

SECTIO II.

De lumine et igne.

Quum lux et ignis communes quasdam et adfines proprietates habeant, utrumque argumentum eadem sectione complectemur. Id enim in nostris institutionibus maxime cavemus, ne ea separemus, quae sunt coniuncta. Itaque duo erunt huius sectionis capita. Primum de lumine; alterum de igne.

CAPVT I.

De lumine.

Triplici potissimum ratione lux considerari potest: nempe vel in corpore lucido, quod lucem emittit, vel in corpore, quod emissam lucem excipit, et tandem in ipso visionis organo. In hac autem divisione continentur etiam, quae de coloribus et iride in cultiori physica solent explicari. Itaque pro rerum tractandarum varietate et ordine varios instituemus articulos.

ARTICVLVS I.

De lucis natura et emanatione.

I.

Omnes tum veterum tum recentiorum philosophorum de natura lucis sententiae licet plurimum inter se dissidentes ad duo veluti capita referri possunt. Alii nimirum existimant, lucem esse qualitatem aliquam vel accidens, quod lucido corpori modo coniungatur, aliorumque accidentium instar inhaereat, modo ab illis separetur. Alii vero arbitrantur, lucis naturam positam esse in tenuissima quadam substantia corporea quae celerrime agitata corpora illustret, aërem penetret, oculum subeat, nerveasque fibrillas percellens sensum quemdam in illis imprimat. Quod ad primam opinionem spectat, eam breviter et fortasse longius, quam par est, in sequenti conclusione refellemus. Quod vero attinet ad aliorum philosophorum sententiam, ii rursus naturam lucis diversimode explicant. Cartesius vorticum hypothesim heic pro more suo implorat, et rem totam ita exponit. Sol et stellae fixae ex tenuissimis corporibus, nempe ex materia primi elementi seu subtili componuntur, et in globos conformantur, qui circa proprium axem vehementissimo motu

Convertuntur. Iam dum globuli illi aguntur in gyrum, conantur a centro motus recedere, atque hac vi centrifuga circumstantes secundi elementj globulos quaquaversum per rectam impellunt. Quia vero globulosa materia a sole stellisque fixis veluti centris, radiorum instar ad circumferentiam, hoc est, ad extremum vorticis protenditur, dum globulus soli conterminus subtilis materiae vi centrifuga impulsus movetur, idem motus per seriem globulorum propagatur, donec globulus oculo conliguus, et ad tremorem concitatus lucis sensationem excitet; et quidem *in instanti*, non secus ac agitata baculi extremitate alteram extremitatem statim moveri necesse est.

II. Cartesianam hypothesim validissimis argumentis impugnavit Newtonus, et fere demonstravit, lucem consistere in subtilissimis effluviis e corpore lucido tamquam centro per radios perpetuo emanantibus, et in omnem partem rapidissime vibratis. Itaque patet, cartesianam hypothesim a newtoniana sententia duplici ex parte maxime discrepare. 1.^o Cartesius nulla admittit e corpore lucido effluvia. 2.^o Lumen in instanti propagari adserit; quae duo negat Newtonus, cuius sententiam in sequenti conclusione explicabimus et confirmabimus.

CONCLUSIO.

LVX CONSISTIT IN EFFLUVIIS E CORPORE LUCIDO IUGITER EMANANTIBVS, ILLIVSQUE PROPAGATIO INSTANTANEA NON EST SED SVCCESIVA.

Prob. I. pars. Experimentis notissimum est, radios lucis in *speculi* ustorii foco collectos tantam vim concipere, ut ex durissimis quoque adamantibus fumum exprimere, corpora plurima in calcem vitrumque redigere valeant. Hi autem alique id genus effectus intelligi nequaquam possunt, nisi tenuissima lucis corpuscula undequaque dispersa in minus spatium redigantur, vimque maiorem adquirant; ac proinde lux in perpetua seu iugi tenuissimarum particularum emissionem consistit. Et re quidem ipsa corpora omnia lucida, ut flamma et ignis, dum lucent et urunt, tandem consumuntur, atque omnino dissipantur.

Neque est quod cartesianam vorticum hypothesim iam antea profligatam heic iterum refellamus. Satis erit ostendere, lucis propagationem consistere non posse in pressione quadam per fluidum aliquod elasticum diffusa. Etenim fluidum illud pressionem suam undequaque exerceret, non secus ac in sono videmus contingere. Itaque sol etiam latenus sub horizonte nobis foret conspicuus, eo-

dẽm plane modo, quo sonus in quavis cubi-
culi parte per fenestram auditur. Ex his
iam sic concluditur. E corporibus lucidis per-
petuo seu iugiter emanant effluvia illa, quae
experimentis sese manifestant, et quae lucis
phaenomena omnino postulant; atqui sine per-
petua corpusculorum emanatione explicari non
possunt experimenta, lucisque phaenomena,
quibus minime satisfacit fluidi elastici pressio;
ergo lux consistit in effluviis e corpore lucido
perpetuo emanantibus.

Prob. 2. pars. Luminis propagationem *in-
stantaneam* non esse, sed tempore aliquo
indigere, ex prima conclusionis parte mani-
festum est. Etenim quum effluvia e corpore
luminoso ad oculos nostros emitti progredi-
que debeant, motum illum in instanti fieri
repugnat; quum quaelibet materiae transla-
tio aliquod postulet temporis intervallum. Suc-
cessivam luminis propagationem non solum
demonstrant observationes astronomicae, sed
ipsam quoque propagationis velocitatem osten-
dunt. Circa iovem satellites quattuor revol-
vuntur, ut circa terram luna. Et quemad-
modum luna eclipsim patitur, ubi telluris um-
bram subit; ita quoque eclipsim patiuntur
satellites, ubi iovis umbram subeunt, iove
scilicet solem inter et satellites constituto.
Satelles intimus horis circiter 42 revolutio-
nem absolvit, et in singulis revolutionibus
ob exiguam a iove distantiam in iovis um-

bra immergitur. Observatum autem est, tel-
lure inter solem et iovem existente, satelli-
tis ab umbra iovis emersionem citius contin-
gere, quam per calculos astronomicos fieri
debet. Contra autem sole inter iovem ter-
ramque constituto, praedicti satellitis emer-
sionem tardius accidere observatur, quam se-
cundum tabulas astronomicas fieri oporteret.
Haec autem acceleratio vel retardatio nulla
alia ratione intelligi potest, quam ex succes-
siva luminis propagatione. Haec enim effice-
re debet, ut breviori temporis intervallo lux
e minori distantia deferatur. Accuratissimis
autem diuturnisque observationibus innotuit,
totam temporis differentiam pertingere ad 14
minuta prima, iove accedente ad terram vel
ab ea recedente per intervallum, quod du-
plae distantiae solis a terra aequale est. Qua-
re attributa sunt minuta septem circiter pro-
pagationi successivae lucis a sole ad terram.
Hinc tandem argumentari licet. Successiva est
propagatio illa, quam instantaneam esse, et
ipsi lucis naturae et observationibus astro-
nomicis repugnat; atqui instantanea lucis pro-
pagatio et lucis naturae et modo resensitis
observationibus repugnat; ergo lucis propa-
gatio instantanea non est sed successiva.

SOLVVNTVR OBIECTIONES.

Obiect. adversus 1. partem. In hypothesi

newtoniana sol, qui lucis nostrae fons est et origo, per vastissima undequaque spatia a multis retro saeculis corpuscula perpetuo emitteret; et quidem sine ullo substantiae solaris detrimento, quod omni caret verissimilitudine. Quare sic argumentantur aliqui. Repugnat hypothesis illa, quae lucis solaris iacturam maximam et extinctionem fere omnem induceret; atqui talis est sententia de effluuiorum a corpore luminoso iug emanatione; ergo lux non consistit in effluuiis a corpore luminoso perpetuo emanantibus. Resp. N. min. Nullius momenti est obiectio illa, quae imperito quorundam physicorum vulgo videtur gravissima. Licet sol distet a terra semidiametris terrestribus ad minimum 22000, et singulis horae semiquadrantibus novo lumine impleat sphaeram toto globo terraquaeo plusquam decies millies maiorem, inde tamen timenda non est solaris luminis iactura. Et quidem difficultatem penitus tollit immensa luminis tenuitas, quae omnem imaginandi vim longe superat. Satis sit observare, levissimam plumulam filo suspensam, immisso statim solis radio, ne leviter quidem agitari. Praeterea delicatissimum visionis organum, licet incurrentes perpetuo solis radios excipiat, nullam tamen ex huius materiae affluxu offensionem patitur. Verum quum tanta sit radiorum solarium velocitas, necessum omnino est, ut minimam et fere nullam contineant materiae quantita-

tem; alioquin enim radii lucis immensa fere vi corpora impeterent, totamque telluris compagem dissolverent. Haec autem responsio facilius intelligetur, si revocetur in memoriam praeclarissimum theorema, in quo demonstravimus, non repugnare, portionem materiae valde exiguam in vastissimam sphaeram ad saturnum usque extendi, iisdem manentibus, quae in praesenti rerum statu observamus, phaenomenis. Quae quum ita sint, substantiae solari reparationem aliquam frustra quaesiverunt nonnulli.

Obiect. 2. Lux corpora quaedam penetrat, in aëre; crystallo aliisque pellucidis corporibus liberrime diffunditur, et quidem secundum lineam rectam. Hinc lucem *accidens* esse, ac proinde illius propagationem in subtilissimis effluviis positam non esse, tali ratiocinatione concludunt peripatetici. Verisimile non est, subtilissima etiam effluvia intimam corporum substantiam pervadere, et per vastissima spatia motu rectilineo propagari; ergo falsa est conclusio. Resp. N. ant. Prima huius obiectionis pars vix responsione indiget. Etenim si lux sit accidens, intelligi certe non potest, cur ipsa aliquorum dumtaxat corporum substantiam pervadat, cur corpora aliqua sint pellucida, alia autem opaca. Quod quidem nos facile explicabimus, ubi de pelluciditate et opacitate sermo erit.

Quod spectat ad rectilineam luminis pro-

pagationem, ex lucis directione nequaquam pendet nostra conclusio. Haec obiectio in ipsos adversarios facile retorqueri posset. Demonstrant quidem experimenta, rectilineam *ad sensum* esse luminis propagationem in exiguis distantiiis. Ita in cubiculum tenebrosum introducto solari radio, lineam lucidam recta protensam observamus. Verum accurate rectilineam luminis propagationem neque in distantiiis maioribus, neque etiam in minoribus nos admittimus, quod deinde explicabimus, ubi de lucis transitu per diversa media tractabimus. Interim recordari satis erit experimentum iam alias memoratum. Si nempe solaris radius intra obscurum cubiculum exceptus prope corporum extrema, puta, per cultri acutissimam aciem transeat, illam per rectam progredi non observatur, sed ad corporis extremitatem inflecti atque incurvari, manifeste deprehenditur. Quod quidem experimentum nulla ratione explicare poterunt peripatetici, neque etiam fortasse cartesiani.

Obiect. 3. Effluuioꝝ hypothesis eam potissimum ob causam adhiberi videtur, ad explicandam nempe successivam luminis propagationem; nulla autem est huius hypotheseos hac in re utilitas. Et quidem consideremus globulos duos aequales et elasticos, quorum diameter communis dicatur d ; unus autem alium quiescentem percutiat velocitate constanti v , dicaturque a spatium inter globuli

percutientis extremitatem anteriorem et globuli percussi extremitatem posteriorem comprehensum. Evidens est ex demonstratis in physica generali conflictuum legibus, globuli percutientis extremitatem anteriorem de-

scribere spatium a tempore $\frac{a}{v}$ (§. II. art.

I. cap. I. part. I. sect. I.); quo nempe attinget globulum alterum. Deinde extremitas anterior globi percutientis, et extremitas posterior globi percussi ex puncto con-

tactus movebuntur communi velocitate $\frac{v}{2}$,

hoc est, globulus, qui antea movebatur ve-

locitate v , amittet velocitatem $\frac{v}{2}$; quam glo-

bulus alter acquirat. Iam dicatur x spatium, quod punctum contactus percurrit, interea dum globulus elasticus comprimitur et relaxatur, punctum contactus percurrat spatium

x velocitate $\frac{v}{2}$, tempore $\frac{2x}{v}$, ut patet. Tunc

primus globulus quiescit, et extremitas anterior globuli percussi describit spatium quod-

libet c , velocitate v , tempore $\frac{c}{v}$. Iam vero

spatium inter locum, quem ante ictum occupabat globi percutientis extremitas anterior, et inter locum, quem occupabat extremitas anterior globuli percussi, patet esse

$= \frac{a+x+c+d}{v}$. Quare si duo tantum

fangantur globuli, erit differentia temporis in

hypothesi *emissionis* et *pressionis* $= \frac{d-x}{v}$. Si

ponatur tres globuli, differentia fiet $\frac{2d-2x}{v}$,

et ita deinceps. Positoque globulorum numero n valde magno, differentia erit quam-

proxime $= \frac{nd-nx}{v}$. Ac proinde si fiat $d=x$,

nulla erit temporis differentia, hoc est, lucis propagatio eodem omnino tempore fiet in utraque hypothese *pressionis* vel *emissionis*. Itaque inutilis omnino est hypothesis illa, si propagationis *successivae* phaenomenis aequae satisfaciatur *pressio* cartesiana; atqui, ut ex dictis patet, phaenomenis *successivae* propagationis perinde satisfacit *pressio* cartesiana atque *emissio* newtoniana; ergo *emissio* effluuorum newtoniana inutilis prorsus est. Resp. N. min. Haec subtilissima et accuratissime demonstrata obiectio iis tantum adversatur

physicis, et quidem plurimis, qui ex *successiva* lucis propagatione corpusculorum *emissionem* ostendere conantur, quod quidem immerito faciunt, nisi hac ratiocinatione utan-

tur: in praecedenti formula $\frac{dn-nx}{v}$, diffe-

rentia temporis in uno dumtaxat casu fit nulla; dum nempe $d=x$, hoc est, si globuli unius diameter spatio percurso x aequalis sit; in alio autem quolibet casu aliqua habetur temporis differentia. Quare *pressionis* hypothese unus tantum casus patrociniatur, ceteri omnes infiniti adversantur. Haec quidem ratiocinatio valde probabilis est, non tamen vim demonstrationis obtinet. Atque ea de causa corpusculorum *emissionem* non ex *successiva* lucis propagatione ostendimus; sed contra ex radiorum *emissione* *successivam* luminis propagationem demonstravimus.

Obiec. 1. adversus 2. partem. Validissimum *successivae* propagationis argumentum ab omnibus reputatur illa temporis differentia, quam in satellitis intimi iovialis eclipsibus observant astronomi pro varia satellitis a tellure distantia. At Iohannes Dominicus Cassinus hunc propagationis *successivae* effectum non observavit in aliorum satellitum eclipsibus; immo ne in ipso quidem satellite intimo constans deprehenditur effectus ille. Etenim si iupiter, dum est in minima vel maxima a

tellure distantia, sit simul in minima a sole distantia, minus remotus est a terra, quam si fuerint in maxima a sole distantia, et differentia distantiarum aequalis erit differentiae distantiarum iouis a sole, quae proxime aequalis est dimidiei distantiae solis a terra, ut notum est ex astronomia. Quare, ceteris paribus, in primo casu per tria saltem minuta citius lumen propagari deberet quam in secundo, ac proinde citius in primo quam in secundo casu conspicuae forent eclipses, quae tamen temporis differentia non observatur. Igitur ex observationibus astronomicis id tandem colligi potest: successivam lucis propagationem non demonstrat illa temporis differentia, quae nec constanter observatur, nec talis apparet, qualem postulerent successivae propagationis phaenomena; ergo lucis propagatio non est successiva. Resp. dist. ant. non observatur ob praetermissas correctiones omnino necessarias, C. ant. adhibitis correctionibus necessariis, N. ant. et N. cons. In tabulis astronomicis, quas adhibuit Cassinus, et quibus deinde usi sunt alii plurimi, omissae fuerunt correctiones nonnullae, quas tamen necessario postulabant satellitum iovialium motus. Correctiones illas heic explicare non licet, quum sine doctrina astronomica intelligi non possint. Satis erit observare, pro varia satellitum positione varios omnino esse et nequaquam negligendos erro-

res ex mutua illorum attractione oriundos. Accuratiores satellitum iovialium tabulas ediderunt celeberrimi astronomi Halleius et Bradleyus, qui omnem, quantum in re subtilissima fieri potest, adhibuerunt diligentiam per triginta et amplius annos. Satellitum motus exquisitis telescopiis persecutus est vir peritissimus D. Pound, cuius observationes cum doctrina astronomica accurate consentiunt. Itaque nullum iam superest diligentioribus astronomis dubium, quin eadem valeat in omnium satellitum eclipsibus temporis differentia, proportionem servata. De satellitum erroribus et correctionibus adhibendis legantur claris. D. de Lise litterae ad astronomos datae ann. 1750.

Obiect. 2. Si ea sit lucis celeritas, ut a sole ad nos perveniat tempore octo minutorum circiter; lux e stellis ad nos devenire non poterit nisi post longissimum tempus. Etenim licet ignota sit stellarum a tellure distantia, certum tamen est, eam immanem esse, et vix cum distantia solis comparandam. Hinc facile colligitur, stellas a nobis videri per lumen post plures annos emissum, immo post plura annorum millia. Itaque admittenda non est haec hypothesis, quae tot absurda et minime credibilia continet; atqui talis est hypothesis de successiva luminis propagatione; ergo admittenda non est. Resp. N. Minime absurda sunt haec, quae obii-

ciuntur, licet minus credibilia videri possint iis, qui sensuum praeiudiciis aduerti magnitudines omnes intervallaque omnia et tempora ex crassioribus, sensuum observationibus et praeiudicatis opinionibus definiunt. Et quidem certum omnino est, lucis radios successive propagatos a remotioribus stellis ad nos pervenire non potuisse nisi post plura saecula. Si autem supremus rerum omnium conditor stellas statim post mundi creationem videri voluit, simul quoque creavit luminis vestigia a stellis ad nos usque protensa, alioquin inter stellas fixas esse possent aliquae, e quibus nondum ab initio mundi lux ad nos pervenisset. Ceterum si immensa haec lucis vestigia statim Deus non creaverit, fieri posset, ut aliquae remotissimae stellae post multa annorum millia videri inciperent, et pro stellis novis haberentur. Porro in his omnibus nihil est, quod vel tantisper repugnet.

Obiect. 3. Admissa successivae propagationis hypothesis, iam in corporum coelestium motibus duae correctiones adhibendae sunt, una scilicet ex luminis propagatione, altera autem ex ipso obiecti motu. Et quidem dum obiectum lucem emittere incipit, non statim hoc ipso instanti conspicitur, sed eo tardius observatur, quo maior fuerit inter obiectum et spectatorem distantia. Si obiectum et spectator quiescant, nullum in directione obiecti discrimen esse potest. At si interim mo-

veatur obiectum, locus apparens, qui ad pri-
Fig.
mam radii directionem refertur, maxime differet a loco vero, si obiecti distantia sit valde magna. Ita ob maximam stellarum distantiam loca illarum apparentia a veris immanner discreparent, neque vera illarum distantia ullo modo posset definiri. Haec autem gravissima difficultas evanescit, si instantanea sit lucis propagatio. Non solum enim obiecta eo ipso instanti, quo lucem emittunt, apparent, sed etiam secundum ipsam radii directionem viderentur, neque spectatoris vel obiecti translatio discrimen ullum adferre posset. His praemissis sic tandem concluditur. Hypothesis illa omnino repugnat, quae universam turbaret astronomiam; talis est, quae in conclusione statuitur; ergo reiici debet hypothesis de successiva luminis propagatione. Resp. C. mai. N. min. Haec obiectio occasionem praebet explicandae correctionis astronomicae, quam lucis *aberrationem* appellant. Huius aberrationis duplicem casum considerabimus. Vel movetur obiectum lucidum, quiescente spectatore; vel contra movetur spectator, interim quiescente obiecto lucido.

Ponamus, ex obiecto lucido *O* emanare radium, qui obiecto quiescente ad oculum *S*. spectatoris pertingeret secundum directionem *OE*, celeritate *c*. Deinde fingamus, ipsum obiectum progredi secundum directionem *OV*, velocitate *s*, evidens est, completo paralle-

Fig. logrammo $OVEA$, directionem radii incidere in diagonalem OA , atque obiectum spectatori apparere in O , quamvis re vera sit in V . Itaque locus verus a loco apparente discrepabit angulo OAV . Iam capiatur OV ; $OE = s : c$, erit velocitas radii OA ad velocitatem secundum OE , ut OA ad OE . His praemissis iam facile invenitur angulus OAV . Sinus anguli AOV dicatur m . Ducta ex puncto V perpendiculari Vp ad diagonalem OA , erit Vp ad OV , ut sinus anguli AOV ad sinum totum seu $Vp : OV = \sin. \text{ anguli } O : 1$. Hoc est $Vp : s = m : 1$. Vnde $Vp = ms$ ac proinde sumta unitate pro sinu toto, erit $Vp = ms$; sed in triangulo VpA sinus anguli OAV est ad sinum totum, ut pV ad AV vel OE , seu sinus anguli $A : 1 = Vp : AV$. Quare habebitur sinus anguli quaesiti $A =$

$$\frac{Vp}{AV} = \frac{ms}{OE}$$

9. Iam quiescat obiectum in puncto O ; spectator vero promoveatur in recta AE velocitate r ; dum in A versatur, excipiet radium ex obiecto propagatum per directionem OA . Quia vero radius secundum directionem OA celeritate c impingit in oculum, qui moveri ponitur celeritate r secundum directionem AE ; patet, radii motum dividi posse in duos, quorum unus PA sit normalis ad AE , alter OP congruat cum directione AE .

Quare si OA exprimat lucis celeritatem c , erit PA ut celeritas normalis ad AE , et OP erit celeritas secundum directionem EA , quae quum sit contraria celeritati oculi r , eundem praestabit effectum, ac si augetur velocitate r , et in oculum quiescentem incurreret. His praemissis, capiatur $OA : AE = c : r$, augeaturque celeritas radii OP parte $OQ = AE$, atque oculus in A quiescens radium excipiet, cuius motus erit compositus ex motu PA et motu QP ; unde resultabit radius QA , in cuius directione obiectum a spectatore in A constituto cernetur. Igitur spectatori, qui, etiam si moveatur in A , tamen quiescere sibi videbitur, obiectum apparebit sub angulo QAE , quod tamen apparet sub angulo OAE , si lux propagaretur in instanti. Quare angulus QAO est differentia inter locum verum et apparentem. Iam anguli apparentis QAE sinus dicatur m , sitque $OA = c$, $OQ = AE = r$; evidens est,

anguli QAO sinum esse $= \frac{mr}{c}$ prorsus ut antea.

Hi sunt duo casus propositi, in quibus patet, eadem plane ratione inveniri angulum aberrationes. In primo casu data est ratio celeritatis lucis ad celeritatem obiecti, in altero autem datur ratio celeritatis lucis ad celeritatem spectatoris. Evidens autem est, eo

maiolem esse aberrationis angulum, quo maior est ratio velocitatis obiecti vel spectatoris ad velocitatem lucis. Duo praecedentes casus ad astronomiam transferri possent; sed res ad praesentem locum non pertinet. Breuiter observare satis sit, per *obiectum* designari posse stellam aliquam, et per *spectatorem* posse intelligi terram ipsam, si motum terrae fingere liceat. Iam ob minimam rationem velocitatis terrae ad velocitatem lucis, patet minimam omnino fore loci veri et apparentis variationem, quam tamen in hac etiam hypothesi non negligunt astronomi. At si loco diurni terrae motus, similis motus tribuatur sideribus, aberratio fit maxima. Itaque praecedens obiectio nostrae conclusioni minime repugnat, quum hanc fateamur lucis aberrationem, quae omnino negari non potest. Ceterum difficultates; quae adversus telluris quietem inde nasci possent, explicare non est huius loci. Hanc eandem doctrinam commode rebocavimus, ubi sermo erit de mundi systemate.

ARTICVLVS II.

De lucis propagatione generatim considerata.

Observ. I. *Lucis propagatio considerari potest vel quatenus fit per medium aliquod*

non resistens, vel quatenus lucis radius medium aliquod traiciens, in medium aliud diversae densitates incurrit. Si lucis propagatio primo modo spectetur, manifestum est, eam fieri a singulis corporis lucidi punctis in spatium undique circumfusum, tanquam radiis a centro sphaerae ad totam superficiem emissis. Quod sequenti observatione patet. Si lucerna minima in loco libero collocetur, in cunctis punctis superficiei sphaerae conspicua est, cuius centrum lucerna occupat. Si autem inter lucernam et oculum in recta linea interponatur opacus obex, lux amplius non videtur. Quam ob causam lucem in rectis lineis delatam radios luminis philosophi omnes appellare consueverunt.

Observ. II. *Radiolorum lucis vis minima est et fere nulla. Quod plurimis iisque obviis observationibus confirmari potest. Et quidem lux delicatissimum visionis organum pervadit, adscitque, nullo ei, ne levissimo quidem, illato damno. Praeterea reperitur in aqua putrida animalculum adeo exile, ut pollex quadratus integrum billionem eorum caperet. Huius animalculi longitudo plerumque centies quinquagies maior est eius crassitie, quae proinde nec millionesimam unius lineae partem exaequat. Quanta vero erit subtilitas organi visus, quod alia animalcula insectari deglutireque observatur? Haec omnia plane demonstrant vim*

luminis organum visus etiam in animalculo pervadentis minimam esse et fere nullam. Quum autem ex observationibus astronomicis constet, lucis velocitatem admirandam prorsus esse, concludere licet ex praecedentibus observationibus, radiorum lucis subtilitatem admirandam etiam esse atque incredibilem. Sunt enim vires uti productum ex massa in velocitatem. Ex hac lucis subtilitate derivandum est, quod radii lucis ab uno puncto propagati nullatenus officiant aliis ab alio puncto procedentibus, adeo ut radii e diversis punctis procedentes sese invicem intercipient, decussent atque in transversum agantur, immo eadem via in oppositum ferantur, quoniam tamen viribus mutuis a via sua deturbentur, neque ullam a mutua eorum actione celeritatis iacturam patiantur. Quod sequentibus observationibus manifestum est.

Observ. III. Ex astronomia evidenter constat, lumen solare nocturno tempore diffundi per vasta illa spatia, in quibus planetae vagantur. Id tamen minime officit, quominus lumen fixarum per eadem spatia ad nos usque propagatur. Experimento item constat, quod si aliquis intra profundissimam telluris cavernam constituitur, vel longioris tubi ope coelum intueatur ita, ut radii solares ad ipsius oculum nequaquam pertingant, stellas directe ipsi imminentes etiam meridia-

no tempore conspiciat, viam radiorum ab stellis emissorum non impediuntibus radiis solaribus. Quum igitur rarissimi sint radii a fixis procedentes, atque ab immensa fere distantia orientur, nullo pacto ad nostros oculos pervenire possent, si a radiis solaribus interciperentur, aut aliquatenus resistantiam paterentur.

Prop. I. SI LVX A CORPORE LVCIDO PROPAGATVR PER RADIOS DIVERGENTES, INTENSITAS LVCIS EST IN RATIONE INVERSA DVPLICATA DISTANTIARVM.

Prob. Etenim intensitas lucis est ut densitas radiorum in datum planum impingentium. Iam vero radii, qui in distantia AC diffundebantur per hemisphaerium descriptum a semicirculo TCG, in distantia AB diffundentur per hemisphaerium descriptum a semicirculo DBE. Sunt autem densitates luminis reciproce, ut superficies hemisphaeriorum a semicirculis illis descriptorum. Superficies vero illorum hemisphaeriorum sunt in ratione duplicata radiorum seu distantiarum AC et AB. Adeoque intensitas luminis in C est ad intensitatem in B in ratione duplicata AB ad AC. Comprobatur etiam propositio experientia. Si ab ardente candela eo usque recedat aliquis, donec characteres libri adhuc dicerni ac legi pos-

sint: dein vero mensurato hoc intervallo ad duplam distantiam progrediatur; quattuor candelis aequalis crassitudinis opus erit, ut iidem characteres discernantur ac legantur. Erit itaque in dupla distantia intensitas luminis quadruplo minor.

Quamvis radii a singulis corporis lucidi punctis emanantes continuo divergant; possunt tamen considerari convergentes, si spectentur tamquam e diversis corporis lucidi punctis prodeuntes, tuncque erit intensitas lucis in ratione inversa duplicata distantiae a puncto concursus radiorum, seu quod idem est, in ratione duplicata directa distantiae a corpore lucente. Quod patet in fig. 53. Si radii emittantur ad distantiam valde magnam, radii paralleli progrediuntur; tumque lucis intensitas non variatur.

Haec autem ita debent intelligi, si lux in medio non resistente propagetur. Si enim aer particulaeque in eo circumvolitantes, aqua vel vitrum lucem aliquatenus interceptiat, intensitas luminis minor est, quam quae [ex hactenus demonstratis] observari deberet. Aliud vero accidit, si radii per refractionem condensentur, ut deinceps videbimus.

Ex explicatis radiorum lucis directionibus patet, quod si corpus opacum ex una tantum parte illuminetur, umbra proiici-

tur in partem oppositam iuxta lucis radius Fig. in lineis rectis propagatos, externamque corporis superficiem radentes. Si autem sphaera lucida maior illuminet minorem opacam, plus quam dimidia huius pars illuminabitur. Contrarium fiet, si minor illuminet maiorem opacam. Dimidia vero sphaera illuminabitur, si utraque et illuminans et illuminata fuerit aequalis. Quod quidem liquet fig. 53.

Si lucis radius medium aliquod traiciens in medium aliud diversae densitatis vel naturae deinde transeat, directionem mutat; idque duplici modo fieri potest. Si nempe radius medium penetrare non possit, in illius superficie reflectitur; sin contra medium possit pervadere, refringitur. Porro dum dicimus, reflexionem fieri in corporis superficie, id debet intelligi dumtaxat de reflexione quod ad sensum. Hanc enim quaestionem, utrum reflexio in contactu fiat vel prope contactum, speciali conclusione deinde examinabimus.

Defn. (1. Sit AC radius ex aere in vitri 10. superficiem PQ incidens. Ex puncto C , in quo radius superficiei occurrit, erigatur perpendicularis MD ad ipsam superficiem. Punctum C dicitur punctum incidentiae, recta MD cathetus incidentiae, et angulus ACM vel ipsi aequalis DCB angulus incidentiae vocatur. Si radius incidens AC vitrum pe-

netrare non possit, mutata directione per *CI* reflectitur, efficiendo angulum *MCI*, qui *angulus reflectionis* appellatur. At si radius incidens *AC* vitrum penetrare possit, mutat quidem primam directionem *CB*; sed refractionem patitur versus *CT*, atque angulus *DCT*, qui efformatur a radio refracto *CT* cum axe refractionis *DC*, dicitur *angulus refractus*. Angulus *TCB*, qui efformatur a duobus radiis, incidente *BC* et refracto *TC*, vocatur *angulus refractionis*, *BE* sinus anguli incidentiae, et *TH* sinus anguli refracti.)

Coroll. Ex praecedentibus definitionibus evidens est, angulum reflexionis vel refractionis iacere in eodem plano cum angulo incidentiae, illudque planum ad superficiem medii perpendiculariter insistere. Etenim huius anguli positio pendet ex catheto incidentiae, qui ad eandem superficiem perpendicularis est. Accuratissimis experimentis compertum est, sinum anguli reflexionis vel refractionis esse semper ad sinum anguli incidentiae in data ratione. Nempe in reflexione ratio illa semper est *aequalitatis*, quantum experimentis in re subtilissima innotescere potest; in refractione autem *constans* quidem est in eodem medio sinuum ratio, at pro mediorum diversitate varia est. Ita si punctum lucidum transeat ex aëre in aquam pluvialem, sinus anguli refracti est ad sinum anguli incidentiae ut 3 ad 4 circiter. Si transeat ex aëre

in vitrum, ratio eorumdem sinuum est ut 2 ad 3, et vice versa in transitu ex aqua aërem ratio est ut 4 ad 3; ex vitro in aërem ut 3 ad 2. Proinde iisdem experimentis etiam constat, radios lucis in transitu ex medio rariori in densius accedere ad perpendicularum; contra autem recedere a perpendicularo, si transeant ex medio densiori in rariis. Inde autem facile colligitur, radium perpendiculariter incidentem in ipsam medii superficiem vel reflecti in se ipsum, vel medium ipsum recta permeare sine ulla refractione. Et quidem in hoc casu sinus anguli incidentiae $\equiv 0$, ac proinde et sinus anguli reflexionis vel anguli refracti $\equiv 0$, ideoque radius coincidit cum catheto incidentiae.

Si radius lucis sub quocumque angulo in medium incidat, illudque non permeet, reflecti semper poterit. Verum si anguli incidentiae sinus *ita decrescat, ut ex natura medii sinus anguli refracti non possit eam tenere rationem, quae constans in duobus mediis observatur*; radius non semper poterit medium penetrare: hoc est, in angulis incidentiae certi sunt limites, ultra quos radius refringi non potest, nec proinde e medio in quo est, emergere, et in alterum transire, quod exemplo illustrabimus. Ponamus, punctum lucidum ex aëre in aquam incidere sub angulo fere 90° , angulus refractus foret $48^\circ \frac{1}{2}$; quum sinus totus vel sinus incidentiae sit ad

Fig sinum anguli refecti ut 4 ad 3; ex qua ratione invenitur angulus refractus $48^{\circ} \frac{1}{2}$ circiter. Quare si radius ex aqua transeat in aërem sub angulo incidenciae $48^{\circ} \frac{1}{2}$, emergere debet ex aqua radendo illius superficiem, efficiens angulum refractum circiter 90° . At si radius angulum incidentiae efficeret maiorem $48^{\circ} \frac{1}{2}$, tunc sinus anguli refracti foret maior sinu toto, quod est absurdum. Fieri ergo non potest in hoc casu ut radius emergat. Et re quidem ipsa experimento comperum est, hunc radium reflecti e superficie communi aëris et aquae, atque in aqua remanere.

Prop. II. SI LVCIS REFLEXIO FIAT IN SPECULO QVOQVMQVE, ANGVLVS INCIDENTIAE AEQVALIS EST ANGVLVS REFLEXIONIS.

Dem. Haec propositio, quae lex reflexionis dici potest, adsumi debet instar axiomatis observationibus potius quam rationibus demonstrandi. Si radius solaris in locum obscurum intromittatur, atque speculo plano politissimo excipiatur; ipsum resilire ita observabitur, ut angulus reflexionis aequalis sit angulo incidentiae. Si super speculum

12. DE collocetur semicirculus FIG ita ut centrum sit in B, et superficies ad speculum perpendicularis, sumtisque arcibus aequalibus Fa et Gc, in A collocetur obiectum

in C vero oculus; obiectum per radium reflexum a puncto B videbitur. Quod si punctum B tegatur, non amplius videri poterit obiectum. Hinc illud etiam patet, quod radius BC eadem vi a puncto reflectente B recedit, qua inciderat. Motus enim AB radii incidentis resolvatur in AF, AH. Iam quum motus AH parallelus ad speculum integer maneat, erit $HC = AH$, radius vero incidens impingit in B motu HB, qui si non permansisset idem in reditu, non foret $BH = HB$, adeoque neque angulus $CBG = ABF$. Sed aequalitas horum angulorum observatur; ergo eadem manere debet vis radii redeuntis atque incidentis.

Ex aequalitate angulorum incidentiae et reflexionis tota pendet speculorum doctrina. Radii lucis per reflexionem sunt plerumque divergentes vel convergentes. (Punctum vel locus, in quo radii convergentes concurrunt, vocatur focus. Punctum vel locus, in quo radii concurrissent, si in eodem medio pergere potuissent, aut punctum, e quo radii divergentes recta producti venissent, vocatur focus imaginarius.)