

Fig. *imago; confusior item est imago circa extrema, quam circa medium, cui illius axis respondet. Quum lucis radii imaginem puncti, ex quo emanarunt, secum deferant, et per vitrum convexum refracti in foco sese decusent; evidens est, radios illos plano aliquo ultra vel citra punctum intersectionis exceptos eiusdem puncti imaginem repraesentare, quae quidem imago magis extensa minusque vivida esse debet, quo remotior est illius ultra focum distantia. Ex maiori illa imaginis amplitudine fieri debet, ut puncti alicuius contigui imago cum priori imagine partim <sup>ut</sup> confundatur. Quare si duo illa puncta diversum habeant colorem, imago ex his duabus imaginibus composita tres exhibebit colores; pars enim duabus imaginibus communis compositum colorem admittet. Itaque imago illa permixta neque obiecti dimensionem, figuram, colorem, splendorem repraesentare poterit, sed iusto maior erit atque confusa. Verum in concursu seu foco radiorum, punctorum duorum imagines sunt nitide separatae et propriis coloribus distinctae. Similiter si distantia tabulae a lente citra focum prior sit, manente eadem externi obiecti distantia, illius imago perturbatur etiam, sed magis contracta fit.*

25. Quae quum ita sint, obiecti alicuius distincta est visio, si radii retinam *YOX* attingunt in vero concursus puncto, hoc est, in

vertice conorum lucidorum, qui ex unoquoque obiecti puncto proficiscuntur. Contra autem visio confusa est, si radii ante vel post concursum ad retinam perveniant. Praeterea obiecti imago vivida atque distincta trans superficiem refringentem convexam repraesentata, in axe per obiectum et centrum sphaericitatis transeunte constituta est, ut praecedenti articulo in camera obscura demonstravimus. Quare obiecta distincte non videntur, nisi versus obiectum dirigatur axis *BO* per oculi et pupillae centra transiens. Et re quidem ipsa in obiecto distinctissime non percipitur nisi punctum illud, ad quod hic axis pertingit \*. Iam vero ad explicandam vitiosam oculorum constitutionem aliud superest observandum in adducto superius exemplo de camera obscura. Si obiectum aliquod collocetur in aliqua distantia a lente refringente convexa immota et constantis sphaericitatis; deinde autem obiectum ad lentem illam accedat, obiecti imago interius in tabula

\* *Ad distinctam obiecti visionem confert etiam, quod imago in retina depicta satis magna sit respectu obiecti ita, ut puncta concursuum radiorum *Y, O, X*, extra se invicem cadant. Ideo myopes melius vident, quae vident, quam presbytae, atque obiecta propinqua omnes distinctius cernunt quam remota.*



depicta recedet (*ex demonstratis*). Quare si imago obiecti in eodem loco fixa retineri debeat, vel ab ea removenda est lens refringens, accedente obiecto, vel semidiameter sphaericitatis lentis minuenda, quae quidem omnia ex articulo praecedenti sunt manifesta. Igitur homines, qui eximio pollent visus organo, oculos ita conformatos habent et ita facile mobiles, ut radii ex eodem obiecti puncto emanantes et pupillam fere paralleli subeuntes, quod fit in distantia satis magna, in ipsa retina colligantur. At si obiectum ad oculos accedat ita, ut lucis radii ex aliquo obiecti puncto emanantes, pupillam ingrediantur divergentes: tunc spectator ita oculos accommodare potest in singulis obiecti distantis, ut imago in retina semper exaretur, sive id faciat lentem crystallinam versus pupillam propius admovendo, sive reducta ad maiorem convexitatem lente crystalina aut tunica cornea. Crystallinae lentis mutationes fieri ligamentorum ciliarium *rm*, *fz* ope persuasum habent plerique anatomici. Cornea quoque mutationi obnoxia esse potest vi musculorum *rectorum*, qui oculum secundum directionem axis comprimunt, illumque versus orbitae fundum retrahunt.

IV. Ex his intelliguntur diversa oculorum incommoda. Si organum ita vitiose fuerit conformatum, ut pro obiectorum distantia mutari non possit: ut oportet, oculi fi-

gura: tunc intra certos limites dumtaxat distincta habetur visio. Ita si lens crystallina vel etiam corneae pars anterior iusto maiorem habeat convexitatem, obiectorum nimis distantium imagines prope lentem crystallinam ac proinde ante retinam pinguntur, ideoque confuse dumtaxat videntur. Ea de causa fit, ut homines tali vitio laborantes, qui dicuntur *myopes* obiecta propius admoveere debeant. Ita enim imagines interius depictae fiunt remotiores, et ad ipsam retinam accurate pertingunt. At si corneae segmentum anterius vel lens crystallina eam dumtaxat habeant convexitatem, quae necessaria est, ut obiectorum remotiorum imagines in retinam cadant, obiecta proximiora pinguntur ultra retinam, ideoque confuse tantum videri possunt. Qui tali oculorum vitio laborant, vocantur *presbytae*, atque vitium illud frequens est senibus. Arescentibus enim longa aetate humoribus, complanatur lens crystallina, et corneae pars anterior deprimitur. Itaque *myopes* proximiora dumtaxat obiecta distincte vident per radios divergentes, *presbytae* autem distincte tantum vident obiecta remotiora per radios fere parallelos. Porro ex antea explicata vitrorum concavorum et convexorum doctrina notum est, eam esse vitrorum concavorum proprietatem, ut radios parallelos et ex remotiori obiecto emanantes reddant divergentes. Quare *myopum* vitium



lentis concavae ope corrigi potest. Contraria ratione lentem convexam adhibere debent presbytae. Evidens autem est, iustam esse debere vitrorum concavitatem vel convexitatem et oculorum imperfectioni convenientem. Alio etiam modo ex parte aliqua emendari possunt tum myopum tum presbytarum vitia. Si nempe obiecta per foramen valde exiguum conspiciantur. Etenim si pupillae diameter instar puncti se haberet ita, ut unicum dumtaxat admitteret radium ex unoquoque obiecti puncto emanantem, radii illi in totidem distincta retinae puncta caderent, ac proinde distinctam repraesentarent obiecti imaginem, minus tamen vividam ob lucis inopiam. *Tunc enim radii Kk, Mm, qui nimis oblique oculum subeantes, visioni officiant [ut sup. dictum est], ab ingressu arcentur. Ea de causa fit, ut myopes, qui ob formatam corneam nimis convexam, nimisque convexum humorem crystallinum plurimos eiusmodi recipiunt radios obliquos, aliquod obiectum visuri, nictantes oculos ferre claudant. Id quidem inscii myopibus praestat natura, ut obiectum clarius intueantur.* Ea etiam de causa fit, ut obiectum etiam oculo valde proximum trans exiguum foramen distincte cernamus.

Saepe contingit ut oculorum alteruter vi maxima polleat, alter autem myopum vel presbytarum vitio laboret. In hoc casu spe-

etator perfectiorem oculum versus obiecta debet convertere, alterum autem oculum minus perfectum avertere plerumque versus nasum; alioquin obiecti imago confusa distinctam imaginem turbaret. Hinc fit, ut aliqui distortis adspiciant oculis. Vitium illud appellatur *strabismus*, et qui eo laborant, *strabones* sive *lusci*, de quo multa et quidem utilissima tradit D. de Bufon in monum. paris. ann. 1743.

Porro licet obiectum aliquod geminis intueamur oculis, illud tamen unicum apparet. AEquales enim omnino fiunt in *homologis* utriusque oculi fibras impressiones, atque easdem illas simultaneasque impressiones veluti impressionem unicam mens nostra iudicat. At si eiusdem obiecti imagines in homologis non pingantur fibris, iam ex impressionum varietate duplicis obiecti sensatio in nobis excitatur. Ceterum imagines duae in fibris homologis imprimuntur, si obiectum utroque oculo per radios physice parallelos contemplerur, vel si oculi eodem plane modo versus obiectum dirigantur. Hinc obiectum oculis proximius duplex nobis apparet, quum obiectum illud intueri non possimus, nisi visionis axes valde inclinentur. Oculus sinister obiectum videt ad dexteram, oculus autem dexter ad sinistram, quum duo axes ad partes illas sint inclinati. Simili ratione duplex apparet obiectum, si oculi non



Fig. eodem modo obvertantur; in diversis enim locis fiunt obiectorum impressiones. Hinc homines vino madidi duplex obiectum loco uerius apprehendere solent. Ita enim perturbatis motibus agitantur nervorum musculorumque fibrae, ut versus idem obiectum ea, quae necessaria est, directione ambo oculi converti non possint. Idem quoque accidit hominibus adfectuum aestu et furore misere abreptis.

V. Ad visionis doctrinam pertinet apprensus obiectorum magnitudo. Angulus opticus appellatur  $AHC$ , quem comprehendunt radii duo *extremi terminantes pyramidem illam lucidam, de qua sup. et ex duobus obiecti alicuius extremis emanantes, et cui intra oculi fundum aequalis respondet YHX.* Quia vero, ceteris paribus, de obiectorum aequalitate vel inaequalitate nullum ferre possumus iudicium, nisi ex ipsis imaginibus in fundo oculi depictis, patet, obiecta quaelibet aequalia vel inaequalia sub eodem angulo visa, apparet aequalia, nisi causa aliqua de apparenti magnitudine nostrum perturbet iudicium. Ex angulorum opticorum inaequalitate evidens est, decrescere apparentem alicuius obiecti magnitudinem, si maior sit illius ab oculo distantia, ceteris paribus. Etenim obiecti demensiones sunt bases constantes trianguli  $AHC$ , cuius latera sunt duarum obiecti extremitatum ab oculo distantiae. Quare crescentibus lateribus  $AH$ ,  $HC$  pro maiori di-

stantia, crescunt quoque anguli lateribus oppositi  $A$ ,  $C$ , ac proinde decrescit angulus lateri constanti  $AC$  oppositus, ideoque et minor fit obiecti imago. Hinc magnitudines apparentes vel anguli optici obiectorum sunt in ratione distantiarum inversa ab oculo, si tamen anguli sunt minimi, secus autem si anguli paullo maiores sint [*ut patet ex geom.*]\*. Quare obiecti alicuius maioris et valde remoti partes aequales non apparent aequales. Nam partes ab oculo remotiores minorem subtendunt angulum, et contra. Ea de causa fit, ut lineae parallelae ad magnam distantiam productae videantur concurrere, atque eandem ob causam sublimior turris spectatori inclinata videtur. Nam si turris sit perpendicularis, spectator situm hunc perpendicularem comparat cum recta perpendiculari per oculum transeunte. Quare situs perpendicularis ipsius turris, rectae perpendiculari per oculum transeunti parallelus, in parte superiori convergere apparet.

VI. Haec eadem principia ad visionem quae fit per vitra vel specula, transferri possunt. Etenim quum obiecta non videamus nisi secundum directionem radiorum, qui in oculum transmittunt obiectorum imaginem,

\* Nam in minimis angulis arcus eos metientes cum suis sinubus confunduntur, non item in angulis maioribus.



si radii illi plures refractiones et reflexiones patiantur ita, ut mutetur primitiva radiorum directio, iam obiectum videre non possumus secundum rectam ex obiecto ad oculos nostros directe peruenientem. Itaque quum magnitudo apparens obiecti maxime pendeat ex angulo, quem radii ad oculum ultimo peruenientes comprehendunt; evidens est, apparentem obiecti magnitudinem mutari, si refractionis vel reflexio angulum opticum mutaverit. Quod spectat ad oculi distantiam a loco obiecti apparente, hanc non metitur vera ultimae imaginis ab oculo distantia. Etenim experientia compertum est, obiectorum distantiam apparentem ex nostris iudiciis maxime pendere. Obiecta, quae fusca et obscura apparent, remotiora iudicamus, atque eandem ob causam illorum quoque magnitudinem iudicio nostro augemus. Si inter obiectum aliquod et oculos nostros longa contineatur obiectorum series, augemus quoque tacito iudicio obiecti distantiam et magnitudinem. Igitur quae dicta sunt de apparenti obiectorum magnitudine, intelligi debent dumtaxat, si omnia fuerint paria. Itaque quum apparentem obiectorum distantiam ex nostris de illorum magnitudine iudiciis aestimare soleamus, si obiectorum imagines reflexione aut refractione minuantur vel augeantur, obiecta illa oculo proximiora vel ab eo magis remota iudicamus, facta nempe com-

paratione inter magnitudinem apparentem et <sup>Fig.</sup> magnitudinem veram. Quia vero obiectorum, quae directe videntur, superficies est basis pyramidis lucidae, cuius vertex est in oculo, si reflexione aut refractione magis obrusus fiat pyramidis angulus, obiectum, quod ad huius pyramidis basim semper refertur, oculo seu novae pyramidis vertici propius apparebit; contrarium evenit, si pyramis fiat magis acuta. Inde autem per constructionem determinari solet apparens obiectorum locus, si obiecta trans vitra et in speculis conspiciantur.

Prop. I. *OBIECTVM AE TRANS LENTEM 26.*  
*VTRIMQVE CONVEXAM LK CONSPECTVM*  
*AB OCULO O PROPE EAM CONSTITVTO*  
*VIDEBITVR MVLTO MAGIS AMPLIFICATVM*  
*IN ae, ATQVE ERECTVM.*

Demonst. Etenim radii lucis exeuntes ex punctis A et E; postquam in lentem LK inciderint, duasque refractiones passi fuerint, magis convergentes sunt versus O (cor. I. prop. III. art. praec.). Quapropter angulus opticus, qui magnitudinem obiecti repraesentabit, erit cOd, idem profecto atque si radii visuales venissent ex a et e. Igitur imago apparebit multo magis aucta et amplificata secundum magnitudinem ae. Similis demonstratio locum tenet, si lens



Fig. fuerit plano-convexa, at ex sup. liquet\*.

27. Prop. II. SI OBIECTVM AE AB OCULO O  
INTROSPICIATUR PER LENTEM VITREAM  
VTRIMQVE CONCAVAM SS, ILLVD APPARE-  
BIT DIMINVTVM ATQVE ERECTVM IN ae.

Demonst. Ponantur lucis radii ex A et E provenientes in lentem SS incidere, post duas refractiones ex punctis cc exhibunt valde divergentes versus O (cor. II. prop. v. art. praec.) Itaque radii visuales cO, cO efformabunt angulum opticum cOc, qui quidem idem erit, atque si radii provenissent ex punctis a et e. Igitur imago repraesentabitur secundum magnitudinem ae, quae magis diminuta est obiecto suo. Similiter demonstratio instituitur, si lens fuerit plano-concava, ut ex sup. manifestum est\*\*.

\* Imago ae remotior a lente ponitur quam obiectum AE. Demonstratur enim, singula obiecti puncta, quae radios lucis divergentes emittunt, et qui distantiam illius exhibent, per lentem remotiora apparere quam re ipsa sunt.

\*\* Imago repraesentata lenti proximior ponitur quam obiectum. Demonstratione enim constat, quod si considerentur radii divergentes ex singulis obiecti punctis emanantes, distantiam obiecti minorem exhibeant, quam sit re ipsa.

Obscuriora magisque confusa videntur obiecta, quae sunt ab oculis nostris remotiora, contra autem splendidiori fulgent luce, si fuerint propiora. Hinc fit, ut obiecta confusa a nobis remotiora iudicemus, et vice versa. Atque ea de causa intelligitur difficillimum picturae artificium, quo lux et umbra in tabellis tanta miscentur industria, ut obiecta eminere et quasi foras erumpere videantur. Eadem est ratio, cur spectra nocturnaque phantasmata longe maiora apparere soleant. Quum enim obscura sint obiecta, maiorem illorum distantiam ex visionis confusione aestimamus, illorumque magnitudinem ita enormiter augemus, ut timidioribus hominibus terrorem incutere soleant. Hinc etiam reddi potest ratio, cur concava coeli superficies *delumbati* fornicis instar appareat. Etenim quum sidera prope horizontem minus splendeant, eo remotiora a nobis iudicantur, atque eidem causae magna ex parte tribuendum est, quod sol et luna maiores apparent in horizonte, minores autem, quo altiores supra horizontem. Etenim ponamus, sphaericam esse apparentem coeli concavitatem, in cuius centro posita sit tellus, diameter apprens solis eadem esse debet in qualibet supra horizontem altitudine. At quum fornicis *delumbati* figuram referat coeli concavitas, maior est apprens solis distantia in horizonte, quam in aliqua supra horizontem altitu-



dine, ac proinde solis aliorumque siderum magnitudinem optica illusionem augemus. Huic tamen causae iungi etiam debet alia, quam ex longa obiectorum serie desumere solent physici. Et quidem dum sol et luna versantur in horizonte, inter corpora illa nostrosque oculos magna sese offert obiectorum multitudo, qua fit, ut maiorem a nobis iudicemus solis et lunae distantiam\*. Id autem frequenti exemplo ostendi potest. Si longior vallis homini in planitie constituto conspicua non fuerit, obiecta ultra vallem, licet longius remota, iudicabit spectator valde proxima. At si ad vallis marginem accesserit, oblata nempe corporum intermediorum serie, statim magnam aestimabit distantiam. Porro sphaericam ponebamus concavam coeli superficiem. Et quidem certum est, suos esse visioni limites ita, ut nullam in remotissimis distantibus differentiam discernere va-

\* *Rationibus quibus exponit Auctor phaenomenon de diversa magnitudine, quibus nobis conspicua fiunt sidera, dum in horizonte et in meridiano versantur, nullo modo fidendum est. Eas tamquam fuitiles sibi que contradicentes exagitat Antonius Genuensis adnot. ad elem. physica Petri van Musschenbroëk tom. II. §. 997. num. 4. Veram phaenomeni expositionem tradit ipsemet adnotator §. seq. 998. num. 8.*

leamus. At obiecta, quae eandem a nobis distantiam servare videntur, apparere debent tamquam locata in superficie sphaerae, cuius centrum oculus occupat. Hinc fit, ut corpora omnia coelestia, licet magnis intervallis alia aliis superiora, ad eandem tamen concavam superficiem atque sphaericam referamus.

### CATOPTRICA.

*Atque ut de visione in speculis sive de catoptrica tandem agamus, haec sit universalissima.*

*Lex: In quocumque speculo quodlibet obiecti punctum videtur in linea recta, quae ab eo ad speculum perpendiculariter ducitur. Punctum vero illud in praedicta linea determinatur, si radius reflexus retrorsum prolongetur. Vbi enim radius reflexus productus illam perpendicularem secabit, videbitur obiecti punctum.)*

*Principium istud, quod a plerisque demonstrari solet, absque probatione a nobis adsumitur, atque universalissimum statuitur; quamvis unico in casu non obtineat, de quo tamen in praesentia non agimus.*

Prop. I. SI ANTE SPECVLVM PLANVM PO- 28.  
NATUR OBIECTVM DE, ILLIVS IMAGO  
LM APPARET SPECTATORI CH AD EAM-



DEM POST SPECVLVM DISTANTIAM, QVA  
OBIECTVM ABEST AB SPECVLO; IMAGO  
VERO AEQUALIS SIMILISQVE EST OBIE-  
CTO, AC IN EODEM SITV RESPECTV O-  
CVLI IACENS, AC OBIECTVM.

Demonst. Quum ex singulis obiecti pun-  
ctis quaquaversum radii divergentes emit-  
tantur, prodibunt ex punctis D et E radii  
DF, DZ, et EN, EO, qui reflexi per-  
venient ad oculum in C et H. Ex duobus  
punctis D, E ducantur perpendiculares ad  
speculum DL, EM. Productis radiis reflexis  
perpendiculares secabuntur ab iis in L et M:  
ac proinde in iis punctis videbuntur puncta  
obiecti D et E (ex sup. posito princip.). Iam  
vero triangulum DIF simile et aequale est  
triangulo LIF. Nam anguli ad I sunt recti  
latus IF utrique commune, et praeterea an-  
gulus DFA = LFI, quin angulus DFI =  
CFB = LFA, quum sint verticales. Igitur  
et latus DA, quod est distantia obiecti ab  
speculo, aequale erit lateri AL, quod est  
distantia puncti imaginis illius ab eodem  
speculo. Eadem demonstratio locum tenet,  
quod ad punctum E et M. Porro duae per-  
pendiculares ad eandem rectam AG sunt  
inter se parallelae, adeoque distantia DE =  
LM, ac proinde et imago apparebit eius-  
dem magnitudinis.

Coroll. Ex his patet, cur spectatori an-

te speculum planum constituto dexteræ sui Fig.  
corporis partes appareant sinistrae, et con-  
tra. Tum si spectator ad speculum accedat  
vel recedat, imago eadem ratione ad spe-  
culum accedere vel recedere observabitur.

Prop. II. SI ANTE SPECVLVM SPHAERICO-  
CONVEXVM ABX OBIECTVM QVODVIS EF<sup>29.</sup>  
CONSTITVATVR, ILLIVS IMAGO IL fere  
VIDETR INTRA SPECVLVM, ET IPSI PRO-  
PIOR, IMMINVTA, SITV ERECTO ET A-  
LIQVANTVM DIFFORMIS.

Demonst. Ducantur ex punctis E et F  
ad superficiem speculi ABX perpendicula-  
res EC, FC, quae dicuntur catheti incidenti-  
tiae. Quum ex singulis obiecti punctis radii  
divergentes quaquaversum spargantur, ex  
puncto E emanabunt radii EB, EG, qui  
retroducti, et cathetum incidentiae secan-  
tes in I, illic exhibebunt imaginem puncti  
E. Eodem modo liquet, punctum obiecti F  
repraesentandum esse in puncto L. Itaque  
spatio cathetis CE et CF comprehenso con-  
tineri debet obiecti imago. Sed spatium i-  
stud coaretatur, angustiusque fit versus  
centrum C. Igitur imago minor apparere  
debet obiecto suo. Inde etiam patet, aliqua-  
tenus difformem, sed situ erecto conspicien-  
dam esse, quum puncta obiecti in imagine  
contracta aliquatenus confundi, necessum sit.



Fig. Coroll. In speculo cylindrico verticaliter posito obiecta apparere debent longa, sed gracilia. Si autem speculum horizontaliter collocetur, videbitur obiectum latum, sed constrictum. Etenim speculum cylindricum refert speculum planum secundum suam longitudinem; speculum vero sphaericoconvexum secundum latitudinem. Igitur secundum priorem directionem obiectorum imagines repraesentabuntur illis aequales, secundum aliam vero constrictae atque decurtatae (prop. I. et II.).

Prop. III. SI ANTE SPECVLVM SPHAERICO-CONCAVVM ABC INTRA QVARTAM DIAMETRI PARTEM SPHAERAE, CVIVS SECTIO EST SPECVLVM, OBIECTVM QVODVIS EF CONSTITVATVR, ILLIVS IMAGO HM PONE SPECVLVM VIDEBITVR AMPLIFICATA ET ERECTA.

Demonst. Etenim radii lucis emanantes ex E et F reflexi in B et G, atque in O et G; si retroducantur, cathetos incidentiae PH, PM intersecabunt in H et M, adeoque in his punctis repraesentabitur illorum punctorum E, F imago. Iam vero quum imago intra spatium comprehensum cathetos incidentiae PA, PM repraesentari debeat; lineae autem illae continuo divergant a centro, patet, imaginem pone speculum

magis amplificatam videri debere. Inde etiam manifestum est, imaginem erectam esse.

Coroll. Fieri etiam potest ut obiectum EF penitus dispareat et evanescat. Si nempe obiectum EF longius distet a speculo ABC, quam centrum P, atque oculus DH inter centrum et speculum constituatur. Tunc enim radii reflexi et retroacti numquam cum cathetis incidentiae concurrunt. Si autem obiectum inter focum et centrum constituatur, et oculus ultra centrum removeatur; imago ultra centrum apparebit in aëre pendula, situque inverso. Aliae anomaliae in speculo concavo observantur ex diversa positione centri, foci, obiecti, vel oculi.

## ARTICVLVS V.

### De coloribus atque iride.

#### I.

Triplici potissimum ratione considerari possunt colores, nempe quatenus sunt ipsis lucis corpusculis, vel quatenus certam quandam designant corporum dispositionem, qua fit, ut dati alicuius coloris sensatione nos adficiant; tandem quatenus in organo visionis certum motum imprimunt. Has singulas partes, ipsaque iridis phaenomena prolixiori conclusione explicabimus, paucis tamen praemissis. De colorum natura variae sunt philosophorum opiniones. Peripatetici



colores omnes accidentia quaedam et qualitates esse arbitrantur, quae variis corporibus impressae fuerint, ipsisque inhaereant, et in oculis nostris imaginem vel speciem quamdam imprimant. Verum entitates illas exulare omnino iubent recentiores physici. Neque enim ad producendam coloris sensationem necesse est, ut in corpore ullus color inhaereat, quemadmodum ex cibo sapor, et ex acu dolor percipitur, licet sapor ipse in cibo, et dolor in acu non reperitur. Communis est igitur philosophorum omnium opinio, colores esse non entitates aliquas vere corporibus inhaerentes, sed quasdam lucis modificationes, quae secundum varium modum, quo a diversis corporibus lux resiliit atque refringitur, varias in oculis vibrationes variumque coloris sensum excitant. At quamvis in hac doctrina generatim conveniant cartesiani et newtoniani, rem tamen diverso plane modo explicant. Cartesiani totam colorum differentiam repetunt ex diversa corporum textura, qua fit, ut radii lucis diversas in diversis corporibus suscipiant modificationes, atque ita varias in nobis excitationes colorum sensationes. Contra censet Newtonus, et immensa experimentorum copia plane demonstrat, maiorem vel minorem radiorum coloratorum refractionem non pendere a modificationibus, quas radius luminis in refractione aut reflexione adquirat, sed ex ipsius

radii natura oriri ita, ut diversa colorum <sup>Fig:</sup> fila internam habeant *refrangibilitatem* coloremque internum. Sed Newtoni doctrinam non satis mirandam sequenti conclusioni exponemus.

## CONCLUSIO.

CERTISSIMIS EXPERIMENTIS DIVERSAM RADIORUM REFRAINGIBILITATEM DEMONSTRAVIT NEWTONVS; ATQVE EX EADEM DOCTRINA PENDENT IRIDIS PHAENOMENA.

Prob. I. pars. Ex innumeris experimentis, quae Newtonus instituit, et in optica fuse persequitur, unum heic primum seligemus vulgo notissimum, quod rem omnino demonstrat. Est autem huiusmodi:

Paretur prisma vitreum triangulare, cuius transversam sectionem exhibet triangulum *ABC* <sup>31:</sup> Solis radius *SD* per exiguum foramen *D* in cubiculum satis tenebrosum immissus excipitur facie prismatis *AC* oblique in *E*. Pars aliqua ex *E* reflectitur, pars alia ipsum ingreditur vitrum et refringitur, [*ex antea demonstratis*]. At proinde etiam ubi pervenit ad faciem *CB*, pars aliqua intra vitrum reflectitur, pars autem alia e vitro egreditur. Sed de radiis reflexis heic nihil curandum est: solos radios refractos consideramus. Porro radius in *E* non refringitur totus in eodem angulo, sed plurium veluti filorum diverse refrangi-



billium tela retextitur. Quae omnium maxime refringuntur per *Ep*, violaceum colorem exhibent, rubeum vero colorem pingunt, quae omnium minime refringuntur per *Er*, reliquis coloribus intermediis iacentibus in angulo *pEr*, nempe hoc ordine sedent colores, *rubens, aureus, flavus, viridis, caeruleus, indicus, violaceus*. Illa autem colorum fila in egressu e facie *CB* rursus iter inflectunt, et a perpendicularis *TpN*, *trn* recedunt; filum quidem violaceum *pI* omnium maxime, et rubeum *rR* omnium minime, ac in pariete vel in charta eodem ordine pinguntur. Porro hec representavimus radium *SDE* per unicam lineam rectam, et separata colorum fila tamquam lineas *PR* consideravimus. Verum ob foraminis *D* amplitudinem ex quovis solis puncto defertur exiguus quidam radiorum conus, seu quasi cylindrus ad *E*; et ob diametrum solis apparentem *Ss* defertur per quodvis punctum foraminis *D* conus *EDe* habens angulum *EDe* aequalem angulo *SDs* ad verticem opposito, nempe diametro apparenti solis. Hinc fit, ut radii *DE* et *De* non habeant eundem angulum incidentiae, ac proinde nec eundem angulum refractum. Itaque fila omnia rubea, tum quae profecta ex eodem solis puncto transeunt per omnia puncta foraminis *D*, tum quae descendunt e diversis solis punctis, pingunt circa *R* exiguum ellipsim seu circellum quemdam, cuius cen-

trum proxime occupat rubeus radius e centro solis digressus, et per centrum foraminis transiens. Idem praestant violacei circa *P*, atque ita deinceps a centro circelli rubei ad centrum violacei continua serie disponuntur circellorum omnium centra. Hinc fit, ut in charta vel pariete non linea quaedam colorata pingatur, sed veluti columna binis semi-ellipsibus vel semicirculis in *R* et *P*, et e latere binis rectis infinitas ellipses vel circellos intermedios tangentibus terminata. Porro si interceptis reliquorum colorum filis unicum duntaxat filum, e. g. viride, transmittatur, alteroque primate frangatur, vel pluribus utcumque refractionibus vel reflexionibus torqueatur; iam illud in plura fila non dividitur, sed refringitur totum iisdem legibus, quibus in primo primate fuerat refractum: eundem semper colorem servat, etiamsi prismatis conversione ad quamlibet partem dirigatur, sive transeat per medium lucidum, sive aliorum colorum fila traiciat, aut etiam densioris umbrae confinia radat. Diversam radiorum refrangibilitatem omnino internam et immutabilem demonstrat experimentum illud, nec minus clare ostendit necessariam cum radiorum refrangibilitate colorum connexionem.

Newtonianam doctrinam plurimis experimentis confirmabimus, ubi solventur obiectiones. Quare hec pauca addere satis erit. Si radii primate separati iterum colligantur ope



lentis convexae, ut fieri solet, color albus iterum restituitur. Attamen radii illi, ex quibus collectis albedo nascitur, ultra punctum intersectionis iterum in colores suos dividuntur, sed ordine inverso; illa enim colorum fila in foco collecta sese deinde decussant. Simili ratione si radii rubri, flavi, virides, caerulei et violacei certa proportione misceantur, subalbicans color inde nascetur, qui etiam observabitur in globo septem praedictis coloribus tincto, dummodo globus ille ita rapida manu convertatur, ut singuli colores organum visionis seorsum adficere non possint. Si radii solares interna prismatis superficie sub angulo valde obliquo excipiantur, radii violacei reflectentur, transmittentur autem radii rubri. Ex hoc experimento colligitur, radios magis *refrangibiles* esse quoque magis *reflexibiles*, seu maiori reflexionis facilitate praeditos. Itaque ex his paucis experimentis, et ex aliis plurimis infra explicandis manifestum est, solis imaginem, quam *spectrum solare* appellat Newtonus, compositam esse ex septem radiis primitivis diversa refrangibilitate et reflexibilitate praeditis, nulloque mutationi obnoxiiis. Sed antequam ad alteram conclusionis partem progrediamur, observandum est, solaris imaginis colores ea proportione in septem intervalla dividi, ut proportionalibus septem tonorum musicorum intervallis satis accurate respondeant. Id qui-

dem plane singulare est, sed praecipiti iudi-  
cio concludendum non est, inter colorum  
tonorumque sensationes aliquam esse analo-  
giam. Nihil enim habent sensationes nostrae  
ipsis objectis simile. Certum tamen est, di-  
versos colores variosque illorum gradus ita in-  
ter se componi posse, ut iucundissimum oc-  
culis spectaculum exhibere possint.

Prob. 2. pars. Iridis origo et generatio  
haud melius explicabitur quam sequenti ex-  
perimento. Capiatur globus vitreus *BCD* aqua <sup>Fig.</sup> 32.  
plenus, et ita aperto aëri obiciatur, ut a tergo  
spectatoris *E* positus sit sol *S*. Iam si radius  
*ED* ductus ab oculo ad punctum *D* globi  
*BCD* constituat angulum  $42^{\circ} 11'$  cum recta  
*EM*, quae ad partes solis producta intelli-  
gatur, et in solem ipsum incurrat, *sive quae*  
*parallela concipitur radio incidenti SB*; tunc  
pars globi vitrei *D* rubro colore tincta ap-  
parebit. Sed si angulus *DEM* paulatim mi-  
nuatur; tunc evanescet quidem color rubeus  
sed in eius locum succedet primum flavus,  
tum sequentur colores alii ex ordine, et ul-  
timo loco violaceus. Hic autem postremus  
color sese conspicuum non praebet, nisi an-  
gulus *DEM* fiat  $40^{\circ} 16'$  ita, ut colorum  
limites intra  $42^{\circ} 11'$  et  $40^{\circ} 16'$  continean-  
tur, ac proinde tota colorum latitudo occu-  
pat spatium  $1^{\circ} 55'$ . In hoc autem experi-  
mento colores generantur per binas radiorum  
solarium refractiones, et unam reflexionem.



Nam radius  $SB$  incidens in globi punctum  $B$  primum refringitur in  $BC$ , tum reflectitur in  $CD$ , iterumque refringitur in  $DE$ , atque eadem directionem subit oculum  $E$  angulos praedictos comprehendens cum recta  $EM$ , quae producta tendit ad solem, sive quae radio incidenti  $SB$  parallela concipitur. Porro adnotare oportet, radium solis  $SB$ , qui globo occurrit in  $B$ , et post binas refractiones et unam reflexionem ad oculum in  $E$  pertingit, parallelum esse rectae  $ME$  tendenti ad solem  $S$ . Etenim quum rectae  $BS$ , et  $ME$  tendant ad solem infinito propemodum intervallo a terra distantem, si intervallum illud conferatur cum distantia radiorum  $B$ ,  $M$ , facile intelligitur, rectas  $ME$  et  $BS$  tamquam parallelas et coincidentes haberi posse. Quare productis  $SB$  et  $ED$ , donec concurrant in  $X$ , erunt anguli alterni  $BXD$ ,  $DEM$  aequales inter se. Iam vero quoniam experimento compertum est, apparere colorem rubrum in  $D$ , ubi angulus  $DEM$  est  $42^\circ 11'$ , quumque sit angulus  $DEM$  aequalis angulo  $BXD$ , videbitur quoque color rubeus in  $D$ , si angulus  $BXD$ , quem radius incidens  $BS$ , et emergens  $DE$  producti continent in  $X$ , sit  $42^\circ 11'$ . Si autem hic angulus paulatim minuatur, evanescet quidem rubeus color; sed in eius locum succedent ex ordine colores alii, ut iam diximus. Porro ut conspicuus maneat color violaceus, necesse est, an-

gulum  $BXD$  esse  $40^\circ 16'$ . Si autem angulus paullo minor evadat, iam nulli amplius colores apparebunt.

Ad demonstratas refractionem leges revocari potest praecedens experimentum. Esto  $O$  centrum sphaerae vitreae, a quo in radios  $BX$ , et  $BC$  cadant perpendiculares  $OR$ ,  $OQ$ , iungaturque  $OB$ . Erit  $OBX = SBA$  angulus incidentiae, cuius sinus est  $OR$ , sumto  $OB$  pro sinu toto sive radio, et  $OBC$  erit angulus refractus, cuius sinus est  $OQ$ . Similiter demissis in radium reflexum  $CD$  et emergentem  $EX$  perpendiculis  $Or$ ,  $Oq$ , iunctoque radio  $OD$ , erit  $ODC$  angulus incidentiae, et  $ODX$  angulus refractus, quorum angulorum sinus sunt  $Or$ ,  $Oq$ . Iam vero in refractionibus radiorum rubrorum, quae fiunt in transitu ex aëre in aquam, sinus anguli incidentiae est ad sinum anguli refracti ut 108 ad 81 circiter. In refractionibus vero radiorum violaceorum, quae fiunt pariter in transitu ex aëre in aquam, sinus anguli incidentiae est ad sinum anguli refracti, ut 109 ad 81. Quare in radiis rubeis  $OR$  est ad  $OQ$ , ut 108 ad 81, in violaceis autem, ut 109 ad 81. Similiter in rubeis  $Oq$  ad  $Or$  erit vicissim ut 81 ad 108, in violaceis vero ut 81 ad 109. Quibus constitutis, si calculus ineatur ex trigonometria, prodit angulus  $BXD$  pro radiis rubeis  $42^\circ 11'$ , pro violaceis autem  $40^\circ 16'$ . Qui quidem anguli



Fig. cum experimento ad amussim consentiunt.

Iam fingamus, partem aliquam atmosphaerae, quae oculis spectatoris obversatur, rotundis aquae guttis refertam esse, et rectam *EM* per oculum spectatoris ductam ita positam esse, ut producta ad partes a spectatore aversas in solem incurrat, sive radius incidentibus sit parallela. Si guttula *BCD* talem habeat situm respectu solis et oculi, ut radius *SB* bis refractus et semel reflexus perveniat ad oculum sub angulo *DEM*  $40^{\circ} 16'$ , guttam illam violaceam apparere necessum est. Si autem guttula sublimior talem habeat situm, ut radius bis refractus et semel reflexus accedet ad oculum sub angulo  $42^{\circ} 11'$ , gutta rubea apparebit, et ita dicendum est de aliis guttis intermediis. Itaque si intelligamus innumeras huiusmodi lineas ita, ut semper fiant anguli propriae radiorum refrangibilitati convenientes; diversi repraesentantur colores. 33. Iam vero oculus spectatoris *O* considerari potest tanquam locus in communi vertice conorum omnium, quos generant radii, *KO*, *TO* ad oculum pertingentes. Evidens autem est, pro diversa radiorum refrangibilitate diversos haberi conos, eundem tamen verticem, nempe oculum, habentes. Haec autem conorum formatio intelligi facile poterit, si revocemus in memoriam; obiecta satis remota ad eandem ab oculo distantiam referri, ac proinde tanquam in circulo po-

sita videri. Quare patet, multa obiecta hoc modo disposita sese conspicienda praebere in coni superficie. Igitur manifestum etiam est, guttas rubeas *K* pertinere ad superficiem coni, in quo angulus ad verticem *KOF* maior est; guttas autem violaceas *T* referri ad conum, in cuius vertice angulus *TOF* minor est, et ita aliorum colorum guttae ad conos intermedios referuntur. Hinc ergo intelligitur, diversas guttarum species per diversas colorum fascias vel arcus esse disponendas. Haec quidem est origo iridis, quae *primaria* seu *interna* vocatur. Sed hanc iridem circumdat aliquando alia, quae *secundaria* seu *externa* dicitur.

Iridis secundariae generatio consimili experimento explicatur. 33. Si nempe globus vitreus soli obiciatur ita, ut angulus *MOF* sit  $50^{\circ} 58'$  circiter, apparebit color rubeus in *M*. At si angulus *BOF* evadat paullo maior, evanescet quidem rubeus color, sed in eius locum succedet primum color flavus, tum alii colores, atque ultimo loco color violaceus, qui color ut fiat conspicuus, necesse est, angulum *DEM* esse  $54^{\circ} 9'$ . Ac proinde 32 iridis secundariae limites intra  $50^{\circ} 58'$  et  $54^{\circ} 9'$  continentur ita, ut colorum latitudo occupet spatium  $3^{\circ} 41'$ . Quare distantia inter duas irides *EM* erit  $8^{\circ} 47'$ . 30 Verum in calculis praecedentibus radios per centrum solis transeuntes dumtaxat consideravimus. At quum diameter solis apparens sit  $30'$  circi-