CAPVT I.

DE MICROSCOPIIS SIMPLICIBVS, VNICA LENTE CONSTANTIBVS, TAM NEGLECTA LENTIS CRASSITIE, QVAM EIVS RATIONE HABITA.

Problema I.

§. 38.

Microſcopium ſimplex conficere, quod obiecta ſecundum datam rationem aucta repraeſentet, neglecta lentis craſſitie.

Solutio.

Sit multiplicatio praeſcripta $= m$, quae ſcilicet ad diſtantiam pro arbitrio aſſumtam h referatur, denotante h vulgo diſtantiam 8 dig. ſitque p diſtantia focalis lentis, quae ſola microſcopium conſtituit. Cum igitur eſſe debeat $a = \infty$ erit quoque $A = \infty$; vnde fit $\mathfrak{A} = 1$ ideoque $a = p$, ita, vt diſtantia obiecti ante lentem praeciſe eius diſtantiae focali p aequalis eſſe debeat. Cum igitur ſit in genere $m = P\,Q\,R \ldots Z.\frac{h}{a}$;

pro noſtro caſu, quo vnica adeſt lens, haec formula per omnes litteras P Q R ... Z debet diuidi; ita, vt fiat $m = \frac{b}{a}$; quod etiam hoc modo facillime oſtenditur, cum enim haec imago cadat ad diſtantiam $\alpha = A a$ eius ſemidiameter ſit $A \zeta$, exiſtente ζ ſemidiametro obiecti, haec imago ab oculo cernetur ſub angulo $\frac{\zeta}{a}$, dum idem obiectum ad diſtantiam b exiſtens nudo oculo appariturum eſſet ſub angulo $= \frac{\zeta}{b}$, ex quo ille angulus per hunc diuiſus ipſam dat multiplicationem, ita, vt ſit $m = \frac{b}{a}$; quare cum haec multiplicatio m ſit data, hinc colligitur $a = p = \frac{b}{m}$ ſicque tam diſtantia focalis lentis, quam diſtantia obiecti ante lentem per ſolam multiplicationem praeſcriptam determinatur, ex quo conſtructio microſcopii iam innoteſcit. Tantum igitur ſupereſt, vt reliquas conditiones eo pertinentes percurramus. Primo igitur ſit ſemidiameter aperturae huius lentis $= x$, quem deinceps ex confuſione determinari oportebit et ex problemate tertio Introd. patet, fore gradum claritatis $y = \frac{bx}{ma} = x$ ob $a = \frac{b}{m}$, quod quidem per ſe eſt perſpicuum, cum penicillus radioſus transmiſſus ipſi aperturae manifeſto ſit aequalis. Ex IVto probl. cum praeter lentem obiectiuam nulla alia adſit, litterae q, r, s etc. hic nullum locum inueniunt, at pro loco oculi hic habebimus $O = o$ ſiue oculum lenti immediate adplicari oportet; campusque apparens hic plane non de-

ter

terminatur, ita, vt viſus oculi nusquam terminetur. Ex Vto porro problemate intelligitur, hic nullum marginem coloratum eſſe pertimeſcendum, quia is tantum a lentibus ſequentibus producitur. VItum vero problema huc prorſus non pertinet. VIItum dein problema hanc dat aequationem $0 = N. \frac{1}{p}$, quod cum fieri nequeat, haec confuſio tolli omnino non poteſt, ſed potius eo maior fiet, quo minus erit p ſeu quo maior deſideretur multiplicatio. Ex VIIIto denique problemate deducimus pro noſtro caſu hanc aequationem:

$$\frac{max^3}{b} \cdot \frac{\mu}{p^3} \left(\lambda + \frac{\mathfrak{A}^2}{A} \cdot \nu\right) \lesssim \frac{1}{k^3}$$

quae ob $A = \infty$ et $ma = b$ abit in hanc:

$$\frac{\mu\lambda x^3}{p^3} \lesssim \frac{1}{k^3}; \text{ ex qua fit } x = \frac{p}{k} \sqrt[3]{\frac{1}{\mu\lambda}}$$

ſicque apertura lentis innoteſcit ſimulque etiam gradus claritatis; hocque modo omnia, quae ad microſcopium pertinent, ſunt definita.

Coroll. 1.

39. Cum igitur pro apertura lentis inuentus ſit eius ſemidiameter $x = \frac{p}{k} \sqrt[3]{\frac{1}{\mu\lambda}}$, euidens eſt, vt claritatem, quantum fieri poteſt, ſine detrimento diſtinctionis augeamus, ſumi debere $\lambda = 1$ et quia μ non multum ab vnitate differt, fiet $x = y = \frac{p}{k}$ vnde cum ſit circiter $k = 50$, nullum eſt dubium, quin lens

 hanc

hanc aperturam admittat. Ante autem vidimus, esse $p = \frac{b}{m}$; ita, vt nunc habeamus $x = y = \frac{b}{km}$. Quare si statuamus $k = 48$ et $b = 8$ dig., erit $x = y = \frac{1}{6m}$ dig. sicque statim ac multiplicatio m supra 8 excurrat, gradus claritatis minor euadet eo, quem supra telescopiis conciliauimus.

Scholion.

40. Lens autem, quae tantum octies multiplicat, vix nomen microscopii meretur, cum distantia focalis p prodeat vnius digiti; interim tamen hinc videmus, semidiametrum aperturae non vltra $\frac{1}{48}$ dig. augeri debere, si quidem tanto distinctionis gradu frui velimus, quantus in telescopiis exigi solet. Experientia autem constat, huiusmodi lentibus multo maiorem aperturam tribui, neque adeo ad mensuram definiri solere, at vero etiam indidem constat, huiusmodi repraesentationes non mediocri confusione esse inquinatas; quod adeo etiam de omnibus microscopiis valet, quorum repraesentatio plerumque multo magis confusa est, quam in telescopiis tolerari solet. Quocirca videtur, dum de microscopiis agitur litterae k multo minor valor, quam 50, tuto tribui posse, quem adeo in quibusdam microscopiis non spernendis ne ad 20 quidem assurgere comperi. Interim tamen nullum est dubium, quin haec instrumenta multo maiorem vtilitatem sint allatura, si a tam notabili confusio-

fuſione liberari queant, quare hic quidem litterae k valorem 20 ſum aſſignaturus; nullam tamen occaſionem praetermittam, quoties fieri licuerit, hunc confuſionis gradum diminuendi.

Coroll. 2.

41. Sumto ergo $k = 20$ ſemidiameter aperturae microſcopii debebit eſſe $x = \frac{2}{5m}$ dig. cui cum menſura claritatis ſit aequalis, ſtatim atque m ſuperat 8; quo caſu ſit $y = \frac{1}{20}$ dig., non amplius obiecta plena claritate videmus, ſed quo maior fuerit ratio $m:8$, eo minore claritate contenti eſſe debemus.

Coroll. 3.

42. Quia autem ne tanta quidem claritas eſt exſpectanda, niſi capiatur $\lambda = 1$; patet, quanti interſit, lenti microſcopicae debitam figuram tribuiſſe, et cum ſit $\mathfrak{A} = 1$ hanc lentem ita conſtrui conueniet, vt ſit radius faciei anterioris $= \frac{p}{\varrho}$; et poſterioris $= \frac{p}{\sigma}$. Si enim lente vtrinque aeque conuexa vti vellemus, confuſio vltra dimidium fieret maior.

Scholion.

43. Quo igitur conſtructio huiusmodi microſcopiorum pro qualibet multiplicatione facilius et clarius perſpiciatur, tabulam hic ſubiungamus, in qua pro praecipuis valoribus litterae m primo diſtantiam obiecti

iecti a lente, quae eadem est eius distantia focalis, exhibeamus; deinde vero radios vtriusque lentis faciei in digitis expressos duabus columnis designemus; tum vero semidiametrum aperturae et gradum claritatis ita assignemus, vt posita claritate plena $= 1$, et pupillae semidiametro $= \frac{1}{20}$ dig. gradus claritatis per $20\, y = \frac{8}{m}$ exprimatur, etiamsi proprie quadratum huius fractionis sumi deberet, quoniam claritas pendet non a diametro penicillorum, sed a tota eorum crassitie. Quod autem semel monuisse sufficit. Pro refractione autem vitri sumamus $n = 1, 55$, vt sit

$$\varrho = 0, 1907;\ \sigma = 1, 6274, \text{ eritque}$$

$$\text{radius faciei} \begin{cases} \text{anter.} = 5, 2416 . p = 41, 9328 . \frac{1}{m} \\ \text{poster.} = 0, 6145 . p = 4, 9160 . \frac{1}{m} \end{cases}$$

ob $p = \frac{8}{m}$ digit. $= a$; tum vero est semidiameter aperturae $x = \frac{2}{5m}$ dig. et mensura claritatis, vt modo vidimus, $= \frac{8}{m}$; vnde facile sequens tabula conficitur:

Multi-

Multiplic.	dist. focalis	Rad. faciei anter.	Rad. faciei poster.	semid. apert.	Mens. clarit.
10	0,800	4,193	0,492	0,040	0,800
20	0,400	2,096	0,246	0,020	0,400
30	0,266	1,398	0,164	0,013	0,266
40	0,200	1,048	0,123	0,010	0,200
50	0,160	0,839	0,098	0,008	0,160
60	0,133	0,699	0,082	0,006	0,133
70	0,114	0,599	0,070	0,006	0,114
80	0,100	0,524	0,062	0,005	0,100
90	0,088	0,466	0,055	0,004	0,088
100	0,080	0,419	0,049	0,004	0,080
120	0,066	0,349	0,041	0,003	0,066
140	0,051	0,299	0,035	0,003	0,057
160	0,050	0,262	0,031	0,002	0,050

Hinc euidens est, has multiplicationes vlterius continuari non posse; cum tam radii facierum lentis nimis fierent exigui, quam vt in praxi elaborari possint, tum vero apertura tam parua fieri deberet, vt ob defectum claritatis obiecta vix conspici possent. Ceterum cum apertura harum lentium tam exigua esse debeat, eas quoque ipsas tam paruas conficere licebit, vt earum crassities prae distantia focali, quantumuis ea parua fuerit, sine errore negligi queat; quia scilicet in his lentibus eadem, ac in maioribus, ratio est; tenuissimas nempe has lentes elaborari oportet, vt margines circumquaque inter se quasi conueniant. Cum autem plerumque his lentibus multo maior

maior craſſities tribui ſoleat, quae ad diſtantiam focalem ſatis notabilem teneat rationem eamque adeo ſuperet, vti fit in globulis vitreis, qui loco huiusmodi lenticularum vſurpari ſolent; operae vtique pretium erit in determinatione talium microſcopiorum craſſitiei rationem habere.

Problema 2.

44. Si lentis craſſitiem negligere non liceat, microſcopia conficere, quae obiecta ſecundum datam rationem aucta repraeſentent.

Solutio.

Ad hoc problema ſoluendum conſideretur ſolutio problematis in L. I. §. 326 allati, cuius ſolutio huc transferetur, ſtatuendo $O = \alpha + l = 0$ ita, vt ſit $l = -\alpha$, exiſtente $\alpha = \infty$, vti hic aſſumimus. Tum igitur ſi diſtantia obiecti ante lentem ſit $= a$; craſſities lentis $= v$ radius faciei anterioris $= f$ et poſterioris $= g$; introducta quantitate adhuc indefinita $= k$, has ibi inuenimus formulas:

$$f = \frac{(n-1)a(k+v)}{k+v+2na}; \quad g = \frac{(n-1)(v-k)}{2n};$$

quibus lens determinatur. Quodſi nunc ponatur $\frac{k-v}{k+v} = i$, definiuimus ibi multiplicationem

$$m = -\frac{1}{i} \cdot \frac{b}{a} = \frac{v+k}{k-v} \cdot \frac{b}{a}.$$

Deinde ſi aperturae ſemidiameter in faciei anteriore ſit x, in faciei poſteriore ea debet eſſe non minor, quam

quam $i x = \frac{v-k}{v+k} x$, proditque gradus claritatis

$$y = - i x = \frac{v-k}{v+k} \cdot x.$$

Poſtea vero pro ſemidiametro confuſionis inuenta eſt ſequens formula:

$$+\tfrac{1}{4} i x^3 \frac{n}{2(n-1)^2} \left(\left(\frac{n}{a} + \frac{2}{k+v} \right) \left(\frac{1}{ia} + \frac{2}{k-v} \right)^2 - \frac{2}{k-v} \cdot \frac{4}{(k+v)^2} \right)$$

cuius valor non ſuperare debet limitem ante conſtitutum $\frac{1}{4k^3}$, exiſtente $k = 20$; reducitur autem ea ad hanc formam:

$$\frac{n}{8(n-1)^2} \cdot \frac{x^3}{k+v} \left(\left(\frac{n}{a} + \frac{2}{k+v} \right) \left(\frac{k+v}{a} + 2 \right)^2 \cdot \frac{1}{k-v} - \frac{8}{(k+v)^2} \right)$$

vnde colligitur ſequens aequatio

$$\frac{n}{2(n-1)^2} \cdot x^3 \left(\frac{n(k+v)}{a^3(k-v)} + \frac{4n+2}{a^2(k-v)} + \frac{4n+8}{a(k^2-v^2)} + \frac{16 \cdot v}{(k+v)^3(k-v)} \right) = \frac{1}{k^3}.$$

ex qua quantitas x definiri poterit. Porro ſupra locus oculi ita erat definitus, vt nunc fiat $O = \frac{(v-k)v}{n(v+k)}$, vnde conſpicietur in obiecto portio, cuius ſemidiameter $\zeta = \frac{na}{v} \cdot \frac{v-k}{v+k} \cdot x$; Vt margo coloratus tolleretur, deberet eſſe $k = \infty$, ſiquidem $O > 0$; at cum prodeat $O < 0$; debet eſſe $k = -2a - v$ et cum pro hac confuſione penitus tollenda deberet eſſe

$$(\alpha + v)(a + \alpha + v) = 0;$$

ob $\alpha = \infty$ euidens eſt, hanc confuſionem fore enormem.

Coroll. 1.

45. Cum inuenerimus $\frac{k+v}{k-v} \cdot \frac{b}{a} = m$; vt hic valor fit pofitiuus fiue repraefentatio erecta, neceffe eft, vt quantitas k extra limites $+v$ et $-v$ contineatur, fi enim intra hos limites contineretur, multiplicatio m prodiret negatiua ideoque repraefentatio inuerfa, dum fcilicet imago realis intra lentem formaretur.

Coroll. 2.

46. Duo ergo funt cafus confiderandi, quibus multiplicatio m fit pofitiua, alter, quo non folum $k > 0$, fed etiam $k > v$; tum facies lentis anterior erit conuexa, pofterior vero concaua et $m > \frac{b}{a}$; altero vero cafu, quo $k < 0$ fimulque $k < -v$ fiue pofito $k = -l$, fi fuerit $l > v$ erit

$$f = \frac{(n-1)a(l-v)}{l-v-2na} \text{ et } g = \frac{(n-1)(l+v)}{2n};$$

ideoque facies pofterior femper conuexa; anterior vero concaua, nifi fit $l > v + 2na$ nam fi $l > v + 2na$ etiam anterior facies erit conuexa; hocque porro cafu erit $m < \frac{b}{a}$.

Coroll. 3.

47. Quod ad locum oculi attinet, pro quo eft $O = \frac{(v-k)v}{n(v+k)}$, quia $\frac{k+v}{k-v}$

eft

eſt quantitas poſitiua, ſcilicet

$$= \frac{ma}{b}, \text{ erit } O = -\frac{vb}{mna}$$

ideoque ſemper negatiuus propter lentis craſſitiem, neque hic valor euaneſcet, niſi ſimul lentis craſſities fuerit euaneſcens.

Coroll. 4.

48. Pro gradu vero claritatis haec expreſſio eſt notatu digna, quod ſit $my = \frac{bx}{a}$ ideoque $y = \frac{bx}{ma}$, vnde patet craſſitiem lentis in gradu claritatis nihil mutare, ſi ſcilicet pro eadem multiplicatione m apertura x eundem adipiſcatur valorem.

Coroll. 5.

49. Cum priori caſu, quo erat $v = o$, campus apparens fuiſſet indefinitus, hic ob lentis craſſitiem ita determinabitur, vt ſit $m\zeta = \frac{nbx}{v}$ ſiue $\zeta = \frac{nbx}{mv}$ vnde patet, quo minor fuerit craſſities, eo maiorem futurum eſſe campum, ac ſi loco x introducatur claritas y, prodibit $\zeta = \frac{nay}{v}$, ita, vt pro eadem craſſitiei ratione ad diſtantiam a ſemidiameter campi ſit claritati proportionalis.

Scholion I.

50. Quoniam hic duo caſus principales conſiderandi veniunt, alter, quo $k > v$; alter vero quo

$l > v$, existente $l = -k$ pro priore aequatio confusionem reddens insensibilem in solutione est exhibita; pro posteriore vero ea ita se habebit:

$$\frac{n}{2(n-1)^2} \cdot x^3 \left(\frac{n(l-v)}{a^3(l+v)} - \frac{4n+2}{a^2(l+v)} + \frac{4n+8}{a(l^2-v^2)} + \frac{16.v}{(l-v)^3(l+v)} \right) = \frac{1}{k^3}.$$

Quodsi nunc etiam multiplicationem m introducamus, litteram vero l vel k eliminemus; haec aequatio induet hanc formam:

$$\frac{n}{2(n-1)^2 . a^2 b} x^3 \left(mn - \frac{(2n+1)(b-ma)}{v} + \frac{(n+2)(b-ma)^2}{mv^2} + \frac{(b-ma)^4}{m^3 a v^3} \right) = \frac{1}{k^3};$$

quae si brevitatis gratia ponatur $\frac{b-ma}{v} = s$ induet hanc formam:

$$\frac{n}{2(n-1)^2 a^2 b} x^3 \left(mn - (2n+1)s + \frac{(n+2)s^2}{m} - \frac{s^3}{m^2} + \frac{bs^3}{m^3 a} \right) = \frac{1}{k^3};$$

quae porro mutatur in hanc

$$\frac{n}{2(n-1)^2 . a^2 b} x^3 \left(m\left(1-\frac{s}{m}\right)^2 \left(n-\frac{s}{m}\right) + \frac{bs^3}{m^3 a} \right)$$

quae ad quoduis casus multo facilius adplicabitur. Ceterum cum inter binos casus memoratos quasi medius sit $k = \infty$, ponamus $k = \infty$ eritque

$$f = (n-1)a; \; g = \infty; \; m = \frac{b}{a}; \; y = +x;$$

$$O = -\frac{v}{n}; \; \zeta = \frac{nax}{v};$$

prae-

praeterea vero haec habebitur aequatio resoluenda

$$\frac{n^2 x^3}{2a^3(n-1)^2} = \frac{1}{k^3} \text{ vnde colligitur } x = \frac{a}{k} \sqrt[3]{\frac{2(n-1)^2}{n^2}}$$

ita, vt hic valor notabiliter minor sit, quam in problemate primo, quia in problemate primo facies anterior fere fuerat plana, hic casus inde oritur, si illa lens inuerteretur, quo facto ea sine dubio multo minorem aperturam pateretur: ceterum et ideo est notatu dignus, quod crassities lentis neque in multiplicatione neque in confusione quidquam mutet.

Scholion 2.

51. Quoniam nostrum institutum non est, omnes casus possibiles pertractare, sed eos tantum, quibus vnam saltem vel plures excellentes qualitates lenti tribuere licuerit, hic vnicus ille casus in problemate memoratus potissimum attentione nostra dignus videtur, quo marginis colorati est expers; quod vti vidimus euenit, si capiatur $k = -2a - v$. Interim tamen quaedam quasi necessitas nos cogit eum quoque casum euoluere, quo loco lenticulae globulus vitreus integer vsurpari solet, quandoquidem huiusmodi microscopia facillime parantur et frequenter in vsum sunt vocatae; quamobrem his duobus casibus duo sequentia huius capitis problemata destinamus.

Problema 3.

52. Non neglecta lentis crassitie eaque adeo data, microscopium construere, quod in data ratione multiplicet simulque obiecta sine margine colorato repraesentet.

Solutio.

Cum ob crassitiem distantia oculi O semper prodeat negatiua ideoque oculum lenti immediate adplicari oporteat, vt margo coloratus ad nihilum redigatur, iam vidimus capi debere $k = -2a - v$; vnde ambo radii lentis ita erunt expressi

$$f = -a \text{ et } g = \frac{(n-1)}{n}(a + v),$$

ita, vt prima facies sit concaua et in ipso eius centro obiectum collocari debeat; vnde radii in prima facie nullam plane refractionem patientur; deinde pro multiplicatione habebimus hanc aequationem $m = \frac{b}{a+v}$ vnde cum m detur, colligitur $a + v = \frac{b}{m}$; pro claritatis autem gradu erit $y = \frac{a+v}{a}x$, vnde si, vt supra semidiameter pupillae aestimetur $\frac{1}{20}$ dig., mensura claritatis aestimari poterit $20y = \frac{20(a+v)}{a}x$, cum scilicet x in digitis exprimitur. Pro loco oculi autem reperitur $O = -\frac{(a+v)v}{na}$ quae cum sit negatiua, oculum lenti immediate adplicari oportet. Quia aperturae faciei anterioris semidiameter positus est $= x$; in facie posteriore is erit $= \frac{a+v}{a} \cdot x$; qui est ipse valor ipsius y.

Hinc

Hinc pro campo apparente erit $\zeta = \frac{n(a+v)}{v}x$. Denique vt ex conditione distinctionis quantitas x definiatur, vtamur prima aequatione, quae ob

$$i = \frac{k-v}{k+v} = \frac{a+v}{a} \text{ et } k+v = -2a;$$

$$k-v = -2(a+v); \text{ hincque } \frac{1}{ia} + \frac{2}{k-v} = 0,$$

$$\text{et } (k-v)(k+v)^2 = -8a^2(a+v)$$

abit in hanc

$$\frac{n}{2(n-1)^2}\cdot\frac{x^3}{a^3} = \frac{1}{k^3}, \text{ ex qua elicitur}$$

$$x = \frac{a}{k}\sqrt[3]{\frac{2(n-1)^2}{n}},$$

ex quo valore reliqua omnia determinantur.

Exemplum.

Statuamus crassitiem $v = a$ sitque vitrum commune, cuius refractio $n = 1,55$ ac reperietur

$$x = 0,73081 \cdot \frac{a}{20} = 0,0365 \cdot a$$

posito scilicet $k = 20$, vt ante; cum autem multiplicatio m detur ideoque sit

$$a = \frac{h}{2m} \text{ erit } x = 0,0183 \cdot \frac{h}{m};$$

vnde sequens constructio colligitur

I°. Distantia obiecti a lente $a = \frac{h}{2m}$.

II°. Radius faciei anterioris $= -a = -\frac{h}{2m}$.

III°. Crassities lentis $v = \frac{h}{2m}$.

IV°.

IV°. Rad. faciei poſter. $= \frac{n-1}{n} \cdot \frac{b}{m} = 0,35484 . \frac{b}{m}$.

V°. Semidiameter aperturae anter. $= 0,0183 . \frac{b}{m}$.

VI°. Semidiameter aperturae poſter. $= 0,0366 \frac{b}{m}$.

VII°. Menſura claritatis $0,732 \frac{b}{m}$ ſeu ſumto $b = 8$ dig.; erit ea menſura $= \frac{5,856}{m}$.

VIII°. Semidiameter ſpatii viſi in obiecto $\zeta = 2 n x = 0,1135 . \frac{b}{m}$.

quae quo facilius cum caſu problematis primi comparari queant, euoluamus caſum, quo multiplicatio $m = 100$ et ſumto $b = 8$ digitor. ſequentes prodibunt determinationes.

1°. Diſtantia obiecti a lente $= 0,04$ dig.
2°. Radius faciei anterioris $= 0,04$ dig.
3°. Craſſities lentis $= 0,04$ dig.
4°. Radius faciei poſter. $= 0,0284$ dig.
5°. Semidiameter apert. anter. $= 0,0015$ dig.
6°. Semidiameter apert. poſter. $= 0,0030$ dig.
7°. Menſura claritatis $0,0585$ dig.
8°. Semidiameter ſpatii viſi in obiecto $= 0,009$ dig.

Scholion.

53. Haec ergo microſcopia multo ſunt inferiora praecedentibus, vbi craſſities erat minima, neque ergo cuiquam in mentem veniet, huiusmodi microſcopia conficere.

Pro-

Problema 4.

54. Si loco lentis adhibeatur globulus vitreus constructionem microscopii describere, quod datam multiplicationem producat.

Solutio.

Hic ergo erit 1°. $f = g$; tum vero 2°. $v = 2f$. Ex priore conditione statim colligimus

$$\frac{a(k+v)}{k+v+2na} = \frac{v-k}{2n} \text{ vnde sequitur } k^2 + 4nak = v^2.$$

Cum autem porro sit $v = 2f$, valor ipsius g dabit

$$f = \frac{(n-1)(2f-k)}{2n} \text{ siue } 2f + (n-1)k = 0$$

vnde fit $k = -\frac{2f}{n-1}$, qui valor in superiore aequatione substitutus praebet $(2-n)f - 2(n-1)a = 0$; ita, vt sit

$$f = \frac{2(n-1)}{2-n}.a; \text{ siue } a = \frac{2-n}{2(n-1)}.f.$$

Nunc vero multiplicatio m dat

$$m = \frac{2-n}{n}.\frac{b}{a} = \frac{2(n-1)}{n}.\frac{b}{f} \text{ ob}$$

$$k + v = -\frac{2(2-n)}{n-1}f \text{ et } k - v = -\frac{2n}{n-1}f.$$

vnde nanciscimur

$$f = \frac{2(n-1)}{n}.\frac{b}{m}; \text{ et } a = \frac{2-n}{n}.\frac{b}{m}$$

hincque

$$k = -\frac{4}{n}.\frac{b}{m} \text{ et } v = \frac{4(n-1)}{n}.\frac{b}{m}$$

ex quibus pro loco oculi reperitur

$$O = -\frac{4(n-1)}{n(2-n)}.\frac{b}{m},$$

 quae

quae diſtantia cum ſit negatiua, oculum lenti immediate adplicari oportet. Vt nunc valorem ipſius x obtineamus, retineamus primo in calculo quantitatem a et cum ſit

$$f = \frac{2(n-1)a}{2-n};\; k = -\frac{4a}{2-n};\; v = \frac{4(n-1)a}{2-n};$$

hincque

$$k - v = -\frac{4n}{2-n}.\,a \text{ et } k + v = -4a;$$

hincque

$$\frac{k+v}{k-v} = \frac{2-n}{n} \text{ et } k^2 - v^2 = \frac{16n}{2-n}.\,a^2;$$

aequatio ſupra inuenta induet hanc formam:

$$\frac{n}{2(n-1)^2}x^3\left(\frac{2-n}{a^3} - \frac{(2n+1)(2-n)}{2na^3} + \frac{(n+2)(2-n)}{4na^3} + \frac{n-1}{4na^3}\right) = \frac{1}{k^3}$$

quae porro reducitur ad hanc:

$$\frac{3n-n^2-1}{8(n-1)^2}.\frac{x^3}{a^3} = \frac{1}{k^3} \text{ ex qua elicitur}$$

$$x = \frac{2a}{k}\sqrt[3]{\frac{(n-1)^2}{3n-n^2-1}} = \frac{2(2-n)}{nk}.\frac{b}{m}\sqrt[3]{\frac{(n-1)^2}{3n-n^2-1}}.$$

Inuento igitur ſemidiametro aperturae in parte anteriore globi x in parte poſteriore erit is $= \frac{n}{2-n}.\,x$, cui gradus claritatis y eſt aequalis, menſuram vero claritatis exprimimus per $20\,y$, dum ſcilicet diſtantiae in digitis exprimuntur.

Tum vero ſemidiameter ſpatii in obiecto conſpicui erit $\zeta = \frac{n^2}{4(n-1)}\,x$. Quia autem diſtantia oculi O prodiit negatiua, vt margo coloratus euaneſceret, debebat

debebat esse $k = -2a + v$ siue $-4a + 2a = 0$, quod, cum non sit, etiam euidens est, marginem coloratum non destrui, sed satis notabilem fore. Ex his igitur omnibus colliguntur sequentes regulae pro constructione huiusmodi microscopiorum, in quibus sit multiplicatio $= m$.

I. Paretur globulus vitreus, cuius radius sit

$$f = \frac{2(n-1)b}{nm}$$

cuius refractio si sit $n = 1,55$ et capiatur $b = 8$, erit $f = \frac{5,6774}{m}$ dig.

II. Ante hunc globum obiectum exponi debet ad distantiam $a = \frac{2,3226}{m}$.

III. Globulo autem in parte anteriore tribuatur apertura, cuius semidiameter sit

$$x = \frac{2(2-n)}{15nk} \cdot \frac{b}{m} \sqrt[3]{\frac{(n-1)^2}{3n-n^2-1}}$$

quae expressio in numeros euoluta fiet

$$x = \frac{36}{155m} \sqrt[3]{\frac{3025}{12475}}, \text{ seu}$$

$$x = \frac{0,14483}{m} \text{ dig. hincque } \zeta = \frac{0,15816}{m}.$$

In parte posteriore autem semidiameter aperturae debet esse

$$x = \frac{2b}{km} \sqrt[3]{\frac{(n-1)^2}{3n-n^2-1}} = \frac{0,49887}{m} \text{ dig.}$$

Cum nunc sit $y = ix$, habebimus mensuram claritatis $20y\frac{5,9774}{m}$, qui ergo maior est, quam

casu

casu lenticulae simplicis, vbi tantum erat $= \frac{a}{m}$ quod autem lucrum neutiquam compensat vitium illud, quo obiecta margine colorato inquinata adparent. Operae igitur pretium erit similem tabulam, qualem supra in probl. 1. dedimus, adiungere.

Multiplic.	Dist obiect.	Rad glob.	Semid. apert. anter.	Semid. apert. poster.	Mens. clar.	Sem. campi
10	0,232	0,568	0,014	0,050	0,998	0,016
20	0,116	0,284	0,007	0,025	0,499	0,008
30	0,077	0,189	0,005	0,017	0,333	0,005
40	0,058	0,142	0,003	0,013	0,249	0,004
50	0,046	0,114	0,003	0,010	0,199	0,003
60	0,038	0,094	0,002	0,008	0,166	0,001

quam vlterius continuare ob nimis exiguum campum apparentem non conueniet; sin autem apertura maior sumeretur, confusio prodiret plane intolerabilis.

Scholion.

55. Ex his iam abunde intelligitur, in hoc genere microscopiorum simplicium speciem primo allatam, qua lenticulae tenuissimae vsurpantur, reliquis omnibus palmam longe praeripere; interim tamen et ista species duobus insignibus incommodis laborat, quae hic fusius ob oculos ponamus, quo clarius appareat, quid

quid potiſſimum in microſcopiis perficiendum deſideretur. Primum incommodum in nimia propinquitate qua obiectum lenti admoueri debet, eſt ſitum; qua fit, vt pro maioribus multiplicationibus haec diſtantia fere penitus euaneſcere debeat, quae circumſtantia in cauſſa eſt, vt, obiecta ſi non ſint laeuiſſima, minimae inaequalitates vel a lente nimis magnam vel nimis paruam teneant diſtantiam ideoque ſumma confuſione adpareant. Inprimis igitur in id erit incumbendum, vt pro maioribus potiſſimum multiplicationibus eiusmodi microſcopia inueniantur, quae non tam exiguam a lente diſtantiam poſtulent. Alterum incommodum conſiſtit in nimis parua claritate, quam iſta microſcopiorum ſpecies exhibet in maioribus multiplicationibus; ex tabula enim ſupra § 43. exhibita videmus, ſi multiplicatio ſit $m = 100$, claritatem ibi deſignatam eſſe 0, 080, et cum ipſa claritas huius quadrato ſit proportionalis, ea fiet 0, 0064 ideoque 156 vicibus minor, quam claritas naturalis, quae quidem adhuc ſatis tolerabilis eſt, niſi ipſum obiectum ſit natura ſua valde obſcurum, ſed hinc intelligitur, ſi multo maior multiplicatio deſideretur, tenebras non amplius eſſe ferendas. Iſti quidem defectui remedium afferri poſſet, aperturam lentis augendo; tum autem confuſio tantopere augeretur, vt penitus tolerari non poſſet, praecipue cum iſtam tabulam ita adſtruxerimus, vt tantum eſſet $k = 20$, dum pro teleſcopiis poni solet $k = 50$, ita, vt in his microscopiis gradus distinctionis iam quindecies sit minor, quam in telescopiis, ita, vt potius curandum sit, vt maiorem gradum distinctionis obtineamus. Illud autem posterius incommodum maximam partem lentem duplicando atque adeo triplicando e medio tollere licebit, vbi autem non eiusmodi lentes multiplicatae, quales in primo libro descripsimus, vsurpari poterunt, quarum scilicet interuallum penitus euanescens est assumtum; quamobrem in hoc negotio interualla inter istas lentes iam tanta assumi conueniet, quae in praxi locum habere queant; quod argumentum in sequentibus capitibus diligentius examini subiiciemus; in posterum vero perpetuo crassitiem lentium pro nihilo habebimus; vnde maxime erit cauendum, ne lentes minus tenues elaborentur, quam earum forma et apertura postulant.