CAPVT II.

DE MICROSCOPIIS SIMPLICIBVS DVABVS PLVRIBVSVE LENTIBVS CONVEXIS INTER SE PROXIME IVNCTIS CONSTANTIBVS.

Problema I.

56.

Si lens duplicata ex duabus lentibus conuexis sit composita, pro data multiplicatione huiusmodi microscopium construere, quod obiecta quantum fieri potest clare et distincte repraesentet.

Solutio.

Quoniam hic binae lentes sibi proxime iungendae occurrunt, ex formulis nostris generalibus earum interuallum erit $\alpha + b = \mathrm{A}\, a\,(1 - \frac{1}{\mathrm{P}})$ quod cum debeat esse minimum, statuatur $= \eta\, a$, denotante η fractionem tam paruam, quam circumstantiae permittunt atque hinc colligemus $\mathrm{P} = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{A} - \eta}$ deinde quia vtra-

que

que lens debet esse conuexa, seu vtriusque distantia focalis positiua tam haec quantitas, $p = \mathfrak{A} a$, quam ista $q = -\frac{A}{P} a = -(A - \eta) a$ debet esse positiua ideoque $\mathfrak{A} > 0$, at $A < 0$, id quod fit si $\mathfrak{A} > 1$. Hoc notato multiplicatio nobis praebet

$$m = \frac{P.b}{a} = \frac{A}{A-\eta} \cdot \frac{b}{a},$$

vnde definitur distantia obiecti $a = \frac{A}{A-\eta} \cdot \frac{b}{m}$ ita, vt sit $m a - b = \frac{\eta}{A-\eta} \cdot b$; deinde si semidiameter aperturae primae lentis ponatur $= x$; secundae lentis debet esse $(1 - \frac{\eta}{A}) x$; vnde pro gradu claritatis fiet $y = \frac{bx}{ma}$ seu $y = (1 - \frac{\eta}{A}) x$, ita, vt ob $A < 0$ lentium interuallum claritatem augeat. Deinde pro campo apparente ibi inuenimus $\zeta = \frac{A-\eta}{\eta} \mathfrak{q} . a \xi$; at hic $\mathfrak{q}$ maius accipi nequit, quam vt semidiameter aperturae secundae lentis fiat $= (1 - \frac{\eta}{A}) x$, quippe quae apertura maior esse nequit, hinc colligimus $\mathfrak{q} = -\frac{4x}{Aa}$; vnde concluditur $\zeta = \frac{(A-\eta)x}{A\eta}$. Pro loco autem oculi est

$$O = \frac{\eta q}{(A-\eta)a} \cdot \frac{b}{m}$$

quae cum sit negatiua, oculum immediate adplicari oportet, et quia lentes sibi sunt proximae, hinc nullus margo coloratus erit metuendus. Nunc igitur potissimum considerari debet semidiameter confusionis, qui est

$$\frac{\mu m x^3}{4a^2 b} \left(\frac{\lambda}{\mathfrak{A}^3} + \frac{\nu}{A\mathfrak{A}} - \frac{\lambda'}{A^3 P} \right)$$

vbi

vbi posterius membrum ob $A < 0$ erit positiuum ideoque haec quantitas semper maior nihilo, quamobrem hic totum negotium eo redit, vt ista quantitas reddatur minima, id quod fieri potest, cum litterae A et $\mathfrak{A}$ adhuc arbitrio nostro sint relictae. Ad hoc efficiendum statim patet, litteris λ et λ' minimum valorem, quem capere possunt, qui est 1, tribui debere et cum quantitas P parum ab vnitate differat, litteram $\mathfrak{A}$ vel A ita definiamus, vt haec formula $\frac{1}{\mathfrak{A}^3} - \frac{1}{A^3} + \frac{\nu}{A\mathfrak{A}}$ fiat minimum. Ante quam, autem eam differentiemus, relationem inter $\mathfrak{A}$ et A attentius consideremus, quae ita exprimi potest $\frac{1}{\mathfrak{A}} = 1 + \frac{1}{A}$; vnde statim liquet, esse $\frac{d\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}^2} = \frac{dA}{A^2}$; seu $d\mathfrak{A} : dA = \mathfrak{A}^2 : A^2$ quare si illa formula differentietur et nihilo aequalis ponatur, loco differentialium $d\mathfrak{A}$ et dA scribere licebit eorum proportionalia $\mathfrak{A}^2$ et A^2, ex quo sequens aequatio resultat:

$$\frac{3}{\mathfrak{A}^2} - \frac{3}{A^2} + \frac{\nu}{\mathfrak{A}} + \frac{\nu}{A} = 0.$$

quae manifesto in hos factores resoluitur

$$\left(\nu + \frac{3}{\mathfrak{A}} - \frac{3}{A}\right)\left(\frac{1}{\mathfrak{A}} + \frac{1}{A}\right) = 0,$$

ita, vt vel vnus vel alter horum factorum debeat esse nihilo aequalis; prior autem factor nihilo aequatus dat

$$\nu + 3 + \frac{3}{A} = \frac{3}{A} \text{ seu } \nu + 3 = 0,$$

quod cum fieri nequeat, alterum factorem nihilo aequemus et inueniemus $1 + \frac{2}{A} = 0$; seu $A = -2$ et $\mathfrak{A} = 2$. Quibus valoribus in aequatione nostra pro confusione tollenda substitutis habebimus

$$\frac{\mu m x^3}{a^2 b}\left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8P} - \frac{\nu}{4}\right) = \frac{1}{k^3} \text{ seu}$$

$$\mu m x^3 \left(2 - 2\nu + \frac{1}{2}\eta\right) = \frac{8a^2 b}{k^3}$$

et quia est $a = \frac{2}{2+\eta} \cdot \frac{b}{m}$. erit

$$x^3 = \frac{4 \cdot 8 \cdot b^3}{(2+\eta)^2 \mu m^3 k^3 \left(2 - 2\nu + \frac{1}{2}\eta\right)}$$

ideoque

$$x = \frac{4b}{km} \sqrt[3]{\frac{1}{(2+\eta)^2 \cdot \mu(4 - 4\nu + \eta)}}$$

quo valore pro x inuento omnia, quae ad constructionem microscopii pertinent, determinantur sequenti modo:

Constructio huius microscopii:

I°. Distantia obiecti ante lentem priorem

$$a = \frac{2}{2+\eta} \cdot \frac{b}{m}.$$

II°. Pro lente priore est distantia focalis

$$p = 2 \cdot a = \frac{4}{2+\eta} \cdot \frac{b}{m};$$

et quia est $\lambda = 1$. erit

radius anter. $= \frac{p}{2\varrho - \sigma}$;

radius poster. $= \frac{p}{2\sigma - \varrho}$;

cuius aperturae semidiameter debet esse $= x$.

III°.

III°. Interuallum autem inter lentem priorem et posteriorem sumtum est $= \eta a = \frac{1}{2}\eta p$, vbi η tam paruum assumi conuenit, quam proximitas lentium, ne se mutuo tangant, postulat.

IV°. Pro lente posteriore distantia focalis est

$$q = (2 + \eta) a = (1 + \tfrac{1}{2}\eta) p$$

et quia est $\lambda' = 1$ fiet eius radius

$$\text{anter.} = \frac{q}{\varrho} \text{ et poster.} = \frac{q}{\sigma},$$

cui lenti apertura dari debet, cuius semidiameter $= (1 + \frac{1}{2}\eta) x$ ideoque tantillo maior, quam is primae lentis, quod quidem in praxi non solet attendi, vbi posterior lens tota aperta relinquitur.

V°. Lenti posteriori oculus immediate debet applicari et tum cernet in obiecto spatium, cuius semidiameter erit $z = \frac{2+\eta}{2\eta} x$ vnde intelligitur iterum pro η tam paruam fractionem sumi debere, quam circumstantiae permittunt.

VI°. Pro gradu claritatis inuenimus $y = (1 + \frac{1}{2}\eta) x$ vnde pro modo supra exposito, quo claritatem mensuramus, erit mensura claritatis

$$= 20 y = (20 + 10\eta) x.$$

 Coroll.

Coroll. 1.

57. Eatenus haec microſcopia praecedentibus quae lente ſimplici conſtant, ſunt anteferenda, quatenus hic valor ipſius x hic maior prodit, quam ante; ante autem inueneramus

$$x = \frac{b}{km}\sqrt[3]{\frac{1}{\mu}} \text{ nunc vero } x = \frac{b}{km}\sqrt[3]{\frac{64}{(2+\eta)^2\,\mu(4-4\nu+\eta)}}$$

ita, vt neglecto η, praeſens valor ipſius x ſit ad praecedentem, vti $\sqrt[3]{\frac{4}{1-\nu}}$ ad 1, quae ratio ob $\nu = \frac{1}{5}$ circiter reducitur ad hanc

$$\sqrt[3]{5} : 1 = 1,7098 : 1 = 171 : 100$$

proxime ſiue vti 12 : 7.

Coroll. 2.

58. Hinc ergo patet, huiusmodi lentem duplicatam inſigne lucrum afferre, cum gradum claritatis fere duplo maiorem largiatur ſicque poſterius incommodum ſupra § 55. memoratum iam notabiliter ſit imminutum. Contra vero prius incommodum in proximitate obiecti ſitum hic aliquantillum augetur, ſed tam parum, vt differentia ſit quaſi inſenſibilis, neque etiam limitatio campi hic vllam moram faceſſet.

Scholion.

59. Pro omnimoda igitur horum teleſcopiorum determinatione inprimis perpendendum eſt, quam

paruam fractionem pro η assumere liceat, quam quidem vbi supra de telescopiis agebatur vsque ad $\frac{1}{50}$ imminuimus; facile autem perspicitur, in tam exiguis lenticulis tantam diminutionem neutiquam locum habere posse, cum ratione distantiae focalis his lenticulis nullo modo tanta tenuitas dari possit, quam maioribus lentibus. Cuilibet enim perspicuum erit si distantia focalis duarum lentium fuerit 50 digit. nihil omnino impedire, quominus earum distantia vnius digiti statuatur; at si duarum lenticularum distantia focalis tantum sit $\frac{1}{10}$ dig. nullo certe modo earum interuallum $= \frac{1}{500}$ dig. statui poterit; vnde merito dubitandum videtur, num hic litterae η minor valor, quam $\frac{1}{5}$ tribui possit. Casu enim modo allato, quo binarum lenticularum distantia focalis $= \frac{1}{10}$ dig. difficile erit eas tam graciles elaborare, vt earum interuallum non excedere debeat $\frac{1}{50}$ dig. ne scilicet se mutuo tangant, quam mensuram in sequenti exemplo adcuratius euoluamus.

Exemplum.

60. Sit igitur $\eta = \frac{1}{5}$ et vitrum eius sit speciei, pro qua refractio est $n = 1,55$. litterae autem k tribuamus, vt ante, valorem $= 20$ et more solito sumamus $h = 8$ dig. vnde pro constructione microscopii sequentes nanciscemur determinationes:

Conſtructio huiusmodi microſcopiorum.

I. Diſtantia obiecti ante lentem $a = \frac{7,273}{m}$ dig.

II. Diſtantia focalis lentis prioris $p = \frac{14,546}{m}$ dig.
vnde eius conſtructio ita ſe habebit:

Rad. fac. anter. $= \frac{-p}{1,2460} = -0,80257 \cdot p = -\frac{11,6742}{m}$ dig.

Rad. fac. poſter. $= \frac{p}{3,0641} = 0,32636 \cdot p = +\frac{4,7472}{m}$ dig.

III. Nunc quaeratur valor ipſius x, qui erit

$$x = \frac{8}{5m} \sqrt[3]{\frac{1}{0,5381 \times 3,2656 \times 4,84}} = \frac{0,6510}{m} \text{ dig.}$$

ſicque habetur ſemidiameter aperturae huius lentis.

IV. Interuallum autem inter hanc lentem et poſteriorem $= \frac{1}{5} a = \frac{1,455}{m}$ dig.

V. Lentis poſterioris diſtantia focalis $q = \frac{16,001}{m}$ dig.
vnde eius conſtructio ita, ſe habebit

Rad. fac. ant. $= \frac{q}{0,1907} = 5,2438\, q = \frac{83,9065}{m}$ dig.

Rad. fac. poſt. $= \frac{q}{1,6274} = 0,614479 = \frac{9,8322}{m}$ dig.

VI. Huic lenti ſufficit aperturam dare tantillo maiorem, quam praecedentem eique oculum immediate adplicari oportet.

VII.

VII. Pro gradu claritatis inuenimus $y = \frac{0,716}{m}$ dig. vnde si claritas, vt supra mensuretur, habebitur mensura claritatis $20y = \frac{14,32}{m}$.

VIII. Pro spatio autem apparente colligitur eius semidiameter $\zeta = \frac{3,580}{m}$ dig.

Scholion.

61. Hic igitur praecipua praerogatiua prae lentibus simplicibus in hoc consistit, quod claritas notabiliter maior exhibeatur; sin autem non desideremus maiorem claritatem ideoque aperturam nostris lentibus minorem tribuamus, tanto maiorem distinctionem percipiemus, quod commodum certe non minus est aestimandum. Cum hic hoc insigne commodum duplicatione lentis simus assecuti, facile intelligitur, triplicatione lentis multo maius commodum obtineri posse, quod lentem adeo quadruplicando adhuc vlterius augeri poterit. Hic scilicet loquor de lentibus conuexis, quatenus eae sibi proxime iunctae ita, vt quasi vnicam lentem mentiuntur, in microscopio adhibentur, si enim etiam lentes concauas vsurpare velimus, confusio plane tolli posset, ita, vt tunc lentibus tanta apertura concedi posset, quantam earum figura admittit, quod argumentum in sequente capite adcuratius pertractabimus.

Pro-

Problema 2.

62. Si microscopium constet tribus lentibus conuexis proxime inter se iunctis, eius constructionem inuestigare, vt pro data multiplicatione et dato distinctionis gradu obiecta maxima, qua fieri potest, claritate repraesentet.

Solutio.

Cum hic tres lentes occurrant bina interualla inter eas ita exprimuntur, prius $a + b = \mathrm{A}\, a\,(1 - \frac{1}{\mathrm{P}})$; et posterius $\beta + c = -\frac{\mathrm{AB}}{\mathrm{P}}\, a\,(1 - \frac{1}{\mathrm{Q}})$ quae cum esse debeant minima, vtrumque statuatur $= \eta\, a$; vnde colligitur

$$\frac{1}{\mathrm{P}} = 1 - \frac{\eta}{\mathrm{A}};\quad \mathrm{P} = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{A} - \eta};\ \text{deinde}\ \frac{1}{\mathrm{Q}} = 1 + \frac{\mathrm{P}\eta}{\mathrm{AB}},$$

ideoque

$$\mathrm{Q} = \frac{\mathrm{AB}}{\mathrm{AB} + \mathrm{P}\eta} = \frac{(\mathrm{A} - \eta)\mathrm{B}}{(\mathrm{A} - \eta)\mathrm{B} + \eta}.$$

Cum porro omnes tres lentes debeant esse conuexae seu earum distantiae focales, p, q, r positiuae; adipiscimur has conditiones

$$p = \mathfrak{A}\, a > 0;\quad q = -\frac{\mathrm{A}\mathfrak{B}}{\mathrm{P}}\, a > 0;\quad r = \frac{\mathrm{AB}}{\mathrm{PQ}}\, a > 0.$$

vnde primo patet, esse debere $\mathfrak{A}$ positiuum; circa A autem nihil adhuc definitur. Considerentur autem binae postremae distantiae focales q et r et cum sit

$$\frac{q}{r} = -\frac{\mathfrak{B}\mathrm{Q}}{\mathrm{B}},\ \text{debet esse}\ -\frac{\mathfrak{B}}{\mathrm{B}} = \mathfrak{B} - 1$$

quan-

quantitas positiua ideoque $\mathfrak{B} > 1$ et hinc B negatiuum vnde manifestum fore, $A < 0$ hincque $\mathfrak{A} > 1$. Quod ad marginem coloratum attinet, quia hae tres lentes quasi vnam lentem simplicem mentiuntur, nihil adeo erit metuendum. Quare aequationem pro semidiametro confusionis contemplemur

$$\frac{\mu m x^3}{a^2 b}\left(\frac{\lambda}{\mathfrak{A}^3} + \frac{\nu}{A\mathfrak{A}} - \frac{1}{A^3 P}\left(\frac{\lambda'}{\mathfrak{B}^3} + \frac{\nu}{B\mathfrak{B}}\right) + \frac{\lambda''}{A^3 B^3 PQ}\right) = \frac{\xi}{k^3}$$

in qua omnes termini litteris λ adfecti sunt positiui vnde efficiendum est, vt huic formulae minimus valor concilietur vel saltim valor a minimo non multum discrepans, quem in finem 1°. litteris λ, λ', λ'' valor minimus, qui est 1, tribuatur et cum litterae P, Q, parum ab vnitate differant, earum loco quoque vnitas scribatur et sequens formula ad minimum perducatur

$$\frac{1}{\mathfrak{A}^3} + \frac{\nu}{A\mathfrak{A}} - \frac{1}{A^3}\left(\frac{1}{\mathfrak{B}^3} + \frac{\nu}{B\mathfrak{B}} - \frac{1}{B^3}\right)$$

Quaestio scilicet nunc eo redit, vt ambae litterae A et B ita definiantur, vt valor huius formulae fiat minimus. Consideremus igitur primo solam litteram $\mathfrak{B}$ et manifestum est, eam ita accipi debere, vt formula $\frac{1}{\mathfrak{B}^3} + \frac{\nu}{B\mathfrak{B}} - \frac{1}{B^3}$ fiat minima quae cum similis sit formulae praecedentis problematis, eodem modo reperietur $\mathfrak{B} = 2$ et $B = -2$. His igitur sumtis valoribus nostra formula euadet

$$\frac{1}{\mathfrak{A}^3} + \frac{\nu}{A\mathfrak{A}} - \frac{1}{4A^3} + \frac{\nu}{4A^3};$$

pro qua ex natura minimi litterae A et $\mathfrak{A}$ ſuperſunt inueſtigandae et cum ſit, vt ante obſeruauimus $\frac{1}{\mathfrak{A}} = 1 + \frac{2}{A}$ hincque $d\mathfrak{A} : dA = \mathfrak{A}^2 : A^2$ differentiatio dabit hanc aequationem, quae facile reſoluitur in hos factores

$$(\nu + 3)\left(1 + \frac{3}{2A}\right)\left(1 + \frac{1}{2A}\right) = 0$$

id quod duplici modo fieri poterit; primo ſcilicet ſi $A = -\frac{3}{2}$; ideoque $\mathfrak{A} = 3$; tum vero etiam ſi $A = -\frac{1}{2}$ hincque $\mathfrak{A} = -1$; ex quo intelligitur ſolam priorem ſolutionem locum habere. Quocirca pro ſolutione noſtri problematis ſtatuamus

$$\mathfrak{A} = 3; \; A = -\tfrac{3}{2}; \text{ atque } \mathfrak{B} = 2 \text{ et } B = -2,$$

fietque

$$1^\circ. \; P = \frac{3}{3 + 2\eta}; \; Q = \frac{3 + 2\eta}{3 + 3\eta}$$

$$2^\circ. \text{ vero etiam } p = 3a; \; q = \frac{3}{P}a = (3 + 2\eta)a$$

$$r = \frac{3}{PQ} \cdot a = 3(1 + \eta)a$$

Formula autem pro multiplicatione ſupra data fit hic

$$m = PQ \cdot \frac{b}{a} = \frac{1}{1 + \eta} \cdot \frac{b}{a}$$

vnde deducimus

$$a = PQ \cdot \frac{b}{m} = \frac{1}{1 + \eta} \cdot \frac{b}{m}$$

quibus notatis denuo conſideremus aequationem pro confuſione, quae his omnibus valoribus ſubſtitutis induet hanc formam:

$$\frac{(1 + \eta)^2 \mu m^3 x^3}{b^3}\left(\frac{1}{27}\left(1 + \frac{1}{P} + \frac{1}{PQ}\right) - \frac{2\nu}{27}\left(3 + \frac{3}{P}\right)\right) = \frac{1}{k^3}$$

quae

quae porro ad hanc formam reducitur

$$\frac{(1+\eta)^2 \mu m^3 x^3}{27 \nu b^3}\left(3+\tfrac{5}{3}\eta - 4\nu\left(2+\tfrac{1}{3}\eta\right)\right) = \frac{1}{k^3}$$

ita, vt sit

$$\frac{k m x}{3 b} \sqrt[3]{\mu (1+\eta)^2 \left(3+\tfrac{5}{3}\eta - 4\nu\left(2+\tfrac{1}{3}\eta\right)\right)} = 1.$$

vnde facile valor ipsius x colligitur, qui praebet semidiametrum aperturae primae lentis. Duas reliquas tuto tam apertas relinquere licet, quam earum forma permittit. Hinc autem pro gradu claritatis habebitur $y = \frac{b x}{m a} = (1+\eta) x$ hincque mensura claritatis $= 20 y$, si scilicet x in digitis exprimatur.

Denique superest, vt spatium in obiecto visum accuratius determinemus, cuius semidiameter z supra in genere ita est definitus

$$z = \frac{q+r}{m a - b} \cdot a b \xi = M a \xi, \text{ posito } M = \frac{q+r}{m a - b} \cdot b$$

erit autem

$$m a - b = -\frac{\eta}{1+\eta} \cdot b \text{ ideoque } M = -\frac{(q+r)(1+\eta)}{\eta},$$

ita, vt nunc q et r vt negatiuae spectari debeant, nunc autem adiungi debet prima aequatio fundamentalis

$$\mathfrak{B} q = (P-1) M = \frac{-2\eta}{1+2\eta} \cdot M,$$

hincque

$$q = -\frac{\eta}{1+2\eta} \cdot M.$$

vbi si loco M valor substituatur, erit $\mathfrak{q} = \frac{1+\eta}{2-\eta} \cdot \mathfrak{r}$; quod ad litteram $\mathfrak{r}$ attinet eius loco vnitas accipi posset, si vltima lens esset vtrinque aequaliter conuexa; cum autem hinc proditura sit fere conuexo plana, eius apertura ad dimidium reducetur, ita, vt statui debeat $\mathfrak{r} = -\frac{1}{2}$; vnde fit

$$\mathfrak{q} = -\frac{(1+\eta)}{2(2-\eta)} \text{ hincque } M = \frac{3(1+\eta)}{\eta(2-\eta)};$$

quo circa sumto $\xi = \frac{1}{4}$ habebitur semidiameter spatii conspicui

$$z = \frac{3(1+\eta)}{4\eta(2-\eta)} \cdot a = \frac{3}{4\eta(2-\eta)} \cdot \frac{b}{m}$$

qui campus tantus est, vt de eo nemo rationem habeat conquerendi. Tum autem semidiametri aperturae binarum posteriorum lentium debent esse

$$\text{secundae} = \frac{1+\eta}{8(2-\eta)} \cdot q = \frac{3+2\eta}{8(2-\eta)} \cdot \frac{b}{m};$$

$$\text{tertiae} = \frac{1}{8} \cdot r = \frac{3}{8} \cdot \frac{b}{m};$$

siquidem hi valores sint maiores iis, quos claritas postulat, quippe qui sunt pro

$$\text{secunda} = \frac{x}{P} = \frac{3+2\eta}{3} \cdot x \text{ et pro}$$

$$\text{tertia} = \frac{x}{PQ} = (1+\eta)\, x.$$

Scholion.

63. Obiectioni hic occurrendum necesse videtur, quod in praecipua huius solutionis parte non ipsam formulam, qua semidiameter confusionis exprimitur,

mitur, ad minimum valorem perduxerimus, ſed aliam formulam, quae ab illa ſatis notabiliter diſcrepare poſſit, praecipue ſi vt ante fecimus ſtatuamus $\eta = \frac{1}{5}$ atque hoc quidem ſtatim lubenter concedimus, nos hoc modo ſemidiametro confuſionis non abſolute minimum valorem induxiſſe atque adeo minorem eo, quem inuenimus, erui poſſe, ſi quis laborem ſuſcipere vellet ipſam formulam litteras P et Q continentem ſecundum methodum maximorum et minimorum tractandi; tum ſcilicet pro litteris A et B alios valores a noſtris aliquantillum diſcrepantes eſſet inuenturus, qui certe moleſtiſſimis formulis forent implicati, vt neque operae pretium eſſet eos euoluere neque ab artifice perfectiſſima exſecutio ſperari poſſet. Nos autem hic valore inuento, qui certe iam ſatis eſt exiguus, etſi non ſit omnium minimus, contenti eſſe poterimus, ſi quidem inde eiusmodi microſcopia adipiſcimur, quae vulgaribus ſimplicibus longiſſime ſunt anteferenda, cum multo maiorem claritatis gradum largiantur, pro data ſcilicet diſtinctione, ita, vt ſi aliquid de claritate remittere voluerimus, aperturam primae lentis aliquantillum reſtringendo, tum maximum lucrum in diſtinctione ſimus conſecuturi.

Coroll. 1.

64. Cum pro prima lente ſit diſtantia focalis $\mathfrak{p} = 3a = \frac{3}{1+\eta} \cdot \frac{b}{m}$ et numeri $\mathfrak{A} = 3$ et $\lambda = 1$,

erit huius lentis radius

$$\text{anter.} = \frac{p}{\sigma - \mathfrak{A}(\sigma - \varrho)} \text{ et poster.} = \frac{p}{\varrho + \mathfrak{A}(\sigma - \varrho)}$$

sicque erit radius

$$\text{anter.} = \frac{p}{3\varrho - 2\sigma} \text{ et poster.} = \frac{p}{3\sigma - 2\varrho}.$$

Coroll. 2.

65. Simili modo cum pro lente secunda sit distantia focalis

$$q = (3 + 2\eta)a = \frac{3+2\eta}{1+\eta} \cdot \frac{b}{m}$$

et numeri $\mathfrak{B} = 2$ et $\lambda' = 1$, erit eius radius

$$\text{anter.} = \frac{q}{2\varrho - \sigma} \text{ et poster.} = \frac{q}{2\sigma - \varrho}.$$

Pro lente autem tertia ob

$$r = 3(1+\eta)a = \frac{3b}{m};\ \mathfrak{C} = 1 \text{ et } \lambda'' = 1$$

erit eius radius

$$\text{anter.} = \frac{r}{\varrho} \text{ et poster.} = \frac{r}{\sigma}.$$

Coroll. 3.

66. Quod ad interualla inter has ternas lentes attinet, ea assumta inter se aequalia et nunc vtrumque inuentum est $= \eta a = \frac{\eta}{1+\eta} \cdot \frac{b}{m}$, dum scilicet obiectum ante lentem primam collocatur ad distantiam $a = \frac{1}{1+\eta} \cdot \frac{b}{m}$, quae distantia ergo aliquanto minor est, quam casu lentis simplicis et duplicatae.

Exem-

Exemplum.

67. Parentur omnes tres lentes ex vitro communi, pro quo eſt $n = 1,55$; tum vero ſtatuatur $\eta = \frac{1}{5}$ et ſumatur $k = 20$; et $b = 8$ dig. atque hinc pro quantitate x determinanda habebitur iſta aequatio

$$\frac{5mx}{6} \sqrt[3]{0,9381. \times 1,44. \times 1,4105} = 1$$

quae euoluta dat $x = \frac{0,96795}{m}$ dig. vnde ſequens oritur

Conſtructio huiusmodi microſcopiorum.

I. Diſtantia obiecti ante lentem primam

$a = \frac{20}{3m} = \frac{6,666}{m}$ dig.

II. Pro lente prima, cuius diſtantia focalis $= p = \frac{10}{m}$, erit

radius faciei anterioris

$= -\frac{p}{2,6827} = -0,37276\,p = -\frac{7,4552}{m}$ dig.

radius faciei poſterioris

$= \frac{p}{4,5008} = 0,22218.\,p = \frac{4,4436}{m}$ dig.

cui lenti tribuatur apertura, cuius ſemidiameter $x = \frac{0,96795}{m}$ dig.

tum ad diſtantiam $\eta a = \frac{4}{3m} = \frac{1,333}{m}$ dig.

III. Locetur lens ſecunda, cuius diſtantia focalis eſt $q = \frac{22,666}{m}$ dig. eritque

radius

radius faciei

anter. $= \frac{-q}{1,2460} = -0,802579 = -\frac{18,1915}{m}$ dig.

poster. $= \frac{q}{3,0641} = 0,32636\, q = \frac{7,7973}{m}$ dig.

cuius aperturae semidiameter sit $\frac{1,85}{m}$ dig.

et distantia ad lentem sequentem, vt ante $= \frac{1,333}{m}$ dig.

IV. Pro lente tertia, cuius distantia focalis est $r = \frac{24}{m}$ dig. erit radius faciei

anter. $= \frac{r}{0,1907} = 5,2438 \cdot r = \frac{125,851}{m}$ dig.

poster. $= \frac{r}{1,6274} = 0,61447 \cdot r = \frac{14,7475}{m}$ dig.

cuius apertura tanta esse potest, vt eius semidiameter sit $= \frac{6}{m}$ dig.

huicque lenti oculus immediate adplicetur.

V. Tum vero cum sit $y = \frac{6}{5} x = \frac{1,1616}{m}$ dig. erit mensura claritatis $= \frac{23,230}{m}$, quae semisse maior est, quam casu praecedente.

VI. Pro spatio denique obiecti conspicuo habebimus eius semidiametrum

$$z = \frac{50}{3m} = \frac{16,666}{m}.$$

Scho-

Scholion.

68. Ne quisquam miretur, hoc casu spatium conspicuum tanto maius esse inuentum, quam casu praecedente, is obseruet in casu antecedente lenti oculari non maiorem aperturam esse datam, quam gradus claritatis postulat; quod ideo fecimus, quod priori lenti adhuc exigua apertura tribui debebat ideoque hoc casu consultum erat ambas lentes non maiores efficere, quam ista apertura postularet, vt scilicet earum crassities eo minor redderetur. In praesente autem casu res longe aliter se habet, cum iam prima lens fere tantam aperturam requirat, quantam eius figura permittit; ex quo hae lentes necessario tantum discum habere debent, qui faciei curuioris arcum triginta graduum complectatur; ex quo etiam binis reliquis lentibus multo maior apertura tribui poterat. Verum hic in genere notandum est, etiam casu praecedente campum apparentem iam tantum fore, vt quilibet de eo contentus esse possit. Quoniam autem hic primae lentis apertura fere iam tanta est inuenta, vt eius figura maiorem non pateretur, inutile videri posset, hanc inuestigationem vlterius ad quatuor lentes prosequi, quandoquidem calculum simili modo instituendo multo maiorem valorem pro x essemus adepturi; verum ob hanc ipsam caussam ista inuestigatio maximi erit momenti; quia enim hactenus litterae k maiorem valorem non tribuimus, quam viginti; vnde admodum modicus distinctionis gradus

naſcitur; nunc huius litterae valorem multo maiorem aſſumere poterimus, quo his microſcopiis ſummus certe perfectionis gradus inducetur; idque ſine vllo claritatis detrimento. Quaecunque enim adhuc per microſcopia vulgaria ſunt obſeruata, ſemper haud exiguo confuſionis gradu erant inquinata, ex quo ſi eiusmodi microſcopia nunc producantur, quae obiecta multo maiore diſtinctione repraeſentent; ipſa obſeruationes multa nobis patefacient, quae adhuc erant incognita, ita, vt non amplius multo maior multiplicatio tanto ſtudio ſit deſideranda.

Problema 3.

69. Si microſcopium conſtet quatuor lentibus conuexis et proxime inter ſe iunctis, eius conſtructionem inueſtigare, vt pro data multiplicatione et dato diſtinctionis gradu obiecta maxima qua fieri poteſt claritate repraeſentet.

Solutio.

Cum hic quatuor lentes occurrant, tria inter eas interualla ita exprimuntur

$$\mathrm{I}^{mum} = \mathrm{A}\, a\left(1 - \tfrac{1}{\mathrm{P}}\right)$$

$$\mathrm{II}^{dum} = -\tfrac{\mathrm{AB}}{\mathrm{P}}\, a\left(1 - \tfrac{1}{\mathrm{Q}}\right)$$

$$\mathrm{III}^{tium} = \tfrac{\mathrm{ABC}}{\mathrm{PQ}}\, a\left(1 - \tfrac{1}{\mathrm{R}}\right)$$

quae

quae cum esse debeant minima, quodlibet statuamus $= \eta a$, vnde obtinebimus

$$\frac{1}{P} = 1 - \frac{\eta}{A} \text{ seu } P = \frac{A}{A-\eta};$$

deinde

$$\frac{1}{Q} = 1 + \frac{P\eta}{AB}, \text{ seu } Q = \frac{(A-\eta)B}{(A-\eta)B+\eta}$$

tertio vero

$$\frac{1}{R} = 1 - \frac{\eta}{(A-\eta)BC+C\eta} \text{ seu } R = \frac{(A-\eta)BC+C\eta}{(A-\eta)BC+C\eta-\eta}$$

$$\text{seu } R = \frac{ABC-\eta(B-1)C}{ABC-\eta(B-1)C-\eta}.$$

Cum iam omnes quatuor lentes debeant esse conuexae seu earum distantiae focales p, q, r, s positiuae, has adipiscimur conditiones

$$p = \mathfrak{A} a > 0; \; q = -\frac{A\mathfrak{B}}{P} a. > 0.$$

$$r = \frac{AB\mathfrak{C}}{PQ}. a > 0; \; s = -\frac{ABC}{PQR} a > 0;$$

vnde primo colligimus

$$\frac{r}{s} = -\frac{R\mathfrak{C}}{C} > 0; \text{ ita, vt esse debeat } -\frac{\mathfrak{C}}{C} = \mathfrak{C} - 1$$

positiuum, vnde fit $\mathfrak{C} > 1$. hinc C negatiuum, ideoque A B positiuum. Deinde cum sit

$$\frac{q}{r} = -\frac{\mathfrak{B}Q}{B\mathfrak{C}}, \text{ debebit esse } -\frac{\mathfrak{B}}{B} = \mathfrak{B} - 1 > 0;$$

vnde patet, fore $\mathfrak{B} > 1$ hincque $B < 0$ simulque $A < 0$. denique cum sit

$$\frac{p}{q} = -\frac{\mathfrak{A}.P}{A.\mathfrak{B}}, \text{ etiam esse debet}$$

$$-\frac{\mathfrak{A}}{A} = \mathfrak{A} - 1 > 0, \text{ ergo } \mathfrak{A} > 1 \text{ et } A < 0.$$

 Quod

Quod, ad marginem coloratum attinet de eo non eſt opus, vt ſimus ſolliciti, vt iam ſupra annotauimus. Quare pro ſemidiametro confuſionis hanc contemplemur aequationem:

$$\frac{\mu m x^3}{a^2 b}\left(\frac{\lambda}{\mathfrak{A}^3}+\frac{\nu}{\mathfrak{A}}-\frac{1}{A^3 P}\left(\frac{\lambda'}{\mathfrak{B}^3}+\frac{\nu}{B\mathfrak{B}}\right)\right.$$
$$\left.+\frac{1}{A^3 B^3 PQ}\left(\frac{\lambda''}{\mathfrak{C}^3}+\frac{\nu}{C\mathfrak{C}}\right)-\frac{\lambda'''}{A^3 B^3 C^3 PQR}\right)=\frac{1}{k^3}$$

in qua omnes termini litteris λ adfecti ſunt poſitiui; vnde huic formulae valor minimus vel ſaltim a minimo non multum diſcrepans conciliari debet quem in finem primo litteris λ, λ', λ'', λ''' valor minimus, $=1$, tribuatur, cumque P, Q, R ab vnitate parum differant, eorum loco ſcribatur vnitas et ſequens formula ad minimum perducatur:

$$\frac{1}{\mathfrak{A}^3}+\frac{\nu}{A\mathfrak{A}}-\frac{1}{A^3}\cdot W;\ \text{exiſtente}$$

$$W=\frac{1}{\mathfrak{B}^3}+\frac{\nu}{B\mathfrak{B}}-\frac{1}{B^3}\left(\frac{1}{\mathfrak{C}^3}+\frac{\nu}{C\mathfrak{C}}-\frac{1}{C^3}\right)$$

vbi euidens eſt, hanc formulam W omnino ſimilem eſſe illi formulae, quam in praecedente problemate minimum reddi oportuit, hoc tantum diſcrimine, quod litterae B et C hic adhibitae ante erant A et B. Quare iam nouimus, vt haec formula W fiat minima, capi debere:

$$\mathfrak{B}=3;\ B=-\tfrac{3}{2};\ \mathfrak{C}=2;\ \text{et}\ C=-2;$$

quibus valoribus ſubſtitutis formula W fiet

$$W=\tfrac{1}{9}-\tfrac{8\nu}{27}.$$

Quo-

Quocirca formula noſtra ad minimum reuocanda erit:

$$\frac{1}{\mathfrak{A}^3} + \frac{\nu}{A\mathfrak{A}} - \frac{1}{A^3}\left(\frac{1}{9} - \frac{8\nu}{27}\right)$$

quae differentiata propter $d\mathfrak{A} : dA = \mathfrak{A}^2 : A^2$ praebet:

$$\frac{3}{\mathfrak{A}^2} + \frac{\nu}{\mathfrak{A}} + \frac{\nu}{A} - \frac{3}{A^2}\left(\frac{1}{9} - \frac{8\nu}{27}\right) = 0,$$

quae porro reducitur ad hanc formam:

$$3\left(\frac{1}{\mathfrak{A}^2} - \frac{1}{9A^2}\right) + \nu\left(\frac{1}{\mathfrak{A}} + \frac{1}{A} + \frac{8}{9A^2}\right) = 0,$$

in qua ſi loco $\frac{1}{\mathfrak{A}}$ ſcribatur eius valor $1 + \frac{1}{A}$ prodibit:

$$(\nu + 3)\left(1 + \frac{2}{A} + \frac{8}{9A^2}\right) = 0.$$

qui poſterior factor reſoluitur in hos duos factores,

$$\left(1 + \frac{4}{3A}\right)\left(1 + \frac{2}{3A}\right)$$

quorum prior nihilo aequatus dat:

$$A = -\tfrac{4}{3} \text{ ideoque } \mathfrak{A} = 4;$$

poſterior vero,

$$A = -\tfrac{2}{3} \text{ hincque } \mathfrak{A} = -2;$$

qui ergo noſtro inſtituto non conuenit. Quocirca pro valore minimo obtinendo ſequentes nacti ſumus valores:

$$\mathfrak{A} = 4;\ A = -\tfrac{4}{3};\ \mathfrak{B} = 3;\ B = -\tfrac{3}{2};$$
$$\mathfrak{C} = 2;\ C = -2;$$

ex quibus valores ſupra inuenti ita exprimentur:

$$P = \frac{4}{4+3\eta};\ Q = \frac{4+3\eta}{4+5\eta};\ R = \frac{4+5\eta}{4+6\eta};$$

et diſtantiae focales

$$p = 4a;\ q = (4 + 3\eta)a;$$
$$r = (4 + 5\eta)a \text{ et } s = (4 + 6\eta)a.$$

Formula autem pro multiplicatione ſupra data hic fit

$$m = PQR.\frac{b}{a} = \frac{4}{4 + 6\eta}.\frac{b}{a}$$

vnde colligitur

$$a = \frac{2}{2 + 3\eta}.\frac{b}{m}.$$

His igitur ſubſtitutis valoribus aequatio pro confuſione tollenda hanc induet formam:

$$\frac{\mu(1 + \frac{3}{2}\eta)^2 m^3 x^3}{1.64.b^3}\left(1 + \frac{1}{P} + \frac{1}{PQ} + \frac{1}{PQR} - 2\nu\left(6 + \frac{3}{P} + \frac{1}{PQ}\right)\right) = \frac{1}{k^3}$$

quae loco P, Q, R valoribus ſubſtitutis abit in hanc formam:

$$\frac{k^3.m^3x^3}{64.b^3}.\mu(1 + \tfrac{3}{2}\eta)^2(4 + \tfrac{7}{2}\eta - \nu(20 + 7\eta)) = 1$$

ita, vt ſit

$$\frac{kmx}{4b}\sqrt[3]{\mu(1 + \tfrac{3}{2}\eta)^2(4 + \tfrac{7}{2}\eta - \nu(20 + 7\eta))} = 1$$

vnde facile valor ipſius x definitur, qui niſi maior prodeat, quam vt prima lens tantam aperturam admittere poſſit, dabit huius aperturae ſemidiametrum; ſin autem maior prodeat, tum valor k eo vsque augeatur, quoad prima lens hanc aperturam capere poſſit, ſicque patebit, quanto diſtinctionis gradu haec microcroſcopia futura ſint praedita, ſcilicet lentibus definitis pro x ſumatur valor maximae aperturae reſpondens ac tum ex hac aequatione valor ipſius k eliciatur. Hoc itaque modo definito x, pro gradu claritatis habebimus $y = \frac{2+3\eta}{2} x$ hincque menſura claritatis $= 20 y = (20 + 30 \eta) x$. De ſpatio in obiecto conſpicuo hic nihil definio, cum certe ſit maximum, ſi quidem ſingulis lentibus maxima, cuius capaces ſunt, apertura tribuatur.

Coroll. 1.

70. Cum pro prima lente ſit diſtantia focalis

$$p = 4a = \frac{8}{2+3\eta} \cdot \frac{b}{m}$$

et numeri $\mathfrak{A} = 4$ et $\lambda = 1$, erit radius faciei

$$\text{anter.} = \frac{p}{\sigma - 4(\sigma - \varrho)}; \text{ poſter.} = \frac{p}{\varrho + 4(\sigma - \varrho)}.$$

Coroll. 2.

71. Reliquarum trium lentium conſtructio erit, vt in problemate praecedente; pro ſecunda ſcilicet erit radius faciei

$$\text{anter.} = \frac{q}{\sigma - 3(\sigma - \varrho)} \text{ et poſter.} = \frac{q}{\varrho + 3(\sigma - \varrho)};$$

exiſtente

$$q = \frac{2(4+3\eta)}{2+3\eta} \cdot \frac{b}{m}.$$

Pro tertia lente erit radius faciei

$$\text{anter.} = \frac{r}{\sigma - 2(\sigma - \varrho)}; \text{ et poſter.} = \frac{r}{\varrho + 2(\sigma - \varrho)};$$

exiſten-

existente

$$r = \frac{2(4+5\eta)}{2+3\eta} \cdot \frac{b}{m}.$$

Pro quarta denique lente radius faciei

anter. $= \frac{s}{\varrho}$; poster. $= \frac{s}{\sigma}$; existente

$$s = \frac{2(4+6\eta)}{2+3\eta} \cdot \frac{b}{m} = \frac{4b}{m}.$$

Coroll. 3.

72. Quod ad interualla attinet, omnia sunt inter se aequalia scilicet $= \eta\, a$ eorum igitur quodlibet erit $= \frac{2\eta}{2+3\eta} \cdot \frac{b}{m}$. quia scilicet obiectum ante primam lentem collocari debet ad distantiam $a = \frac{2}{2+3\eta} \cdot \frac{b}{m}$.

Exemplum.

73. Ponantur omnes quatuor lentes ex vitro communi confectae, pro quo $n = 1, 55$; tum vero statuatur iterum $\eta = \frac{1}{5}$ et $b = 8$ dig. at vero k adhuc indefinitum relinquamus vnde habebitur ista aequatio:

$$\frac{kmx}{8^2} \sqrt[3]{0,9381. \times 1,69. \times (-0,2776)} = 1$$

vbi signum $-$ calculum non turbat, cum hic de quantitate absoluta sermo sit, vnde reperitur $kx = \frac{42,0692}{m}$ vnde iam patet, si caperetur $k = 20$, valorem ipsius x proditurum esse nimis magnum, quare x ex figura lentium et tum hinc valorem ipsius k inuestigemus, vt gradum distinctionis adcuratius cognoscamus.

Habe-

Habetur itaque sequens

Constructio horum microscopiorum.

I. Obiecti ante lentem distantia

$a = \frac{80}{13m} = \frac{6,1538}{m}$ dig

II. Pro lente prima, cuius distantia focalis

$p = \frac{24,6152}{m}$ dig. erit radius faciei

anter. $= -\frac{p}{4,1194} = -0,24275\,p = -\frac{5,9755}{m}$ dig.

poster. $= \frac{p}{5,9375} = 0,16842\,p = \frac{4,1457}{m}$ dig.

cuius aperturae semidiameter sumi poterit

$x = \frac{1,0364}{m}$ dig.

tum vero pro gradu distinctionis erit $k = 42$ circiter; quare cum distinctio sequatur cubum ipsius k hic distinctio octies maior erit, quam in casibus praecedentibus, vbi $k = 20$. Tum vero ad lentem sequentem erit distantia $= \frac{15,2308}{m}$ dig.

III. Pro secunda lente, cuius distantia focalis $q = \frac{28,308}{m}$ dig. erit radius faciei

anter. $= -\frac{p}{2,6827} = -0,3727\,q = -\frac{10,552}{m}$ dig.

poster. $= \frac{p}{4,5008} = 0,2222\,q = \frac{6,2906}{m}$ dig.

cuius apertura priore aliquanto maior sumi potest.

Distantia ad lentem sequentem est, vt ante.

IV. Pro tertia lente, cuius distantia focalis est

$r = \frac{30,77}{m}$ dig.

 erit

erit radius faciei

anter. $= -\frac{r}{1,2460} = -0,8025 . r = -\frac{24,602}{m}$ dig.

poster. $= \frac{r}{3,0641} = 0,3264 \, r = \frac{9,966}{m}$ dig.

cuius apertura iterum aliquanto maior, quam praecedens, et interuallum ad sequentem est, vt ante.

V. Pro quarta lente, cuius distantia focalis est $s = \frac{32}{m}$ dig. erit radius faciei

anter. $= \frac{s}{0,1907} = 5,2438 . s = \frac{167,8016}{m}$ dig.

poster. $= \frac{s}{1,6274} = 0,61447 . s = \frac{19,663}{m}$ dig.

cuius apertura denuo aliquantillum maior, eique oculus immediate adplicatur.

VI. Pro gradu claritatis est $y = 1,3 \; x = \frac{1,3472}{m}$ dig. vnde mensura claritatis fit $\frac{26,946}{m}$ ita, vt nisi plus quam vicies sexies multiplicare velimus, adhuc plena claritate frui queamus.

Scholion.

74. En ergo speciem microscopiorum simplicium, quae maximam attentionem mereri videtur, cum sine detrimento claritatis obiecta multo distinctius repraesentabunt, quam vulgo fieri solet Interim tamen fateri cogimur, haec instrumenta non ad praegrandes multiplicationes adplicari posse; si enim multiplicationem $m = 100$ desideremus, lentes quidem

adhuc

adhuc facile parari poſſent ſed diſtantia obiectorum fieret tantum $\frac{6}{100}$ dig., quae diſtantia vtique nimis parua fieri poſſet, praecipue ſi obiecta non fuerint admodum laeuia. Ceterum multiplicatio ad 150 vel 200 fortaſſe poſſet vrgeri, ſi ſumma neceſſitas poſtularet. Deinceps autem eiusmodi microſcopia compoſita proferemus, quae non ſolum aeque clare et diſtincte obiecta repraeſentent, ſed etiam maiorem elongationem obiectorum admittant. Quoniam autem in hoc capite lentes tantum conuexas ſumus contemplati, nunc etiam lentes concauas introducamus, quibus adeo effici poterit, vt confuſio penitus euaneſcat, ſed aliud incommodum executionem turbabit, dum ſcilicet lentibus nimis exiguis erit opus, quemadmodum in capite ſequente videbimus.

Annotatio.

75. In hoc exemplo ſingulari attentione dignum euenit, vt formula pro confuſione prodierit negatiua; euidens autem eſt, eam ſiue maiorem ſiue minorem prodituram fuiſſe, ſi litterae η alius valor fuiſſet tributus, quin etiam haec confuſio plane ad nihilum reduceretur, ſi η ita acciperetur, vt fieret haec formula $4 + \frac{7}{2}\eta - \nu(20 + 7\eta) = 0$; vnde pro caſu exempli ſequeretur

$$\eta = \frac{8}{7} \cdot \frac{5\nu - 1}{1 - 2\nu} = \frac{1,3040}{3,7436} = 0,34833,$$

hoc eſt propemodum ſi ſumſiſſemus $\eta = \frac{1}{3}$. Praeterea

rea vero alio modo haec confusio ad nihilum reduci posset, si scilicet pro prima lente numerum λ non vnitati aequalem, sed $\lambda = 1 + \omega$ posuissemus; tum enim in formula illa primus terminus 4 particula ω augeri deberet, ita, vt prodiret in casu exempli $\omega - 0,2776$; vnde foret $\omega = 0,2776$, primaque lens ex numero $\lambda = 1 + \omega = 1,2776$ construi deberet; reliquarum lentium constructione eadem relicta. Pro prima igitur hac lente substitui poterit haec constructio ob $\tau \surd (\lambda - 1) = 0,4768$:

rad. fac. anter. $= \frac{-p}{4,0194 - 0,4768} = \frac{-p}{3,5426}$.

rad. fac. poster. $= \frac{p}{5,9375 - 0,4768} = \frac{p}{5,4607}$; seu

rad. anter. $= -0,27453 \cdot p = -\frac{6,756}{m}$ dig.

rad. poster. $= 0,18312 \cdot p = \frac{4,504}{m}$ dig.

quodsi ergo haec lens in exemplo allato loco primae lentis substituatur, reliquis omnibus seruatis his microscopiis adhuc maior perfectionis gradus conciliabitur, praecipue cum iam prima lens maiorem aperturam admittat.

CAPVT