

CAPVT III.

DE

DISTRIBUTIONE TELESCOPIO- RUM IN TRIA GENERA PRAECIPUA.

Definitio I.

81. **I**mago *vera* est, ad quam formandam radii reuera concurrunt indeque porro diffunduntur; dum contraeae imagines *fictae* vocantur, ad quas radii tantum conuergendo diriguntur neque vero ad eas actu formandas concurrunt; vel etiam, ab iis diuergendo ulterius discedunt neque tamen ab iis prodierunt.

Corollarium I.

82. Imago igitur vera hac gaudet proprietate, vt si in eius loco charta alba effet expansa, super ea effigies a radiis incidentibus exprimeretur, quod in imaginibus fictis vsu non venit.

Coroll. 2.

83. Imagines autem fictae duplicis sunt generis; vel enim radii inde diuergerendo ulterius progrediuntur, cum tamen inde non discesserint, vel ad eas convergerendo tendunt, neque tamen eo revera perveniunt, sed ante ab alia lente aliam directionem accipiunt.

Scholion.

Fig. 15.
Tom. I.

84. Ad ea, quae hactenus sunt proposita, figuras ita repraesentauimus, quasi per singulas lentes imagines verae formarentur, ita, ut inter binas quasque lentes successiuas imago vera caderet, neque in his figuris vlla imago ficta est indicata. Imagines autem illas veras litteris $F\zeta$, $G\eta$, $H\vartheta$ etc. designauimus, quae omnes ita sunt comparatae, ut, si ibi charta alba expanderetur, super ea effigies obiecti reuera exprimeretur. Perspicuum autem est, imagines veras necessario oriri debere, si omnes distantiae, quas supra posuimus, determinatrices $aF = \alpha$, $FB = b$; $bG = \beta$; $GC = c$; $cH = \gamma$; $HD = d$ etc. fuerint positivae; imagines autem tum erunt fictae, quando harum distantiarum quaedam fiunt negativae, id quod in sequentibus theorematibus fusius explicabimus.

Theorema I.

85. Si interualli inter binas lentes successiuas cuiuscunque v. gr. cD binae partes $cH = \gamma$, et $H.D.$

$HD = d$, ita ut sit $cD = \gamma + d$, fuerint positivae: imago vera in puncto H exhibebitur, et contra.

Demonstratio.

Radii enim per lentem RR refracti ad imaginem H θ conformandam tendunt et, quia lens sequens SS ultra locum imaginis H est posita, ab his radiis imago vera in H repraesentabitur, ita, ut si per H θ charta alba esset expansa, ea istos radios revera exciperet super eaque effigies depingeretur; quod ergo necessario semper evenire debet, quoties binae partes huius intervalli γ et d fuerint positivae. Ac si vicissim in H repraesentetur imago vera, manifestum est, hoc fieri non posse, nisi punctum H post lentem C cadat, quia alioquin radii eo non porrigerentur; tum vero etiam liquet, hanc imaginem efformari non posse, nisi sequens lens D post H cadat. Cum igitur esse debeat distantia $cH = \gamma$ positiva simulque distantia $cD = \gamma + d > \gamma$, evidens est, et distantiam d esse debere positivam.

Corollarium.

86. Quoniam hactenus singula intervalla inter binas lentes successivas tanquam ex duabus partibus composita sumus contemplati, inter lentem primam A et secundam B imago vera F ζ cadet, si ambae eius partes a et b fuerint positivae; similique modo inter lentem secundam B et tertiam C imago vera reperie-

H 2

tur,

tur, si huius interualli BC ambae partes β et c fuerint positivae et ita porro.

Theorema 2.

87. Si binarum partium aliquot, huiusmodi interuallum, veluti cD constituentium alterutra fuerit negatiua; tum imago $H\theta$ lenti C respondens erit ficta (feri enim nequit, ut ambae simul sint negatiuae.)

Demonstratio.

Cum interuallum cD binis partibus $cH = \gamma$, et $HD = d$ constet, sumamus primo distantiam γ esse negatiuam; tum igitur imago $H\theta$ ante lentem RR cadet et radii per hanc lentem transmissi ita refringentur, quasi ex ista imagine essent egressi, cum tamen inde non emanauerint; quamobrem ista imago non erit vera, sed ficta. Sin autem altera pars d fuerit negatiua, imago $H\theta$ demum post lentem SS eaderet, quia autem radii per lentem RR transmissi ante quam eo pertingunt per lentem SS de nouo refringuntur, istam effigiem non reuera formabunt, ideoque haec imago erit ficta.

Ambae autem partes γ et d simul non possunt esse negatiuae, quia earum summa $\gamma + d$ ipsum interuallum cD exprimit, quod semper necessario est posituum.

Co-

COROLL. I.

88. Si ergo pro primo interuallo AB partium a et b altera fuerit negatiua, inter a et B nulla cadit imago vera; si praeterea etiam pro secundo interuallo bC partium β et c altera fuerit quoque negatiua, inter a et C nulla cadet imago vera, ac si insuper partium interualli cD , quae sunt γ et d , altera fuerit negatiua; tum ne quidem in spatio aD reperiatur imago vera, sicque fieri potest, vt inter plurimum lentium spatium nulla plane cadat imago vera.

COROLL. 2.

89. Neutiquam ergo numerus imaginum verarum a numero lentium pendet, cum aequae fieri possit, vt post quamlibet lentem imago vera repraesentetur atque vt pluribus lentibus nulla plane imago vera respondeat.

COROLL. 3.

90. Ex quocunque igitur lentibus telescopium quodpiam fuerit compositum fieri potest, vt per totum eius spatium vel nulla plane imago vera reperiatur vel vnica tantum, vel duae vel tres etc. nunquam tamen plures, quam sunt lentes, vltima demta.

THEOREMA 3.

91. Post quocunque demum lentes in telescopio prima imago vera exhibetur, ea semper est inuersa.

Demonstratio.

Fig. 5.
Tom. I.

Quando scilicet imago primae lentis statim est vera, perspicuum est, eam quoque esse inuersam; quod autem ea etiam futura sit inuersa, si demum post plures lentes occurrat, sequenti modo ostendi potest; consideretur radius ex centro obiecti E per superius lentis obiectivae punctum M transiens atque iste radius per sequentes lentes transiens tandiu supra axem versabitur, donec ad primam imaginem veram pertigerit; quia enim ex axis puncto E est egressus, ubicunque iterum in axem incideret, ibi existeret imago obiecti vera (hic enim ad aberrationem vel diffusionem radiorum non respicimus), ex quo manifestum est, hunc radium ante non ad axem esse peruenturum, quam ad primam imaginem veram pertigerit et quia ex regione superiori hic in axem incidit, ad regionem inferiorem progressurus, imago in hoc loco expressa erit inuersa, cum enim ex obiecto sursum sit progressus, nunc autem ex imagine deorsum dirigatur, partes obiecti sursum vergentes nunc deorsum sitae conspicientur.

COROLL. I.

92. Simili modo intelligere licet, radios illos ex imagine progredientes tandiu infra axem esse versaturos, donec iterum ad axem pertingant, quod fit in imagine vera secunda, vnde iterum in partes axis supe-

superiores transeunt vnde patet., secundam imaginem sitam erectum tenere debere, sicque porro tertia imago vera denuo erit inuersa, quarta autem erecta et ita porro.

Coroll. 2.

93. Quotcunque ergo fuerint lentes, non tam ad imagines singulis lentibus respondentes erit respiciendum, quam ad imagines veras, cum alternatio situs erecti et inuersi pendeat tantum ab imaginibus veris, dum imagines fictae nihil in hoc ordine turbant.

Scholion.

94. Haec proprietas imaginum verarum tam essentialiter naturam telescopiorum afficit, vt eorum discrimen potissimum a numero imaginum verarum petendum esse videatur, nulla plane ratione habita imaginum fictarum, quippe quae in hoc negotio parui sunt momenti. Qui enim voluerit telescopia secundum lentium numerum in genera distribuere, maximis incommodis se implicabit, primo enim exigua illa telescopia vel potius perspicilla lente oculari concava constantia et tubos astronomicos ad idem genus referre esset coactus; dum tamen sua natura maxime inter se discrepant, quandoquidem illis obiecta situ erecto, his vero situ inuerso repraesentantur, praeterquam quod in loco oculi maxima vtrinque deprehenditur.

ditur diuersitas; deinde si cuiquam telescopia siue ad campum apparentem augendum siue ad maiorem distinctionis gradum ipsi conciliandum vnica lens insuper adiungeretur, statim ad longe aliud genus foret referendum, quod certe aequè incongruum videri debet; quibus probe perpensis non dubito diuersa telescopiorum genera secundum numerum imaginum verarum, quae in iis occurrunt, constituere, ita, vt primum genus complexurum sit ea telescopia, in quibus nulla plane imago vera occurrit; secundum vero ea, in quibus vnica imago vera reperitur, tertium vero ea, quae duas imagines veras continent, ad quae tria genera omnia telescopia, quae adhuc excogitata sunt et elaborata, erunt referenda, ac si vltterius progredi velimus, ad quartum genus reuocari conueniet ea telescopia, in quibus tres imagines verae deprehenduntur. Verum praecedentia iam tam late patent, vt iis omnes plane perfectiones, quae vnquam desiderari queant, conciliari possint, ita, vt nulla plane ratio adsit, cur plures imagines veras statuere velimus. Hanc igitur diuisionem in sequentibus problematibus distinctius euoluamus.

Problema I.

95. Telescopiorum ad primum genus relatorum, in quibus nulla inest imago vera, praecipuas proprietates recensere.

So-

Solutio.

Cum in his telescopiis, quotcunque etiam consentientibus, nulla insit imago vera, singula intervalla $aB = a + b$; $bC = \beta + c$; $cD = \gamma + d$ etc., ita ex binis partibus definiuntur, ut alterutra earum sit negativa, idque usque ad ultimam lentem ocularem. Et quoniam haec eadem intervalla necessario sunt positiva, facile patet, omnes istas fractiones $\frac{a}{b}$; $\frac{\beta}{c}$; $\frac{\gamma}{d}$ etc. debere esse negativas, in quo character essentialis huius generis telescopiorum est constituendus. Vicissim enim si omnes hae fractiones fuerint negativae in toto telescopio nulla imago vera locum habebit, ideoque ad nostrum primum genus erit referendum. Alius autem character minus essentialis huius generis in hoc consistit, quod haec telescopia situ erecto obiecta repraesentent, quia ob nullam imaginem veram ipsa obiecta quasi immediate adspicimus.

COROLL. I.

96. Simplicissima ergo species huius generis duabus constabit lentibus et cum sit $\frac{a}{b}$ quantitas negativa, fiet ratio multiplicationis $m = \frac{-a}{b}$, uti situs erectus postulat, hinc necesse est, ut sit $a > b$ ideoque a quantitas positiva et b negativa. Cum autem porro esse debeat $\beta = \infty$, pro huius lentis ocularis distantia focali q habebimus ob $\frac{1}{q} = \frac{1}{b} + \frac{1}{\beta}$ valorem $q = b$ sicque lens ocularis erit concaua.

Tom. II.

I

Co-

Coroll. 2.

97. Cum porro in genere sit $m = \pm \frac{\alpha}{b} \cdot \frac{\beta}{c} \cdot \frac{\gamma}{d}$ etc. cuius factores sunt nostrae fractiones, quae omnes esse debent negatiuae hinc manifestum est, cur supra signa + et - sint alternantia inuenta, vt scilicet pro quouis lentium numero multiplicatio m valorem positium consequatur.

Coroll. 3.

98. Ostendi etiam potest, nullam harum litterarum a, b, c, β, γ etc. sumi posse euanescentem. Si enim v. c. distantia b esset minima, quia altera litterarum a et b debet esse negatiua, earum summa vero $a + b$ positiua et finita, necesse est, vt sit $a > 0$; $b < 0$; sit igitur $b = -\omega$, quantitati scilicet euanescenti et quia est $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{\beta}$ fiet $\beta = \frac{a\omega}{a+\omega} = \omega$ ideoque positiuum; foret ergo $c < 0$ hincque $\beta + c$ interuallum cB exprimere non posset; vnde patet huiusmodi casus locum habere non posse. Fieri autem potest, vt quaequam harum quantitatum fiat $= \infty$; si enim fuerit v. gr. $\beta = \infty$, ob interuallum $\beta + c =$ finito puta $= k$, erit $c = -\infty + k = -\infty$ et $\frac{\beta}{c} = -1$; hoc autem non impedit, quominus sequens fractio $\frac{\gamma}{a}$ valorem obtineat quemcunque.

Scholion.

99. Notissimum est hoc telescopiorum genus, quippe quod primum ab artifice quodam inuentum per-

hibetur, dum casu lentem conuexam cum concaua combinauerat, neque tamen eius essentia in hoc est statuenda, quod tantum duabus constet lentibus. Si enim loco lentis obiectiuæ simplicis substituamus duplicatam vel adeo triplicatam; nemo certe putabit, ipsum eius genus mutatum esse, quoniam huiusmodi lentes multiplicatae ut simplices spectari solent, simili modo lens ocularis posset duplicari vel triplicari, ipso genere non mutato; cum autem nihilominus plures lentes simplices adhibeantur, manifestum est, ipsam generis indolem non a numero lentium pendere, censerì posse. In sequentibus autem inprimis operam dabimus, ut nouis lentibus addendis hoc genus ad maiorem perfectionem euehamus.

Problema 2.

100. Telescopiorum ad secundum genus relatorum, in quibus vnica imago vera occurrit, praeicipuas proprietates recensere.

Solutio.

Ex quocunque lentibus tale telescopium fuerit compositum; euicendū est, non omnes fractiones ex singulis lentium interuallis natas $\frac{a}{b}$, $\frac{\beta}{c}$; $\frac{\gamma}{d}$ etc. negatiuas esse debere, quia alioquin nulla imago vera esset proditura; cum autem vnica adsit vera, necesse est, ut etiam vnica illarum fractionum fiat positiua, quae

si fuerit v. c. $\frac{\gamma}{d}$, ambae litterae γ et d positivae esse debebunt, dum reliquae fractiones omnes manent, ut ante negativae, atque perinde est, quatenam illarum fractionum valorem positivum nanciscatur, dummodo plus una non sit positiva, atque in hoc consistit character essentialis huius generis telescopiorum, inter cuius proprietates haec insuper in primis est notanda, quod obiecta situ inverso repraesentet, quandoquidem per huiusmodi telescopia non tam ipsa obiecta, quam eorum imaginem veram, quae est inversa, conspiciere sumus censendi.

COROLL. I.

101. Si ergo huiusmodi telescopium duabus tantum constet lentibus, quae sine dubio simplicissima huius generis est species, ob unicum intervallum a B unica quoque habetur fractio $\frac{a}{b}$, quae propterea positiva esse debet ideoque etiam utraque distantia a et b ; quae cum ob $a = \infty$ et $\beta = \infty$ praebent distantiam focalem utriusque lentis, manifestum est, utramque lentem fore convexam.

COROLL. 2.

102. Quia igitur huic generi repraesentatio inversa est propria, exponens multiplicationis m , quae producto harum fractionum $\frac{a}{b} \cdot \frac{\beta}{c}$ etc. aequalis est inventa, valorem negativum obtinebit contrarium scilicet ei, qui casu praecedenti prodierat.

Co-

COROLL. 3.

103. In hoc autem genere euenire potest, vt quaequam quantitatum a , b etc. euanescat, quod fit, si in loco ipsius imaginis verae lens constituatur. Cadat enim imago vera in ipsam lentem tertiam C , erit $c = 0$, vel potius posito $c = \omega$, ob $\frac{1}{r} = \frac{1}{c} + \frac{1}{v}$ erit $\gamma = \frac{-r\omega}{r-\omega} = -\omega$ ita, vt ambae quantitates c et γ euanescant vnde distantiae β et d debent esse positivae sicque patet, fractionum $\frac{\beta}{c}$ et $\frac{\gamma}{d}$ alteram fore positivam, alteram negativam, prout voluerimus; quoniam enim imaginem in ipsam lentem RR cadere assumimus, perinde est, siue eam ad intervallum bC siue ad intervallum cD velimus referre, utroque autem casu etsi fractio $\frac{\beta}{c}$ fiat ∞ , fractio vero $\frac{\gamma}{d} = 0$, productum ambarum semper est $= -\frac{\beta}{d}$.

Scholion.

104. Telescopia ad hoc genus pertinentia vocari solent astronomica, quoniam enim obiecta situ inuerso repraesentant, potissimum ad observationes astronomicas adhibentur, vbi parum refert, siue obiecta in coelo situ erecto siue inuerso conspiciamus; id quod in obiectis terrestribus secus se habet, ad quorum contemplationem quando telescopia primi generis non sufficiunt, ad tertium genus recurrere solemus.

Problema 3.

105. Telescopiorum ad tertium genus relatorum, in quibus duae imagines verae occurrunt, praecipuas proprietates recensere.

Solutio.

Cum hic duae imagines verae occurrant, quotcunque lentes adhibeantur, inter fractiones inde natas $\frac{a}{b}$; $\frac{\beta}{c}$ etc. duae necessario debent esse positivae, reliquae vero omnes negativae, vnde cum duae ad minimum eiusmodi fractiones adesse debeant, adeoque etiam duo lentium intervalla, evidens est, ad huiusmodi telescopia tres ad minimum lentes requiri, quo casu nullae tales fractiones negativae habebuntur; vnde fractiones negativae eatenus tantum occurrunt, quatenus plures tribus lentes in usum vocantur, atque in hoc essentialis character huius generis telescopiorum continetur; inter praecipuas autem proprietates haec inprimis est notanda, quod per telescopia obiecta in situ erecto conspiciantur.

Coroll. I.

106. Si haec telescopia ex tribus lentibus formantur, omnes hae quatuor distantiae a, b, β, c esse debent positivae et cum distantiae a et γ sint ∞ omnes tres lentes debent esse conuexae; si enim earum distantiae focales sint p, q et r habebitur 1° $p = a$. 2° $q = \frac{b\beta}{b+\beta}$ et 3° $r = c$. quae omnes sunt positivae.

Co-

COROLL. 2.

107. Quemadmodum praecedenti casu licuit in ipsum locum imaginis verae lentem constituere, ita etiam hic nulla ratio obstat, quominus in vtraque imagine verae lentes collocentur; tum autem ea, quae supra sunt de fractionibus modo in infinitum excrescentibus modo euanescentibus tradita, probe sunt obseruanda.

S C H O L I O N.

108. Hoc genus eum in finem est excogitatum, vt tubi astronomici ad obiecta terrestria situ erecto contemplanda accommodarentur; quod quidem tribus lentibus fieri posse iam annotauimus. Sed quoniam tribus tantum lentibus adhibendis campus apparens fere totus euanescit aliaeque incommoda se insuper admiscunt, statim quatuor lentes vsurpari sunt solitae quae ita sunt iunctae, vt duos tubos astronomicos connexos referant et tres lentes posteriores nomine ocularium appellatae sunt, quibus etiam fere eadem distantia focalis tribui potest. Ad idem quoque genus referenda sunt noua illa telescopia anglica a Clariss. Dollondo nuper inuenta, in quibus praeter lentes obiectiuas duplicatas longe diuersa lentium ocularium dispositio cernitur. Interim vero haec dispositio infinitis modis variari potest, atque adeo debet, vt haec telescopia ad summum perfectionis gradum euehantur.

P R O B L E M A 4

109. Telescopiorum ad quartum genus relatorum, in quibus tres imagines verae occurrunt, praecipuas proprietates enumerare. So-

Solutio.

In hoc ergo genere quotcunque lentes adhibeantur, inter fractiones iis respondentes $\frac{a}{b}$, $\frac{b}{c}$ etc. tres debent esse positivae, dum reliquae manent negativae, ex quo perspicuum est, ad hoc genus ad minimum opus esse quatuor lentibus, et quia ultima imago vera, quae quasi ab oculo spectatur, est inuersa, obiecta quoque per omnia telescopia huius generis inuersa conspicientur.

Scholion.

110. Quoniam nulla plane ratio suadet, ut praesentationem praecedentis generis denuo inuertere velimus, atque vti videbimus, omnes perfectiones praecedentibus generibus conferri queunt; nihil aliud lucraremur nisi, ut telescopia multo fierent longiora, et numerum lentium sine vilo vsu multiplicarem, ut taceam iacturam insignem radiorum lucidorum, quae ob tot lentes merito esset metuenda; atque hanc ob rationem non dubito, genus hoc quartum penitus rejicere, de quo etiam nullum supererit dubium, quando tria praecedentia genera ita pertractauerimus, ut omnibus momentis quibus perfectio telescopiorum innititur, satisfecerimus. Multo magis autem sequentia, quae constitui possent genera, nullam plane attentionem merebuntur.