

www.e-rara.ch

**Christiani Hugonii Zelemii, dum viveret, toparchae opuscula postuma,
quae continent dioptricam. Commentarios de vitris figurandis.
Dissertationem de corona & parheliis. Tractatum de motu. De vi ...**

**Huygens, Christiaan
Lugduni Batavorum, 1703**

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 5219

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-4066>

De microscopiis.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

D E M I C R O S C O P I I S.

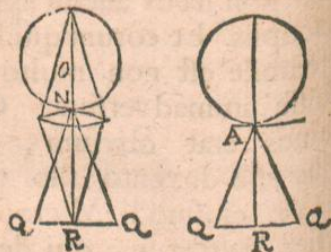
Lentibus vitreis etiam vel solis, vel binis ternifve certa ratione conjunctis, Microscopia parantur, quibus corpuscula quælibet minima, partesque eorum non secus auctæ apparent, quam res longinquæ telescopiis. Et eorum quidem, quæ simplici lente constant, credibile est non multo post inventa telescopia usum fuisse animadversum. Compositorum vero artificium minus erat obvium, quod decennio circiter posterius esse invento illo videtur. Nondum enim Anno 1618. ejusmodi Microscopia extitisse apparet, quod Hier. Syrturus, qui de origine & fabrica Telescopiorum eo anno librum edidit, non fuerit silentio præteriturus tam insigne inventum, si jam tum cognitum fuisset. Franc. quidem Fontana ab ipso A. 1618. id sibi arrogat in libro Observationum edito in lucem A. 1646. Sed testimonium Hier. Syrtalis quod adducit non est antiquius Anno 1625. Anno autem 1621. apud Drebelium nostratem conspecta fuisse Microscopia hujusmodi Londini in Britannia, ipsi qui adfuerant sæpe mihi narraverunt, ipsumque primum auctorem eorum tunc habitum. Nihil vetat autem, quin ambo ex varia lentium compositione huc devenerint, etsi causarum in his rebus & omnis Geometriæ ignari.

Cæterum simplicia quæ dixi Microscopia, cum ante hac minoris fierent haud pridem eo perducta fuere, ut cæteris omnibus in augendis virtutibus antecellant. Fiunt autem vel lenticula una convexa, vel sphærule vitrea prope ad oculum admota, quorum utriusque rationes causasque hic primum exponemus.

P R O P O S I T I O L I X .

Simplicium Microscopiorum rationes & usus exponere & quomodo sphaerulae & exiguae lentes parentur.

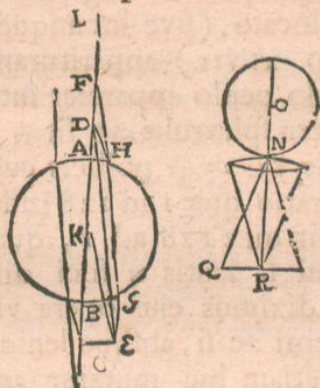
Lenticulae effectus ex iis facile intelligitur, quae de amplificatione convexae lentis in universum scripsimus prop. xxxvi. Sit enim lens N , res visa ad R focus nempe ejus, Oculus o proxime lenti admotus; Jam radii ex R egressi ac refracti mittentur ad oculum o paralleli, distinctamque visionem efficient. Visibile autem QRQ eadem magnitudine cernetur ac si lens N abesset, & in locum ejus lamina cum exiguo foramine constitueretur, nempe angulo QAQ . Ut proinde nihil aliud hic praestet interposita lens, quam ut distincta fiat visio, quae absque lente confusa foret. Sed cum nudo oculo ita demum fiat distincta si spatio aliquo, puta 8 pollicum, oculus distet; tanto nunc auctior imago apparens dici poterit, quanto 8 pollices isti majores spatiolo NR , seu foci distantia lenticulae N , quae si pollicis quintam partem aequet, erit augmentum velut 40 ad 1 ratione diametri. Quanto igitur minor erit foci distantia lenticulae N , tanto major erit effectus ejus in dilatanda rei minutae specie; quanquam obstacula quaedam hic sese offerunt in sequentibus memoranda, quae ultra certos terminos progredi vetant. Atque idem in sphaerulis accidit quae ut diximus pro lentibus hic adhiberi possunt; quas alioqui quantumvis exiguas facile parare licet. Haec vero hoc



hoc uno lenticulis cedunt si utræque sint vitreæ, quod in pari amplificatione triplo amplius a visibili lenticulæ distent, eoque spatium relinquunt, quo lateralis lux immittatur, sic enim rerum colores conspiciere licet, cum alioqui directæ luci obvertendum sit Microscopium, & tantum quæ tenuitate sua pellucet intuenda.

Effectus vero sphaerulæ, atque hoc quod diximus de triplo minore distantia sic demonstrantur.

Sit sphaera vitrea cujus centrum K ; axis AB , in quo utrimque



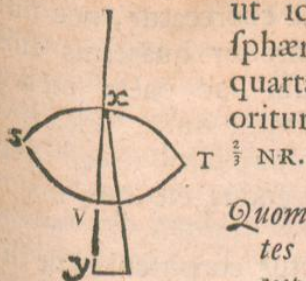
producto statuatur oculus ad D ; visibile ad C ; positus distantia singularis AD , BC diametri AB quadrantibus. Est ergo punctum C concursus radiorum axi AB parallelorum qui incidunt in superficiem AH ; quare visibile in C positum, mittet radios ex refractione sphaeræ parallelus ad oculum in D , eoque fiet visio distincta. Producta autem BD ad L , ut AL sit diametro AB æqualis, si fiat secundum propof. XII. part. I. ut DL ad DK , ita DA ad DF , erit in puncto D concursus radiorum intra sphaeram euntium & ad punctum F pertinentium, qualis GH . Sicut autem æquales DL , DK ; ita quoque erunt DA , DF . Sit jam GE axi parallela, atque intercipiat rei visæ lineam CE , ac ducatur recta ED . Radius ergo EG , fractus ad G , incedit secundum GH , & rursus fractus ad H , pergit ad oculum in D . Quamobrem linea CE , spectatur angulo ADH , quæ nudo oculo occuparet ang. CDE . quem dico illius esse dimidium. Quia

Quia enim AF dupla ad AD , erit angulus ADH duplus AFH . Est autem DE parallela FG , quia GE & parallela est FD , & huic ipsi sive rectæ BC æqualis censenda; quia CE linea velut minima habetur ratione sphaeræ diametri. Erit ergo anguli quoque CDE duplus ADH ; qui æqualis proinde angulo CKE . Unde liquet oculo ad D collocato, (sive utcunque alibi in producto axe BA per prop. XLVII.) apparituram lineam CE angulo eodem quo nudo oculo appareret intuenti ex puncto K . Unde si diameter sphaerulæ AB sit $\frac{1}{2}$ pollicis, qualibus uti solemus, sit KC $2\frac{1}{2}$ $\frac{1}{8}$ pollicis cujus ad distantiam 8 pollicum ea est ratio quæ 1 ad 128 ; adeo ut amplificationis ratio tunc sit quæ 128 ad 1 , quæ sane insignis admodum. Atqui si lentis N foci distantia NR æqualis sit rectæ KC , diximus ejus opera visibile RQ , eadem magnitudine cerni ac si, absque lente in N oculus poneretur; neque etiam hic mutatur apparens magnitudo ubicunque in axe producto RN oculus statuatur. Ergo sequitur eandem multiplicationem, eundemque prorsus effectum præstari lente N & sphaera AB . Et constat porro distantiam RN triplam esse BC , quæ fuerant demonstranda.

Hic crassitudinem lentis N pro nulla habuimus, qualis censei potest, cum foci distantia NR pollicaris est vel non multo minor; Sed quum usu præstent exiles lenticulæ, velut quæ utrinque formantur cavo sphaerico, cujus $\frac{1}{2}$ diameter duodecimam pollicis non excedit, necessario relinquenda est iis crassitudo aliqua, ne ob nimiam parvitatem intractabiles fiant, neve minus bene sphaericam formam induant. Hinc vero minuitur illa quam dixi distantia vitri a subiecto visibili. Velut si sit lenticula ST , cujus superficies plano secta faciat arcus SXT , SVT circumferentiæ trientes, nempe de-

scri-

scriptos centris x , v , radio xv . Hæc ut idem præstet augendo visibili ac spherula AB ; debet xv radio KB & quartæ ejus parti æqualis poni; unde oritur foci distantia vy dupla bc , seu



Quomodo autem spherula & exiguae lentes parentur atque usui aptentur nunc exponendum erit.

Spherulæ quo minores eo facilius conficiuntur, hoc modo. Fragmina vitri minima ad imam lucernæ flammam, qua parte cæruleus color conspicitur, admoventur ut candescant atque ita filo ferreo, quantum tenuissimum duci potest, excepta, ac porro dextrè versata, in globulos abeunt, qui satis magni si granum sinapi æquaverint. Ex pluribus ita paratis aliquos probos reperies, idque experieris postquam lamellæ æreæ eos incluseris. Quod ita fit. Lamellam ex ære tenuissimo digiti latitudine, longitudine duplâ complicabis, tum medium hoc rectangulum acus cuspi- de perforabis; foramina opposita coticula lævigabis ne quid scabri circa margines adhæreat & flammæ fuligine inficies, ne quid fulgidum intus remaneat. Inde spherulam adhuc filo ferreo hærentem intra lamellam atque ad ipsa foramina inferes; pressamque continebis adactis circum æneis tribus clavicularibus ex filo defectis malleoque firmatis. Sic levi opera plura microscopia efficies, ex quibus quæ optima seliges.

Horum, uti dixi, præcipuus est usus ad pellucida quæque corpuscula inspicienda. Imponuntur vero machinulæ ita constructæ ut cochleolæ conversione accedant recedantque a visibili, atque ita ad requisitam distan-

tiam deducantur, fiatque distincta visio. Cui porro plurimum conducit, ut lux nimia coërceatur, nec nisi per foramen admittatur, quod circiter quaternis suis diametris a visibili distet. Etenim hoc pacto melius apertura sphærulæ conveniens definitur quam latitudine foraminis contigui, quod hic arctari nihil necesse est. Oculus sphærulæ proxime admovendus est quo majus spatium complectatur.

Cæterum quæ visui proponuntur corpuscula aut liquorum guttulæ orbiculo vitreo plano imponuntur, qui inter aspiciendum in omne latus mobilis sit oportet. Sunt & qui vitreis tubulis liquorem attrahant, tam angustis ut vix pilos singulos admittant; quæ ratio suos quoque usus habet. Lenticulis autem, quas diximus, utendo, ac lente aliâ a latere appositâ, lucem rei visæ desuper affundendo curandum est, ut aperturae minimum foramen exactè temperetur, experiendo quantum patere possit sine distinctæ visionis detrimento. Radiant enim hic corpusculorum puncta; quod aliter est in pelucidis quæ per sphærulas spectantur, ubi lucem intercipit res objecta, non emittit.

Mirabilis autem est lenticularum ac sphærularum ejusmodi effectus, ut ex editis in publicum experimentis cognoscere licet, quibus naturalium rerum cognitio plurimum lucis accepit. In his est observatio manifesta circularis motus sanguinis, quem, monstrante A. Lewenhoekio nostro, diligentissimo horum investigatore, in anguillæ cauda summa cum voluptate conspeximus. Est enim perlucida; ac sanguis globulis subrubentibus constans, celeri motu per canaliculos arteriarum, qui venis continuantur, discurrit. Quod haud dubie in cæteris quoque animalibus animadverteretur, sed non facile partes luci perviæ in his reperiuntur.

Anguillulam vivam in tubum vitreum demiserat aqua semiplenum, cui extrinsecus microscopium applicabat ea parte qua cauda extrema vitrum tangebatur.

Jucunda etiam est animalculorum observatio aquarum guttulis innatantium, in quam zinziber, piper aut aliud odoris acrioris diebus aliquot demersum fuerit.

Variæ sunt formæ aliæque aliis minores, miri etiam motus pro modulo ipsorum satis celeres, quorum instrumentum nullum animadverti potest, cum pedibus branchiisque careant, nec corpora ut pisces inflectant. Nam anguillulæ aceti, quæ istis longe majores sunt, eadem ratione ac fluviatiles natant, in quibus hoc mirum quod ex se foetus generent. Vidi enim quæ parvulas quaternas intra se contineret (sunt enim perlucidæ totæ) cumque in tubulo asservaretur, post horas aliquot eas enixa est, quæ seorsim quæque natabant.

Sed ista quæ dixi in aqua discurrentia animalcula verisimile est ex aere in aquam allici propter odorem. Variis enim rebus in aqua maceratis eadem formæ eorum reperiuntur. At clauso vasculo nulla apparent. Facile autem ob insignem parvitatem in aere sustinentur, cum minimis pulvisculis multo minora sint. Ita multa ipsorum millia forsan in pulmones dimittimus ignari. Nec inutile esset observare quibus anni temperatibus plura appareant, & num aëre vitiato augeantur.

Lac exiguis globulis pellucidis constare apparet in liquore item pellucido sed diversæ refractionis natantibus; hinc album videtur, cum tamen non aliam materiam quam prorsus diaphanam contineat, coloreque carentem.

Mitto insectorum minimorum tot mirabiles formas. Alas papilionum & culicum, plumulis exiguis obsitas.

Pulvisculos in mediis florum apicibus inhærentes, qui nil aliud sunt quam folliculi transparentes materia ea pleni ex qua ceram apes conficiunt, quamque pedibus suis affixam in alvearia deferunt. Omnium vero mirabilissimum ac præcipuum putandum, quod in semine animalium marium est observatum, nempe in eo animalculorum immensam multitudinem pisciculorum more natare, ejus ferè formæ quam ranæ habent nuper natæ ac nondum pedibus auctæ. Quæ animalcula, intrare ova foeminarum, atque esse ipsorum animalium inde excludendorum initia, vix mihi dubitandum videtur. Plurima enim hoc suadent, nec multum obstat quod e tanta multitudine sæpe vel pauca vel unum duntaxat in animal excrescant, cum eadem abundantia ac superflua foecunditas in plerisque arborum & herbarum feminibus conspiciatur, velut abietis, papaveris &c.

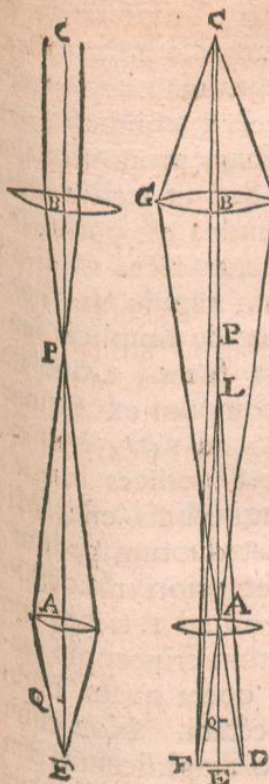
Hæc vero animalcula propter miram parvitatem (nam vel decem millia eorum exiguum arenæ granum non æquant) globulis istis vitreis inspicienda sunt, quorum in augendo præcipua est virtus.

PROPOSITIO LX.

Microscopiorum compositorum rationes explicare.

Nunc de compositis Microscopiis dicemus, quorum opera spectantur quæ lucem non transmittunt, verique eorum colores apparent, idque melius commodiusque quam lenticulis singulis.

Sint lentes Microscopii *A* minor, & *B* major. Cur autem ita ponendæ causam postea demonstrabimus. Sitque *B* oculo propior, qui sit ad *c* punctum; *A* vero ad rem visam obversa, quæ sit ad *E*, axis communis.



nis lenti utrique ABC . Duplex autem adhibenda est observatio, quam duplici Schemate designamus. In priore radii ex uno rei visæ puncto E manantes in lentem HA , conveniunt hujus refractione ad punctum P , atque ibi sese interfecantes, atque in lentem B pergentes, hujus opera paralleli redduntur atque ita ad oculum in C perveniunt, eoque distincta fit visio. Oportet itaque distantiam AE , majorem esse quam fit AQ foci distantia lentis A . Et proportionales esse debent EQ , EA , EP . Lens vero B ita collocanda ut ejus focus qui versus A , cadat in ipsum punctum P , quæ omnia ex supra demonstratis manifesta sunt. Altera figura radios singulos exhibet a diversis rei visæ punctis fluentes DAG , FAH , EAB . Est autem punctum A medium lentis, ponunturque AP , AB , AC proportionales, ad definiendum oculi locum C ; ita enim fit ut quam libet exiguo foramine pateat lenticula A , tota tamen lens B imagine rei visæ impleatur, quoniam radii ex A in totam lentem B cadentes coguntur ad punctum C .

Proportio autem magnitudinis apparentis ad veram cognoscetur ductâ in secunda figura rectâ CF . Erit enim ea quam habet angulus BCH ad angulum ECF , quæ ratio componitur ex ratione anguli BCH ad angulum BAH & anguli BAH seu EAF ad angulum ECF . Sed prior ha-

rum est eadem quæ rectæ AB ad BC , & posterior ea quæ CE ad EA , quia in exiguis angulis hisce eadem censetur ratio angulorum quæ tangentium. Ergo ratio apparentis ad veram magnitudinem erit composita ex rationibus AB ad BC seu AP ad PB (nam proportionales sunt AP , AB , AC) & CE ad EA . Sed ut rectius æstimeretur Microscopii effectus, comparandus est potius angulus BCH cum angulo, quo cerneretur recta EF si ab oculo 8 pollices distaret, hoc est, cum angulo ELF ; posita LE pollicum 8 . secundum ea quæ de simplicis lenticulæ multiplicatione superius dicta fuere; atque ita ratio amplificationis censenda hic componi ex ratione anguli BCH ad BAH , & BAH seu EAF ad ELF ; hoc est ex ratione AP ad PB , & lineæ EL , 8 pollices longæ, ad rectam EA . Si enim tantæ longitudinis esset Microscopium, ut ex gratia, CE esset duorum pedum, hoc est, tripla LE ; Repertaque esset priori ratiocinio magnitudo apparens ad veram, quæ 90 ad 1 . tamen non nisi 30 ad 1 censenda esset quia tantum trigecuplo major appareret lineæ EF microscopii opera quam nudo oculo ex octo pollicum distantia spectata. Non enim considerandum quantum microscopio amplificemus rem duobus pedibus distantem, sed quanto major efficiatur quam cum ex eo spectatur intervallo, quo solemus oculum admovere cum curiosius intueri cupimus.

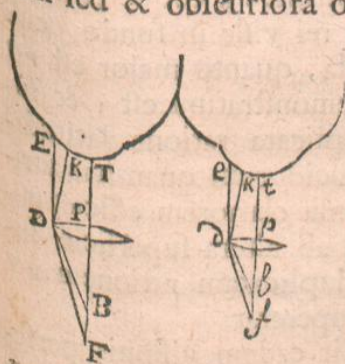
De Microscopiorum luce & aperturis.

Sicut antea de Telescopiorum aperturis inquisivimus, ita nunc ea quoque expendemus quæ Microscopiorum lenticulis ad res visas obversis conveniunt; unde omnium eorum pendet vis & effectus, adeo quidem ut hinc discendum sit quousque visibilium amplificatio perducipossit: quod hactenus a nemine, quod sciam, fuit de-

fi.

finitum. Invenietur autem & hic progressus quidam infinitus qualis in Telescopiis ostensus fuit, non quidem in simplici unius lenticulæ Microscopio, sed in iis quæ ex binis componuntur.

Si singulis lentibus microscopia constituantur, sciendum est in iis, quæ circiter semipollicarem habent aut majorem foci distantiam, nihil opus esse moderanda apertura distinctam visionem efficere; quoniam ipsa pupillæ angustia radios nocituros quantum opus est excludit, atque ita prorsus ac si non majori foramine lens adaperata foret. *In minoribus vero lenticulis ubi aperturarum circumscriptio necessaria est*, oportet harum diametros eandem rationem servare quæ est foci distantiarum, ut æque distinctè res visas referant. Claritas vero tunc erit in eadem ratione duplicata, ut proinde quo acutiores lenticulæ adhibebuntur, eo majora quidem sed & obscuriora omnia videri faciant.



Sit Lenticula p , cujus axis TBF , semidiameter aperturae PD , quantam maximam experientia ferri posse ostendit, eaque pupillâ minor, focus extremus radiorum rubrorum qui ab axi parallelis procedunt, in F puncto, ubi & visibile collocatum sit; focus violaceorum ab iisdem axi parallelis procedentium, in B .

Positis item iisdem omnibus in minore lenticulæ p , cujus aperturae semidiameter $p d$ sit ad foci distantiam $p f$ sicut in majore; Dico utraque æque distincte visibile conspici.

Cum enim utrobique si radius ED axi parallelus in lentem p incidat, idem spargatur per angulum FDB , ita

ita ut rubrum colorem extremum deferat ad F , violaceum extremum ad B ; fiet vicissim ut radius a visibili manans FD , spargatur per angulum EDK , ita ut angulus EDK sit æqualis FDB , ex propof. LV. Est itaque utrobique aberrationis angulus FDB a quo pendet aberratio radiorum in oculi fundo, ut ostensum cum de Telescopio agebatur. Quia vero ex natura aberrationis hujus, ut PF ad FB , ita est pf ad fb ; itemque ex hypothefi, PD ad PF ut pd ad pf , manifestum est æquales esse tam angulos PFD , pdf , quam PBD , pbD , quare & differentia priorum æqualis differentia posteriorum, hoc est ang. FDB æqualis angulo fdb , ac proinde aberrationes in fundo oculi utrimque æquales, eoque visio æque distincta.

Porro quia anguli PFD , pdf æquales, apparet eandem quantitatem radiorum utrobique a punctis rei visæ F , f & aliis quibusvis ad lentes manare, eoque & ad oculi pupillam. Latitudo vero rei visæ in fundo oculi tanto major fit minori lenticula, quanto major est PF quam pf , ut in superioribus demonstratum est; & superficies apparentes sunt in duplicata ratione latitudinum. Ergo eadem radiorum lucidorum quantitas utriusque superficiæ illustrandæ impensa clariorem efficiet minorem secundum rationem qua ab altera superficie superatur, hoc est, secundum duplicatam rationem PF ad pf , quod demonstrandum supererat.

Cum itaque servari non possit eadem visionis perfectio in acutioribus lenticulis quæ reperitur in majoribus, quin crescat obscuritas, sequitur non licere amplificando quousque libet progredi, nisi lux major illustrando visibili aliunde arcessatur. Nec sic quoque multum proficimus, quoniam latitudo ad pupillam, seu cylindrulus radiosus a singulis rei visæ punctis affluens,

fluens, de quo prop. LVIII. in telescopiorum explanatione dictum fuit, quique hic ipsam aperturæ latitudinem habet, non infra quintam sextamve lineæ partem contrahi potest, adeo ut undique terminus præscriptus sit harum lenticularum efficaciam.

Jam porro quid binis lentibus componendis fieri possit investigabimus, atque imprimis ostendemus plus præstari posse brevioribus quam longioribus Microscopiis. Quin etiam infinitum quendam ampliationis progressum dari demonstrabimus, nisi obstaret lenticularum parvitas, quæ continuo tanta fit, ut nec veras spheræ superficies iis inducere, nec satis commode ipsas tractare possimus, quippe quæ & visum denique effugiant.

Sequens vero propositio æque vera erit in utraque radiorum aberratione. Nam hic ejus quoque rationem habendam esse quæ ex figura nascitur, postmodum ostendemus.

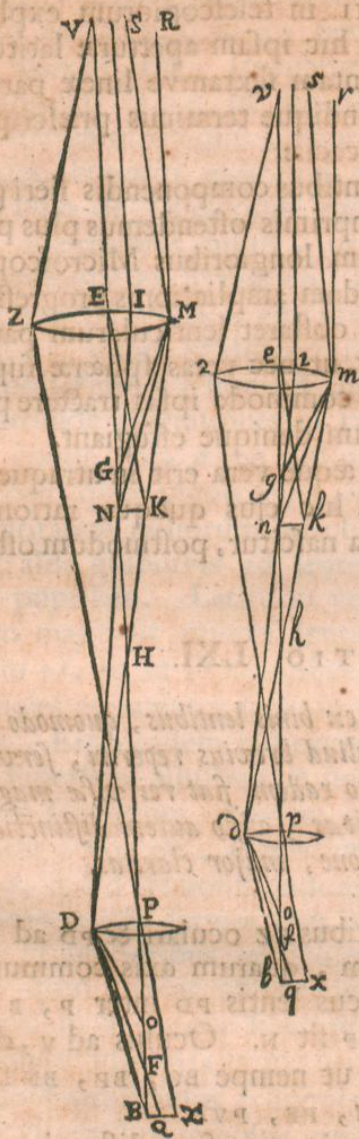
P R O P O S I T I O L X I .

Dato quocunque Microscopio ex binis lentibus, quomodo diximus, composito, potest aliud brevius reperiri, servata eadem lente oculari, in quo eadem fiat rei visæ magnitudo apparens, eadem claritas, visio autem distinctior; vel servata eadem distinctione, major claritas.

Sit Microscopium ex lentibus EZ oculari & PD ad visibile obversa compositum, quarum axis communis VEPB; Sit visibile ad B; focus lentis PD inter P, B sit O, focus lentis EZ inter E, P sit N. Oculus ad V, dispositio autem qualis supra, ut nempe BO, BP, BN sint proportionales, itemque PN, PE, PV.

Porro adsumta lente oculari ez quæ foci distantiam en

Gg



oculo hic minorem fieri.

æqualem habeat EN , jun-
gatur ei lens altera pd , cu-
jus foci distantia po minor
fit quam po . Sicut autem
 po ad po , ita fit PN ad p'' ,
& ita quoque PB ad $p'b$.
Itaque quemadmodum ra-
dii a puncto rei visæ B ma-
nantes, refractione lentis
 PD conveniunt in N , ita
quoque qui a puncto b ve-
niunt, refractione lentis pd
conveniunt in n , atque in-
de refractione lentis ez fiunt
paralleli atque ita ad ocu-
lum ferentur qui sit in v ,
positis proportionalibus p'' ,
 pe , pv . unde fiet ut to-
tam lentem ez imagine rei
visæ plenam spectet, per ea
quæ superius explicata sunt.
prop. XLIX.

Dico jam utroque microf-
copio apparentes rei visæ
magnitudines fore æquales.

Quod si & apertura len-
tium PD , pd , proportiona-
les ponantur ipsarum foci
distantiis, Dico utroque
microscopio eandem habe-
ri claritatem, sed breviori
omnia distinctius cerni, si-
ve angulum aberrationis in
Sint

Sint rei visæ latitudines lineolæ BX , $b x$, axibus perpendicularares & inter se æquales, & per centra lentium P, P , ducantur rectæ $x P Z$, $x p z$, lentibus $E Z$, $e z$ occurrentes in Z, z , atque hinc ducantur $z V$, $z v$, ad puncta oculi. Spectabuntur itaque lineolæ æquales BX , $b x$, angulis EVZ , evz , qui si inter se æquales esse ostendantur, hoc est, si eadem sit ratio VE ad EZ quæ ve ad ez , erit utrobique magnitudo apparens eadem.

Componitur autem ratio VE ad EZ ex rationibus VE ad EP & EP ad EZ . Sed ratio VE ad EP est eadem quæ EN ad NP , quia proportionales sunt VP , EP , NP . Et ratio EP ad EZ est eadem quæ PB ad BX . Ergo ratio VE ad EZ componitur ex EN ad NP & PB ad BX , ac propterea eadem erit quæ rectang. EN , PB ad rectang. NP , BX ; quæ etiam componitur ex rationibus PB ad NP & EN ad BX .

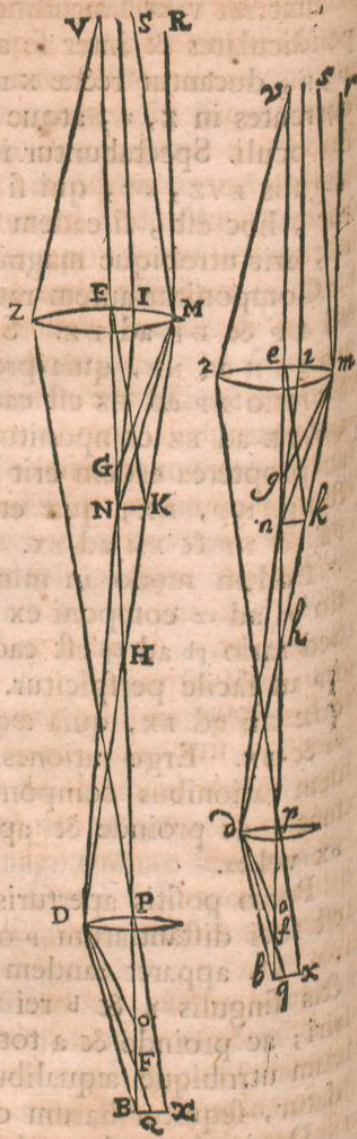
Eodem modo in minore microscopio ostenditur ratio ve ad ez componi ex rationibus pb ad np & en ad bx . Sed ratio pb ad np est eadem ex hypothesi quæ PB ad NP ut facile perspicitur. Itemque ratio en ad bx eadem quæ EN ad BX , quia æquales inter se en & EN itemque bx & BX . Ergo rationes VE ad EZ , & ve ad ez ex iisdem rationibus componuntur, eoque inter se æquales sunt; ac proinde & apparentes magnitudines lineolæ BX vel $b x$.

Porro positis aperturis PD , $p d$ in eadem ratione, quæ est foci distantiarum PO , $p o$, hoc est, quæ rectarum PB , $p b$, apparet eandem radiorum quantitatem ex punctis singulis B & b rei visæ microscopio utroque hauriri; ac proinde & a tota ipsarum superficie; quæ lux cum utrobique æqualibus in oculo imaginibus impendatur, sequitur harum claritatem æqualem fieri.

Denique angulum aberrationis a diffusionem radii mi-

norem esse in breviori microscopio facile quoque ostenditur. Si enim aberrationes istæ sint BF, bf , radiorum ex N & n venientium, facile intelligitur eas fore inter se sicut distantia BP, bp quam eandem rationem quoque habent aperturae sive earum dimidia PD, pd . Unde junctis FD, fd , apparet triangula similia fieri BDF, bdf eorumque angulos ad D & d æquales. Cum igitur radii ND, nd , refractione lentium PD, pd ita dissipentur, ut DB, db rubrum colorem deferant; DF, df vero violaceum, ac proin vicissim violacei FD, fd abirent in DN, dn ; fiet ut qui in radiis BD, bd violacei continentur, abeant in DM, dm , ita ut anguli MDN, mdn sint æquales angulis BDF, bdf *. Hi autem duo inter se æquales sunt, ergo etiam æquales anguli MDN, mdn . Cumque PN sit major quam pn . (sunt enim inter se ut foci distantia PB, pb) si ducantur axi perpendiculares NK, nk , rectis DM, dm

* per
prop. LV.



ac

occurrentes, erit major NK quam nk , & junctis NM ,
 nm , itemque KE , ke , quia æquales sunt NE , ne , erit
 ang. nek minor quam NEK , ideoque & nmk minor quam
 NMK , quia hi singuli istis singulis æquales censentur.

Quod si porro ponatur, puncta G , g , esse focos radio-
 rum violaceorum qui axi paralleli in lentes EQ , eq in-
 cidunt, sicut rubrorum sunt foci N & n ; (nam per ru-
 brorum radorum concursum semper foci distantias de-
 finimus) sequetur jam, si violacei per GM , gm ferantur
 eos axi parallelos evafuros puta in MR , mr , ac proinde
 violaceos DM , dm , post refractionem non fore axi pa-
 rallellos, sed ita introrsum declinatuos, ut anguli RMS ,
 rms fiant æquales angulis GMK , gmk . Quia autem æquales
 sunt EN , en , minor vero em quam EM , ut mox ostendemus,
 erit in aberratione, quæ ex figura oritur, minor gn quam
 GN , in altera vero aberratione hæ erunt æquales. Ita-
 que semper angulus nmg minor quam NMG . Erat au-
 tem & nmk minor quam NMK , ergo totus gmk minor
 quam GMK . Atqui angulo gmk æqualis erat rms , & an-
 gulo GMK æqualis RMS , ergo & rms minor quam RMS ;
 ab his vero angulis pendet aberratio intra oculum uti
 ostensum fuit cum detelescopiorum aperturis ageremus.
 Ergo minor hæc erit breviori huic quam longiori mi-
 croscopio; quod tertio loco erat demonstrandum.

Cæterum eadem ferè proportionem sese superabant,
 qua rectæ NK , nk , hoc est, qua foci distantia PO , po ,
 quatenus anguli NMG , nmg , ob parvitatem negligi pos-
 sunt.

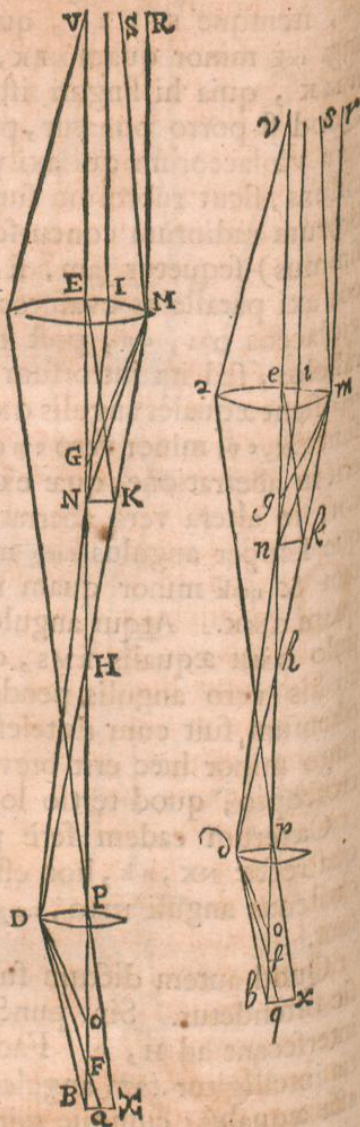
Quod autem dictum fuit minorem esse em quam EM ,
 sic ostendetur. Sint puncta quibus rectæ DM , dm axes
 interfecant ad H , h . Facile itaque ex superius exposi-
 tis intelligitur tam angulos NDP , ndp , quam HDP , hdp ,
 esse æquales: cumque minor sit dp quam DP , erit & p h

minor quam PH. Eademque proportione hn minor quam HN . Sed ne est æqualis NE , ergo he minor quam HE . Et quia anguli æquales ehm , EHM erit em minor quam EM , quod ostendendum supererat.

Cum autem magis distincta visio breviori hoc microscopio obtingat quam longiori, fitque claritas in utroque eadem, sequitur aperturam lentis $p d$ aliquantum augeri posse, donec aberrationis angulus rms fiat æqualis RMS , atque ita cæteris paribus, clarius fieri brevius microscopium.

Est ergo progressus claritatis hic infinitus, quippe quæ eo magis augetur quo acutior ponetur lenticula $p d$.

Neque vero obstabit latitudo ad Pupillam superius explicata, sed contra hæc quoque in brevioribus augetur. Primum enim positus ut ante aperturis proportionalibus ad foci distantias, productisque rectis DN , dn , donec lentibus EZ ,



$e z$ occurrant in punctis I, i . Erunt EI, ei , latitudines ad pupillam dimidiæ, quia a punctis I, i radii ad pupillam paralleli pergunt per BD, DI & bd, di , advenientes, quas quidem EI, ei æquales esse constat, quia æquales sunt foci distantia NE, ne , itemque æquales anguli ENI, eni ; quia nempe ipsis oppositi DNP, dnp sunt æquales. Quod si jam igitur latior fiat apertura $p d$, apparet & ei majorem fieri quam EI .

P R O P O S I T I O L X I I .

His explicatis inquiremus jam porro. Quomodo servata eadem claritate & distinctione, itemque latitudine ad pupillam, quæ est in microscopio dato; nec non ratione BP ad PN , breviora fieri possint microscopia, quæque simul res visas magis amplificent.

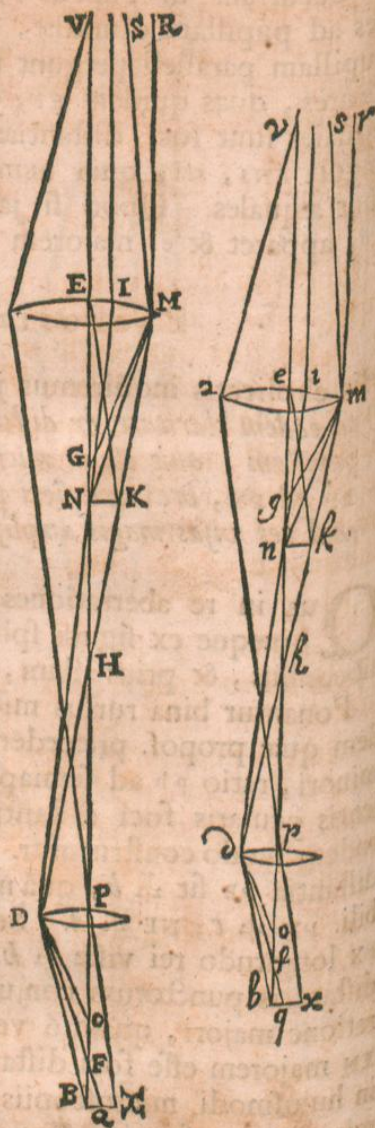
Qua in re aberrationes quæ ex dissipazione radii, quæque ex figura sphærica oriuntur, seorsim adhibebimus, & prius illam, quæ ex dissipazione.

Ponantur bina rursus microscopia, atque omnia eadem quæ propos. præcedenti, nisi quod incerta sit in minori, ratio $p b$ ad semiapertura $p d$; itemque incerta lentis ocularis foci distantia ne . Cætera vero omnia eodem modo construantur. Porro in majori microscopio distantia PB sit $\frac{1}{2} b$, quâ nempe lenticula P abest a visibili. PN $\frac{1}{2} c$; NE $\frac{1}{2} d$. Semiapertura latitudo PD $\frac{1}{2} a$. BX longitudo rei visæ $\frac{1}{2} h$. NK $\frac{1}{2} n$. Ponamus autem distantias punctorum conjugatorum PN ad PB , esse in ratione majori, quam 6 vel 7 ad 1, & foci distantiam EN majorem esse foci distantia PO , quemadmodum hæc in hujusmodi microscopiis rectè statui solent. At in minori microscopio assumatur distantia $p b$ $\frac{1}{2} f$, semia-

apertura quæ sita $p d \frac{2}{2} x$. Erit autem $p n \frac{2}{2} \frac{c f}{b}$, quia

proportionales ponimus $B P$, $P N$; $b p$, $p n$. Quod si fuisset ut $B P$ ad $p d$ ita $b p$ ad $p d$, apparet futuram $p d \frac{2}{2} \frac{f a}{b}$, & angulum aberrationis $b d q$, radii ex n venientis in lentem p , æqualem futurum angulo aberrationis $B D Q$ radii ex N venientis in lentem p : Quia sicut prop. præcedenti ita hic quoque ut $N P$ ad $n p$, ita $P B$ ad $p b$, & ita quoque foci distantia $p o$ ad $p o$. Nunc vero quia semiapertura $p d$ pono $\frac{2}{2} x$, non autem $\frac{2}{2} \frac{f a}{b}$, Erit

ut $\frac{f a}{b}$ ad x ita angulus $B D Q$ ad angulum $b d q$. Semper enim, ex lege aberrationis quam hic consideramus, $b q$ ad $p d$ eandem rationem servat, ac proinde quoque censeatur angulus $b d q$ proportionaliter crescere aut minui, cum apertura $p d$. Rursus si æquales essent anguli $N D K$, $n d k$, censeatur esse $N K$ ad $n k$ ut $P N$ ad $p n$. Nunc vero



ro ratio NK ad nk componi censebitur ex rationibus PN ad pn , & ea quæ anguli NDK ad ndk , hoc est, ex rationibus PB ad pb , seu b ad f , & anguli BDQ ad bdq , quam diximus esse eandem quæ $\frac{f}{b}$ ad x ; ac proinde ratio NK ad nk erit quæ rectanguli fa ad rectang. fx . seu quæ a ad x . Cumque NK sit $\frac{1}{2}n$. Erit nk $\frac{1}{2}\frac{nx}{a}$.

Jam quo aberrationis angulus utrobique intra oculum æqualis fiat, deberent esse æquales anguli KMG , kmg ; ut ex superioribus intelligi potest. Sed pro his ponemus æquales esse debere angulos KMN , kmn , neglectis accessionibus angulorum NMG , nmg ; quia minimi sunt illorum respectu, ut apparebit in descriptione & calculo sequenti microscopii nostri. Sicut igitur NK ad NM seu NE , hoc est, sicut n ad d , ita censebitur esse nk , hoc est $\frac{nx}{a}$, ad nm seu nc , quæ itaque ut $\frac{1}{2}\frac{dx}{a}$.

Jam porro quia eadem longitudo lineolæ BX , bx in dato quidem microscopio spectatur angulo EVZ , in altero autem percipitur angulo evz ; debet esse ut angulus EVZ ad evz ita PBD ad pbd ; sic enim lux hausta utroque microscopio erit ut apparens magnitudo; ac proinde eadem utrique claritas.

Itaque permutando etiam erit angulus EVZ ad PBD ut evz ad pbd ; anguli autem EVZ ad PBD ratio componitur ex rationibus EVZ ad EPZ five BPX , & BPX ad PBD ; quæ censentur hic eadem ac PE ad EV , five (ob proportionales PN, PE, PV) PN ad NE , & BX ad PD , hoc est, eadem quæ c ad d , & b ad a ; ac proinde erit angulus EVZ ad PBD ut cb ad da . Quare & angulus evz ad pbd hanc eandem habebit rationem. Atqui ratio anguli evz ad pbd

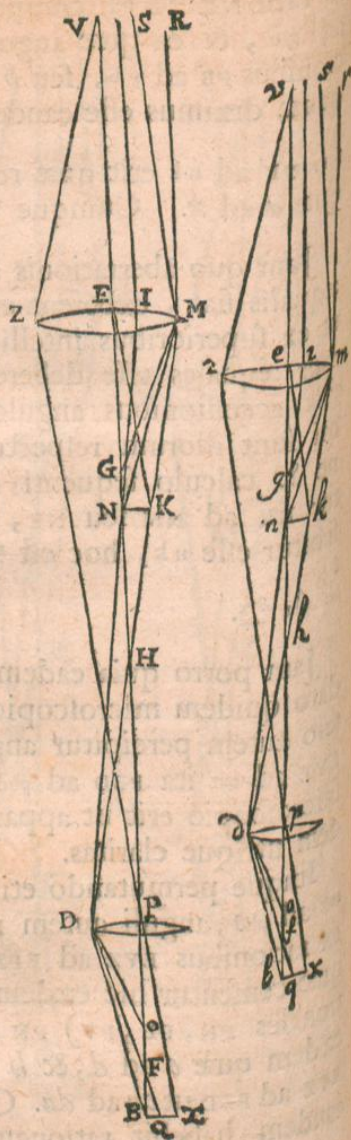
Hh

pbd

pbd , componitur ex ratio-
 nibus ang. evz ad epz , sive
 bpx , & bpx ad pbd ; quæ cen-
 sentur hic eadem ac pe ,
 ad eu , sive pn ad ne , & bx
 ad pd , hoc est, eadem quæ
 $\frac{cf}{b}$ ad $\frac{dx}{a}$, & b ad x , ac
 proinde ratio composita ex
 $\frac{cf}{b}$ ad $\frac{dx}{a}$ & b ad x , hoc est,
 ratio $\frac{cfb}{b}$ ad $\frac{dxx}{a}$, erit eadem
 quæ ch ad da . Unde fit xx
 $\frac{1}{2} \frac{aaf}{b}$; & $x \frac{1}{2} a \sqrt{\frac{f}{b}}$.

Invenitur itaque hic, si-
 cut in Telescopiis, ut si ma-
 neat eadem claritas, eadem-
 que aberratio ex dissipatio-
 ne, prodeant apertura lenti-
 um quæ rei visæ obver-
 tuntur, in subduplicata ra-
 tione foci distantiarum, nam
 ut \sqrt{b} ad \sqrt{f} , ita hic aper-
 turæ semidiameter a ad x ,
 sunt autem b & f foci distan-
 tiæ po & $p'o$.

Porro quoniam, sicut ma-
 gnitudines apparentes in u-
 troque microscopio, hoc
 est, sicut angulus ZVE ad
 ZVE , ita diximus esse angu-
 lum



Iam DBP ad dbp sequitur si multiplicatio duplo major postuletur in microscopio ex lentibus e & p composito quam in altero; debere angulum dbp duplo majorem esse quam DBP, ut eadem in utroque servetur claritas. Ac proinde cum BP sit ad PD, ut b ad a, fore b pad p d, hoc est f ad $a\sqrt{\frac{f}{b}}$ ut b ad 2a. Unde fit $f \frac{1}{2} \frac{1}{4} b$, atque hinc x five $\sqrt{\frac{af}{b}} \frac{1}{2} \frac{1}{2} a$. Et foci distantia n e quæ erat $\frac{ax}{a} \frac{1}{2} \frac{1}{2} d$.

Sic posito microscopio quale est nostrum, in quo lenticulæ foci distantia po est $\frac{7}{10}$ partium, qualium pollex est 1, lentis ocularis foci distantia en $\frac{1}{2} 2$, distantia np $\frac{1}{2} 7$; ac proinde distantia rei visæ pb $\frac{1}{2} \frac{7}{9}$ ex propof. XX, quia nempe ad lentem p, conjugata sunt puncta n & b. Item ev $\frac{1}{2} \frac{18}{7}$, distantia nempe oculi a lente e, quia ad eam conjugata sunt puncta p & v. Item semidiameter aperturæ pd $\frac{1}{2} \frac{1}{30}$. His inquam positis, fiet hinc aliud duplo magis res visas amplians microscopium servata eadem claritate ac distinctione, in quo po erit $\frac{7}{10}$; en $\frac{1}{2} 1$; distantia np $2 \frac{7}{4}$; pb $2 \frac{7}{30}$; ev $\frac{1}{2} \frac{11}{7}$; pd $\frac{1}{2} \frac{1}{40}$, cujus itaque longitudo tota vb circiter $4 \frac{1}{2}$ pollicum cum nostri longitudo vb fit circiter $12 \frac{1}{3}$ polleque fere triplo major.

Est autem in nostro amplificatio ratione diametri, ea quæ 36 ad 1, ut nempe secundum ea, quæ propof. LX. diximus, tanto auctior appareat rei visæ latitudo, quam si ab octo pollicum distantia nudo oculo spectaretur; quoniam, ut ibi ostensum, fuit proportio hæc componitur ex rationibus pn ad ne, & ea quæ longitudinis 8 poll. ad pb, hoc est, ex rationibus 7 ad 2 & 8 ad $\frac{7}{9}$, quæ efficiunt rationem 36 ad 1.

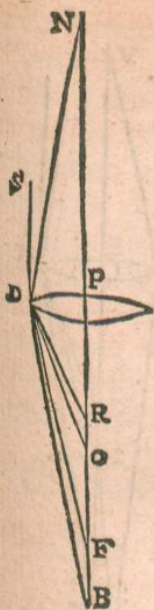
Latitudo ad pupillam, de qua insuperioribus, in utroque microscopio eadem esse probatur. Quia cum in majore sit, ut $NP \frac{1}{2} c$ ad $PD \frac{1}{2} a$, ita $NE \frac{1}{2} d$ ad EI . Erit EI latitudo ad pupillam $\frac{1}{2} \frac{ad}{c}$. At in minore similiter, quia ut NP hoc est $\frac{ct}{v}$, ad PD hoc est, $av\sqrt{\frac{t}{b}}$, ita $NE \frac{1}{2} dv\sqrt{\frac{f}{b}}$, ad EI , invenitur & hæc $\frac{1}{2} \frac{ad}{c}$.

Hæc itaque sic se habebunt si tantum aberrationis ejus quæ ex dissipatione ratio ineunda sit, eritque progressio velut infinita ad majores microscopiorum effectus obtinendos, quoniam poni poterat f ad $av\sqrt{\frac{t}{b}}$ ut b ad a liam quamlibet. Sed verò examinandum est, an non altera aberratio, quæ ex figura oboritur, aliquid turbare possit. Quem in finem oportet ut utriusque aberrationis angulum in nostro illo, quod diximus microscopio, ubi neutram adhuc nocere scimus, primum calculo investigemus.

Præmittimus vero Lemma hujusmodi.

Sit lentis convexæ PD axis NPB, focus in O, radius axis parallelus SD, qui itaque ex refractione dissipatus mittit radium rubrum in DO, sed violaceum extremum ponamus convenire cum axe in R. Quod si jam a puncto in axe N, feratur in lentem eandem radius ND, qui ex refractione dissipatus mittat radium rubrum in B, violaceum extremum in F. Dico angulum BDF æqualem censeri posse angulo ODR, tantoque propius quanto inclinatio superficierum lentis in D erit minore angulo, quantoque minus distabunt puncta B, O.

Cum enim radius ruber qui inest incidenti radio SD , eat in DO ; ruber vero qui in radio ND eat in DB



DB; Erit ex propof. LV. angulus BDO proxime æqualis SDN. Similiterque cum radius violaceus qui inerat in SD abeat in SR; itemque violaceus qui in ND, abeat in DF; censebitur ex eadem prop. LV. ang. FDR æqualis SDN; Itaque æquales inter fe censebuntur & BDO, FDR, & ablato communi FDO, erunt fimiliter æquales BDF, ODR ac tanto propius quanto & angulus inclinationis superficierum lentis in D erit minoris anguli, & rectiores radii SD, ND in superficies illas incident, radiique ipfi minorem intercipient ang. SDN, ut ex iis intelligitur quæ ad prop. LV. supra dicta fuerunt. Patet autem tanto minorem esse SDN, quanto punctum B minus distat ab O, tanto enim major PN, quia proportionales sunt BO, BP, BN ex prop. XX.

PROPOSITIO LXIII.

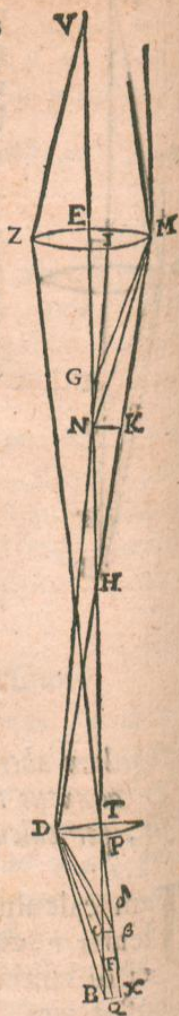
Angulum aberrationis ex dissipatione in dato microscopio, & quantus in Telescopiis & Microscopiis nocere non possit, per calculum inquirere.

Jam calculum quem diximus sic prosequemur. Erat lentis P, cujus crassitudinem pro nulla habemus, foci distantia PO $2\frac{1}{2} \frac{7}{16}$ poll. PD vero $\frac{1}{16}$. Jungatur DO. Constat jam, si radius axi parallelus desuper in D incidat, eum spargi debere angulo $OD\beta$, qui sit $\frac{1}{16}$ anguli DOP , uti diximus cum radii dissipationem exponeremus. Sit $o\beta$ axi perpendicularis quem fecet $D\beta$ in δ . Igitur

tur $o\beta$ censebitur $2\frac{1}{2} \frac{1}{70}$ PD, sed PD erat $\frac{2}{30}$ poll. Ergo $o\beta$ $2\frac{1}{2} \frac{1}{1660}$, & OD seu OP, quæ erat $\frac{7}{10}$, erit ad $o\beta$, ut 700 ad 1. Sed per lemna præmissum, radius incidens ND dissiparetur angulo qui esset æqualis $oD\beta$, isque angulus esset BDQ , quandoquidem ND ponitur mittere radium per DB. Itaque ang. BDQ $2\frac{1}{2} oD\beta$. Quia vero vicissim radius incidens BD dissipatur angulo NDK , æquali BDQ , ex causa in superioribus explicata, hoc est, angulo $oD\beta$; erit & DN, seu PN ad NK, ut DO seu PO ad $o\beta$, hoc est, ut 700 ad 1. Sed EN est ad NP ut 2 ad 7, sive ut 200 ad 700. Ergo EN seu MK ad NK ut 200 ad 1, hoc est, ut radius tab. 100000 ad 500 tangentem $17' : 12''$; ac proinde angulus aberrationis hujus NMK erit in nostro microscopio proximè $17' : 12''$.

Idemque erit in breviori illo pollicum $4\frac{1}{2}$, & in omnibus deinceps diminutis, quia hæc conditio aberrationis æqualis in investigatione posita fuit. Quod si angulo NMK addamus ang. NMG , quem ibi ob parvitatem negleximus, fiet hic ang. aberrationis $17' : 42''$ circiter.

Sed in Telescopiis si quæramus quantum aberrationis hujus angulus ferri possit, inveniemus in nocturnis quidem $31\frac{1}{3}$ circiter, in diurnis vero dimidium sive $15\frac{2}{3}$, quod ab illis $17' : 42''$ non multum discrepat. Etenim in Figura propof. LVI. posita lentis AC foci distantia CF pedum



angulus LDH æqualis cenſetur SDN ex propoſ. LV., hoc eſt, angulo DNP, erit proxime ut NP $\frac{1}{2} d$, ad PD $\frac{1}{2} a$, ita DL quæ cenſetur æqualis PH, hoc eſt, $c-n$, ad LH, quæ erit $\frac{ac-an}{d}$. Et quia DP ad LH ut PF ad FH, erit DP

minus LH, hoc eſt $\frac{da-ac+an}{d}$ ad DP $\frac{1}{2} a$, ut PH $\frac{1}{2} c-n$ ad

PF, quæ erit $\frac{dc-dn}{d-cn}$, quæ ſubtracta a PB $\frac{1}{2} \frac{dc}{d-c}$, fit FB $\frac{1}{2}$

$\frac{ddn}{dd-2dc+cc+dn-cn}$ quæ ad HO $\frac{1}{2} n$, ut dd ad $dd-2dc+cc+dn-cn$.

Hæc autem ratio eadem cenſeri poteſt, quæ dd ad $dd-2dc+cc$, quia quantitas n minima eſt cæterarum reſpectu. Sicut autem dd ad $dd-2dc+cc$, hoc eſt, ut quadratum NP ad quadratum NV ita eſt quadratum PB ad quadratum PO; quia diximus eſſe ut NV, ad NP, ita PO ad PB; Ergo erit FB ad HO proxime ut quadratum PB ad quadratum PO, ac tanto quidem magis quanto angulus SDN minor erit, ut patet ex iis quæ ad propoſ. LV. annotavimus; hoc eſt, quanto major ratio NP ad PO. Itaque patet propoſitum.

Hinc vero ſequitur, ductis DO, DB, angulos æquales fore HDO, FDB. Ponatur enim DO ſecare HL in I, & FE axi perpendiculararem occurrere rectæ DB in E. Quia ergo ratio BF ad OH componitur ex rationibus BF ad FE, & FE ad HI, & HI ad HO. Hoc eſt, ex rationibus BP ad PD, & FE ad HI, & PD ad PO; hoc eſt, ex rationibus FE ad HI, & BP ad PO. Ratio autem eadem BF ad OH eſt ea quæ quadrati BP ad quadratum PO, ex ante demonſtratis; neceſſe eſt rationem FE ad HI eandem eſſe quæ BP ad PO, ſive quæ FP ad PH, quia FB & HO ſunt minimæ; ſive quæ FD ad HD. Unde angulus FDE cenſetur æqualis HDI propter paritatem angulorum DFP, DHP.

PROPOSITIO LXIV.

Angulum aberrationis ex figura eodem modo ut in præcedenti propositione per calculum investigare.

Hinc ad calculum accedimus, in quo jam crassitudo lenticulæ P consideranda est, quæ sit TP , in figura superiori. Habet autem lenticula hæc in nostro Microscopio superficiem alteram planam quæ deorsum conversa est. Cumque foci distantia PO sit $\frac{7}{10}$ pollicis, eademque æqualis cenferi possit diametro convexitatis superficiæ TD ; erit ut PO , sive $\frac{7}{10}$ ad PD $2\frac{1}{2}$ $\frac{1}{20}$, ita hæc ad TP , quæ fiet $\frac{1}{20}$. Hujus vero $\frac{7}{10}$ æquantur aberrationi OD , quam facit radius axi parallelus in D incidens, quia lenticulæ plana superficies in partem alteram obversa est. Ergo OD $2\frac{1}{2}$ $\frac{7}{1000}$ sive $\frac{1}{240}$. Sicut autem OP seu OP ad PD , hoc est, sicut $\frac{7}{10}$ ad $\frac{1}{20}$, sive ut 14 ad 1, ita est DO ad $O\beta$. Ergo fit $O\beta$ $2\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3300}$: & DO seu PO ad $O\beta$ ut $\frac{7}{10}$ ad $\frac{1}{3300}$ sive ut 2352 ad 1. Sed per Lemma præcedens radius incidens ND faceret angulum aberrationis BDQ æqualem $OD\beta$: ac proinde vicissim radius BD faciet angulum aberrationis NDK æqualem BDQ seu $OD\beta$. Ergo ut DO seu PO , ad $O\beta$, hoc est, ut 2352 ad 1, ita erit DN , seu PN ad NK . Sed ut 2 ad 7, sive ut 672 ad 2352, ita est EN ad NP . Ergo ex æquo EN ad NK seu MK ad NK , ut 672 ad 1, hoc est, ut in Tabulis semidiameter 100000 ad 149, tangentem anguli $5' : 8''$, qui est angulus NMK .

Hic igitur in microscopio nostro est angulus aberrationis ex figura. Quo majorem ferri posse absque visionis incommodo inde apparet, quod inversâ lenticulâ PD , ut pars convexa deorsum spectet, quadruplo fere

major fit iste aberrationis angulus ; quia tunc aberratio radii qui parallelus axi incideret in D , æquat $\frac{2}{3}$ crassitudinis PT , ex propof. XXVII. quæ aberratio hic erat tantum $\frac{1}{3} PT$, hoc est, fere pars quarta tantum istius. Unde & angulus aberrationis NMK fere quadruplus tunc invenitur ejus qui nunc inventus est $5'$. Atqui sic inversâ lenticulâ, vix percipitur aliquid distinctæ visioni decedere. Itaque 20 circiter scrupulorum primorum ferri potest angulus istius aberrationis ; accedente licet angulo aberrationis quæ ex dissipatione, qui erat fere $18'$. Semper enim hanc aberrationem alteri superaddi facile intelligi potest.

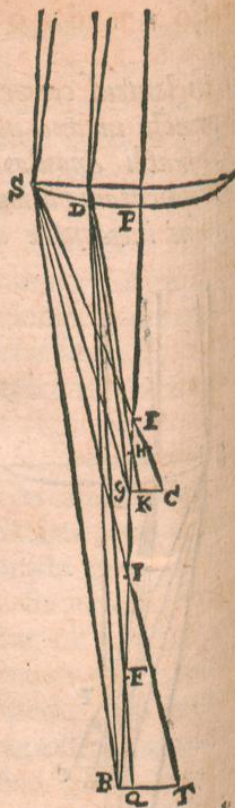
Quod si in breviori illo $4'$ pollicum microscopio, quæramus eodem modo angulum aberrationis quæ ex figura, inveniemus eum quoque $20'$ circiter ; qui proinde vix quoque nocere poterit ; ut proinde eximius futurus sit ejusmodi perspicilli effectus. Si vero breviora etiam, ac magis amplificantia moliamur ex præscripto Regulæ superius inventæ ; crescet semper iste aberrationis angulus ; adeoque hæc causa impedit quo minus Regulam istam sequentes, infinito progressu microscopiorum virtutem augere possimus. Sed quod mirum fortasse videbitur, aliam suppetere ostendemus Regulam, per quam ejusmodi progressus concedatur. Præmittimus autem Lemma ejusmodi.

ad PG , quia IG minima est respectu PG . Item ratio altera GI ad GH est eadem quæ quadrati PS ad qu. PD , per prop. xxx. Et tertia GH ad GK eadem quæ HP ad PD , hoc est, quæ GP ad PD , quia HG est minima respectu GP . Itaque ratio CG ad KG , componetur ex rationibus SP ad PG , & PG ad PD , & quadrati PS ad quadratum PD . Sed harum priores duæ efficiunt rationem SP ad PD , Ergo ex tribus composita erit eadem quæ cubi SP ad cubum PD . Itaque ostensum est rationem CG ad KG , sive anguli aberrationis CSG ad KDG , proxime esse eam quæ cubi SP ad cubum PD , hoc est, triplicatam rationis SP ad PD .

Ponamus jam radios incidentes in D & s , venire a puncto cui conjugatum sit punctum B , atque esse radii in D cadentis aberrationem BF ; ejus vero qui in s cadit, aberrationem BL .

*Pag. 247.

Cum igitur ex lemmate ultimo sit ut quadratum PG ad quadratum PB , ita GH ad BF ; atque ita quoque IG ad LB . Erit permutando & convertendo, ut IG ad GH ita LB ad BF . Sed IG erat ad GH ut quadratum SP ad quadratum DP , ergo & LB ad BF ut quadratum SP ad quadratum DP . Unde jam, sicut ante de angulis gsi , GDH , ostendetur eadem ratione angulos BSL , BDF esse in ratione triplicata distantiarum SP , PD . Hi enim anguli, sive BST , BDQ censentur esse inter se ut BT ad BQ , quia DP , SP sunt minimæ respectu BP . Est autem ra-



ratio BT ad BQ eadem compositæ ex rationibus TB ad BL, & BL ad BF, & BF ad BQ. Quarum prima TB ad BL est eadem quæ SP ad PL, seu quæ SP ad PB, quia LB est minima respectu PB. Item ratio altera BL ad BF est eadem quæ quadrati PS ad quadratum PD, ut paulo ante est ostensum. Et tertia BF ad BQ est eadem quæ FP ad PD, hoc est, quæ BP ad PD, quia FB est minima respectu BP. Itaque ratio BT ad BQ componetur ex rationibus SP ad PB, & PB ad PD, & quadrati PS ad quadratum PD, quarum duæ priores cum efficiant rationem SP ad PD, erit ratio BT ad BQ, hoc est anguli BSL ad BDF, ea quæ cubi PS ad cubum PD, quod supererat demonstrandum.

PROPOSITIO LXV.

Quomodo breviora fieri possint microscopia & magis amplificantia, in quibus servetur eadem claritas & distinctio, nec tamen priori incommodo a majori aberratione ex figura fiant obnoxia.

Ponantur bina rursus microscopia, atque omnia eadem quæ propositione LXI, nisi quod incerta sit in minori ratio pb ad semiaperturam pd; itemque incerta lentis ocularis foci distantia ne. Cætera vero omnia eodem modo construantur. Porro in majori microscopio distantia PB sit $\frac{1}{2} b$, quâ nempe lenticula p abest a visibili. PN $\frac{1}{2} c$; NE $\frac{1}{2} d$. Semiaperturæ latitudo PD $\frac{1}{2} a$. BX longitudo rei visæ $\frac{1}{2} h$. NK $\frac{1}{2} n$. Ponamus autem distantias punctorum conjugatorum PN ad PB, esse in ratione majori, quam 6 vel 7 ad 1, & foci distantiam EN majorem esse foci distantiam po, quemadmodum hæc in hujusmodi microscopiis rectè statui solent. At in mi-

noni microscopio assumatur
distantia $pb \frac{1}{2} f$, semia-
pertura quæsitâ $pd \frac{1}{2} x$. E-
rit autem $pn \frac{1}{2} \frac{cf}{b}$, quia

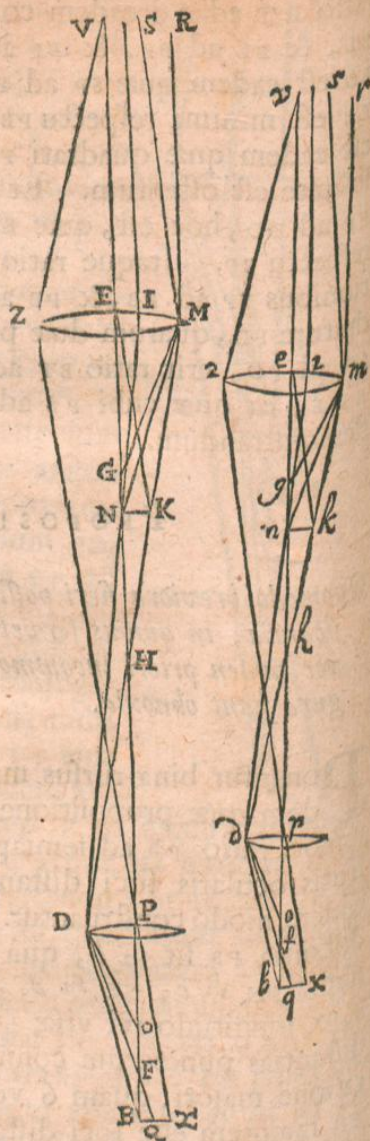
proportionales ponimus BP ,
 PN ; bP , pn . Quod si fuisset
ut BP ad PD ita pb ad
 pd , apparet futuram $pd \frac{1}{2}$
 $\frac{fa}{b}$, & angulum aberrationis

bdq , radii ex n venientis in
lentem P , æqualem futu-
rum angulo aberrationis
 BDQ radii ex N venientis in
lentem P : Quia sicut prop.
præcedenti ita hic quoque
ut NP ad np , ita PB ad pb ,
& ita quoque foci distantia
 PO ad po . Nunc vero quia
semiaperturam pd pono $\frac{1}{2}$
 x , non autem $\frac{1}{2} \frac{fa}{b}$, erit

ex lemmate præmissio ut cu-
bus $\frac{fa}{b}$, hoc est, ut $\frac{fa_3}{b_3}$ ad

x_3 ita angulus BDQ ad an-
gulum bdq .

Rursus si æquales essent
anguli NDK , ndk , censere-
tur esse NK ad nk ut PN
ad pn . Nunc vero ratio
 NK ad nk componi cense-
bitur ex rationibus PN ad



$p n$, & ea quæ anguli NDK ad ndk ; hoc est, ex rationibus $P B$ ad $p b$ seu b ad f , & anguli BDQ ad bdq ; quam diximus esse eandem quæ $\frac{f^3 a^3}{b^3}$ ad x^3 , sive quæ $f^3 a^3$ ad

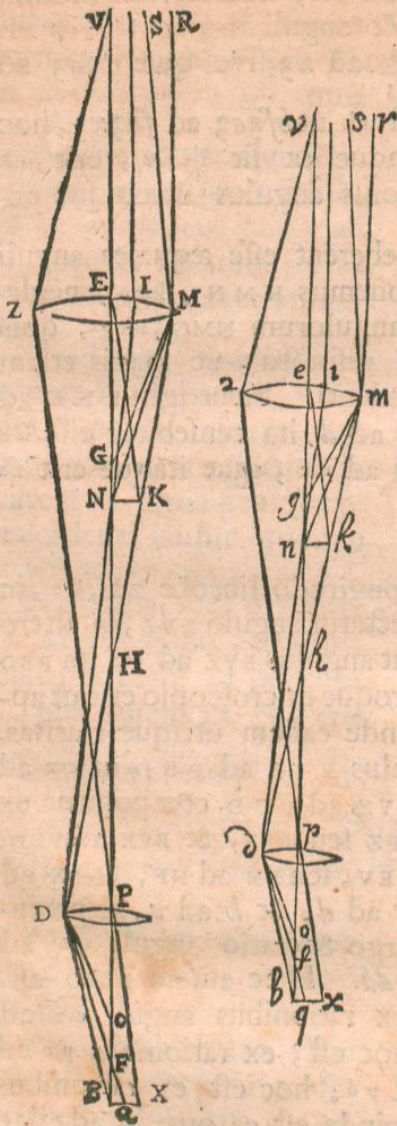
$b^3 x^3$, ac proinde erit NK ad nk ut $bf^3 a^3$ ad $fb^3 x^3$, hoc est, ut ffa^3 ad bbx^3 . Cumque NK sit $\frac{1}{2} n$, erit nk $\frac{1}{2} \frac{nbx^3}{ffa^3}$. Jam quo aberrationis angulus utrobique in-

tra oculum æqualis fiat, deberent esse æquales anguli KMG , kmg ; sed pro his ponemus KMN , kmn , neglectis ut supra accessionibus angulorum NMG , nmg , quia exigui prorsus sunt illorum respectu, ac magis etiam quam in disquisitione præcedenti. Sicut igitur NK ad NM seu NE , hoc est, sicut n ad d , ita censetur esse nk ad nm seu nc , hoc est, $\frac{nbx^3}{ffa^3}$ ad nc , quæ itaque erit $\frac{1}{2}$

$\frac{dbbx^3}{ffa^3}$.

Jam porro quia eadem longitudo lineolæ BX , bx , in dato quidem microscopio spectatur angulo EVZ , in altero autem angulo evz ; debet esse ut angulus EVZ ad evz ita PBD ad pbd . Sic enim lux hausta utroque microscopio erit ut apparet magnitudo, ac proinde eadem utrique claritas. Ergo & permutando, angulus EVZ ad PBD ut evz ad pbd . Ratio autem anguli EVZ ad PBD componitur ex rationibus anguli EVZ ad EPZ seu BPX , & BPX ad PBD ; hoc est ex rationibus PE ad EV , seu PN ad NE , & BX ad PD ; hoc est, ex rationibus c ad d , & b ad a , ac proinde est ea quæ cb ad da . Ergo & ratio anguli evz ad pbd debet esse ea quæ cb ad da . Hæc autem ratio anguli evz ad pbd componitur ex rationibus anguli evz ad epz seu bpx , & bpx ad pbd ; hoc est, ex rationibus pe ad ev , seu pn ad ne , & bx ad pd ; hoc est, ex rationibus cf ad $\frac{dbbx^3}{ffa^3}$, & b ad x , ac proinde est ea quæ $\frac{bcf}{b}$ ad $\frac{dbbx^3}{ffa^3}$.

Igi-



Igitur eadem ratio cb ad da quæ $\frac{bcf}{b}$ ad $\frac{dbbx_4}{ffa_3}$. Unde

fit $x_4^{2\frac{1}{2}} \frac{f_3 a_4}{b_3}$: Et $x^{2\frac{1}{2}} \frac{a\sqrt{f_3}}{\sqrt{b_3}}$

Quod si jam velimus ut microscopium inventum duplo magis amplificet res visas quam quod erat datum : oportet ob causam, quam exposuimus in præcedenti inquisitione, ut angulus dbp duplo major sit quam DBP , cumque BP ad PD sit ut b ad a , debet esse b_p ad p_d , hoc est, f ad $\frac{a\sqrt{f_3}}{\sqrt{b_3}}$ ut b ad $2a$. Unde fit $f^{2\frac{1}{2}} \frac{1}{10} b$, atque hinc x sive $\frac{a\sqrt{f_3}}{\sqrt{b_3}}^{2\frac{1}{2}} \frac{1}{10} a$. Et foci distantia $e n$, quæ erat $\frac{dbbx_3}{ffa_3}^{2\frac{1}{2}} \frac{1}{10} d$.

Secundum quæ ex nostro microscopio, cujus mensuras in priori disquisitione posuimus, fiet aliud duplo magis amplificans ratione diametri (servata eadem claritate ac distinctione,) in quo $p o$ erit $\frac{7}{100}$ poll. $e n^{2\frac{1}{2}}$ 1. distantia $n p$

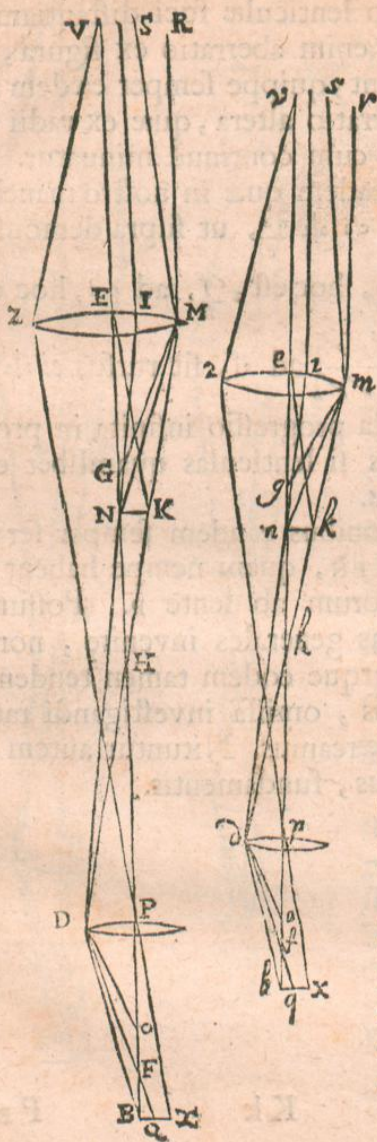
$n p \sqrt[2]{\frac{7}{10}}$, $p b \sqrt[2]{\frac{7}{44}}$, $c v \sqrt[2]{\frac{23}{7}}$, semidiameter aperturæ
 $p d \sqrt[2]{\frac{7}{100}}$, atque ita ulterius progredi licet ex hujus re-
 gulæ præscripto, ponendo lenticulæ foci distantiam $p o$
 quamlibet exiguam, nec enim aberratio ex figura, nec
 obscuritas unquam nocebunt, quippe semper eadem ma-
 nentes. Neque etiam aberratio altera, quæ ex radii dis-
 sipatione oritur, obstabit, cum continuè minuatur. La-
 titudo vero ad pupillam eadem quæ in nostro manebit;
 erat enim ibi ista latitudo $e i \sqrt[2]{\frac{a d}{c}}$, ut supra demonstra-
 tum. Hic vero quia ut $n p$, hoc est, $\frac{c f}{b}$, ad $p d$, hoc est,

$\frac{a \sqrt[2]{f_3}}{\sqrt[2]{b_3}}$, ita $n e$, hoc est, $\frac{d \sqrt[2]{f}}{\sqrt[2]{b}}$ ad $e i$, fit rursus $e i \sqrt[2]{\frac{a d}{c}}$.

Est igitur ex hac Regula progressio infinita in propa-
 gandis microscopii viribus si lenticulas quamlibet exi-
 guas parari posse ponamus.

In hisce vero disquisitionibus eandem semper servari
 statuimus rationem $B P$ ad $P N$, quam nempe habent di-
 stantiæ punctorum mutuorum ab lente P . Possumus
 autem & absque eo regulas generales invenire, nonni-
 hil à prioribus diversas, atque eodem tamen tendentes,
 quas breviter perscribemus, omissa investigandi ratio-
 ne, ne nimis diu hic obhæreamus. Nituntur autem iis-
 dem, quæ jam exposuimus, fundamentis.

P R O P O S I T I O L X V I .



Si microscopium è duobus convexis e & p compositum queratur, quod datam habeat lentis ocularis e foci distantiam, itemque datam amplificationem, & in quo angulus aberrationis ex dissipatione radii, ut claritas sit eadem quæ in alio dato microscopio ex lentibus E & P composito, invenietur foci distantia lenticulæ inferioris p, ejusque positus & apertura hoc modo.

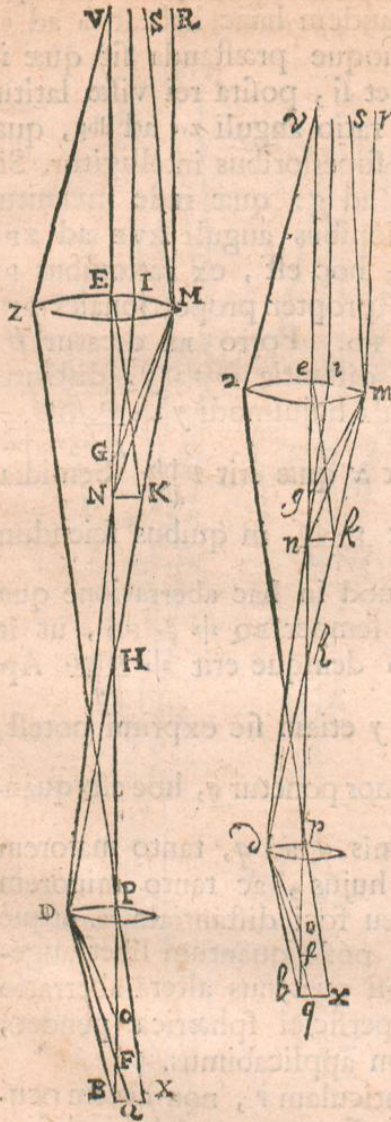
Si lenticulis e foci distantia en data æqualis d lineæ, postuletur vero ut magnitudo apparens sit ad eam quæ ex certa distantia, puta 8 pollicum, spectaretur, (quæ distantia vocetur ω) ut ω ad q lineam datam. Angulus vero aberrationis, quem diximus esse nmk, requiratur æqualis angulo NMK, in altero dato microscopio; quem definimus proportionem

tione lineæ KM ad KN seu EN ad KN, quæ sit ea quæ ω ad datam f , ut nempe eandem hanc habeat en ad nk. Claritas denique eadem quoque præstanda sit quæ in microscopio dato, quod fiet si, posita rei visæ latitudine bx $\frac{1}{2}$ BX, eadem sit ratio anguli zve ad dbp, quæ anguli zve ad dbp, ut ex superioribus intelligitur. Sit autem hæc ratio ea quæ ω ad g : quæ inde invenitur quod composita sit ex rationibus anguli zve ad zpe seu bpx, & bpx ad pbd; hoc est, ex rationibus pe ad ev, seu pn ad ne, (propter proportionales pn, pe, pv) & ratione bx ad pd. Porro bx dicatur h ; lenticulæ vero quæsitæ foci distantia $po \frac{1}{2}$ y : distantia rei visæ $pb \frac{1}{2}$ x . Eritque regula hujusmodi $y \frac{1}{2}$ $\frac{50 \cdot fggdd}{gb \text{ in qu. } q \uparrow d}$.

Cognita vero y invenietur & x quæ erit $\frac{gy \uparrow dy}{d}$. Semidia-
meter vero aperturæ pd erit $\frac{50 \cdot dqf}{\omega g \uparrow \omega d}$ in quibus sciendum est numerum 50 inde esse quod in hac aberratione quæ ex dissipatione est, ponitur semper BQ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{50}$ PD, ut in superioribus dictum fuit; pn denique erit $\frac{1}{2}$ $\frac{dy \uparrow qy}{q}$. Ap-

paret autem quia hic valor y etiam sic exprimi potest, $y \frac{1}{2}$ $gb \frac{50 \cdot fdd}{q} + \frac{2ghd}{q} + \frac{ghdd}{qq}$. quanto minor ponetur q , hoc est, quanto major ratio multiplicationis ω ad q , tanto majorem fore divisorem quantitatis hujus, ac tanto minorem proinde longitudinem y , seu foci distantiam po . atque ita, diminuenda lenticula p , posse quantum libet augeri microscopii virtutem, nisi quatenus altera aberratio obstabit, quæ ex figura superficiæ sphæricæ pendet, cui paulo post aliam regulam applicabimus.

Sed si datam ponamus lenticulam p , non autem ocularem c , inveniemus non posse tunc augeri amplificacionem



tionem nisi paulò tantum. Si enim foci distantia data po vocetur r , cæteris eadem, quæ prius, significantibus, invenitur $\frac{xx}{50. qgrs.}$ ubi apparet, quan-

to minor ponetur q , hoc est, quo major ratio amplificationis ω ad q , eo minorem fieri x ; atqui x seu pb , debet esse major quam r seu po . Ergo si in hujusmodi microscopio ponatur ab initio pb minor quam dupla po ; (ut omnino faciendum, & in nostro superius descripto est pb ad po tantum ut 10 ad 9.) non poterit q duplo minor quam prius adsumi; hoc est, non poterit duplicari ampliatio, quia x fieret dimidia prioris, ac proinde minor quam r .

Omnis igitur microscopii hujusmodi perfectio in lenticulæ inferioris parvitate quærenda est; computando ex præscripto regulæ modo traditæ, quoad aberratio ex figura non oberit; hoc est, quoad ejus angulus NMK infra 20'

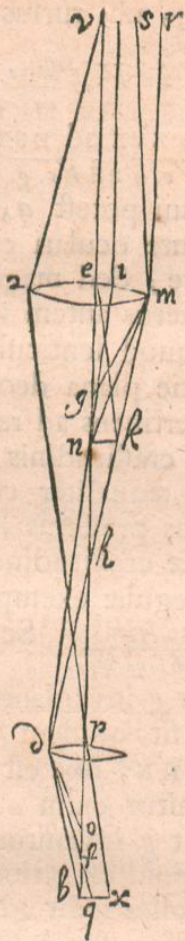
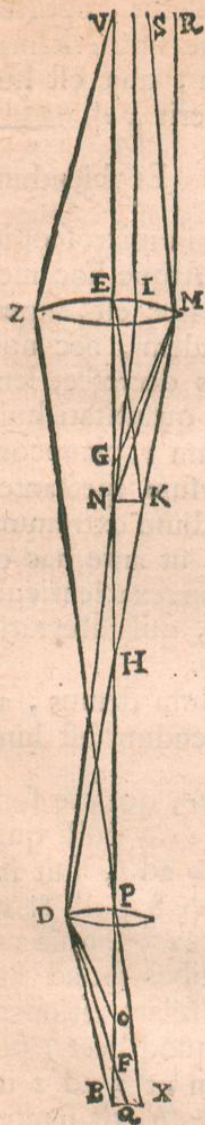
confistat. Sed si major ampliatio postuletur, oportet ex dato microscopio in quo angulus hic non erit major quam 20° ; invenire aliud ex regula, quæ est huiusmodi, $y \frac{1}{2} \frac{cd494f}{7gb3, \text{inqu. qu. } q\uparrow d}$, ubi rursus erit $x \frac{1}{2} \frac{qy\uparrow dy.}{d}$.

pn $\frac{1}{2} \frac{dy\uparrow qy}{q}$, sed pd fit hic $\frac{1}{2} Vc. \frac{c}{g} \frac{sqdy2.}{\omega q\uparrow ad}$. Et sciendum

est insuper rationem anguli zve ad $\frac{DPB}{DPB}$ in microscopio dato eam nunc poni, quæ $Vc. \omega$ ad $Vc. g$. Atque hoc modo quousque lubet diminui potest q , hoc est, augeri amplificatio, manente lente oculari eadem, nec non distincta visione & claritate; Sed magis decrescet lenticulæ foci distantia. Numerus autem $\frac{1}{3}$ quantitati huic præpositus inde oritur, quod lenticulam p planoconvexam ponimus, superficie plana deorsum spectante; cuius aberratio ex figura pertinens ad radium extremum axi parallelum, est $\frac{1}{3}$ suæ crassitudinis, ut ante hac ostensum. Sic si utrimque æqualiter convexa lenticula p poneretur, esset numerus præfixus $\frac{1}{3}$, quia aberratio ejusmodi lentis efficit $\frac{1}{3}$ suæ crassitudinis.

Cæterum ut utriusque regulæ exemplum demus, ac primo prioris, ubi $y \frac{1}{2} \frac{50. sqqdd}{gb \text{ in qu } q\uparrow d}$. Sciendum est hinc

incipiendum, ut lineæ f & g inveniantur, quantæ sunt in microscopio dato; ac fit quidem $f \frac{1}{2} \frac{1}{3}$ poll. quia ibi ratio EN seu MK ad NK , hoc est ω ad f , fuit inventa quæ 200 ad 1. Ponitur enim $\omega \frac{1}{2} 8$ poll. & ut 200 ad 1, ita 8 ad $\frac{1}{3}$; at g invenitur $\frac{1}{2} \frac{1}{3}$, quia ratio ω ad g dicta fuit componi ex rationibus PN ad NE , & BX ad PD ; quæ composita redit ad solam rationem PN ad NE , sive 7 ad 2, si BX seu h (quod licet) ponatur æqualis PD , quæ ibi erat $\frac{1}{3}$; nam ut 7 ad 2 ita est 8 ad $\frac{1}{3}$. Quæcunque vero ponatur h erit semper quantitas gh eadem in dato microscopio. Quod si jam



d eandem esse ponamus in eo quod quærimus, quæ erat in nostro, nempe $d^{2/2} 2$; sed rationem amplificationis ω ad q eam velimus esse quæ 72 ad 1. hoc est, duplo majorem quam in nostro, unde q fit $2^{1/2} \frac{1}{5}$; Ex his jam secundum regulam, inveniatur $y^{2/2} \frac{70}{1}$. Et reliqua prout fuere in expositione regulæ definita. Quod si his iisdem positis, statuatur $d^{2/2} 1$ poll. inveniatur $y^{2/2} \frac{7}{10}$ & pd $2^{1/2} \frac{1}{10}$, prorsus ut in priori disquisitione, ubi servabatur ratio eadem BP ad PN ; quod veritatem regulæ hujus comprobat.

In posteriori regula ubi $y^{2/2} \frac{6d494f}{7gb3 \text{ in qu. qu. d} \mp q}$ quæsitis

prius f & g quantæ sunt in dato microscopio, habita ratione aberrationis ex figura, inveniatur quidem $f^{2/2} \frac{1}{84}$ poll. quia ibi ratio EN seu MK ad NK , hoc est, ω ad f , fuit inventa quæ 672 ad 1; nam ut 672 ad 1 ita ω seu 8 ad $\frac{1}{84}$. At g inveniatur $2^{1/2} \frac{64}{343}$, quia

ratio $\sqrt{c. \omega}$ ad $\sqrt{c. g}$ hoc est, ratio anguli ZVE ad DPB, dicta fuit componi ex rationibus PN ad NE & BX ad PB, quæ composita redit, ut paulo ante, ad rationem solam PN ad NE, seu 7 ad 2. Ut autem 7 ad 2 ita $\sqrt{c. \omega}$ seu 2, ad $\frac{4}{7}$, quod ergo æquale $\sqrt{c. g}$, ideoque $g^{\frac{1}{2}}$ $\frac{64}{343}$. Quæcunque vero ponatur h , erit hic semper in microscopio dato eadem quantitas gh^3 . Quod si jam d eandem esse velimus in microscopio quæsito, ac in dato nostro, nempe $d^{\frac{1}{2}}$ 2 poll. rationem vero amplificationis ω ad g duplam nostræ, hoc est, quæ 72 ad 1; erit $g^{\frac{1}{2}}$ $2^{\frac{1}{5}}$: Et ex his jam secundum hanc regulam invenietur y proxime $2^{\frac{2}{15}}$. & reliqua ut fuerit in expositione regulæ definita. Quod si his iisdem positis, statuatur $d^{\frac{1}{2}}$ 1 poll. invenietur $y^{\frac{1}{2}}$ $\frac{7}{160}$ & $pd^{\frac{1}{2}}$ $\frac{1}{160}$ prorsus ut in secunda superiori disquisitione, ubi servabatur ratio BP ad PN; quod posterioris hujusce regulæ veritatem comprobat.

F I N I S.

The first part of this dictionary is a list of the
 names of the several nations and tribes which
 inhabit the continent of North America. These
 names are given in the original language, and
 in the English language, with a short
 description of each nation or tribe. The
 second part of this dictionary is a list of the
 names of the several provinces and colonies
 of North America. These names are given
 in the original language, and in the English
 language, with a short description of each
 province or colony. The third part of this
 dictionary is a list of the names of the
 several cities and towns of North America.
 These names are given in the original
 language, and in the English language, with
 a short description of each city or town.
 The fourth part of this dictionary is a list
 of the names of the several rivers and
 lakes of North America. These names are
 given in the original language, and in the
 English language, with a short description
 of each river or lake. The fifth part of
 this dictionary is a list of the names of
 the several mountains and hills of North
 America. These names are given in the
 original language, and in the English
 language, with a short description of each
 mountain or hill. The sixth part of this
 dictionary is a list of the names of the
 several islands of North America. These
 names are given in the original language,
 and in the English language, with a short
 description of each island. The seventh
 part of this dictionary is a list of the
 names of the several mountains and hills
 of the West Indies. These names are given
 in the original language, and in the English
 language, with a short description of each
 mountain or hill. The eighth part of this
 dictionary is a list of the names of the
 several islands of the West Indies. These
 names are given in the original language,
 and in the English language, with a short
 description of each island. The ninth part
 of this dictionary is a list of the names
 of the several mountains and hills of
 South America. These names are given in
 the original language, and in the English
 language, with a short description of each
 mountain or hill. The tenth part of this
 dictionary is a list of the names of the
 several islands of South America. These
 names are given in the original language,
 and in the English language, with a short
 description of each island.

THE END