis autem calculis invenio angulum ♌MR graduum 37. 26. 12. angulum βLP graduum 37. 36. 14. & angulum y N q grad. 37. 35. 14. differentia vtrobique min. 5. quare ibi etiam æqualiter radij dispergentur. cui licuerit per otium fas erit aliis in angulis experiri & vbique æqualitatem inveniet, aut saltem non tantam differentiam qualem invenimus circa angulum 40. & 41.

## PROPOSITIO XIII.

### Theorema.

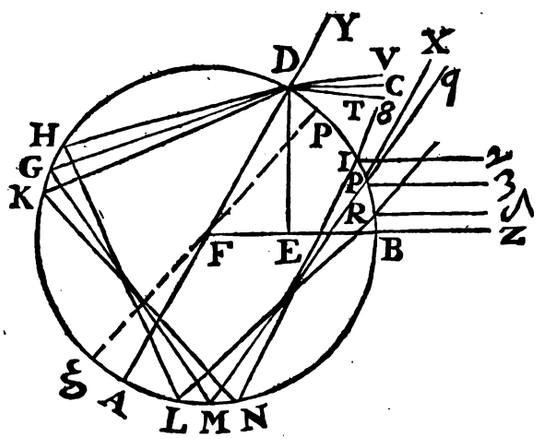
*Post duplicem in Sphæra aquea refractionem & reflexionem, radius solaris circa angulum 54. dispergitur inæqualiter circa reliquos æqualiter.*

Pro Iride secundaria experiri debemus an circa angulum aliquem, radij 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 YDC esse graduum 44. 25. 45. vt accidit dum linea DE est partium 7000. radius incidens C D, refringatur in D G, reflectatúrque in G M, atque iterum in M P, & refringatur in PX, quæritur angulus XPβ. qui ita innotescet. si fiat vt 250. ad 187. ita sinus anguli incidentiæ YDC, ad angulum refractum A D G innotescet angulus

angulus ADG, qui cum sit in circumferentia arcus AG, erit eius duplus qui subductus à semicirculo relinquit arcum DG, arcus autem D G, tri-




plus erit circumferentiæ DGMP, cui si addas arcum DB iam cognitum, eo quod supponatur linea D E, 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 methodô habebis angulum θIγ, & angulum SRΛ, atque ita invenio. supponendo lineam DE esse partium 7000. angulum maiorem nempe θ I γ graduum 80. 5. & 30. angulum XPβ. graduum 79. 24. 42. denique angulum SRΛ graduum 78. 45. 30. vnde 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 vero ponatur linea D E esse partium 8000. & consequenter arcus B D. gr. 53. 7. 50. subductis calculis invenio angulum θ I γ, gr. 66. 18. 40. angulum X P β. gr. 65. 44. 52. & angulum SRΛ gr. 65. 11. 10. differentia primi à secundo. min. 33. 58. secundi à tertio mi. 33. 42. ibi etiam erit æqualitas & nulla coloratio.

Ponatur linea D E esse partium 8500. arcus BD 58. 12. 46. erit angulus θIγ. gr. 60. 4. 20. angulus XPβ gr. 59. 33. 20. & angulus SRΛ gr. 59. 2. 2. differentia primi à secundo 31. 0. secundi à tertio min. 31. 18. ibi quóque erit æqualitas.

Supponatur linea DE esse partium 9000. & arcus BE gr. 64. 9. 40. erit angulus θ I γ. gr. 54. 53. 20. angulus 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 maiorem angulum comprehendit quam qui minorem.

## COROLLARIVM.

Color cæruleus sub maiori angulo, rubeus sub minori.

Ponatur denique linea D E partium 9500. & arcus DB, graduum 71. 48. 35. in ea hypothesi invenitur angulus θ I γ. 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.

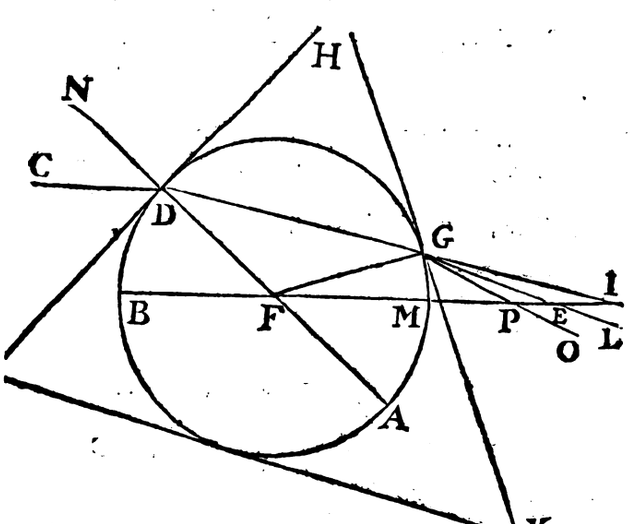
Solus angulus 54. aptus est ad secundariæ Iridis generationem.

## PROPOSITIO XIV.

### Theorema.

*Radius solaris, post duplicem in gutta Sphærica refractionem sine vlla reflexione, colores Iridis repræsentat circa angulum graduum 23.*

Sit radius solaris C D, ita incidens in guttam vt arcus BD sit graduum 41. 57. 30. factâ regula proportionali vt 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. & D G graduum 120. ad lineas FD, F G ducantur perpendiculares DH, H G, quæ tangent circulum in punctis D, & G, perficiatur igitur triangulum circumscriptum.

Demonstratio. Radius incidens C D, eadem patitur refractiones in circumferentia D G A, ac pateretur in lineis tangentibus DH, HK, eò quòd in punctis D & G, circumferentia congruat cum tangentibus. Sed si essent lineæ tangentes seu superficies

Digitized by Google

perficies trigoni, hic radius coloratetur, vt ſupra oſtendimus, ergo in hoc caſu radius etiam colorabitur. vt 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 F G I eſt exterior, vnde (*per* 32. 1.) erit æqualis duobus oppoſitis GFI, GIF; habebitur autem facile angulus G F I, ſeu arcus GM, cum enim arcus DG ſit graduum 120. & arcus DB 41. 57. 30. erit totus arcus BDG 161. 57. 30. & arcus G M reliquus ad ſemicirculum gr. 18. 2. 30. quare angulus F I G erit 11. 57. 30. angulus item refractionis LGI, (qui æqualis angulo refractionis factæ in puncto D, cum angulus inclinationis F G D æquetur angulo refracto F D G.) facile innoteſcit ſubductô angulô refractô FDG graduum 30. ex angulo inclinationis N D C 41. 57. 30. quare totidem graduum erit angulus refractionis GDI, eſt ergo angulus GEM vtrique æqualis (*per* 32. 1.) graduum 23. 55. & angulus L E I totidem graduum erit. quod erat demonſtrandum.

### COROLLARIVM.

In guttâ Sphæricâ poſt duplicem refractionem ſine vlla reflexione, ſub maiori angulo videtur color rubeus quàm cæruleus. vidimus enim in trigono ſub minori angulo comparativè ad ſuperficiem trigoni ſpectati colorem rubeum, quàm cæruleum. Sit ergo radius G L repræſentans colorem cæruleum, erit radius G O exhibens colorem rubeum, & comprehendens cum ſuperficie trigoni minorem angulum. Sed comparative ad axem IM. erit (*per* 26. 1.) angulus GPM, maior angulo GEM, & conſequenter angulus OPI, maior angulo LEI. quod erat demonſtrandum.

## PROPOSITIO XV.

### Theorema.

*Si gutta Spherica Sole illuſtretur tres effundet ſuperficies conicas coloratas.*

Sit Sphæra A, diaphana, vitrea, aut chriſtallina, ſolida, aut ſaltem aquâ plena & illuſtrata. dico fore vt tres conicæ ſuperficies contextæ ex radiis ſolaribus coloratis exeant, quarum duæ per reflexionem regredientur, verſus Solem, vnáque cum axe angulum comprehendet circiter graduum 41. ſecunda angulum 54. tertia denique in parte ſoli oppoſitâ, cum axe comprehendet angulum circiter graduum 23. Oſtendimus enim quoties radius aliquis poſt vnicam 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, cuius ſuperficies AB, C D, omnes radij in eius ſuperficiem cadentes ita ſe habent, volo enim radios AB, C D ſimiliter inclinari, ita vt producti comprehendant cum axe angulum grad. 45. volo item Solem eſſe in linea IH, ita vt radij incidentes ſint GK, LE, qui refracti in GH, EF, & reflexi in HC, & FA. iterum refringantur in A B, C D. locus autem in quo exit talis radius ſeu arcus C M erit graduum circiter 100. eôdem modô oſtendemus in N O, P q, radios coloratos è gutta egredi, comprehendentes cum axe angulum gr. circiter 54. eſſéque arcus M N, M P circiter graduum 26. idem dicito in R S T. radij A B, C D primariam Iridem producunt, radij N O, P q ſecundariam. radij, R S, T R coronam, vt oſtendemus.

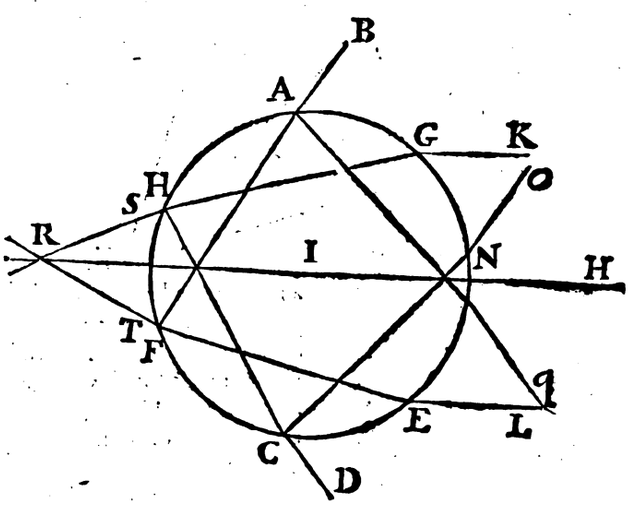
*Hanc radiorum inæqualem diſtractionem excogitauit P. Grimaldi, non tamen eam examinauit rigoroſe, vt præſtiti præcedentibus propoſitionibus.*

## PROPOSITIO XVI.

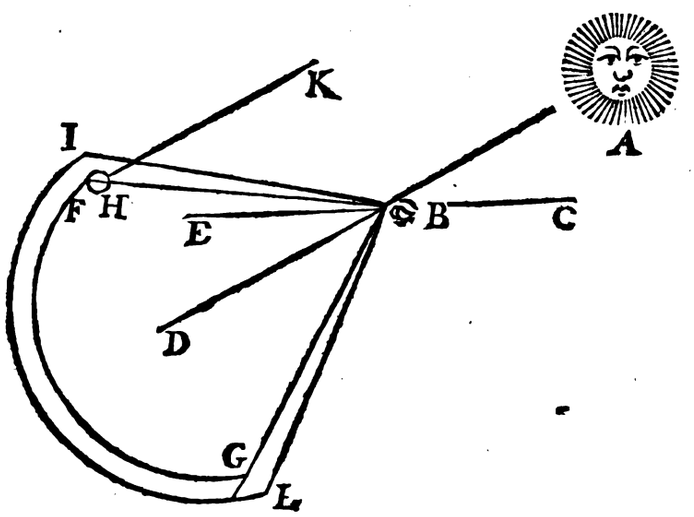
### Theorema.

*Sole lucente & minus quàm grad. 41. Eleuatô ſi pluat Iris neceſſario apparet ad ſenſum circularis.*

Iam verſamur in materiâ mathematicâ figuram enim Iridis attingimus. *Sit igitur Sol in A. minùs* quàm quadraginta, & vno gradibus ſupra horizontem elevatus. Sit oculus reſpicientis B, ducatur linea A B, quæ vlteriùs intelligatur produci in D. ſit linea horizontalis CBE. intelligatur aliquis conus BFG, cuius vertex oculus B baſis circulus FG, axis DB, & angulus FBD, ſit circiter 41 graduum. quia autem angulus ABC, ſupponitur




Digitized by Google




tur minor quadraginta, & vno gradibus cui æqualis est ad verticem angulus E B D, erit angulus FBD maior angulô E B D, atque adeò aliqua pars coni F G, extabit supra horizontem pluat ergo ita tamen vt Sol luceat & illuminet guttas decidentes, dico quod quæcúmque guttæ erunt in superficie coni FG, 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. *huius*) 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 K H, sit physice parallelus lineæ BD. nam vtérque à Sole procedit; (*per* 27. 1.) erunt anguli alterni DBH, KHB 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 successive omnes induet. nam (*per coroll. propos.* 9.) sub angulo graduum 41. 51. videtur color rubeus sub paulo minori graduum 41. 30. viridis si ergo intelligantur plures superficies conicæ, eundem habentes verticem B; quarum bases sint concentricæ, ita vt prima cum axe angulum graduum 41. 51. alia 41. 30. & altera graduum 41. 17. comprehendat, gutta H, successive in illis superficiebus versabitur, variósque successive angulos comprehendet, atque adeo varios colores induet: hoc est, dum versabitur in superficie coni superioris rubeum; dum in superficie medij viridem; dum in superficie infimi cæruleum colorem repræsentabit. Quod autem nulla in Iride discontinuitas animadvertatur, ex eo provenit quod guttæ decidentes sint plurimæ, sibíque invicem succedant. neque vero opus est, vt in eodem plano versentur, modò in superficie coni eiusdem inveniantur; ex quo fit, vt cum tam remotæ, quam proximæ, eundem colorem exhibeant, lacunæ omnes, & hyatus implentur. nulláque appareat discontinuitas.

Hanc Iridis generationem variis experimentis comprobare possumus. nam si radium per fenestram apertam transmissum, aversô à Sole capite, frequentibus guttis irrores, & aspergas, eò fere modô, quô fullones sumptam ore aquam flatu vehementi in minutissimas guttulas dispergunt, duplex apparebit Iris concentrica, & perfecte decircinata. Fontes item artificiales in quibus aqua in minutissimum rorem depluit, Sole lucente Iridem semper rotundam exhibent.

Quod in molendinorum rotis accidit; ex quibus facile formare licebit argumentum. Dum pluit, & Sol minus quadraginta & vno 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. nempe guttæ decidentes, in quibus radius solaris, & linea ab oculo ad guttam pertingens angulum graduum quadraginta vnius comprehendunt. ergo Sole minùs quam quadraginta, & vno 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 continuo succedant, eodem prorsus modo, ac fluvius idem apparenter perseverat, licèt continuò mutetur eo quod sequentes aquæ prioribus succedant.

## COROLLARIVM.

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, eiúsque 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.



Digitized by Google

## PROPOSITIO XVII.

### Theorema.

*Iris non oritur ex nubis alicuius totalis refractione.*

Dominus De La Chambre existimavit in rorida nube Iridem apparere per solam reflexionem, præsuppositâ tamen & interiectâ alia nube, in qua solaris radius refringeretur colorésque varios indueret. Explicat autem suam opinionem variis experimentis. nam cyathus vitreus aquâ plenus soli exponatur; in subiecto pavimento Iridem etiam rotundam producet, quæ vndequáque in eo per reflexionem spectabitur. Idem accidit in Sphæris christallinis, & lentibus multum convexis, vult igitur aliquam nubem inter Solem, & locum in quo apparet Iris, intejici; quæ vicem cyathi habeat, in qua nempe per refractionem, radij solares tingantur, qui producti in roridam vsque nubem in ea appareant colorati. contendo autem multa esse, quæ hanc omnino opinionem convellant. Et primò quidem ex nubis interiectæ materia validam vt existimo deducam rationem. Nubes continua non est, sed ex variis corpusculis & guttulis coalescit; quare falsum est quod per modum vnius totalis corporis spectari possit: igitur refractiones in tali nube aliter spectandæ sunt ac in cyatho, aut Sphærâ vitreâ.

Secundò vel illa nubes est compactior, vel texturam habet tenuiorem, si primum radios solares intercipiet, nec vlterius produci sinet; si secundum fateor quidem in ea posse radios tingi vt accidit in coronis, sed qui directe quidem ab oculo spectari possint, reflexè non item, vt pote qui sint remissiores.

Tertiò hæc nubes interiecta 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. vt 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.

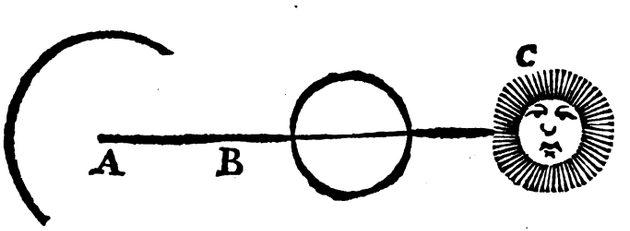
Quartò ex figura, vt cyathus, aut lens vitrea Iridem in pavimentum orbicularem projiciat, debet esse Sphærica; ira vt si aliam quamcúmque figuram habeat eandem Iris imitetur, nam traiecto per trigona vitrea, aut christallina lumine, nunquam circularis in subiecto pavimento, aut opposito pariete Iris generabitur. ideóque cum non nisi casu aliquo extraordinario possit accidere vt nubes in Sphæram abeat; rarò admodum Iridem circularem haberemus, sæpius autem irregularis cuiuscúmque figuræ; quod tamen omni repugnat experientiæ.

Quintò aptiora occurrunt corpora ad Iridem hôc modô generatam reflectendam ad oculum quam sit rorida nubes; cur enim in ædificiis ab ipsâ terræ superficie, & aliis corporibus quibuscúmque reflecti non possent radij, iam priùs in nube oppositâ colorati. neque enim prædictus author, regularem & ordinatam, reflexionem exigit; sed inordinatam qualem in scabris experimur corporibus. atque adeò cum pleráque corpora aptiora sint ad huiusmodi reflexionem quam nubes rorida, in iis etiam facilius depingi posset, quod autem paries verbi gratiâ ad hoc sit aptior quam nubes rorida experimento probabo. soli enim objiciatur trigonum vitreum, ita vt traiectus 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 subiecto solo Iridem exhibeat.

Septimò si in rorida nube, alia nubes per reflexionem spectetur eo modo, quo à cyatho in oppositò pariete exprimitur, hæc Iris vndequáque ab omnibus æqualiter videbitur, atque adeo si accidat, vt linea à Sole per oculos alicuius spectatoris ducta centrum illius attingat linea ab eodem Sole per alterius oculos producta longius ab eius centro aberrabit, quod tamen omni experientiæ contrarium est.

Denique quid vlteriùs requirimus, aut ad




notas causas, & dispositiones recurrimus, cum quotidie in aspersis, quacúmque ratione aquæ guttis, Iridem omnino circularem videamus, dummodo oculus noster, inter Solem & defluentem aquam ita versetur, vt sit vertex alicuius coni, cuius axis sit linea à Sole per oculum ducta, eô modô, quô supra descripsimus.

PROP.

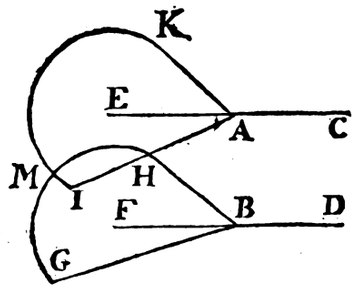
Digitized by Google

## PROPOSITIO XVIII.

### Theorema.

*Quilibet oculus, ſuam ſibi peculiarem in rorida nube Iridem vendicat.*

Sint plures oculi ad roridam nubem lucente Sole obverſi, & notabiliter à ſe invicem diſtantes; dico vnam eandémque Iridem ab iis ſimul ſpectari non poſſe, ſeu non in iiſdem omnino nubis roridæ partibus reſpectu omnium colores Iridis ſpectatum iri.



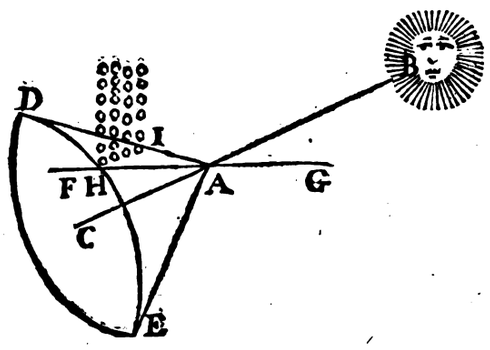

Sint enim oculi A & B, lineæ à Sole per oculos A, & B ductæ ſint CA, DB, intelligantúſque coni quorum vertices ſint oculi A, & B; axes CAE, DBE, ſibi invicem paralleli, ſaltem phyſice, cum in Sole tantum conveniant; & lineæ KA, IA, item BH, BG angulum circiter graduum 41. cum axibus BF, AE comprehendant. ſuperficies illorum conorum ſe ſecabunt quidem non tamen congruent, omninò, vt ſatis per ſe patet; & conſequenter non omnes guttæ quæ in ſuperficie vnius coni invenientur; in alterius ſuperficie exiſtent, ſed tantum aliquæ; vtriúſque coni ſuperficiei communes erunt quales ſunt quæ in puncto M. (*ſed per 14 huius*) 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 vtriúſque oculi apparent colores Iridis, & proprie loquendo neque eadem eſt reſpectu vtriúſque oculi Iris.

### COROLLARIVM I.

Motô oculô, movetur Iris; cùm enim motô oculô alia fiat linea à Sole per oculum ducta, hæc autem linea ſit axis illius coni in cuius ſuperficie exiſtunt guttæ Iridem exhibentes, & mutato axe alicuius coni, mutati 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, vt ex diverſitate aſpectûs quem reſpectu duplicis illius ſtationis obtinet, de diſtantia iudicium ferri poſſit; Iris autem eadem ex duplici locô ſpectari non poſſit; ſed reſpectu duplicis ſpectatoris ſit diverſa; impoſſibile ſit vt eius ab oculo diſtantiam Geometricâ methodô metiamur. vnde ad alias circumſtantias recurrendum eſt; quæ ſunt multum fallibiles. nam ſi aliquando accidat vt vnum Iridis cornu, aliô ſit vividius, vicinius etiam iudicabitur. pariter ſi vnum cornu perfectum ſit, & terram attingat, aliud verò imperfectum; primi diſtantia facile determinabitur, ſecundi non item, ſed vt plurimum decipietur oculus, qui illud cum remotioribus corporibus, quibus reſpondet coniunget, licèt abiis longô abſit intervallô.

### COROLLARIVM II.

Sole altiore, deprimitur Iris, & depreſſo attollitur; elevationes ſolis & Iridis ſimul ſumptæ gradus quadraginta & vnum adæquant. Sole elevatô pluſquam gradibus quadraginta, & vno nulla apparere poteſt Iris, niſi forte oculo è cacumine montis ſubiectam vallem ſpectanti; Sole verò horizontem attingente Iridis vertex præciſe quadrageſimum & vnum gradum obtinet.




Sit oculus in A Sol in B, intelligatur linea BAC, quæ erit per præcedentes axis coni in cuius ſuperficie apparet Iris. ſit talis conus A D E, intelligatur planum verticale in quo Sol exiſtit, ſitque ſectio illius horizontalis G A F. eſtque B A G elevatio ſolis, D A F elevatio verticis Iridis.

Demonſtratio. Angulus DAC, (*per 9. huius*) 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 præciſe gradus quadraginta & vnum.

Ex quo vlterius ſequitur quod ſi Sol elevaretur præciſe gradibus 41. hoc eſt ſi angulus BAG eſſet 41. cum etiam angulus D A C, 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, vt ſi præciſus eſſet vndique montis vertex, ita vt vallem reliquæ montis partes non obumbrarent; fieri inquam poſſet,

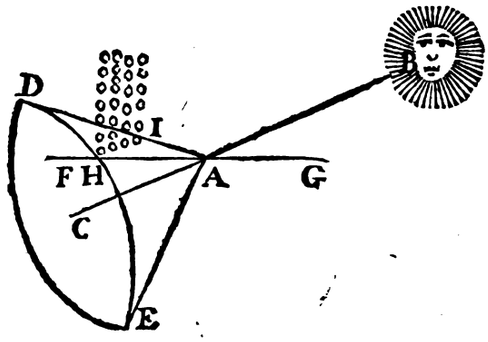
posset, vt solis elevatione quadraginta & vnum gradus superante, aliquid tamen Iridis spectaretur.

Denique dum Sol horizontem attingit, linea ab eo per oculum ducta, quæ axis est coni, horizontalis est, superficies autem eiusdem coni, distat vndique ab axe gradibus 41. igitur elevabitur vertex Iridis totidem gradibus.

## PROPOSITIO XIX.

*Licèt Iris semper circularis appareat; realiter tamen sæpe hyperbolica, parabolica Ellyptica est.*

Sit oculus in A Sol in B, intelligatúrque conus aliquis cuius A vertex, axis B A C, sitque




triangulum per axem DAE; ita vt anguli DAC, CAE sint grad. 41. & pluvia decidens, ita constituatur vt linea propiores oculo guttas connectens, non secet conum suprà dictum directè, sed oblique sitque HI: 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. huius*) sed guttæ quæ in linea HI existunt; tales sunt, primo quidem à Sole illuminantur, cum supponatur esse viciniores oculo, ita vt 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 curua H I, oblique 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, vt stillæ decidentes, & Soli & oculo conspicuæ in eodem sint plano, sed sint aliæ aliis viciniores, ideo puto Iridem non esse ita circularem vt vnicum planum efficiat; sed ex pluribus planis constare, non tamen ita vt lacunas possit oculus advertere.

### COROLLARIVM.

Ex his omnibus colliges, dum dicitur Iris per reflexionem generari non esse sumendam nubem per modum vnius 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. Multo 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 eius superficie concava, ab oculo aversa, ordinatam reflexionem accidere. Certum igitur sit axioma totam nubem non esse sumendam per modum vnius plani; sed considerandas singulas guttas ex quibus coalescit. eôdem prorsus modô, quô explicuimus aliàs, eam reflexionem, quam in scabris corporibus solaris radius patitur, quæ vt ad communes regulas revocetur, in singulis scabri corporis facieculis, non in toto corpore physice licet plano, spectanda est.

## PROPOSITIO XX.

### Theorema.

*Iris secundaria, à reflexione primariæ non generatur.*

Plurimæ haud dubie sunt coniecturæ, quæ secundariam Iridem, suadent esse tantum primariæ imaginem; quæ in perlucida nube tanquam in speculo exprimatur. sunt autem hæc.

Primò contrarius colorum situs, nempe quod colores primariæ Iridis viciniores nubi reflectenti, viciniores habeant in iride secundaria similes colores, remotiores item, remotiorem vt ita dicam imaginem habeant.

Secundò quòd sint dilutiores in Iride secundaria colores, appositâ autem videtur huius decrementi causa reflexio, quæ in scabris præcipue corporibus, lumen debilitare solet.

Tertiò quòd licèt non semper vtráque Iris appareat, vix tamen secundaria visa sit, quin prima conspicua esset; & vt plurimum si aliqua parte primaria deficiat, eâdem etiam secundaria obliteretur.

Assero tamen secundariam Iridem, à primâ nullô modô pendere, nec vllum radium à prima ad secundariam produci, qui ad oculum ita reflectatur, vt colores induat. quod vt 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. immo & in contrario situ nempe quod si angulus fiat maior procedatur à colore rubeo ad colorem, cæruleum, cùm circa gradum 42. contrarium accidat. notandum autem est, quod in prædicta Sphæra colores sub tali angulo videantur, licèt immediate à Sole radios, & à nulla alia Sphæra reflexos excipiat; additur quidem vna reflexio, sed hoc vt vidimus; accidit in concavâ eiusdem Sphæræ superficie. quare

sub

Digitized by Google

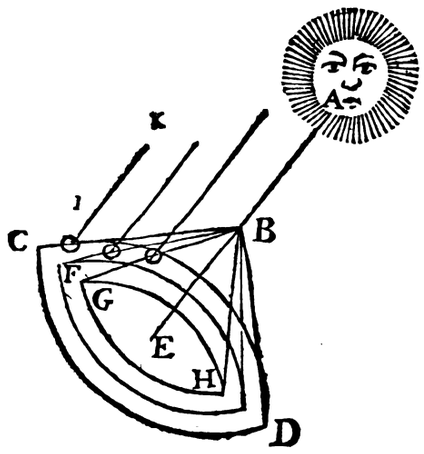
ſub angulo grad. 54. apparet color cæruleus; ſub minori viridis, & ſub adhuc minori color rubeus. ex quibus duplici argumento totam aſſertionem concludo, vno à poſteriori, alio à priori.

Primum argumentum erit. Secundaria Iris fit immediate à Sole; & non per reflexionem ortam ab iride primaria, ſi contingat aliquando ſecundariam Iridem videri, nullô modô visâ Iride primariâ; ſed hoc accidere poteſt; nam ſi aversô 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 vt 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 in iis autem eôdem prorſus modô generatur Iris, quô in rorida nube; cùm vtrobique ſint eædem diſpoſitiones.

Nec dubito quin nonnunquam etiam in nube id accidat, ſi nempe caſu aliquô 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, licet hoc notatum non ſit; quis enim niſi aliquis qui teneat optimè colorum ordinem id poſſet animadvertere.

Secundum argumentum erit tale. Supponatur




Sol eſſe in puncto A, oculus in B, ſupponatúrque conus B C D, cuius axis ſit linea A B E, & vertex B, ſitque angulus C B E circiter 54 graduum, intelligatur alius conus eundem axem & verticem habens, ſed cuius ſuperficies, aut potius linea cuius ducta generatur, cum axe angulum conficiat paulo minorem. item ſit alius conus nempe GBH. deinde ſupponatur, ita pluere vt tamen Sol luceat, quí 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. Supponantur 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 I B, intelligatur item radius K I, à Sole procedens; qui propter immenſam Solis à terra diſtantiam axi A B parallelus erit.

Demonſtratio. Omnis gutta ita diſpoſita, vt lineæ ab oculo, & à Sole ad ipſam ductæ angulum graduum 54. comprehendant, colorem cæruleum exhibent (*per* 11. *huius*) nempe per duplicem refractionem & reflexionem, in eadem gutta factam; ſed angulus K I B eſt graduum 54. cùm enim lineæ K I, A B, ſupponantur phyſice parallelæ erunt (*per* 28. 1.) anguli alterni KIB, IBE æquales; ſed I B E ſupponitur eſſe graduum 54. ergo & K I B erit totidem graduum. ergo in gutta I, & aliis omnibus in ſuperficie primi coni exiſtentibus apparebit color cæruleus, & conſequenter illæ omnes guttæ orbicularem Iridem exhibebunt.

Eôdem modô probabo, omnes guttas in ſuperficie ſecundi coni exiſtentes, colorem viridem exhibituras; & tertij rubeum, & hoc radiis immediate à Sole ad guttas productis, & ab iis poſt duplicem in iiſdem guttis refractionem, & reflexionem ad oculum remiſſis. neque vlteriùs aliquid requirendum eſt.

Ex rationibus autem dubitandi validum etiam ad noſtram ſententiam roborandam rationem deducam.

Nam quod contrarius ſit in vtraque Iride colorum ordo, probat quidem vnam addi reflexionem non tamen radios ab Iride primaria procedere. nam vt primò notavi nimis imminuerentur radij, 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 nubes videri poſſe. Ad id verò quod dicitur, notam huiuſmodi reflexionis eſſe diverſitatem ordinis colorum, contra quia ſi hæc lex obſervaretur, vt obiecta quæ ſunt ab ea nube reflectente remotiora, viderentur magis recedere ab invicem, quare Iridis brachia hanc legem non obſervant; hoc eſt quare, vt 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 vrgeo, ergo neque in colorum alternatione, ea lex valere debet, quæ planorum tantum ſpeculorum propria eſt. addo vlteriùs 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.

## PROPOSITIO XXI.

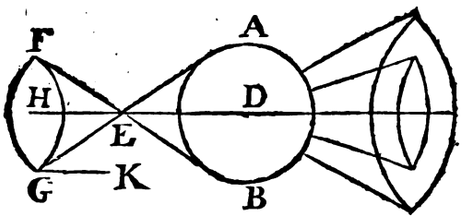
Theorema.

*De Coronis.*

Coronæ, & Halones ſunt circuli colorati, &



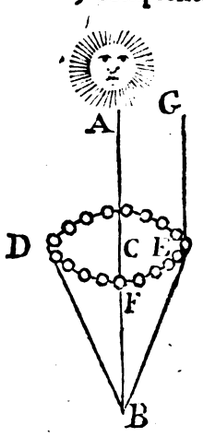
Digitized by Google




sæpe subalbicantes, circa Solem, aut Lunam conspicui. horum generatio difficilis non est suppositis vt priùs aliquibus experientiis. Si enim Sphæram christallinam, aut vitream aquâ plenam Soli opponas, qualis est Sphæra AB, Soli C, exposita; non tantũ versus partes anteriores duplex exit conus cuius lymbus coloratus est. minor cuius superficies cum axe angulum graduum quadraginta, & vnius cõprehẽdit, & maior quius, item superficies angulum comprehendit graduum quinquaginta quatuor: sed etiam in parte oppositа, fit conus propter vnionem radiorũ omnium in puncto E, post quam rursus fit alius conus contrapositus FEG, cuius lymbus FG, coloratus est ita vt & 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 G K ab oculo G, ad Solem quæ physice 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, facile coronæ generatio demonstrabitur.

Quoties igitur nubium textura, ita subtilis est, vt 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 vt in quolibet triangulo per axem, angulus sit 46 graduum, nempe DBE, & consequenter dimidius angulus nempe CBE sit grad. 23. & hic conus intelligatur produci vsque ad nubem: seu vaporem illum roridum. illius basis in nube sit DFE, aut realiter circularis, si nempe nubis superficies sit ad axem recta; aut certe apparenter circularis, eò quòd sub æqualibus angulis, distare ab axe videatur. omnes guttæ in ea superficie existentes, eum situm habent qui requiritur, vt colores exhibeant, ergo tractus aliquis. circularis videbitur coloratus, ita vt si moveatur Sol, & Luna, corona simili ratione astrum comitetur. & de facto sæpe vidi ante Lunam orientem coronam cum ipsa supra horizontem ascendere, & post illam occidere.

Si quis rationem exigat cur sub tali potiùs angulo nempe graduum 23 cum dimidio, quàm sub quocúmque alio maiori aut minori, colores appareant, diximus supra. notare igitur potes cur circularis appareat corona, quia nempe solæ guttæ in supra descripti coni superficie positæ, eum situm obtinent, qui necessarius est, vt in iis appareant colores, nempe vt 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* GE à Sole ad ipsam ductâ, & à linea BE. pariter ad guttam ab oculo ducta, angulum scilicet GEB, erit graduum 157.

Ratio autem cur dilutissimi sint colores coronæ, & dilutiores quam primariæ 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, vt à nube ex qua tales guttæ deciderent, omnis radiis solaribus transitus negaretur. ideóque non puto fieri posse nisi forsitan oriente Sole, & occidente vt corona in guttis omnino formatis appareat. certum autem est quod in tenui vapore vix bene apparere possint colores: *quod & in Iride notavi. Vidi eg. A relate ineunte vere, cum matutinis horis prope* Rhodanum obambularem, in parte occidua Iridem non in rorida nube, sed in tenui vapore, quæ nullos fere colores, sed subalbicantem tantum circulum in rubeum colorem desinentem exhibebat; eo quod nullæ essent guttæ; sed tenuissimus tantum vapor. cum igitur fieri non possit, vt immediate infra Solem decidat pluvia, & nubes à qua depluit, eius radios non impediat, córona non insignibus fulgebit coloribus, sed dilutioribus tantum.

## PROPOSITIO XXII.

### Theorema.

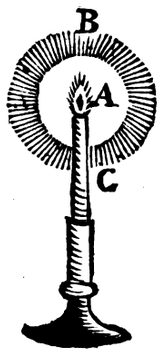
*Coronæ lucernarum in ipsis oculis efformantur.*

Quamvis ratio suadere videatur, in aëre vapido, eôdem modô circa lucernas generari posse coronas. quô circa Solem & Lunam producantur, nihilominus tamen cum sæpe expertus sim, etiam in cubiculis, vapore, ex aqua calida, prodeunte plenis eas nunquam videri; dicendum est aut vaporem

Digitized by Google

rem eum esse nimis tenuem, aut propter aliam rationem impediri illarum generationem. vnde licet mihi asserere coronas huiusmodi in ipsis intuentium oculis efformari, & primo quidem coniecturas afferam satis convincentes. Nempe quod lippi, & ij quibus humidi sunt oculi coronas videant, item qui à somno recenter surgunt.

Secundò qui huiusmodi lucernas spectant, si oculos detergant, aut excutiant, manentibus reliquis omnibus iisdem, nempe eôdem aëre, eas tamen ampliùs videre non possunt.




Tertiò in aëre nullô modô vapidô, sed rarissimô, & tenui sæpe contingunt, vt aliquando expertus sum; in cubiculo nempe vndique clauso. quod si potius austro flante, & humente nonnihil aëre, potiùs contingant, quàm aliô quocúmque tempore; ideo quia tunc humidiores sunt oculi, humore scilicet oculis adhærente.

Omitto alias rationes vt 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 vnquam, 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 vt ita dicam prodeuntis, in cuius axe versaretur astrum, gitæ essent.

Dicendum est igitur oculis lippientium. adhærere humorem aliquem, præcipue vero ciliis, alij volunt etiam guttulas aliquas ipsi vueæ adhærescere, quod tamen difficilius puto, eò quòd vuea iam humori aqueo innatet, ideóque non videtur quis humor, ita concrescere possit, vt non cum eodem humore aqueo confundatur. adde quod si detergantur oculi, excutitur humor, quod difficilius esset si intra oculum ipsam vueam inficeret. dico ergo quod guttæ tenues, & ciliis & ipsi corneæ adhærentes, ita lucernarum radios refringere possint, vt colores aliquos induant, quod autem cornea humida esse possit facile ostendo experientiâ. Ego qui dum à longè 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 Parheliis.*

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, vt nihil solidi statuere liceat.

Refert Cardanus l. 14. varietatum cap. 70. tres soles à se visos venetiis. vidi (*inquit*) *anno 1532. die 11 Aprilis hora diei secunda, tres soles tam conspicuos, ac splendidos venetiis, vt intueri nequaquam possent, qui ad solis lauam habebatur valde lucidior maiórque ac splendidior visus est; versus austrum, qui vero ad dextram boream versus spectabat minor; nec tam splendens. hunc tamen in fine magis perseuerantem animaduertimus; sic tamen vt ambo simul desijsse visi sint. vtérque maximos radios per cœlum, & ad terram extendebat, colore omnium ad rubedinem declinante. Hæc à me visa plusquam 2000. testibus spectantibus, nam ædis Sancti Marci aream compleuerant ciues.* Hæc ille.

Sed quam manca sit hæc relatio nemo non videt, debuerat enim nubium dispositionem notare; item an æquali inter se, intervallô aut à Sole parelia distarent, multáq; alia huiusmodi, quæ ad veram pareliorũ causam indagandã plurimũ contulissent.

Rothamnus aliam refert observationem *anno 1580.* (inquit) *2 Ianuari, conspeximus hic Cassellis parelia. Apparebat primum antequam Sol oriretur in aurorà (erat enim cœlum circa horizontem clarum) columna erecta ad amussim in circulo verticali, latitudine vbique tantâ, quantâ apparebat diameter solis; incendium alicuius pagi, vltra montes dixisses si vidisses. erat enim prorsus specie ignea tanquam flamma, nisi quod vbique eiusdem esset spissitudinis paulo 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 eâdẽ columna oriretur Sol verus: quem eôdem modò subsequebatur aliud Idolum, permanebátque columna hæc, cum tribus sub continue se contingentibus solibus semper erecta in circulo verticali erántque soles hi eiusdem 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 fiãt circa parelia. quadruplicem autẽ modum cõminisci tãtum possumus; nẽpe reflexionem aut refractionẽ ordinatam, vel reflexionem, & refractionem inordinatam qualẽ in scabris corporibus fieri diximus.

Existimo autem fieri posse primò per reflexionẽ ordinatam, quod experientia cõprobo. Sol in aqua, aut in speculo potest per reflexionem ordinatam ita spectari vt eius imago prototypum perfectè imitetur; ergo si in nube eædem sint dispositiones quæ in aqua, aut speculo inveniuntur, poterit spectari Sol per reflexionem ordinatam. tota difficultas est an in nubibus æquabilitas illa par-



Digitized by Google

tium, & levor inveniri possit, cum enim nubium textura videatur ex partibus non omnino vnitis, 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 subiectæ planitiei viriditatem, vrbes, & flumina spectaremus. Si enim pro nubibus ingens aliquod substitueretur speculum hæc omnia reflexe spectaremus.

Nihilominus memini me alias à magistro meo philosophiæ audivisse, Vesulij in Burgundia, spectrum aliquod in nubibus visum esse; miles nempe armatus exertô gladiô in aëre pendulus totam vrbem perterrefecit. cúmque 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 vnquam nubes in tantum lævorem explanentur, qui reflectendis aliis obiectis sit aptus, potest tamen nonnunquam ad remittendos rádios solares sufficere, cum enim Sol sit maxime visibilis, etiam si propter aliquam corporis reflectentis inæqualitatem plurimi radij alio reflectantur, possunt tamen sufficientes ad oculum determinandum remitti.

Addo tamen vlteriùs 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 vnum, quam ad aliud. ex hoc genere videntur esse illa duo parelia supra recensita. quorum vnum Solem orientem præibat, alterum vero sequebatur. debuit autem nubes talem refractionem exhibens, esse admodum rara, & vniformiter extensa, neque multam habere crassitiem, vt per modum vnius corporis, regularem refractionem causare possit. quod cum sit satis difficile, ideo.

Existimo probabilius parelium ex reflexione, & refractione inordinatis vt plurimum oriri. voco autem inordinatam refractionem eam quæ fit in corporibus, quæ partibus non vniformiter densis, nec æquabiliter extensis oritur. vt dum lumen per cancellos vitreos transmittitur fit quidem refractio, sed ordinata; quando verò cancellos papyraceos pervadit, fit item refractio, sed inordinata. Inter vtrámque autem id intercedit diferiminis, 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 fere partem lumen dispergatur; vnde censentur papyracei cancelli commodiores vitreis, vt pote qui lucem in omnem partem, & magis æquabiliter transmittant. censeo igitur nubeculam aliquam rotundam ita perfundi posse radiis solaribus; & ita illuminari, vt videatur alter Sol, sive id fiat per refractionem, sive per reflexionem inordinatam tamen. coniectura est, (coniecturis autem potius hic agendum puto, quam demonstratione neque enim sufficientes ad aliquid determinandum rationes suppetunt) quod huiusmodi parelia cincta coronis nonnunquam appareant, sed si per ordinatam fierent refractionem, fieri non posset vt apparerent coronis cincta, ad hoc enim necessarium est vt lumen ex parelio procedens, & coronam efformans, incidat in totum illum circulum atque adeo in omnem fere 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 vltra addam.

## PROPOSITIO XXIV.

### Theorema.

*De Virgis.*

Duplicem invenio huius vocis Virgæ acceptionem. Nonnulli enim Virgas vocant quemcúmque nubium tractum colores Iridis, & non figuram referentem. volunt autem huiusmodi tractum esse rectum, vt virga dici possit.

In huiusmodi acceptione non erit difficile harum virgarum naturam explicare. assero enim nonnunquam à me notatas huiusmodi virgas *esse* Iridum, aut coronarum inchoationes, quarum cum minima portio, aliis deficientibus propter impedimentum, videretur, curuitas non appareret.

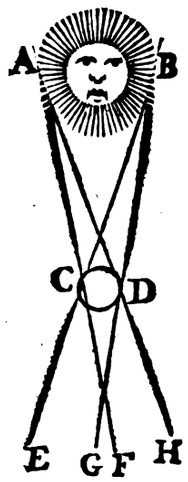
Potest item fieri vt nubecula figuram prismatis triangularis, aut aliam efformandis huiusmodi coloribus aptam induat, & consequenter eos referat. licèt autem difficillimum putem nubem ex vapore ita vniformiter extenso coalescere, vt per modum vnius corporis totalis considerari possit cósque referat omnino 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 vt significet solares radios, per hyatum nubium transmissos, *& in loco vmbroso apparentes*, in quo nullam maiorem difficultatem, invenio quam quod in cubiculum per fenestram admissus radius appareat, propter vmbram, quâ vndique cingitur, qui in aëre libero, & luce perfuso non appareret; addo tamen vlterius magis illustres videri huiusmodi radios cum in aërem vapidum incurrunt, quàm si in defœcatiorem inciderent; cuius ratio eadem est, propter quam si excitetur puluis in radio solari; sit magis conspicuus, eò quòd meliùs reflectatur ad oculum, difficultas autem præcipua, quæ in hac materia occurrit est, quod huiusmodi virgæ videantur latiores prope terram, quàm in ipsis nubibus, cum tamen radij solares per hyatus extremitates ducti, videantur paralleli. Et primo quidem si de duabus virgis comparatis inter se sit quæstio, appareántque magis dissitæ dum solum attingunt quam dum è nubibus exeunt. certum est oculum, & imaginationem hallucinari; eodémque modo errare quô longam porticum parallelis planis constantem, coarctari tamen iudicamus, vt explicuimus in Optica, eò quòd nempe partes remotiores sub minori angulo videantur.

Si verò vnicam tantum virgam seorsim spectemus præter superiorem hallucinationem quâ pars virgæ oculo vicinior, maior cæteris paribus apparet; assero præterea reverà latiorem esse.

Licèt

Licèt enim radij qui ab eadem ſolis parte procedunt, & per extremitates hyatus traducuntur ſint phyſicè paralleli, propter immenſam ſolis à terra diſtantiam, ad quam hyatus diameter nullam habet ſenſibilem rationem; ſi tamen comparentur radij ab vtróque ſolis lymbo, per foraminis extremitates tranſmiſſi illi phyſice paralleli non ſunt, ſed angulum minut. 30. ſeu ſemigradûs comprehendunt, propter quam rationem radius per foramina tranſmiſſus & augetur, & fit rotundus vt iam alias explicuimus. immo puto ideo Cometarum caudas ſenſim in latum ſe diffundere, & verſus finem ſcoparum ſimilitudinem imitari. Vt ſi ſit Sol A B, nubium hyatus CD, per extremitatem C duplex radius producitur A C F, B C E, quæ angulum in puncto C minutorum 30 comprehendunt, & recedunt ab iuvicem illi enim tantum phyſice 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 extraordinariæ.*

Quamvis ſupra ſufficienter explicuerimus Iridum generationem, variáſque proprietates, quia tamen variæ ab aliquibus authoribus Irides referuntur ideo hic aliqua attexenda cenſui. Et Primò quidem iam oſtendi ſupra, poſſe Irides non eſſe circulares, ſed omnem ſectionem conicam imitari poſſe. Secundò etiamſi nonnunquam circulares ſint, apparere tamen non circulares, eò quod aut vnum earum brachium perfectius ſit, aut colore meliori perfuſum, in quo mera eſt hallucinatio. Addo tamen vlteriùs fieri poſſe vt propter ventorum vehementiam alteretur guttarum figura, & conſequenter non iam ſub iiſdem angulis ſpectentur colores Iridis; quia tamen incerta ſunt quæ referuntur à multis, nihil etiam certi circa earum figuras conſtitui poſſe exiſtimo.

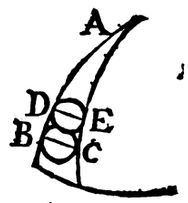
## PROPOSITIO XXVI.

### Theorema.

*Cur Sol prope horizontem, & maior & ovalis figura appareat.*

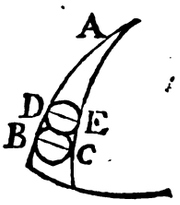
Multa de Sole humili, & ſublimi diſputata ſunt à multis. Gaſſendus de hac materia diſſertationem integram habet. Facilis videtur ſolutio huius quæſtionis aliquibus, cum enim videant obiecta trans lentes convexas ſpectata maiora apparere, athmoſphæram etiam cogitent circa terram Sphærice fuſam, putant Solem per athmoſphæram ſpectatum, ſub maiori angulo videndum; eiúſque apparentiam augendam eſſe. Sed ratiocinium deficit, comparat enim obiecta viſa trans lentem convexam, ab oculo extra centrum lentium poſito, cum obiecto 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 primo oſtendo refractionem imminuere eius apparentem diametrum. Sit ergo zenith A, Sol cuius diameter BC, ſint circuli verticales AB, AC, per extremitates ſolis B, & C tranſeuntes. Refractio attollet apparentia punctorum B, & C non tamen extrahet illam, extra circulum verticale, neque enim eſt potior ratio cur in vnam potius partem eam obducat quam in aliam, adde quod, ſi ex centro terræ per punctum B, intelligatur duci linea hæc erit perpendicularis, ad communem ſuperficiem athmoſphæræ & ætheris, & erit in eodem circulo verticali, in quo etiam oculus, ergo vt explicuimus ſupra primo libro non poteſt refractio ponere obiectum 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 vt 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 prope 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 vero altius provehatur cum refractio ceſſet, eius apparens diameter vnica 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, præcipue reti aliquo filari inſtructo vt explicuimus ſupra, deprehendes eius diametrum vt plurimum minorem, denique quibuſcúmque methodis ſolis diametrum apparentem metiaris idem ſemper deprehendes.

Reſpondendum tamen eſt experientiæ communi, quâ ad ſenſum, Sol videtur maior prope horizontem. Suppono autem imaginem ſolis in retina vi chriſtallini depingi, radiis ad eamdem ſolis partem pertinentibus, in eadem parte retinæ concurrentibus, hi radij non in eadem præciſe parte vniuntur, præcipue dum chriſtallinus humor, pupillâ magis apertâ; magis detegitur: ex quo fit vt imago ſolis tunc confuſior quidem, ſed maior evadat, radij hinc inde exorbitantibus, qui ſi minus aperiatur pupilla caſtigantur. cum autem minor eſt ſolis fulgor, magis aperitur, ita de nocte ſic aperta eſt, vt propterea imago ſtellarum, quæ in retina depingitur, multo maior evadat, quam earum magnitudo exigat, propter radios exorbitantes. & adſcititium illud capillitium effermantes. Cum igitur Sol in horizonte, non ita fulgeat, ac quando ſublimiùs attollitur, retina magis aperitur, & conſequenter imago ſolis in retina maior eſt, confuſior tamen, nam cum radij ſolares ſint maxime lucidi, quantumlibet remiſſi in retinam incidant ſufficienter eam ad videndum determinant, quod autem id procedat ex mutatione pupillæ, facile oſtenditur, ſi enim inſtrumento vtaris, in quo pupillæ ampliatio nihil efficiat ſolis in horizonte poſiti diameter viſa, non maior erit, quam altioris. pariter ſi teleſcopium adhibeas, adſcititium illud pupillæ ampliatæ capillitium detergentis, non invenies ſolis diametrum maiorem. ſi tamen propter refractionem in athmoſphæra factam, maior videretur Sol, etiam teleſcopio adhibitô maior appareret.

## PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

*De Crepuſculo, & aurora.*

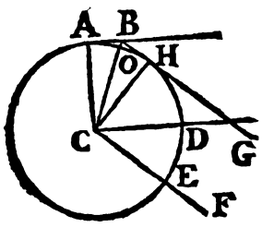
Plurimi crepuſculum, & auroram radiis in athmoſphæra fractis, & ad nos remiſſis tribuunt, non eſt tamen vlla refractio in tali ſitu, quæ pluſquam ſemigradum ſydera elevet. cum tamen radij iſti crepuſculum, & auroram generantes, ad nos perveniant Sole 18 gradibus infra horizontem depreſſo. Secundò ſi iſti radij 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 valde heterogeneis, lumen remittere poteſt in omnem partem, eô modô 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 vſque lumen aliquod remittunt, & incipit aurora. non illuſtrantur autem continuo, 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.

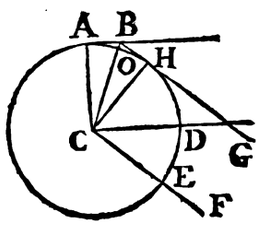
*Determinare altitudinem athmoſphæræ, ex duratione auroræ & crepuſculi.*

Suppono initium auroræ eſſe cum Sol attigeret circulum horizonti parallelum. ponatur ergo




horizon ſenſibilis A B, rationalis C D, Sol infra horizontem

horizontem depressus 18 gradibus, hoc est sit




arcus D E grad. 18. intelligatur linea à Sole du-

cta, quæ terram tangat in H, hæc erit parallela lineæ C F, propter immensam Solis à terra distantiam, & cum Sol ex vtráque parte quadrantem illuminet erit E H quadrans, & arcus E D, A H grad. 18. est ergo arcus A H, graduum 18. sunt autem B H, B A æquales, & arcus A O, O H æquales, quare arcus A O est 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 vt 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.

Digitized by Google

# Dioptricæ

vr dum

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google