

EXERCITATIO CATOPTRICA
DE
IDOLO SPE-
CULLI,

In Almo Cæsareo Regioq; Collegio Socie-
tatis JESU Vratislaviæ,

Publicæ Disputationi Exposita

Quam sub auspiciis

Reverendissimi, Perillustris, & Amplissimi DOMINI

DNI. JOANNIS,

Sacri Ordinis Cisterciensium Ducalis, ac Celeberrimi
Monasterii Lubensis Abbatis dignissimi, nec non Ecclesiæ
Collegiatæ ad Sanctum Joannem Lignitii Præpositi, ac nomina-
tissimi Cænobii Trebnicensis Visitatoris perpetui
& Patris immediati, &c. &c.

Directore, Præside ac Instructore

Patre JOANNE HANCKE,

eiusdem Societatis, p.t. Philosophiæ DECANO,

Defendit, propugnavit atq; demonstravit

DN. CASPARUS NEUMAN,

Silesius Wratislaviensis, AA. LL. & Philosophiæ Candi-
datus, ex Convictu Sanctæ Agnetis.

Mense die Anno 1685.

WRATISLAVIÆ, in Hæredum Baumannianorum Typographiâ
exprimebat Johannes Güntherus Rœgerus.

Optica.

1685.

3, 8.

APelles in magnis suis laudatīsq; operibus hoc servabat, ut ea publicē proponeret omnium oculis, ac linguis, atq; ipse velo aliquo tectus judicia venaretur etiam minimorum : cur scriptori hoc non fas ? Justus Lipsius ex Cent. 2. epist. 92.

IN pugna, equitum aut statarii militis præcipuam operam esse scimus ; spernis ideo sagittarios, & funditores ? in domo exstruenda architecti maximam laudem & usum ; tollēsne operas igitur & ministros ? Idem in germano Philosophiæ studio cense. Divinæ illæ litteræ veri roboris, veræ virtutis, & constantiæ solidæ effectrices ; nec tamen humanam prorsus sapientiam sperne, eam dicam, quæ se non effert, sed servit placidè & ancillatur, Idem in Præfat, ad Com.

Sächsische
Landesbibliothek
Dresden



Reverendissime ac Perillustris Domine
Domine.

Mecænas gratioſiſime.

 *Peculum affero Praesul amplissime, ex quo dijudicent eruditi, num terfa satis, politèq; sit composita Mathesis nostra. Ita equidem Tibi, quantum auguror, videbitur, qui favore prorsus eximio litteras, & quosvis, etiam tenues studentium labores singulari curâ prosequeris, aestimas, erigis, animas, atq; propellis. Sanè ut Cænobium Lubense nomen litterati jam olim loco à Fundatore * ejusdem primo relictum conservet, homines tuæ gubernationi subiectos ad publica Athenæa destinas, Academica promoves subsellia, honoribus laurearum condecoras, nunquam non in Musas, virtutum choro sociandas liberalis, haud absque multiplici fructu in posteros quoq; redundatu-ro, quem è longinquo prospectat assidua lateri tuo Comes æqui recti⁹ tenax Prudentia. Quis porrò in aliis sensus, quæ animi affectio exinde suscitanda sit, tacitus præstola-*

A 2

bor

* Fundator primus Lubæ Casimirus Rex Poloniæ cognomento litteratus.

bor velut post tabulam latitans. Tu interim Speculum meum intrà Domus sacræ limina recipe; religiosæ fidei creditū desidero, nè affletur; nè profana vel distorta occurrant, quæ candide, nī fallor, reluentem in eo veritatem interturbent; quanquam ē genuina sit catoptrices natura, ut si quæ non munquam præpostere sparsa obvertantur, aspectu reordinet, detectisq; fallaciis in concinnam objecta redocet venuſatatem.

Memini sedem tuo nunc Asceterio dicatam famoso genitilis Deastri simulachro præteritis seculis fuisse percelebrem. Unde rhythmicus illorum temporum Poëta:

- - - - locus à quo conditus iste

Dæmonis ara prius tua transit in atria Christe.

Similem ex Idolo meo labem postliminio reddituram non metue; opticum est, non mentem, sed oculos ludit honesto spectantium illico; à veritate tamen non abludit, si ad leges hoc scripto statutas occurrentia hujusmodi φάσματα ratio investiget. Sine igitur Antistes Reverendissime, Speculum meum tantisper intrà ædium sacrarum Parietes acclinem, ē quoniam regium docatur, quod Rex inspicit, Cæsareum quod Cæsar intuetur, Tuum hoc erit, si consveto benevolentiae oculo id fueris dignatus.

itā voyet

Reverendissimæ, Perillustris, & Amplissimæ
Dominationis Tuæ

Devotissimus Cliens

CASPARUS NEUMAN.

Exercitatio Catoptricā DE IDOLO SPECULI.



Catoptrica ἀπὸ τῆς κατόπτρες, sive à Speculo nomen accepit, quasi Specularia Scientia, versaturq; circa radios ex politis corporibus repercuttos, quemadmodum optica directos, mesoptica refractos considerat. Ut verò obvia sunt hujus Scientiæ phasmata, ità recondita est sincera illorum notitia, multis digna demonstrationibus, quia si uspiam alibi, hīc se se natura monstrat Geometram, unum è multis proferam de Speculi idolo, ubi priùs methodo omnibus mathematicis consuetâ definitiones, & positiones necessarias præmisero.

Definitiones.

1. Omne corpus, cui extima quædam & uniformis continuitas est, nullis Sensum oculi, tactusve eminentiis offendens, Speculare dicimus.

2. Specularis repercutio non est quæcunq; à quovis corpore reflexio, sed à superficie sic æquata: alias enim repercuti radii non discedunt eo ordine quem habet objectum, à qua proveniunt, fitq; ut radii capitis verbi gratiâ ad eam perveniant interioris oculi partem, quam radii pedum occupant; atq; ità representatio omnis confunditur. Optimè in banc rem Lucretius lib.

3. Si quod colorata à se emitunt, fortè

- - - - - ad aspera saxa

*Aut in materiem ligni pervenit, ibi jam
Scinditur, ut nullum simulacrum reddere possit
Quam meminit Speculi laevor præstare salutem.*

ea de causa superficies aquæ, dum quiescit specularis est; mota autem perturbat imaginem, & radios facit sine ordine allabi.

3. Superficies repercuſſus est illa, quæ supra Speculum erecta concipitur. definitur tribus punctis. centro visus, punto rei visæ, & punto repercuſſus; quia tribus punctis datis, non in eadem recta dispositis, semper oritur peculiaris superficies. *Hujusmodi superficiem corpori reflectenti semper ὡς τὰς οὐθὰς insistere ostendit Vitell: lib. 5. p. 25. Alhazen. lib. 4. n. 14. Idem ex suis principiis demonstrat Joannes Keplerus in Paralip. cap. 3. p. 16.*

4. Imago, Simulacrum, εμφασις, εἰδωλον, phasma, spectrum Catoptricum dicitur forma illius objecti, quod videtur in speculo. locus imaginis est punctum, in quo prædictæ formæ, & Spectra comparent. *An videatur in speculo objectum, an verò potius objecti Species, his est inter Opticos acerrima. Recentiores contendunt videri Species, easque in numerum objectorum ut quod adsciscunt, Veteres autem dicebant colorum species esse tantum objectum ut quo potentiae visivæ, à quibus pulamus non recedendum.*

5. Cathetus incidentiæ, est recta à punto radiantis normaliter ducta ad Speculum etiam in directum protractum, si opus fuerit. Cathetus autem reflexionis, est normalis, sic ducta ab oculo. *Eiusmodi cathetos nonnulli in Speculis Sphaericis dusunt ad planum tangens normaliter; ut in Fig. 2. D H. alii ad ipsum Speculum, ut in eadem Fig. D N. quæ res praesenti exercitationi ansam præbuit, ut videbimus deinceps.*

6. Linea incidentiæ est illa, quæ à punto radiante in speculare corpus emittitur. Linea autem reflexionis est, quæ corporis opacitate ulterius progredi inhibita, ad medium diaphanum reflectitur. Porro angulus ille quem communis intersectio superficie reflexionis & Speculi facit, cum incidentiæ linea, vocatur angulus incidentiæ; alter
verò

verò, quem cum prædicta communi sectione facit linea reflexionis, dicitur angulus reflexionis. Hæc omnia exhibet

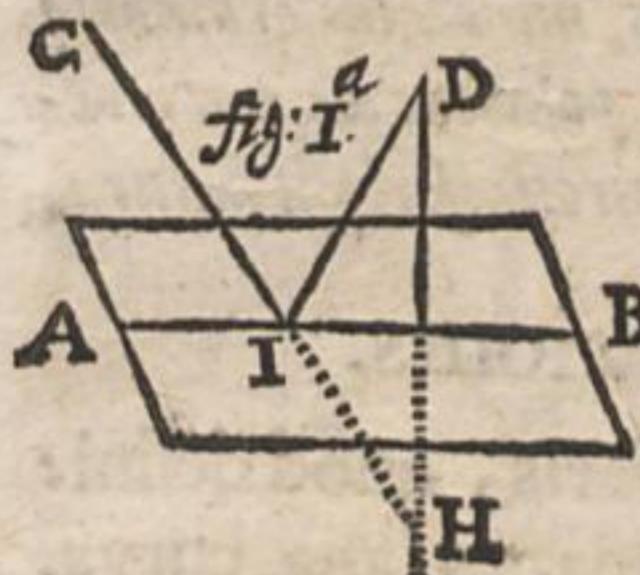


Figura prima in qua A CDB superficies repercussus, linea incidentiæ DI, reflexionis IC, angulus incidentiæ est angulus DIB angulus reflexionis CIA; Cathetus incidentiæ est linea DH.

Quamvis emissi lucis & coloratorum radii non sint linea Mathematicæ, sed suam retineant latitudinem, in his ipsis tamen radiis concipimus lineas omnis latitudinis expertes.

Hypotheses.

1. Oculo videtur imago esse versus eas partes, quò dirigitur objecti radius, qui est in parte vitali oculi: illam enim Solam partem vitaliter percipit, & nullam aliam extra oculum existentem; quam quidem directionem, ut oculus percipiat, credimus humores quoque intrà oculum reconditos esse vitale visionis instrumentum, simul cum tunica, retina: cæteras autem oculi partes, visionis adjutrices.

2. Luminosum, & color diffundit radios suos per lineas rectas. est communis. Posset quis ista forsitan cum Stoicis à certitudine axiomatis repellere: Volebant enim Academicci, Plato, Seneca, Lactantius & Galenus, quibus adhæsit Ptolemaeus cum Euclide, oculum potius videntis radiare in objecta. Contrarium supponunt Peripatetici, Vitello & optici R. R: Perinde autem est Catoptricæ veritati, an objecta visa radient, an oculus videntis: nimirumque enim eadem via est, & reciprocatio, cum omne quod videatur, per Lineas rectas videatur ab oculo ad objectum ductas. malimus nihilominus istud assumere, quod Physicæ doctrinæ judicamus congruentius,

3. Angulus incidentiæ, & angulus reflexionis, sub quibus

quibus veniunt abeūntque repercutti radii, sunt inter se
æquales. Constat certissimis experientiis, & ratione comproba-
tum habetur apud Vitello. hos tamen angulos nunquam ordinaria
sic adaptabit Geometria, ut Oculum objectumq; positione datum inde-
viant. tam arduis obvia quæq; difficultatibus circumscriptis natura.

Synopsis hujus Exercitationis.

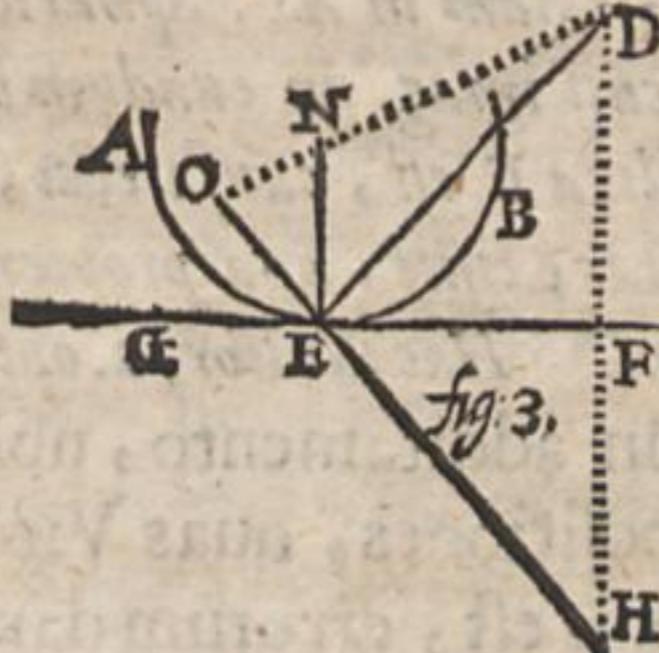
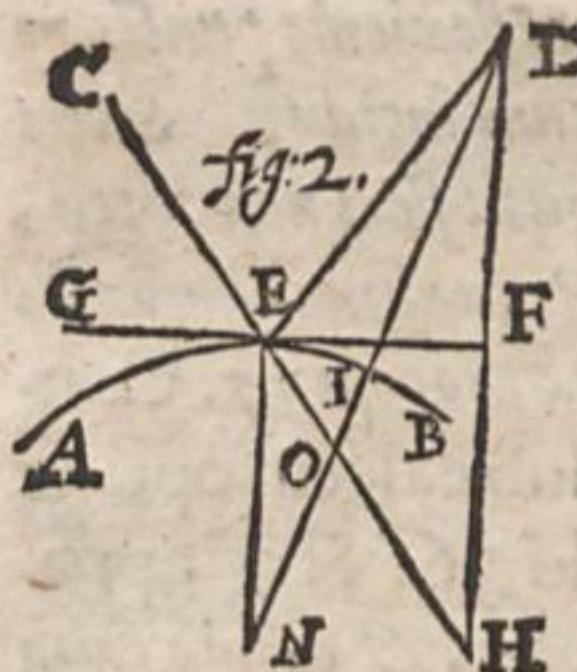
DUplicia sunt genera corporis specularis, quod defini:
prima circumscriptimus: plana quædam, alia curva.
Inter curva primas tenent partes sphærica, tam cava, quam
convexa; circa quæ præsens de idolo catoptrico mota est
quæstio: nam de planis quidem inter omnes convenit.



D Esto Speculum planum GF, linea inci-
dentiæ DE, reflexionis EC manifestum
est, atq; apud omnes in confessu radio-
sum D ab oculo C visum iri puncto H.
ubi scilicet reflexa linea ultra Speculum
producta eum perpendiculari ab objecto
demissa jungitur. Causa esse potest, quia
objectum appareat in radio CE, ut patet
ex axiomate I. punctum autem hujus lineæ non videtur
melius determinari posse, quam ex catheto DH: obliqua-
rum enim infinitæ sunt possibles, & conseqventer non est
ratio, cur illa potius præ alia imaginem definiat; unica au-
tem tantum normalis duci potest, quam vel ideo ad præ-
finiendum idoli locum natura meritò assumpserit. habetur
ergo in planis genuinus imaginis locus.

Difficiliorem hujus faciunt determinationem convexa
& concava. Punctum (vid. Fig. 2. & 3.) D radiet in conve-
xam Sphæræ superficiem A E B. cuius centrum N. reflexus
autem radius oculum C afficiens sit CE, queritur simula,
chri catoptrici locus, in quo radiosum oculus C intueatur.

Affina:



D Assignant hunc veteres Optici cum Evclide, Alhazen, & Vitellone in perpendiculari linea D N. qvæ per centrum Sphæræ ducitur, volūntq; in O. com-

muni utriusq; lineæ D N. EO. concursu hunc inveniri, qvam veluti à majoribus tantis communicatam sibi doctrinam ex ceperunt venerabundi plerumq; omnes, ad Simonis Stevini usq; tempora. Vir iste Hypomnematis suis typo vulgatis Belgio universo, ac Europâ reliquâ clarissimus docet imaginis nequaquam in O. sed in H. potius locum assignandum, jubetq; per E repercuſſus punctum tangentem G F duci, in quam ex D radioſo perpendicularē demittit, & eò usq; protrahendo continuat, quoad cum C E reflexionis linea ſimiliter protracta concurrat in H. locum imagini ſpeculari debitum. Atq; hæc rei Series eſt. Cum Stevino Itaq; & adverſa illius parte mihi hīc Sermo erit. Melioris autem ordinis gratiā totum hunc diſcurſum in duas partes diuidam. Prior Sententiæ utriusq; argumenta exponet, & noſtrā ſuper hoc tam literato Authorum diſſidio mentem. Altera palmarem aliam de idolo catoptrico difficultatem excutiet. Videamus quid memoratus antè Stevinus pro ſe afferat,

PARS PRIMA.

§ I. Argumenta Stevini.

Viſus ſibi fuit Hypomnematum Author

Sententiam hanc ἀποδεικνύσι ita ſtabili viſe:

H. *Eſt imago Spectati D. in Speculo plano FG, atqui idem E. reflexio-
nis*

B

nis punctum in plano FG. etiam in AB. Sphaerico reflexionis punctum est, utriusq; igitur Speculi imago in eundem locum incidit. Secus Speculi pars illa quæ ultra E est, causa eset, quod fieri non potest, quia nulla isthinc varietas existit, qua propter H. quæsita imago est, quod fuit demonstrandum. Hæc ille libr. 2. opticæ proposit: 7. Confirmat hæc pluribus in additamento, ubi sub calcem opticæ plures Alhazeni propositiones, quas Vitello 36. & 37. proposit. Lib. 5. complexus est, errorum damnat, & omnia falsa vocat elementa, unde uberrima falsarum propositionum seges extiterit. Objicit idem sibi probatum multoties experimentum, quo Veterum optica suum communiter tuetur assertum: Si enim crystallinum planæ superficie Speculum efformetur, quod intergo rotunditates modicè depresso & cava habeat, ut in superficie anteriore Speculi gibbi effigies referant, videbitur in illo duplex imago, una plani, altera convexi Speculi ab imo crystalli fundo repercutta, quarum illa quidem è Sphaerico prodiens minor erit, atq; oculo vicinior quam altera, tantum enim de majori imagine occultatur, qvanta est minoris magnitudo. Hoc autem fieri nequaquam posset, si utriusq; in eadem catheto eset visionis Locus, ergo. Quod equidem phænomenon cum yideret sibi non mediocriter præjudicium ab adversa parte opponi Stevinus, ita sive eludit, sive



dissolvit: AB Specula sunt gibba, inquit,
unum convexum, alterum concavum: Fatetur
binis oculis intuenti Speculum, radiantis
idolum comparere in M. fallaciter tamen;
vera enim loca imaginis in L & P existere,
quemadmodum in visu directo id fieri interdum autumat, & hoc pacto declarat:



In

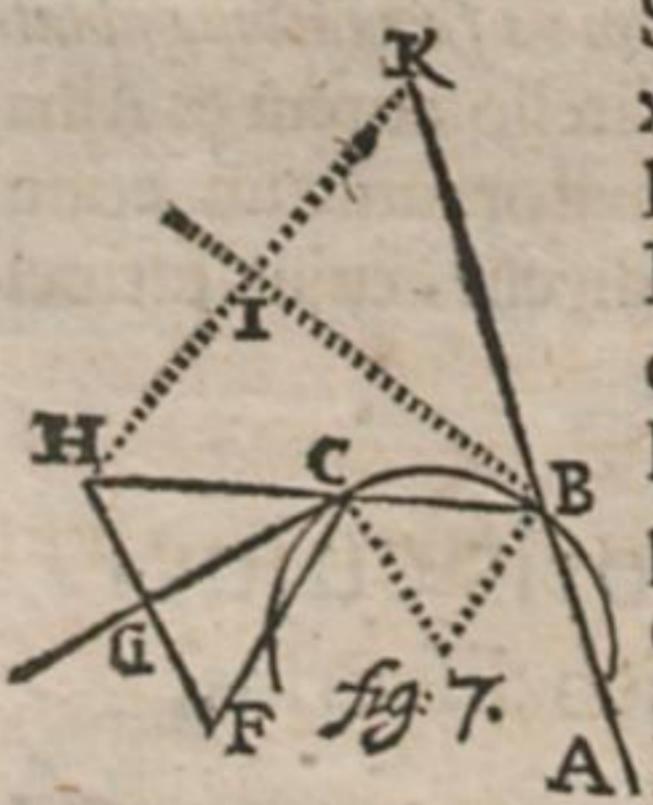


In extrema mensa due candelæ aequales in tenebroso conclavi collocantur, quarum flammæ punctis A. B. signantur; in extremitate autem opposita puncta C D sint tantum inter se distantia, quantum oculorum est interstitium. Ductis deinde rectis A D, & B C se se in punto secantibus, & in communisectione erectâ aciculâ vel acu impedimentum aliquod exempli gratiâ stans aliquis liber ut F. angulo A E C objicit, ut oculus C flammarum A non videat sed tantum flammarum B; Similiter & Liber G in angulo B E D, ut neque oculus D flammarum B, sed tantummodo flammarum A videat. His ita preparatis & visu E. versus directo ambas candalarum flamas unam eandemq; flammarum, & quidem in E. videri docet communi radiorum intersectione. Quemadmodum autem hic duæ flammæ una videntur, & alio loco, quam sint veræ, ita Sphærico reflectente A B. duæ imagines in P. & L. existentes oculis E D. (Vid. fig. 5.) una imago apparent in M, sed alio loco, quam sint veræ, atq; adeo fallaciter, Si enim alterutro tantum oculo imaginem contueris, deceptio omnis falsaq; visiosublata est. Hæc Stevinus pro domo sua. Vitello autem & Alhazen Arabs alterius Sententiæ propugnator unicum etiam oculum adhibet controversiæ hujus judicem, cuius ratiocinium dabit §. tertius.

§. II. Novus Recentioris cuiusdam de Simulachro catoptrico discursus.

Cum videret R. quispiam Stevini argumentationem §. I. allatam non parum suspectam esse: (an enim commune punctum plani & curvi eandem imaginem sistat tam in curvo, quam in plano, dubitari potest non minus de speculis, quam de plani horizontali & inclinati communi Sectione respectu insistentium gravium,) cum inquam, videret suspectam esse,

aliam ejusdem imaginis, definiendæ rationem iniens ita secum argumentabatur: Oculus judicat imaginem esse versus eas partes, versus quas objecti radius dirigitur, qui est in parte vitali oculi, itaq; imago semper est in linea ultima visuali, radii verò ab objecto emissi sensim deficiunt; quare si naturam radii paulatim deficientis sequi velimus, collocabimus Simulachrum in ea radii ab oculo longitudine in directum extensa, quæ est ab oculo per reflexiones incurvati radij ad ipsum objectum, quod quidem Steviniano phasmati in omnibus speculis evenit, cum juxta antiquos solum id planum observet: (*Vid. fig. 2. supra positam.*) Sunt enim DE, HE æquales (propterea quod angulus H EF, sive CEG sit æqualis angulo F ED; anguli autem ad F recti, & latus FE utriq; triangulo commune) igitur CE unà cum EH distantia imaginis æqualis erit lineis CE, ED. à radiosо emergentibus. Quodsi contingat radium pluribus reflexionibus incurvatum allabi, idem adhuc Stevino eveniet.



Sit objectum F radians per binas reflexiones C. B. vel quotcunq; alias, in oculum A. ē Puncto F demittatur cathetus FG, in tangentem CG, quæ protracta concurret cum BC similiter protracta in H, deinde cadat in planum tangens BI protractum, cathetus HI, quæ similiter continuata in infinitum, occurret radio reflexo A B in K, eritq; ex mente Stevini K locus imaginis F dupli repercius vīsæ. Dico Lineam AK æqualem esse Lineis AB, BC, CF toti reflexionis viæ. FC enim æquatur $\frac{1}{2}$ CH, ut fuit antè ostensum, CH verò unà cum CB æquatur Lineæ BK ob eandem rationem, addatur linea AB utriq; communis, erit AK tota, æqualis lineis AB, BH, hoc

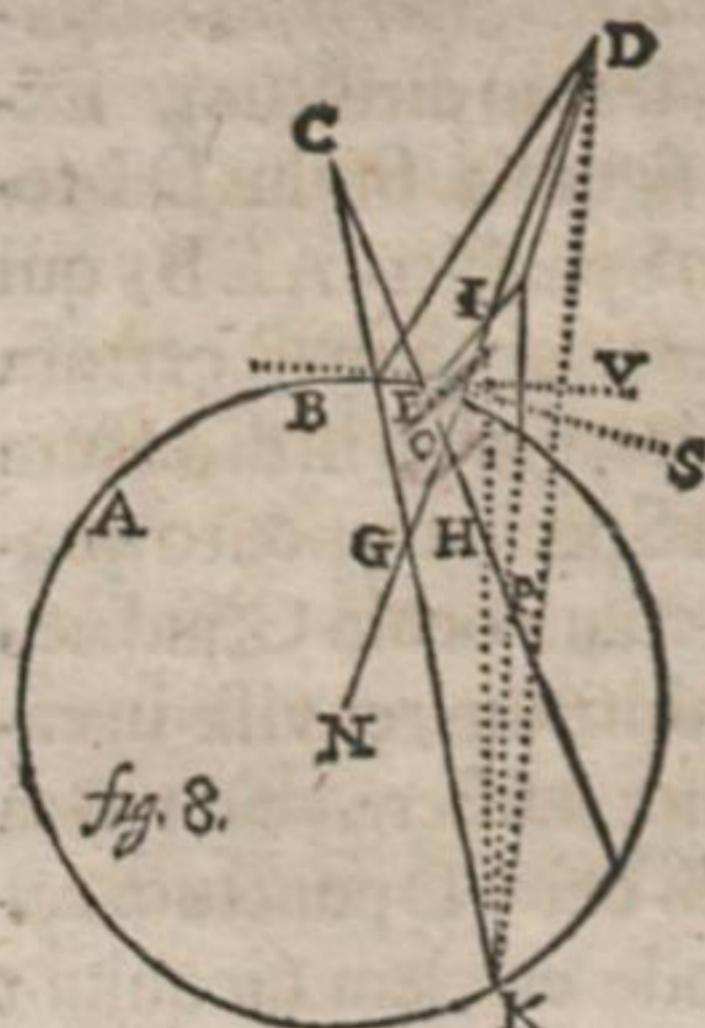
hoc est lineis A B, B C, C F quod erat ostendendum. Vbi
notes velim alium nonnihil locum imaginis esse in Speculo
cavo etiam secundum Stevini principia, cum pluribus refle-
xionibus repercussæ Species allabuntur ad oculum, tunc enim
non nisi per analogiam quandam objectum dicitur in occursu
catheti, & lineæ reflexionis apparere: censetur enim objec-
tum esse in H. Quare in tali casu incidentiæ cathetum re-
præsentat linea H K. Hæc Stevini dogmatis fautor. Itaq;
semper imago in cavis quoq; speculis apparet post superficiem
reflexentem: Si ita est, Cur videtur quandoq; exsiliare objec-
tum & hærere veluti in aëre pendulum, quantumvis unicus
tantum oculus speculum inspiciat? torquent se hic Stevini
asseclæ, ut apparentiæ tam frequentis causam assignent.

§. III. Ratio Veterum exponitur.

Alhazen 5. Opticæ libr. n. 3. pro suæ imaginis loco hæc
scribit: *Quæatur superficies Speculi talis magna, in qua appa-
reat forma baculi gracilis perpendiculariter erecti super ipsum, appa-
redit quidem forma baculi baculo continua, sive in directum. Ex-
plico mentem doctissimi Arabis: In figura 2. Stylus D I te-
nuis perpendiculariter insistat Speculo Sphærico A E B, qui
in subiectum punctum radians flectatur ad oculum C. certum
est experientiâ, hujus perpendicularis imaginem in directum
videri, hoc est eandem cum Stylo extra Speculum posito ima-
ginem conficere; palam ergo fit unico etiam oculo C. judice,
hanc veritatem definiri; imaginem nimicum rei visæ in ca-
theto ad superficiem Specularem ducta consistere, cum in ea
inveniantur omnes imaginis partes: Si enim D punctum ap-
paret in H, ut vult Stevinus, quomodo eandem (inquit
illi) cum Stylo D I. Lineam conficit? idem argumentum
urget Vitello, aliqui R. R. Cur autem imagini suæ in dire-
ctum*

Etum sit cathetus, hanc assignat causam præcellens ævi hujs Geometra Andreas Tacquet Catoptr.lib. i.propositio 19. quia cùm perpendicularis in nullam Speculi partem magis inclinet, quam in aliam, nihil etiam est, cur imago in ullam partem magis, quam in aliam inclinet, ac proinde unam cum prototypo suo debet rectam lineam efficere. Congrua ratio, sed quæ tenacem propositi virum ab aliena Sententia minimè dimoverit. Quid ergo ad experientiam tam manifestam, quam centies exploravi, inquit R.P. Andreas Tacquet, ac proinde qui id in Sphæricis convexis & cavis negant contingere, eos opinor vel experimentum non sumpsiisse, vel imperite & oscitanter. Conclamatum itaq; de Stevino dices? ita judicant non pauci. Ego nihilominus admissa hac, quam urget tantopere Alhazen atque Vitello, experienciâ, dico:

§. IV. Experimentum prædictum non convincit Stevinum falsitatis.



INspiciatur figura 8. in qua Sphæræ Specularis circulus maximus A B E. Stylus perpendiculariter erectus D I, radii extimi incidentes I E, D B. oculus C. erit ergo ex Veterum Sententia O G imago Styli, ibi enim linearum C E, C B fit occursus cum perpendiculari D G ad Speculum ducta. Secundum Stevini vero placita erit H K linea imaginem bacilli definiens; sunt enim I H. D K perpendicularares demissæ ad tangentes speculi B U. E S. nihilominus utraque imago, sive O G, quam Alhazen & Vitello, sive H K, quam Stevinus assignat, videbitur catheto D I in

D I in directum , esto situm habeant secundum se omnino di-
versum , ut patet in figura : cum enim & O G , & H K intra
easdem lineas visuales C EP , C BK contineantur , sub eo-
dem utraq; spectabitur angulo ad oculum terminato ; nece-
sariò igitur altera alteri apparebit æqualis & similis in situ &
magnitudine : Quare si Alhazeni Spectrum videtur continu-
are cathetum , juxta communes opticorum Leges , idem præ-
stabit phasma Stevinianum . Amplius dico , licet Stylus
ID , non foret Speculo perpendiculariter oppositus , sed in-
clinato situ , dummodo intraplanum CD N rectum ad Sphæ-
ram se contineat , adhuc inclinata extra cathetum D I vide-
bitur eandem cum D I perpendicularē continuare : nam
objectum D I juxta Alhazen cum imagine O G continuat
eandem cathetum , sed linea OG situs non differt à Situ P K
juxta opticorum axioma , quæ sub eodem angulo videntur &c.
ergo & P K eandem cum D I catheto apparenter lineam con-
stituet : licet enim situs P K curvus sit , non appetet tamen
oculo existenti in C. hæc curvitas , sed appetet recta , quia ,
quicquid ad oculum radiantis recto congruit , appetet rectum ,
curvum autem appetet , quod curvo congruit . Quæ autem
dicemus congruere videnti ? R. ea , quorum alterum trans
alterum diaphanum adæquatè intueri possumus . Ex quo
discursu amplius quid infero : Quamvis Styli D I imago cur-
vitatem circularem indueret , dummodo extra planum CDN
non vagetur hæc curvitas , apparebit nihilominus imago cum
Stylo continuari , & in eadem manere linea , ut eodem potest
discursu comprobari . Ex accidenti tamen forsitan quandoq;
fieri potest , ut incurvaturam tam notabilem ex umbrarum
variatione , & diversimoda luminis incidentia intellectus
conjiciat .

§. V. Joan-

§. V. Joannis Kepleri Sensus.

Audiamus & super hoc imaginis loco eruditè discurrentem Joannem Keplerum, cuius minùs stabilita viderentur ea, quæ de hoc argumento differunt Alhazen & Vitello, novè de Geometria petito ratiocinio ità evincere conatur locum **Capit. 3.** imaginis à Veteribus assertum. *Cum distantiam rei aestimamus paralip.* (inquit) triangulum sit Isosceles ut plurimum, cuius acumen seu in Vitello- vertex in aliquo rei visæ puncto ; basis in oculorum distantia ; atq; nem. prop. hic vertex illud punctum, in quo producti radii visorii coeunt, est 8. genuinus locus imaginis --- cuiuslibet autem oculi radius visorius est in eadem superficie, cum superficie repercutiūs, & cuilibet oculo Prop. 17. sua est superficies repercutiūs ; ergo ubi concurrunt radii visorij utriusq; oculi, ibi concurrunt & superficies repercutiūm, per oculum quæq; suum transeuntes, ergo cùm sit locus imaginis in concursu visoriorum, erit & in concursu superficerum repercutiūs utriusq; oculi. Hæ autem superficies ad speculum perpendicularares Sectione mutuā faciunt lineam rectam per 3. i i . mi, & hæc linea recta est perpendicularis super eandem superficiem repercutientem per 19. ii, locus ergo imaginis est in perpendiculari ad superficiem repercutientem.



Si objiciat Stevinus oculounico D. Speculum intuenti, phasma non apparere in perpendiculari ad Sphæram ducta, sed extra in P. atq; adeo ibi proprium esse imaginis locum, & binis oculis hunc per accidens variari, ob radiorum DP, EL intersectionem : idcirco Keplerus propositione 9. uni quoq; oculo accommodat hanc argumentandi rationem, propterea quòd simile triangulum distantia mensorum in oculo singulari reperiatur, cuius basis sit pupillæ latitudo, vertex punctum radians, nam radii

radii lucis & colorum ad speculum allabuntur cum aliqua densitate, atq; ità pluribus substant lineis mathematicis concipiendis, quæ superficie speculi sphæricâ repercuſſæ eandem in perpendiculari evincant imaginem. Quamquam posſit interdum contingere, annotante id Keplero, ut imagines in sphæricis speculis è perpendiculari ducta excedant, si viſum nimirum ità applies, ut contra naturam utriusq; oculisit eadem superficies repercuſoria; & puncta repercuſuum inæqualiter à catheto distantia. Demonstrationem ejus vide ibi prop. 18. cuius locò placethic paululùm diversam subjungere. Sit convexi Speculi centrum A, radians B, & in plano eodem circuli maximi per B & A transeuntis sint duo oculi C & D,



in quos radii EC, FD incident; Dico radium, cuius punctum repercuſus E, catheto BA vicinus est, occurrere eidem catheto in G loco propinquiore ad centrum A. adeoq; communem utriusq; radii sectionem non fieri ad perpendicularē BM. $\alpha\pi\delta\epsilon\xi\sigma.$ Ducantur tangentes EH, FI concurrentes cum catheto in H & I. & quoniam tangens FI à remotiore signo Fducitur, excedet FI lineam EH. occurat autem cathetus circulo in L & M. eritq; quadratum IF æquale rectangulo (a) LIM, & quadratum EH æquale rectangulo LHM. itaq; & rectangulum LIM, majus erit rectangulo LHM. ac proinde recta MI major quam MH, & reliquum HB majus reliquo IB. ergo IB ad BA minor ratio est, quam HB ad BA. Atqui IB est ad BA ut IK ad KA, (b) & ut HB ad eandem BA ita HG ad GA. ergo etiam IK ad KA minor est ratio, quam stratur id HG ad GA. Si itaq; non est AK major quam AG, sit § 1. Partis æqualis, & cadat, si fieri potest K in G; esset igitur IG, ad secundæ GA minor ratio, quam HG ad GA. ergo IG esset minor infra.

C

quam

(a) 36. 3.
Elem.

(b) demon
stratur id

quam HG, cum tamen ostensa fuerit MI major, quam MH.
unde ablatâ communi MG, erit HG minor, quam IG. non
cadet igitur K in G. multò minùs K cadet intra G & A. erit
igitur AK major, quam AG, quod erat ostendendum. Ea-
dem demonstratio non difficulter cavis applicabitur.

§. VI. Ultra Spectri inveniendi ratio magis probetur.

Ex haec tenus præmissis hæc fere sunt quæ deducimus :

1. Admodum universalis est Stevini doctrina, quæ
non sphæricis solùm, sed parabolicis quoq; , hy-
perbolicis & in spiram contortis corporibus se facilem præ-
bet; quam enim Alhazen & Vitellio cathetum assignabunt pro
parabolicis, nisi quam ad tangentem duxerint, cum in eo
omnes diametri sint paralleli, cum quibus, unicum si excipias
axem, anguli ad superficiem sunt inæquales. Quanquam
Keplerus prop. 20. cap. 3. in sectione parabolica perpendiculari-
cularem hanc malit duci per centrum illius circuli, qui se-
ctionem tangit in puncto reflexionis, & habeat rationem cur-
vitatis eandem, quam habet sectio in puncto repercussus,
quem super hoc vide.

2. Sententia Stevini universim nequit falsitatis apertæ
convinci. Colligitur ex §. 4. ubi præcipuum Vitellionis &
Alhazen fundamentum discutitur.

3. Inferimus: neq; Stevini neq; Recentioris §. 2. addu-
eti ratiocinium evidentiam parere; neq; enim indubitatum
est à communi punto plani & curvi eandem utrobiq; imagi-
nem sisti. Radiorum autem sensim deficientium non est ea
natura, ut in tantilla distantia, quā objectum à speculo re-
movetur, sub sensum cadat elangvescentium differentia.

4. Kepleri

Paralip.
on Vitell.

4. Kepleri argumentatio necessitate Geometricâ evincit idolum in concursu perpendicularis ad speculum factæ, si duo radii ad usq; interiorem retinam porrecti in speculum dirigantur. Itaq; determinatus semper habetur locus imaginis, utrumq; oculum sufficientis. In uno verò oculo non ita, nam displicet in hac quantumvis ingeniosa argumentatione triangulum respectu unius quoq; oculi consideratum; quod hæc communi visionis naturæ videantur contraria: si enim oculi singularis retina (quæ præcipuum est visionis instrumentum) binas ab unoquoq; puncto objecti lineas excipit, quoniam eum putat visiva potentia radiosum situm, qui in retina depingitur; videbitur punctum quodvis instar latitudinis extensæ, quod est *adūvator*. Omitto plura contra hoc triangulum objecta, quod cætera facilius quæsitum admittant effugium.

5. Inferimus: Vitellionis atq; Alhazen doctrina præ Stevini satisfacit cavi speculi phænomenis: videntur enim objecta in aëre natantia, licet unus tantum oculus cavo speculo exponatur. contrà, quām putavit Stevinus. Quam experientiam plusquam manifestam frustra negant adversariorum nonnulli.

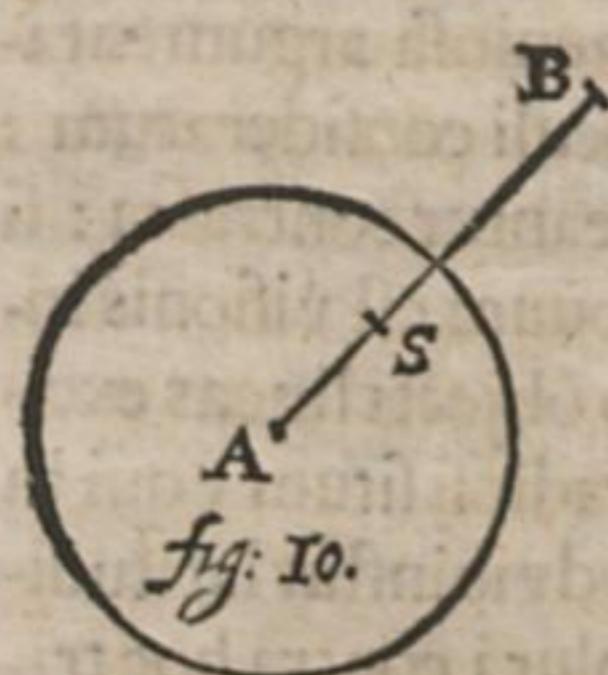
Concludimus ultimò: à tam antiquo Alhazen & Vitellionis dogmate, quanquam respectu unius oculi demonstrationis rigore careat, experienciis tam conformi, non recendum; Videturq; jure merito natura in eam perpendiculararem rejecisse imaginem, uno quoq; oculo spectatam, in quam geometricâ necessitate utroque oculo accedente collocanda fuit.

PARS ALTERA.

Plura de Idolo discutiuntur.

DEmus Vitellioni & antiquis, quod suadent speculorum phænomena, apparere imaginem in occursum perpendicularis

laris ad superficiem sphæricam ducetæ ; necdum per hoc unumquodq; radiosum genuinum sui phasmatis catoptrici locum obtinuit ; quid enim ? Si nulla sit catheti hujusmodi & linea reflexionis intersectio ? Quid si incidentiæ & reflexionis lineaæ sibi congruant ? Clarius :

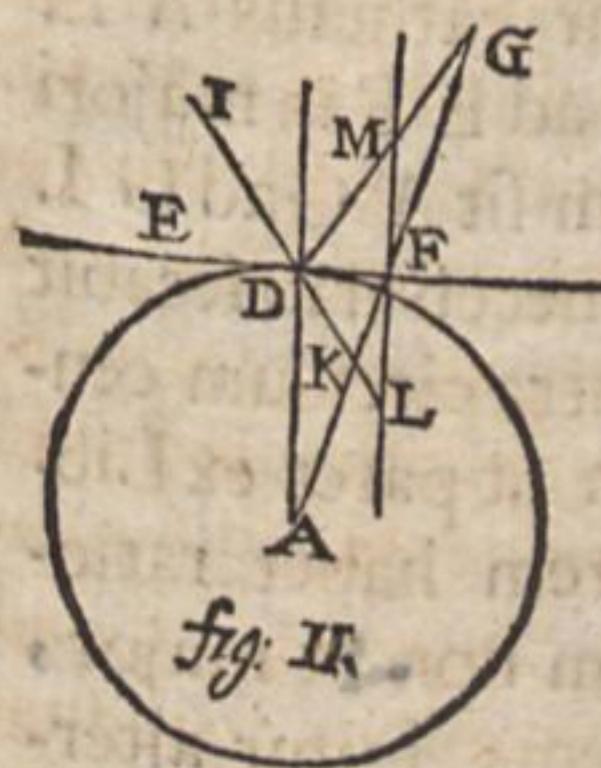


Oculus B Speculo C D F perpendiculariter expositus se ipsum contueatur, ità ut linea incidentiæ B D eadem sit cum linea reflexionis B D (radius enim perpendicularis in se ipsum reflectitur) cùm ergo hoc casu nulla fiat reflexi radii cum catheto intersectione, nova loci determinatione opus erit. Et in plano quidem

speculo inter omnes convenit : nam plana specula objectum in sua magnitudine relinquunt, & tanto post speculum intervallo res sistunt , quanto à reflectente superficie distant. In convexis & cavis non ità ; de prioribus Vitellio Lib. 6. p. 10. discurrens statuit hoc casu imaginis locum in ipsa convexi speculi superficie : existimabat enim in aliqua intersectione linearum quærendam locideterminationem , quare cùm nulla hīc occurreret , ad ipsum reflexionis punctum se convertit. ità is loquitur : *Centro visū posito in catheto incidentiæ super Speculum sphæricum convexum incidente, videbitur imago in superficie Speculi in ipso scilicet puncto reflexionis.* Prævidit nihilominus oppugnationi patere suam hanc determinationem , ideoq; subdubitans addit : *nisi forte propter continuatatem sui cum punctis aliis imago formæ visæ ad locum alium pertrahatur : sumpturus enim hujus rei experimentum in speculo , cùm suum oculum , oculiq; pupillam περ τὰς ὄψας radiantem curiosius observat , advertit & faciem & oculum & pupillam comparere post speculum ; secūs autem contingere oportuisset , stante hac determinatione : nimirum pupilla in superficie speculari tanquam*

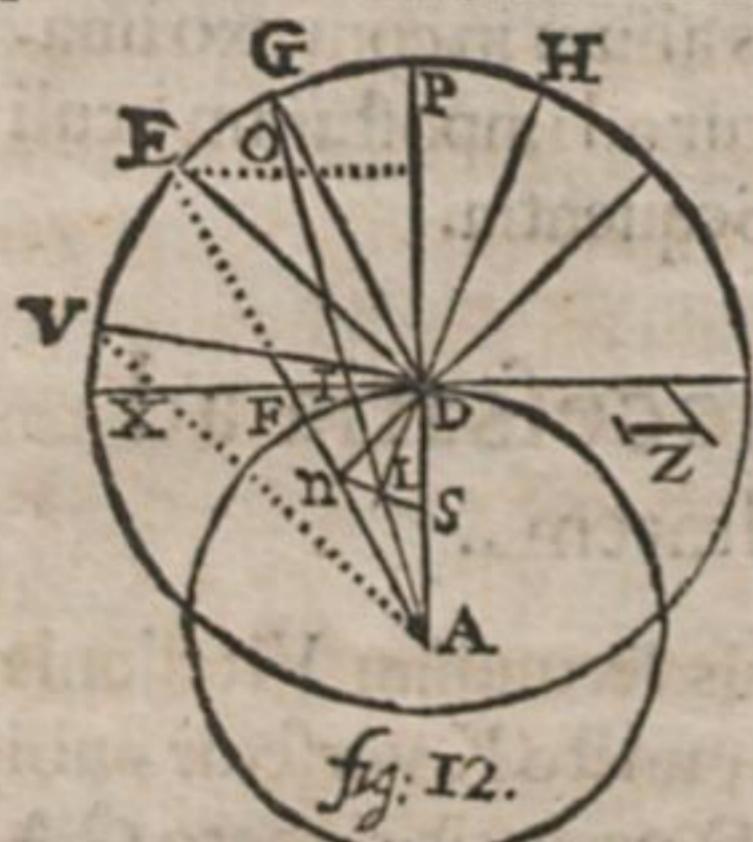
quam à capite segregata fuisset conspicienda, reliquo vultu se
in ima convexi abdente. Hæc quamvis oculis suis contraria
cerneret, experientiamq; refragari non dubitaret, nihilomi-
nus verum pupillarum imaginis locum in punto reflexionis
statuit, asserens aliunde id provenire, quod pupilla in pro-
fundo lateret, nimirum propter illius continuitatem cum re-
liquo capite intra speculum viso, ideoq; imaginationis hæc
esse ludibria. Sed pace viri in Catoptricis post Alhazen fa-
cile Principis, si ex ejusdem principiis alium in convexo ima-
ginis locum assignaro, non video cur ad imposturam oculi
potius recurrentum sit. Videantur Sequentia.

§. I. Præmittuntur necessaria ad solvendam difficultatem.



Locus imaginis secundum Vitellonis
doctrinam in punto K versetur, ubi
radius reflexus I D occurrit catheto G A
per visile & centrum speculi ductæ. quæ
suppositione facta, observo primò. Li-
nea quam locus imaginis & centrum spe-
culi intercipit, ita se habet ad alteram
lineam, quam idem locus
cum tangente intercipit, ut cathetus ab
objecto demissa ad lineam objecto & tangente interceptam.
Sit punctum reflexionis D, tangens E F centrum Speculi A,
radius incidens G D linea reflexionis DI, quæ protracta in
occursu catheti A G dat locum imaginis in K. Dico lineam
A K esse ad K F, ut A G cathetus ad G F. *αποδεξιος*: du-
ctæ enim per F M L parallela ipsi A D, erit non minùs A D
quæm L F ad angulos (a) rectos tangent; est autem & an-
gulus G D F æqualis angulo I D E hoc est angulo (b) F D L (b) 15.1.
ad C;

(c) 26.1. ad verticem, latus autem D F utriq; trigono commune, (c)
 (d) 4.6. igitur & basis M F æqualis erit basi F L, quare ut (d) latus
 A D ad M F, hoc est ad F L, ita A G ad G F. & quia tri-
 angula A D K, F K L similia sunt ob parallelas A D, F L,
 in quas A F incidens facit alternos F A D, K F L & ad ver-
 ticem K angulos æquales, erit ut A D, ad F L, sic A K,
 ad K F, igitur & A K se habebit ad F K, ut A G ad G F.
 quod erat demonstrandum.



Observo secundò cathetorum à tan-
 gente intersectarum rationem tantò
 magis crescere, quantò incidentiæ
 linea fuerit tangentи vicinior. Sit G
 punctum radians, linea incidentiæ
 G D, inclinetur hæc ipsa linea ma-
 gis tangentem versus, habeatq; si-
 tum D E, ducatur cathetus A E.
 Dico lineam A E ad E F in majori
 esse ratione, quam sit A G ad G I.

Ducatur per E tangentи F D parallela, quæ necessariò secabit
 lineam G I in O verb: grā: cadet enim intra circulum cen-
 tro D intervallo D E sive D G descriptum ut patet ex Lib.
 3. elementorum. Jam sic: A O majorem habet ratio-
 nem ad O I, quam A G ad G I; si enim non est major,
 erit eadem, vel minor. Sit primo eadem; igitur alter-
 nando A O ad A G eandem habet rationem, quam habet
 O I ad G I, & convertendo A O, erit ad O G, ut O I
 ad O G, sive invertendo G O erit ad O I, ut eadem G O,
 ad A O, quare A O, O I forent æquales, totum & pars,
 quod est *adūratio*. Haud absimili discursu ostendetur non
 posse esse minorem rationem; est ergo A O ad O I in majori
 ratione, quam A G ad G I, sed ut A O ad O I ita A E ad
 E F, igitur majorem quoque rationem habebit A E ad E F,

quam

5. element

quām A G, ad G I. pariter evinces A V. ad V X in majori
esse ratione quām A E ad E F.

Observe 3. Quō radiosum magis inclinaveris ad tangentem eō remotiorem quoq; à centro imaginem futuram, & vice versa tantò fore imaginem centro propinquiorem, quanto incidentiæ linea G D perpendiculari P D vicinior extiterit. (*Vide fig. 12.*) Centrum Speculi sit A visibile G, oculus H, æqualiter à reflexionis puncto dissitus, idolum autem radiantis G compareat in L. Sit deinde aliud radiosum E eodem à punto D remotum intervallo, inclinatius tamen versus tangentem F D, cuius imago formetur in N, Dico hanc esse remotiorem à centro A, quām simulachrum L. ductis enim cathetis A G, A E, quarum prior tangentem in I altera in F secet, habebit se A G ad G I, ut A L ad L I, per præcedentia. Eodem modo A E est ad E F, ut A N ad N F, majorem autem rationem habet A E ad E F, quām A G ad G I, (4) igitur majorem quoq; rationem habebit A N ad N F, quām A L ad L I. quare cùm A F superet lineam A I (potest enim A F quadrata A D, D F, linea verò A I solum potest quadrata A D, D I) superabit etiam A N lineam A L, igitur punctum N remotius est à centro quām punctum L, quod assumpsi demonstrandum. Ex quo equidem incremento & decremento illud demum consequi videtur, si iisdem positis A D producatur in P ad circumferentiam usq; circuli è puncto reflexionis per oculum & visile descripti, sitq; ut A P, ad P D, ità A S ad S D, lineam imaginum N L transituram per punctum S, quòd enim G D propinquior fuerit ad D P, eō punctum L quoq; vicinius accedet ad S. potest verò G versus P accedere, distantiâ minori quām quælibet data Z, ideoq; & L versus S accedet distantiâ multò minori, quām eadem data quævis Z, sicut etiam ratio A E ad E F potest omni datâ differentiâ differre à ratione A P ad P D per

per accessum visibilis E versus P. quandoquidem eò semper minorem ad invicem rationem habent A E ad E F, quò fuerit E punto P vicinus: in singulari enim & minima ratione est maxima A P ad maximam P D per coroll. prim. 7 & 8. Lib. 3 element: Videtur autem lumine naturæ evidens, id quod post motum omni datâ parvâ distantia minùs distat, nihil distare; Item rationem quæ omni datâ rationum differentia minùs differt ab alia ratione, nihil differre, id quod omni dato parvo ejusdem speciei minus est, nihil esse &c. Nam & in Physicis qualitatibus bene infero: calor qui à quodam calore determinato minùs differt differentiam cuiusvis dati quantum, cunq; tenuis caloris, nihil differt, sed ejusdem prorsus est intensio. His ita expeditis revertamur ad id, quod suprà tractandum suscepimus.

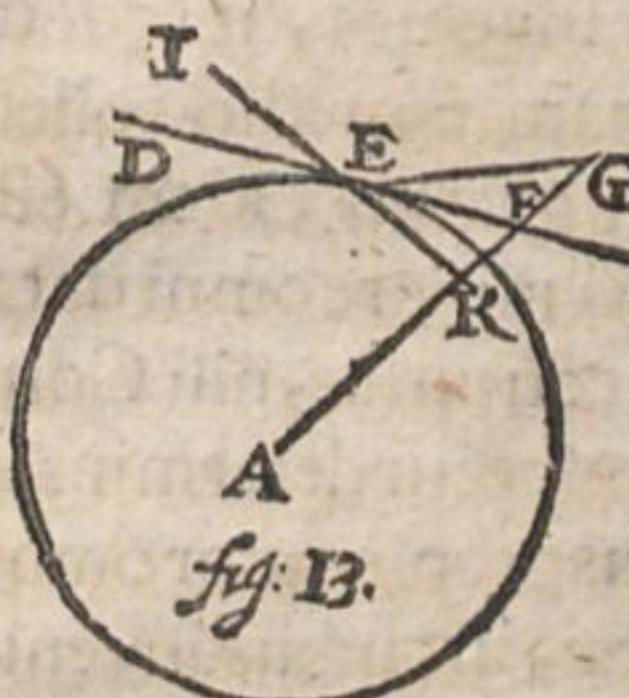
Vid, fig. 10,

§. II. Oporteat invenire locum imaginis cùm radius incidentiæ in se ipsum reflectitur.

SPhæricum convexum sit C D F (nam de cavis postea) ilius centrum A, visile idem ac videns B in perpendiculari eadem B A, quod evenit cùm pupilla seipsum in speculo contemplatur; quæritur hujus idolum. Fiat ut A B ad B D, ita A S, ad S D. Dico S fore punctum quæsitum: cùm enim radiosum B, idemq; oculus B æqualiter à puncto reflexionis D remota sint, ostensum autem fuerit articulo præcedenti lineam imaginum hoc casu per S. transituram; consequens est, genuinum imaginis locum versari in punto S, ubi vides minimè opus esse ingenioso illo Vitellionis effugio suprà ante §. 1. adducto. Dabunt itaq; veniam eruditi, si à viro in optica disciplina Principe quoad hoc recessero.

§. III. Quan-

§. III. Quandonam locus imaginis cum superficie speculi coincidat?



Si dato visili **G** oculo **I** locum invenire placeat, unde idolum radios **G** in ipsa superficie aspiciat, ne tantur puncta **A G**, centrum & visile; fiatq; ut **G A** ad **A K**, ita **G F** ad **F K**; deinde a dato punto **F** sit tangens **F E**, ducta. Dico, si ex **K** per **E**. linea **K I**. protrahatur, oculum in **I E**, deinde constitutum, visurum imaginem in ipsa superficie speculi convexa, nimirum in **K**. Cùm enim **G A** sit ad **A K**, ut **G F**, ad **F K**, erit alternando **G A** ad **G F** ut **A K** ad **F K**. igitur simili ratiocinio quale adhibuimus §. I. Observat **I**. ostendemus angulos **G E F**, **I E D**, sibi invicem esse æquales, atq; adeò reflexionis punctum erit in **E**. locus verò imaginis **K**. in peripheria situs, ubi erat inveniendus.

*per hy-
potb. 3.*

Plura his similia adduci possent, a quibus me consulto abstineo, ne præfixos assumpti instituti limites transgrediar;

Unum ut audio, est, quod te vellicat. displicet §. I. observ. 3. ubi lineam imaginum per S. punctum transire diximus, hoc maximè argumento, & velut communis axiome: ea nihil distare a se invicem, quæ omni data parva distantia minùs distant. Certè inquires, si ita arguere licet, quid prohibet exclamare Archimedem illud εὐεγκα, ultimum scilicet quadratricis Pappianæ punctum repertum esse, quia omni data distantia vicinius acceditur; at hoc falsum esse proclamat omnes. Deinde quid Nicomedes ad nova istiusmodi axiomata? certè Conchois per ipsum inventacum substrata sibi linea accedit vicinius omni data perpendiculari distantia, an ergo dices hæc aliquando concurrere? nonne hyperbola

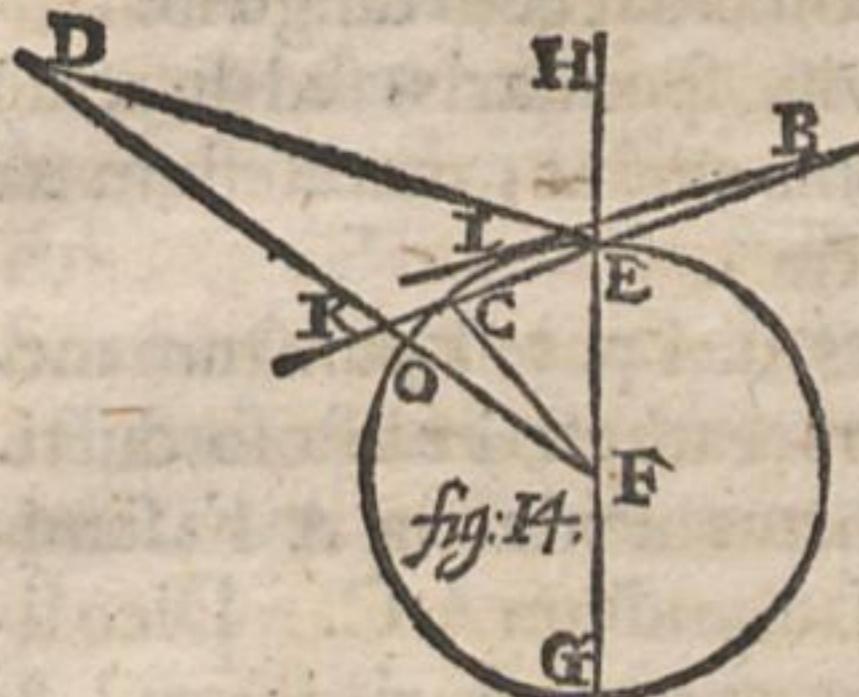
D

perbolæ

perbola ad asymptotos infinitum magis accedit , neq; tamen concurrit unquam ? Vide ne tuo hoc novo axiomate universam Geometriam convellas. Nil tale metuas velim ; ut nunquam veritatem sibi ipsi contrariam invenies , ita quod lumine naturae notum dixi , minimè etiam è medio tollet asymptotos : etsi enim Conchois verb : gratia , (idem est de hyperbola,) accedat ad rectam distantiam minore omni data perpendiculari , non potest tamen inferri concursus , nisi Conchoidis & hyperbolæ accessus sumatur respectu determinati puncti in linea recta , ad quod fit accessus propinquior omni dato intervallo. Similiter etsi linea recta , in quibus inveniuntur puncta quadratricis , semper magis , & magis ad rectam accedant , in qua absconditus latet quadratricis apex , hoc tamen non sufficit , nisi determinetur in dicta recta ipse apex , seu determinatum punctum , à quo aliquod ex ceteris punctis quadratricis distet minori distantia quavis data Z quemadmodum §. I. Observat : III. punctum S. determinavimus , à quo punctum aliquod linea NL , minus distat , & quidem post motum , omni dato intervallo. Patet itaq; per assumptum hoc axioma inconcussa manere Geometriæ fundamenta.

§. IV. Convexa exhibent quandoq; imaginem extra speculum.

QUOD INFRÀ dicemus commune cavis , id aliqua ratione convexis evenire ostendemus , scilicet concursum radii reflexi cum incidentiae catheto non semper post , sed quandoque ante speculum fieri. Sit sphæræ circulus maximus OCE , cuius centrum F , radius incidens DE , reflexus EB . Dico fieri posse , ut BE producta concurrat extra superficiem specularem in K. verb : gratia , adeoq; locus imaginis sit ante speculum , & quidem id evenire toties , quoties incidentiae cathetus



cathetus F D. à puncto reflexionis E. sextâ parte circuli aut plus absuerit. Jungatur F E. utrumq; protracta in H. G. sextans interceptus esto E O. Quoniam angulus D E H. major est interno H F D, erit D E H hoc est, B E H. sive angulus K E F. major tertiatâ parte recti, quia arcus E O minimum intercipit 60 gradus

ex hypothesi. arcus ergo C O G. cui insistit, erit major duabus tertiiis semiperipheriae circuli, (nam tertia pars recti insistit duabus tertiiis semicirculi) & reliquus arcus C E. minor erit una tertiatâ semicirculi, ergo punctum O. non est in arcu C E, sed extra. non poterit ergo F O. concurrere cum C E. intra circulum, ergo extra. Quod autem F O. cum B E C protracta necessariò alicubi concurrat, probatur: quia F D. E D. supponuntur concurrere, anguli ergo D E F, D F E. sunt minores duobus rectis, multò ergo minores duabus rectis erunt K E F, K F E. ergo similiter concurrent. Eodem modo ostendes idolum comparere extra speculum, si arcus E O fuerit major sextante. In omnibus autem his casibus incidentiae cathetus transibit per illam sphæræ superficiem, quæ oculo in B. constituto directâ visione non comparet; hoc est, erit ultra tangentem B L. Econtra autem quoties incidentiae cathetus transierit illam sphæræ superficiem, quæ oculo in B. constituto apparens est, adeòq; cis tangentem BL. fuerit, semper imago intra speculum coarctabitur.

Porro omnia ejusmodi radiosimulachra extra speculum situata continentur inter tangentem per reflexionis circulum ductam, (Vid. fig. 13. supra:) atq; hic est extrinsecus veluti terminus idolorum: cùm enim radius reflexus I E. necesse

fariò secet circulum in E. (nam si coincidat cum tangente, linea incidens, & reflexa, non erit visio specularis, sed directa) & imago semper in linea reflexionis existat, manifestum est contineri simulachra intra tangentem.

Alter simulachrorum limes dici potest punctum medium semidiametri, qui est pars catheti à radioso ducti.

Sit enim cathetus incidentiae A F, semidiametri A K dimidium A C. Dico linneam imaginis esse necessariò inter C. & H: si enim videri potest in altera medietate C A, videatur in B, jungaturq; B E. erit ergo (b) A B major quam B E. Sed B E major (c) est quam B K, ergo & A B major erit, quam B K; sed B K plus est quam dimidium radii, ergo A B. quæ

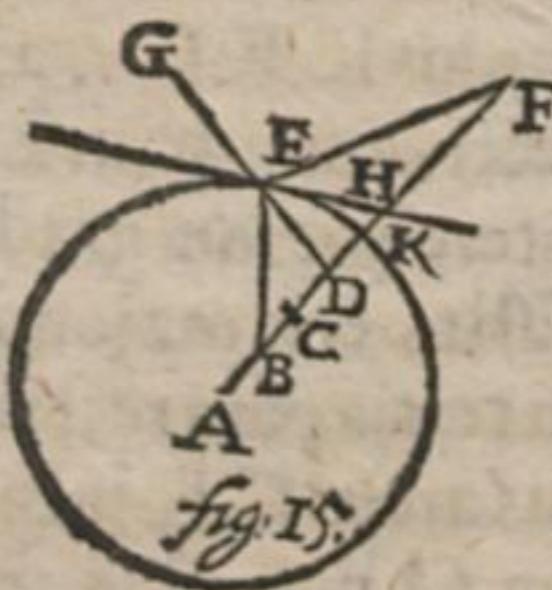
minor est, quam semiradius, superabit plus quam dimidium radii, quod est *αδύνατον*, igitur fieri non potest ut idolum D. videatur inter C. & A. Sunt ergo tangens, & punctum C. duo limites imaginum, quos nunquam attingunt simulachra catoptrica.

Ex hac convexorum proprietate sub initium hujus §. allata, necessariò limitanda est prop. 14. lib. 6. Vitellionis, & Alhazen. lib. 5. num 18. ut veritati consonent, prout videbimus articulo sequenti.

§. V. Restringitur propositio antiquorum.

Vid. fig. 15
sup. citat.

Authores antè citati præcipua opticæ lumina, cùm proprietates convexi rimarentur intimius, adverterunt rem D E. inter locum imaginis D. & punctum reflexionis E. semper minorem esse segmento catheti A D. loco imaginis, & centro speculi intercepto. ex qua veritate sequitur quoq; linneam



(b) p. Vitellionis
prop. 13.
L. 6. &
Alhaz. 17.

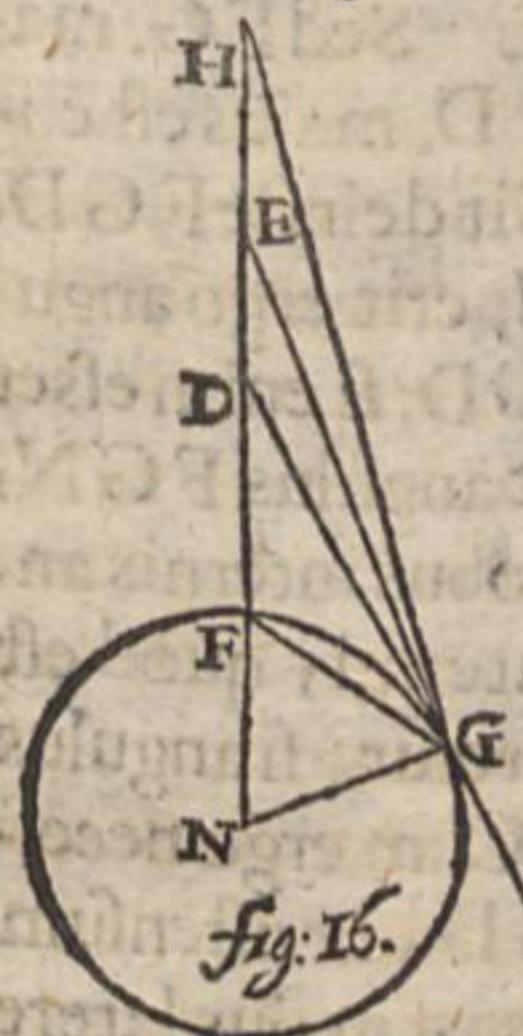
num. 5.

(c) p. 18 pr

neam A D, majorem fore, quam sit D H. loco imaginis, & tangente intercepta. Infert ex his tertium Vitello, quod H K. pars catheti inter contingentem & circumferentiam circuli, semidiametro ejusdem circuli minor sit, at haec assertio sic universaliter prolata manifestae veritati repugnat: si enim reflexus radius cum incidentiae catheto extra speculum concurrat, ibique sit statim imaginem, fieri potest, ut excedat semidiametrum.

Sit enim arcus F G. major sextante, adeòq; locus imaginis D. cadat extra peripheriam, ut antè demonstratum est; Dico lineam E F. majorem esse semidiametro F N. Est enim linea E F. major, quam F G. propterea, quod angulus E G F. major sit, quam angulus F E G. Sed F G major est, quam F N, quia subtendit plusquam sextantem, ergo multò maior erit E F, pars catheti finem contingentiae & peripheriam circuli interjacens, quam semidiameter F N. Quod autem angulus

E G F. major sit angulo F E G. sic ostenditur. Angulus N E G. una cum angulo G N E. æquivalet uni recto, est autem angulus N F G. minor angulo G N E. propterea, quod latus G N. minus sit latere F G, erit ergo angulus N E G. una cum angulo N F G. minor recto; sed N F G. hoc est angulus N G F. additus angulo F G E. æquivalet similiter recto, ergo additamentum E G F. majus est additamento N E G, quod erat ostendendum. Quin & linea D F inter peripheriam & Locum imaginis intercepta potest major fieri semidiametro F N: nam E D. potest omni datâ longitudine minor fieri. Sit enim E F. linea major, quam chorda sextantis. angulus autem D G F. quem facit chorda F G. cum linea reflexionis protracta G D. sit dimidius anguli F G N. veletiam major



jur dimidio. Dico hoc casu non tantum E F, sed & D F. majorem fore semidiametro N F, sit primum angulus D G F. dimidius anguli F G N. quoniam igitur anguli N G F, N F G. ad basim æquantur, angulus autem N G F. duplus est anguli F G D, erit & angulus N F G. duplus anguli ejusdem. Idem autem angulus N F G. externus æquatur duobus internis D, & F G D. ergo angulus D. est æqualis angulo F G D, ergo per 5. I. latera D F, F G. sunt æqualia. Sed F G. majus est latere F N. semidiametro; ergo & F D. majus est eodem semidiametro, quod erat primum. Sit deinde F G D. paulò major, quàm dimidius anguli F G N. erit ergo angulus ad D. necessariò minor quàm angulus F G D. si enim esset similiter major, quàm dimidius F G N, esset angulus F G N, hoc est angulus N F G. externus æqualis duobus internis angulis, quorum singuli sunt maiores medietate sui, quod est absurdum. Idem absurdum à potiori sequeretur, si angulus F D G. foret major, quàm angulus F G D. Cùm ergo necessariò minor sit angulus D, quàm angulus F G D, ut ostensum est, erit latus F D. majorem angulum subtendens, majus latere F G. minorem angulum subtendente; & consequenter multò major, quàm F N. semidiameter. Quòd iescunq; igitur, angulus D G F. fuerit aut dimidius anguli F G N, aut major illo &c. semper erit linea D F. peripheriæ & loco imaginis intercepta major semidiametro, quod erat demonstrandum.

Quòd autem angulus D G F. possit esse dimidius anguli F G N, & tamen intra tangentem E G. cadere, patet ex eo, quòd F N G. assumatur major sextante, adeoq; N G F. minor sextante, ergo residuus, qui complet rectum, F G E. major 30. gradibus; poterit ergo exinde abscindi angulus D G F. dimidius anguli F G N, aut interdum paulò major dimidio. Et huc usq; de convexis; ab his ad cava progredi amur.

§. VI. An

§. VI. An in Cavis speculis imago semper appareat in occurso catheti cum linea reflexionis.

Mira Vitello spectacula cavis exhibet, dato, quod constans idoli locus sit communis incidentiae catheti, cum radio reflexo intersectio. Ex hoc enim manifestum evadit radios imagines quandoq; extra speculum exsilire, & velut in aere pendulas natare, insuper inverso situ. Quod equidem in

figura 17. non difficulter colligitur, ubi objectum speculo expositum sit D E, oculus in O. punctum D. radians in C. flectitur per lineam C Z. in oculum O. similiter punctum E incidens in B, reflectitur per B X. in oculum O, quae lineae necessariò cadunt ad partes diversas centri, cum sint æquales. Igitur punctum E comparebit visui O. in X. nam ibi cathetus E A, ultra centrum reflexionis protracta, secat lineam reflexionis B O. similiter punctum D. apparebit in Z, ubi D A. cathetus radium reflexum C O. intersectio, ideoq; ante specularem superficiem hærebit in aere pendulum, & quidem situ inverso. Frustra tamen promittunt aliqui imagines aere medio ante speculum fluitantes eo pacto, ut in spicienti nec speculum quidem compareat.

Non difficulter secundum easdem leges imaginis ostendetur, quomodo è pygmæo gygantem, è musca elephantem repræsentet, hæc specularis cavitas. Inspice figur. 18. ubi longitudo A B, oculo in C. constituto apparet instar magnitudinis S T, quia punctum B radians in E, videtur in T, ubi cathetus





cathetus incidentiæ O T. radium reflexum C E. intersecat, punctum verò A comparet in S. ibi enim radius reflexus C F. catheto incidentiæ O S. occurrit. Sed de his Vitellio abundè, aliiq; catoptrici, quorum inventa describere supervacaneum. Unum est, quod hīc discutiendum assumo: num in cavis semper intra concursum radii reflexi cum catheto incidentiæ imago appareat. Affirmativam tenet Vitello cum antiquis, iis duntaxat casibus exceptis, quibus nulla fit radii reflexi cum incidentiæ catheto intersectio: tunc enim simulachrum vult hærere in superficie speculari.

Ex qua euidem doctrina ostendunt fieri posse, ut quandoq; post oculum intuentis compareat idolum. Esto circulus maximus B E D, superficiei cavæ reflectentis intersectio, radius incidentiæ sit E F, reflexionis E B. locus oculi punctum C. A G ducta sit per centrum parallela reflexo radio C E. infra quam euidem omnia radios F E. puncta locum imaginis habebunt post speculum; quæ verò ultra A G parallelam, versus H. situata fuerint, illorum cathetus post oculum C, concurret; ibi ergo idolum spectabitur. ità illi. Quid ad hæc experientia? Videtur servire antiquorum opinioni: nam objecto in F. posito, simulachrum confusè admidum & dubiè conspicitur, cuius phænomeni hanc assignant rationem, quod tunc proprius imaginis locus sit retro oculum in B, nihil autem oculus naturaliter distinctè percipit, nisi quod ante visum positum est, necesse igitur est radios sic constituto, ut minus perfectè imaginis veritatem comprehendat. Negativam tuetur P. Andreas Tacquet, vir acutissimus, & cylindricis suis antiquæ Geometriæ suppar. Visusq; sibi est demonstrasse locum imaginis quandoq; versari extra cathetum, hoc





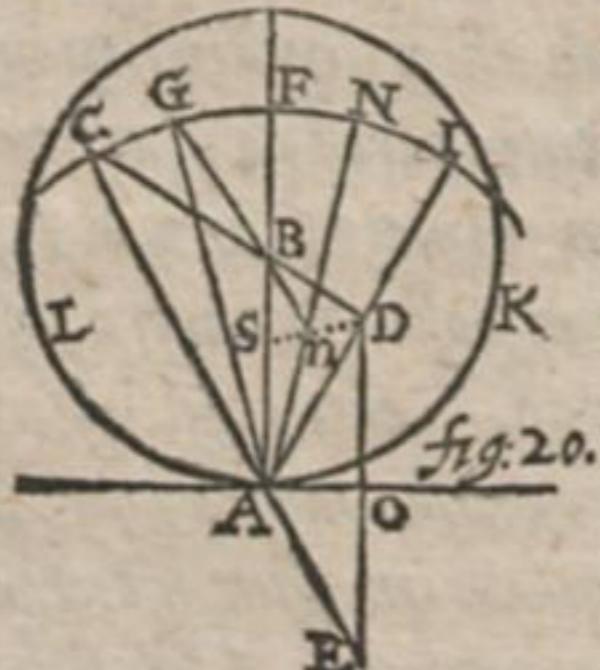
hoc ratiocinio. Ultra A, centrum cavi speculi sit objectum D E, à cuius extremitatibus ducantur catheti D A, E A, quæ si ultra centrum producantur, necessariò tendunt in partes contrarias punctis D & E. itaq; si quodvis punctum semper appareat in sua catheto, non poterit objectum D E ultra centrum A existens apparere post speculum unquam aliter, quam situ inverso: atqui experientia certâ constat oculo propè ad speculum admoto (puta in P.) objecta ultra centrum posita apparere post speculum situatio, ergo. errârunt igitur

Alhazenus, Vitello, aliiq; optici hos secuti, existimantes, ut in planis convexisq; speculis, sic & in cavis nunquam imaginem extra concursum radii reflexi cum incidentiæ catheto apparere. Cui sententiæ, cùm non videam, quo demum effugio experientiam tam manifestam eludere possint Veterum asseclæ, libens accedo, & concludo hunc paragraphum: Imaginem nimirum catoptricam cùm clarè & distinctè apparet, semper versari in catheto incidentiæ, interdum tamen hanc extrâ, confusè licet, & minus distinctè conspici. Contrahenda ergo est Alhazeni & Vitellionis de simulachro catoptrico doctrina.

§. VII. Locus imaginis in concavo, quando pupilla ultra centrum constituta seipfam intuetur.

REstringimus ad casum hunc articulum, quo radiosum & oculus in eadem sunt catheto, ultra centrum constituta. quid enim dicendum sit, cùm pupilla intra centrum constituta seipfam videt, quæremus postea. Vitellio universaliter non
E secūs

secus ac in convexis ait, simulachrum pupillæ comparere in ipsa superficie. ità ille lib. 8. opt. p. II. *Locus imaginum formarum à speculis sphaericis concavis reflexarum, quandoq; est in ipso puncto reflexionis: quando enim forma puncti rei visæ videtur secundum cathetum suæ incidentiæ, tunc necessariò imago videtur in ipsa superficie speculi in puncto scilicet suæ reflexionis.* Sed refragatur illi experientia, alium igitur, pace tanti viri, liceat nobis imaginis locum inquirere experimentis conformem.



Esto superficies reflectens L A K , pupilla oculi constituta in F ultra centrum , in ipsa incidentiæ catheto ; quæritur imaginis locus. Priusquam respondeam . Instar lemmatis præmittenda , atq; demonstranda sit hæc cavorum proprietas.

I. Sit visile C. oculus I æqualiter à puncto reflexionis dissipata , quæ distantia

major sit ipsa sphæræ semidiametro. Locus imaginis juxta leges traditas sit in D. Dico lineam BD ab imagine & centro interceptam esse ad BC, quam idem centrum & visile intercipit, ut DA. inter imaginem & punctum reflexionis sita, ad lineam incidentiæ AC. Ducatur per D linea DE parallelâ semidiametro, & per A tangens AO, quæ facit ad O rectos, & consequenter triangula ODA, OEA æqualia, ut supra ostensum fuit. erit ergo ut BD ad BC, ita AE seu quod idem est, AD (cum AE, AD sint æquales) ad AC. quod erat ostendendum.

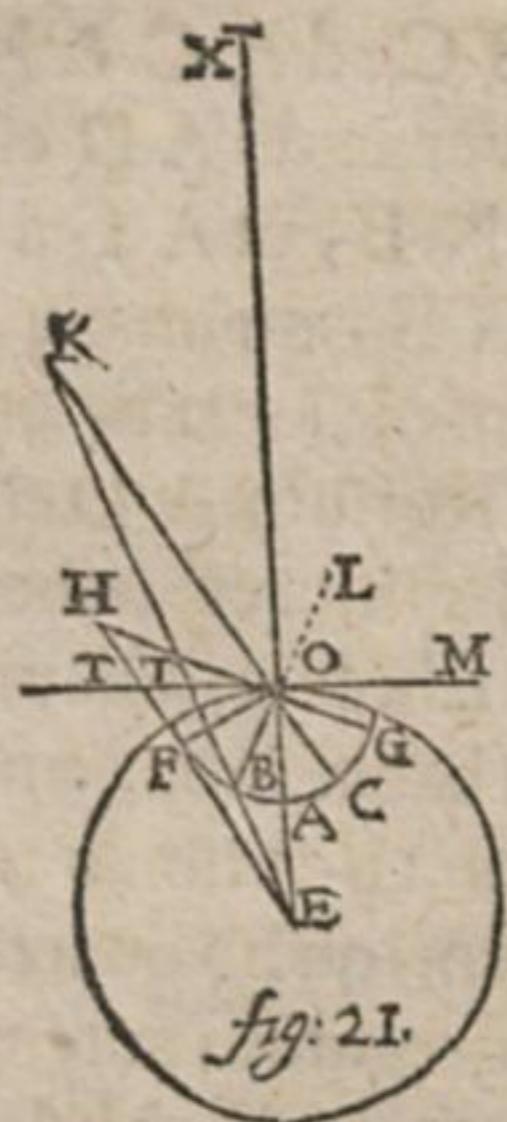
Altera proprietas est ; (*Vide eandem fig. supr. citat.*)
Si C transferatur in G, oculus in H, ita ut simulachrum ra-
diosi C conspiciatur in N, assero lineam B N breviorem fore
linea B D, adeoq; punctum N vicinus esse centro B, quam
sit punctum D. *ἀπόδειξις.* B D est ad B C, ut D A, ad A C.
eodem modo N B est ad B G, ut N A ad A G per præceden-
tem,

tem, ergo alternando ut B D ad D A, ita B C ad A C. & N
B est ad N A, ut B G ad A G, quare invertendo A D est
ad D B: ut A C ad C B, & A N est ad N B, ut A G ad
G B, major autem est ratio $\pi\sigma$ A G ad G B, quam ejus-
dem A G, sive (a) A C ad C B, quare etiam major ratio est
 $\pi\sigma$ (b) A N ad N B, quam A C, ad C B. Rursum A D est
ad D B, ut A C ad C B, sed A C ad C B minorem habet
rationem, quam A N, ad N B, ergo per scholium Clavij
ejusdem propositionis, A D ad D B minorem habet rationem,
quam A N ad N B. & per scholium proposition. 26. secunda ad
primam D B ad D A majorem habet rationem, quam quarta
ad tertiam, hoc est, quam N B ad A N. aggregatum autem
linearum (c) B D, A D majus est aggregato N B, N A, (c) p. lib.
quia angulus N cadit intra angulum D, ergo & linea B D ma-
jor est linea B N; adeoq; punctum N centro B vicinus est.
Eodem modo ostendes puncto G vicinius ad F accedente, mi-
norem adhuc futuram imaginis distantiam a centro B. quare
si fiat, ut A F ad F B, ita A S ad S B, linea imaginum D N
transibit per punctum S juxta discursum §. I. habitum, quia
aliquod punctum lineae D N accedit ad punctum determina-
tum S. accessu, omni dabili intervallo propinquiore. quare
secundum axioma superius stabilitum: quod omni data parva
distantia minus distat, nihil distat; erit S punctum imagi-
nis. pupillæ in eadem incidentiæ catheto ultra centrum in
F constitutæ, quod erat inquirendum.

§. VIII. Pupillæ simulachrum intra centrum speculi constitutæ.

Similiter intra centrum & peripheriam arcus F B G descri-
batur intervallo O B, quem contingat E F, sitq; F O ra-
dius incidens, O G linea reflexionis, idolum H. Oportebit
autem,

(a) p. Vi-
tationis
prop. 13.
Lib. 8.
Alhaz.
64. num. 5



autem, ut AE major sit linea AO : Si enim minor foret EA quam AO poterit linea AE, sive OB fieri quandoque linea EB æqualis; esset ergo tunc angulus BQE sive EOC æqualis angulo OEB alterno, non concurrerent ergo linea CO, EB. His positis demonstratum habetur, EF esse ad FT, ut EH ad TH, eadem evenient si transferatur objectum in B oculus in C. idolum vero punctum K occupet; nam & tunc erit EB ad BT, ut EK ad KT, & sic de omni alia. Quod autem hicpotissimum

observatum velim in rem meam, est; lineam OK partem radii reflexi vicinioris, punto reflexionis & imaginis loco interceptam, esse ad EK cathetum radios centro propinquioris in majori ratione, quam sit ratio $\pi\sigma$ OH ad cathetum HE radios F magis à centro distantis. *ἀπόδειξις*: nam EB est ad BT, ut EK ad KT. sive alternando EB est ad EK, ut BT, ad KT. sed ut BT, ad KT, ita BO ad OK, per 2. sexti (sunt enim anguli KOT, TOB, hoc est LOM æquales) ergo & EB est ad EK ut BO ad OK, sive invertendo & alternando OK est ad EK, ut BO ad EB. sed (b) BO ad EB majorem habet rationem quam eadem OB sive OF ad FE. ergo & OK ad EK majorem habet rationem, quam OF, ad FE. rursus ut OH ad HE, ita OF ad FE, sed OF ad FE minorem habet rationem, quam OK ad KE, ergo & OH ad HE, minorem habet rationem quam OK ad KE. ideoque alternando $\pi\sigma$ OH ad OK minor est ratio, quam HE ad KE, convertendo autem OK ad OH majorem rationem habet, quam KE ad HE, iterumq;

(b) p. 8. 5.

iterumque alternando, O K ad K E in majori est ratione,
quam O H ad H E, quod erat ostendendum. Et hæ qui-
dem rationes crescunt in infinitum, tantò magis, quanto
E K linea ad perpendicularē E X proprius accesserit.
omnium autem ex his maxima ratio invenitur in perpen-
diculari linea, ubi O K cum T K veluti coincidit, quam
ità secuimus, ut E A sit ad A O, quemadmodum E X ad
X O. ideoque E A majorem assumpsimus, quam sit A O.
quantumcunq; igitur O K ad perpendicularē accesserit,
semper tamen O X ad X E in majori erit ratione, quam
O K ad K E, quod in hunc facile modum ostendemus:
cùm enim sit X O ad X E ut O A ad A E; O A verò ad
A E majorem habeat rationem, quam O B ad B E, habe-
bit & X O ad X E majorem rationem, quam O B ad
B E. rursus ut O K ad K E ita O B ad B E, sed O B ad
B E minorem habet rationem quam X O ad X E, igitur
& O K ad K E minorem habet rationem quam X O ad
X E. maxima ergo omnium ratio est $\pi\sigma$ X O ad X E,
quantumcunque O K ad perpendicularē X E accesserit.
oculo igitur in arcu F A G, quem tangentes determinant,
circumlato, rationes $\pi\sigma$ O K ad K E, crescunt & acce-
dunt ad rationem $\pi\sigma$ X O ad O E. omni differentiā pro-
pinquiūs. ratio autem quæ omni datâ rationum differen-
tiā quantumcunque tenui, minus differt, nihil differt; cur
igitur non dicamus, forte congruentiūs ac Vitellio, suffra-
gante insuper experientiā, pupillam in A, speculo exposi-
tam comparere in X. quare in hypothesi hac inventurus
imaginem catoptricam, fac: ut excessus, quo E A superat
 $\pi\sigma$ A O ad ipsam E A, ita se habeat E O excessus, quo
ipsa E X superat $\pi\sigma$ E O, ad aliud, prodibit E X spec-
trum quæsitum determinans: Si enim E A fuerit ad A
O, ut E X ad X O, erit etiam ut E A ad excessum quo E A
superat

superat A O , ità X E ad excessum quo E X superat X O , per conversionem rationis. & invertendo : ut excessus quo E A superat π A O , ad ipsam E A , ità excessus , quo E X superat X O ad ipsam E X . Sub alia autem peristasi , cùm objectum minùs à centro , quām reflexionis puncto distat , quis imaginis locum determinet ? cùm interdum post speculum , interdum antè & quidem post oculum fiat catheti incidentiæ & radii reflexi occursus. quare tum mutant consuetum locum idola , ut probatum antè . Vides ergo quædam phænomena cavi adhuc esse *ἀνεκφόρητα* , hoc est , inexplicabilia. quibus difficultatibus se utcunque expedit Stevinus. Si ideo præcisè simulachrum in superficiem speculi rejicit Vitellio , quia aliam ejusdem determinationem invenire non sit , posset fortassis non incongruè sectio catheti in ratione data assumi ad loci catoptrici præfinitionem ,

§. IX. Oculi in intervallis post speculum discernendis fallacia.

DIcet aliquis , si tanto intervallo pupillæ seipsum contemplantis imago post speculum abditur , qui fieri potest , ut tam enormem distantiam non percipiat oculus ? Postulat hæc objectio , ut breviter methodum discussiam , quā oculi rerum distantias indagent. Ingeniosissimus Keplerus in paralipo : ad Vitellionem , docet binis ideo hominem oculis donatum ; *Ad comprehensionem distantiae visibilium ab oculis* : cum enim oculi utriusque centra ab invicem absint in certa proportione ad corpus . puta unius Palmi latitudine circiter , nulla verò certa visio fiat ; nisi cum utriusque oculi diameter , qui per centra humorum transit , in rem visui propositam dirigitur , hinc efficitur , ut hæ diametri inter videndum sibi ipsis non planè aequidistant ,

distent, sed tantò magis ad se mutuo annuant, quanto res visa
 proprius visum consistit. Centra oculorum sint
 A B objectum C, magis ab oculo remotum,
 quam punctum E. hoc casu oculis in E dire-
 ctis magis contorqueri opus erit lineas axi-
 um E B, E A, quam si objectum fieret ab
 oculis magis dissitum, & hujus contortus,
 ceu animalis actionis usurpatione} atque sensu assuevit animal in-
 ter distantias longiores & breviores rerum visibilium à sese disting-
 vero. Idem priùs Cap 3. prop. 8. tradiderat. ubi voluit
 oculos in distantiis percipiendis veluti geometrizare: in
 visione enim ait tenet sensus communis oculorum suorum distan-
 tiā, ex assuefactiōne, angulos verò (nimirū A E B trian-
 guli ad basim) notat ex sensu contortionis, unde datis duobus
 angulis trianguli, cum interjecto latere, quasi trigonometricè col-
 ligit reliqua latera. Re autem adeo longè remotā ut evanescat
 ad eam comparata binorum oculorum distantia, axes propemo-
 dum parallelī diriguntur. Quòd si dicas unico etiam
 oculo distantias percipi. Respondet hanc dignoscendi fa-
 cultatem primū à societate hac inter binos oculos ortam,
 post in singulos etiam oculos derivari. Id enim triangu-
 lum distantiae mensorium (*simile quid ex illo attulimus §.*
s. partis primæ.) etiam in uno oculo potest considerari, ut
 vertex sit in punto rei visae, basis in latitudine pupillæ,
 & diametro pupillæ, ea quæ coincidit cum linea connectente
 puncta utriusque pupillæ, ut ita oculus unus à binis oculis
 hoc instituendi trianguli negotium assuefactiōne didicerit.
 Idem putavit Aguillon: p. 4. & 5. lib. 3. Opt. quanquam
 facilius aberret in judicandis distantiis unus oculus, pro-
 pter minus sensibilem trianguli hujus mensoriū differen-
 tiā. Hanc doctrinam nemo est qui non fateatur ingenio-
 sam, sed experientiæ non videtur usquequaque consentanea.
 Dum



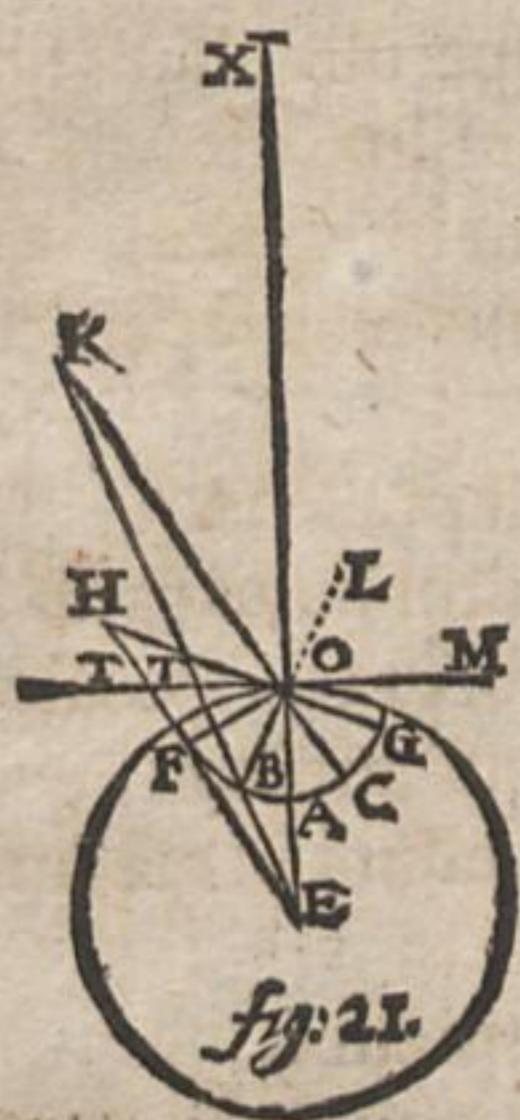
Dum enim quidquam oculo intuemur utroque, non idcirco axem utrumque eò dirigimus, sed solum unius plerumque, altero feriante, ut primus advertit Gassendus, & post hunc



R P. Andreas Taquet, Optic. l. i. p. 2, aspici-
enti enim candelam E verb: gratia oculo C
sinistro eclipsatur respondens in pariete obje-
cto punctum F; clauso deinde sinistro C dex-
ter oculus G flammarum eandem conspiciens,
notabit aliud in muro punctum I. tegi, diver-
sum à præcedenti, aperto tandem utroque oculo cande-
lam intuens reperiet idem punctum tegi I, quod pri-
ùs respondebat flammæ cùm solo oculo dextro G radio-
sum E conspiceret. Ex quo manifestum videtur, non fu-
isse utriusque oculi axem in E directum, sed unius dun-
taxat, alioquin objectum E non debebat apparere in F po-
tiùs, quâ in I, sed intermedio quodam punto O. Con-
gruentiùs ergo discurrunt illi, qui distantias volunt percipi
primò ex corporibus interjectis vel infra oculum, ut terræ
superficie, vel lateraliter ut muro, aut serie domorum &c.
II. ex intensione & debilitate coloris, aut distinctione vel
confusione, quâ res cernitur. ita fit, ut tenebris ingruen-
tibus, quæ propè sunt, remota compareant. Et turres ac
montes per nebiam longius, quâ sereno cœlo distare ex-
istimantur. E contrario ignes nocturni procul aspectu,
comparent vicini, & objecta telescopio aspecta judicamus
propinquiora, ob species per vitra intensas. Interdum
etiam ex nota rei magnitudine distantiam arguimus, sic
ciconiam sublimè volitantem, quia exiguae magnitudinis
videtur, procul abesse colligimus. Cæterum distantias se-
cundùm se non percipit visus, unde saepius judicat turrim
alicui testo humilioris ædificii contiguam, licet immali
interdum spatio dissideat. Pari ratione cælum terræ pu-
tamus

tamus cohærere in horizontis ambitu, montem monti incubantem, si vallis intermedia aliunde nos lateat. Et ex his manifesta evadit objectionis sub frontem hujus paragraphi expositæ solutio: quamvis enim simulachrum plurimum

ab O repercuſionis puncto discedat, deſunt tamen ſenſui communi ſimiles circumſtantiae, quarum comparatione veram, & iuſtam diſtantiam ferat.



Atque hæc ſunt, quæ in medium diſputationis circa idolum catoptricum adducenda censui; Confirmationis loco ſit illud; quod eandem in convexis reperiendæ imaginis rationem tenuerit Vir eximius P. Theodorus Moretus, quæ theologicis, quæ mathematicis ſcientiis excultiſſimus, à quo hæc edidici; indeque anſam arripui, ut in cavis quoque ſpecu-

lis phasma oculi ſeipſum contemplantis inquirerem, & ni fallor haud ineptè determinarem.

Si cui porrò hæc abſtruſa nimium, à communibus ſtudiis aliena, captuqne videantur diſſicilia, ex hoc ipſo licebit, æſtimet; fateatūrque ſuo altiora ingenio, quod procul dubio haud vulgare ſibi inefſe autumat: meminerit de Helladum quoque lingua olim tritum illud paſſim inſuſe: *græcum eſt, non legitur.* neque tamen iδcirco preſtum illius diminui; id quod mathematics etiam commen- tationibus hoc tempore applices velim.

A. M. D. G.

F

Para-

Paradoxa & pertinentia Catoptrica.

Speculum dabimus, in quo vetuli juvenes compareant.

Spondent optici se volantem hominem exhiburos, sed frustra, nisi præstent, ut hominem in altum sublatum, pavimentum cui insit non subsequatur. Duobus speculis planis sibi invicem oppositis multiplicare objecta tritum in Catoptrica. Nos decem aut plures etiam objecti ejusdem imagines unico speculo plano exhibebimus. Idem exhibebimus bina superficie convexâ.

Externo visu res absens videri potest, ut præsens.

Stultis omnia magna videntur. quæritur hujus ratio? Monstrosæ picturæ, admoto cylindrico verb. gratiâ speculo, conformes & pulchræ apparent; Docebimus modum, quo directâ quoque visione facies humana horrendum in modum deformata regularis appareat.

Oculus potest se videre ubique & nuspian.

Fieri potest ut vitra plana interdum objectum augeant; an idem dicendum de speculo plano?

Dioptrica per polygonam chrystillum imaginem confractam oculo exhibit integrum. Idem nos speculo præstabimus κατοπλεκτῶσ. Interdum fit, ut quò vicinius ad objectum accesseris, tantò minùs de illo videas.

Nunquam res videntur ut sunt; minores enim semper apparent, quam sint.

Fallere oculum, ut in uno flore milenos videat, dioptricæ & Catoptricæ est commune, tritumque. Illud peculiare speculis, ut olfactum decipient, nam ad paucorum liliorum fragrantiam tanto viciniam odore replent, ut mediis te liliorum areolis illatum credas: videndum an & Dioptrica olfactum colligat.

Dabimus lentes perfectè hyperbolicas, nemo tamen exinde tubum speret opticum.

A M D G.

Opt. 162, 10.