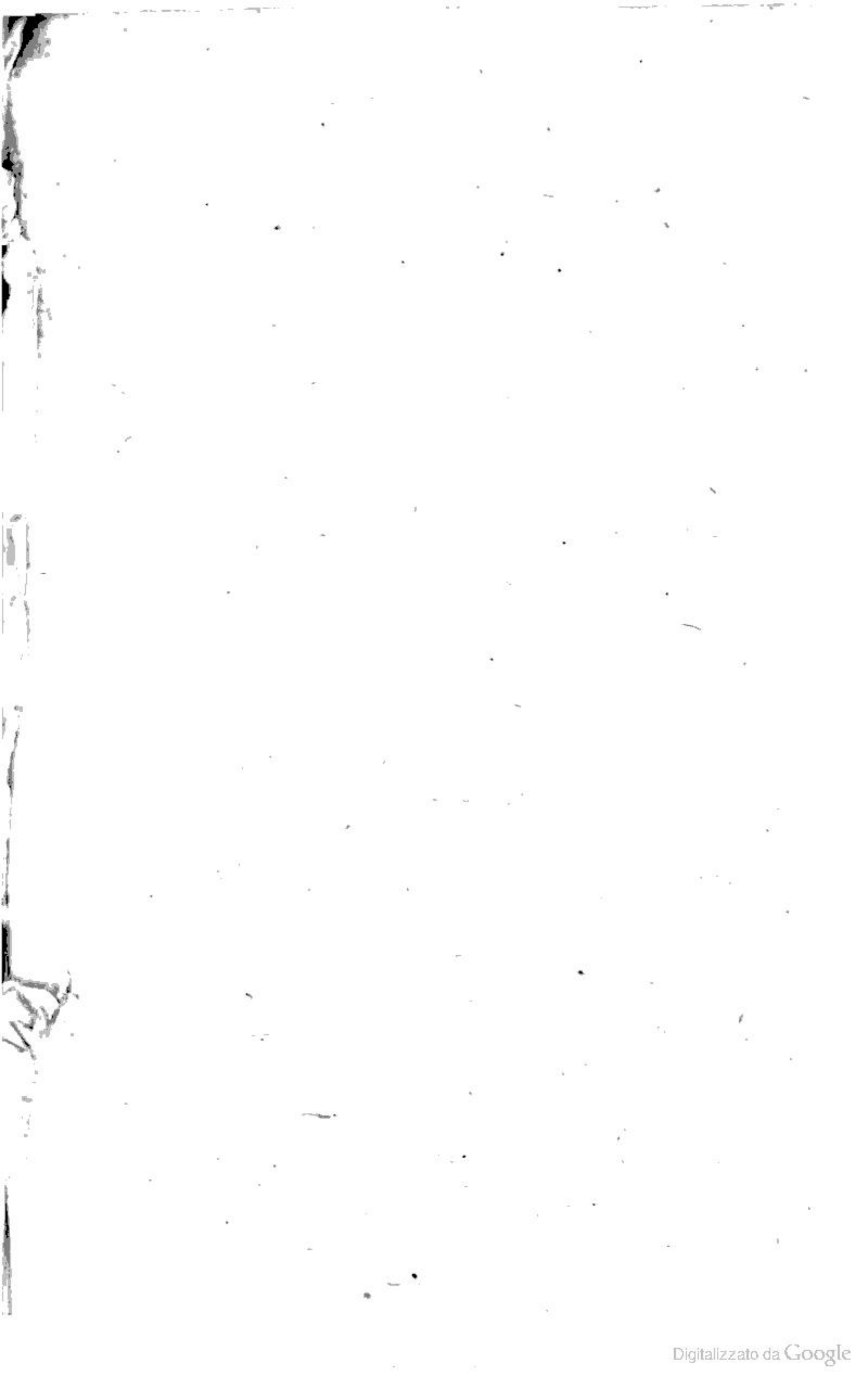


RI-2-3



R. 5018

FOA
6394

E L E M E N T A
P H Y S I C A E

CONSCRIPTA IN USUS ACADEMICOS

^A
PETRO VAN MUSSCHENBROEK

Quibus nunc primum in gratiam studiosæ juventutis accedunt
ubique auctaria quamplurima, frequentissimæ adnotationes,

DISSERTATIO PHYSICO-HISTORICA

DE RERUM CORPOREARUM ORIGINE, AC DEMUM
DE REBUS CÆLESTIBUS TRACTATUS

OPERA ET STUDIO V. CL.

ANTONII GENUENSIS.

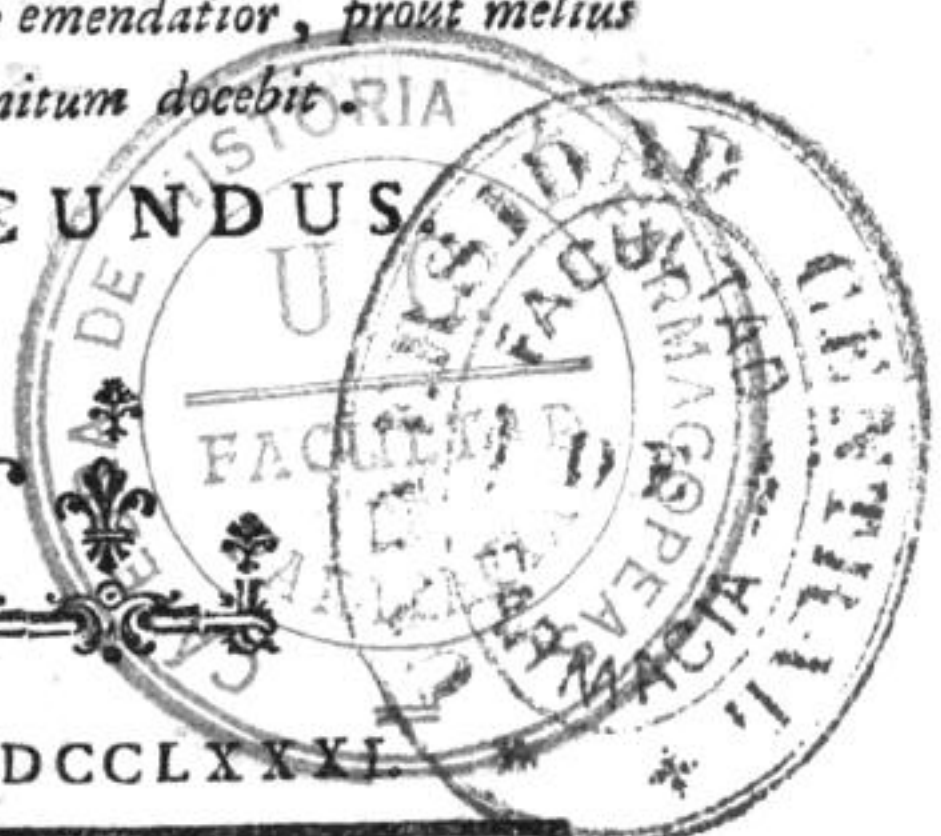
EDITIO QUINTA VENETA

*Anteactis omnibus auctior, atque emendatior, prout melius
prefixum Tomo I. Monitum docebit.*

TOMUS SECUNDUS



BASSANI, MDCCLXXI.



SED PROSTANT
VENETIIS APUD REMONDINI.
SUPERIORUM PERMISSU, AC PRIVILEGIO.

Cum animus cælum, terras, maria, omniumque rerum naturas respexerit, eaque unde generata, quo recurrant, quando, quomodo obitura, quid in iis mortale & caducum, quid divinum, æternumque fit viderit in hac illa magnificentia rerum, atque in hoc conspectu, & cognitione naturæ, Dii immortales! quam ipse se noscet, quam despiciet, quam pro nihilo putabit ea, quæ vulgo dicuntur amplissima? *Cic. Leg. 1.*

ORDO CAPITUM

Secundi Tomi

PHYSICÆ ELEMENTORUM.

CAP. XXVII.	D E Proprietatibus Lucis generalibus , Pag. 5.	
XXVIII.	De Luce refracta .	18
XXIX.	De Luce illapsa in superficies Planas & Spheri- cas Mediorum refringentium .	28
XXX.	De Luce ex Aere illapsa in Vitrum , atque ex eo iterum in Aerem transeunte .	34
XXXI.	De diversa Radiorum refrangibilitate , & Colo- ribus .	38
XXXII.	Descriptio Oculi .	49
XXXIII.	De Lucis transitu per Oculi humores , & de Vi- sione .	60
XXXIV.	Dioptrica .	81
XXXV.	Catoptrica .	92
XXXVI.	De Aere .	114
XXXVII.	De Sono .	151
XXXVIII.	Generalia de Meteoris Aereis .	172
XXXIX.	De Meteoris Aqueis .	182
XL.	De Meteoris Igneis .	212
XLI.	De Meteoris Aereis , sive de Ventis .	232



OR-

* ORDO CAPITUM. TRACTATUS DE REBUS CÆLESTIBUS.

De Mundi Systemate.

P A R S P R I M A.

CAP. I.	I <i>Dea Generalis Systematis Planetarii.</i>	Pag. 253
II.	I <i>De motu apparenti.</i>	270
III.	<i>De phænomenis Solis ex Motu Telluris in Orbita.</i>	272
IV.	<i>De Phænomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris Motibus in Orbitis suis.</i>	274
V.	<i>De Phænomenis Planetarum superiorum, ex horum & Telluris Motibus in Orbitis suis.</i>	277
VI.	<i>De Phænomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis. Ubi de Eclipsibus Solis & Lunæ.</i>	279
VII.	<i>De Phænomenis ex Motu Solis, Planetarum, & Lunæ circa Axes.</i>	284
VIII.	<i>De Phænomenis Telluris Superficiem, & peculiare hujus Partes, spectantibus.</i>	288
IX.	<i>De Phænomenis ex Motu Axeos Telluris.</i>	300
X.	<i>De Stellis fixis.</i>	302

P A R S S E C U N D A,

Motuum Cælestium Causas Physicas declarans.

CAP. XI.	D <i>E universali Gravitate.</i>	Pag. 307
XII.	D <i>De Motu Telluris.</i>	311
XIII.	<i>De Densitate Planetarum.</i>	313
XIV.	<i>De Causa motus Planetarum, quam Renatus des Cartes commentus est.</i>	317
XV.	<i>De Causis Motuum Cælestium a celeberrimo D. Leibnitio adductis.</i>	327
XVI.	<i>Totius Systematis Planetarii Explicatio Physica secundum Cl. Isaaci Newtoni principia.</i>	332
XVII.	<i>Motus Lunæ Explicatio Physica.</i>	336
XVIII.	<i>De Planetarum Figuris.</i>	347
XIX.	<i>Motus Axeos Telluris Explicatio Physica.</i>	349
XX.	<i>De Æstu Maris.</i>	350
XXI.	<i>De Lunæ Densitate & Figura.</i>	354

ELE-

5

E L E M E N T A
P H Y S I C A E .

C A P U T XXVII.

De Proprietatibus Lucis generalibus.

§. 841. **L**IGNEM, præter vires rarefaciendi & calefaciendi corpora, etiam facultatem lucendi habere, adseruimus supra: hanc breviter in aliquot capitibus examinabimus.

§. 842. Quicquid efficit, ut mediantibus oculis animus videat, Lux est: Quæ vel directe e corpore lucente emissa, vel a corporibus illuminatis reflexa, oculos ingreditur. Ope Lucis videmus objecta lucentia, objecta non lucentia, Quantitatem, Figuram, Locum, Situm, Distantiam, Continuum, Separatum, Motum, Quietem, & Colores. Luce absente horum omnium nihil videmus. Ut autem memorata videamus, oportet, ut oculus notabili intervallo ab objectis absit.

§. 843. Scintilla lucens minima in omni puncto superficiæ spheræ conspici potest, cujus centrum scintilla occupat: inter scintillam & oculum in linea recta opaco interposito obice, lux non videtur: quare conspicitur quasi in radiis e centro spheræ ad totam superficiem emissis (1).

§. 844. Hanc ob causam Philosophi lucem, in rectis lineis delatam, *Radios Lucis* vocarunt.

A 3

§. 845.

(1) Hinc non lateraliter & flexuosa via, sed recta undique linea ex centro in circuitum lucis propagationem fieri constat: ideo enim inter scintillam & oculum opaco interposito obice umbra post hujus tergum spargitur, quod lucis radii a scintilla tanquam ex centro prodeuntes, & obicis margines per-

stringentes recta subinde progrediantur, quin in obicis tergum deflectant. Hinc Planetarum oriuntur umbræ ab eorum parte, quæ est Soli aversa; in quarum umbrarum spatia cum alii versantur Planetæ, deliquium vel eclipsim pati dicuntur, quod scilicet ibi nulli sint solares radii, qui ad oculos regeantur.

§. 845. Horum radiorum subtilitas ingens est, & lineis Geometricis fere æmula: si enim chartæ inflicto acu sit exiguum foramen, per id Spectator supinus omnia objecta in hæmisphærio cælesti videbit: Erectus autem cæli quartam partem, una cum omnibus solo insistentibus ante se corporibus adspiciet: adeo ut innumera radiorum, ab objectis aut emissorum aut reverberatorum copia, per exilissimum transiens foramen, subtilitatem ostendat, quantam consequi acies ingenii humani non possit.

2. Si Sebacea vulgaris ardens candela noctu in apice altæ turris ponatur, ad distantiam dimidii miliaris a turre, ab omni parte videri potest; quare nullus in sphæra, diametri unius miliaris, oculo concedi locus potest, qui non e flammula radium lucis recipiat. Radii hi omnes in flamma aggregati fuerunt; quæ cum sit exigua respectu ingentis sphære, quæ illuminatur, summam radiorum subtilitatem quoque probat.

3. Lux quoque penetrat per Adamantum, Gemmarum, Vitrorum poros, qui adeo angusti sunt, ut ope quorumcunque Microscopiorum detegi hucusque non potuerint.

§. 846. Radiorum lucentium longitudo est fere infinita: non enim modo a Sole ad Terram exporriguntur, quæ tanto intervallo a se distant, ut e tormento bellico explosus rapidissima celeritate globus, id vix 25. annorum spatio emitti possit: sed etiam radii a Stellis fixis remotissimis ad nos usque extenduntur, quarum distantia in immensum major priori; cum enim ex recentissimis Bradleii observationibus, annuæ parallaxeos angulus (1) non major minuto secundo colli-

tur. Directa item radiorum lucis propagatio vel ex eo liquet, quod si per exiguum foramen in fenestra factum, obscuram domum solaris radius ingrediatur, per totum quæ patet spatium, a foramine usque ad corpus opacum ulteriori propagationi resistens, linea recta lucida videbitur; in directum cum alia a foramine ad Solem jacens. Quod si in opposito opaco obice e regione ejus foraminis aliud fiat aliquanto majus foramen, per quod admissus radius excipiatur, & transeat, tam manebit obscurum subi-

culum, quam si nulla lux per illud transisset. Lucis ergo radii per cubiculum transeuntes nihil lateraliter valent, iidemque ad visionem nil conferunt, nisi recta in oculos incidant, eosque percillant.

(1) Is scilicet angulus, quem in centro stellæ efficiunt duæ rectæ ductæ ex terminis diametri ejus orbitæ, quam Tellus in systemate Copernicano annuo motu describit. Ex eo autem observato angulo innotescit per Trigonometriam fixæ distantia a Terra, quemadmodum suo loco demonstrabitur.

colligatur, erit Stellarum distantia a Terra tanta, ut eam globus tormentarius non nisi annis 104166666636 percurrere possit.

§. 847. Quoniam in hac immensa distantia Stellæ luce vividissima micant, erit radiorum robur non, vel parum imminutum: quod, nisi per spatium cæleste vacuum, & nullo modo resistens, lucemve reflectens aut intercipiens, radii transivissent, concipi nequit (1).

§. 848. Quoniam Lux e scintilla, vel e quolibet corpore lucente in lineis rectis, tanquam a centro in omnem sphaeræ ambitum erit, radiis a se divergentibus exhibit. Horum nonnulli SA, SE (Tab. 1. Fig. 11.) magis, alii SA, SB minus divergunt.

§. 849. Propter hanc lucentium radiorum divergentiam, lucis densitas in majori intervallo a centro lucente decrescit, quidem in ratione reciproca duplicata distantiarum a centro: quod demonstratione simili, ac data fuit in §. 228. probatur. Id quoque multis Experimentis, tam ope radiorum Solarium, quam candelæ, facillime ad oculum demonstratur (2).

§. 850. Lux ex quolibet corpore lucente exit, & pernicipi velocitate prorepit.

Ex observatis Circumjovialium Eclipsibus hoc a Rome-

A 4

RO

(1) Quod hic innuit Auctor pro spatio cælesti vacuo argumentum, vim modo habet, si syderum lucem ponatur consistere in effluviis substantialibus rapidissimo motu ab iisdem syderibus ad nos usque propagatis: qui enim ejusmodi effluviolum prærapida diffusio per ingentia cælorum spatia posset intelligi, nisi hæc aut absolute vacua, aut interspersis vacuolis undique pervia staterentur? fac quippe omnia plena; continens igitur ex opposito denso corpore impedimentum luci esset, neque adeo tam libere ad nos ea posset pervenire. At si lucem non per translationem substantiæ corporis lucidi, sed sola motus communicatione a corpore lucido per interpositum medium ad oculos usque propagari statuas, id pro vacuo argumentum nullam habet vim. In sequentibus vero patebit

priorem de lucis propagatione sententiam præ altera probabiliorem esse, omnemque adeo ei argumento esse vim.

(2) Experimentum candelæ Auctori memoratum est hujusmodi. Obscuro conclavi funale admoveatur unico accenso ejus ellychnio; tum scriptum aliquod in ea distantia a flamma removeatur, donec ultimo legi possit; adeo ut si paulo remotius fiat, legi ulterius nequeat; sitque ea distantia decem e. g. passuum. Accendatur præterea alterum ellychnium, vel adhuc tertium, omnibus paribus; tum ponatur scriptum in dupla distantia, passuum scil. 20; ibi tamen haud legi scriptum poterit; legetur tandem in eadem 20 passuum distantia, cum quartum accensum erit ellychnium. Ex hoc autem experimento densitatis lucis decrementum in recipro-

ca

ro (a) demonstratum fuit. Sit A (*Tab. 1. Fig. 1.*) Sol; BCDE orbita annuæ terræ, F Jupiter, HGN orbita intimi Satellitis, G Satelles ingrediens umbram Jovis, H idem ex umbra exiens. Si Terra versante in B, Satelles egredi ex umbra visus sit, post $42 \frac{1}{2}$ horas iterum similis emersio observabitur; & si Terra semper maneat in B, intra trigesies $42 \frac{1}{2}$ horas, 30 emersiones videbuntur. Verum interea Terra, recedendo a Jove, moveatur ad C, tum si Lux impendat tempus in suo decursu, emersio Satellitis tardius in C observabitur, quam antea observabatur in B, atque tempori horarum $42 \frac{1}{2} \times 30$ id addendum erit, quod lumen impendit, transeundo spatium MC, quod est differentia spatiorum CH, BH. Plurimorum annorum observationes ostenderunt, hoc tempus esse admodum notabile, & quidem decem minutorum vel plurium, ex quibus colligendum est, Lucem tempus 8', 13" secundum Cl. Bradlejum impendere, ut distantiam, quæ inter Solem Terramque intercedit, percurrat. Ex quamvis nonnullæ inæqualitates temporis ab excentricitatibus orbitarum Satellitum oriri possint, hæ non convenire possent in omnibus Satellitibus, tum in quolibet Terræ situ in sua orbita (1).

2. Re-

(a) *Hugenius de la Lumiere Ch. 1.*

ca duplicata distantiarum a centro ratione nullo negotio deducitur: inde enim liquet ab una & simplici flamma genitam lucem in distantia decem passuum æqualem esse luci genitæ in distantia passuum 20 a quatuor similibus flammis: Sed in eadem distantia 20 passuum lux a quatuor genita flammis quadrupla est luci genitæ ab unica flamma in eadem distantia, ob effectum causæ suæ proportionalem: Ergo lux genita ab unica flamma in distantia decem passuum quadrupla erit luci genitæ ab unica adhuc flamma in distantia dupla, seu passuum 20;

quemadmodum 400 quadratum distantia 20 quadruplum est 100, seu quadrati distantia decem. Intensio ergo lucis in ea ratione decrescit, quæ distantiarum quadrata crescunt.

(1) At id hic adnotandum non defuisse, qui alii causæ præter successivam lucis propagationem eam temporis inæqualitatem esse tribuendam contenderint. Cl. quidem Cassinus etsi primum cum Romero senserit, brevi tamen sententiam suam mutavit, eo ductus argumento, quod eadem temporis differentia in singulorum Satellitum emersionibus observanda foret, si revera a suc-

2. Recentiores Astronomi detexerunt, Stellæ fixas nonnullis

uccessivo luminis motu ea penderet: at pro singulis Satellitibus diversa deprehensa est Viro Cl. Verum Cl. Hallejus, qui tabulas Cassinianas de motu intimi Satellitis in compendium reduxit, facilioremque computationem reddidit, ejusmodi exhibuit observationes, ex quibus sequitur eandem temporis differentiam pro emersionibus tertii & quarti satellitis obtinere, quæ in intimi satellitis emersionibus observata est. Cl. etiam J. Pound Anglus, qui plures de Jove, aliisque corporibus cælestibus accuratas instituit observationes, quippe tabulas primi Satellitis Cassinianis correctiores exhibuit, testatur se plurium annorum observationibus eandem temporis varietatem in singulorum Satellitum emersionibus observasse. Atque ita Cassini submota difficultate, integra Romeri argumento manet vis.

At nova argumenta contra eandem Romeri sententiam produxit Maraldus Academiae Scientiarum Astronomus An. 1707. Eorum præcipuum est quod secundum recentiores Astronomos, Jupiter, quemadmodum cæteri Planetæ, Ellipsim circa Solem describat, in cujus focorum altero datur Solis centrum: hinc non eadem ubique Jovis a Sole distantia: maxima distantia minimam superat quantitate æquali dimidiatæ distantiæ Solis a Tellure; atque adeo variata ejusmodi distantia, emersionis retardatio respondentis varietate observaretur; quod tamen indicatis observationibus minime quadrare contendit Maraldus. Verum laudatus J. Pound plurium annorum observationibus contrarium sibi constituisse tradit; observatum scilicet sibi id temporis discrimen in emersione primi Satellitis, quod variæ Jovis a Sole distantiæ responderet. Ceterum Maraldi argumentis occurrit Cl. Granjean in comm. Paris. 1731.

Interim ex demonstrata successiva lucis propagatione duo consequuntur. 1. Immensam pene esse lucis velocitatem, qua a Sole ad Tellurem diffunditur, cum ingens interjectum spatium, quod secundum Cl. Astronomorum supputationem, pila eadem semper cum velocitate, qua e tormento bellico egreditur, 25 annorum tempore emetiretur, lux octo minutorum spatio peragrat. Sonorum sane propagationem velocissimam esse constat, singulisque arteriæ pulsibus 180. hexapedas conficere testatur Cl. Hugenius *tractatu de lum. c. 1.*; at lucis velocitas secundum ejusdem Cl. Viri supputationem centies millies major est velocitate soni. Eadem quoque lucis velocitas ad ejusdem pilæ a tormento bellico explosæ velocitatem, secundum Auctoris nostri calculum §. 852. eam habet rationem, quam 1634683 ad 1.

2. Colligi hinc etiam potest, saltem præterpropter, temporis intervallum, quo lux a stellis fixis ad nostram usque tellurem propagatur. Siquidem secundum mox laudatas Bradlei observationes, si qua est fixarum annua parallaxis, ea unius minuti secundi angulum haud quamquam excedit, ex quo inde facile inito calculo colligitur stellarum a Tellure distantiam Solis distantia ab eadem tellure, 400000 vicibus majorem esse. Si ergo lux a Sole ad nos interjectum iter 8 minutorum intervallo conficit, per regulam proportionum inito calculo, ceterisque paribus suppositis, reperietur a prædictis stellis ad nostram usque tellurem sex annorum spatio pervenire lucem. Sed stellæ, quæ parallaxis angulum unius secundi habent, primæ sunt magnitudinis; igitur quæ sexta magnitudine fulgent, posito, quod earum distantia, priore sextuplo major sit, non nisi 36 annorum spatio suam lucem ad tellurem usque transmittent.

nullis subjici aberrationibus, quarum ordo per annuam paralaxin repræsentari non potest, neque a refractionibus, nec a mutatione axis terrestris pendet, verum explicari potest facile & clarissime, si luci motus successivus e stellis fixis ad Terram, atque huic motus annuus circa Solem tribuatur; quemadmodum solertissimus Bradlejus (a) elegantissime demonstravit; cujus doctrina contra aliorum (b) difficultates inconcussa manet. Terram enim supponere immobilem, & circa eam Solem moveri, ex auctoritate SS. Patrum, est hæc tempestate lusus in re seria: nec magis stringunt nonnulla loca ex S. Scripturis petita, & male intellecta, aut inversa, uti olim a multis probatum fuit (c) (1).

3. Lucem autem moveri, aliis adhuc argumentis evinci potest: Quid enim est lux præterquam Ignis, in rectis delatus lineis, ingressusque oculos? Verum Ignis movetur, uti Capite superiori evictum est. Ignis adhærens corporibus simul cum iis, quæ volatilia facta sunt, movetur; uti ex vapore calido adscendente, & ex fumo calente patet. Præterea omnia ardentia & lucentia consumuntur, ac tandem deficient, quod fieri nequit, nisi per emanationem lucis & materiæ combustæ.

4. Nonne caput fulminis, ejusque radios, & finem distinguimus, etiamsi velocissime lux moveatur?

5. Lucem Solis, radiis constantem fere parallelis, ope sphericæ concavi speculi a parallelismo removemus, reddimusque convergentem in focum: quæ aberratio a via priori absque motu radiorum peragi nequit; tum vero radios vehementissime moveri, patet ex eorum impetuosissima actione.

6. Possumus quoque radios lucis a se separare, tum vitris concavis sphericis, tum prismaticis, atque lucem in quemcumque

(a) *Philos. Transf. N. 406. Smith. Optiks B. 4. C. 7.*

(b) *Commentarii Bononiens. p. 627.* (c) *Velthuisius de quiete Solis. Horreboviæ Copernicus Triumphans.*

(1) De fixarum aberrationibus, earumque causis in adjecto tractatu Astronomico opportunior fortasse erit disquirendi locus. De iis quidem acute & pereleganter commentatus est Cl. Bradlejus; at quam earundem aberrationum tradit rationem a lucis successiva propagatione, & telluris motu dependentem, utut iisdem explicandis accommodatissimam, meræ tamen hypothesis limi-

tes haud excedere satius adfirmare ducimus, quam Telluris motum Ecclesiæ Romanæ Theologis improbatum adstruere. Cæterum quod Auctor noster pro Telluris motu adversus eorundem Theologorum sententiam pugnet, mirum esse non debet, quod extra Romanæ Ecclesiæ communionem is sit, ut alibi observavimus.

que locum, ubi antea non aderat, dirigere: quod fieri non posset, nisi lux moveretur, atque ex lucente corpore exiret.

7. Immo in refractionibus per diversa mediæ accelerantur & retardantur radii lucis, adeoque moventur.

§. 851. Hinc cadit doctrina Acutissimi Cartesii (a), qui Lucem diffusam per Universum, corporibus plenum, concipiebat, eamque a corpore lucente premi, pressam percipi ab oculo, ad alterum radii extremum posito, non vero exire, adfirmabat (1). Verum secundum hanc hypothesim nullæ

(a) *Dioptr. Cap. 1. §. 3. & in Ep. 17. p. 2.*

(1) Cartesii de lucis natura sententiam leviter Auctori indicatam paulo fusius præstat exponere. Imprimis Solem, stellas, aliaque ex se lucentia corpora nil aliud esse reputat Cartesius, quam tenuissimum corpus (*quam materiam primi Elementi seu materiam subtilem* appellat): id magna copia congestum, ad spheræ formam conglobatum, & circa suum axem perpetuo & vehementi gyro ductum fingit. 2. Cuique ejusmodi lucenti corpori, e. g. Soli, circumfusam ponit materiam, a spherica partium figura *globosam* dictam, vel etiam *materiam secundi elementi*, eamque immensum propemodum spatium occupantem, ac circa Solem veluti centrum perpetuo revolventem, *Vorticem* appellat. Ex hac globosa materia fieri cælum, eademque aeris, aquæ, vitri, aliorumque corporum meatus repletos esse statuit. 3. Porro cum corpus quodlibet in gyrum actum a centro suo motus recedere conetur; hinc vult primi elementi materiam, ex qua Sol constat, ob circularem motum conitari ab axe sui motus quaquaversus recedere, eoque nisu circumstantes secundi elementi globos quaquaversus recta impellere. Cumque hi globuli eo ordine sint dispositi, ut unus alium excipiat, atque adeo prælongas series, seu fila globorum circa Solem efforment, & ab eo ad extremum usque vorticis, instar radiorum a centro ad circumferen-

tiam, protendantur; hinc fieri contendit, ut extremus seriei globulus Soli conterminus a materia subtili impulsus, per totam globulorum seriem ad alterum usque extremum eam pressionem transmittat, idque temporis puncto, seu in instanti, eadem ferme ratione, ac si alterum funis vel bacilli extremum quis moveat per totam funem vel bacillum ad alterum usque extremum puncto temporis, diffusum eum motum reperit. 4. Denum in ejusmodi materiæ secundi elementi motu, sive potius impulsu ad oculos usque translato, omnem lucis naturam suam esse, eamque idcirco in instanti propagari contendit.

At id imprimis tirones nostros scire juvat explicatam hætenus Renati sententiam, etsi veluti novum quiddam & inauditum ab eo obtrudatur, reapse tamen novam non esse sententiam, sed ut pleraque alia ab aliis Auctoribus, ita de lucis natura sententiam ab Aristotele, ejusque interpretibus mutuatus est. Aristoteles quippe *l. 2. de Anima c. 7.* aperte ait lumen nec ignem esse, nec omnino corpus, nec effluxionem corporis alicujus, sed *πυρὸς ἢ τοιοῦτα τίνος παρουσίαν ἐν τῷ διαφανῆ* id est, *ignis vel talis cujusdam presentiam in eo, quod est pellucidum*; eodemque loco lumen dicit *τὸ διαφανὲς ἐπεγυίαν ἢ διαφανές, Actum perspicui, quatenus est perspicuum.* Lucem igit-

nullæ unquam forent tenebræ, quia enim lux Fluidam est; hujus legibus subjicietur; observamus autem, si Fluidum, vase inclusum, ab una parte premitur, pressionem in omnem determinationem propagari. Quamobrem si Sol supra horizontem movetur, vel infra eum occideret, oculus apertus semper lucem ejus perciperet, videretque, quod Experimentiæ repugnat (1) §. 852.

Igitur a perspicuo distinguit Aristoteles; & quamvis non clare explicet in quo perspicui sita natura sit, id tamen concipit veluti subjectam materiam, in qua lux recipitur; uti etiam clarius ex cap. 3. *de sensu & sensibili* liquet, ubi habet perspicuum in quo sunt tenebræ esse *perspicuum potestate*, in quo lux *perspicuum actu*. In quo vero consistat ea *ignis, vel talis cujusdam præsentia* in perspicuo, quæ lucem ipsi constituit, etsi ex Aristotele clare non liqueat, ejus tamen interpretes Joannes Grammaticus, dictus Philoponus, & Simplicius tradidere. Ille enim commentario suo in c. 7. l. 2. *de anima* hæc habet: *quemadmodum si funiculi longi, tensique extremum moverit, funiculus totus sine temporis interjecta mora movetur propter partium contiguitatem, dum antecedens quæque sequentem commovet: ita concipere oportet in actione luminis rem habere, quod omnia mundi corpora se invicem deinceps contingant*. Simplicius vero in eundem Aristotelis locum, *lumen*, inquit, *esse quasi baculum qui uno sui extremo a Sole motus, alio extremo oculum moveat*. Hæc satis ostendunt, quoad rei summam, eandem esse Cartesii, & Aristotelis de lucis natura, ejusque propagatione sententiam, nilque aliud Renatum hac in re præstitisse, quam Aristotelis interpretationem.

Illud præterea observandum recentiores Peripateticos, etsi ab Aristotelis opinionibus nec latum unguem se discedere gloriantur, aliam tamen nobis obtrudere de lucis natura sententiam, ab Aristotelis doctrina quam longissime remotam. *Actus enim perspicui* Aristotelis,

eis est nova quædam natura, quam *accidens* vocant, & *qualitatem occultam*. Eam docent non posse sine ullo subjecto solitariam progredi, idcirco a corpore lucido in perspicuo sibi contermino produci, eam scilicet educendo ex potestate ipsius perspicui, etsi in perspicuo *actu*, seu reapse non contineatur; ejusmodi vero lucem in perspicuo contermino a corpore lucido productam, aliam lucem in alia perspicui parte sibi contigua pari ratione gignere; atque hanc rursus aliam in alia parte contigua, atque ita porro per immensum spatium lucem diffundi, donec ad oculum, vel aliud opacum corpus perveniat. At id ab his Doctoribus quæsierim, quænam scilicet sit anceps illa, ut ita dicam, lucis natura, quæ corpus non est, sed corporea, omnesque corporis functiones imitatur, ut in reflexione, refractione, combustionem patet; tum quomodo ex perspicuo educatur *actu*, seu reipsa, cum *actu* & reipsa in perspicuo non sit? Verum hæc ne vel *Œdipus* ipse intelligeret, atque adeo absurda & inepta sunt, ut in iisdem rejiciendis temperandum haud sit.

(1) Sed duo præterea hic commemoranda sunt, quæ Renati de lucis natura sententiam pessumdant prorsus. I. Fixarum lucem terricolæ oculus percipere haud posset, si vera ea doctrina foret. Cum enim fixa quævis, Solis instar, centrum sit sui vorticis, totque dentur ejusmodi vortices, quot fixæ, hique contrariis & æquipollentibus viribus se mutuo cobibeant, quin unius materia in alterius vorticem subeat, eumque absorbeat; intelligi nulla ratione pot-

§. 852. Si summam rapiditatem, qua lux Solis movetur ;
& exi-

potest, quomodo ea pressio, quam fixarum materia in suum circumpositum vorticem exercet, & in qua syderis lux consistit, ex suo vortice exire, & per nostrum propagari usque ad oculum valeat; multoque minus intelligi id potest, cum inter fixæ vorticem, & solarem nostrum plures alii interpositi sint. 2. Et illud etiam nec intelligitur, quomodo lucis propagatio per globulosum series veluti radios directe a centro ad circumferentiam fiat: corpus enim omne quod in gyrum circumducitur, ut lapis in funda, conatur quidem a centro discedere, sed non recta per radios circuli, quem describit, sed per lineas eum circum contingentes, ut alibi observatum est.

Ut autem de lucis natura probabilior sententia, clarius quam ab Auctore nostro sit, declarerur, id imprimis firmum, ratumque habendum, lucem in motu cujusdam materiae consistere, quod, Scholasticis exceptis, Philosophorum neminem abnuere puto. Sive enim quo pacto lux producat, spectes; produci hic in terra observatur ab igne imprimis & flamma, quibus quin infinita corpora quædam rapidissimo motu abrepta nemo sanus dubitat. Sive lucis effectus respicias; cum speculorum, vel lentium ope collecta ea est, ignis instar urit, solidissima quæque inflamat, dissolvit; quod materiae cujusdam motum evidentissime declarat, a lucis quoque reflexione, & refractione dilucide indicatum. At id disquirendum modo est, quænam isthæc materia sit, cujus motus lucem constituit. An scilicet a corporis lucidi substantia est diversa; eumque motum a Sole, aliisque lucidis corporibus primo excitatum, interpositum medium æthereum in se recipiat, atque successive, quemadmodum soni propagatio fit, ad oculos usque nostros referat? An potius eadem erit corporis lucidi substantia in subtilissimis

effluviis ab ipso corpore lucido, tanquam a centro per radios jugiter emanans, & per ingentia spatia rapidissimo motu ubique diffusa: adeo ut merito dici possit lucem esse ipsum corpus luminosum in subtilissimas particulas extenuatum, seu rarefactum? Primum Aristoteli, Cartesio, ut vidimus, tum Hugenio, aliisque placuit: posterius vetustissima est Democriti, Epicuri, ejusque sectatorum sententia, Gassendo, Newtono, aliisque innumeris recentioribus probata.

Etsi autem involuta admodum & obscura hæc quæstio sit, variisque difficultatibus implicitum quicquid feligatur, posteriorem tamen sententiam altera probabiliorem ducimus ob sequentia momenta. 1. Si lux non per translationem lucidæ substantiæ, sed instar soni per motus communicationem in materia ætherea propagaretur, id contingere omnino oporteret, ut quemadmodum sonus, ita etiam lux lateraliter, & flexuosa via proferretur; quod tamen experientiæ adversatur. Evidenter id ipsum ostendit Newtonus pr. xli. l. 2. quæ est hujusmodi, *Pressio non propagatur per fluidum secundum lineas rectas, nisi ubi particula fluidi in directum jacent.* 2. Lucem ejusdem esse naturæ ac lucidum corpus ex eo liquet, quod per specula ustoria, & lentes vitreas collecta & densata, eisdem effectus prodat, qui ab ignito & lucido corpore fiunt: quod evenire intelligimus, supponendo lucem in exiguissimis, & dispersis ipsius lucidi corporis particulis consistere. 3. Lucida quæque & ignita corpora, ut flamma & ignis, dum lucent & urunt, tandem dissipari, & consumi experientia constat: cum ergo lucent & urunt, exiguarum particularum effluvia ex se emittant necesse est, quæ cum oculos nostros subeunt, lucis sensationem creant.

At id in hac sententia explicatu
hæud

& exiguos effectus, quos edit in corpora, quæ illustrat, attentato volvamus animo, aliud colligimus argumentum, quo particularum lucentium summam subtilitatem demonstramus. Cum enim Sol a Terra 24000. semidiametris terrestribus absit; semidiameter vero Terræ secundum mensuram Geometrarum recentiorum (a) sit pedum 19615782, erit distantia Solis a Terra 470778768000 pedum, hi a luce perecurruntur intra 8' 13", adeoque minuti secundi tempore pedes 980809933

1
— percurreuntur. Globus ex tormento bellico summa vi ex-
3
plorus minuto secundo pedes 600. absolvit, quamobrem lucis velocitas ad eam globi tormentarii erit, veluti 1634683 ad 1 proxime. Habeat ille globus gravitatem decem librarum, ejus pondus, quod est 76800. granorum, multiplicatum in quadratum suæ velocitatis, dat vires, ut 76800: veluti pondus particulæ lucis ductum in quadratum suæ velocitatis, suas vires exhibet: Est quadratum hujus velocitatis 2672188510489
adeo-

(a) *Suite de l'Hist. de l'Acad. An. 1719. p. 2. Cb. v.*

haud facile est, qui scilicet Sol. immixtus, immo consumptus haud hactenus sit post, quam a tot annorum millibus perennis continensque effluviis a suo corpore quaqua-versus per ingentia spatia facta est emanatio. Sed ad hanc difficultatem vel tollendam, vel saltem mitigandam sequentia spectare juvat. 1. Solem ejusmodi fortasse esse lucis perennem fontem, ut effusa ex eo lux circulatione quadam ex vasto mundo in ipsum iterum redeat, veluti igneum quoddam mare, e quo flumina lucis orientur omnia, in idem denuo reditura. 2. Summam esse, ingentemque Solis densitatem, & magnitudinem; tum ab eo profectarum lucis particularum incredibilem & ad miraculum usque esse exiguitatem: inde enim fit ut exigua Solis particula in lucem soluta, immensa prope spatia implere valeat; atque adeo solaris corporis defectus ex lucis emanatione nondum evaserit sensibilis: fac quippe ad unius pedis, vel etiam integri milliariis, imo plurium, profunditatem absumptum esse Solem, ea tamen jactura ad Solis immensam

magnitudinem nullam sensibilem haberet proportionem, multoque minus ex tam ingenti intervallo foret observabilis. 3. Effluviis Solarium compensationem aliquam fortasse dari, seu Soli alimenta identidem accedere ex caudis Cometarum: prope Solem transeuntium: qua de re audi Newtonum ad calcem prop. 42. l. 3. Princip. Math. 2. Cometa qui anno 1680. apparuit, minus distabat a Sole in Perihelio suo, quam parte sexta diametri Solis, & propter summam velocitatem in vicina illa, & densitatem aliquam Atmosphære Solis, resistenciam nonnullam sentire debuit, & aliquantulum retardari, & propius ad Solem accedere: & singulis revolutionibus accedendo ad Solem, incidet is tandem in corpus Solis. Sed & in Aphelio, ubi tardissime movetur, aliquando per attractionem aliorum Cometarum retardari potest, & subinde in Solem incidere. Sic etiam stellæ fixæ, quæ paulatim exspirant in lucem & vapores, Cometis in ipsas incidentibus refici possunt, & novo alimento accensæ pro stellis novis haberi.

adeoque si particula lucis haberet id ponderis, quod esset gra-

I

ni pars ————— proxime, haberet easdem vires, ac globus

34794121

tormentarius modo memoratus § 10 (1). Hic autem in corpora, quibus occurrit, vehementer operatur, omnia destruendo; adeoque si particula lucis, memorata pars grani foret, idem præstaret; cum autem lux Solis tenerrima florum petala illuminans, ea non destruat, immoleviter modo succos in iis moveat, oportebit, ut subtilitas particularum ejus sit ingens, & fere infinite minor, quam pars grani assignata. Forsitan ideo radius integer a Sole ad Terram usque profensus, suo pondere nondum grano æqualis erit. Quamobrem lux a Sole emissa per universum Planetarum Systema, præ subtilitate admodum rara, luci aliorum corporum lucentium non oberit.

§. 853. Lucis radius integer e corpore lucente emissus, ex luce successive mota de spatio in spatium, & simul ex alia luce contemporanea constat: nam lucis radius integer instar fasciculi est ex aliis radiolis compositi, quorum singuli suo colore immutabili gaudent, qui omnes conjuncti simul in radio feruntur.

§. 854. Est lux materia fluidissima, idcirco reliquorum Fluidorum instar, ex particulis vix secum cohærentibus constat, illapsaque in opacum reflectens, sub quocumque angulo poterit repercuti, secundum Leges, quibus alia corpora, in obicem illapsa, repercutiuntur.

§. 855. Cum per parvum foramen radii lucis plurimi, a diversis objectis repercussi, transeant, & quilibet imaginem puncti objecti, a quo veniunt, una cum objecti coloribus supra album planum, eos excipiens, pingant, patet lucem in hoc foramine non permisceri, nec cum alia luce confundi; nec unam lucem motum aut directionem alterius lucis perturbare; unde radii se habent instar solidorum filorum perfectæ rigiditatis & immutabilitatis, exporrectorum ab objecto, a quo veniunt, usque ad planum excipiens (2).

§. 856.

(1) Nam si quantitas lucis
I
————— in facta hypothese, per
34794121
sue velocitatis quadratum, nempe
1672188510489 duxeris, seu, quod
idem est, eundem quadratum nu-
merum per 34794121 diviseris, ea-

dem prodibit quantitas virium 76800
qua superior tormentarius globus
præditus erat. Conferantur, quæ ad
p. 125. to. I. adn. I. exposita sunt.

(2) Quidquid de lucis natura
dicatur, id explicandum est, quomo-
do per subtilissimum foramen in-
numeri lucis radii a variis partibus

§. 856. Quæri in hac doctrina plurima possunt, quorum rationem non nisi conjectando huc usque assequimur, qualia sunt.

1. An Ignis & lux substantia, an tantum magnitudine partium, an directione motus a se differunt? forte nec substantia, nec partium magnitudine differunt, cum copiosa Lux collecta semper Ignis characteres habeat: Ignis autem non luceat, nisi ad oculum in rectis lineis determinetur. Cochlear argenteum aliquantum calefactum, in tenebris non lucet; ei Adamantes, Crystallive non lucentes, immittantur, extemplo lucere incipiunt, ignem receptum sub lucis forma expellentes: idem aquæ calidæ injectæ præstant (a).

2. An corpora terrestria divisione aut attenuatione abire in lucem possunt? Sola attenuatio forte non sufficit, sed quoque requiritur eadem soliditas, figura, mobilitas, & magnitudo partium; quæ omnia si concurrere possint, tum ex non lucente fieri posset lucens: vix tamen id contingere videtur, si ad Ignis proprietates, & æquabilem distributionem ejus per spatia & corpora attendamus, atque simul perpendamus corpora non mutari in Ignem per §. 831. N. 18.

3. Quomodo Lux e corporibus lucentibus, uti e Sole, vel pruna emanat? An, quia partes solidæ horum corporum,

(a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1735.*

venientes in obscurum conclave penetrent, ibique rerum externarum imagines distincte exprimant, quia invicem collidantur, perturbentur, unus alterius directionem, actionemque impediatur? qui fieri potest ut in quacunque minima spatii particula rerum omnium circa eam positarum imagines integræ, imperturbatoque ordine formentur, itaut ibi constituto oculo omnium species distincte observentur? In eorum sententia, quibus lux ab ipsis corporis lucidi effluxionibus non distinguitur, id ita declaratur. Lucem scilicet compactam esse supponunt ex corpusculis ad miraculum minutissimis, globi forma donatis, vehementique motu agitatatis, uti jam vidimus: ex iisdem, aliis post alia positæ longa serie, fieri tenuissima

fila; ex pluribus ejusmodi filis instar funiculi contextis componi lucis radios. Cum vero horum radiorum plures ex diversis objectis prodeuntes in angustissimum foramen, seu in exiguam spatii partem eodem tempore concurrunt, plura eorum radiorum fila, seu plures globulorum series interrumpuntur, & e suo cursu deturbantur, sed non omnes, ceteraque radiorum fila versus priorem directionem moveri pergunt, eaque objectorum, ex quibus regeruntur, imagines, repræsentare apta sunt, quemadmodum pellucida corpora etsi multos radios intercipient ac reflectant, objectorum tamen imagines oculo ex altera parte constituto non occultant.

rum, remotæ a se, sua vi attrahente ad se nituntur, atque accedendo interceptam lucem ea velocitate expellunt, qua exire observatur? Difficultas in prærapida lucis celeritate latet: sed vis attrahens est potentia premens, lux obstaculum est, adeoque per §. 166., est $P = OC$, manente P eadem & decrescente O , increfcit C , adeo ut si O fere evadat infinite parva quantitas, C requiratur fere infinite magna. Sed quomodo Lux exit ex flamma, in qua superior confideratio non videtur habere locum (1).

4. An lux ex omni corpore lucente æquali velocitate emanat? id nulla observatione constat; forte discrimen velocitatis est magnum, quia lux e corporibus expellitur pro varia vi, qua illorum partes se trahunt. Nihilominus ex observationibus Bradleii sequitur, lucem e Sole & stellis fixis ad Terram æquali ferri celeritate.

5. An Lux reflexa a corpore opaco eandem velocitatem servat, quam qua incidit modo emissa ex corpore lucente? si angulus reflexionis sit æqualis angulo incidentiæ, erit eadem lucis celeritas. Observationes Bradleii evincere videntur, lucem e Sole ad nos directe emissam, tum a circumjovialibus replicatam, semper eadem celeritate procurrisse.

6. An non ea corpora facillime lucent, quæ partibus Oleosis & Sulphureis abundant, simulac frictione, percussione, putrefactione, motu vitali, aliave causa incipiunt moveri? Ob quam rationem mare ventis agitatum lucet; vel dorsum felis, collum equi, contra pilorum situm & ordinem tritum? Lignum, caro, piscis putrescens? Oculi animalium & muscæ volantes? tum cur globus vitreus, velociter circumactus, & manu tritus, purpuream manui adhærentem lucem spargit?

Musschenbr. Phys. Tom. II.

B

CAP.

(1) Sed ut Auctoris ratiocinium vim habeat, ponendum est inter solidas lucentium corporum partes a se remotas unicam tantum mediare, eamque infinitæ pene exiguitatis, lucis particulam; quæ tamen suppositio quam sit abnormis nemo non videt. Præterea posito obstaculo O , seu lucis particula infinite exigua, vel summæ parvitatatis, non videtur qui eandem ad mutuum partium solidarum accessum tanta cum vi expelli debeat;

nam ea particula vel extra contactum est, & tunc nulla videtur ejus emanationis causa; vel in ipso contactu mediat, & tum ibidem compressa potius remaneret. Alii circularem Solis motum pro lucis emanationis Causa commenti sunt: sed nec inde immensam lucis velocitatem potuerunt explicare, nec lucis emanationem in aliis lucentibus corporibus, in quibus is circularis motus non datur.

De Luce refracta.

§. 857. **C**UM lux e corporibus lucentibus egressa, sive per spatium inane, sive per corpus quodcumque, Firmum vel Fluidum transit, dicitur transire per *Medium*: ita enim appellatur, quicquid luci transitum concedit.

§. 858. Si Medium sit homogeneous, atque ubivis ejusdem densitatis, simulac lux in illud penetraverit, pergat in via rectissima, a primo ingressus puncto usque ad exitum suum, quacunque directione inceserit, quantum ex observationibus huc usque captis colligere licet.

§. 859. Si lux ex uno Medio transeat in alterum, quod ipsam vi majori attractrice trahat, lucis velocitas augebitur: agit enim Medium vi attrahente in singulas lucis particulas directione ad se; adeoque lux ad hoc Medium partim sua velocitate, partim illa fertur, quam a vi attrahente acquirit; increset igitur lucis velocitas.

§. 860. Si radius lucis directione perpendiculari ex uno in alterum Medium, magis attrahens, feratur, in eadem recta producta transibit.

Sit enim Medium X (*Tab. 1. Fig. 2.*); ex quo radius RF in Medium magis attrahens Z fertur, cujus superficies est AB: ex hac vis attrahens exeat, exporrecta usque ad CD, quæ agit in rectis ad hanc superficiem perpendicularibus, erit spatium attractionis CDAB, adeoque radius RF perveniens ad O, tum motu suo feretur, tum vi attrahente, quæ agit in eadem directione OE, ideo radius in via priori ROE incedere perget, etiamsi accelerato motu actus.

§. 861. Si vero idem radius lucis ex Medio X (*Tab. 1. Fig. 3.*) ad alterum Z directione ROK obliqua ad superficiem AB feratur; a via priori aberrabit, aliamque OF ingrediatur, quæ aberratio appellatur *Refractio* (1).

Si

(1) Quo igitur refractio detur, duo requiruntur. 1. ut media inter se densitate differant. 2. ut radius cum superficie media dirimere obliquum angulum efficiat. Reapse his positis conditionibus refra-

ctionem dari plura experimenta docent. Si in capsula lignea normali (*Vid. fig. 1. Tab. Addit.*) BCF solares radii A B, a b per unum idemque medium, puta solum aerem transeant, recta ad D, d, p...

Simulac enim radius pervenit ad O, motu duplici fertur, OK proprio, & OS a vi attrahente; quare in via OF, diagonali parallelogrammi OKSF feretur per §. 357.

§. 862. Quoniam OF magis ad perpendicularem OS in superficie Medii AB, quam OK, accedit, fit *Refractio ad perpendiculum*, quotiescunque lux oblique incidit in superficiem Medii plus trahentis, quam e quo venit.

§. 863. Si radius lucis RO (Tab. 1. Fig. 4.) ex medio magis attrahente oblique in superficiem AB minus attrahentis Medii Z incidit, *refringitur recedendo a perpendiculo*.

Si enim terminus Medii X magis attrahentis sit CD, operantisque versus AB, radius RO exiturus ex Medio X, non potest viam ROK servare; agitur enim magis a vi attrahente Medii X, quam a Z, & quidem directione MO; qua si quantitate KL moveatur, cum interim fertur ab O in K, duplici actus motu tendet ab O ad L. Hac via, eundo, magis a perpendiculo OM, quam OK recedit.

B 2

§. 864.

ā, progredientur, umbram erectæ tabulæ CB terminantes in D & d. Tum posito intra capsulam cubo vitreo ejusdem cum ipsa altitudinis, iidem radii A B, a b eodem modo illapsi per novum hoc & crassius medium non amplius recta incedent, sed in ipso ingressu B, b fracti ad E & e diriguntur; erectæ tabulæ umbram multum abbreviantes. Cumque ita refracti radii BE, be ad perpendiculares BC, bc inclinentur & accedant, ad *perpendiculum refrangi* idcirco dicuntur; idque plerumque contingere solet, cum ex rariori in densius medium lux transit. Ex adverso si discus paulo profundus nummum in fundo jacentem habeat, removeaturque a disco oculus, donec vasis labra nummum eidem oculo subducant; effusa porro aqua in discum, nummus ex eo loco videbitur, ubi prius videri haud poterat. Argumento id esse debet, quod lucis radii ab aqua in aerem egredientes, in puncto dirimentis superficiem rumpantur, & a perpendiculari linea, quæ ad idem superficiem punctum ducitur, recedentes, intuentis oculos tum

subeant, quos ante refractionem ob disci labra subire nequibant. Vocatur ejusmodi refractio *a perpendiculo*, acciditque plerumque cum ex densiori in rarius medium lux egreditur.

Id vero in lucis refractione adnotatu maxime dignum est, quod scilicet diversa a ceteris corporibus ratione fiat. Experientia quippe, nec ipsa refragante ratione, constat, plumbeam e. g. pilam ex aere in aquam, seu ex rariori in densius medium transeuntem, variata directione in ipso puncto incidentiæ dirimentis superficiem, a perpendiculari ex eodem puncto excitata recedere; contra ad eandem perpendicularem accedere, si ex aqua in aerem, seu ex densiori in rarius medium transierit. Ceterum ejusmodi lucis proprietatem haud recens detectam putandum est, cum apud Veteres ejusdem vestigia occurrant: extat siquidem inter Aristotelis problemata illud in quo de remorum sub aquis visorum curvitate agitur; tum Archimedes librum scripsisse constat de annulo sub aquis viso: utrumque ad lucis refractionem pertinet.

§. 864. Quoniam vis attrahens, quæ ex corporibus exit, est maxima in eorum superficie, decrefcitque, quo plus ab illa recessit, per §. 498.: antequam lucis radius ex rariori Medium densius, vel cum ex densiori ingreditur Medium rarius, in linea curva exigua feretur: deinde actus, quantum potest a vi attrahente, rectam viam servabit.

Sit enim radius Rr , qui ex medio minus attrahente, ad magis attrahens oblique ad superficiem GG feratur, terminus attractionis sit MM , (*Tab. 1. Fig. 5.*) atque agat attractio in rectis ad superficiem GG perpendicularibus: Radius proinde RA illapsus in vim attrahentem, a via Rr in aliam Aa detorquebitur, verum perveniens ad b , proprius a superficie GG , magis attractus, ingreditur viam bb ; inde delatus ad c plus iterum attrahitur, fereturque in recta cc ; cumque omnes hæ rectæ, a , b , c , sint admodum breves, curvam component. Quia vis attrahens ad exiguam distantiam a superficie GG exporrigitur, erit hæc curva admodum brevis; simulac enim radius superficiem GG ingreditur, non amplius a via detorquebitur, utpote actus jam, quantum potest, a vi attrahente, quæ per totum Medium æquabiliter diffusa est. Simili modo radius exiens e medio magis attrahente in alterum, quod minus attrahit, movetur in curva, quæ situm priori contrarium servat, ut patet in *fig. 6.*, in qua GG (*Tab. 1. Fig. 6.*) superficies Medii magis attrahentis, MM limes attractionis ejus, radiusque Ra , attractus continuo versus GG in curva $abcd$ fertur, tandemque pergit in recta dd . Si hoc medium inter GG & MM sit vacuum, radius a vi tota attrahente corporis GG , versus GG incedet. Si vero detur Medium post GG aliquantum, licet minus quam GG , attrahens, imminuetur vis attrahens medii GG , quia ambæ vires directionibus sibi oppositis agunt; quare GG modo in radios excessu suarum virium agit, qui quo minor est, eo minor etiam refraçtio erit.

§. 865. Radios ad magis attrahens medium delatos inflecti, antequam superficiem attingant, probavimus in §. 498. cum lux Solis inter acies cultrorum transit, quippe tum a via recta nonnihil detorquetur; atque eo magis, quo acies ad se propius accesserint.

2. Radios ex Medio densiori ingressuros rarius inflecti, probatur: quia cum vitrum planum, aut longioris tubi lentem, in aerem positam, oblique inspicimus, duplex objectorum sublimium, & ante nos positorum imago videtur, quarum altera evanescit, simulac aqua vel oleum inferiorem
vitri

vitri superficiem attigerit: Nam radius $R a$ (*Tab. 1. Fig. 1.*) ex vitro GG aerem ingressurus, vi magna attrahente vitri detorqueatur ex via sua aa in curvam $abcdefghik$, rediensque in vitrum, & transeundo directione $k K$, alteram objecti imaginem repræsentet: simulac vero Aqua vel oleum inferiori superficiem vitri GG illinitur, deorsum ab his trahitur radius $R a$: vitri igitur vi imminuta non redit inflexus radius, sed potius in recta aa , vel bb incedit, quo altera imago objecti evanescit.

§. 866. Ex quibus manifesto sequitur, refractionem lucis à viribus attrahentibus Mediorum pendere: quæ vires sunt plerumque in proportione densitatum (1); exceptis nonnullis corporibus oleosis & inflammabilibus, quæ in majori ratione trahunt, quemadmodum Newtonus (a), Hauksbejus (b), & Helshamus (c), plurimis experimentis evicerunt: Oleum enim Cerae levissimum habet pondus respectu Butyri Antimonii, scilicet uti 662 ad 1976. cum ratio refractionis in utroque sit veluti 6685 ad 9941, hoc est circiter veluti 1, 16 ad 1; adeoque non est refractionis semper in ratione ponderis.

B 3

§. 867.

(a) *Optices lib. 2. part. 3. prop. x.*

(b) *Phys. Mech. app. §. x.* (c) *Lectures p. 192.*

(1) Atque hinc oriuntur notiffimæ refractionis leges, quod scilicet lux ex rariori in densius medium transiens a semita sua recedat, seu refrangatur, ad perpendicularem lineam accedendo; ex densiori vero in rarius medium exeundo; refrangatur a perpendiculari recedendo. Quod scilicet in priori casu densius medium (*Tab. 1. Fig. 3.*) Z utpote majori vi attrahente præditum, quam X , radium RO perpendiculariter ad se trahat, per lineam scilicet OS ; idem vero radius RO cum per OK dirigatur, medium transeat necesse est inter OS & OK , atque ita ad perpendicularem OS accedat. In posteriori vero casu, cum minor sit vis attrahens (*Tab. 1. Fig. 4.*) rarioris medii Z , major densioris X , etsi ex densiore X radius egrediatur, ad illud tamen vi KL urgetur, atque ita per OL incedet a perpendicu-

lari OM recedendo. At cum non semper attractionis vis densitatum rationem sectetur, sed minus quandoque densa, præsertim si oleosa, & inflammabilia sint, majori attrahendi vi donantur, ut Auctori observatur; hinc relatæ refractionum leges pro universalibus haberi nequeunt.

Atque inde memoratum discrimen inter reliquorum corporum, & lucis refractionem liquet. Eorum quippe refractionis ex mediorum resistentia dependet; lucis vero, ex eorumdem mediorum attractione. Quo itaque media densiora sunt, eo majorem velocitatem corporibus, quæ per ipsa moventur, adimunt, ob majorem, quam corpora in iis patiuntur, resistentiam; eadem contra media quo densiora sunt, eo majorem velocitatem lucis radiis conciliant, ob majorem, qua donantur, attractionis vim.

§. 867. Inventa vera refractionis causa, aliorum Philosophorum opiniones facile excutiuntur, quæ nequaquam experimentis respondent. Ingeniose (*Tab. 1. Fig. 8.*) observaverat Cartesius, radii viam RO , resolvendam in RC , parallelam ad AB , & in CO , perpendicularem ad eandem; deinde finxit, lucem facilius per medium densius, quam per rarius transire, utpote in motu minus turbandam a medio, cujus partes minus mobiles sunt (1). Si igitur lux ex Aere X

(1) Ut id clarius explicet D. Carre, liberum aerem ponit intestino semper motu cieri, ejusque partes quaquaversus agitari, eaque agitatione lucis radios turbari, rumpi, ac debilitari; corpora vero pellucida quo densiora sunt, eo arctiores habere porulos, minoremque aeris seu ætheris quantitatem intercipere; quæ proinde corpora lento motu agitata, faciliorem aditum lumini præbent. Verum hanc Cartesii doctrinam acriter inspectatus est Fermatius, quod a recta ratione omnino abhorrens ei videretur faciliorem lumini præferim corporeo transitum esse in densioribus, quam rarioribus mediis; hinc contra Renatum posuit lucem velocius per rariora, quam per densiora progredi; ex eoque principio easdem ac Cartesius refractionis lucis leges derivavit.

Verum quid hac de re sentendum sit, haud difficulter ex ipsa experientia elici poterit. Hac quippe constat lucis radium RO dum oblique in puncto O dirimentis superficie AB incidit, per ON inclinari, & perpendiculari OK recedendo, si medium X densius sit medio Z ; contra si X rarius fuerit Z , per OS incedere ad eandem perpendicularem OK accedendo, adeo ut in priori casu angulus NOK major sit angulo TOK , seu ad verticem opposito ROC , in secundo vero angulus SOK eodem TOK , seu ROC minor. Distinguatur vero motus lucis obliquus RO in duos RH , RC , quorum alter ad superficiem AB sit perpen-

dicularis, alter eidem parallelus: tum patet lucis motui RC nihil resistere medii superficiem, utpote ei parallelam. Sumta igitur alia ex parte recta OI ipsi RC æquali, radius post refractionem ea progredietur velocitate, qua eodem tempore, quo ante refractionem pervenit ab R ad O , spatium OI emetiri valeat. Sit medium Z rarius quam X , & ON sit via radii refracti a perpendiculo OK recedentis, cum occurrat in N perpendicularis ex I ducta; eo elapso tempore lucis particula reperietur in N . Sunt itaque RO , ON spatia a luce ante & post refractionem æqualibus temporibus emensa, atque adeo ut velocitates ante & post refractionem. Sed est ON minor OT , seu RO : ergo motus lucis refractæ in rariori medio Z lentior quam in densiori X . Quod si medium Z altero X densius fuerit, semitaque refracti radii ad perpendiculum accedentis fuerit OS , cui ex I perpendicularis occurrat IS , erunt RO , OS spatia ante & post refractionem descripta, atque adeo ut velocitates; & ob rectam OS ipsa OT , seu OR majorem, erit etiam motus lucis refractæ in densiori medio Z incitator quam in rariori X .

Immerito itaque a Fermatio reprehensus est Renatus, quod lucem in densiori medio velocius incedere posuerit, cum reapse id factum ipso constet: at veram ejus velocioris cursus rationem abs majori densioris medii attractione pendente, non intellexit Renatus, quam

re X in Aquam Z feratur, accelerabitur, ita ut pari tempore viam æqualem OC, non describat, sed aliquam majorem OD; ductaque tum DF = RC, movebitur in recta OF, accedendo ad perpendicularum CK. Verum quomodo radius celeritate CO delatus, accelerari poterit in medio Z? immo licet huic omnem resistantiam sustuleris, nulla acceleratio adhuc sequetur; ad eam enim causa, novum motum producat, desideratur. 2. Præterea equis mente concipere valet, lucem per densiora media, immo per firma corpora transeuntem, minorem offendere resistantiam, minusque retardari, quam per rariora media, fluidaque pertranantem? uti tamen opinabatur Cartesius. 3. Sed cum hic Philosophus corporum firmitatem in quiete positam adseruit, an Vitri, an Electri partes quiete different? cum viribus lucem refringentibus variis instruantur; est enim vis Electri ad eam in vitro, veluti 13654. ad 5436. 4. Sed dantur Fluida, quæ Lucem plus quam firma refringunt, dantur Fluida quæ minus refringunt; in hisce casibus Cartesii sententia locum habere nequit.

§. 868. Dechalet (a) radium CDAB (Tab. I. Fig. 9.) ex radiolis, aliquantum cohærentibus, compositum considerans, refractionem ad perpendicularum fieri notat, cum ex medio rariori in densius, vel magis resistens EB, radius ingredi-

B 4

gredi-

(a) Dioptricæ Lib. I.

quam idcirco ex ipsa medii majori densitate, indeque orta, ut ipsi videbatur, minori resistantia, perperam mutuatus est.

Id vero hic adnotatu maxime dignum occurrit, quod Cartesius lucis motum retardari, & accelerari posuerit, lucem tamen ipsam in instanti ad longinqua intervalla diffundi voluerit; quasi vid. hæc duo non secum invicem pugnant.

At mirum est Cl. Fermatium, etsi contra Cartesium lucis progressum tardiosem posuerit in densiori medio, celeriosem in rariori, ad easdem nihilominus refractionis leges devenisse, quas Cartesius ex contrario principio derivaverat. Verum sciendum est aliam Fermatio assumptam fuisse hypothesim pro laudatis refractionis legibus deducendis, lucem scil. in refractione minimo temporis intervallo de loco

ad locum transire, etsi brevissima via non incedat. Probatum id deinceps est Leibnitio, Hugenio, Hospitalio, Wolfio; verum Cl. Petrus Martini doctissima hac de re edita dissertatione idipsum a veritate abluere ait; institutoque calculo ostendit minimum, quod in refractione occurrit, a spatio & velocitate simul esse desumendum; quatenus si ponatur a designare velocitatem ante incidentiam, b velocitatem post refractionem, x spatium a lumine emensum ante refractionem, y spatium post refractionem, sit $a x + b y$ omnium similium factorum minimum. Ex duplici vero assumpta a Fermatio hypothesi, utraque falsa, quarum altera alteri medeatur, factum esse putat, quod in receptas refractionis leges Fermatius deveniret.

greditur, quia pars ejus B citius resistantiam experitur, quam A; igitur B moveri tantum potest quantitatem FB, cum A minus retardata eodem tempore moveatur majori quantitate AG: inflectetur proin radius ad perpendicularum GI (1), adeo ut, cum angulus incidentiæ sit CBH, refractionis sit KGI. Verum huic sententiæ obstat, quod lux magis ab Aqua refringatur, quam a Vitro, Crystallo, Sale Gemmæ, & adhuc multo magis a Spiritu vini rectificato, quam ab Aqua, cui nemo majorem resistantiam, quam Vitro solido facile adscribet: at excusandus hic eximius Geometra, quia ingenue fatetur, sibi in sua sententia hæere Aquam, nec se sibi satisfecisse. Eandem cum Dechales sententiam fovit Barrovius in Lect. Opticis, nisi Dechales hunc fuerit secutus.

§. 869. Alii Philosophi diversas iniverunt vias, ut Refractionem explicarent. Qui autem ad resistantiam diversam attenderunt, sive eam in Fluidis majorem quam in Solidis, sive contrariam statuerunt, nunquam experimenta Newtoniana ex hujusmodi principiis exponere potuerunt. Nec feliciores fuerunt, qui ex principio quodam Mechanico rem exponere aggressi sunt. Nam refractionis a vi attrahente Medii pendet, quæ Mechanica non est, & singularis in quolibet corpore, non semper sequens proportionem massæ corporeæ.

§. 870. Quia radius lucis delatus ad aliud Medium refringens curvam brevissimam describit, facilitatis ergo in sequentibus, eum in linea recta ferri usque ad Medii refringentis superficiem ponere licet. Sit igitur Medium X (Tab. 1. Fig. 8.) rarius, Z densius, hujus superficie AB, in quam radius RO oblique incidat, ductaque perpendiculari COK in superficiem AB, appellabitur RO *Radius incidens*, atque ROC *Angulus incidentiæ*; & perpendicularis RC

(1) Ex ea scilicet punctorum B & A motuum inæqualitate, aliqua radii ABCD oritur rotatio, puncti quidem A per arcum majorem AG, puncti vero B per minorem arcum BF, itaut recta AB situm acquirat GF. Ingresso vero puncto A in idem medium, ea motuum inæqualitas tollitur, atque adeo pergit utrumque punctum A & B in incepto semel itinere, quo ad perpendiculararem deflexerunt. Quod si contra radius KGBL ex

densiori in rarius medium transeat, contraria tum refrangetur ratio; nam cum punctum G primum emergat ex crassiori medio in subtilius, minori difficultate incedet, dum interim punctum B crassiori adhuc medio immersum plus resistantiæ reperit: Ex qua motuum inæqualitate iterum rotatio consequitur, sed in partem a perpendiculari averfam, donec punctum G in A delatum, eadem velocitate cum puncto B deinceps incedat.

RC in OC Sinus anguli incidentiæ : tum Radius Refra-
ctus erit OF, Angulus Refractionis DOF : & Sinus angu-
li Refractionis erit perpendicularis DF.

§. 871. Quacunque inclinatione radius incidat in superfi-
ciem alterius Medii refringentem, inter Sinus angulorum in-
cidentiæ & refractionis manet constans & immutabilis ratio.

Si enim RO celeritatem radii incidentis designet; hæc
constans erit: resolvi autem potest in RC & CO per §.
457. Quatenus radius motu RC, parallelo ad AB fertur,
non acceleratur, sed tantum motu CO: acceleretur quanti-
tate DK, capta $OI = OH = RC$, demittatur perpendi-
cularis IS, & in OK perpendicularis KS: tum ducta OS
celeritatem radii refracti indicabit, quæ constans etiam erit:
erectaque DF, erit OS ad $FO = RO :: SK = OI = RC$,
qui est sinus anguli incidentiæ, ad DF, sinum anguli refra-
ctionis: adeoque propter constantes RO, OS, etiam ratio
DF ad KS constans erit.

§. 872. Sunt hi sinus in ratione reciproca celeritatum in
hisce Mediis (1).

§. 873. Constantem refractionis rationem dari invenit
Snellius, usus tamen Complementorum secantibus, loco si-
num. Ducatur perpendicularis BL (Tab. 1. Fig. 8.) ad
extremum Diametri AB, protrahatur RO, usque ad Tan-
gentem in E, ut & OS usque ad L, Est OE Secans an-
guli BOE = ROH, & OL Secans anguli BOL; ductaque
FP perpendiculari ad AB, erit OE, OB :: OR, OH; &
quoque OL, OB :: OF, OP: ergo $OExOH = OBxOR$;
& $OLxOP = OBxOF$; ideoque $OLxOP = OExOH$: qua-
re erit OL, OE :: OH, OP; adeoque est Secans Com-
ple-

(1) Est enim OS velocitas in
medio Z post refractionem; OF
= RO est velocitas ante refractionem
in medio X. Sed est KS seu
RC sinus anguli incidentiæ, ad
DF sinum anguli refractionis, ut
OS, seu velocitas post refractionem
in medio Z, ad OF seu RO
velocitatem ante refractionem in
medio X. Ergo patet propositum.
Falsus itaque est Christianus Wol-
fius, cum *Elem. Math. Univ. tom.*
3. pag. 177. edit. Genev. tradit in
refractione esse sinum anguli inci-
dentiæ ad sinum anguli refracti in

constante ratione, ea scil. quæ est
celeritatis luminis ante refractionem
ad celeritatem ejusdem post
refractionem; ex demonstratis enim
liquet eorundem angulorum sinus
non directam, sed reciprocam præ-
dictarum celeritatum rationem ser-
vare. Inde vero Cl. Viri error ori-
ginem traxit, quod constantem eo-
rum sinuum rationem deduxerit ex
hypothese, quod brevissimum sit
tempus, quo in refractione de lo-
co in locum pervenit radius; quod
falsum esse jam monuimus.

plementi refractionis ad Secantem Complementi incidentiæ, ut Sinus incidentiæ, ad Sinum refractionis.

§. 874. Cartesius inventionem Snellii usus, primus adhibuit Sinus, atque ita huic doctrinæ non parum lucis & commo-
di affudit. Veteres pro varia radii incidentis inclinatione, angulum Refractionis differre observaverunt, quamobrem Tabulas refractionum magno labore construebant, pro variis radiorum incidentium inclinationibus, quibus carere nunc possumus.

§. 875. Confirmaverunt quoque constantem rationem Sinuum D Cassinus (a), & J. Newtonus (b), variis experimentis. Neque refert sive Lux e medio rariori incidit in densius, aut contra.

§. 876. Demonstratum est in Trigonometria plana, in omni Triangulo rectilineo ABC, (Tab. 3. Fig. 3.) Sinus angulorum esse proportionales lateribus, quæ iisdem angulis opponuntur: Si autem in duobus Triangulis ABC, CBE, anguli BAC, BCE sint parvi, quorum sinus est eadem linea BE, erunt anguli in ratione inversa laterum suorum. Nam est angulus ABC ad BCE, ut Sinus anguli BAC, ad Sinum anguli BCE (1), hoc est, ut BC ad BA, sive ut EC ad EA (2).

§. 877. Lux e Sole A (Tab. 1. Fig. 10.) emissa, transit primo per Spatia cælestia, sive per Medium vacuum, tendendo ad Terram, dein oblique in Terræ Atmosphæram B, sive in Medium densius incidens, refringitur ad perpendicularum: cum veto Aeris densitas, quo Terræ propior est, perpetuo increseat, increset etiam lucis refractionis in locis, C, D, E, F, in quibus major densitas perpetuo existit; quamobrem

(a) *Epist. 2. Astronom. de Solis refractione.* (b) *Lect. Opt.*

(1) Anguli enim admodum exigui sinuum suorum rationem sequuntur. Sint quippe duo anguli (Vid. fig. 2. Tab. Addit.) DAB, CAB, descripto circulo BDO, ii erunt ut arcus intercepti DB, CB: at iisdem diminutis angulis, arcus DB, CB eadem ratione minuuntur, donec tandem cum recta linea eorum subtensa confunduntur: tum vero ductis normalibus DF, CE, qui eorum angulorum sunt sinus, duo triangula DFB, CEB pro rectili-

neis similibus haberi poterunt; atque adeo erit DF ad CE, ut arcus DB ad arcum CB, seu ut angulus DAB, ad angulum CAB.

(2) Exiguus enim admodum angulus (Fig. 3. Tab. 3.) BAC, BECE, duo reliqui ABE, AEB, itemque duo CBE, CEB pro æqualibus haberi poterunt; atque adeo per 5. l. 1. Elem., erunt duo latera BA, AE æqualia, itemque æqualia duo BC, CE; adeoque BC: BA :: EC: EA.

obrem dum lux per Atmosphæræ varias densitates transit, describet curvam BCDEF; & quoniam in eadem altitudine a Terra, Aeris densitas singulis diebus mutatur, tum quoque Aer exhalationibus & vaporibus, vario modo lucem refringentibus, plus minus perpetuo accumulatur, inconstans erit lucis per Atmosphæram via; quæ nec Cyclois, nec Epicyclois erit secundum de la Hirium (a), veluti probavit Hermannus (b); & quam idcirco alio modo determinare conatus fuit Taylorus (c). Differre vero Atmosphæræ refractionem continuo, animadvertit Nedletonus (d), qui cælo nubiloso humidoque collis altitudinem dimensus, angulum majorem vidit, quam tempore sicco & sereno (1). Sed & collium apices ex eodem loco inspecti, altiores sub Aurora & Vespera, quam Meridie cælo sereno apparent. Et Hyeme altiores quoque, quam Æstate observantur. Aërem revera lucem per se transeuntem refringere, experimentis variis probaverunt Lowthorpius (e), tum postea Hallejus & Hauksbejus (f), ac in Gallia Delislius (g), quamvis dubium superesse nullum sinerent observationes Astronomicæ, altius, quam par erat, supra horizontem sydera ostendentes, tum Solis Lunæve apparitio supra horizontem, cum jam occiderint; ut & crepuscula matutina ac vespertina. Ex hac refractione lucis sequitur, nos nunquam sydera in suo vero loco conspicerere, sed altiora, adeo ut videatur A in L; nisi cum culminant.

§. 878. Si radius lucis ex Aere oblique in Aquam incidat, refringitur ad perpendicularum: in qua refractione sinus anguli incidentiæ est ad eum refractionis, uti 9434 ad 7071, sive ut 4, 002 ad 3, proxime uti 4 ad 3, tradente

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1702.* (b) *Act. Lips. A. 1706.*

(c) *Meth. Fluxionum inversa. Prop. 28. Prob. 22.*

(d) *Philos. Transf. N. 388.* (e) *Phil. Transf. N. 157.*

(f) *Phys. Mechan. Exp. p. 175.* (g) *L'Hist. de l'Ac. Roy. A. 1719.*

(1) Ex Opticæ principiis objectum in ea recta ab oculo refertur, quæ in directum jacet alteri oculum ultimo percellenti. Quamobrem si (Fig. 10. Tab. 1.) A sit collis alicujus vertex, & per eum transiens radius AB post varias refractiones tandem oculum subeat secundum rectam EF, in hac ea-

dem producta, veluti in L refertur ab oculo objectum, seu in situ altiori, quam reapse sit. Quod si itaque ad aliud punctum X oculus referatur, erit angulus LFX eo major, quo magis radius AB refrangitur; tum collium apices eo altiores conspicientur, quo item majores sunt radiorum refractiones.

dente Newtono (a); obtinet hæc proportio inter radios Sole emissos, allapsosque in Aquam, qui refracti viridem colorem exhibent. Inter radios per Aerem delatos, & a vitro refractos, datur ratio sinuum uti 8097 ad 5240, proxime uti 17 ad 11 (b): aliorum autem coloratorum radiorum diversa est refrangibilitas, rubri enim minime refringuntur, violacei radii maxime; adeo ut horum incidentium & refractorum sinus sint ad se invicem, uti 80481, & 81656 ad 524000. Varias accuratissimasque methodos refractionem lucis per varia media mensurandi præstantissimus Philosophus in Lectionibus Opticis tradidit, quæ consulendæ sunt.

§. 879. Interim notandum, lucem in medium aliquod corporeum incidentem, non illibatam totamque transire, sed aliquam ejus copiam a viribus Medii repellentibus reverberari: adeo ut post Medium semper infracta lucis claritas observetur: Aera multum lucis repercutere patet, qui lateraliter inspectus Solis radius, videri potest: plus lucis intercipit vas plenum Aquæ, Spiritus, olei, aut ipsum vitrum. Quale lucis transeuntis per vitrum, Aquam marinam &c. decrementum sit, ingeniosis experimentis determinare conatus fuit Cl. Bouguerius (c).

§. 880. Quoniam proinde Media corporea, quamvis tenuia, tantum lucis intercipiunt, fieri nequit, ut ea, quæ e Stellis fixis remotissimis ad Terram usque venit, per medium corporeum transierit, quippe in intermedia immani distantia, aut a particulis solidis medii, vel ab earum vi repellente, repercussa fuisset satis cito omnis: cum tamen Stellæ fixæ admodum micare observentur, earum lux necessario per vacua cælestia spatia usque ad Atmosphæram transit.

C A P. XXIX.

De Luce illapsa in superficies Planas & Sphæricas, Mediorum refringentium.

§. 881. **Q**uoniam Lux ex corpore lucente S exiens, vel ob opaco puncto S (Tab. 1. Fig. 11.) repercussa, fertur instar radiorum SA, SB, SC, SE, ex cen-

(a) *Lect. Opt. Part. 1. sect. 3. §. 35.*

(b) *Newt. Lect. Opt. p. 1. sect. 2. §. 20.*

(c) *Essay d' Opt. s. 1. §. 3.*

centro sphaeræ S emissorum, radii perpetuo a se recedent, formantes angulum; vocantur hi *Divergentes*, & quo majorem angulum formaverint, eo *magis Divergentes* dicuntur: ita SA, SE, plus quam SA, SB, divergunt. In genere vocantur *Divergentes*, quinque magis a se recedunt, quamvis non ex puncto egrediantur.

§. 882. Punctum lucens S, vel opacum reflectens, appellatur *Punctum radians*.

§. 883. Qui radii a se distantes, proprius continuo ad se mutuo accedunt, vel in puncto concurrunt, vocantur *Convergentes*: quales forent AS, CS, ES, ex A & C venientes.

§. 884. Punctum vel locus, in quo radii convergentes concurrunt, vocatur *Focus*.

§. 885. Punctum vel locus, in quo radii convergentes concurrissent, si in eodem medio pergere potuissent: aut punctum, e quo radii divergentes, recta producti, venissent, vocatur *Focus Imaginarius*.

§. 886. Si radii Lucis non multum divergentes AD, AC, AB (*Tab. 1. Fig. 12.*) in superficiem planam SD, Medii densioris Z, quam X, e quo veniunt, incidant, refringuntur ad perpendicularum, delati in rectis BE, CG, HD, qui ducti retro, quasi ex foco imaginario O, remotiori a superficie SD proveniunt. Est distantia AD puncti radiantis A, ad OD, distantiam foci imaginarii a superficie SD; ut sinus anguli refractionis, ad sinum anguli incidentiæ.

Nam AD perpendiculariter lapsus in SD, ad H recta transit absque refractione: radius AC oblique incidit in SD, in quam ducatur perpendicularis Cp, erit GCp angulus refractionis, cui est æqualis COD. Sed per §. 876. est sinus anguli COD, ad sinum anguli CAD, veluti CA ad CO, hoc est, veluti DA ad DO (1). Sed est Angulus CAD = angulo incidentiæ ACq; ergo est sinus anguli incidentiæ ad eum refractionis, uti OD ad AD.

§. 887. Si radii lucis non multum divergentes KM, KR, KT, (*Tab. 1. Fig. 13.*) in superficiem planam VS Medii rarioris, quam e quo veniunt, inciderint, refringuntur a perpendicularo KM, tenduntque ad MN, RP, TQ, qui retro ducti concurrunt in foco imaginario L, propiori superfici-

(1) Nam cum radii AD, AC rursus CA, DA æquales, itemque æparum divergentes sint, adeoque & quales CO, DO; atque adeo Ca: exigua admodum sit recta CD, e- CO: : DA: DO.

perficiei VS, quam est punctum radians K: estque distantia KM ad LM, a superficie VS, ut sinus anguli refractionis, ad sinum anguli incidentiæ, uti eadem demonstratione, ac in §. 886. probatur.

Hæc demonstratio locum non habet in radiis multum divergentibus: hi quippe retroducti, pro foco imaginario parvum circulum habent, qui eo major est, quo radii magis divergentes fuerint.

§. 888. Si radii convergentes EB, GC, HD (Tab. 1. Fig. 12.) ex medio densiori Z, in superficiem planam SD, medii rarioris X incidant, refringuntur recedendo a perpendicularo, formaturi focum A propiorem superficiei SD, quam focus imaginarius O, eritque distantia AD ad OD in eadem ratione, ac in §. 886. Evadunt igitur hi radii convergentes.

§. 889. Si vero radii convergentes NM, PR, QT (Tab. 1. Fig. 13.) ex medio rariori in densius planæ superficiei SV inciderint, refracti ad perpendicularum, concurrent in foco K, remotiori a superficie, quam est focus imaginarius L, eruntque distantia KM, LM in ratione memorata in §. 886. Evadunt igitur hi radii minus convergentes.

§. 890. Si radii paralleli (Tab. 1. Fig. 14.) AB, CD in superficiem planam BD, medii alterius densitatis, sive majoris, sive minoris inciderint, post refractionem pergunt incedere paralleli; in medio densiori ingredientur viam BE, DF, in medio rariori BG, DH: hi enim radii AB, DC æqualem refractionem patiuntur; adeoque angulus ZDF = ZBE, vel RBG = RDH; ergo sunt paralleli BE, DF, tum BG, DH.

§. 891. Sit superficies Medii densioris Z, (Tab. 1. Fig. 15.) sphaerica convexa AB, in quam illabantur radii paralleli CA, BD, sibi propinqui, ex Medio rariori, qui refracti concurrant in foco G: erit GB distantia foci a superficie, ad FB radium sphaeræ, ut sinus anguli incidentiæ, est ad sinum differentiæ inter angulum incidentiæ, & refractionis. Recta DB perpendiculariter incidat, hæc absque refractione per centrum F recta transibit. Ducta ex centro F recta FAE, erit angulus incidentiæ pro altero radio CA = CAE, cui est = AFB. Hic externus est æqualis Trianguli duobus internis angulis GAF, & FGA: sed GAF est angulus refractionis; ergo est angulus AGF differentia inter angulos GAF, & AFB. Est vero per §. 876. sinus anguli AFB ad sinum AGF, uti GA ad FA, sive GB

GB ad FB; adeoque GB est ad FB, ut sinus anguli incidentiæ, ad sinus anguli differentiæ inter angulos incidentiæ & refractionis.

§. 892. Radii DB, DA (Tab. I. Fig. 15.) divergentes incidant in eandem superficiem AB sphericam; quia ergo angulus incidentiæ DAE major est quam in §. 891. erit quoque angulus refractionis FAH major: quamobrem distantia H foci a superficie AB est etiam major. Ut vero punctum H inveniatur, finge radios parallelos a parte contraria Z venientes habere focum in Y: Radio FY describe arcum Y p, tum ad rectam F p duc AH parallelam, erit H punctum quæsitum. Nam si punctum p sit radians, p F recta transit, p A vero incidit in punctum proximum, adeoque oportet, ut radius parallele moveatur ad p F: Sed p A venit quasi ex DA. Triangula D p F, DAH, sunt similia; ergo D p, p F :: DA, AH; sive DY, YF :: DB, BH (1). Hinc alia exurgit regula: quum sit DY, DY + YF :: DB, DB + BH; & permutando DY, DB :: DF, DH. Quo vero D punctum radians propius accesserit ad superficiem AB, eo angulus incidentiæ magis increset: ergo & increset angulus refractionis; qui si fiat æqualis AFB, erit radius refractus AL parallelus ad BH. Si punctum radians D propius accesserit ad AB, fiet angulus refractionis major angulo AFB; quamobrem divergentes manebunt radii post refractionem, quamvis minus divergentes, quam cum incidebant.

§. 893. Radii convergentes EA, DB (Tab. I. Fig. 15.) illabi possunt in superficiem AB; directionibus tendentibus ad centrum F, hi illapsi perpendiculariter in A, & B, ad centrum F absque refractione transibunt.

§. 894. Si vero radii, qui incidunt, minus convergant, uti MA, DB, (Tab. I. Fig. 15.) erit angulus incidentiæ MAE, minor quam radii paralleli CA; quare & angulus refractionis FAL erit minor, quam paralleli angulus refractus FAG, eritque distantia IB minor quam GB, puncto I eo propius accedente ad F, quo radius MA propius ad EA accedat.

§. 895.

(1) Ob radios enim DA, DB poterunt rectæ Dp, DY; tum p F, YF; æquales item DA, BD; tum BH, AH.

§. 895. Si vero radius incidens fuerit KA , (*Tab. 1. Fig. 15.*) hic post refractionem minus converget, quia accedit ad perpendicularum AF , cadit vero in aliquo puncto S inter F & B , sed eo propius accedit ad centrum F , quo KA propius ad EA accesserit.

§. 896. Ex hisce omnibus in §. 891, 892, 893, 894, 895, facile deducitur via contraria radiorum, ex Medio densiori in rarius incidentium, & quidem in superficiem sphaericam concavam AB . (*Tab. 1. Fig. 15.*) Si enim radii divergentes SB , SA inciderint in AB , refracti sunt BD , AK .

Si ex centro F divergentes exierint, absque refractione transibunt, quia perpendiculariter illabuntur.

Si punctum radians inter F & G fuerit, erunt radii refracti BD , AM .

Si punctum radians in G fuerit, erunt radii refracti paralleli AC , BD . Si punctum radians ultra G ponatur, veluti in H , radii refracti coibunt in D . Si radii incidentes HB , LA fuerint paralleli, coibunt refracti propius superficiei AB , quam ante: & distantia FD , foci D a centro F , erit ad FB radium sphaerae, ut sinus anguli incidentiae una cum sinu anguli differentiae inter angulum incidentiae & refractionis, ad eundem sinum differentiae anguli incidentiae & refractionis. Non angulus incidentiae est $LAF = EAC = AFD$; angulus refractionis est EAD ; differentia angulorum EAC & EAD est angulus $CAD = ADF$. Sinus anguli incidentiae CAE seu AFD est ut AD ; sinus anguli ADF est ut $AF = FB$. Ergo sinus anguli incidentiae AFD est ad sinum anguli ADF , ut AD ad AF , seu ut BD ad BF ; & componendo erit sinus anguli incidentiae AFD cum sinu differentiae anguli incidentiae & refractionis; scil. cum sinu anguli ADF , ad sinum ejusdem anguli ADF , ut $BD + BF = FD$ ad BF . Si radii illapsi fuerint convergentes, citius coibunt refracti.

§. 897. Sit superficies sphaerica convexa AB , (*Tab. 1. Fig. 16.*) Medium densius X a parte convexa, Medium rarius Z a concava, radii DB , CA paralleli incidant, quorum DB perpendiculariter illapsus, per centrum F absque refractione transit: ducta perpendiculari FAE ad locum incidentiae A , erit angulus incidentiae CAE ; quia radius refractione a perpendiculari FA magis recedere tenetur, viam AG ingreditur; adeoque paralleli radii post refractionem a se mutuo divergunt: radius GA retro ducatur,

atur, donec concurrat cum alio in S, qui focus imaginarius est. Est angulus refractionis $GAF = EAS$; adeoque est CAS differentia inter angulum incidentiæ & refractionis; huic angulus ASF æqualis est: quare est sinus hujus anguli ad radium AF, ut sinus anguli refractionis EAS, cui est æqualis sinus anguli FAS, ad FS, distantiam centri superficiæ sphericæ a foco imaginario S.

§. 898. Si radii divergentes DB, DA (*Tab. 1. Fig. 16.*) inciderint in eandem superficiem sphericam convexam AB, post refractionem magis quam paralleli radii a se divergunt, quia angulus incidentiæ DAE major est, quam CAE, quamobrem radius DA refractus fit AH; qui si ducatur retro, concurrat cum axe in K, quod punctum est focus imaginarius, qui sic eruitur. Est angulus DAE incidentiæ, HAF est refractionis, cui est $= EAK$; adeoque DAK est angulus differentiæ inter ambos memoratos. Trianguli ADK est angulus AKF externus, qui $= KAD + KDA$, hi autem sunt cogniti: ergo in Triangulo FAK, est Sinus anguli AKF ad radium FA, ut Sinus anguli FAK, vel KAE, ad FK, intervallum inter centrum F, & focum imaginarium K. Quo punctum radians D magis a superficie AB recesserit, eo angulus incidentiæ DAE magis decrescit, donec æqualis fere ipsi CAE evadat. Quo punctum D propius accesserit ad AB, eo angulus incidentiæ DAF, ergo & refractionis, plus increfcit, magisque refracti radii a se divergent: quamobrem focus Imaginarius propius continuo ad superficiem AB accedet.

Si radii convergentes DB, EA (*Tab. 1. Fig. 16.*) inciderint in superficiem eandem AB, qui producti concurrerent in centro F, hi perpendiculariter in AB illapsi, absque refractione usque ad F transibunt. Sed si qui incidunt, minus convergant, veluti DB, QA, quia per refractionem magis a perpendiculari AF recedunt, sunt vel minus convergentes BR, AR, vel paralleli BR, AM. Protrahatur enim QA ad R, erit angulus QAE = RAF; si nunc sinus anguli RAF est ad sinum anguli MAF, ut sinus anguli incidentiæ ad sinum anguli refractionis, tum radius QA post refractionem feretur in via MA, parallela ad BR: decrescente angulo QAE, decrescent RAF & MAF; idcirco radius QA post refractionem cum BR concurret. Qui autem magis convergant illapsi radii, veluti DB, PA, recedendo magis a perpendiculari AF, magis convergentes evadunt; nam via radii PA est AO.

Musschenbr. Phys. Tom. II.

C

§. 899.

§. 899. Facile nunc intelligitur via retrocurrentium radiorum ex medio rariori Z, (*Tab. 1. Fig. 16.*) in densius X. incidentium in superficiem concavam sphæricam AB: nam radii paralleli RB, MA, post refractionem fiunt divergentes BD, AQ.

Radii divergentes FA, FB ex centro F emissis, absque refractione transeunt in viis FAE, FBD.

Radii divergentes RB, RA, ex puncto radiante ultra centrum F emissi, post refractionem magis a se divergunt, cum propius ad perpendicularum AE accedunt.

Radii divergentes OB, OA, ex puncto radiante O, intra centrum F, & superficiem AB emissi, refracti fiunt minus divergentes, cum propius ad AE accedunt.

Radii convergentes RB, GA, refracti minus convergentes, vel paralleli fiunt.

C A P. XXX.

De Luce ex Aere illapsa in Vitrum, atque ex eo iterum in Aerem transeunte.

§. 900. **S**it vitrum ABDC, (*Tab. 2. Fig. 1.*) planis superficiebus AB, DC sibi parallelis terminatum, in quod ex Aere radius obliquus EF incidat, qui refringitur, hic refractione ad ductam perpendicularem GFO accedet, fereturque in FL, adeoque oblique illapsus in L, ex vitro in Aerem refractus exhibit, recedendo a perpendicularo RLP, in via LN. Quoniam sinus anguli refracti LFO, est ad sinum incidentiæ GFE, uti 11 ad 17, & FLP angulus = LFO, ac sinus anguli FLP ad sin. ang. RLN, uti 11 ad 17, erit angulus RLN = EFG; adeoque incidens EF est parallelus radio LN, ex vitro exeunti in Aerem.

§. 901. Sit vitreum prisma ABC, (*Tab. 2. Fig. 2.*) in cuius superficiem AB, ex Aere radius obliquus HF incidat, qui refractus accedet ad perpendicularum FP, in via FS; hic radius oblique illapsus in S, exiturus in Aerem, in via SM refringetur, recedendo a perpendiculari QSO. Radius DK perpendiculariter illapsus in AB, transit recta ad I absque refractione; cum autem oblique feriat AC, exiturus ex vitro in aerem, refractus a perpendicularo IN, incedit in via IR.

§. 901.

§. 901. Ex vitro Sphæræ, ut & segmenta sphærica varia construuntur. 1. Ab una parte plana, ab altera convexa. 2. Ab utraque parte convexa. 3. Ab una parte plana, ab altera concava. 4. Utrimque concava. 5. Ab una parte convexa, ab altera concava: facta ex sphæris radiorum differentium.

§. 902. Hæc segmenta sphærica Tab. 2. Fig. 9, 10, 11, 12. appellantur *Lentes*: verum Tab. 2. Fig. 7. hæc species vocatur *Meniscus*, vel Fig. 8. Concavo convexum.

§. 903. Recta transiens per sphæræ centrum, & perpendicularis in alteram superficiem planam: vel transiens per bina sphærarum centra, vocatur *Axis*.

§. 904. Si radii paralleli in sphæram incidant, Medio ambiente densiorem vel rariorem, atque in producta diametro, radiis incidentibus parallela, punctum T (Tab. 2. Fig. 3. 4.) fit focus primæ refractionis in superficie AC, erit punctum F, medium inter D & T, focus refractorum & exeuntium radiorum. Radii enim incidentes & exeuntes QA, FG producti, sibi occurrant in H; quoniam refractionis in punctis A & G æqualis est, erit Triangulum AHG Ifofceles (1); cumque angulus GTE = HAT, & HGA = TGF, erit Triangulum GFT etiam Ifofceles. Si nunc radius QA fuerit proximus diametro CT, erit recta GF = DF = TF; ergo focus F est medius inter D & T.

§. 905. Datur aliquod punctum E (Tab. 2. Fig. 5. 6. 7. & 8.) in Lentibus utrimque convexis & concavis, per quod quilibet transiens radius, tum incidendo ut QA, tum exeundo ut aq, sibi manet parallelus: sed in plano convexa, & in plano concava Lente jacet punctum E in vertice convexæ, & concavæ superficiem: & in duplici Menisco jacet E extra superficiem, maxima curvitate donatam.

C 2

Sit

(1) Ductis enim ex centro E in fig. 3. ad circumferentiæ puncta A G radiis EA, EG, iisdemque in L & V productis, erit in priori refractione, quæ fit in A, angulus incidentiæ LAQ = EAH, eique respondens Angulus refractus erit E A G. In posteriori vero refractione, quæ in G contingit, angulus incidentiæ est AGE, qui per 5. lib. 1. El. angulo refracto EAG

prioris refractionis in A, æquatur; Ergo angulus refractus V G F secundæ refractionis in G æqualis erit angulo prioris incidentiæ LAQ. Ergo duo quoque anguli EBH, EGH prioribus ad verticem oppositi, æquales item erunt. Quod si itaque ab his æqualibus æquales auferantur EAG, EGA, reliqui HAG, HGA æquales erunt; atque adeo triangulum A H G ifofceles.

Sit REr axis Lentis, jungens centra R , r superficie-
rum A , a ; ducantur duæ semidiametri RA , ra , sibi pa-
rallelæ, jungantur puncta A , a , tum linea Aa , axim in
puncto E secabit. Cum enim Triangula REA , rEa , sint
similia, erit RE ad Er , $:: RA$, ra ; adeoque punctum E
est immutabile in eadem Lente. Supponamus jam radium
utrimque recedere ab Aa , quæ æqualiter ad perpendiculares
in ambas superficies inclinatur, adeoque radius utrimque con-
traria directione inflectetur, adeo ut AQ sit parallelus ad
 aq (1). Si vero Lens evadat plano convexa, vel plano
concava, aliqua semidiameter RA vel ra , evadit infinita,
adeoque parallela ad axim Lentis; tumque alia semidiame-
ter coincidit cum axe, atque ita puncta A , E , vel a , & E
coincidunt.

§. 906. Punctum vero E , (*Tab. 2. Fig. 5. 6.*) quod *Centrum Lentis* appellatur, hoc modo potest determinari. In
Triangulis RAE , raE similibus, est $RA : ra :: RE : rE$.
Cum itaque data sit ratio RA ad ra , data item & constans
 Rr , hæc per 10. l. 6. El. divisa secundum rationem RA ad
 ra , dabit quæsitum punctum E . In fig. vero 7. & 8. recta
 Rr eoque produci debet in E , donec RE ad rE eandem
obtineat rationem radiorum RA , ra .

§. 907. Si igitur fasciculus radiorum perpendiculariter fere
inciderit in Lentem aliquem exilissimæ crassitie, radii tran-
seuntes per punctum E , pro linea recta per centrum Lentis
ducta capi possunt, absque sensibili errore

§. 908.

(1) Demonstrandum est immu-
tabile punctum E in fig. 5. ejusmo-
di esse, ut per id transiens radius
 QA post refractionem in A , & in-
de egrediens per a in aq , sit QA
ipsi aq parallelus. Quod ita de-
monstratur. Radius incidens QA
in directum producat in c ; tum
idem in qa egressus retroducatur in
directum in C : radii item RA ,
 ra paralleli in directum producan-
tur in P , p . Radius itaque QA in
punctum A incidens, & post refra-
ctionem per Aa incedens, angu-
lum incidentiæ habet QAP , an-
gulum vero refractionis RAa : hic
vero radius Aa in punctum a al-

terius faciei lentis incidens, & per
 aq egrediens, angulum incidentiæ
habet Aar , angulum vero refra-
ctionis qap . Sed ob parallelas RA ,
 ra , est angulus prioris refractionis
 RAa æqualis angulo secundæ in-
cidentiæ Aar ; ergo erit quoque
primæ incidentiæ angulus QAP
angulo secundæ refractionis qap æ-
qualis, ergo & anguli RAC , Car ,
prioribus ad verticem oppositi, æ-
quales item erunt. Si ergo ab his
æqualibus angulis RAC , Car , æ-
quales RAa , Aar auferantur, reli-
qui cAa , CaA æquales erunt, at-
que adeo rectæ QAc , qaC paral-
læ.

§. 908. Focus radiorum parallelorum, fere perpendiculariter in Lentem incidentium, sequenti modo invenitur.

Sit E (*Tab. 2. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.*) centrum Lentis, sint R, r centra superficierum, axis sit Rr , sit g $E G$ linea parallela radiis incidentibus in superficiem B , cujus centrum est R ; ducatur semidiameter $B R$ parallela ad $E g$, in qua producta sit V focus radiorum refractorum a sola superficie B ; ducatur $V r$ secans $g E$ protractam in G : erit G locus radiorum ex Lente exeuntium. Quoniam V est focus radiorum refractorum a superficie C , radii directione obliqua $B V$ incidunt in superficiem A : adeoque necesse est, ut radii exeuntes ex A suum focum habeant in aliquo puncto illius radii, qui recta per hanc superficiem A transit, hoc est in linea $V r$, ducta per centrum r ; & quoniam radius transiens per punctum E pro linea recta haberi potest, quæ sit $g E G$, ejus intersectionis punctum G ab $V r$ erit focus omnium radiorum.

§. 909. Si radii incidentes, ad axim $R r$ (*Tab. 2. Fig. 9. 10. 11. 12. 13.*) sint paralleli, distantia foci $E F$ est æqualis $E G$: radii enim incidentes paralleli ad $g E$, gradatim magis inclinentur ad axim, donec evadant eidem paralleli, tum eorum primi & secundi foci V & G describent arcus VT & GF , quorum centra sunt R & E ; nam linea $R V$ est immutabilis, habens ad $R B$ rationem sinus refractionis ad sinum differentia inter incidentiam & refractionem, per §. 891; adeoque $E G$ est invariabilis, & ad lineam $R V$, in ratione $r E$ ad $r R$, quia Triangula $E G r$, $R V r$ sunt similia.

§. 910. Si Lens tenui vitro consistit, eruetur ex præcedenti propositione hoc modo focus. Cum in Triangulis similibus $E G r$, $R V r$, sit $GE, VR :: E r, R r$; atque VR evadat TR , & GE fiat FE , erit $R r, E r :: TR, FE$; sive est distantia centrorum ambarum curvarum superficierum, ad distantiam Lentis a centro alterius superficie curvæ, ita est semidiameter producta ad focum primæ superficie, ad distantiam foci a Lente.

§. 911. Si ergo fuerit Lens utrinque concava vel convexa, est ut summa semidiametrorum, ad alterutram semidiametrum, ita est duplum alterius semidiametri, ad distantiam foci a Lente: Nam RT est $= 2 RE$, veluti $r t = 2 e r$; tum enim est $E t, t r :: 3, 2$.

§. 912. In Menisco autem est, ut differentia semidiametrorum ad alterutram semidiametrum, ita est duplum alterius ad distantiam foci a Menisco.

§. 913. Si Semidiametri ambarum curvarum superficierum fuerint æquales, erit distantia foci æqualis uni semidiametro. Sed in plano convexa, vel in plano concava Lente superficies planæ habent quasi Semidiametrum infinitam: unde ratio $R r$ ad $E r$, est ratio æqualitatis: quare etiam est TR ad FE in ratione æqualitatis, sive $TR = FE$. Quoniam TR ad RE est ut sinus anguli incidentiæ ad sinum differentiæ, erit FE ad RE in eadem ratione.

§. 914. Sit Q (*Tab. 3. Fig. 1. 2.*) punctum radians, a quo radii divergentes mittuntur in Lentem vel spheram, cuius centrum est E : si tum radii paralleli ab altera Lentis parte venissent, quorum focus sit in F , per §. 908, atque in axe QE producto capiatur QF , $FE :: E f, f q$, erit punctum q , focus radiorum refractorum, modo punctum Q radians non multum distet ab axe Lentis.

Nam centro E , radiis EF , Ef , describantur duo arcus FG , $f g$, secantes radium $QA a q$ in G & g , ducantur EG , Eg . Supponatur G focus incidentis radii GA , radius egrediens erit $ag q$, parallelus ad GE per §. 908.: sic ab altera parte ponatur g radians, emissusque sit radius ga , tum egrediens AGQ erit parallelus ad $g E$. Idcirco duo Triangula QGE , $Eg q$, sunt similia, eritque $QG, GE :: Eg, g q$. Si igitur radius $QA a q$ fuerit admodum propinquus axi $QE q$, erit $QE, FE :: E f, f q$.

Est etiam $QG, GE :: QA, Aq$; sive $QF, FE :: QE, Eq$. Est quoque $QG, QA :: QE, Qq$; sive $QF, QE :: QE, Qq$.

Si Q accedat ad F , & coincidat, radii exeuntes erunt paralleli; tum enim q recedit in infinitam distantiam. Si Q ultra F ad Lentem appropinquet, tum focus q transibit ad alteram lentis partem, ac ante erat.

C A P. XXXI.

De diversa radiorum refrangibilitate, & Coloribus.

§. 915. **Q**Uæ hucusque de Lucis radiis memoravimus, illo innituntur fundamento, radios omnes esse æque refrangibiles; quod verum non est. Invenit Nob. Newtonus, radium lucis a Sole emissum, atque a nobis tractandum, esse radiolorum fasciculum diversa refrangibilitate præditorum; ita ut, si radius OF (*Tab. 3. Fig. 4.*) e Sole emissus, oblique in densioris Medii superficiem EFG incidat,

rit, non refringatur tantum ad FR, sed abeat in radiolos ET, FS, FR, FQ, FP, qui a se divergendo, magis refringi radius FP, quam FT ostendunt.

§. 916. Ut Experimenta, quibus hæc admiranda lucis proprietas demonstratur, melius intelligantur, quædam præmittenda erunt. Si per exiguum foramen radius Solis locum obscurum ingrediatur, explicatur, pingitque supra planum, ipsi directe oppositum, orbem, eo majorem, quo planum a foramine amplius distiterit: quod fit, quia radii a toto hemisphærio Solis se per foramen penetrant, seseque sub angulo, qui æqualis est apparenti Solis diametro interfecant. His cognitis, capiatur vas amplum altumque, ad cuius fundum (qui optimus est si pelluceat) radius Solis, per foramen transmissus perveniat, notetur orbis longitudo ac latitudo; impleatur deinde vas Aqua, explicabitur supra fundum illuminati orbis longitudo, non vero latitudo.

§. 917. Vel capiatur (Tab. 3. Fig. 5.) virgula vitrea tribus angulis in modum clavæ torosa, quæ nunc vocatur *Prisma Vitreum*, ACB, cujus solidi anguli sint 60 graduum, in quod, per foramen FZ, incidat radius Solis OFXZ, qui refractus, & ad aliquot pedum distantiam ab albo plano exceptus, exhibet oblongam imaginem, cujus latitudo IC est

circiter $\frac{1}{4}$ longitudinis PT. Est latitudo IC eadem, ac si

in pari, a foramine F, intervallo, nullum Prisma interpositum fuisset. Hæc oblonga imago ex plurimis componitur circulis, (quorum pauci repræsentantur per GPA, HB, IC, KD, LTE) supra se cadentibus, qui cum sint omnes ejusdem diametri, efficiunt, ut imago lateraliter, rectis GL, AE, sibi parallelis, & ad extremitates P & T semicirculis terminata appareat. Repræsentat quilibet circulus imaginem Solis: inter hos igitur sunt, quorum radii a prisma plus, alii minus refringuntur.

§. 918. Si ad distantiam 10 vel 12 pedum a fenestra recedentes, foramen rotundum FZ (Tab. 3. Fig. 6.) per prisma ABC intueamur, id in loco P T instar imaginis prioris oblongus apparet; certo indicio, radios PH plus quam TI refringi.

§. 919. Radius SF (Tab. 4. Fig. 1.) a Prismate ABC refringitur in oblongam imaginem PT, quæ in alterum prisma KM projecta fuit, ut exploraretur, utrum radii nunc

refracti explicarentur ut ante, tumque acquireretur figura quadrata $p q t \pi$; sed id non contingit, priore imagine PT tantum obliquum situm $p t$ acquirente, atque ex iisdem circulis composita. Radii qui prima refractione maxime refringebantur, iterum in secunda refractione magis refringuntur: quo evenit ut p, P , in ambabus comparatis imaginibus, amplius a se distent, quam T, t ; hoc est, radii P, p maxime; T, t minus refringuntur.

§. 920. Radius igitur Lucis, prout e Sole emissus ad nos pervenit, constat Luce admodum heterogenea, cum ad eo diversæ refrangibilitati subjicitur: quam vero continet Lucem æque refrangibilem, *Homogeneam* appellant Philosophi.

§. 921. Si radium Solis directe intueamur, aut eum in planam albamque chartam excipiamus, candidus apparet.

§. 922. Eiusmodi radius, per Prisma vitreum transiens & refractus, dein supra album planum exceptus, imaginem exhibet oblongam PT (*Tab. 4. Fig. 2.*), plurimis variegatam coloribus, hoc ordine dispositis, ut sint rubri, aurantii, flavi, vitides, cærulei, purpurei, & violacei præcipue distinguendi: verum simul adsunt in singula colorum classe plurimi intermedii, quia non prorsus separati, sed lateraliter in se mutuo cadunt. Si conceperimus totam imaginem in 360. partes divisam, harum sua longitudine quilibet color totidem occupat, ac numerus ad latera adscriptus indicat.

§. 923. Radiorum coloratorum rubri minime, violacei maxime refringuntur: alii colores intermedii eo magis, quo plus a rubro recedunt ad violaceum, veluti conspectus radiorum ex prismate exeuntium docet.

§. 924. Vel si objectum planum CI , (*Tab. 4. Fig. 3.*) duobus coloratum pigmentis, Cinnabari & Indico prismate inspiciatur duplici modo, ab oculo posito in K , videbitur in D in binas partes C, I discerptum: converso prismate in situm B , apparebit objectum in E iterum divisum, uti C, I . Cum autem ambæ imagines C, C Cinnabaris, videantur sibi propiores, illæ autem I, I coloris Indici a se remotiores, liquet rubros radios minus refringi violaceis.

§. 925. Si idem objectum ambobus oblitum pigmentis illuminetur luce candelæ methodo Desagulieriana (a), atque Lens
ampla

(a) *Phil. Transf. N. 426.*

ampla L, L (*Tab. 4. Fig. 4.*) colligat radios, rubri focum p remotiorem a Lente habent in plano S, cærulei propiorem o in plano B: novo indicio, cæruleos magis refringi rubris.

§. 926. Manet refrangibilitas constans in eodem colore, adeo ut radii rubri, variis vicibus refracti, semper minus refringantur, quam radii Violacei, aut alii colorum intermediorum. Sit S (*Tab. 4. Fig. 5.*) Sol, cujus radius per foramen F transmissus incidat in prisma ABC, quod ipsum refringat in suos colores, qui excipiantur supra tabulam DE; hæc perforata unum colorem transmittat supra tabulam δ , γ , ν , quæ etiam foramine donata, transmittat in alterum prisma abc colorem; hic secunda vice refractus perget ad M, converso primo prismate ABC, possunt successive omnes colores projici supra alterum prisma abc , qui refracti denuo observabuntur inter M & N: quamvis omnes nunc eadem incidentia ad prisma abc pervenerint, nihilominus deprehenduntur violacei plus refringi, quam rubri, in hac secunda refractione (1).

§. 927. Quoniam radii rubri minus reliquis radiis coloratis refringuntur, constantius viam suam retinent, e qua minus

nus

(1) Que hætenus de radiorum lucis diversa refrangibilitate ab Auctore nostro adducta sunt, sequentibus experimentis majorem nanciscuntur lucem. Sit prisma (*Vid. fig. 3. Tab. Addit.*) ABC radios in obscurum cubiculum per foramen F transmissos excipiens, eosque ad papyrum, vel oppositum parietem HI in suos colores separatos projiciens. Superficies prismatis BC cum non omnes refringat radios versus T, sed & plurimos reflectat, eos ad P siste cum alia papyro KL. Porro convertatur prisma circa ejus axem secundum ordinem litterarum ABCA, & videbis tum amplitudinem colorum ad T, tum quantitatem lucis ad P perpetuo augeri; donec tandem cum radiorum inclinatio ad planum BC sit maxime obliqua, colores in T incipiant evanescere, & in P reflecti, ibique apparere, violaceus primo, tum purpureus, deinde cæruleus, viridis, flavus, ac de-

nique aurantius & ruber.

In hoc experimento hæc maxime spectanda sunt. I. Cum singuli colorati radii ante eorum separationem æqualiter ad prismatis superficiem AC inclinentur, ac deinde refractione separati, purpurei primum a superficie CB reflectantur in P, reliquis per eandem superficiem CB ad T transmissis; tum reflectantur violacei, deinde cærulei, & ita porro; consequens est purpureorum majorem esse præ reliquis ad superficiem CB inclinationem, eosque adeo omnium maxime refringi ex superficie BA; tum violaceos reliquis magis refrangi, inde cæruleos, & ita porro usque ad rubros omnium minime refractos: notum quippe est lucis radios in pellucidi minus densi superficiem veluti CB nimis oblique incidentes, quemadmodum in opacum corpus incidissent, ab ea reflecti, adeoque necesse est, ceteris paribus purpureos obliquissime omnium ad super-

per-

nus a vi attrahente & refringente turbari potuerunt: adeoque majori vi particulæ, radios rubros componentes, moventur; erunt proinde vel majores, vel densiores, quam particulæ reliquorum colorum. Verosimile est rubras particulas pari velocitate, ac eas reliquorum colorum moveri in radio Solari, ex omnibus coloribus constante. Vis igitur major iis inerit, vel posita pari densitate, sed majori volumine; vel posito eodem volumine, sed majori densitate.

§. 928. In radiis rubris majorem vim esse etiam ex fulgore, quo oculos perstringunt, concludimus, clarissime enim fulgent radii rubri, vix conspici possunt violacei, quia debilissime visum feriunt: virides autem radii, modice afficientes oculos, adeo his placent, cum nec nimis, nec debilius eos commovent.

§. 930.

perficiem BC inclinari, tum reliquos successive secundum præscriptum ordinem.

2. Liquet etiam Solis lucem sex radiis coalescere nedum refrangibilitate disparibus, sed & reflexibilitate, magisque refrangibiles; præ ceteris magis etiam esse reflexibiles; observatum quippe est eos radios omnium primos reflecti, qui iisdem positis omnium incidentiis, maxime fuerant refracti.

3. Consequitur demum radios eisdem exhibere colores, cum a superficie CB reflectuntur, quos per eandem superficiem trajecti, refractique excitabant; reflexi siquidem albedinem P singuli eo colore tingunt, quem refracti in T repræsentabant. Colores itaque suos habebant radii ante refractionem, a qua proinde non aliter dependent, quam quod ejus ope eruantur, a ceteris separentur, & manifestant, non vero quod ipsa refractione procedentur, ut quibusdam perperam visum est.

Sed & in majorem eorum, quæ modo dicta sunt evidentiam, sit EFG (Vid. fig. 4. Tab. Addit.) fenestræ operculum ad F terebratum; tum prisma foras statuatur,

quod Solis lucem foramen F ingressuram intercipiat, & refringat versus *f*. Ad *f* pedibus ab F duodecim, aut longius, positum sit opacum corpus *efg*, quod lucem sistat, demto parvo foramine *f*, per quod lucis pars aliqua, nempe violacea, longius traiciatur ad *y*. Istud autem *f* non sit semisse digiti latius. Deinde præ manibus sumatur aliud prisma *abc*, & ad radios transverse positum statuatur a postica parte foraminis *f*, circaque axem ejus convertatur, donec videas lucem violaceam, postquam ab eius basi *bc* obliquissime refracta fuerit versus *t*, totam a *t* disparuisse modo, & ad *p* reflecti. Cum primum lux violacea ad *p* reflectitur, prisma *abc* in eo statu figuratur. Tum alterum prisma ABC motu circa axem ejus nunc hac, nunc illac parum convertatur; ut colores, quos projicit in obstaculum *eg*, paululum attollantur, eoque pacto successive omnes transmittantur per foramen *f* in posterius prisma *abc*, & videbis quod cum flavedo transmittitur ad *y*, illi radii non omnes ad *p* reflectantur, sed plurimi perumpant superficiem *bc*, & ad *t* pertingant.

Et

§. 929. Qui color in radio ab aliis separato observatur, ille constans permanet idem, utcumque hic radius coloratus refringatur per Vitra, Prismata, Lentas: vel condensetur Lentium ope in focum: vel reflectatur a quocunque speculo, vel a quolibet corpore, & deinde per prisma inspiciatur; ruber radius ruborem semper exhibet, nunquam alium: viridis radius colorem retinet semper viridem: idem obtinet in aliis coloribus (1).

§. 930.

Et cum rubor ad *y* transmittitur, illi radii fortius adhuc perrumpent, ut ex ejus perrumpentis lucis copia constat. Jam cum radii, qui citius, & facilius reflectuntur in superiori experimento, nempe purpuriformes & violacei; etiam citius & facilius hic reflectantur, id fieri liquet non ex contingencia, sed ex ipsa radiorum naturali constitutione, & quod antecederet ad omnem reflexionem, aut refractionem, quidam ad exhibendos quosdam colores sunt apti, faciliusque reflexibiles; alii vero aliis coloribus, & progrediendi viribus assistantur.

Ad hæc si duas laminas vitreas (*Vid. fig. 5. Tab. Addit.*) CB plane perpolitas, & ad invicem applicatas secundum planitiem earum connectas, easque vasi RQ aquæ pleno immergas, extremitate superficiæ juxta positarum; undique cera vel pice prius obturata, ut aqua media non interreat, & expellat aerem, qui more laminæ tenuissimæ interjacet vitra, si hæc, inquam, fiant, eum poteris vitrorum invenire situm, ut illucente Sole aer interjectus carulliformes radios reflectat versus *p*, rubriformes vero transmittat versus *t*, aliasque modo dictis congruas apparentias exhibeat.

(1) Sciendum tamen est Mariotte & Rizzettum ejusmodi Newtoniana experimenta repetentes, expositum eorundem successum haud expertos fuisse; iisdemque Auctori-

bus observatum, post secundam refractionem, radii cujusque diversos iterum apparuisse colores: quod argumento eis fuit Newtonianam de diversa radiorum refrangibilitate doctrinam improbandi. At immerito id factum esse ex eo constat, quod Newtoniana experimenta non clanculum, nec semel aut iterum, sed innumeris fere vicibus, pluribus clarissimis viris spectantibus, maximaque adhibita diligentia in Londinensi, ac Parisiensi Scientiarum Academia, tum in Hollandia, Italia, Germania instituta, ac repetita fuerint, ac semper eum sortita effectum, quem Cl. Newtonus describit: ac proinde immerito tanquam falsa eadem rejiciuntur a privato quodam, qui facile in suis parandis experimentis aberrare potuit. Dicendum est itaque in Mariotte & Rizzetti experimentis haud homogeneum radium adhibitum fuisse, indeque factum, ut post novam refractionem diversi visi fuerint colores. Qua in re spectandum est, quod si cum radiis alicujus coloris, minori copia radii aliorum colorum permixti fuerint, prior radiorum color ad sensum non mutabitur, quia lumen vividum impedit, quo minus debile sit sensibile: quod si ita commixti radii, qui ad oculum pro homogeneis habeantur, transeant per prisma, eorum colores tum separari, & sensibiles fieri necesse est.

Pro felici vero Newtonianorum

EX-

§. 930. Quamobrem diversus motus, aut gyratio singulatum partium Lucis, oriunda ex refractione, non est causa diversorum colorum; nam hæc gyratio mutabitur, simulac altera vice Lux refringitur, reflectitur, vel colligitur: adeoque ex radio colorato iterum diversi colores orientur, quod nunquam fit. Eorum fabrica propria proinde facit, ut huius coloris, alii alterius ideam in mente excitent: manente singulorum fabrica eadem, constanter quilibet eundem colorem repræsentabit. Notatum vero hic velim, cum de colore radiorum loquor, me non opinari, ejusmodi colores radiis inesse, sed tantum potentiam quandam ita movendi nervos oculorum, ut horum motus in Mente ideam colorum excitet: qui radii ideam rubri coloris secum comitem habent, illos rubros appellavi; & pari modo reliquos flavos, virides, violaceos &c. ac si revera hi colores radiis inessent, quia intuentibus experimenta, ita radii apparent.

§. 931. Collectio omnium radiorum coloratorum in unum, constituit candorem, sive albedinem.

Si enim ope prismatis ABC , (*Tab. 4. Fig. 6.*) radius Solis fuerit refractus in suos radiolos coloratos, qui in Lentem MN convexam illapsi refringuntur, atque in focum G condensantur: hic focus in planum album DE exceptus, albus erit. In hoc foco tantum permixtionem colorum, non vero destructionem fieri, inde patet; quia si ultra focum removeatur planum, illico colores, sed inverso ordine apparent.

§. 932. Si focus G , ope alterius prismatis HIK , inspicatur, in suos colores refractus apparet, ut ruber sit in r , violaceus in V , una cum aliis coloribus intermediis.

§. 933.

experimentorum successu sequentia probe sunt observanda, quæ forsasse contemta Mariotte, & Rizzettum in suis experimentis deceperunt. 1. Prismata sunt adhibenda ex vitro purissimo, venulis immune; aliter reflexiones radiorum dantur in ipso prisma, & in exitu lumen eterogeneum cum homogeneo permiscetur, quod maxime experimentum turbat. 2. Cavendum ne ullum lumen præter simplicem radium per subtile fenestræ foramen, cubiculum intret; si

enim alii plures ingrediantur radii, iique cum iis misceantur, qui imaginem efficiunt, experimentum haud bene procedere poterit. 3. Cavendum demum ne experimentum instituat, quando Cælum non satis est serenum; tunc enim inter ipsos radios directe a Sole procedentes plures sunt, qui diversas habent refractiones; quod præcipue contingit, quando nubes dantur, quæ lumen satis vividum reflectunt.

§. 933. Duo prismata (*Tab. 4. Fig. 7.*) ABC ; abc ; quorum anguli refringentes B , b sint æquales, parallelæ ita inter se collocentur, ut angulus prismatis B contingat alterum c , binaque latera CB , cb in directum jaceant; lumen per prismata ista trajectum excipiat supra chartam MN , quæ intervallo circiter 8 vel 12 pollicum a prismatibus distet. Jam colores ab interioribus binorum prismatum extremis B & c geniti, commiscebuntur in loco PT , ibique albedinem efficient: etenim si alterutrum Prisma removeatur, colores ab altero geniti in loco illo PT apparebunt.

§. 934. Si diversissimi coloris pigmenta determinata copia secum permisceantur, veluti, Auripigmentum, Viride æris, Cæruleum montanum, purpura, producent pulverem, qui chartæ illitus crassiuscule, & ad distantiam 18 pedum conspectus, æque albus ac charta apparet.

§. 935. Si omnium colorum radii non permiscentur, non producitur albedo, sed ab hac eo major fit recessus, & vergentia ad luridum, vel peculiarem aliquem colorem, quo plures colorati radii intercepti, paucioresque colores conjuncti fuerint. Si enim (*Tab. 4. Fig. 6.*) Lux a prisma in suos coloratos radios refracta, inciderit in lentem MN , & focus G omnium colorum sit candidus, prope T intercipiatur aliquis color, veluti violaceus, focus G non amplius candescet, sed verget ad colorem fuscum: intercepto insuper colore Indico, G minus candebit: prohibito adhuc colore rubro ad P , focus G flavescit, viretque: impedito viridi adhuc flavescit focus G perfecte.

§. 936. Si in colores Solis radii a prisma fuerint refracti, atque coloratus aliquis radius seorsum in quoddam objectum pigmento tinctum incidat, id objectum colore radii incidentis, non colore sui pigmenti, tinctum apparebit. Si autem idem radii illapsi, qui pigmenti, fuerit color, vivacissimus est color pigmenti, cum objectum ab aliis coloratis radiis illuminatum multo obscurius resplendeat. Ex his patet, objecta colorata reflectendo radios Lucis, eorum colorem non mutare, verum hæc objecta nonnullos radios coloratos copiosius, alios in minori quantitate repercutere.

§. 937. Hinc intelligitur, cur objecta in loco, ubi Spiritus Vini ardet, appareant cærulescentis coloris? quia nempe radii fere tantum cærulei ab inflammato spiritu vini oriuntur, iidemque ad oculos ab objectis repercus-

si,

si, cærulescentis coloris ea ostendunt. Hinc etiam intelligitur quare objecta colorata ad lucem candelæ alterius coloris, quam ad lucem Solis, Lunæ, Lampadisve ardentis esse videantur. Nam ad candelam charta flava apparet languidior; colore vergente ad pallidum stramineum: Pigmentum saturato viride apparet subcæruleum; conspectum id una cum subcæruleo apparet subviride: comparatum cum flavo videtur magis cæruleum: plura hujusmodi prodita sunt a Nob. Boyleo in Tractatu de Coloribus. Quia nulli radii nigri prismaticæ exhibentur, colligimus nigredinem non esse colorem: tum quia umbræ graviores; aliaque nihil, vel parum lucis replicantia objecta, conspiciuntur nigra.

§. 938. Quotiescunque Lux in laminas tenues pellucidas incidit, separatur quoque in colores, quorum alii reflectuntur, alii transeunt, pro varia lamellarum crassitie. Clarissime hoc observatur, cum binas longorum Telescopiorum Lentes objectivas sibi mutuo imponimus; inter eas enim Aer tanquam tenuis lamina interjacet, sed quæ diversæ est crassitie: tenuissima est, ubi vitra se contingunt: crassior continuo, pro majori a contactus puncto distantia (*Tab. 4. Fig. 8.*). Cadat Lux in superiorem Lentem, eamque a parte superiori intueamur; tum ubi Lentes se contingunt, macula apparet nigra: hanc varii annuli, a se separati ambiunt, quorum colores, a centro incipiendo, sequenti ordine sunt dispositi.

Niger, cæruleus, albus, flavus, rubeus.

Violaceus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus.

Purpureus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus.

Viridis, rubeus. Sunt & alii, qui eo debiliores, quo magis a centro distant: hi per reflexionem ab Aere sunt producti.

§. 939. Si Lentem ab altera parte inspiciamus, ut radii transmissi in oculum incidant, iterum annuli colorati apparent, verum iis in locis, in quibus priores annuli a se distabant: ordines, incipiendo a medio, ita se habent.

Albus, rubeus, flavescens, niger, violaceus, cæruleus.

Albus, flavus, rubeus, violaceus, cæruleus.

Viridis, flavus, rubeus, viridis subcæruleus.

Rubeus, viridis, subcæruleus, &c.

§. 940. Hæc omnia clarissime quoque inspiciuntur in bullis, quas Aquam Sapone inspissatam inflando, formamus: cum enim hæ bullæ successu temporis fiant tenuiores, Aqua a parte superiori descendente ad inferiorem, observamus ori

ri

ri similes omnino annulos coloratos, & quidem in diversis bullarum partibus, prout tempore tenuiores redduntur aliæ partes, aliæ iterum crassiores: idque reflexione & transmissione Lucis fit, veluti in Lentibus.

§. 941. Pigmenta & objecta coloribus tincta proprie in se colores non habent: verum in sua superficie lucem allapsam refringunt in colores, quorum nonnullos reddunt, alios in se absorbent, quos multis repercussionibus internis suffocant aut transmittunt: proinde objecta sub eo colore videntur, quem replicati Lucis radii habent. Pigmenta sunt corpuscula tenuissima, adeoque pro laminis tenuibus, de quibus in §. 938. dictum est, habenda, quæ pro varia crassitie, qua donantur, diversum colorem reflectunt: idcirco idem pigmentum pro diversa partium crassitie cum variis coloribus videbitur. Cinnabaris integra quam parum rubet? contusa in pulverem mediocris tenuitatis pulcherrimum rubeum colorem refert: trita supra porphyritem in impalpabilem subtilitatem cum aqua multum de pulcritudine coloris amittit, ad aurantium accedendo; pulcherrima autem rubedo redit, Oleo Lini, Papaveris vel Terebinthinæ affuso. Simile quid in Viridi æris datur. Hinc quoque, si nonnullorum corporum superficies, sive in asperiores, sive in læviorem mutetur, propter partium compressionem ad se, atque ita ob speciem incrementi earum, corpora aliter colorata videbuntur. Charta aspera multo plus quam polita albet: Argentum asperum albissimum est, politum nigrescit.

§. 941. Attendendo insuper ad lucem per laminas tenues pellucas transeuntem in §. 938., & 939. discimus, quare si objecta colorata pelluceant, alterius coloris appareant, ope reflexæ, quam ope lucis transmissæ conspecta: nonne id evidentissimum est, cum plumas avium, & præcipue collum columbarum intuemur, quod variis inflexum motibus pulcherrimos colores exhibet, quorum nonnulli reflexione, alii transmissione oriuntur? Id quoque conspicuum est in infusione Ligni Nephritici, quod pro diverso tam oculi, quam lucis situ, alio colore apparet. Quemadmodum quoque tegmina nonnulla sericea se habent; tum Aurilamellæ tenuissimæ ante Microscopium positæ, per quarum poros Lux cærulea tantum transit.

§. 942. Interim nonnullæ corporum Tincturæ, ab affusis diversis solutionibus varios induentes colores, iisque iterum amissis, in pristinum statum redeunt, amena spectacula præbent. Veluti si Tincturæ rosarum rubrarum cum

Spi-

Spiritu vini, albescenti adhuc, Spiritus salinus acidus affundatur, ut Spiritus Vitrioli, Oleum Sulphuris, Spiritus Salis marini, Nitri, Aqua fortis, adeo exigua copia, ut vix acidum percipi queat, hæc in Tincturam elegantem rubri roseique coloris mutatur. Si autem eidem Tincturæ rosarum solutio Salis Alcalini affundatur, mutatur in Tincturam viridem, veluti fit ab affuso Oleo Tartari per deliquium, Spiritus Salis Ammoniaci. Sed si eidem Tincturæ rosarum alba solutio Vitrioli Martis in Aqua affundatur, oritur nigrum atramentum. Si rubenti priori Tincturæ, propter affusum acidum Spiritum, adjeceris solum Salem alcalinum, in viridem colorem vertitur rubedo, & si virenti Tincturæ ob Salem alcalinum adjeceris Spiritum acidum, mutatur in rubescentem Tincturam.

Si solutioni pellucidæ gallarum Vitriolum Martis vulgare, vel calcinatum ad albedinem, vel ad formam rubri colcotharis injiciatur, illico nigrescit: perit nigredo ab affusis Olei vitrioli guttis, priori pelluciditate redeunte; huic liquori affunde Oleum Tartari per deliquium, redit pristina nigredo, destructa iterum ab affuso Spiritu acido. Plura similia Magnus Boerhaavius (a) suppeditavit, & prostant quædam in Tentaminibus Florentinis (b), tum apud Helshamum (c). Hæc colorum productio & mutatio a varia magnitudine particularum in solutione natantium, nunc majorum, nunc minorum pendet: inde enim hos colores oriri, subtilissime ostendi Nob. Newtonus (d), qui doctrinam de Luce & Coloribus fere exhaustit, plurimisque aliis inventis, quæ attingere in his Institutionibus non licet, amplificavit (1).

CAP.

(a) *Chem. vol. 2. p. 535.* (b) *Part. 2. pag. 93. & seq.*
 (c) *Lectures ch. 20.* (d) *Opticæ Lib. 2. part. 2.*

(1) Newtonianæ itaque doctrinæ de coloribus summa hæc est: quod a certis corporibus certa radiorum genera reflectantur reliquis omnibus copiosius, & ab aliis alia.

Minium nempe radios minime refrangibiles, sive rubros, copiosissime reflectit, atque inde videtur rubrum: Violæ radios maxime refrangibiles, sive violaceos, copiosius

C A P. XXXII.

Descriptio Oculi.

S. 943. **Q**uomodo objecta extra nos posita videntur, exponi nequit, nisi Visus organum, quod Oculus
Musschenbr. Phys. Tom. II. D

sius præ ceteris reflectunt, atque inde suum trahunt colorem: Omne demum corpus eos radios præ reliquis copiosius reflectit, qui sunt eodem ipsius colore donati, coloremque suum inde trahit, quod isti radii in reflexo lumine prævalent, & dominantur. Hujus doctrinæ hæc est potissima ratio, quod color luminis homogenei nulla reflexione, vel refractione mutetur, ut ex superius relatis experimentis satis liquet: igitur si naturalia corpora radios reflectendo, nec quicquam eorum colorem immutant, necesse est non posse alia de causa, ea colorata videri, quam quia eos radios reflectunt, qui vel sua natura eo sint colore donati, quem ipsa corpora exhibent, vel qui aliqua sua permixtione eorundem corporum colorem conficere debent. Hæc ad opaca corpora spectant. Pellucidorum vero, qui transmissio lumine, colores videntur, similiter ab eorum radiorum conditione pendent, qui libero ea pervadentes corpora ad oculos tandem appellunt, sive homogenei solitarii fuerint, sive homogeneorum plures invicem permixti. Eos vero radios, qui neque occurrentibus corporibus reflectuntur, neque per eadem transmittuntur, intra ipsamet corpora intercipi ac veluti restingui existimandum est. Si enim aurum in bracteas tenuissimas ductum inter oculum & lucem collocetur, lux per id cærulea videbitur, vel viridis: id ergo aurum transmittit per se radios cæruleos, aliosque ultro citroque reflexos aliquandiu, intra se intercipit tan-

dem, atque restinguit, radios vero flavos reflectit extra, ipsumque adeo videtur flavum. Quemadmodum autem bractæ aureæ videntur flavæ lumine reflexo, & cæruleæ transmissio, ita quoque certi sunt liquores, ut ligni nephritici, & cetera etiam vitri genera, quæ unum genus luminis transmittunt copiosius, aliud vero genus reflectunt, eoque pacto coloribus variis pro vario oculi atque luminis positu videntur.

Ceterum quæ adversus hanc Newtoni theoriam tot experimentis confirmatam opposuere Pater Pardies, Franciscus Linus, Antonius Lucas, alique, ea uberrime resolvit Newtonus ipse in Transactionibus Anglicanis, ex quibus excerpta huc spectantia simul collecta videsis tom. 2. *Opusculorum* Newtoni Genevæ editorum Anno 1744. Sed non abs re erit novam adversus eandem Theoriam hic adferre difficultatem, quod non desiat, qui eam plurimi faciant. Sequenti illa nititur experimento: Si duo subtilissima fila, coccineum unum, alterum violaceum in longitudinem simul conjungantur, tum intervallo debito nudis oculis simul objiciantur, ambo constat unico obtutu ita distincte conspici, ut crassities, & color singulorum distincte dignoscatur. Id Newtonianæ Theoriæ repugnare ajunt, ex notissimis enim visionis directæ principiis cap. 33. exponendis distincta & clara fit objecti visio per radios, qui ex singulis objecti punctis pennicillorum instar prodeunt, ac divergentes, ope trium refractionum in oculi hu-

mori-

culus est, intelligatur; quamobrem brevissime eum explicare

moribus, aqueo, crystallino, vitreo, tandem in totidem retinae puncta accuratissime coeunt, distinctamque objecti imaginem ibidem depingunt, quemadmodum cap. 33. fufius est declaratum. Igitur si coccinei simul & violacei radii clarus & distinctus est simultaneus intuitus, uti docet superius memoratum experimentum, necesse omnino est cum coccineorum, tum violaceorum radiorum pennicillos ex diversis ejus objecti punctis prodeuntes, peractis per oculi humores debitis refractionibus, in totidem retinae puncta accurate coire. Verum si secundum Newtoni theoriam violacei omnium maxime, omnium minime rubri refringuntur, horum alterutrum admittatur necesse est, scilicet, si rubri accuratissime in retina coeunt, violaceos radios majoribus refractionibus praeditos, atque idcirco magis convergentes factos, cis retinam, & intra vitreum humorem coire, ex quo inde decussantes & divergentes plura retinae puncta subire: si violaceos statuas accuratissime in retina uniri, rubros necesse est minoribus refractionibus praeditos, atque idcirco minus convergentes, ad retinam disjunctos pervenire, trans illam uniendos, si producerentur. Nequit igitur secundum Newtoni theoriam clarus & distinctus esse utriusque radii coccinei, & violacei simultaneus intuitus.

Sed evanescet prorsus haec difficultas, si spectetur I. adfirmari tantum, at certe adducto experimento non ad evidentiam probari, utriusque radii claram & distinctam esse simultaneam visionem; fac enim accurate distinctam coccinei radii visionem veluti ex centum partibus coalescere, atque ob diversam Newtonianam radiorum refrangibilitatem, eandem visionem ab accurate distincta una vel

duabus ejusmodi centesimis partibus deficere; quis adfirmabit eum defectum oculo posse dignosci, eodemque visionem illam non accurate distinctam reputari? Junctis sane in retina violaceis radiis, etsi ibidem tum accuratissime non colligantur coccinei, hi tamen tam propinqui inter se retinam ferient, ut pro accuratissime junctis saltem physice haberi possint, nullaque adeo esse possit sensibilis differentia in claritate & distinctione visionis. 2. Mentis reflexione, judicio, vel anticipatione veluti compensari claritatis, & distinctionis defectum ex diversa radiorum refrangibilitate oriundum, quemadmodum ab eadem quoque causa magnitudinis, & distantiae objecti visio & perceptio dependet, uti Opticis notum est, patetque ex iis, quae cap. 33. dicta sunt.

Expositis haec tenus quae ad Newtoni doctrinam de colorum causis & natura spectant, nil ceterorum Philosophorum sententias Auctor noster moratur; quod fortasse vera jam demonstrata Clarissimi Viri sententia, reliquorum Philosophorum de coloribus hypotheses a veritate, quae una & simplex esse debet, quam maximum abludere necesse sit. Eaque praeterea hypotheses in communi errore consentiunt omnes, quod lucis modificatio varia, qua singuli colores exhibere ponuntur, ei non sit ab origine insita, sed inter reflectendum, vel refringendum acquisita. Inter lucis radios nullum agnoscitur discrimen earum hypothesis Auctoribus, priusquam in corpus aliquod colorificum incidant, opinantibus tantum, quod pro varia istius corporis dispositione, variis modis ii reflectantur, & refringantur; & pro specie modificationis, quam sic acquirunt, varia deinde colorum phantasmata exhibeant.

At

care nitar. Est homo a natura duobus donatus oculis, in facie mediaque capitis altitudine positus, ut cerebro sint proximi: quilibet profunde in orbita jacet ossea, accurate a Cl. Winslovio delineata (a), in qua tutus ab injuriis, a latere vel postice inferendis, hæret: aliquantum ex orbita promi-

D 2

net,

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1721.*

At cuncta hæc falsa esse satis superque evictum: nihilominus quo philosophica eruditione circa hoc potissimum Physicæ thema tironum nostrorum animus imbuatur, simulque intelligant experimentalis Newtonianæ Philosophiæ præstantiam præ aliis philosophandi rationibus, præsertim quæ vanis, & pro libitu fictis hypothesebus fulciuntur, operæ pretium me facturum duxi, si præcipuas saltem aliorum Philosophorum de colorum natura sententias hic explicatas subjicerem.

Aristoteles imprimis *lib. de sensu & sensibili cap. 3.* colorem definit τῆ διαφανεῖ ἐν πωμῶτι ὀρισιμένω πέρασ, idest, *extremitatem perspicui in corpore terminato.* Contentendit scilicet naturam illam perspicui, in cujus actione lucis naturam constituerat, non solum in aqua, aere, cælo, ceterisque pellucidis corporibus reperiri, sed & in quolibet opaco corpore inæqualiter, plus minusve, diffusam; eam in aere ceterisque pellucidis corporibus lucem efficere; in corporum vero variis superficiebus colores eorum varios. Lux itaque & color per Aristotelem eadem est perspicui natura reipsa & actu mota, hæc si in corpore fuerit interminato, & permeabili, lux proprie erit; si vero a corporis superficie fuerit terminata, colorem constituet. Quid vero id est aliud, quam lucis radios in corporibus pellucidis nullum offendere obstaculum, a quo reflectantur; in opacorum præterea corporum superficiebus eosdem incidentes reflecti ob obstructum aditum, indeque ad oculos pervenient-

tes colorum sensus excitare? Id sane tam vero congruum, quam quod maxime, ac solis exceptis Scholasticis, Philosophorum nemo abnuat; quæstionem tamen non solvit, cum explicandum adhuc sit, quid a corporum superficiebus ei perspicuæ naturæ accedat, ut inde varias colorum species referat. Adducta præterea Aristotelis definitio nec omnem complectitur coloris naturam; color enim plerumque videtur, ubi nulla talis datur extremitas, ut in Iride, & Prismate; in vitris vel liquoribus perspicuis aliquo colore leviter tinctis; in aqua marina, quæ viridis apparet; qui tamen color non extremitate vitri, aquæ, liquorumve, sed per totam eorum crassitiem generatur. *Vide New. Lection. Optic. part. 2. initio sect. primæ.*

Ad Peripateticos vero, vel potius Arabum Sectatores Scholasticos quod spectat, quæ de coloribus ii tradidere, etsi vera forent, nil tamen ad propositum conferunt, quippe qui modum & causas quibus singuli colores generantur, ne vel hulum attingunt. Pro singulis rerum speciebus & qualitatibus, totidem *formarum*, vel *entitatum* species proferunt; verum de particulari cujusvis formæ vel entitatis causa atque ratione, ob quam ab aliis discriminatur, haud quicquam differunt; atque adeo ea missa faciunt, quorum explicatio proprium videtur Physici officium, imo quæ sola mentem scientiæ naturalis avidam explere potest.

Cartesius cum lucis naturam constitueret in globulorum secundi elementi seriebus a corpore lucido

recta

net, atque a parte antica duabus retinetur, defenditurque palpebris.

§. 944. Supra Palpebram superiorem, ad infimam frontis par-

recta quaquaversus impulsorum, colores inde repetit, quod isti globuli per refractionem aliam circa aliquem sui axem acquirant motum; isque, ut varia est corporis refringentis, vel reflectentis conditio, sit quoque varius, magis scilicet vel minus celer, circa hunc vel circa illum axem: atque adeo quemadmodum lucis natura per directum globulorum motum, vel potius directam eorum impulsione explicatur Cartesio, ita colores omnium generum ex eorundem globulorum impulsione simul cum vario motu circulari, Cartesio iudice, dependent. Si globuli celerius circa proprium axem, quam in rectam lineam, moveantur, rubrum colorem ab iis excitari contendit; flavum, si æquali celeritate circa seipsos & in directum ferantur; cæruleum, si celerius in lineam rectam, quam circa seipsos volvantur; eademque ratione ex varia circulari, rectique motus combinatione, intermediis colores omnes suam trahunt per Renatum originem, quemadmodum *cap. 8. de Meteoris num. VI, VII, & VIII* pluribus prosequitur Vir clarissimus. Verum plura sunt, quæ hanc sententiam pessumdant prorsus: celerior imprimis, vel remissior globulorum motus circa proprium axem, ceteraque Renati pro coloribus assumpta, finguntur tantum, nulla solida ratione, experimentis nullis innixa; adeoque in vera Physica, quæ scilicet veras naturalium effectuum causas explicatur, nullum locum obtinere possunt. 2. Id præterea omnem rationem prætergreditur, quod quandoque globuli secundi elementi circa suos axes tanta pernicitate moveri ponantur, ut rectam luminis emissionem, quæ

momentanea illi est, longe superet. 3. Illud tandem in hac sententia explicari omnino nequit, qui nempe fiat, ut tam diversos circularis motus gradus lucis radii obtineant per vitreum prisma trajecti, ut omnes pene colorum species in albo obice exhibeant, etsi ad primam prismatis superficiem æqualiter omnes incidant; multoque minus intelligitur, qui iidem radii per primum prisma refracti, & diversos jam referentes colores, singillatim deinceps alios prismate excepti, varios etiam colores, ut ante, non repræsentent, sed quisque suum constantissime retineat.

Petrus Gassendus, Bøylus, Fabri, Borow, alique Neotericorum Philosophorum plures in eadem de colorum natura sententia consentire videntur; quod videlicet ab ipsa luce hoc aut illo modo a corporum superficiebus modificata majori minorique umbrarum copia intermixta, dependeat. Nulla quippe datur corporum superficies adeo exquisitè polita, quæ quoad subtilem saltem illius contexturam particulis eminentibus ubique non sit asperata, quarum figuræ valde inter se sint differentes, & facieculas habeant ad diversas partes respicientes: hinc fit, ut non omnes radii quotquot ad superficiem aliquam appellunt, ad oculum reflectantur, sed aliis alio digredientibus, ii tantum ad oculum repercutiantur, qui in illis facieculis incidunt, ex quibus ad oculum venientes angulum reflexionis, incidentiæ angulo æqualem faciunt; quamobrem a corporum superficiebus ad oculos non perveniunt radii, nisi nimium rarefacti, & umbellulis quibusdam permixti. In refractione item non omnes radii
pellu-

partem, ponitur Supercilium, compositum ex plurimis, arcuatis, brevibus pilis, densissimis ad canthum majorem, rarioribus ad minorem; a cantho majori ad minorem decurrentibus, vix unquam deciduis, conicis, intus aliquousque cavis, medullæ plenis. Supercilium elevatur, de-

D 3

pri-

pellucidum corpus penetrant, sed qui tantum in rectos eorum poros, veluti in tubulos incidunt; atque adeo qui inde ad oculos transmittuntur, rarefacti nimium sunt, umbellulisque intermixti. Ex ipsa vero luce variis modis densata, vel rarefacta umbris, ad oculos appulsa, colores omnes originem suam trahere laudatis Auctoribus ponuntur. At receptissimæ huic ante Newtonum sententiæ sequentia momenta opponimus. 1. Cum radii, qui refrangibilitate differunt, prisma fuerint separati, ut suum quisque colorem referat, si singillatim altero prisma excipiantur, perque id vel refracti transeant, vel etiam reflectantur, idem semper & immutatus singulorum perseverat color, qui ante: verum mutari is deberet, si colores nisi aliud essent quam variæ luminis modificationes à refractionibus, vel reflexionibus hæret; cur enim eæ modificationum varietas per primum, non vero per secundum prisma induceretur? 2. Solis radius in tenebricosum cubiculum per exiguum foramen F (*Vid. Vig. 6. Tab. Addit.*) immittatur, isque per prisma ABC primum transiens, & separatus, deinde per lentem PT aliquanto latiore, tandem ad lentis focum O convergat. Si hic charta ad perpendicularum luminis fuerit objecta, ut in situ DE, colores universi ad eam in O incidentes albi apparebunt. At si charta circa axem suum prismati parallelum convertatur, ut ad lumen valde fiat obliqua, quemadmodum in positionibus *e d*, *e d*, jam idem lumen in uno casu flavum atque rubrum, in altero

vero cæruleum videbitur. Hic sane una eademque luminis pars, in uno eodemque loco pro variis chartæ inclinationibus modo alba, modo flava aut rubra, modo demum cærulea apparet, dum interea chartæ superficies, luminis, & umbræ confinium, prismatis refractiones eadem semper manent (*Videsis Newtoni Optic. prop. 1. part. 2. l. 1.*)

Novam colorum theoriam excogitavit Cl. Malebranchius, in monumentis Regiæ Paris. Acad. A. 1699. fusius deductam, eamque plurimum Neotericorum calculo probatam. Putat videlicet lucidum corpus concitatissimo suarum particularum motu materiam subtilem sibi circumfusam crebris vibrationibus impellere, eaque magna vi elastica pollente undulatorium motum ad instans temporis ad oculos usque transmitti, indeque lucis sensum excitari, quemadmodum æt vibrationes a sonoro corpore excitatas ad aurium sensoria referens, sonorum sensus procreat. Sicut vero si unius chordæ vibrationes ætèrius vibrationibus fuerint æque diuturnæ, idem ab utraque excitatur tonus, etsi magis strepens vel fortior sit ejus chordæ latiores vibrationes reddentis; ita quoque si ejus materiæ, quæ lucem excitat, æquediuturnæ fuerint vibrationes, eadem semper procreabitur lux, etsi vividior in latioribus vibrationibus. Quemadmodum etiam chordarum non æquediuturnas vibrationes reddentium diversi sunt toni, ita si unius corporis lucidi vibrationes breviori absolvantur tempore præ alterius vibrationibus, diversæ

primatur, adducitur ad nasum, explicatur, corrugatur a fibris muscularibus frontalibus (a), tum ab iis, qui pinnas nasi elevant. Irretiuntur in his pilis pulveres, sordes, sudor; quæ a fronte delabentia, in oculos ceteroquin incidere, visumque turbarent: depressi quoque pili lucem a parte superiori copiosiore allapsam aliquantum sistunt.

§. 945. Palpebræ sunt bina oculi anteriora munimenta membranacea, quorum unum superius, alterum inferius est: uti ad se accedendo, oculum claudunt, ita recedendo eum detegunt. Sunt exiguæ crassitie, ut quodammodo pelluceant, nihilominus constant ex Epidermide, Cute, Membrana cellulosa, Musculo, & Membrana politissima interiori, admodum vasculosa, pertusaque plurimis osculis ductuum excretoriorum, ex glandulis originem ducentibus. Limbi palpebrarum cartilaginei, glaberrimi sunt, perforati ductibus (b), ceraceam materiam exstillantibus, ne ab Aere exsiccentur, nec lacrymæ transcendant, nec palpebræ concrecant. Palpebra superior elevatur a musculo attollente (c), deprimitur a deprimente. Inferior quoque palpebra donatur musculo attollente (d), & deprimente (e). Impediunt non modo palpebræ, ne oculus ab externis injuriis lædatur, sed quoque sua apertura Lucis copiam moderantur, ne hæc tenerrimam destruat retinam, cum objecta admodum illuminata videmus: insuper perpetuo sordes, cum nictitamus, abluunt, humectantque corneam, ut pellucida maneat.

§. 946. Ad marginem extremum & externum palpebrarum datur series pilorum, qui vocantur *Cilia*, recta fere extrinsecus exstantia, in palpebra superiori incurvata sursum, deorsum in inferiori, ne lucis introitum impediunt: sunt simil-

(a) *Eust. Tab. 41. Fig. 1.* (b) *Bartholini Anat. Lib. 3. Tab. 10. Fig. 5.* (c) *Verheyen. Tab. 27. Fig. 1. & 2.* (d) *Eustach. Tab. 41. Fig. 1.* (e) *Verheyen. Tab. 27. Fig. 1.*

versæ lucis species tum excitabuntur, seu diversi colores. Hinc corporum proficiuntur varii colores, quod cum superficies habeant varia ratione contextas, non uno omnes modo lucem regerunt, sed nunc latiores, nunc minus latas, modo frequentiores, modo minus frequentes vibrationes reddentem; ab his vero vibrationum diversis speciebus omnem colorum varietatem Cl. Vir mutuatur. At omissis

ceteris, id unum explicatum vellem, cur scilicet radiis per primum prisma in colores separatis, eorum præterea nullus novi prismatis refractione in alios item colores dispesci valeat? Cur tot vibrationum species lucis radiis a primo prismate inducantur, ut inde earum varietas oriatur; iisdem vero paribus, nulla vibrationum diversitas singulis separatis radiis per novum prisma accedat.

millimæ fabricæ ac supercilia : oculum adversus externas fordes & animalia defendunt.

§. 947. Ad Canthum oculi majorem, in margine interiori utriusque palpebræ, conspicitur foraminulum, medium quasi in prominenti papilla, *Punctum Lacrymale* appellatum : utrumque est orificium canalıs, nasum versus decurrentis, prope quem uterque conjunctus sacculus lacrymalem format, per canalem se in naribus exonerantem (a). Attractione hæc puncta in se lacrymas absorbent pari modo ac Aqua attrahitur in tubos capillares : cumque hic apparatus Siphoni capillari inæqualium crurum sit similis, lacrymæ a punctis attractæ pari modo ex crure longiori in naribus hærente effluent.

§. 948. Ad Canthum majorem *Caruncula est Lacrymalis*, rubra, scabra, spongiosa, inter utramque palpebram, impediens ne hic primo claudantur palpebræ, resistens lacrymis huic determinatis, uti illæ a punctis lacrymalibus facilius absorbeantur.

§. 949. *Glandula magna* posita inter Oculi bulbum & palpebram superiorem, in copiosa pinguedine, a cantho minori ad majorem exporrigitur, emittitque ductus, oblique inter pinguedinem & membranam internam palpebræ decurrentes (b), ex quibus perpetuo effunditur liquor, qui *Lacryma* appellatur, destinata irrigandæ, abluendæque Corneæ.

§. 950. Ex nonnullis tunicis Oculi bulbus componitur, quarum prima *Adnata*, constituit quodcumque extrinsecus in Oculo, apertis palpebris, album apparet. Est membranacea, tenuissima, nervea, candida, obducta oculo anteriori, &

corneæ quantitate $\frac{1}{3}$ vel $\frac{1}{2}$ vel unius lineæ : hæc non ingreditur orbitam osseam, sed se quaquaversum explicando bulbum annectit perioſtio, eumque retinet, ne ex orbita excidat, inde flexa retrorsum, internam superficiem palpebræ constituit.

§. 951. Oculus undique in copiosissima pinguedine sepultus jacet, cui molliter insidet. Hac Musculi ejus perpetuo illiniuntur, lubricantur, ut prompti sint ad omnes motus exercendos. Hi motus ope quatuor Musculorum Rectorum, & duorum obliquorum peraguntur, optime descriptorum ab

D 4

Eusta-

(a) Drake Antrop. Tab. 17. Fig. 6.

(b) Verheyen. Tab. 27. Fig. 1. & 2.

Eustachio (a) & Winslovio (b), & oculum secundum quamcumque directionem moventium, immo & ex orbita aliquantum extrahentium, nervos a pari Motorio, Pathetico, Quinto, & Sexto pari, & ab Intercostali recipientium (c).

§. 952. Bulbus oculi globus foret perfectus, nisi a parte anteriori, ubi cornea est, plus protuberaret, & a parte posteriori adhereret Nervo optico. Adulti hominis oculus a

Cornea ad nervum Opticum est longitudine $11 \frac{1}{3}$ linearum

poll. Paris.

§. 953. Extima membrana, toto bulbo oculi obducta, oritur a dura matre in Cerebro, quæ Nervum Opticum, per foramen in orbitam osseam intrantem, involvit: ad oculum perveniens in sphaeram explicatur: cum ad anteriora perrexit, gracilescit, flexibilior fit, minus coriacea, pellucet, magisque protuberat. Quamdiu opaca est, vocatur *Tunica Sclerotica*; ubi pellucet anterieus, *Cornea*. Componitur ex plurimis lamellis sibi impositis. Est Sclerotica minus crassa sub Musculis rectis, quam in reliqua oculi parte. Cornea est segmentum sphaeræ, cujus diameter est plerumque 7,

vel $7 \frac{1}{4}$ vel $7 \frac{1}{2}$ linearum: ejus chorda est vel 5, 5

$\frac{1}{4}$, 5 $\frac{1}{2}$ linearum: crassities membranæ est plerumque $\frac{2}{12}$

vel $\frac{3}{12}$ lineæ (d), notante Cl. Petit: pertusa est ab externa

parte vasculis humorem fundentibus, secundum Stenonem, & Winslovium; ex his in agonizantibus relaxatis sphaeræ liquor viscidus crassus effluit.

§. 954. Sub priori jacet secunda membrana, orta in cerebro a Pia matre, nervum cingens Opticum, & deinde oculi bulbum; duplex est, extima contigua Scleroticæ usque ad Corneam, ubi eam deferens, in planam membranam abit, quæ quamdiu adheret Scleroticæ, appellatur *Chorooides* vel *Uvea*, ubi a Cornea distat, vocatur *Iris*. Interior mem-
brana

(a) Tab. 29. Fig. 2. 3. 4. 5. (b) L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1721. (c) L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1726.

(d) L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1728.

brana est *Ruyschiana*, quæ prope Iridem introrsum reflexa, obducit humorem Vitreum, & Crystallinum. Iris perfecte rotunda est rotundo foramine pertusa, quod vocatur *Pupilla*, hæc non accurate est in media Iride, sed propior Naso. Est Iris tincta variis coloribus, componiturque ex fibris Muscularibus, ab ambitu externo ad centrum tendentibus, & in limbo orbiculari terminatis. Limbus hic instruitur quoque fibris muscularibus instar sphincteris, figuram pupillæ determinantibus: hæc cum prioribus, & insuper membranis exilibus pellucidis connectuntur: Musculi longitudinales pupillam dilatant, quam orbiculares coarctant, adeo ut pupilla videatur dilatabilis, imprimis in infantibus, minus in senibus, quod factum, ut plurimum lucis, ab objectis emissæ, acciperemus, aut ne a nimia luce excæcaremur; adeoque moderamur aperturam, prout id distincta visio postulat. Est pupilla instar canalis conici truncati, cujus basis spectat interiora oculi, ab hac enim parte fere triplo amplior est parte exteriori, ut plus lucis per eam transmitti ad Crystallinam Lentem posset. In vasculis Iridis præparatur liquor, in cameram anteriorem Oculi effundendus.

§. 955. Tunica Ruyschiana, humori vitreo obducta, fibrillis instruitur muscularibus, quæ vocantur *Processus Ciliares*, quorum fixum principium est undequaque in Uvea, suntque arcuati, quia anteriori parte humor vitreus protuberat: instar radiorum huic insident, Crystallinum versus decurrentes; sunt quidem hæc fibrillæ rariores, quam in Iride, verum crassiores. Iridis postica pars, ut & *Processus Ciliares*, aterrimo illiti sunt pigmento, lucem obliquius in oculum ingressam suffocante. *Processus Ciliares* se contrahentes, ex arcuatis fiunt magis recti, comprimunt humorem vitreum, quem ad posteriorem oculi partem pellunt, inde ob resistantiam pellitur antrorsus, medium versus, Lentemque crystallinam antrorsum movet.

§. 956. Ut ingressus Nervi Optici in Oculum intelligatur, finge Oculum intueri objectum, in pari ab horizonte secum altitudine directe sibi obversum: tum planum horizontale transire per medium Iridis; & planum perpendiculare ad horizontem quoque per medium Iridis: Nervus Opticus posticam bulbi partem ingreditur paulum infra planum horizontale, & in loco fere intermedio admodum oblique: idcirco axis opticus, qui est linea perpendicularis in Corneam, transiens per centrum oculi, non cadit in Nervum Opticum, sed inter eum & partem oculi exteriorem.

Nervus

Nervus Opticus oculum ingressus, expanditur sub humore vitreo quaquaversum spherice, adhærendo tunicæ Ruyschianæ, acquiritque formam tenuissimæ membranæ, villosæ, excurrentis usque ad recessionem tunicæ Ruyschianæ ab Uvea. Vocatur Nervî expansio *Retina*, quæ tenuissima est, mollis, tenerrimi instar mucii. Est Nervus Opticus, notante Eustachio (a), & Ruyschio (b), in medio perforatus, veluti Malpighius in pisce Imperatore quoque observavit. Ubi incipit explicari, Arterias majores & vasa Lymphatica possidet. Est Nervus Opticus albi coloris, velut Cerebrum, cujus est propago: Retina tamen non adeo candida observatur quia immergitur mucio aterrimo, ad superficiem tunicæ Ruyschianæ hærenti: hinc est hæc membrana penitus nigra in Infantibus, minus nigrescit circa annum vigesimum, grysei coloris est circa annum trigesimum, & in summa senectute fere albescit.

Sunt hæc involucra Oculi; nunc ad intus contenta pergamus.

§. 957. Inter Corneam & Iridem cavitas est, quæ *Camera anterior* vocatur: inter Iridem & Lentem Crystallinam altera est cavitas, *Camera posterior* dicta, communicans ope pupillæ cum priori. Camera anterior est maxima, posterior minima. Anterior secundum Cl. Petitum (c) est linearum Cubicarum 11, 542. posterior 7, 554. Capacitas ambarum ultra 19 lineas Cubicas, quæ capere possunt grana 4, 08. humoris Aquei. Est distantia inter superficiem corneæ internam & Lentem Crystallinam $1 \frac{1}{4}$ lin.: addita crassitie Corneæ, distat superficies externa a Lente $1 \frac{5}{12}$ lineæ. Altitudo cameræ anterioris, sive distantia a Cornea ad Iridem, plerumque est $\frac{2}{3}$ vel 1 lineæ. Altitudo Cameræ posterioris $\frac{1}{6}$ vel $\frac{1}{8}$ lin. Implentur ambæ Cameræ eodem liquore, qui vocatur *Aqueus*, estque tenuis, pellucidissimus, subsalsus, inodorus; perpetuo renovatus & resorptus; minus tenuis & pellucidus est in senibus, lucem, ut aqua vulgaris, refringit.

§. 958.

(a) *Tab. 40. Fig. 1. 2. 3.*

(b) *In Epist. Tab. 5. Fig. 4.*

(c) *L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1728.*

§. 958. Sequitur *Lens Crystallina*, ita posita in medio Oculo, ut axis pupillæ cum ejus axe jaceat in eadem recta: si longitudinem Oculi consideres, non hæret in medio, sed propius Corneæ. Est corpusculum mediocriter firmum, in ambitu rotundum, utrimque sphericum convexum, Lentis Microscopicæ instar: Anterior superficies minus convexa est posteriori: illa est portio spheræ, in plurimis oculis diversa, cujus diameter est a 6 ad 12 lineas, frequentissime $7\frac{1}{4}$ vel 8 linearum: posterior superficies est segmentum spheræ, cujus diameter est 5 linearum, raro $5\frac{1}{2}$. Chordas lentis plerumque est 4 vel $4\frac{1}{2}$ linearum, crassities 2 linearum. Ex plurimis lamellis, vasculosis, sphericis, arctissime unitis componitur Lens, hæc admodum pellucet: usque ad ætatem 20 aut 30 annorum est absque colore, a quo tempore incipit tingi leviter colore flavo, qui successu temporis intenditur, donec anno 80 instar succini flavescat. Durities etiam mutatur, mollior enim est usque ad annum 25, indurescit usque ad 60 annum; mollior est ab exterioribus superficiebus, durior in medio: ætate etiam ejus convexitas minuitur. Lens inclusa est capsulæ membranacæ, quæ a parte postica cum membrana coercente humorem vitreum, concrevit: concretio hæc usque ad limbum circularem extremum pergit. Capsula hæc ab anteriori parte formatur a tunica Arachnoidea, oriunda ab uvea. Dicitur hæere Lens ab omni parte soluta in hac capsula, cui infunditur humor viscidus, Lentem irrigans & nutriens (a), nisi forte tenuissima vascula ex capsula in eam transferint, veluti injectiones artificiosæ Hovii, aliorumque anatomicorum probare videntur. Hæc lens lucem amplius, quam aqua refringit; cum enim aqua lucem sub angulo $16^{\circ} 50'$ refringebat, in Lente bovina angulus formabatur $24^{\circ} 10'$ notante Hauksbejo. Robisonus hujus pondus specificum ad Aquam, uti 10 ad 9 deprehendit.

§. 959. Lens sua parte posteriori insidit *Humori Vitreo*, quæ est massa Humore Aqueo densior, Crystallino mollior, pellucidissima, flexilis, implens partem oculi posteriorem, Lentem & Humorem Aqueum sua copia superans: antea coercetur a Choroide. & processibus ciliaribus: plurimorum vascu-

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1730.*

vasculorum, suis membranis inhærentium, compages esse videtur. Hauksbejus vim hujus refringentem eandem ut in aqua observavit, & pondus specificum cum aqua fere convenire notavit Robinsonus (a).

§. 960. Nervi Optici a summa regione substantiæ medullaris Cerebri, sub corporibus striatis, oriuntur, inde tendunt deorsum, & sub infundibulo accurate uniuntur; tumque lamellæ, oriundæ a latere dextro Cerebri, transeunt inter alias, quarum origo a latere sinistro Cerebri, atque cum his conjunctæ nervum formant, tendentem ad oculum sinistram: ita quoque ex parte sinistra Cerebri ortæ transeunt ad nervum dextrum, atque permixtæ cum hujus fibrillis tendunt ad Oculum dextrum: dein ambo nervi a se succedunt, ingrediuntur foramina, quæ fundo orbitarum sunt insculpta, perveniunt ad oculi bulbum, in quo explicantur, constituentes Retinam.

C A P. XXXIII.

De Lucis transitu per Oculi humores, & de Visione.

§. 961. **R**adii Lucis ex quocunque puncto objecti lucentis vel illuminati emissi, atque illapsi in album oculi, reperiuntur, nec in oculum se penetrant. Qui autem in Corneam incidunt, hoc modo pergunt. Sit objectum ABC, (Tab. 5. Fig. 1.) a puncto B radii Bd, BF, BD, BE, Ba, egrediuntur, quorum BD, illapsus perpendiculariter in Corneam spherico convexam, pellucidam, recta ad H per humorem aqueum absque refractione transit: BE oblique in Corneam illapsus, refringitur accedendo ad perpendicularum Pp, secundum proportionem radiorum ex Aere in Aquam incidentium & refractorum, §. 878. & per humorem aqueum, ac pupillam usque ad G transit: pari modo radius BF transit ad I. In hac refractione radii reduntur minus divergentes, quo fit, ut plures per pupillam transmitti queant. Ba & Bd a cornea refracti incidunt in Iridem, a qua reperiuntur, exeuntque ex oculo: talium ope alterius oculi Iridem, ejusque colores conspiciuntur.

§. 962. Quia pupilla angusta est, per eam radii multum divergentes non transibunt; quod factum, quia hi, etiamsi refracti, cum aliis in puncto supra retinam non concurrissent.

Ea-

(a) *Helsham Lectures.*

Eadem quoque in radiis a punctis objecti C & A, ac a quibuslibet intermediis, emissis locum habent.

§. 963. Si objectum, $\Pi \Sigma$, (*Tab. 5. Fig. 1.*) sit oculo proximum, radii ejus admodum obliqui, postquam per pupillam transiverunt, uti ΠK & Σm , incidunt in atherimum pigmentum, inter Iridem & vitreum ad K & m, a quo suffocantur; ne, si per humorem vitreum supra retinam transirent, visum turbarent, cum nequaquam supra retinam coire in puncto possent.

§. 964. Quo cornea est planior, eo radii in eam illapsi minus refringuntur, minus proinde ad pupillam diriguntur, paucioresque transeunt: qui transeunt, postea a reliquis humoribus oculi minus cogi possunt in puncta distincta supra retinam. In senibus oculi marcescunt, planiores fiunt; unde liquet, cur hi nec adeo clare, nec tam distincte objecta videant. Contra, quo Cornea est gibbior, eo radii ab ipsa plus refringuntur, plures transibunt; ita est plerumque Cornea Myopum, qui proinde clarius vident objecta, sed tantum propinqua, quorum radii valde divergentes, multum sunt refringendi, ut supra retinam coire possint.

§. 965. Quo pupilla est amplior, eo plures magisque divergentes radii ab uno puncto emissi transibunt; quo angustior, eo pauciores hæc radios transmittet: dilatari vero & coarctari pupilla ope muscutorum Iridis potest; idque requirebatur, quia, ut objecta clare & distincte videamus, desideratur lucis determinata copia, quæ nec retinam nimis, nec levius commoveat: proinde, contrahendo, vel ampliando pupillam, lucis copiam moderamur.

§. 966. Radii non multum oblique per pupillam transmissi, incidunt in Lentem Cristallinam, densiorem humore Aqueo. Quamvis radius DH (*Tab. 5. Fig. 1.*) in eam recta inciderit, atque ita absque refractione transeat, alii tamen radii oblique illapsi refringuntur, accedendo ad perpendiculum, secundum proportionem radiorum ex Aqua in vitrum ingredientium; qua refractione radii iterum minus quam ante divergent, vel fient paralleli, aut convergentes, veluti EG tendit ad GL, & FI ad IN.

§. 967. Quo superficies anterior GHI lentis est gibbior, quo lens solidior, eo radii magis ab ipsa refringuntur: Quo hæc superficies lentis fuerit planior, aut ipsa lens rarior, eo minor fiet refractione. Videntur Myopes donati lente admodum refringente, ideo enim tantum objecta propinqua oculo, e quibus radii valde divergentes exeunt, ab iis

con-

conspici possunt. Contra fenēs plerique tantum vident objecta remotiora, e quibus radii paralleli emittuntur, parum refringendi, ad quod lens planior requiritur; solidior enim semper hæc est in senibus.

§. 968. Ita radii ad Humorem vitreum, Lente Crystallina parum rariorem, pervenerunt: Radius HM (*Tab. 5. Fig. 1.*) perpendicularis ad punctum M , absque refractione in MO transit. Hic toto decursu suo per tres oculi humores nullibi refractus *Axis Opticus* vocari solet: sed GL oblique exiturus ex Lentis superficie, refringitur recedendo a perpendiculari LT , ferturque via LO : pari modo IN pergit in NO . Adeoque radii hac refractione magis convergentes redduntur, & quo posterior Lentis superficies fuerit gibbosior, eo radii plus refracti, etiam plus convergent: quo planior superficies Lentis, eo minus convergent. Hoc modo lucis radii, qui ab aliquo objecti puncto B emissi fuerant, iterum in puncto O supra Oculi retinam coeunt: nec aliter radii ab objecti punctis A & C repercussi, in punctis retinæ X & Y coibunt.

§. 969. Proinde supra retinam objecti ABC (*Tab. 5. Fig. 1.*) imago in XOY , inverse pingetur; eodem modo ac in camera obscura, exiguo donata foramine, Lentem convexam capiente, supra tabulam objectorum externorum imagines pinguntur (1).

§. 970.

(1) Liquet ergo expositarum trium refractionum per oculi humores usum non alium esse, quam ut omnes radii, conii instar, ab illuminato objecti puncto corneam subeuntes, magis magisque ad se accedant, ac tandem in oculi fundo coeant, idem omnes retinæ punctum ferientes. Quod cum de singulis illuminati objecti punctis obtineat, hoc visionis principium statui jure poterit: *Unumquodque corporis illuminati punctum, unum fere oculi fundi punctum afficere; & contra: unumquodque oculi fundi punctum omnes fere radios ex uno objecti puncto profectos excipere.* Id cum accurate fit, perfecta & clara erit visio: tum enim illius objecti imago accurate in oculi fundo depingitur, qua sola anima ad ejusdem objecti sensum excita-

tur: infirma contra & obscura est visio, si radii in ipso vitreo humore coierint, atque inde decussati ad retinam accesserint; vel si in eam impingant nondum juncti, jungendi vero ultra oculi fundum, si producerentur; ita enim idem objecti punctum pluribus retinæ punctis respondet, atque adeo confusa admodum ejus fit imago. Adductum Auctori exemplum de camera obscura idem mire confirmat; certa quippe esse debet distantia lentis ab opposita tabula, ut externorum objectorum imagines accurate in ea valeant depingi; ea nempe distantia, quæ lentis a suo foco intervallum æquet, quam ultra citraque confusa semper deprehenditur imago.

Est vero retinamollis admodum & pellucida substantia, in qua pro-

§. 970. Fibrillæ nerveæ Retinæ a radiis concutiuntur: qui motus, sive continuatus, sive ope Spirituum Animalium, ad extremitatem nervorum alteram in cerebro, ubi Sensorium commune, defertur (1). Hoc motu cum Mente communicato, objectorum externorum ideæ excitantur: id *Videre* est.

§. 971.

proinde visi objecti imago non fitur, sed coroidem duriusculam & opacam membranam appellare illam oportet: hinc præclaris Philosophis valde agitata est quæstio, quænam harum membranarum præcipuum sit visus organum & sensorium: quod enim communiter Veteres, Halazeno & Vitellione exceptis, præcipuum visus organum in humore crySTALLINO, humoremque vitreum veluti bracteam imaginem rei objectæ terminantem, constituerint, id tam a vero abludit, quam quod maxime. At id in hac quæstione firmum ratumque esse debet, nec coroidem scilicet sine retina ad visionem satis esse, nec retinam solam ad claram sensibilemque rei objectæ imaginem sufficere, utraque ad id opus esse; ut nec bractea sola, aut stamnum quo solet posterius obduci speculum, objectæ rei imaginem exprimit; & deficiente bractea, aut stamno, nec eadem sensibilis sit per solum vitrum imago. Nihilominus cum retinæ substantia sit ipsius nervi Optici pars medullaris ad cerebrum usque & commune sensorium producta, ejusdemque sit cum cerebro naturæ; coroides vero simplex sit ejus integumentum a pia meninge productum, similis vero est ad sensum, magis præ coroide pertinere retinam, ipsamque adeo potissimum visus sensorium appellari posse.

(1) Non enim, ut vulgo creditur, oculus est qui videt, aut manus quæ tangit, quasi vid. in ipso oculo, vel manu visus vel tactus sensus perficeretur: cui enim bono facti a natura essent nervi optici, aut qui a manualiave corporis parte ad cerebrum usque produceren-

tur? Horum sane nervorum medio, qui in externis sensuum organis motus excitantur, ad cerebrum usque deducuntur, ac tum modo externorum objectorum sensus animam percellit. Hinc si circumductis funiculis brachium valide constringatur, nullus in partibus infra ligaturam positus excitatur sensus, nec earum medio dura sint vel mollia, aspera vel lævigata, quæ tanguntur corpora, deprehendi potest; quod scilicet excitatus iis in partibus motus ad cerebrum usque non deferatur. Similiter, disrupta spina dorsi, homo iis in partibus corporis, quæ filamenta nervorum continent ab inferioris spinalis medullæ abscissa parte erumpentia, nil tactu sentit; quod scilicet excitatus in iisdem ab externis objectis motus ad cerebrum usque nequeat transferri. Liquet igitur cerebrum esse veluti interiorem ac communem sensum, cum in eo omnes externarum rerum impressiones tandem excipiantur & desinant, esseque adeo præcipuam animi sedem, sensus vero exteriores esse quasdam veluti vias ad oculos, ad aures, ad nares &c. ab ipsa animi sede perforatas. Quæ autem ratione fiat ut ejusmodi motibus ad cerebrum tandem deductis, hæc vel illa perceptio in mente respondeat, non nisi absurdis, vanisque commentis declaratum Philosophis est, quæ non sunt hujus loci; tum investigatu difficillimum id est, atque ob inadæquatas & obscuras, quas corporis & animi ideæ habemus, cognitionis nostræ limites facile prætergreditur; quamobrem satius est nil prorsus de eo sentire, quam falsa, & absurda sentire.

§. 971. Objectorum externorum imago distincte supra retinæ exiguam portionem, circa axem opticum pingitur; sed confuse in locis ab hoc axe remotioribus: ideo parvam objecti portionem tantummodo uno intuitu distincte videre possumus, dum reliquam confuse & obscure cernimus.

§. 972. Si objectum in ea absit ab oculo distantia, ut radii lucis, qui e singulis objecti punctis sunt emissi, refractionibus in totidem punctis supra retinam coeant, manet Lens Crystallina in suo loco in oculo: Si autem objectum oculo propius admoveatur, radii ab eo emissi, magisque divergentes, & neque ac ante refracti, non supra retinam, sed post coirent; quamobrem ope processuum Ciliarium se contrahentium Lens removetur a retina, ut radii supra eam coeant.

§. 973. Si objectum procul abest ab oculo, radii parum divergentes in hunc illapsi, refractique æque ac ante, coirent, antequam pervenirent ad retinam, tum relaxatis processibus Ciliaribus, Lens Crystallina ad retinam accedit, ita ut supra hanc pingatur objecti imago.

§. 974. An vero Lens Crystallina, se contrahentibus processibus Ciliaribus, quibus ad Corneam adducitur, non fit planior, propter compressionem sacculi, in quo hæret? etiamsi propter duritiem mutationi resisteret, nihilominus mucus, ipsam obducens, a partibus anterioribus H & M (Tab. 5. Fig. 1.) versus processus Ciliares premetur, ubi cavitas in sacculo ab horum contractione formatur, atque ita idem fit, ac si Lens applanata utrimque fuisset. Si mutabilis fuerit Lens, durior, solidiorque a compressione evadet. Contra relaxatis processibus Ciliaribus, relaxabitur quoque Lens, rarior evadet, sed simul gibbosior, tam ob propriam figuram, quam ob mucum a processibus redeuntem, quod in visione usum suam habet (1).

§. 975.

(1) Ut clarius intelligantur, quæ ad memoratas §. 972., 973. 974. oculi mutationes pertinent, superius relatum de camera obscura exemplum valde opportunum est, in qua sequentia spectanda veniunt. Et imprimis, ut jam supra observatum est, tum demum in illa distinctæ rerum externarum depinguntur imagines, cum tabula eas excipiens præcise ibi fuerit, ubi lucis radii a singulis objecti punctis profecti, & per lentem refracti, tandem coeant: ultra citraque hanc distantiam confusa est imago. Quin & in hac ipsa distantia imaginis extrema minus distincte conspiciuntur, quam ejusdem pars media; quod scilicet cum non eadem ubique sit tabulæ a lente distantia, in illius imaginis media tantum parte, non vero extremis præcise radii uniantur, 2. Si

§. 975. Omnis mutatio, quæ in oculo contingit, sive in
Musschenbr. Phys. Tom. II. E am-

tabula ad lentem propius admoveatur, manente priori objecti distantia, ejus imaginem contrahi ac perturbari observabitur, eandemque contra explicari, tum etiam perturbari, cum longius a lente tabula removetur. 3. Si tabula & lente certo intervallo ab invicem remotis, objecti in certa distantia positi imago distincte depingatur, tabulam ad lentem propius admove-ri oportet, ut ejusdem objecti in majori distantia positi imago quoque distincta exprimatur, Tabulam contra a lente removeri oportet, si prior objecti distantia minor evaserit, ut distincta ejusdem fiat in tabula imago.

Quemadmodum igitur in ejusmodi machina naturalis oculi æmula omnium objectorum ad quamcumque distantiam positorum distincta haberi nequit imago, nisi variata distantia lentem inter & tabulam; ita in nostro naturali oculo omnino aliqua fieri debet mutatio, ut plurimum objectorum varie ab eo distantium clara depingatur in retina imago, sicque eorundem fiat perceptio. Finge enim immutabilem oculum; ejusque partes omnes invariabiles, nonnullorum modo objectorum certo intervallo ab oculo distantium, depingerentur in retina imagines, eorumque tantum fieret sensus, quod experientia refragatur.

In ea vero oculi mutatione, de qua noster auctor, a relaxatis scilicet vel contractis processibus ciliaribus pendente, non modo lens crystallina ad retinam vel propius accedit, vel ab ea longius removetur, ut distinctæ objecti imagini congruum est; sed cum & integer oculus in eadem mutatione vel planior & brevior fiat, agentibus scilicet & contractis quatuor musculis rectis; vel exporrectior, intumescens duobus obliquis musculis; ipsam quo-

que tunicam corneam vel complanari & majoris sphaeræ portionem evadere, vel e contrario auctiorem & minoris sphaeræ partem fieri oportet; ipsumque adeo humorem aqueum modo planiorem factum, modo gibbosorem, radios nunc minus refringere, nunc magis, & ad se invicem propiores reddere. Sed & alia hic etiam memoranda est oculi mutatio ab uveæ foramine pendens; hæc quippe cum fibris consistet musculosis radiorum instar, valdeque mobilis sit & fluxilis, utpote humori aqueo innatans, pupillæ dilatationi, vel constrictioni inducendæ aptissima est, atque adeo ad ipsam retinam humori crystallino propiorem vel remotiorem reddendam etiam valet. Atque his certe oculorum mutationibus, quæ ipsa natura, nobis nec cogitantibus fiunt, id obtinetur ut in diversis distantis collocata objecta videre possimus, idemque illis præstatur, quod in camera obscura, vel oculo artificiali tabulam lenti modo remotiorem, modo propiorem efficiendo,

Verum hæc eorum oculis congruunt, qui iisdem bene valent, resque omnes cum proximis, tum remotas distincte intuentur: At occurrunt plerumque oculorum vitia quædam, quibus quominus quæque objecta distincte videri possint, præpeditur. Sunt quippe imprimis, qui res cominus positas distincte vident, eminus vero confuse, *Myopes* communiter dicti: sunt contra, qui eminus distincte, cominus vero confuse intuentur, quos *Presbyopes* vel *Presbytas* vocant. Illis ergo proximorum modo objectorum, istis remotorum tantum imagines distincte in retina pinguntur. Sed cum ipsa humorum substantia in utrisque clara, nulloque adfecta vitio reperiatur, utrumque id incommodum

amplificatione aut arctatione pupillæ, sive in figura lenti, sive in ejus adductione aut remotione a retina, suis limitibus, latioribus vel angustioribus in diversis oculis adstringitur, qui limites pendent partim ab oculorum fabrica, flexibilitate, annis, partim ab exercitio: idcirco omnes non æque distincte objecta sive proxima sive remotissima vident; immo

dum ab ipsa humorum figura potissimum mutuandum est.

Quod ut clarius innotescat, observandum myopes, ut distincte objecta paullulum remota intueantur, propius ea oculis admoveere, eaque ratione lucis radios a singulis eorum punctis provenientes, magis divaricatos excipere; quod etiam consequuntur, cum ad remota objecta videnda perspicillis utuntur concavis, quibus radios divaricandi est virtus. Cum ergo nimium divergentes in myopum oculis perveniant radii necesse sit, quo distincta & clara illorum sit visio, ejusmodi esse debet in illis humorum figura, quæ radios cito colligat, & antequam ad oculi fundum perveniant, ubi præcise colligi debent. Quamobrem vel humor crystallinus, quod præcipuum est refractionis instrumentum, justo globosior densiorve est; vel æquo major humoris vitrei copia, majorque adeo humoris crystallini a retina distantia; vel demum corneæ nimia convexitas, vel non justa aquei humoris densitas: his quippe de causis, vel singillatim, vel simul agentibus, fieri potest, ut in ipso vitreo humore radii colligantur, indeque decussati, & ab invicem divergentes retinam feriant.

In Presbytis cum contrarii occurrant effectus, contrariæ esse debent causæ: neque enim hi oculis admovent objecta, quæ distincte videre volunt, sed contra ab oculis removent; tum conspiciunt utuntur convexis, quorum vis est radios colligere. Presbytas ergo oportet minus divaricatos excipere radios ad distincte videndum; at-

que adeo eorum oculus ejusmodi esse, qui radios nondum junctos in retina excipiant, jungendos si ulterius producerentur. Quamobrem vel eorum humor crystallinus non tam gibbosus est quam oportet; vel non justa humoris vitrei copia, ipseque humor crystallinus nimium retinæ propinquus; vel demum ipsius corneæ exigua est convexitas: his quippe de causis fit, ut radii per humores refracti non tam ad invicem accedant, quam necesse foret, ut præcise ad retinam jungantur.

Sed & alia occurrere possunt in oculorum organis vitia, quæ vel perfectæ visioni obsunt, vel eam e medio tollunt; eaque hic breviter recensere haud abs re fuerint. I. Si pupilla morbosa affectione nimis patens evaserit, nec fibrarum iridis ope constringi valeat, radios interdum vel in luce vegeta, plures quam oportet, admittit, iidemque ad oculi fundum incidentibus, visionem interturbare necesse est. Verum advesperascente, quum tot radii dilatata satis pupillam subire possint, quot ad visionis opus sufficiunt, videri tum externa objecta poterunt: hinc qui hoc morbo laborant *νυκτὰ λαμπρα* dicuntur, quod scilicet adventante nocte, melius videant, quam plena diei luce. Vice versa si pupilla nimium fuerit angusta, nec fibrarum iridis medio dilatabilis, contrarius tum orietur visionis morbus; defectu scilicet sufficientium radiorum, qui ad retinam pertinere deberent, confusæ minusque sensibiles, præsertim in tenui luce, depingentur imagines, unde con-

immo interdum in eodem homine amborum oculorum mobilitas diversis limitibus adstringitur.

E 2

§. 976.

confusa externorum objectorum perceptio sequitur.

2. Alterum visionis vitium est, si ligamenti ciliaris fibræ, minus quam oportet, contrahi vel produci valeant, sicque ineptæ sint ad humorem crystallinum modo globosorem, modo planiorem reddendum; id enim ad claram distinctamque cum propin quarum, tum remotarum rerum visionem necessarium omnino esse jam vidimus.

3. Membranae item variis modis visionem lædere possunt. Cornea imprimis nimium complanata radios ab oculi lateribus venientes versus pupillam non flectit. Choroides si nigro colore conspersa haud fuerit, radios intra oculum ingredientiæ pluries reflectendo imaginem in oculi fundo expressam perturbat. Retina demum si extravasato sanguine, vel in ejus arteriæ stagnante lædatur, perfectæ visioni minus idonea redditur. Si aliqua filamenta vitiata habeat, illæsi reliquis, adeo haud eadem in iis fiat radiorum impressio, res objectas maculis quibusdam interspersis videbimus. Quod si tota hæc membrana obdurescat, atque radiorum impressioni recipienda, & ad cerebrum usque transmittenda inepta evadat, utut nulla sensibilis in oculo appareat læsio, aut alteratio, omnimoda tum fiet cæcitas, orieturque quod *gutta serena*, vel *cataracta nigra* Medicis appellatur.

4. Humorū vitia, utpote qui potiora sunt visionis instrumenta, visionem maxime turbant, & præsertim defectus nativæ eorum peluciditatis, aut eorundem inæqualis textura: siquidem si colore aliquo tincti sint, quæ videntur objecta, eodem colore infecta apparebunt; si inæquali, aut dispari densitate contexti fuerint, veluti

si quædam particulae ipsis interspersæ sint, vel nimis opacæ, vel nimis translucidæ, objecta vel plane obscura, vel maculis aspersa apparebunt; partes quippe nimis opacæ radios impediunt, nimium vero tenues ac translucidæ non ad eandem distantiam ac reliquæ, radios inflectunt; proindeque expressa in retina imago maculosa evadit & interrupta.

5. Si crystallinus oblique fuerit appensus, itaut visionis axis per pupillæ, aquei, ac vitrei humoris centrum ductus, per crystallini centrum non transeat, visionem tum maxime perverti ac perturbari necesse est.

6. Nonnullæ demum concretiones, aut liquationes in humoribus oriri possunt, quibus vel omni vel magna ex parte visio læditur. In aqueo quidem humore suffusiones concretere solent, quæ si instar pelliculæ circa pupillam sunt, sive inter crystallinum & uveam, sive inter uveam & corneam, radios impediunt, quominus crystallina lente excepti ad retinam usque deducantur, quod *Cataractam* vel græce *ὀπσχυμα* veteres dixerunt. Crystallinus nonnunquam suam amittit transparentiam, ac in opacum corpus evadens transmittendis lucis radiis impar redditur; quod *γλαύχωμα* dictum est, a glauco scilicet colore, quo tum infici solet crystallinus.

Hic tamen animadvertendum est Neotericorum plures inter cataractam & *γλαύχωμα* nullum agnoscere discrimen, tum contendere cataractam haud esse pelliculam aliquam crystallinum inter & corneam subnatam, sed ipsummet crystallinum ex morbo factum opacum, atque adeo chirurgicam operationem, qua cataractæ depressio fit; non in alio consistere, quam
in

§. 976. Objectorum externorum imago supra retinam in-
verse pingitur, superiora in retinæ partem inferiorem, infe-
riora in superiorem cadunt, quæ ad dextram oculi sunt, re-
spectu axeos optici in retinæ partem sinistram cadunt, &
sinistra incidunt in partem dexteram: Cur vero Animus ob-
jecta in situ erecto videt? An nervi in retina explicati, in
suo decursu per cerebrum invertuntur, ut, qui in oculo in-
ferio-

in ipsa crystallini humoris depre-
sione, ejus loco tum subeunte vi-
treo humore. Id inter ceteros po-
tissimum propugnant Antonius Mai-
tre-jean *Traité des Maladies d'
oeil*, & Brissæus *Traité de la ca-
taracte, & du glaucoma*, novis
hac de re editis dissertationibus,
curiosisque institutis experimentis.
Veterem nihilominus de cataracta
sententiam inter ceteros sustinere
aggressi sunt Dominus Littrius, &
de la-Hire F. cum pluribus argu-
mentis, tum præsertim, quod si
pro cataracta humor crystallinus
deprimeretur, nullus læsi oculi fu-
turus esset usus, ejus nempe subla-
to organo, quod ad visionem per-
ficiendam omnino necessarium illis
habetur; quod tamen experientiæ
adversatur, qua docemur quibus
cataracta sublata est, aliquem ad-
huc remanere oculorum sensum.
Utriusque sententiæ momenta ele-
ganter recenset, & ad *κρίσις* re-
vocat Cl. Nicolaus Cyrillus in suis
Ettmulleri Auctariis tom. 2. p.
1346; tum de iisdem consule si lu-
bet Regiæ Scientiarum Academiæ
monumenta A. 1705, 1706, 1707,
1708. Sed facile est utramque sen-
tentiam ad concordiam revocare, si
nempe non inficias ibis in catara-
ctæ operatione crystallinum ple-
rumque deprimi, non vero pelli-
culam aqueo humori ingenitam;
tum quoque statuas fieri posse ut
in spatio inter crystallinum & cor-
neam interposito novum corpus o-
pacum producat, quod lucis ra-
dios intercipientis vera sit veterum
cataractæ. Et sane quid obstat quo-

minus aquei humoris particulæ vel
alienarum particularum accessu,
vel nova acquisita figura, situve,
in opacum corpus concrecant, at-
que adeo lucis radiis aditum ob-
struant? ut enim crystallinus hu-
mor ex similibus causis vel totus,
vel ex parte opacus redditur; quid
ni etiam & aqueus humor, & vi-
treus, & quodvis aliud diaphanum
corpus suam transparentiam amitte-
re possit?

Id tamen hic observandum est,
falso a Veteribus, tum Neotericis
quibusdam, reputatum esse, cry-
stallinum humorem adeo visioni
peragendæ esse necessarium, ut sine
illo impossibilis omnino visio eva-
dat. Experientia quippe liquidum
est plures depresso crystallino ocu-
lorum sensum non omnino amisisse,
quinimmo convexi conspicii
auxilio satis commode vidisse.
Quod nec a ratione abhorret; de-
presso siquidem aut e medio subla-
to crystallino humore, superstites
adhuc sunt humor aqueus, & vi-
treus, quibus solis, si conspiculum
convexum accesserit, perfecta fieri
potest visio. In ejusmodi enim o-
culo venientes ex objecti puncto
radii, & corneæ convexa superficie
excepti eodem modo a subjecto a-
queo humore refranguntur, ac in
oculo sano. Quoniam vero post
hanc primam refractionem non cry-
stallinum humorem, sed vitreum
radii offendunt, qui crystallini lo-
cum & figuram acquisivit, ejus-
dem vitrei convexa superficie iidem
radii excepti & ad perpendiculum
refracti, magis ad se convergant
necef-

feriorem partem occupant, in Sensorio communi superius terminentur, & sic de reliquis? An autem superius, & inferius esse, est mere relativum ad nostrum corpus, quod dum in situ erecto esse positum dicimus, reliqua objecta, quorum imago similiter in oculo ac ea nostri corporis depingitur, judicabuntur in situ erecto, quomodocumque pingantur (1)?

§. 977. Sint duorum Oculorum axes Optici A C E, A D G, transeuntes per centra Corneæ & Lentis Crystallinæ usque ad Retinam in E & G, (Tab. 5. Fig. 2.) fibrillæ nerveæ ita dispositæ observantur, ut, si imago objecti in utroque oculo L, K, supra axes optici puncta E, G, cadat, animus modo unum videat objectum; veluti etiam fit, imago objecti in oculo L, intra axim C E & nascuntur I cadat, atque pari intervallo ab axe Optico D G, in eodem

E 3

dem

necesse est. At cum hæc refractione eam æquare nequeat, quæ in crystallino humore peragebatur, ob illius majorem densitatem, & consistentiam; hinc est quod ii radii non tam convergent, quam in sano oculo; adeoque non exacte in fundo oculi unientur, sed in ulteriori puncto. Quod si ergo ante ejusmodi oculum lens convexa apponatur, ejus ope tam convergere possunt radii, ut deinde duabus aliis refractionibus magis convergentes facti, in oculi fundo demum colligantur, ibique perfectam objectæ rei imaginem exprimant. Quia tam vera hæc reputari debent, ut adfirmari etiam libere possit ex depressione crystallini visum reddi quandoque meliorem: veluti si ex nimia corneæ vel crystallini convexitate, vel ex excedenti oculi longitudine radiorum unio fiat antequam ad retinam pertingant, tum crystallini depressio ad perfectiorem reddendam visionem quicquam conferre potest, quatenus scilicet imminuta ob crystallini defectum radiorum refractione non tam cito ii coeant, ut ante, sed in ulteriore tantum loco, ubi scilicet ipsa est retina, sicque perfecta fiat visio.

(1) Idipsum sequenti exemplo

aliis declaratur. Cæcus si dextra manu corpus ad sinistram positum per bacillum aliquod tangat, non ad dextram, sed ad sinistram partem, ubi reapse est, id esse percipit; non alia quidem de causa, quam quod vis illa, quæ hunc animæ sensum excitat a sinistro latere proveniat. Simili ratione dextra oculi parte corpus ad lævam positum, radiis veluti bacillis tangimus; adeoque ad lævam ipsum locatum esse percipimus. At vereor ne hoc exemplum ad rem satis esse videatur, quod scilicet præcognitus aliunde sit cæco, vel ex ipsa manuum decussatione, verus corporis situs; quæ tamen anticipata notio in objectorum visione non obtinet. Fortasse vera hujus rei causa ab ea lege dependet, quam inter imaginem in fundo oculi depictam, & illi respondentem mentis perceptionem Supremo Artifici statuere placuit. Nil sane certi cum de hac, tum de aliis pluribus ad visionem pertinentibus questionibus adfirmari tuto potest; quod scilicet etsi præcipuas oculorum partes, pluresque illarum usus comperta habeamus, haud tamen omnium partium præclarum artificium, singulosque, quibus destituta sunt, usus, plene allequimur.

dem plano imago in altero oculo K, inter axim & partem a naso averfam K cadat.

§. 978. Fit hoc quoque, si objecti imago in oculo L, inter axim C E & L ejus partem a naso averfam; atque in altero oculo K, inter axim D G, & partem naso adjacentem ceciderit.

§. 979. Si autem ejusdem objecti imago in utroque oculo L & K non simul supra retinæ partes memoratas ceciderit, objectum apparet duplex. Quemadmodum contingit, si prius objectum ambobus oculis intueamur; tumque digito alterutrum oculum sursum vel deorsum, dextrorsum vel sinistrorsum premamus; illico enim objectum duplex, atque in diverso loco, pro varia oculi pressione, apparebit.

§. 980. Idem quoque cognoscitur, si duo objecta A, B, (Tab. 5. Fig. 2.) a se remota ponantur; simulac oculi ambo attendunt ad objectum B, eo dirigendo axes opticos, objectum A duplex apparet, cadentibus nempe hujus imaginibus in utroque oculo ad partem axeos optici externam. Simulac autem axes optici ad objectum A diriguntur, apparet objectum B duplex, ejus ambabus imaginibus supra retinam inter axes opticos & nasum cadentibus. Pari modo sequens phænomenon explicandum est: Sint duæ candelæ, C, D, (Tab. 5. Fig. 7.) quæ a charta K perforata, tribus pedibus distent, ambo oculi sint in A & B, qui simul visuri candelas, foramen K duplex conspiciunt. Amplificato foramine K, ambæ candelæ instar unius apparebunt.

§. 981. Quare autem, cum in utroque oculo ejusdem objecti imago depingitur, mens tamen unam tantum videt? quia multiplici experientia didicimus, invocato tactu, objectum modo esse simplex: veluti ambabus manibus globamprehendendo, non duplicem eum, sed simplicem esse deteximus: sibi mutuam præstant organa Visus & Tactus operam; Tactu autem mentem docente simplex esse objectum, cujus duplex imago in oculis pingitur, mens pari modo in aliis occasionibus ab oculis ambobus affecta, simplex esse judicat objectum.

Alii opinati fuerunt nervi fibrillas OQT, PRT, (Tab. 5. Fig. 2.) coire in T in unam, quæ usque ad Sensorium commune exporrigitur; adeo ut affectis ambobus Nervis in O & P, vel in O tantum, eadem perceptio oriatur. Cadit autem hæc opinio ex observatione Du Fayi (a). Si enim

(a) *L'Hist. de l'Accad. Roy. An. 1735.*

nim alter oculus fuerit clausus, alter apertus, & locum tenebricosum ingrediamur, apertis ambobus simul oculis, illo, qui clausus fuit, debilem adamantis lucem, percipiemus, quæ oculo altero non videtur (1).

§. 982. Superficie planæ, nigræ, circulus parvus, albus A, ad eandem cum dextro oculo altitudinem affigatur, dextrorsum ab A, intervallo duorum pedum, sed paulum inferius, superficie eidem alter circulus albus B affigatur; spectator prope stans inspiciat tantum oculo dextro objectum A, obscure præterea videbit B; recedat tum ab A in perpendiculari ad superficiem, ad distantiam 6, 7, 8, pluriumve ab ea pedum, non amplius objectum B apparebit. Tum vero objecti B imago in Nervum opticum incidit, ubi oculum ingreditur; quare igitur tum non videtur objectum, si nervus hic sit instrumentum visus? an non, quia tum imago in medium nervi, qui cavus hic est, incidit, unde nequaquam fibrillarum extremitates afficiuntur?

2. Et cum vasa sanguinea per medium nervi decurrentia hic bulbum ingrediuntur, an imago objecti B, delapsa supra ejusmodi vas sanguineum, percipi a mente non quidem poterit, cum non arteria, sed nervus, sit Instrumentum, quod motum ad Sensorium commune defert? De hisce Mariottus, Perraltus, Pecquetus, prolixè disputarunt, quibus subtiliora addidit Bernovillius (a).

§. 983. Ex iis, quæ huc usque explicuimus, manifesto sequi-

E 4

qui-

(a) *Comm. Acad. Petropol. vol. I. p. 314.*

(1) Gassendus & Tacquet alterutro tantum oculo nos objecta inveni suspicantur, altero tum nil agente, ac veluti in quiete posito; hinc simplicis non geminati objecti perceptionem deducunt. Verum cum eodem modo in utriusque oculi fundo externorum objectorum imagines depinguntur, æqualiterque utriusque retina radiorum impulsu afficiatur, intelligi nullo modo potest, cur oculorum alter in objecti perceptione agat, excitatumque motum ad commune sensorium referat, altero tum quiescente.

Ejusdem phænomeni causa ex eo quibusdam deducitur, quod cum

objectum aliquod spectamus, ita versus illud oculus dirigimus, ut conii radiorum ex quovis objecti puncto ad unum oculum venientes, apices habeant congruentes apicibus aliorum conorum, qui ex iisdem objecti punctis ad alterum oculum appellunt: hinc enim fit, ut anima, quæ ibi refert objectum, ubi ejusmodi conii suam habent originem, simplex non geminatum objectum percipiat. Cui explanationi vel ex eo pondus accedit, quod si alteruter oculorum leviter digito comprimatur, sublato tum eorum verticum concursu in eodem objecti puncto, objectum ipsum duplicatum nobis se ostendat.

quitur, radios lucis non ex oculis in objecta emanare, atque reflexos ab iis ad oculos redire, veluti affirmarunt Stoici; nam in loco penitus obscuro nihil videmus, in quibus tamen, si ex oculis lux emanaret, pari modo objecta viderentur. Id quidem de Tiberio memorat Plinius (a), de Mario Plutarchus, & de calidæ indolis Britanno Briggus (b), ac post vini generosi potum Willisius; in quadam Comite Schenkus (c): adferitur etiam de Sabellico, Historiographo; sed dubitamus, utrum observationes rite captæ fuerint; præterquam quod tradantur esse casus oppido rari, nequaquam naturales, ex quibus nihil concludere licet. Verosimilius est, tenerrimam horum hominum retinam ab exiguo lumine affici potuisse; atque eos in subtenebris locis vidisse.

§. 984. Nec secundum Pythagoricos & Epicureos (d) ex objectis Species visibiles exeunt, quæ, modo ex iis emissæ, maximæ, decrescunt quo ulterius recesserint, donec eam parvitatem nactæ sunt, ut in oculos ingredi possint, quas mens perciperet. Si hoc verum foret, æque in tenebris objecta, ac in aperta luce videremus. Quæ difficultas quoque est in sententia Platoniorum, opinantium, & objecta & oculum emittere effluvia, quæ medio itinere sibi obviam irent, se amplecterentur, inde redeuntia oculum ingrederentur, eumque afficerent.

§. 985. Claritas, quacum videntur objecta, major minorve est; pendet autem a plurimis causis, quæ vel singulæ seorsum dantur, vel plures simul concurrunt. Major claritas pendet, 1. a lucis copia majori, ab objecto reflexa; quod fit 1. Si objectum fuerit propinquum, nec ab Aere lux intercipiatur; in vacuo enim remota & propinqua æque clara cernerentur (1). 2. Vel si albescat, aut colore aliquo vivaciori pictum fuerit. 3. Vel si ita objecti figura sit, ut plurimos ad oculum repercutiat radios.

2. Ab amplitudine pupillæ, & mobilitate Iridis pendet claritas; quo enim amplior pupilla, eo plures radios lucis transmittet.

3. Pen-

(a) *Histor. Nat. L. 11. cap. 27.* (b) *Ophthalmogr. c. 5. §. 12.*

(c) *Lib. 1. Obs. de Morb. Oculor.*

(d) *Luc. lib. 1v. Ver. 46.*

(1) Haud quidem; non enim in vacuo radii ab objectis reflexi parallelo ad invicem situ, sed ab invicem divergentes oculum subirent, atque adeo in minori distantia frequentiores confertioresque, quam in majori; in majori vero lucis copia, major est objecti claritas.

3. Pendet a pelluciditate trium humorum oculi, omnem fere lucem in Corneam allapsam transmittentium.

4. Huc tenera & sana Retinæ, & totius Nervi optici conditio ab uno sui extremo ad alterum concurrat.

§. 986. Hinc patet, quare Myopes objecta clariora, quam oculi seniles videant, quia ea postulant propiora. An non idem objectum aliquandiu intuendo, id clarius videmus, quam in initio, quoniam pupillam sensim magis dilatamus?

§. 987. Si quatuor conditiones §. 985. simul concurrant, objecta clarissime conspiciuntur. Si una vel altera causa ex his quatuor fuerit minus perfecta, objecta non tam clara apparebunt. Et prout quatuor conditiones plus a sua perfectione recesserint, eo objecta videbuntur obscuriora.

§. 988. Objecta distincte conspiciuntur, 1. cum radii ab iis emissi, postquam per tres oculi humores transiverunt, supra Retinam in uno puncto coeunt, qui ab uno puncto objecti reflexi fuerunt.

2. Præcipue distincta est visio, cum imago supra Retinam picta, respectu objecti est magna, ita ut fere omnes radii tot diversa puncta imaginis supra retinam forment, ac sunt objecti puncta, a quibus emittebantur: ideo Myopes distinctius vident, quæ vident, quam Presbyopes; tum objecta propinqua semper distinctius videmus, quam remotissima.

3. Cum objecta nec nimis, nec parcius illuminata sunt.

4. Quando cum attentione & diu idem objectum adspicimus, visus acie id ab omni parte percurtendo, & interim accommodando, tum amplitudinem pupillæ, tum humores oculi, ad radios lucis pro distincta imagine accurate refringendos.

§. 989. Radii lucis CA, BA (Tab. 5. Fig. 3.) ab extremis objecti punctis ad oculum A delati, angulum formant BAC, qui *Opticus*, vel *Visorius* appellatur.

§. 990. Hoc angulo apparentem objectorum magnitudinem metimur; idcirco, quæ sub æquali angulo optico conspiciuntur, æqualia apparent, & æquales imagines supra Retinam pingunt. Quæ sub minori angulo, minora apparent, & minores pingunt imagines. Contra, quæ sub majori angulo apparent, majores imagines pingunt supra retinam, & majora conspiciuntur (1).

§. 991.

(1) Ex hac propositione, quæ axiomatis instar ab Opticis assumitur, sequentia facile derivantur. 1. Si plures magnitudines reapse æquales, similiterque oculo obversæ, inæqualiter ab illo absint, inæqualis magnitu-

§. 991. Quæcunque uno obtutu videntur, intra angulum opticum rectum plerumque continentur. Radii enim XB , ZB (*Tab. 5. Fig. 4.*) angulum rectum forment, hi producti per Pupillam DE transire non possunt, quamvis refractione minus divergant in humore Aqueo, sed incidunt in Iri-

guitudinis videbuntur, ea scil. major altera videbitur, quæ minus ab oculo distat: uti Auctori observatum est §. 993. Hinc patet cur spatia parallela coarctari videantur, arbores in ambulacris, columnæ in porticis ad se mutuo accedere, ac tandem conjungi appareant, etsi re ipsa ubique æqualiter distent.

2. Si angulus opticus infinite parvus evadat, nulla tum erit ejus objecti sensibilis magnitudo: quamobrem fit, ut objecta valde a nobis remota videri amplius nequeant; & multilateræ figuræ e longinquo spectatæ appareant rotundæ, quod nempe eorum latera & anguli in tanta distantia sub sensibili angulo optico non videantur.

3. Subtensa AB (*Vid. Fig. 7. Tab. Addit.*) in omnibus punctis, D , C , E , &c. arcus segmenti ACB æqualis apparet, diameter vero G D ejusdem semper magnitudinis conspicietur ex quovis peripheriæ puncto. Omnes enim anguli $A D B$, $A C B$, $A E B$ &c. sub quibus subtensa AB conspicitur ex punctis D , C , E , per 21. l. 3. *Elem.* æquales sunt. Angulus item sub quo diameter DG ex quovis circumferentiæ puncto apparet, rectus semper est per 31. lib. 3. *Elem.* Optima igitur Theatrorum figura est segmentum circuli, in quo subtensa Actoribus, arcus spectatoribus conceditur.

4. Ejusdem magnitudinis æquales partes (*Vid. fig. 8. Tab. Addit.*) AB , BC , CD inæquales oculo in O apparent. Ducatur enim radio OB arcus EF , sitque OA ad AD perpendicularis, adeoque triangulorum AOB , BOC , COD , com-

munis altitudo, Sector EOB , est triangulo AOB major, seu major triangulo BOC , atque adeo ipso sectore OBF multo major. Jam vero per 33. l. 6. sector OEB est ad sectorem OBF , ut arcus EB ad arcum EB ad arcum BF ; ergo & arcus EB arcu BF major erit; adeoque & angulus EOB major angulo BOF ; proindeque magnitudo AB magnitudine BC major apparebit, & hæc major altera CD .

5. Si oculus infra magnitudinis FE (*Vid. Fig. 9. Tab. Addit.*) verticem E fuerit collocatus, & per eum altiorem magnitudinem A C spectet, majorem hujus partem videbit in distantia remotiori FH , quam in viciniore FG , vel FI . Constituto enim oculo in H , recta ex H per verticem E ducta usque ad B , partem BC abscindit oculo in H spectabilem. At in G posito oculo, recta ex G per E ducta cum altiori puncto ipsius CA occurrat, scil. in D , illius minorem partem DC oculo exhibet. Constituto demum oculo in I , cum recta ex I per E ducta ipsi AC in C occurrat tota hæc visui subripitur. Ubi vero reperiat eujusmodi punctum I , Geometris determinandum relinquimus.

6. Æqualia objecta (*Vid. fig. 10. Tab. Addit.*) AB , AC , quorum alterum AB oculo D directe, alterum vero AC eidem oblique objiciatur, in eadem distantia inæqualia apparent; idque majus videbitur, quod directe oculo opponitur. Videtur enim magnitudo AG æqualis AC , cum utrisque idem sit angulus Opticus CDA , vel AGD ; adeoque videtur AC parti ipsius AB

Iridem : adeoque , qui per pupillam transibunt radii , angulum opticum minorem recto comprehendant oportet (1).

§. 992. Quo igitur pupilla amplior est , eo angulus opticus potest esse major , & contra : Inde intelligitur , quare objectum magnum & propinquum uno obtutu conspici nequeat ? Cur tamen id , e longinquo conspectum , totum videatur ?

§. 993. Si idem objectum BC (Tab. 5. Fig. 5.) ad varias ab oculo O distantias ponatur , semper eo minus apparebit , quo ab oculo fuerit remotius : est enim angulus opticus BOC , minor angulo bOc .

§. 994. Apparens objectorum magnitudo est in ratione distantiae reciproca ab oculo : pendet enim apparens magnitudo ab angulo optico , qui , in crescente distantia , decrescit . Objectum BAC (Tab. 5. Fig. 5.) conspicitur sub angulo BOC , qui si sit parvus , recta CAB non differet ab arcu CAB : hic divisus bifariam in A , efficit , ut angulus AOC sit semissis BOC : ponatur jam objectum AC in c , dimidia distantia OC , atque apparebit Ec , sub angulo $EOc = BOC$, sive duplo majus quam in AC .

§. 995. Sit oculus OKF , (Tab. 5. Fig. 5.) supra cujus retinam imago KF objecti BC pingitur , quamobrem erit magnitudo objecti BC ad magnitudinem imaginis FK supra

AB æqualis , consequenter minor quam A B .

Circa apparentem demum objectorum magnitudinem observandum , quod etsi ab imagine in retina depicta plurimum illa dependeat ; quandoque tamen non ejus magnitudinis videri objectum , quam pro magnitudine imaginis in retina depictæ referre deberet ; quod præsertim accidit cum de objecti distantia considerat & judicat animus ; tum enim mentis judicium in causa esse potest , ut objecti magnitudo major percipiatur , quam pro ratione depictæ imaginis . Unicuique ex. gr. notum est objectum eo minus apparere , quo magis distat ; si ergo præcognita jam fuerit hæc major objecti distantia , apparens ejusdem magnitudo augetur in judicio a mente lato .

(1) Hinc sequitur quod si obje-

cti DF (Vid. fig. 11. Tab. Addit.) oculo A directe oppositi magnitudo dimidia DE fuerit distantiae A E æqualis , totum objectum visu comprehendatur , nec quicquam aliud ultra ejus limites conspici possit . Cum enim AE distantiam referat objecti ab oculo , erit ea ad DF perpendicularis , adeoque angulus E rectus : ergo cum rectæ A E , ED sint ex hypothese æquales , erit angulus DAE semirectus ; & ob eandem rationem erit etiam semirectus angulus EAF ; atque adeo DAF rectus . Objectum ergo unico obtutu totum comprehenditur , nec quicquam extra ejus limites videri potest . Quod si distantia A E fuerit minor dimidia magnitudine objecti DE , objectum integrum unico obtutu comprehendendi haud potest ; tum enim prodit angulus DAF recto major .

pra retinam, uti CO ad OF. Idcirco, si BC fuerit turris, 4000 alta pollicibus, quæ ad distantiam milliaris Holl.

12000 pollicum conspicitur, erit imago KF minor $\frac{1}{30}$

pollicis parte.

§. 996. Cum objecti magni imago admodum exigua est supra retinam, plura objecti puncta radios emittunt, quæ supra eandem retinæ nerveam fibrillam cadunt, quæ proin diversis concussionibus simul & eodem tempore agitur, ac menti nihil distincte repræsentare potest, quamobrem objecti valde remoti partes nunquam distincte conspici possunt. Qui acerrima visus acie pollet, in cælo stellas, angulum 30 secundis minorem subtendentes, distinguere nequit: maxima hominum pars vix objecta, angulum unius minuti subtendit, distinguit. Si albus nigro parieti affigatur circulus, qui lumine diurno illustretur, vix ab acutissimo videri potest; cum angulum 40 subtendit, sive cum intervallum ab oculo circuli diametrum 5156. vicibus superat; tumque cir-

euli imago in oculo est tantum $\frac{1}{8000}$ pollicis portio.

§. 997. Ope visus etiam Mens de distantis objectorum judicat, & quidem variis modis.

1. Ex angulo, quem ambo axes optici CA, DA (Tab. 5. Fig. 2.) concurrentes in A, formant: sit vero hic concursus a motu oculi, nobis in exiguis distantis sensibili; quamobrem ex magnitudine anguli CAD, de distantis objectorum propinquorum assuescimus judicare.

Hinc, si ope oculorum amborum judicare de distantis assueri simus, uno oculo eas non dignoscemus; quippe tum angulus CAD non formatur: id patet, si transversum bacillum alteri alligaverimus, atque in eadem cum oculo altitudine, sed ad distantiam duorum vel trium pedum ab eo annulus sit suspensus, ne quidem post sexcenta pericula bacillum, clauso alterutro oculo, per annulum trajiciemus, quod ambobus apertis oculis absque labore facimus. Longo tamen usu monoculi distantias cognoscere discunt. Quoniam vero in majoribus distantis vix discrimen, saltem non observabile ab oculo, inter angulos CAD datur, de majoribus distantis nequaquam certum formatur judicium.

2. Ex magnitudine apparente rerum cognitarum, comparata cum vera magnitudine, de distantis judicamus.

3. Tum

3. Tum ex distincta vel confusa apparente objectorum imagine: quo enim distinctior imago, eo objectum propius esse solet.

4. Tum ex vivacitate lucis ab objectis reflexæ, quæ minor a remotioribus, & contra. Quamvis hos quatuor modos simul in usum vocemus, nunquam accurate veram objectorum distantiam visu solo cognoscimus: diuturna tamen exercitatio, ad melius de minoribus distantis iudicandum, aliquid contribuit (1).

§. 998. Verum innumera circa visionem restant, quæ attingere in his Elementis non licet: jucundiora quædam sub Problematum forma proponam.

I. Cur,

(1) Corporum distantias ex aliorum, quæ visu percurruntur, interjectu, nobis innotescere nonnulli statuunt; contendunt scilicet, quod objectum eo magis a nobis distare percipiamus, quo id inter, & oculum nostrum plurium corporum sibi succedentium seriem interpositam videmus, tum vero objectum proximum sentiamus, cum illud inter & oculum nullum visibile corpus interjacet: hinc fieri ajunt quod Sol oriens horizonti contiguus nobis videatur, & nubes in eadem cum stellis superficie. Verum qui ita distantie perceptionem exponi posse putant, quæstionem ipsam supponere videntur; supponunt siquidem interjectorum corporum sibi succedentium seriem nos percipere, itaut alia ex ipsis viciniorem, alia medium, alia remotissimum tenere locum cognoscamus; quod ipsissimum est, quod quæritur. Si præterea quo plura interjacent visibilia corpora oculum inter & rem visam, eo remotior ista videretur, Sol in horizonte existens remotissimus, in meridiano vero positus vicinissimus, ac prope oculum ipsum apparere deberet; inter Solem enim in horizonte positum & oculum plura corpora visibilia interjecta sunt; inter illum vero in meridiano constitutum, & eundem

oculum, nullam visibile corpus est intermedium. At id omnino destruit, quod antea ponebatur, exorientem scilicet Solem horizonti contiguum videri, interjectisque corporibus finitimum; distantia enim, in qua ista corpora interjacent, exigua nobis videtur præ illa, qua a nobis cæli medium distinctum esse cernimus.

Motus corporum perceptionem intactam hic præterit noster Auctor: de ea igitur breviter edisseram. Corporum motus tum percipi putandum est, cum eorum imago in retina depicta firma haud manens, suum in illa situm mutat. Hinc facile liquet duplici ratione nos corporum motus percipere posse, 1. cum quiescente oculo, corpora varie moventur, mutantque inter se situm; tum siquidem eorundem imago, quæ in retina depingitur, in eadem situm mutat. Quod si spatium a corpore moto in dato tempore descriptum, ob ingentem ejusdem corporis distantiam, sub sensibili angulo non appareat, nec corporis motus tum percipietur, quod sensibilibus imaginis in retina depictæ situs non mutetur, Hinc intelligimus cur Lunæ Solisque motus non percipiamus, quamvis post aliquod temporis intervallum ea reapse mota videamus. 2. Corporum motus percipere etiam possumus, cum iis quiescentibus, ocu-

1. Cur, si aliquandiu in loco valde illuminato fuimus, dein multo minus lucidum ingrediamur, omnia objecta in principio apparent obscura? imo aliquantum quasi cæcimus? Quia in loco illuminato pupilla, ne retina a pluribus radiis lædatur, contrahitur, nihilominus vehementer afficitur. 2. Mens ad hos majores motus attendere assuescit, nec minores percipit. In hac conditione quis subobscurum ingrediatur locum, jam paucissima lux per angustam pupillam transit, & cum vix retina ab iis concutiat, Mens assueta majoribus motibus, nihil fere percipit: hinc aliqua cæcitas species, & omnia obscura, donec pedetentim amplificata pupilla plus lucis transeat, & mens mollioribus affectionibus assuescat.

2. An non, qui in tenebris constitutus facile videt eos, qui in aprico versantur, cum vice versa ab his non videtur? quia lucem copiosissimam ab iis reflexam recipit: paucissima vero lux, ab eo ad alios replicata multo minus retinam movet, quam alia objecta in aprico valde lucido posita, idcirco Mens ad exiguas concussiones non attendit.

3. Unde radii laterales, qui oculo conniventi, aut lacrymanti, flammæ extremis adhærere videntur? Hoc egregie explicuit de la Hire (a) ostensò simul Rohaulti errore. Sit B (Tab. 6. Fig. 1.) candela, H & I palpebræ, quæ in connivendo oculi humorem abstergent, hic collectus, adhærens oculo & palpebræ, speciem Trigoni format: dum lux candelæ in hoc, & quidem in supremum, incidit, refringitur, & inter D & L explicatur supra retinam, veluti a prismate radii refracti oblongam imaginem formant: quare imagini candelæ supra retinam virga DL adhærebit, quæ ex parte inferiori candelæ, & quidem ex BM judicabitur provenire:

(a) *Memoires Mathematiqu.* pag. 277.

oculus revera movetur, corporumque situs oculi respectu mutatur; hac enim ratione objecti imago in retina depicta ob ipsius oculi motum, situm reapse mutat. Hinc intelligimus, cur qui navi vehuntur tranquillo mari, littora, urbes, ac turres, ad se accedere, vel a se recedere videant, quemadmodum decinit Vigilus,

Provehimur portu, terreque, urbesque recedunt.

Quod si corpora moveantur, eademque velocitate, ac directione feratur etiam oculus, corporum motus haud tum percipietur: quod vid. ob similem oculi motum, situs corporum illius respectu invariatus maneat. Hinc intelligimus, cur qui in navi vehuntur ejusdem motum non percipiant; nec in systemate Terræ motæ, illius motus a terricolis percipiatur.

nire: ita quoque ab humore ad I, radii explicantur inter X & K, qui ex BN videbuntur provenire: ideo interposito obstaculo P, intercipiente radios candelæ superiores, virga DL evanescit, sive pereunt radii BM. Est autem copiosior humor ad H & I palpebra in oculo lacrymante, unde tum phænomenon sensibilius est,

4. Cur fricanti aut prementi oculum in tenebris apparent exire scintillæ? An non, quia lux fibras nerveas retinae, cum videmus, concutere aut premere solet, cumque ab humore vitreo pari modo, quamvis ab altera causa, nervi premuntur, Mens idem sjudicium formabit? si igitur fibrillæ nunc premuntur, veluti antea a nonnullis coloratis radiis, Mens eosdem colores videbit: id fit, cum in tenebris oculi angulum comprimimus, ut hic a digito recedat, quippe tum cum iis coloribus, qui sunt in cauda pavonis, circulum videmus: quiescente digito & oculo, intra minutum secundum evanescunt colores, qui pressione digiti mutata redeunt.

5. Cur fune tormentario incenso, & in orbem velociter acto, circulus mere igneus conspicitur? Quia nervorum extremitates, villi instar, prominent, quæ concussæ, aliquamdiu oscillationibus agitatae contremiscunt, his perdurantibus Mens videt objectum. Verosimile est, eas spatio minuti secundi durare, prout ex observatione de coloribus, a pressione digiti in tenebris ortis, colligere licet. Si igitur funis adeo rapide circumagatur, ut intra minutum secundum absolvat gyrum, lux emissa ex eo in quodam circuli puncto, & nervum in oculo concitans in tremores, iterum ex eodem circuli puncto egreditur, afficietque eundem nervum, antequam prior ejus tremor penitus cessaverit: pari igitur modo nervus tremiscere pergit, ac si lucidum corpus in eodem puncto mansisset: cumque idem in omni puncto viæ a fune percursæ, contingit, circulus mere igneus apparebit. Propter eandem rationem corda tensa & celeriter vibrata, non modo geminata, sed ejus crassitie & figuræ apparet, ac est via, quam eundo & redeundo describit.

6. Cur in piscium oculis humor aqueus deficit, & Lens crystallina est globosa? Quia humor aqueus animalibus in Aqua natantibus foret inutilis; radii enim ex Aqua in humorem Aqueum allapsi non refringerentur. Ut igitur Visio, quæ triplici in nobis refractione, a duplici in piscibus absolveretur, lens multo magis refringens, quam in oculis humanis desiderabatur, idcirco globosa est, quo fit, ut etiam plura simul conspiciantur. Hinc Urinatores sub Aqua
omnia

omnia vident confusa, nisi amplificantibus perspicillis utantur.

7. An non idem objectum C (*Tab. 6. Fig. 2.*) oculo dextro B intuentes, referimus ad locum D, & oculo sinistro A contemplantes, ad locum E referimus, & ambobus oculis simul intuiti, ad locum F intermedium inter D & E referimus, quia judicamus objecta in ea recta a nobis posita, in qua ad oculos radii ab iis emissi allabuntur? & tacite Mens corrigit loca visi objecti D, E, capiendo F intermedium?

8. Quare infantes recens nati primis quatuor vel quinque septimanis nulla objecta distinguere, vel videre possunt? quod etiam in multis animalibus contingit. Quia cornea in infantibus his est multo crassior, quam in adultis; præterea planior, aliquantum rugosa, & minus splendens: sed imprimis, quia ex eorum oculis humor Aqueus abest, vel in nimis parca datur copia, quamobrem requisita lucis refractione in horum oculis, ad distincte videndum, fieri non potest; tempus proinde effluat oportet, donec humor Aqueus camerae ambas impleverit, corneam extrorsum pepulerit, eam condensaverit, rugasque explicuerit (1).

CAP.

(1) Aliæ innumeræ ejusdem argumenti quæstiones proponi hic possent, sed quæ ex dictis de visus ratione nullo negotio explicantur, de quibus videtur Rohaulti *Phyl. part. 1. cap. 35.*; ibique adjectas a Clarkio adnotationes. Alteram tamen hic adnectere placet quæstionem, quæ cum jucunditate, tum argumenti nobilitate superioribus nihil cedit. Quæritur scilicet, cur Astra veluti Sol, Luna, prope horizontem longe majoris magnitudinis conspiciantur, quam in medio Cæli puncto, iidem verticaliter imminentibus. Plurimum sane philosophorum ingenia id torsit phænomenon: eorum plerique, ne vel nostro Auctore excepto (*Essay de Physique chap. 33. §. 1209.*) illius explicationem inde mutuarentur, quod prope horizontem constituta sydera, ob plurimum, quæ ibi est, aspectabilium

rerum interpositionem, paulo majori spatio a nobis abesse videantur, atque adeo paulo majora apparere debeant, cum ab infantia & adhuc omnibus momentis ideam distantie cum magnitudinis incremento adjungere assueverimus. At quam lubricum id sit de distantie perceptione fundamentum paulo ante explicitum; nec proinde plurimi hæc fieri debet explicatio.

Alia ejusdem phænomeni ratio a nostro Auctore mox laudato loco refertur, quæ prior longe probabilior, nec a vero abnormis esse videtur: Uvæ scilicet foramen, seu oculi pupillam dilatari, restringi que posse receptum jam communiter est; restringitur nempe cum nimis vegeta luce donata corpora spectantur, ne ingens lucis copia delicatulam retinæ membranam lædat; dilatatur vero cum nimis fulgida, & clara objecta oculis ob-

jiciun-

C A P. XXXIV.

Dioptrica.

§. 999. **A** Quocunque puncto objecti emittuntur radii, qui a se divergunt, hi ad oculum perveniunt. Mens eos in linea recta advenisse, in qua in oculum incidunt, judicat; adeoque quodlibet objecti punctum in eo loco videt, in quo hi radii retroducti ab oculo ad objectum concurrunt.

§. 1000. Si igitur radii refracti fuerint a Medio, per quod transiverunt, atque ad oculum allabuntur, Mens judicabit eos provenire a puncto objecti positi in loco, in quo nunc ab oculo retroducti radii concurrunt.

Musschenbr. Phys. Tom. II.

F

§. 1001.

ficiuntur. Præterea syderum lux quin vegetior, potentiorque sit, iisdem supra horizontem elevatis, & præsertim ad verticem imminuentibus, quam cum prope horizontem versantur nulli dubium est: Solis sane prope horizontem degentis aspectum sustinere oculus potest; eundem vero in vertice positum sine gravi molestia intueri haud possumus; quod argumento est exiguam admodum esse, Sole in horizonte posito, lucis quantitatem, præ illa, qua idem Sydus in meridiano fulget. Necessè est ergo ampliorem fieri oculi pupillam, cum sydera prope horizontem posita spectantur, angustiorem vero in eorundem verticem occupantium intuitu. Sed major pupillæ amplitudo majoris apparentis syderum magnitudinis causa esse potest: esto enim objectum AB , (*Vid. fig. 12. Tab. Addit.*) pupillæ amplitudo ab , eritque imaginis objecti in retina depictæ magnitudo HF ; quod si pupillæ major fiat capacitas, veluti dc , erit tum imaginis magnitudo major, nempe KG .

Sed aliam hic referre placet ejusdem phænomeni causam, quæ cum sola majorem syderum prope horizontem aspectum causari possit, multo magis id poterit, si priori

jungatur. Ad ejus vero clarum intellectum sequentia sunt prænotanda. Primum est, quod si objectum aliquod convexa lente oculis admota inspiciatur, auctum illud videatur; remota vero paululum ab oculis lente, cum magis auctum, tum oculo propius id appareat; eoque semper majus, proximiusque, quo major porro sit lentis ab oculo distantia. 2. Telluri circumfusum aerem permixtis vaporibus, exhalationibusque densum, ad sphæræ formam telluri concentricam configuratum supponimus, eumque adeo radios ex tenuiori æthere in suam superficiem incidentes versus terræ centrum inflectere. 3. Spectatoris in terræ superficie constituti oculum a variis aeræ superficiæ partibus varie distare clarum est; minima ejus distantia est verticalis linea a Spectatoris oculo ad ejusdem Zenith, seu verticem ducta: ceterarum vero ea major, quæ ab hac verticali magis distans ad horizontem inclinatur; horizontalis demum distantia aliarum omnium est maxima. Quid vero ex his consequatur haud difficile est prænoscere; Solem scil. in medio Cæli constitutum conspici per radios refractos in ea sphæræ; aeræ superficiæ parte, quæ

§. 1001. Si vas CBCB (*Tab. 6. Fig. 3.*) fuerit impletum Aqua, ejus fundus Spectatori MR, deorsum vas inveniendi, elevatus apparebit. Concipiatur enim fundi punctum A, (idem in toto fundo obtinet) idque illuminetur a luce *b e A*; ab eo radii *A g*, *A z*, divergentes abeunt, qui ex Aqua in Aerem delati, refractique recedendo a perpendicularo *b f*, feruntur ad *g M*, *z R*; oculus in MR positus hos recipit, ac si ex puncto propiori *a*, venissent; quare punctum A videbitur in *a*, sive fundus videbitur elevatus (1). Verus locus puncti *a* cognoscetur, si ducta perpendiculari *A a S* in *C C* aquæ superficiem, capiatur *A S* ad *a S*, uti 4 ad 3. (2).

Idem

quæ vicinissima oculo est: eundem vero in horizonte positum videri per radios refractos in ejusdem aeris sphericæ superficiem parte, quæ longissime a nobis remota est: quamobrem exorientem, vel occiduum Solem veluti per lentem nos videre longissime ab oculo distantem; eundem vero Solem medium Cæli tenentem, per eandem lentem intueri oculis nostris maxime propinquam. Quid ergo mirum si major nobis Sol & Luna in horizonte appareant, quam medium Cæli cardinem tenentes?

(1) Objecta, quæ intra aquam posita ex aere conspiciuntur, non elevatiora modo, sed & majora, quam reapse sunt, conspici debent. Sit enim *A B* (*Vid. fig. 13. Tab. Addit.*) objectum intra aquam, cujus extima superficies *P L*, sitque *O* oculus in aere positus. Lucis radius *AP* ex extremo objecti puncto *A* reflexus, & in superficiem *P L* perpendiculariter incidens irrefractus transibit ad oculum in *O*; at qui ex altero objecti extremo *B* venit radius *B L*, cum oblique in eandem superficiem incidat, a perpendicularo refrangetur in *L*, semitaque *LO* ad oculum tandem appellit. Producto itaque radio refracto *O L* usque ad *D*, videbitur objectum *AB* sub angulo *AOD*, qui major est angulo *AOB*,

sub quo idem conspiciebatur objectum, si in libero aere positum esset: id ergo majoris magnitudinis sub aqua, quam in aere apparebit.

(2) Seu ut sinus anguli refracti *M g b* ad sinum anguli incidentiæ *A g f*; rationem enim 4 ad 3, inter eorum angulorum sinus obtinere ex §. 878. facile colligitur. At quod hic adfirmatur, clarius vellem ab Auctore explicatum, præsertim cum falsum plerumque sit, nec nisi quibusdam in casibus præter propter locum habeat. Iisdem enim positis, quæ supra, erit radii *A g* angulus incidentiæ *A g f*, seu illi æqualis *g AS*; ejusdem vero radii angulus refractus erit *M g b*, seu ei æqualis *g a S*: adeoque erit sinus anguli refracti *g a S*, seu anguli *g a A*, ad sinum anguli incidentiæ *g A S*, ut *g A* ad *a g* per §. 866. Sed ducta *a i* ipsi *A g* parallela, est *a g* major *a i*; igitur *A g* est ad *a g* in minori ratione, quam eadem *A g* ad *a i*, seu quam *AS* ad *a s*; adeoque *AS* ad *a s* est in majori ratione, quam habet sinus anguli refracti ad sinum anguli incidentiæ, seu 4 ad 3. Liqueat ergo adductam Auctori præxim pro definiendo puncto *a* a vero abluere. Quod si puncta *S* & *g* adeo propinqua ponantur, ut contemui possit eorum distantia *S g*, tum modo obtinere poterit ea præ-

Idem erit, si fundo P vasis vacui impositus fuerit nummus, atque spectator ad S recesserit, donec nummum, propter vasis latus CB interpositum, non amplius videat; infusa Aqua spectator S nummum in f, & elevatum, ope radii refracti PCS videbit.

§. 1002. Hinc quoque intelligitur, quo pacto integer remus CDO, (Tab. 6. Fig. 4.) oblique in tenui Aqua A B fracti speciem CDN reddat: Concipiamus enim ejus punctum E sub Aqua, a quo radii EG, EK emittuntur, qui refracti, sunt GH, KP; quamobrem oculus positus in HP hos videt, ac si a puncto F venissent; quare pars remi DO apparebit in recta DN.

F 2

§. 1003.

praxis; quandoquidem, ea facta hypothese, pro æqualibus haberi poterunt AS, Ag, & aS, ag; atque adeo tum erit AS ad aS ut Ag ad ag, seu ut sinus anguli refracti ad sinum anguli incidentiæ. Perpendicularis ex puncto radiante A in superficiem CC ducta cathetus incidentiæ dici consuevit: quamobrem Auctoris ratio pro puncti a determinatione, de iis modo radiis obtinet, qui catheto incidentiæ propinqui admodum sunt.

Quoniam vero radii ex vitro in ærem transeuntis sinus anguli refracti est ad sinum incidentiæ, ut 17 ad 11 §. 878, seu ut 3 ad 2; erit distantia puncti a a refringente vitri superficie CC, distantia puncti radiantis A ab eadem superficie, subsesquialtera, si scilicet de iis agatur radiis, qui catheto incidentiæ propinqui sunt. Quod si remotiores radii spectentur, est ea ratio subsesquialtera minor.

Si vero e contrario radiorum progressus sit ex ære in vitrum, facile ex dictis colligetur punctum a majori intervallo, quam A ab ipsa superficie CC distare, ac esse aS ipsius AS sesquialteram, eodem scil. radios catheto propinquos spectando. Oculo itaque in medio densiore constituto objecta in rariora posita remotiora apparere debent. Quemadmodum autem obje-

cta e rariori medio spectata, & propiora & majora oculo videntur; ita vicissim ex densiori medio si conspiciantur objecta in rariori posita, non modo remotiora, uti jam demonstravimus, sed & minora videri debent. Sit enim A B objectum (Vid. fig. 14. Tab. Addit.) in rariori medio positum, O oculus in densiori, PL superficies variaz densitatis media dispescens. Radius AP ex extremo objecti puncto A reflexus, & in superficiem PL perpendiculariter incidens, irrefractus transibit ad oculum in O: at qui ex altero objecti extremo B ad oculum venit radius BL, cum oblique in eandem superficiem incidat, densiusque medium subeat, ad perpendicularum refrangetur in L, semitaque LO ad oculum tandem perveniet; eritque adeo angulus sub quo objectum nunc videtur DOA, qui minor est altero BOA, quo idem conspiciebatur objectum, nulla interposita refractione, proindeque minoris magnitudinis illud appareat necesse est. Verum major distantia, in qua ejusmodi objectum videtur, id magnitudinis decrementum vix sensibile reddit.

Observandum tandem tacite hic (fig. 3. Tab. 6.) supponi ab Auctore nostro refractos radios g M, z R ex eodem objecti puncto A provenientes, & catheto AS propinquos

§. 1003. Si inter oculum Z , (*Tab. 6. Fig. 5.*) & objecti punctum A ponatur vitrum, cujus binæ superficies BB , CC sunt sibi parallelæ, atque oculi axis perpendicularis ad has superficies, objectum A propius vitro in a apparebit.

Nam radii Ag , Ae , ingressuri vitrum, refringuntur ad perpendiculum, delati in via eb , gk ; exituri in Aerem, a perpendiculo in bp , kn recedunt, qui retroducti concurrunt in a , atque paralleli sunt ad Ag , Ae §. 900.

§. 1004. Objectum AE (*Tab. 6. Fig. 6.*) conspectum trans vitrum planum $BBCC$, apparet auctum.

Angulus sub quo conspiceretur, dempto vitro, foret AQE , verum radius Ag refringitur in vitro ad gL , & alter radius Eh ad KL , qui ambo exituri ex vitro in Aerem, refringuntur in LQ ad Q ; quare oculus hos sub angulo aQe , recipit, idcirco objectum AE apparebit magnitudinis ae , si in eo loco conspiceretur: sed cum per §. 1003. propius appareat, vix amplificabitur.

§. 1005. Si vitrum polygonum $ABCD$ (*Tab. 6. Fig. 7.*) inter objectum F , & oculum O ponatur, apparebit objectum F multiplicatum.

Ope radiorum transeuntium per BC , AD , videbitur objectum ab oculo O in recta OF . Ope radiorum FX incidentium in superficiem CD , & refractorum ad H , inde ad O , videbitur in L . Ope radiorum FZ , incidentium in BA & refractorum ad K , & inde ad O , videbitur in N . (1).

§. 1006. Imagines formatæ a refractionibus planarum superficierum sunt similes objectis, (*Tab. 3. Fig. 7.*) semper erectæ, similiter ac objecta positæ, & ab eadem parte jacent.

Sit

quos, in idem catheti punctum a retroductos coire. Id vero ut demonstraretur, sint radii Ae , Ag ex eodem puncto A in planam diaphani superficiem CC incidentes, quorum puncta e , g æqualiter a catheto incidentiæ AS sint remota; dico radios refractos gM , eb retroductos in idem catheti punctum a concurrere. Cum enim $eS = Sg$, & anguli ad S recti, erunt anguli incidentiæ eAS , gAS æquales: eandem igitur rationem ad Sa habeant necesse est distantia punctorum e , g a catheto, adeoque æqualibus ex hypothesi eS , gS ,

idem erit pro utrisque radiis punctum concursus a . Sed radiorum valde propinquorum veluti Ag , Az distantia a catheto eadem fere est; eorundem igitur idem erit concursus punctum a .

(1) Prætereundum hic non est, objecti speciem superficiebus CD , BA exhibitam, coloribus quibusdam tingi debere, quibus caret imago superficiei CB respondens: radii enim in CD , & BA eodem fere modo refringuntur, ac in Prismate. Quæ observatio ad verum objectum ab apparentibus secernendum inservire plurimum potest.

Sit PQR objectum radians in planam ACB superficiem refringentem, in quam ducantur perpendiculares PA , QC , RB ; in quibus capiantur partes Ap ad AP , Cq ad CQ , Br ad BR , in ratione sinus incidentiæ ad sinum refractionis; tum foci, p , q , r , constituent similem imaginem, similisque cum objecto situs, cum partes pq , qr sint in eadem ratione ac PQ , QR . Id per se manifestum est, cum objectum superficiem refringenti est parallelum: si vero ad eam sit inclinatum, producat, donec eam secet in D , hanc imago producta etiam secabit in D ; nam perpendicularis BrR accedat ad D , cum lineæ Br , BR sint ad se in data ratione, simul evanescent: & quia Triangulum pDP secatur lineis parallelis qQ , rR , erit uti pq ad PQ , sic qD , ad QD , sic qr ad QR ; & ideo pq , qr : : PQ , QR . Simili modo si radii pertinentes ad focos p , q , r , ab alia plana superficie, sive parallela sive inclinata, refringantur, foci eorum secundi alteram efficient imaginem, similem priori, similemque objecto.

§. 1007. Si inter punctum objecti A (*Tab. 6. Fig. 8.*) & oculum O ponatur Lens vitrea utrimque convexa, apparebit punctum A in a , loco remotiori a Lente, quam est ipsum objectum. Radii Ab , Ab emissi ab A , illapsi in bb , refringuntur ad perpendiculara pp , atque ita redduntur minus divergentes: exituri ex superficie cc , a perpendicularo cq refringuntur, quo redduntur adhuc minus divergentes cd , cd ; qui ducti retro concurrunt in a , adeoque oculum O ingrediuntur, ac si ex hoc puncto a venissent.

§. 1008. Objectum AE (*Tab. 6. Fig. 9.*) trans lentem conspectum ab oculo O , prope lentem, etiam apparet auctum. Radii enim Ab , Eb ab extremitatibus A , E objecti emissi, illapsique in lentem LK , refringuntur, ut exeuntes magis convergant in O , formentque angulum cOd , majorem AOE , sub quo absque lente objectum visum fuisset; quare objectum apparebit auctum. Cum vera per §. 1007. etiam in remotiori loco a videatur, multo magis amplificatum apparebit.

§. 1009. Si lens fuerit spherica concava, per eam inter objectum & oculum positam apparebit objectum propius leni, minus, & erectum.

Sit punctum objecti A , (*Tab. 6. Fig. 10.*) emittens radios divergentes Ab , Ab , hi refracti in lente magis divergunt ad e , e , egressique divergere amplius pergunt in ed , ed ; oculus igitur positus in dd , radios recipit, ac si ex puncto a

propiori venissent. Est hoc punctum, a , *Focus Imaginarius*.

Sit jam objectum AE , (*Tab. 6. Fig. 11.*) quod ab oculo posito in O , sub angulo AOE videtur, in medio ponatur Lens cava SS , tum radii ab extremitatibus A & E emissi, qui ad oculum O perveniunt, sunt Ab , Eb , hi refracti sunt bc , bc , delati deinde in viis cO , cO : eumque angulus cOc sit minor, quam AOE , apparebit objectum minus in ae , & erectum.

§. 1010. Si arcus circuli PQR (*Tab. 3. Fig. 8. 9. 10. 11.*) ex centro lentis E fuerit descriptus, isque consideretur ut objectum, ejus imago pqr erit arcus similis concentricus: cujus longitudo erit ad longitudinem objecti, in ratione distantiarum a communi centro E , atque imago erit erecta vel inversa respectu objecti, prout ab eadem vel altera parte jacet.

Patet propositio in omnibus concentricis superficiebus ex sola inspectione *Fig. 8.* quoniam partes harum superficierum sunt similiter oppositæ partibus concentrici objecti, in Lente autem foci radiorum parallelorum jacent in arcu concentrico GFH , cum Pp , & Qq , sunt tertiæ proportionales ad distantias PG , PE ; tum ad QF & QE ; adeoque imago qqr , est arcus concentricus. Quoniam axes radiorum considerantur ut rectæ lineæ transeuntes per E , erunt anguli pEr , PER æquales: ideo ratio imaginis ad objectum, erit uti ratio distantiarum a puncto E : prout igitur extremitates P & p jacent ad eandem vel oppositam partem ab E , ita jacent quoque Q , q ; tum R , r .

§. 1011. Quo objectum circulare PQR minus est respectu distantia a puncto E , eo magis appropinquat ad lineam rectam, quod & in imagine obtinet; idcirco planum objectum ad notabile a lente intervallum, habebit fere imaginem planam.

§. 1012. Si oculus fuerit senilis, atque vel ob Corneam, vel ob lentem Crystallinam planiorem, radios objectorum propinquorum divergentes non satis refringere possit, ut supra retinam coeant, ope lentis convexæ, ante ipsum positæ, radii ab objectis emissi redduntur minus divergentes; adeoque ab oculo, ut supra retinam coeant, refringi facilius poterunt. Quamobrem senes, perspicilli ope, objecta propinqua iterum clare & distincte cernent.

§. 1013. Usus perspicillorum non est admodum antiquus, etiamsi radios Solis per vitreas sphaeras transeuntes, urere plurima cognitum olim fuerit. Inventio usus lentium pro senibus, videtur referenda intra Annum 1280. & 1311, uti-

lita-

sitatem enim cognoverunt Rogerus Bacon (a), Alexander de Spina (b), & Salvinus Armatus (c).

§. 1014. Quoniam Myopes radios objectorum in suis oculis nimis refringunt, & idcirco tantum objecta propiora, quorum radii multum divergunt, distincte videre possunt; remotiorum vero objectorum radios nimis diffringunt: ope lentis concavæ, radios a se dispergentis, hæc quoque objecta distincte videre poterunt. (1).

§. 1015. Si lens convexa fuerit portio minoris spheræ, aut si fuerit exigua spheræ, valde amplificat objecta, ita ut omnes eorum partes distinctæ appareant; vocatur tum *Microscopium*. Hujusmodi lentibus elapso seculo in usum vocatis, detectus est integer Microcosmus. Primarii observatores videntur fuisse Fr. Stelluti, & hic quidem primus, cum partes Apum minutissimas Anno 1625. describeret, dein Hodierna, Petrus Borellus, Powerus, Hookius, Grewus, Malpighius, Leewenhoekius, Bonanus, Griendelius, Joblotus, Reaumurius, qui observationes Microscopicas, cum insigni Scientiarum incremento, conscripserunt.

§. 1016. Ut cognoscatur quantæ magnitudinis appareat objectum, tum simplici oculo, tum Microscopio conspectum, ponatur objectum QP, (Tab. 6. Fig. 12.) in foco Lentis AE, huic oculus proximis conspiciet objectum distincte sub angulo PEQ: Sit vero oculus naturalis ad distantiam LQ removendus ab objecto, ut id distincte videat; erit angulus PLQ, sub quo objectum cernetur: est

F 4

vero

(a) *Perspect.* p. 3. d. 2. Cap. 3. (b) *Redi epistola ad Falconerium*. (c) *Act. Lips. An.* 1740.

(1) Lentium modo sphericarum, sive convexa sive concava figura donatæ fuerint, proprietates hætenus expendit Auctor, quod vid. ex his solum perspicilla, microscopia, & telescopia parentur. Sed & aliæ a spherica spectari possunt in lentibus figuræ, veluti Ellipticæ, Hyperbolicæ, vel cujusvis alterius curvæ, quarum proprietates haud difficulter per Algebram eruendas hic proferremus, si alicui esse possent usui. Earum theoriam fusius prosequuti sunt Guisnée in *Comment. Reg. Acad. Scient. Par. A.* 1703. & Joannes Craige in *Optica Analytica*. Hyperbolicæ &

Ellipticæ lentes Cartesio *Dioptricæ cap.* 8. plurimum commendantur, quod radios omnes axi parallelos, vel ab aliquo ejus puncto emanantes in eodem præcise puncto accurate colligant; verum cum difficilimum sit ejusmodi lentes satis exactas construere; tum etsi construerentur ad unguem, radios tamen a puncto extra axem lentis sito emanantes minus accurate, quam sphericæ lentes, in puncto colligerent, uti adnotatum Newtono in *Schol. prop.* 98. l. 1. *Princip. Math.*, idcirco contemni merito solent.

vero angulus PEQ ad PLQ, ut LQ ad QE §. 876. ; sed est magnitudo objecti apparens, uti est angulus opticus; quare magnitudo objecti visa per Microscopium erit ad eam oculo tantum conspecta, uti LQ ad QE.

§. 1017. Si autem lens una non satis amplificat objecta, altera lens, imo & tertia additur; cujus inventum debetur Drebbelio Baravo, qui A. 1621. ejusmodi Microscopium compositum spectandum dedit, testante Hugenio (a): quod postea variis auctum & correctum fuit artificiis, tum ut objecta copioso lumine illustrentur, tum ut valde amplificata, & distincta, eorumque magnæ portiones una acie conspiciantur. Lens minima in his compositis, objecto vicina ponitur. ideo *Objectiva* vocatur; altera, quæ prope oculum, *Ocularis*. Quo pacto autem radii per has Lentas transeant, ex inspecto schemate satis intelligitur: ut & quomodo objectum AB, (*Tab. 7. Fig. 1. 6.*) a speculo SS illuminatur (c).

§ 1018. Ex lente convexa & concava, quodam intervallo a se in Tubo collocatis, composita est Machina, quæ
Te-

(a) *Dioptrica p. 221.*

(1) Radiorum progressus ope Microscopii, quod in fig. 1. Tab. 7. designatur, est hujusmodi. Exiguum objectum A B microscopio spectandum constituitur vel in foco lentis CE, vel, quod opportunius est, in paulo majori distantia, quam lentis focus abest ab ipsa lente. Ex singulis illius objecti punctis, puta A, B conorum instar producti radii, lente CE excipiuntur; qui in ea refracti, vel paralleli porro egrediuntur, si in lentis CE foco positum fuerit objectum, vel in totidem puncta convergentes, si idem objectum tantillum a lentis foco abfuerit. Convergentibus vero radiis, vel parallelis CEh, CEg, altera lens hg objicitur, cujus binis refractionibus fit, ut radii magis convergentes facti, in d & f tandem colligantur. Præterea in ea distantia a punctis d & f abest tertia lens nk, quæ ejusdem foci distantiam æquat: quo fit ut tan-

dem radii per illam refracti, paralleli in nO, kO oculum subeant. Angulus sub quo modo videtur objectum AB est nOk, cum antea nudo oculo sub angulo AOB videbatur: adeoque in hac eadem angulorum ratione erit objecti magnitudo per microscopium ad ejusdem nudo oculo spectati magnitudinem.

Quo objectum AB clarius microscopii ope videatur, speculum concavum SS commode adhiberi potest, focum circa objectum A B habens; ita enim paralleli Solis radii RS, RS a speculo in AB collecti, frequentiores porro, vegetioresque hinc in lentem regeruntur. Idipsum obtineri etiam poterit si AA fit speculum concavum (*Tab. 7. Fig. 6.*), cujus in media parte perforata B microscopii tubus adnectitur, objectumque C microscopio conspiciendum in ipsius speculi foco C jaceat.

Telescopium vocatur: cujus ope objecta remota, clare, & amplificata, ac erecta, videntur. Radii ab objectis emissi, aut reverberati, sequenti modo ad oculum perveniunt, veluti Molyneuxius optime explicuit. Sit objectum ABC, ex cuius puncto supremo A, radii tres a, a, a ; ex medio B, (Tab. 7. Fig. 3.) radii b, b, b ; ex infimo C, radii tres c, c, c , procedant: hi radii, antequam Tubum ingrediuntur, cruciatim se secant; Tubum ingressi illabuntur in lentem convexam ZYX, quæ *Objectiva* vocatur; a qua refringuntur, ut coeant in f, e, d , ibi objecti imaginem depicturi. Ponitur lens concava GL inter radiorum concursum, & lentem objectivam; eo ab hoc concursu intervallo, quod est æquale foco imaginario lentis concavæ. Hæc lens, *Ocularis* dicta, radios, qui nempe ex uno eodemque objecti puncto venerant, sua refractione reddit parallelos, cæteroquin eos ad T & R (Tab. 7. Fig. 4.) divergere facit. Oculus recipiens hos radios parallelos, tanquam ab objecto remotissime emissos, eos diffringit, ut supra retinam coeant, depingantque imaginem objecti in TER, quæ cum jaceat eodem situ, ac si a solo oculo objectum inspectum fuisset, id in situ erecto, & distinctum apparebit: cumque in fig. 3. sub angulo TPe, cui est æqualis fbe , appareat, & qui multo major est, quam angulus fye , sub quo a solo oculo conspicitur, objectum amplificatum in ratione ey , ad eb , apparebit. *Campus visibilis* partim a magnitudine lentis objectivæ, partim ab apertura pupillæ pendet, quæ cum exiguis mutationibus prædita sit, Telescopium hoc, cui oculus proxime admovendus est, lentem concavam exiguam modo postulat, & hinc breve tantum esse potest, vix ultra pedem, adeoque exiguæ utilitatis ad objecta distantissima videnda (1).

§. 1019. Tubus hic *Batavicus* vocatur, quia inventus fuit

(1) Objecti hoc telescopio visi amplitudo a pupillæ amplitudine plurimum dependet, hæc enim tanta esse debet, quantâ opus est ad eos radios excipiendos, qui ex concava lente paralleli erumpunt. At cum iidem paralleli radii a diversis objecti punctis emanantes plurimum a se distracti pupillæ occurrant, illam eorum radiorum plures non ingrediuntur, quod scilicet tanta non sit ejus amplitudo, quanta radiorum distractioni congrueret: quamobrem haud omnes

objecti partes unico intuitu hujus telescopii ope conspici poterunt; atque eo minores erunt conspicuæ objecti partes, quo magis pupilla a concava lente abfuerit, tum enim eo magis divaricati ad pupillam radii diriguntur. Quin & eo minor est conspicua objecti pars, quo magis per telescopium ejusdem objecti magnitudo augetur: hæc enim crescit pro ratione anguli TPR: sed quo major hic est angulus, eo minorem objecti partem oculus uno obtutu comprehendit.

fuit in Belgio, & quidem Medioburgi in Zelandia, ibidemque a Zacharia Johannide, & Johanne Lipperhey, circa annum 1590. constructus est (a): quamvis quoque inventum Metio, ab aliis Portæ (b), ab aliis Galilæo, adscribatur: nequaquam vero antiquis Ægyptiis (c) innotuisse verosimile est, ejusve beneficio naves ex specula, in Pharo Alexandria erecta, ad 600 miliarium distantiam detegi potuisse: hæc enim propter curvaturam Terræ fieri nequeunt.

§. 1020. Defectum Tubi Batavici emendavit primus Keplerus, emendatum tubum in Optica, anno 1611. edita, describens. Fontana sibi inventum adscribit Anno 1608. quod alii Rheitæ, in lucem publicam opus edenti Anno 1645. (d) adtribuerunt: ita ortum fuit *Telescopium Astronomicum*, ex duabus utrimque convexis lentibus compositum. Sit objectum remotissimum ABC, (Tab. 7. Fig. 5.) a cujus puncto supremo A radii, a, a, a , ex B radii b, b, b , ex C radii c, c, c , emittantur. Hi radii antequam Tubum ingrediuntur, sese alicubi interfecant, illapsi in lentem objectivam XYZ, ab ea refringuntur, ut in suis focus f, e, d , coeant, ibidemque objecti imaginem pingant. Sit lens ocularis gbl , remota tantopere a focus, f, e, d , quanta est ejus, datis radiis parallelis, foci distantia; proinde sit eb distantia foci ab oculari, gbl erit distantia, Yb æqualis aggregato longitudinum amborum focorum: oculus O paulo plus distet a lente, quam est ejus focus, illi objectum distincte, amplificatum, sed inversum apparebit: pendetque ejus campus a magnitudine lentis ocularis. Soli oculo apparuisset objectum sub angulo aOc , sed per Telescopium conspicitur objectum sub angulo lOg , qui anguli sunt in ratione hO ad hy , seu he , ad ey , hoc est ut distantia foci ocularis ad illam objectivæ lentis.

§. 1021. Quoniam objecta terrestria per hunc tubum inversa apparent, & ideo non admodum commode cognoscuntur; huic Telescopio (Tab. 8. Fig. 1.) duæ aliæ lentes oculares additæ fuerunt, ita ut id ex 4 lentibus componatur, quarum tres oculares æquali a se ponuntur intervallo; per has radii transeunt, veluti in schemate exhibetur; atque ita objectum erectum, propius oculo, atque amplificatum, uti in §. 1020. apparet.

§. 1022.

(a) P. Borellus de Telescopii inventore.

(b) Keplerus in nuncio Sydereo pag. 16.

(c) L'Hist. de l'Acad. des Belles Lettres Tom. I. p. 136.

(d) Hist. Acad. Reg. L. 5. Sect. I. c. 7.

§. 1022. Telescopia hujusmodi longiora 20 pedibus vix amplius objectis Terrestribus conspiciendis inservire possunt, propter partium aerearum continuum motum, qui visibilis evadit, efficitque, ut motu quodam tremulo objecta quasi subsultare videantur.

§. 1023. Sunt Telescopia hæc Dioptrica nonnullis defectibus obnoxia, propter diversam radiorum refrangibilitatem: Sit enim vitrum AB (Tab. 8. Fig. 2.), radiique sibi paralleli EA, CI, FB, radii minime refrangibiles sibi in G, maxime refrangibiles in H occurrant, erit tum GI ad

IH, uti 28. ad 27, & GH erit $\frac{1}{28}$ ipsius GI: ducatur KL

per G, & MN per H perpendicularis in axim CIG; erit

MN $\frac{1}{28}$ pars latitudinis vitri AB, & KL $\frac{1}{17}$: idcirco

OP, quod est spatium minimum, in quo radii collecti sunt,

erit proxime dimidium ipsius MN, adeoque $\frac{1}{55}$ ipsius AB.

Proinde radii ab uno objecti puncto emanantes, non in puncto post vitrum coeunt, & ideo quodlibet punctum objecti parum distincte apparebit. Hic error in radiorum transitu per lentes oculares augetur, atque ita trans Telescopia objecta coloribus tincta apparere solent. Cum hæc vitia, & plura alia detexerat Nob. Newtonus, Telescopia emendavit, pro his reflectentia substituendo, de quibus in proximo Capite (1)

CAP.

(1) Sed præter hætenus Auctori memoratam radiorum aberrationem a diversa eorum refrangibilitate pendentem, alia etiam datur aberratio a lentis figura & magnitudine dependens: constat quippe paucos tantum radios, eos scilicet, qui axi lentis vicinissimi sunt, in puncto præciso uniri, reliquos vero ab axe paulo longius discedentes e lentibus egressos in diversis punctis axem secare, quod non modicam visioni confusionem creat. Huic nihilominus malo opportunum excogitavit Hugenius re-

medium, tegendo scil. lentem lamina opaca, in cujus medio apertura tanta relicta sit, quanta sufficit, ut radii per illam ingressi præcise in ejus focum colligantur.

Opportunus hic esse videtur locus quæstionem breviter indicandi quam jam pridem non sine aliquo partium fluido agitatum, iterum ventilavit Hermannus in secundo sollemni Academiae Petropolitanae conventu A. 1726. An scilicet sperandum fore ut telescopia ad eam perfectionem perducantur, ut eorum ope in Astris, aliisque longissimis distan-

Catoptrica.

§. 1024. **L**UX e corpore lucente emanans, atque in objecta illapsa, quaquaversum reflectitur, si horum superficies fuerint asperæ & inæquales, verum secundum aliquam directionem, si superficies fuerint politæ.

§. 1025. Lucis reflexio vel in corporis superficie anteriori contingit, si id fuerit opacum, vel a superficie posteriori, si corpus fuerit pellucidum; vel ab utraque superficie in pellucidis corporibus.

§. 1026. Lucis reflexionem a superficie anteriori, non attribuendam esse impactioni ejus in partes solidas corporum, sed viribus aliquibus repellentibus, ex corporibus exeuntibus, & extra superficiem agentibus, invenit Nob. Newtonus, atque fuse demonstravit (a). Cum enim tenuis solis radius in pilum, filum, acum, stramen & alia corpora incidit, umbra multo major, quam a radiis tangentibus definienda foret, post hæc memorata projicitur: idemque fit, licet ab aqua ambiantur: adeoque Lux ex via recta detorquetur a vi eam repellente, ex corporibus effluente (1).

I. Sit

(a) *Opticæ Lib. 2. part. 3. §. 8. Lib. 3.*

distantiis, minuta quæque objecta, veluti Planetarum incolæ, si qui sunt, videre valeamus. Id sane fieri posse visum est Cartesio, plurimisque ejus affectis, quod sc. a lentibus ellipticis, atque hyperbolicis, quas industria aliqua parari posse putabant, juxta Cartesianæ Dioptricæ præscripta miraculosos fere effectus sibi augurarentur, si earum usus fieret in Telescopiis. At illos vana illusos fuisse spe jam supra innuimus, tum quod arte nulla accurate ejusmodi lentes parari possint, tum præsertim quod radios a punctis extra axem positos venientes, minus quam sphericæ lentes, in puncto exacte colligant. At id omnem optatissimæ quidem rei spem abjicit, quod ea lentis apertura ad Jovis, e. g., incolæ spectandos, opus esset, uti Her-

manno observatum, quæ telluris diametro, vel æqualis, vel major foret. Quod, etsi possibile fingas, quanti inde errores consequerentur ab ipsa lentis magnitudine, diversaque radiorum refrangibilitate pendentes! Si telescopia adhiberi possent trecentos, aut quadringentos pedes longa, iis Lunæ imago haud major exhiberetur, quam si ipsa Luna quinque miliaribus a Terra distans, oculis nullo telescopio adjutis spectaretur, uti Auzoutus Gallus ostendit: in ea vero distantia Lunæ a terra, & immo multo minori, illius Planetæ incola discerni non posse liquidum est.

(1) Hoc Auctoris argumentum, quo lucem contendit ob vim corporum repellentem, a via rectilinea recedendo umbram efficere ma-

jo-

I. Sit Metalli aut vitri superficies scabra, Lux quaqua-
ver-

jorem, quam quæ radiis tangentibus definienda foret, vereor valde ut firmo stet fundamento: cum enim quæ a corporibus projiciuntur umbræ varia magnitudine præditæ sint pro varia eorundem corporum distantia, varioque situ respectu corporis lucidi, fieri potuit, ut ab iis causis illius umbræ magnitudo orta fuerit, quæ a nostro Auctore vi corporum repellenti adscribitur. Id sane commentum experimento §. 498. clare rejicitur; eo enim liquido constat lucis radios prope metalli, vitri, aut lapidis cujusvis apicem transeuntes, ad illa vi attractionis per curvilineas semitas accedere potius, quam ab iis repelli.

Quod vero ad Newtoni de lucis reflexione sententiam spectat, is sane contendit nullam dari reflexionem ex impactu in solidas corporum partes pendentem, sed omnem repetit vel a viribus attrahentibus, vel repellentibus. Cum lucis radius certa obliquitate ex vitro in subjectum aerem, vel vacuum tendit, vi magna attrahente vitri cohibetur, quominus subjectum aerem vel vacuum permeet, viaque curvilinea in vitrum rediens, ex illo porro egreditur, angulum reflexionis vel redivis angulo incidentiæ æqualem efficiendo, uti *Princ. Math. lib. I. prop. 96.* ostenditur, indicatumque Auctori nostro §. 865. Hæc vero reflexio ab attractione dependens, quam reapse dari non ambigitur, semper ex postica vitri facie fit, consequiturque refractionem in antica superficie factam. At alteram reflexionem dari contendit Newtonus ex antica vitri superficie pendentem, quatenus scilicet circa illam ad aliquam usque distantiam protendi supponit repellentis vis veluti atmosphæram, ad quam cum pertingunt radii, illico intactis

eius superficiem solidis partibus, repellantur. Quod vero de antica vitri superficie dictum, opacorum omnium corporum superficiebus convenire reputat, abs ejusmodi repellentibus atmosphæris illorum reflexionem deducens. Verum debita ingenuitate fateor, hanc mihi haud probari sententiam. Præterquam enim quæ pro illa adducuntur argumenta, haud rem conficere videntur; illud quidem non exiguam continet difficultatem, quod circa corpora quæque opaca duplex concipienda esset atmosphæra contrariis donata viribus, quarum altera attrahendi vi donata radiorum plures intromittantur, altera vero repellendi vi prædita reliqui radii veluti expulsi reflectantur, quod a vero absolum videtur, nec parum naturæ simplicitati refragatur.

Fatendum tamen non levem hic occurrere difficultatem, ut explicetur qui fiat, ut posito circa corporis cujusvis superficiem attractionis medio ad aliquam usque distantiam protenso, quo radiorum plures irretiuntur & suffocantur, alii e contrario radii regeri & remitti valeant, nec eodem attractionis medio, quominus id præstent, cohibeantur. Quidam Philosophi, ut id explicent circa corporis cujusvis veluti EFDC superficiem (*Vid. fig. 15. Tab. Addit.*) ejusmodi atmosphæram comminiscuntur, quæ undarum instar in nonnullis ejus extremæ superficiem partibus, veluti A, A, A elevetur, cum in aliis ut B, B, B deprimitur; hinc vero fieri putant ut lucis radii partibus A, A, A, occurrentes, ab iisdem remittantur, in reliquas vero partes impingentes intromittantur. Ingeniosum sane commentum; in quo cum nil eorum, quæ ponuntur, experimentis & observationibus confirmari queat, simplicis

versum ab ea dispergetur: poliatur superficies, quod fit asperis pulveribus, superficiei maxima scabrities tollitur, nihilominus admodum inæqualis semper manet propter incisuras; quas pulvisculi incidunt, tum propter poros corporis: nihilominus, simulac lævigatio aliquousque peracta est, corporis superficies splendere, & lucem ordinate repercutere incipit, ac si perfectissime lævigata foret: quod, nisi vis quædam extra superficiem corporis emanans detur, quæ radios illapsos reddat, antequam ad ipsas partes solidas pervenerint, concipi nequit (1).

2. Hæc igitur vis quasi superficiem quandam virtualem format, quæ lucem repercutit; nisi hæc foret, concipi nequit,

plicis conjecturæ limites haud excedere adfirmandum est.

Illud verosimilius & ingeniosius est, quod hac de re nuper mihi communicavit Vir Cl. Nicolaus de Martino, cum de mathesi universa, tum rerum naturalium scientia insigniter meritus. Circa corpora quæque sive diaphana, sive opaca ad certam usque distantiam attractionis medium protendi jam toties indicatum est: idque adeo experimentis congruum, ut nulli obnoxium dubio videatur. Ad ejusmodi medium cum lucis radii ex aere accedunt, ibidem ejus attractionis vi sistuntur, totumque id medium lucis particulis repletum novam rarissimam lucis particularum atmosphæram constat, cujus ob summam raritatem vel nulla vel exigua admodum est attractio. Qui porro ex corpore luminoso sequuntur radii, huic rarissimæ lucis atmosphære ex aere occurrunt; adeoque præpollenti aeris attractione curvilineo cursu ad ipsum aerem redeunt, simili ratione, quæ §. 865. est indicata.

Idipsum quoque explicari potest, non spectata aeris fortiori attractione, cujus quidem effectus ob summam exiguitatem contemni merito potest. Si scilicet statuatur, quod a vero minime abludit, lucis atmosphæram prope corporis superficiem efformatam elasticitate pollere; ita enim ab incidentibus

magna vi lucis radiis inflecti illam oportet, ac porro restitui, eisdem lucis radios secum ferentem, qui proinde redibunt, vel per eandem viam, si Perpendiculariter impegerint, vel si oblique, reflexionis angulum angulo incidentiæ parem efficiendo.

(1) Quod polita vitri superficies utur minutissimis excavata rasuris radios ad unam modo partem ordinate regerat, argumento est, majores ejus superficiei inæqualitates asperis pulveribus abrasas fuisse, tum quæ supersunt exigua copia, minutissimaque subtilitate, non cohibere quominus maxima saltem radiorum pars ordinate regeratur: radiorum qui eis inæqualitatibus quaquaversum reflectuntur, exigua admodum quantitas est, longe major, quæ ordinate remittitur. Nulla igitur repellendi vi extra corporis superficiem protensa opus est, ut ordinatæ radiorum reflexionis ratio detur. Quin, etsi reapse dari ejusmodi vim expellentem supponamus, nec inde quæsito satis fit; superficies enim, qua circa corpus ea vis terminatur, suas etiam inæqualitates habere debet, utpote ipsius corporis superficiei, ex qua prodit, parallela, atque adeo eodem modo regeri ex illa radios oporteret, quo per ipsamet corporis superficiem reflecterentur.

quit, quo pacto in speculis vitreis tantum duas objectorum imagines & non innumeras videamus: quod contingere deberet, si partes solidæ lucem reflecterent; quippe in vitro parvum solidarum strata sunt plurima, quæ singula, lucem red- dendo, plurimas imagines efficerent (1).

3. Nec corporum superficies posterior lucem reflectit, sed vis attrahens, ex superficie exiens, quæ radios egressos ad corpus retrahit, atque ita repellit, veluti exhibuimus in Tab. 1. fig. 7. nam posterior lucis reflexio sive potius inflexio & recursus fit simulac hæc obliquius, quam sub an- gulo 40 vel 41. graduum, ex vitro in Aerem, aut in spa- tium vacuum exiret. Concipi igitur nequit, Aerem rarif- simum Fluidum, poros vitri obturasse, cum lucem in mi- nori obliquitate allapsam transmittat: verum Aer nihil fa- cit, quia in vacuo lux fortius redit, minusque e vitro exi- re videtur: ibi nihil est, quod vitri poros obstruit. Sed quoque non a partibus vitri solidis, superficiem constituen- tibus, fit reflexio; nam simulac Aqua, Oleum, vel aliud vitrum superficiem apponitur, non fit lucis reflexio, sed transitus: tum vero superficiem partes solidæ non sunt muta- tæ: quid igitur mutatum? Virtutis attrahentis in vitro actio, propter vim attrahentem Aquæ, Olei, vel alterius vitri appositi,

§. 1027. Reditus igitur lucis a vitro corporibusque pellu- cidis duplex est: qui enim a superficie anteriori fit, oritur a vi repellente; qui a superficie posteriori, oritur a vi attra- hente: Sit corpus ABCD, (Tab. 7. Fig. 2.) ex cujus su- prema superficie AB vis repellens usque ad IH egreditur, & vis attrahens usque ad KL. Radius OP admodum obli- que illapsus in vi repellentem IH, multum retardatur; inflectitur in Q; repellitur in via QR, reverberaturque in RS. Verum si radius *op*, minus oblique in IH inci- disse, majori vi recta progredietur, quamvis e via aliquan- tum extractus, adeo ut exiguam curvam *pq* describat, per-
veniens

(1) Cum in vitro ceterisque dia- phanis corporibus meatus ab una ad alteram superficiem recta pa- teant, qui radii eos ingrediuntur, solidis aliis partibus non occurrunt, verum libere ad oppositam usque superficiem descendunt, ex qua vel recta egrediuntur, vel curvili- nea semita in vitrum redeunt, ex eadem antica superficie remit-

tuntur, quemadmodum paulo ante innuimus. Qui vero radii in late- rales meatuum parietes impingunt, ab his reflexi non ideo ex vitro exeunt, sed aliis parietum partibus occurrentes, reiteratis reflexioni- bus intra ipsorum corporum sub- stantiam irretiuntur, & veluti suf- focantur: quamobrem adducto ar- gumento non magna est vis.

veniens deinde ad vim attrahentem KL , acceleratur, & curvam alio situ positam qr emeritur. Reditus lucis a posteriori superficie expositus est in §. 1026. Videntur omnia pellucida corpora ab hujusmodi duabus differentibus viribus ambiri.

§. 1028. Hinc intelligimus, quænam corpora sint opaca
1. Atomi non porosæ. 2. Particulæ, quarum pori angustiores sunt, quam ut lucem transmittere possint. 3. Corpora majora, ex quorum superficie vis magna repellens exit. 4. Corpora majora, quorum partes amplos relinquunt poros, & a se procul distant, ita ut suam vim attrahendi aut omnem, aut fere omnem in lucem exerçant, qua fit, ut lux continuo in lineis fere curvis ad singulas particulas deferatur, inæqualiter ab iis reflectatur, atque ita intercepta quasi, transire impediatur; aut postquam transierit, motu inordinato egrediatur, ut non amplius videri possit. Simulac igitur horum corporum pori Medio aliquo, lucem etiam attrahente, implentur, non amplius lux motu adeo inordinato, & in iisdem curvis, a vi attrahente partium agi potest, sed conspirantibus viribus attrahentibus tum Medii, tum partium, lux in rectis lineis moveri poterit, adeoque per corpus transibit, ut ex inspecto schemate colligi potest.

§. 1029. Proinde corporis poros implendo, id ex opaco fiet pellucidum. Quo id Medium, poros implens, lucem magis attraxerit, ita ut æquali vi ac corporis partes in eam agat, eo corpus ex opaco pellucidius evadet. Hoc omne nititur observationibus. Charta pura alba fere est opaca, ejus poros Aqua imple, sive chartam humecta, pellucebit: sed imple poros oleo, hoc lucem fortius quam Aqua trahit, jam multo pellucidior erit charta: sed omne oleum non æque fortiter lucem trahit; observavit Nob. Newtonus oleum Terebinthinae vim lucem refringendi habere, quæ esset ad eam olei olivarum, veluti 13222 ad 12607; idcirco chartam inunge oleo Terebinthinae, nunc instar vitri fere pellucet, & multo magis, quam uncta oleo Olivarum.

Vitrum pellucidissimum in pulverem contundatur, pulvis erit albissimus, opacus prorsus, uti vitreo plano impositus apparet; poros pulveris imple Aqua, incipiet aliquantum pellucere; poros imple oleo Terebinthinae, jam pellucebit; partes propius iterum adige liquefaciendo, prior pelluciditas redibit.

Albumen ovi pellucidum conquassa, ut spumet, erit spuma albissima, opaca; cessante spuma, redit pristina pelluciditas.

Ace-

Acetum cum oleo Olivarum conquassa, utrumque seorsum pellucet, conjunctum utcunque, opacissimum est fluidum.

Aqua admodum pellucet, ea in vaporem ope ignis reducatur, multo minus pellucet: hinc in laboratoriis Tinctorum & Cerevisiariorum tantæ ab assurgentibus vaporibus tenebræ. Hinc & adscendentes vapores hi, tum & fumi caminorum nubes opacas in Atmosphæra volitantes constituunt. Lapis, Oculus mundi dictus, opacus est; qui poris Aqua impletis pellucet: Simile quid in gypso notavit Nob. Hugenius (a); quum enim gypsum, instar calcis cum Aqua subactum, recipienti Boyleano circumfundisset, materia erat opaca; postquam affuderat Terebinthinam & Oleum, hæc in poros gypsi penetrantia, illud pellucidum reddiderunt. Ex his quoque clare intelligitur, quare glacies primum generata, pellucet, & simulac ab Aere intercepto, tum ab alia quacunque causa, bullæ hinc inde in ea formantur, opaca fiat. Sed innumera similia phænomena continuo sunt obvia. Metalla pura, quia sunt satis homogenea, ad specula formanda non multum valent, verum si varia inter se permisceantur, etsi tum misturæ partes secum vix congruant, parum cohæreant, poros inordinatos intercipient, nihilominus oritur Metallum aliquod, fortissime lucem repercutiens, & speculis optime inserviens (b).

§. 1030. Non autem credendum est, lucem esse ideo corpus ab aliis diversum, quoniam per poros corporum patulos non transit: plurima ejusmodi exempla habemus. Aqua non transit per amplissimos Cilicii camelini poros; imo nec Aqua, nec Vinum, nec Cerevisia, nec Vini Spiritus, per poros cadorum ligneorum, aut suberis, admodum patulos fluit, cum tamen oleum, multo spissius prioribus, vix a cadis retineri possit. Mercurius per chartam, linteamina, corium non facile transit, nisi prematur; constat tamen ex partibus multo subtilioribus, quam sunt horum corporum meatus.

§. 1031. Interim cavendum est, ne opinemur, corpora esse omnino opaca, quæ ruditer examinata, opaca nobis apparent; hujusmodi enim pauciora sunt, quam fides fert, si in obscuro examinentur loco, eaque Sol ab una parte illustret. Ecquis credidisset, digitos nostrarum manuum instar cornu pellucere? quod tamen verissimum; & idem in corporibus multis observatur.

Musschenbr. Phys. Tom. II.

G

§. 1032.

(a) *Phil. Trans. N. 122.*

(b) *Smith. Optiks. §. 787.*

§. 1032. *Speculum* vocamus omne corpus, quod tali superficie lævigata & vi repellente donatum est, ut lucem illam ipsam ordinate reflectat. Concipiemus in sequentibus specula ejusmodi metallica, vel quæ anteriori sua superficie lucem reperiunt.

§. 1033. Si lucis radius AC (*Tab. 8. Fig. 4.*) in speculum incidit, angulus reflexionis BCO , æqualis angulo incidentiæ ACO observatur (1).

§. 1034.

(1) Hanc reflexionis legem, cui pene tota innititur *Catoptrica*, non a priori, ut dici solet, deductam, sed veluti experientia & observatione notam hic accipit Auctor; eaque instar axiomatis, quemadmodum communiter ab Opticis fieri solet, in sequentibus utitur. Ex pluribus vero experimentis, quibus ejusmodi reflexionis lex liquido constat, en unum: Super speculo plano (*Vide fig. 16. Tab. Addit.*) MN collocetur semicirculus BLC , itaut centrum ejus sit in A , & superficies ad speculum perpendicularis: tum sumantur æquales arcus BE , CF , ductisque AG , AH , sit in G objectum, oculus vero in H . Hic observabit objectum G per radium a puncto A reflexum, itaut si punctum A tegatur, non amplius apparebit objectum. Radius ergo incidens GA , & reflexus AH cum speculo MN pares angulos faciunt.

Hujus autem legis accuratam demonstrationem ab ipsa rei natura derivatam, utut plurimum de ea a præclarissimis Philosophis cogitatum sit, eorum tamen nullus, quem sciam, exhibere hæcenus potuit. Si lucis particulæ, quas spherica fere figura donatas evicimus *adnot. 2. §. 35.*, flexibiles & elastica vi præditæ forent; vel si iis inflexilibus, corporis tamen reflectentis superficies ad lucis ictum paululum intromitti, ac statim restitui posset, ejus legis facile redderetur ratio, ut in §. 455. Verum

utrumque fingi tantum, nulla vero evidenti ratione stabiliri potest. Et primum quidem ingenti particularum lucis duritiæ, earumque indivisibilitati refragatur; alterum vero, si superius memorata lucis atmosphæra prope corporis superficiem fingatur, intelligi facile poterit: at simplicis conjecturæ limites ea non prætergreditur atmosphæra. Quod si Philosophorum hac de re ratiocinia ad *κρίσιν* revocare placeat, vix ullam rei spem superesse haud hæsitabis adfirmare. Spectemus potiora.

Quibusdam pro ea stabilienda reflexionis lege ita ratiocinari placuit (*Vid. P. Schotti Mag. Catopt. pag. 254.*, & *P. Traber Nerv. Opt. l. 2. cap. 2. prop. 2.*) Sit GA (*Vide fig. 16. Tab. Addit.*) radius incidens, & AH reflexus; ponaturque, si fieri potest, angulus incidentiæ GAM angulo reflexionis HAN major; mox converso rerum ordine, . positoque objecto in H , oculo in G , erit angulus incidentiæ HAN major angulo reflexionis GAM ; qui tamen prius ponebatur minor: cumque idem sequeretur absurdum, si angulus incidentiæ minor dicitur angulo reflexionis, patet eundem incidentiæ angulum nec majorem, nec minorem esse angulo reflexionis, adeoque ei æqualem. At quis in hoc ratiocinio manifestam contineri fallaciam non videt? Positum primo est angulum incidentiæ GAB majorem esse angulo reflexionis HAC ;

§. 1034. Adeoque radius BC, (Tab. 8. Fig. 4.) eadem vi a puncto reflectente C redit, ac incidat. Motus enim AC, radii incidentis resolvatur in AO, CO; cum motus AO, parallelus speculo, integer maneat, erit $OB = AO$, radius vero impingit in C motu OC, qui si non permansisset in reditu, non foret $CO = OC$, adeoque tum

G 2

non

C; mox mutato situ supponitur radium HA minori angulo HAC incidentem ad oculum in G locatum reflexum iri; quod sane qui incidentiæ angulum majorem angulo reflexionis statuit, nunquam concedet.

Quidam non parvi nominis Philosophi reflexionis legem ex eo ostendi posse putant, quod natura quemadmodum in reliquis suis effectis, ita in luce propaganda, brevissima, simplicissimaque incedat via. Sed radius ex dato puncto profluens, & inde ab opposito obice ad aliud punctum reflexus, brevissimum conficit iter, dummodo incidentiæ & reflexionis anguli pares sunt, uti ex §. 1036. liquebit; ejusmodi igitur esse debet reflexionis lex, quæ eorum angulorum æqualitatem ferat. At id prætenfæ hujus demonstrationis vim maxime infringit, quod etsi simplicissimam naturalium omnium effectuum concedamus esse rationem, plerumque tamen in qua ea sita sit simplicissima ratio haud liquet, nec certa ejus cognoscendæ datur via, nisi a posteriori, ipsaque naturæ effecta spectando. In ipsa quidem reflexione, brevissimum esse ab objecto ad oculum lucis iter novimus, in eoque summam naturæ simplicitatem admiramur; at id ex eo nobis compertum est, quod incidentiæ & reflexionis angulos pares esse antea ex experientia deprehendimus.

Acute quidem, & eleganter more suo de hac reflexionis lege commentatur Isaac Barrov in suis Lectionibus Opticis. Is scilicet lucis

radium non ut simplicem lineam, sed ut corpus parallelepipedum, prismaticum, cylindricum imaginatur, utut exilissimæ latitudinis & profunditatis, veluti (Vid. fig. 17. Tab. Addit.) CDAB: id vero oblique in speculum LAO incidens, altero ejus termino A prius speculo occurrit, quam altero termino D in idem impingat. Qua vero parte BA radius impigit, per eundem AB ob obicis difficultatem retrocedere conatur; sed cum interim altera parte CD cursum suum versus E continuare admiratur, ex binis contrariis motibus eidem radio communicatis, termino scilicet D per DE, & termino A per AB, rotationem quandam oriri oportet circa punctum Z medium rectæ DA, atque adeo radium CDAB situm *cdab* obtinere, & rectam DA in *da* pervenire. Hinc incidentiæ & reflexionis anguli, scilicet BAO, *cdL* æquales sunt; nam si æqualibus *ZdA*, *ZAd* addantur recti *cdA*, BAD, æquales orientur anguli *cdA*, BAL, quorum proinde complementa ad duos rectos æqualia esse oportet, scilicet angulos BAO, *cdL*. At plura sunt, quæ in hanc ratiocinationem opponi possent momenta; unum tantum brevitatis studio memorabimus. Quod radius sui termino A in speculum incidens retro nitatur per AB, assumitur quidem, sed non probatur: actio impingentis per BA in firmum obicem A tantundem valet, ac si per normalem KA iectus fieret; ideoque obicis renixus non per AB, sed per AK exerceri debet.

non esset angulus $BCO = ACO$ (1). Sed æqualitas horum angulorum observatur, adeoque est vis radii redeuntis eadem, ac incidentis.

§. 1035. Radius reflexus CB (*Tab. 8. Fig. 4.*) jacet cum AC in plano, quod est perpendiculare ad planum reflectens DCE .

Ducta enim AB , a radio incidente & reflexo Triangulum ACB formatur, quod est semper in plano: quia autem motus AC concipitur animo resolutus in AO , parallelum ad DCE , & in OC perpendicularem; erit omne planum, quod per OC transibit, perpendiculare ad DCE .

§. 1036. Est via radii AC (*Tab. 8. Fig. 4.*) illapsi in speculum planum DE , & ab eo reflexi in CB , brevissima.

Suppone enim radium in F , aut f , incidere, & reperi ad B ; erit $AF + FB$, vel $af + fb$ longior, quam $AC + CB$. Producat AC in P , ut CP sit æqualis CB ; ducatur recta PB , erit $AC + CB = AC + CP$; angulus $ECB = ECP$; ergo $BCF = PCF$; hinc latus $FB = FP$. Sed $AF + FP$ majora quam $AC + CP$, quæ sunt $AC + CB$. Eodem modo $fB = fP$. Sed $af + fP$ majora quam AP ; ergo $af + fP$ majora quam AP ; ergo $af + fB$ majora, quam $AC + CB$. Non est propositio universalis in Speculis curvis (a).

§. 1037. Data oculi E , & objecti A (*Tab. 8. Fig. 5.*) positione, a dato speculo BF , invenire punctum C , a quo radius AC illapsus, ad oculum in CE redditur.

Demittantur ex A & E perpendiculares in speculum ad B & F , ducantur AF , EB , quæ se in D intersecant, ex D dimittatur perpendicularis DC , ductis AC , EC , erit AC illapsus, & EC reflexus. Est enim $AB : BF :: DC : CF$; & $EF : BF :: DC : BC$: adeoque $AB \times CF = BF \times DC = EF \times BC$. ergo $AB, BC :: EF, FC$; & duo Triangula ABC , EFC erunt similia, atque angulus $ACB = ECF$. Vel producat AB in K , donec $AB = BK$, ductaque recta ECK , erit punctum C quæsitum.

§. 1038.

(a) *Smith Optiks Rem. pag. 70.*

(1) Supponatur enim vim OC rediret radius, essetque adeo angulus reflexionis bCE angulo incidentiæ ACD minor. tum manente motu OB seu pb , non per CB , sed per Cb .

§. 1038. Objecti, DE, (Tab. 8. Fig. 6.) ante speculum planum AB positi, imago LM, apparet Spectatori CH, ad eandem post speculum distantiam, qua abest objectum a speculo. 2. Imago LM est similis & æqualis objecto DE. 3. Et in eodem situ respectu oculi, ac objectum.

Ex puncto objecti D emanant radii in totam speculi superficiem, quorum DF, DG cum intermediis reflexi in FC & GH, oculum ingrediuntur: veluti ex infimo puncto E objecti tantum radii EN, EO cum intermediis, post reflexionem delati in NC, OH ingrediuntur oculum: retroducti CF, HG concurrunt in L, & retroducti CN, HO concurrunt in M: ducatur recta DL. Est angulus DFA = CFB = IFL: adeoque DFG = LFG: est angulus DGA = HGB = LGA: est latus GF = GF; adeoque Triangulum LFG = DFG. Quoniam angulus DFI = LFI, & latera LF, FI æqualia lateribus DF, FI, erit LI = DI. Ducta quoque ME, pari modo ostendetur recta ZM = ZE: adeoque imago abest tantundem post speculum, ac objectum antè ab eo distat. 2. Quia angulus DFB = LFB, & EOA = MOA, FO = FO, LF = DF, MO = EO, erit LM = DE; adeoque imago est æqualis objecto: & 3. in eodem situ respectu oculi (1).

§. 1039. Idcirco Spectatori, stanti ante speculum planum, dextræ sui corporis partes apparebunt sinistræ, & contra. 2. Tum si Spectator ad speculum accesserit, vel ab eo recesserit, imago tantundem ad speculum accedere, vel ab illo videbitur recedere.

§. 1040. Si speculum planum CD (Tab. 8. Fig. 7.) jacet horizonti parallelum, objectum AB sit ad horizontem perpendiculare, id Spectatori O inversum, uti *ba*, apparebit; nam puncta A & B objecti debent apparere post speculum in *a* & *b*, quantum a parte anteriori absunt a speculo. Demonstratio eadem est ac in §. 1038.

§. 1041. Si speculum planum CD (Tab. 8. Fig. 8.) sit inclinatum ad horizontem sub angulo 45 graduum, objectum

G 3

ctum

(1) Cum anguli ad I æquales esse debeant ex demonstratis, erit recta DI speculo AB normalis, diciturque idcirco DI *cathetus incidentiæ* puncti D, quemadmodum EZ *cathetus incidentiæ* puncti E. Sed puncta D, & E videntur in L

& M: igitur punctorum radiantium imagines per speculum planum in concursu radiorum reflexorum cum suis cathetis apparent; quod etiam in sphericis sive concavis, sive convexis speculis locum habet.

Etum verticale AB apparebit Spectatori in OH , horizontale veluti in ab . Si autem objectum ab sit horisonti parallelum, apparebit Spectatori in ob , perpendicularare ad horisontem, veluti est AB . Demonstratio est eadem ac in §. 1038. (1).

§. 1042. Si vero speculum vitreum $K B D E$ (*Tab. 8. Fig. 9.*) fuerit posteriori superficie obductum Mercurio, huius utraque superficies lucem reflectet, adeoque punctum C objecti spectatori $O R$ apparebit duplici imagine in A & a , una nempe A , quæ remior est, reflexa a superficie anteriori speculi $B E$; altera a , quæ propior apparet, reddita a superficie posteriori $K D$, & visa ope radiorum in exitu ex vitro refractorum, atque facientium, ut a propius oculo appareat. Optime hæc duplex imago conspicitur, si candela ardens ante speculum ponatur, atque oblique repercussos videat Spectator radios: ut & si vitrum crassum fuerit. Admodum oblique intuenti speculum apparebit flamma non modo gemina, sed sexies vel sæpius repetita, quia nonnulli radii repercussi a posteriori vitri superficie ad anteriorem, exeunt quidem ex speculo, alii vero minus fortes ab anteriori superficie iterum ad posteriorem reperiuntur; horum nonnulli, ad anteriorem reflexi, exeunt, imaginem aliam dant conspiciendam, aliqui vero iterum ad posticam superficiem reperiuntur; quæ repercussiones ab ambabus superficiebus, & ex anteriori egressus, aliquoties repetuntur, donec ex anteriori superficie speculi tam pauci radii exeant, ut non satis fortes sint ad imaginem visibilem exhibendam.

§. 1043. Si duo specula plana AB , AC (*Tab. 8. Fig. 10.*) ad angulum rectum BAC fuerint juncta, objectum S a Spectatore inter speculum AC & rectam AO , angulum rectum bifariam dividentem, posito in X , videbitur semel in speculo AB , bis in AC .

Ex S enim emissus radius SE , post unam reflexionem a
pun-

(1) Ponatur enim radios reflexos qO , pH retroductos concurrere in a ; itemque reflexos rO , tH concurrere in b ; & eodem modo ac in §. 1038. demonstrabitur $Aq = qa$, $Ap = pa$. Est præterea angulus $AqC =$ angulo Cqa , $Cq = Cq$: ergo in trigonis ACq , aCq anguli ad C erunt æquales; adeoque singuli se-

mirecti seu graduum 45, & integer angulus ACa rectus erit. Eodem modo rectus demonstrabitur BCb ; ideoque verticale objectum AB apparebit horizontale in ab . Similiter demonstratur, quod si objectum horizontale ab oculo ob spectetur in speculo CD , id appareat verticale in AB .

puncto E pervenit ad oculum X; adeoque objecti imago post Speculum AB videtur; verum alter radius SD reflectitur in F, a quo ad X repercutitur; ab S alter radius SM emanans, reflectitur ab M ad X; quamobrem duplex imago objecti S post speculum AC apparebit.

§. 1044. Si bina specula AB & AC (Tab. 8. Fig. 10.) angulum acutum contineant, objectum vero R in recta AR, bipartito secante angulum, ponatur, oculus in X, inter speculum AC, & rectam AO, videbit objectum aliquoties, propter radiorum reflexionem diversam ab uno speculo in alterum. Nempe si angulus BAC sit 65 graduum, oculus in X videbit objectum quinquies in speculis, bis in AB, ter in AC, & dein ipsum objectum.

Si angulus 60 graduum, videbitur objectum & sexies adhuc in speculis.

Si angulus 50 graduum, videbitur objectum septies in speculis. Si angulus 40 grad. videbitur novies in speculis. Si angulus 36 graduum, apparebit objectum decies repetitum in speculis, & si angulus fuerit 30 graduum, videbitur undecies in speculis: & sic porro sæpius repetitum, quo specula angulum acutiorem inter se comprehenderint (1).

§. 1045. Si duo specula CB, ED (Tab. 8. Fig. 11.) fuerint sibi parallela, inter quæ objectum A ab una parte, oculus O ab altera, videbuntur series imaginum A in infinitum excurrentes.

G 4

Sit

(1) Speciales qui hic recensentur casus, alique innumeri sequenti theoremate continentur omnes, quod scilicet. *Si duo specula plana (Vid. fig. 18. Tab. Addit.) HY, & XZ jungantur sub angulo X, sitque oculus O intra angulum X constitutus, hic objecti A intra eundem angulum positi imaginem toties videt, quot catheti loca imaginum determinantes, & extra angulum ZXY terminate duci possunt.* Ducatur scil. ex A ad speculum XZ cathetus AB, quæ ad C producta habeat $AB = AC$; ex C ad speculum XY ducatur perpendiculari CD; quæ erit cathetus alter, eaque ad E usque producat, donec DE ipsi DC sit æqualis; ex E ad speculum ZX sit perpendicularis, seu cathetus alter EF, quæ ad G us-

que producat, donec EF ipsi FG sit æqualis; ex G similiter sit quarta cathetus GI, & ex I quinta IL, quæ demum intra angulum YXZ terminatur, positis scilicet $GH = HI$ & $IK = KL$. Videbuntur ab oculum O quatuor imagines in C, in E, in G, in I. Prima quidem imago videtur ab oculo O per radium TO a speculo XZ reflexum; secunda in E videtur per radium primo ex V ad R reflexum, tunc ex R ad oculum O, tertia videtur in G per radium AK, ex K ad D reflexum, ex D ad S, ac demum ex S ad oculum O; ac demum quarta imago videtur in I per radium ex A in M, ex M ad N, ex N ad I, ex P ad Q, ac demum ex Q ad O; & in genere per tot reflexiones quælibet videtur imago, quot

Sit ducta recta KH perpendicularis ad utrumque speculum. Cape $DF = AD$, ducatur recta FMO , ut & AM ; apparebit imago objecti A in F ; nam est angulus $AMD = EMO$.

Capiatur AG duplo major, quam est distantia amborum speculorum, duc GPO , & $BI = BA$; tum PI ; apparebit objectum A in G , ope repercussorum radiorum AN , NP , PO : nam in duobus Triangulis BNI , BNA , similibus & æqualibus, est angulus $BNI = BNA$; præterea $DI = DG$, nam est $AG = 2 BA + 2 AD$, hinc $DG = 2 BA + AD$, sed est $DI = 2 AB + AD$, ergo $DG = DI$; adeoque Triangulum $IPD = DPG$, & angulus $IPD = DPG = OPE$, quare OP est reflexus a PN , qui est etiam reflexus ab AN , unde imago videbitur in G .

Deinde sumatur FH æqualis duplæ distantiæ speculorum, ducatur recta HO , quæ secet ED in S , fiat $BL = BF$, erunt duo Triangula RLB , RFB æqualia & similia, unde angulus $LRB = FRB$. Est vero $DL = DH$, quia constat ex $BL + BD$, quibus est æqualis DH : hinc Triangulum LSD est $= HSD$ & angulus $LSD = HSD = OSE$; quare radius OS est reflexus ab RS , hic reflexus ab RQ , qui iterum reflexus ab AQ , adeoque videbitur objectum A in H .

Pari modo pergendum erit, tumque patet objectum A sæpius repetitum visum iri a spectatore O (1).

§. 1046. Ex huc usque traditis Polemoscopium, & aliæ Machinæ Catoptricæ intelliguntur, de quibus Dechales, Wolfius, Smith, aliique Authores egerunt, de hisce, cum opus

quot cathetis opus est, ut determinetur; quemadmodum vel ex ipsa schematis inspectione facile quisque ex se poterit demonstrare.

Quod si ex A ad alterum speculum XY demittatur cathetus Aa , factaque $Aa = ab$, eodem, ut ante, modo, tot catheti ad utrumque speculum ducantur, quot extra angulum YXZ terminantur: videbuntur quoque oculo tot aliæ imagines, quot sunt ejusmodi catheti. Sed quo angulus YXZ fuerit acutior, eo majores numero ad utrumque speculum duci possunt catheti, quæ extra angulum terminantur; ergo quo idem angulus

fuerit acutior, eo plures videri poterunt ejusdem objecti imagines. Plura hac de re specialia prosequitur Traber in *Nervo Opt.* l. 2. c. 4. & 5.; ac quisque per se experiri facile poterit, si duo specula plana ita aptari curet, ut instar libri ad arbitrium aperiri atque claudi possint.

Adnotari autem oportet in adducto schemate 18. *Tab. Addit.* aberratum esse ab hypothese, idque corrigendum ponendo $EF = GH$, $GH = HI$, $IK = KL$, & OQ , QI , item OR , RE in directum positas esse.

(1) Imago objecti A videtur in F , in G , in H &c. per radios ex spe-

opus est, consulendi. Polemoscopium sequens est; in tubo KNDM, (Tab. 8. Fig. 12. & 13.) aperto ad AK, oblique speculum AB ponitur, ipsique parallelum alterum speculum CD, in E est canalis perforatus, cui applicatur oculus; objecta igitur externa S radios vibrant in speculum AB ad F, qui sub æquali angulo ad P, & inde ad E, reperiuntur; ita ut oculus hic positus objecta S videat. Simili utcumque modo Telescopium reflectens est compositum.

§. 1047. Si radii lucis AX, CK (Tab. 9. Fig. 1.) in speculum sphaerico-convexum NKXP, paralleli ad axim ejus XB, incidant, hi reflexi speculo divergent, formaturi focus imaginarius in E, quæ est media distantia inter centrum F speculi, & ejus superficiem KX.

Sint duo radii AX, CK sibi proximi, ex centro F, per punctum K incidentiæ, ducatur recta FKL, quæ erit cathetus (1); tum recta EKM, erit MK radius reflexus, si CK fuerit incidens. Nam est EF = EX ex hypothesi: sed est EK = EX, quia sunt radii sibi proximi, ergo EK = EF; hinc in Triangulo Isoscele angulus EKF = EFK, qui est æqualis CKL, ob parallelas CK, XF, & est MKL = EKF; ergo CKL = MKL.

§. 1048. Si radii divergentes EB, ED (Tab. 9. Fig. 2.) in speculum sphaerico-convexum BD inciderint, erit focus imaginarius in C, si capiatur AC, CB :: AE, EB.

Ex centro A per D, ducatur cathetus ADR, tum centro E, radio ED describatur arcus, secans cathetum in R, ducatur ER, per D ducatur CDN parallela ad ER, erit punctum C quæsitum: est enim, propter arcum BD parvum, CD = CB, & EB = ED: adeoque AC, CD :: AE, ER; sive AC, CB :: AE, EB. Est vero angulus EDR incidentiæ, cui est in Triangulo Isoscele angulus ERD

speculo ED tandem ad oculum O reflexos. Sed videri quoque potest similis imaginum series in catheto AK per radios a speculo BC tandem ad oculum O reflexos. Utriusque autem seriei imagines remotiores proximioribus minus distinctæ minusque claræ sunt, quod scilicet: pro remotioribus videndis imaginibus plures occurrent reflexiones, quam pro propioribus; in singulis vero reflexionibus lumen debilius redditur.

(1) Est enim FK perpendicularis

ad peripheriam NKP, cum per ejus centrum transeat. Dicitur FK cathetus obliquationis, ut distinguatur a catheto incidentiæ, quæ est normalis a puncto radiante ad reflectentem superficiem ducta; & a catheto reflexionis, quæ est perpendicularis a quocunque radii reflexi puncto ad eandem superficiem. Hæ tres catheti in sphaericis speculis, sive concavis, sive convexis concurrunt in ejus sphaeræ centro, cujus superficiem specula partes sunt.

ERD æqualis, huic vero ob parallelas ER, DN, est æqualis, RDN; adeoque radii incidentis ED, erit reflexus DN.

§. 1049. Quia est AE, EB :: AC, CB, (*Tab. 9. Fig. 2.*) erit componendo AE + EB, EB :: AB, CB; adeoque quo AE + EB ad EB, majorem rationem acquirit, eo etiam AB ad CB majorem rationem habebit. Quare radiante puncto E ad speculum accedente, etiam focus imaginarius C propius accedet. Et posito objecto in B, erit etiam imago in B, hoc est in superficie speculi.

Punctum C etiam invenitur hoc pacto: quia AE + EB, AB :: EB, CB; sit F focus radiorum parallelorum, capiendo terminorum primæ rationis dimidia, erit EF, FA :: BE, BC.

§. 1050. Si autem ex puncto objecti E (*Tab. 9. Fig. 3.*) in superficiem BDS, concipiamus plurimos illapsos radios, eosque reflexos, hi omnes retroducantur, formabunt intersectionibus suis curvam C, C, C, quam omnes hi retroducti tangunt: ab hac curva videbuntur oculo, extra speculum posito, radii procedere; adeoque imago objecti E, in hac curva apparebit.

Et moto objecto E circa speculum, movebitur eodem modo curva C, C, C, adeoque objectum semper erectum apparebit.

Quia vero objectum, quantum videri potest, videtur in portione hujus curvæ C, C, (*Tab. 9. Fig. 4.*) apparebit imminutum; veluti in hoc schemate, in quo EF objectum, ex puncto E emissi radii EB, EG cum intermediis, a speculo ad oculum DH, reflectuntur, qui retroducti videntur ex I provenire; & radii FM, FN cum intermediis a speculo ad oculum reflectuntur, ac retroducti videntur emanasse ex puncto L; quare totum objectum EF, in IL, propius speculo, imminutum, in situ erecto, & aliquantum difforme conspicitur (1).

§. 1051.

(1) Quod objectum speculo convexo spectatum imminutum apparere debeat, vel ex eo facile liquet, quod quemadmodum in speculo plano, ita etiam in curvo quovis sive convexo, sive concavo, cujusvis radiantis puncti imago videri debeat in concursu I catheti

incidentiæ & radii reflexi, uti ex superius positis facile liquet, demonstratumque Tacqueto, *Catoptrica lib. 1. prop. 22.* Wolfio *Cateptrica cap. 3. Theor. 35.* aliisque. Sunt autem extremorum objecti punctorum E, F, catheti incidentiæ EC, FC, quæ scilicet
 ex

§. 1051. Si fuerit speculum sphaerico-concavum ZBDH, (Tab. 9. Fig. 5.) in quod radii paralleli AB, ED, parum a se distantes incident, & quorum AB transit per centrum speculi, hi reflexi in puncto C, medio inter centrum speculi A, ejusque superficiem ZBD, concurrent.

Nam radius AB perpendiculariter illapsus in B, redit eadem via: ex centro speculi A ducatur cathetus AD, erit radii ED angulus incidentiæ EDA, cui debet esse æqualis angulus reflexionis CDA. Quia BD arcus exiguus, erit $CB = CD = CA$: quare ACD est Triangulum Isosceles: cumque angulus CAD = EDA, erit CDA = EDA: ergo punctum C erit focus, vel concursus radiorum.

Si autem radius GH magis ab axe AB distiterit, ductoque catheto AH, erit CH notabiliter major, quam CB; ergo angulus CHA minor, quam CAH; adeoque radius GH incidentiæ, non erit reflexus HC, sed radium AB inter C & B secabit: quare hujusmodi radii magis distantes ab axe AB, circellum formabunt supra planum, quod esset perpendicularare ad axim AB in C. Hinc circellus videtur omnino formari a radiis Solis in superficiem speculi illapsis, vocaturque focus (1).

§. 1052.

ex iisdem extremis objecti punctis ad centrum convexitatis C ducuntur; spatio igitur ipsis EC, FC comprehenso contineri debet objecti imago, inter objectum scilicet EF, & convexitatis centrum C. Atqui id spatium coarctatur, angustiusque fit versus C; necesse igitur est, ut hoc spatium comprehensa imago suo objecto minor appareat.

Spectari hic etiam oportet, quod cum puncti radiantis imago videri semper debeat in concursu catheti incidentiæ cum suo radio reflexo, cumque contingere quandoque possit hic concursus vel in ipsa speculi superficie, vel extra speculum, objecti imaginem conspici quandoque necesse est vel in ipsa speculi superficie, vel extra speculum. Extra quidem speculum videbitur objecti imago, cum angulus qui in centro speculi sit a catheto in-

cidentiæ, & catheto obliquationis, major fuerit duplo anguli incidentiæ seu anguli ex radio incidenti facti cum tangente ad id incidentiæ punctum spectante. Quod si anguli incidentiæ duplus fuerit, qui sit a cathetis incidentiæ & obliquationis, tum in ipsa speculi superficie objecti imago apparebit. Quod si denique idem angulus quæ a cathetis sit duplo incidentiæ angulo minor fuerit, objecti imago intra speculum semper videbitur. Hæc tantum indicasse nobis sufficiat, quorum demonstrationem videbis in Wolfii Catoptrica cap. 3. Theor. 41. 42. 43.

(1) Radiorum itaque parallelorum vires per reflexionem a speculo concavo-sphaerico valde intenduntur prope punctum C, circa quod iidem radii maxime condensantur: hinc haud mirum esse debet si inflammabilia quæque ibi ac-

§. 1052. Si in puncto C (Tab. 9. Fig. 5.), medio inter centrum speculi A, ejusque superficiem B ponatur radius, hujus lux in lineis parallelis DE, HG, reflecteretur, propter æqualitatem inter angulos incidentiæ & reflexionis. Hinc usus horum speculorum est magnus ad lucem in longissimum intervallum projiciendam (1).

§. 1053.

accendantur, & liquabilia liquefiant. De Tschirnahusiani speculi omnium celebratissimi viribus ustoriis sequentia, quæ in Actis Eruitorum Lipsi. A. 1687. Mensis Jan. memorantur, admirationis plurimum habent. 1. Admotum foco speculi lignum momento flammam concipit, quam ne ventus quidem valentior facile extinguat. 2. Aqua intra vasculum figulinum ei applicatum extemplo effervescit, ut ova iniecta statim fiant edulia; retento ibidem parumper vasculo, aqua omnis evaporat. 3. Massa stanni, plumbive, tres pollices crassa, simul ac foco admovetur, guttatim liquefcere, pauloque ibi detenta continus fluere incipit, donec spatio 2 aut 3 minutorum plane perterebretur. 4. Lamina ferrea aut Chalybea Foco admota, in aversa a speculo superficie, qua parte focum contingit, illico candescere conspicitur, pauloque post in foramina debiscit: quorum tria intra sex minuta horaria laminae ingesta. 5. Cuprum, Argentum, &c. foco admoto colliquefcunt. 6. Quæ liquefactioni obnoxia non sunt, ut lapides, lateres &c. brevi instar ferri igniti candescunt. 7. Ardoria e vestigio candescit, & intra pauca minuta in vitrum nigrum non inelegans transmutatur; cujus si pars aliqua candescens forcipula prehensa detrahatur, in fila vitrea simul diducitur. 8. Tegulae intensissimum ignis æstum alias perpeffe exigui temporis lapsu in vitrum flavum deliquefcunt: quemadmodum & 9. testæ ex ollis non solum probe percoctis, sed multo etiam ignis admoti usu duratis, in vitrum nigro-flavum, 10.

Pumex montium, ut vocant, in officinis ignivomorum ustus solarè hoc igne in vitrum candidum & pellucidum funditur. 11. Crucibuli solidissimi pars foca exposita intra 8. minuta in vitrum conflata est. 12. Ossa in vitrum aliquod opacum, & gleba ex terræ excisa in flavum, aut subinde nigrum mutatur.

Archimedis & Procli specula maxime veteribus celebrantur, quod scilicet Archimedes Romanorum classes prope Syracusas, ejusmodi ustoriis speculis combusserit, Proclus vero Vitaliani naves prope Byzantium. At quin reapse id sphericis ustoriis speculis præstitum fuerit non leve est Viris Cl. dubium: ejusmodi enim speculorum focus quarta diametri parte ab ipso speculo distat; cumque observante Kircherò Syracusas transeunte, Romanorum naves ad distantiam 30. passum combustæ ab Archimede fuerint, necesse omnino est, ut ejus speculi diameter 120. passus ad minimum habuerit; quod sane ulla humana arte laborari posse non facile crediderim. Accedit eodem quod intelligi nulla ratione possit, qui Romanorum classes ad ejusmodi speculi focum seu inter speculum & Solem mediæ esse potuerint. Qua vero ratione navium combustionem vel Archimedes, vel Proclus parabolicorum speculorum medio obtinere potuerit a nobis declaratum est in Schol. 2. cap. 2. Sect. Conic. quas ad calcem Elementorum Geometriæ P. Tacquet nuper hic cursorum, adjecimus.

(1) Verum id est de radiis, qui in puncta speculi ZBH incident, non multum a puncto B remota, itaut

§. 1053. Si objectum radians in centro A speculi ponatur, omnes radii in speculum illabuntur perpendiculariter, adeoque ad centrum A redibunt; proinde si oculus fuerit in A positus, omnes radios, a quolibet sui puncto emisso recipiet; adeoque confuse imaginem sui per totum speculum diffusam videbit.

§. 1054. Si objectum E (Tab. 9. Fig. 6.) radians ponatur ultra speculi centrum A, & in speculum radii divergentes EB, ED, sibi propinqui incidant, erit concursus radiorum in C, & distantia ejus CB a speculo, ad CA, distantiam ab hujus centro, veluti est BE, distantia objecti a speculo, ad EA, distantiam objecti a centro.

Cum BD sit arcus exiguus, erit $EB = ED$, & $CB = CD$, quia autem ponitur $CB, CA :: BE, EA$; erit $CD, CA :: ED, EA$, sive $CD, ED :: CA, EA$; adeoque per 2. l. 6. Elem. erit $\angle CDA = \angle EDA$. Sed $\angle EDA$ est \angle us incidentiæ, adeoque $\angle CDA$ erit reflexionis.

Quia $BE, EA :: CB, CA$, erit componendo $BE + EA, EA :: CB + CA, CA$, permutando $BE + EA, AB :: EA, CA$, & prioris rationis capiendo partes dimidias, (posito I foco radiorum parallelorum) erit $EI, BI :: EA, AC$. Est hæc regula eadem ac in §. 1049. data fuit, & hinc universalis.

Quare punctum G erit focus radiorum emanantium ex E, in hoc foco positus oculus pari modo objectum, ac in §. 1053. videt.

Ex hoc foco C radii exeunt divergentes, veluti CG, CH; quamobrem oculus positus in GH, objectum E, quasi in C, & inversum videbit.

Si autem objectum radians fuerit positum in C, radii ejus a speculo reflexi concurrent in E, quare ibidem in Aere objectum repræsentabitur, quod ab oculo, ultra E posito, videbitur in E, & inversum.

§. 1055. Si objectum E (Tab. 9. Fig. 7.) intra quartam partem diametri spheræ ponatur, e qua formatum est speculum, erit distantia CB foci imaginarii a speculo, ad distantiam CA hujus foci a centro speculi, uti distantia BE objecti a speculo, ad distantiam EA objecti a centro speculi.

Ra-

ita ut radii incidentes veluti CB, CD pro æqualibus haberi possint: finge enim punctum H paulo a B remotius, jam erit CH major CB seu CA, adeoque \angle us inciden-

tiæ CHA minor \angle o CAH, seu ducta HG ipsi BA parallela, minor \angle o AHG; igitur radius reflexus non per HG incedet, sed ad AB paulo inclinatus.

Radius ED incidat, ducatur cathetus AD , & ER parallela ad CDN : erit propter BD , arcum exiguum, $EB = ED$, & $CB = CD$.

In duobus Triangulis AER , ACD similibus, est AE , $ER :: AC$, CD . Supponantur posita AE , $EB :: AC$, CB ; quia $CB = CD$, erit $AE : EB :: AE : ER$; ergo $EB = ER = ED$, hinc ERD est Triangulum Isosceles. Est vero angulus $ERD = ADN$; ergo angulus EDR incidentiæ = ADN reflexionis, & punctum C est focus imaginarius.

Quia CB , $CA :: BE$, EA , erit componendo $CB + CA$, $CA :: BE + EA$, EA , & permutando $CB + CA$, $BE + EA :: CA$, EA , & capiendo prioris rationis dimidium, (posito foco radiorum parallelorum in I) erit CI , $IA :: CA$, EA .

§. 1056. Si objectum EF (*Tab. 9. Fig. 8.*) in loco §. 1055. a speculo AC ponatur, atque oculus in eadem, minori, majorive distantia a speculo fuerit, hic objectum EF in loco determinato in §. 1055. semper videbit, sive post speculum in HM , amplificatum, erectumque. Ductis enim ex centro speculi P rectis, objectum EF stringentibus, ad locum inventum post speculum, uti PEH , PEM , eadem imago HM ope radiorum EBD , EBH ; FOD , FCH , spectabitur (1).

Omnia phænomena, quæ hujusmodi speculum spectanda præbet, commemorare & demonstrare, instituti ratio non permittit. Fuerunt hæc specula antiquis nota, uti patet ex Seneca (a).

§. 1057.

(a) *Quest. Nat. Lib. 1. cap. 16.*

(1) Amplificatum quidem in ejusmodi speculo videri debet objectum; ejus enim extrema puncta veluti E , F cum videri oporteat in H & M , ubi scilicet radii reflexi BH , CH , cum cathetis PH , PM concurrunt, sintque ejusmodi puncta HM a centro P remotiora, quam ipsa objecti extrema E , F , omnino consequitur ut ipsa objecti imago HM suo objecto EE major appareat.

Sed contingere quandoque potest, ut radii reflexi retroducti nunquam cum suis cathetis incidentiæ concurrant. Veluti si objectum

fuerit AB (*Vid. fig. 19. Tab. Addit.*) a speculo KPL remotius, quam ejus centrum C , idque intueatur oculus O inter centrum C & ipsum speculum positus. Radii ab extremis objecti punctis A & B ad speculum incidentes, & tum reflexi, sunt AGO , BPO ; sed GO , OP retroacti nunquam cum cathetis AL , BK concurrunt. Nil ergo hoc in casu datur, præter merum præjudicium, quo oculus imaginis distantiam sentiat, eodemque modo afficitur, ac si radii ex infinita distantia ad oculum venissent.

§. 1057. Speculum cylindrico-convexum concipi potest constare ex portionibus circulorum æqualium, sibi in directum impositis, ita ut recta omnium centra jungat: quamobrem ejus sectio perpendicularis ad axim, a sectione sphaeræ, transeunte per centrum, non differet: proinde hic nonnulla, quæ de speculo sphaerico-convexo tradidimus, convenient; sive hac ratione objecta minora, post speculum, & erecta, apparebunt. Verum quatenus sectio Cylindri sparsa est ad axim, est veluti sectio plani speculi; quamobrem phænomena speculi cylindrici erunt hac ratione etiam considerata: Objecta proinde, ratione priori, imminuta, sive contracta apparebunt, non ratione posteriori; atque in aliis locis post speculum, hinc magis difformia videbuntur.

Possunt tamen imagines difformes depingi, quæ ope speculi hujus inspectæ, iterum apparebunt regulares. Quomodo autem hæ depingendæ sunt, optime tradidit Author Anonymus Gallus (a), qui ex professo plurima speculorum genera explicuit.

§. 1058. Speculum cylindrico-concavum potest considerari, ut compositum ex meris æqualibus circulis, sibi impositis; adeoque phænomena similia exhibebit, ac de speculo sphaerico-concavo memoravimus; in eo nempe objecta amplificata, erecta, inversa, atque in variis locis videbuntur. Quatenus autem ejus sectio altero modo foret recta, veluti speculi plani, erunt hac ratione phænomena, uti a speculo plano: quamobrem objectorum admodum difformes imagines conspicientur.

§. 1059. Imprimis admiranda phænomena exhibent specula Pyramidalia & Conica, evolventia quasi intricatissimas & difformes imagines. Sit ejusmodi speculum ABC, (Tab. 9. Fig. 9.) objectum difforme undique id ambiens, veluti pars repræsentatur in CG, & oculus in O; adeoque radius a puncto objecti D emanans, reflexus a speculo in P, fertur ad O, atque ex I videtur provenire: ita radius puncti E, reflexus a speculi puncto S ad O, videtur in k: radius FV rediens a speculo videtur in m: & radius GB in n. Adeoque exteriora objecti videbuntur imaginis interiores partes constituere, & interiora objecti imaginis extrema efficiant.

§. 1060 Ope speculi pyramidalis positi in quadrato X,
(Tab.

(a) *La perspective prat. par un religieux de la Compagnie de Jesus.*

(*Tab. 9. Fig. 10.*) partes objecti, pictæ in Triangulis A; B, C, D, a se separatæ; in continuam imaginem cohære-re videntur.

1061. Nec minus stupenda sunt, quæ speculum prismati-ticum ABCDE (*Tab. 9. Fig. 11.*) exhibet. Cum enim ob-jecti partes discissæ inter SARB, tum MBLC, NCOD, QEPD habeantur, videntur hæ oculo, posito in F, objecti imaginem integram constituere.

§. 1062. Ex doctrina præmissa facile Machinæ diversæ, partim Dioptricæ, partim Catoptricæ intelliguntur, inter quas est *Camera obscura portatilis*. Sit enim AB (*Tab. 9. Fig. 12.*) objectum, & CD lens convexa phærica, radii ab objecto AB in Lentem emissi, refractique, coeunt in GE, imaginem pingentes; quamobrem si ibi planum aliquod, ve-luti charta, aut speculum vitreum semipolitum ab una par-te, politum ab altera fuerit, apparebit spectatori S, obje-ctum supra EG depictum, sed inverse. Cum autem obje-ctum malumus videre erectum, ponatur speculum HK pla-num sub angulo semirecto ad basim Machinæ; hoc radios per lentem transmissos reflectet, ut imago objecti pingatur in NM; quare vitrum semipolitum hic positum, imaginem excipiet, quæ a spectatore P videbitur erecta.

§. 1063. Jucundissima quoque spectacula repræsentat *Lan-terna Megalographica*, ab aliis *Lucerna Magica* appellata, a Kircherò inventa & descripta, ab aliis deinde emendata: in qua C (*Tab. 10. Fig. 1. 4. 5. 6. 7. 8.*) flamma candelæ vel lampadis, radians fere in centro speculi sphærico-concavi AB, hoc lucem ad lentem DD repercutit, quæ idcirco lucem ex anteriori & posteriori facie flammæ recipit, eamque refrin-gendo disponit, ut omnis in imaginem super vitro pictam EE, quam repræsentare animus est, cadat. Lux ex quoli-bet puncto imaginis EE emissa divergens, illapsaque in len-tem convexam GG, refringitur, ut evadat convergens, ita illapsa in alteram lentem HH, ab hujus refractione redditur magis convergens; cumque radii se intersecant in L & K, imago supra album planum KL inversa, & admodum am-plificata pingitur.

Loco flammæ C optimo cum successu Kircherus Sole usus fuit, nec tum lens DD est necessaria: & quia non semper radios a Sole directe emissos in picturam EE quocunque diei tempore excipere licet, loco DD. ponitur charta, Oleo Terebinthinæ unctâ, per quam radii Solis transmissi, pictu-ram EE æquabiliter illuminant.

§. 1064.

§. 1064. In superioribus §. 1023. Telescopii Catadioptrici Newtoniani mentionem feci: id parum a Nob. Hadleyo emendatum, præstantissimum est inventum, cum exiguæ sit longitudinis, & remotissima objecta repræsentet maxima, distinctissima, clarissima, ita ut id, quod pedem longum, idem ac Dioptricum 12. vel 14 pedum efficiat; imo quod sex vel septem pedum est, non minus, quam dioptricum 100 pedum præstet. Est ABCD (Tab. 10. Fig. 2. 3.) tubus amplius, in cuius fundo BC speculum Metallicum spherico-concavum GH ponitur, radii ab objecto remoto PR emissi, EG, FH sese alicubi interfecant, adeo ut EG, eg, a parte inferiori objecti, & fh, FH a parte superiori objecti adveniant: hi ingressi tubum, a parte anteriori patulum, & illapsi in speculum GH, reperiuntur convergentes, concursurique in mn, imaginem hic depicturi; sed antequam hoc efficiant, dimittuntur in KK exiguum metallicum planum speculum, a quo reperiuntur ad foramen laterale L, sese interfecantes in qS, ibique imaginem qS pingentes. Ponitur vero in foramine L lens spherico-convexa, cuius focus est in S; hæc radios refringit, ut qui ab uno puncto objecti emanaverint, paralleli evadant, qui autem ab extremis objecti punctis emissi sunt, ad se convergentes ingrediantur oculum O, qui imaginem Sq, tanquam objectum, per Microscopium L contemplatur; quamobrem objectum amplificatum, inversum, clarissimum, distinctissimumque apparebit. Amplificatum autem videtur respectu simplicis conspectus, veluti est longitudo foci speculi, ad longitudinem foci Lentis, sive uti AI ad IL (Tab. 10. Fig. 9.)

§. 1065. De Telescopiis Catadioptricis egit quoque Jacobus Gregorius, atque in Optica promota ad Propos. 59. addidit Epilogum, in quo tractans de Telescopiis triplicis generis, Dioptricis, Catoptricis, & Catadioptricis, de his inquit: *Hoc tertium genus aureum nulla habet incommoda, & omnes priorum generum proprietates habere potest; si lentes & specula rite disponantur: fatetur tamen Auctor, irrito successu hæc Telescopia tentata fuisse, sed Cl. Hallejus Anno 1726. ea levi mutatione perfecit: Est TYMZS-SNYT (Tab. 11. Fig. 1.) canalis, in quo speculum metallicum spherico-concavum LldD, ad X perforatum ponitur: antequam in EF est speculum spherico-concavum minus, brachio mobili R T affixum: sit objectum remotum AB, e cuius supremo A radii cd, CD emanant, veluti*

Musschenbr. Phys. Tom. II. H e par-

e parte B radii $i / l L$. Hi antequam ingrediantur canalem, se secant: radii illapsi in speculum LD concurrunt in foco KH, hic imaginem inversam pingentes; ulterius procurrunt, inciduntque in speculum EF, cujus focus foret in f ; ab hoc repercussi concurrent prope SS, alteram imaginem picturi erectam; sed ponitur Lens MN, refractione efficiens, ut citius coeant in PV, ibidemque imaginem exhibeant, quæ per Meniscum SS in O (Tab. 11. Fig. 11.) spectatur amplificata & erecta: magnitudo objecti per Telescopium visa est ad eam nudo oculo apparentem, uti angulus TOS, ad angulum $b G A$. Externum apparatus hujus Telescopii exhibet Tab. 11. Fig. 2. (1).

Ita pauca, & quæ fundamenta primæ Opticæ sunt, delibavimus: præstantiora & magis sublimia inveniri possunt apud Dechales in mundo Mathematico, Barrovium in Lectionibus Opticis, Hugenum in operibus posthumis, Jacobum Gregorium in Opticæ promota, Davidem Gregorium in Elementis Dioptricæ & Catoptricæ, Molyneux in Dioptrica nova, Newtonum in Lectionibus Opticis, & in Optica: sed imprimis apud R. Smith in Compleat system of Optiks, qui palmam omnibus eripuit.

C A P. XXXVI.

De Aere.

§. 1066. **T**errarum orbem undique circumfundit Aer, fluidus, invisibilis, intactilis, pellucidus, elasticus, sonorus; Antiquis *Spiritus* appellatus propter subtilitatem, quamvis sit corporeus. Terram hac animabili spirabilique natura circumfusam esse patet: quia ubicumque homines fuerunt, Aerem inspirarunt & reddiderunt, in eo suspensas observarunt nubes, tum mare, per se languidum & jacens, ab eodem incitari, resistere quoque ipsum corporibus quibuscumque motis. Quæ omnia præstare non posset, nisi Aer corpus foret.

§. 1067.

(1) Eidem Newtono acceptum quoque referri debet Microscopium reflectens seu catodioptricum, cujus speciem traditum est in Philosophicis Transactionibus n. 80. Id vero est hujusmodi. Prope focum speculi concavi AB collocetur exiguum objectum C (Vid. fig. 20. Tab. Ad-

dit.) itaut ejus imago objecto major formetur in D. Jungatur speculo lenticula utrinque convexa EF, ut imago D sit in ejus foco. Videbit oculus imaginem inversam, multo majorem, atque distincte, ideoque objectum magis auctum apparebit, quam per lenticulam solam.

§. 1067. Omnis Aer Terram amplexus, simul cum universis in ipso natantibus corporibus, *Atmosfera Terrestris* vocatur.

§. 1068. Quæ componitur ex Vaporibus, Exhalationibus, five partibus subtilissimis, volatilibus, omnium corporum terrestrium, æque Firmorum, ac Fluidorum, ut & ex igne, five Solis, Astrorum, incensorum terrestrium corporum, si- ve subterraneo sursum erumpente & adscendente.

§. 1069. Id tamen, quod proprie Aer est, est Fluidum sui generis, a vaporibus & exhalationibus distinctum, & cognoscendum ex propriis characteribus, etiamsi nunc cunctorum terrestrium corporum particulis inquinatum sit. Nam 1. Aer metallicis vitreisve vasis inclusus idem & immutatus semper perstat: ita autem vapores comparati non sunt, quia simulac hi frigent, elasticitatem perdunt, ad latera vasorum applicantur, defluunt, in massam redeunt, ita ut vasa, quæ antea hoc elastico vapore plenissima fuerant, deprehendantur deinde quasi vacua. Exhalationes quoque reliquorum corporum successu temporis quasi pereunt, cum partes, emissa elasticitate, conjunguntur, fluidamque constituunt massam, veluti pluribus experimentis Boyleanis (a), in aere factitio ex uvis, pasta farinæ, carnibus, aliisque rebus, tum & ex Halesianis nonnullis (b) constitit.

2. In pabulis ignem terrestrem conservandi Aer facultatem habet: contra Vapores & Exhalationes ignem citissime extinguunt, flammam vividissimam, tum fulgorem prunarum, ut & ferri candentis suffocant, veluti præstantissimus Halleyus observavit, & in Aere generato ex Antimonio & affuso Spiritu Nitri, Cl. Halesius (c). Hinc in antro Italiæ Canino, & in lapicidina Pymontana faces ardentes prope solum, etiamsi id spiritus sulphureos expiret, detentæ, extemplo extinguuntur, notante Missono (d) & Seippione (e). Vinum fermentans gas Sylvestre ex dolii gula ejaculatum, ardentem extinguet candelam (f).

3. Aer ab Animalibus inspiratus est productæ vitæ & sanitatis quasi causa, cum in vacuo fere omnia animalia illico pereant: Sed respirationi & vitæ animalium admodum noxii sunt quilibet vapores atque exhalationes, ut hosce non

H 2

homi-

(a) *Contin. Exp. Phys.* (b) *Vegetable Statics Exper.* 83. & in *Hæmast. Append. Exper.* 2. (c) *Hæmastatic. Append. Exp.* 2. pag. 215. (d) *Itinerar. Italic.*
 (e) *Philosoph. Transf.* N. 448.
 (f) *Neuman de Vino p.* 365.

homini ducere, non feræ tutum sit; imo illis vix venenum magis lethiferum datur. Id de Sulphuris incensi exhalationibus liquido constat, hinc in antro Canino & lapicidina pyromontana, tum in puteo effosso in Insula Vecti (a), Spiritus Sulphureus, qui ex Solo exhalatur, causa est, ut de animalibus cito actum sit: interimunt animalia illico (b) candefacti æris exhalationes, ut & illæ, quas carbonēs lignei ardentes, prunæ cespitum Hollandicorum, Spiritus Vini ardens, Oleum Terebinthinæ incensum (c), Lignum Quercinum viride ardens exspirant, idemque facit Vini aut Cerevisiæ fermentantis vapor (d); quoties non sunt lethales fossoribus in cryptis novæ erumpentes exhalationes? aut in antiquis puteis Aer diu stagnantibus vaporibus inquinatus?

4. Est Aeris intensio sive elasticitas in determinata & constanti porportione, nempe ut densitas, occupatque spatia, quæ sunt in ratione inversa ponderum comprimentium; sed Vapores & exhalationes, paucis exceptis, ita se non habent; observavi enim Vapores elasticos ex pasta, a vi duplo majori comprimente, fuisse in spatium quadruplo minus reductos: in Aqua Cl. s' Gravesandius bullam conspexit, quæ, elasticitate Aeris tantum trecenties imminuta, in volumen 15000. majus expansa erat (e). Fateor tamen Exhalationes elasticas constantes, & ejusdem condensabilitatis cum Aere dari, quales sex annorum spatium a se conservatas, & æqualis cum Aere elasticitatis Cl. Halesius descripsit (f). Verum ejusmodi exhalationes sunt rariores.

5. Si quoque Aer non esset aliquod Fluidum, diversum ab exhalationibus & vaporibus, cur manet, postquam tonuit & pluit? tum enim incenduntur exhalationes, quæ simul cum vaporibus in Terram sub forma pluvix decidunt; sed observatur Aer modo purificatus, postquam pluit; adeoque est Aer aliquid ab exhalatis corporibus distinctum, post creatum a Deo simul cum Terra, quod illico esse potuit suo pondere, & reliquis proprietatibus causa vegetationis Plantarum, ut & Animalium vitæ, simulac creabantur.

Aer

- (a) *Philos. Transf. N. 450.*
 (b) *Hauksbee Physic. Mechan. Exp. Append. Exp. xi.*
 (c) *Hales Vegetable Statics p. 170.*
 (d) *Camerarius in Epist. Taur. p. 31. Neuman de Cerev. p. 280.* (e) *Instit. Philos. §. 655.*
 (f) *Hemastatic. Append. p. 310.*

Aer igitur ex aqua, in vaporem conversa, non progignitur, secundum Philosophorum nonnullorum opinionem (a).

§. 1070. Aer in aliqua notabili copia collectus, huc usque observatus fuit semper mansisse fluidus; neque diuturna mora in vasis, neque intenso frigore naturali in locis Boreis; nec summo artificiali frigore ope Spiritus Nitri & Glacii; neque compressionibus in massam firmam reduci potuit. Est ejus fluiditas magna, quia particulae sunt admodum raræ, sphaerichæ, mobilissimæ, parum ponderosæ, nec se magna vi trahunt, adeoque facile a se removeri possunt.

§. 1071. Non exiguam Aer gravitatem possidet, nec sibi libere commissus a centro Terræ unquam recedit, quemadmodum levia, ex Principio levitatis, ab Aristotelicis agi dicebantur: ipse Aristoteles Aeri pondus adscripserat (1); quod Galilæus incepit probare, confirmavit Torricellius, & Mersennus, nunc vero plurimis experimentis demonstratur. 1. Si ex recipiente Aer auferatur, in id, superiori parte apertum, illico Aer ruit; per aperturam descendit, vas implet: si Aer levis foret, descensus hic contingere non posset.

2. Aer vi ingenti corpora, quibus incumbit, deprimit; ideo si orbis vitreus vel plumbeus planus, tenuis, imponatur recipienti, ex quo Aer exantliatur; a pondere incumbentis Aeris in recipientis premitur, frangiturque.

3. Vasa sphaerica vel fornicata, tabulae Antliæ Pneumaticæ imposita, educto interno Aere, ad tabulam ab extrinsecus incumbentis Aeris pondere apprimuntur.

4. Hemisphæria cuprea, cava, sibi imposita, orbata interno Aere, ad se ab externo valde apprimuntur, ita ut non nisi vi magna divelli queant.

5. Verum quam clarissime, Aerem esse gravem demonstramus, ejus pondus ad stateram exhibendo: ponderetur enim phiala Aeris plena, hæc Aere vacua multo est levior; amisso Aere, gravior iterum deprehenditur (2). Attamen

H 3

oriri

(a) Cic. de Nat. Deor. Seneca Qu. Nat. Vossius de Motu Maris Cap. 20.

(1) Scilicet l. 4. de Cælo cap. 4. ubi hæc habet: ὅτι ἐν τῇ χάρα πάντα βάρος ἔχει πλὴν πύρος, καὶ ὁ ἀήρ hoc est, in suo loco omnia (Elementa) pondus habent, excepto igne, etiam aer: aeris vero pondus ex eo constare adfirmat ὅτι ἐλκεῖ πλεῖον ὁ πεφυσημένος ἀέρας τῆ κένυ, scilicet, quod inflatus uter plus

trahat (bilancem) quam vacuum.

(2) Quod si ope syringis in phiala aer comprimatur, quemadmodum a Galilæo factum, multo gravior illa ad stateram deprehenditur, ejusque pondus pro majori intromissi, compressique aeris quantitate, auctum semper observabitur; quod non exiguum argumento vim addit.

oriri posset suspicio, an non omne pondus Aeris ab admixtis vaporibus & exhalationibus pendeat (1)? ponderis partem ab iis pendere est quam certissimum; si enim tempestate humida Aer per siccissimos cineres clavellatos in vas vacuum, sed prius una cum Aere ponderatum, transeat, nequidem pondus dimidium habet, quod Aer ante eductus: verum cælo sado si id fiat experimentum, ejusdem ponderis est Aer, qui per Salem Alcalinum transit, ac qui ante eductus erat. Si autem Aer purus gravis non foret, quomodo in ipso nubes natare aut suspensæ hæere possent? hæc quippe graves, a nullo sustentatæ pondere, deorsum ruerent.

§. 1072. Gravitas Aeris specifica comparata cum Aqua, observata fuit nonnunquam uti 1. ad 800. Non tamen est hoc constantis veritatis, quippe quotidie Aeris pondus mutatus, pro diversa puritate, densitate, & calore: videtur in Europæ nonnullis locis comprehendi pondus specificum respectu aquæ intra limites, qui sunt uti 1. ad 606. & inde usque ad 1003. (2).

§. 1073.

(1) Clarissimi Boerhaavii hæc est suspicio, puro scilicet aeri, seu eterogeneis omnibus particulis defæcato pondus inesse nullum. En cjus verba: *Chem. part. 2. de Aere: Si ergo ex data portione aeris foret separatim quam accuratissime omne illud vere ponderosum, quod demonstratum fuit naturaliter in eo esse ex omni corporum genere, quantum putabitis superesse ponderis in illa mole aeris pro parte ejusdem vere elastica? utique perspicitis, nisi valde erro, illud futurum quam minimum. Si conjecturæ locus ex tot experimentis, forte nullum erit quare cogitavi sæpe, numquid Deus ignem & æra pure elastica ambo creaverit non gravia, ad nullum certum punctum tendentia: sed per totum universum cunctaque mundi systemata æquabiliter distributa. At præterquam, uti nostro Auctori est observatum, intelligi nullo modo posset, qui in ejusmodi medio omni gravitate destituito, vapores, ceteraque innumera gravium corpusculorum genera, sustineri valeant; nullum est Viro Clarissimo argumentum, quo ab universali corporum gravitate ærem & ignem*

excepta esse probet. Potior quidem Atmosphæræ ponderis pars admixtis in ea variis corpusculis debetur; at non omnis, aliquam puro aeri etiam concedendam universalis naturæ lex clamat.

(2) Pluribus sane experimentis, quæ inter aeris & aquæ pondera intercedit proportio, detegi facile potest; de quibus videtis Carolum Renaldinum *de resolut. & composit. Math. p. 178. 179.* Id vero magis obvium est, quod fit ope vasis cuiuspiam vitrei aut metallici, ex quo commode educi aer possit. Hujusmodi enim vasis pondus ad bilancem exactam primum exploretur, cum scilicet aere ejusdem cum ambiente externo densitatis repletur. Tum educto aere, denuo pondus ad bilancem expendatur. Id inventum a priori pondere subducatur; quod enim reliquum est, educti aeris pondus indicabit. Quæ quidem ratione primum Otto de Guericke (*Experim. de Vacuo l. 3. c. 21.*) deprehendit pondus aeris ad aquæ ejusdem voluminis pondus esse, ut 1 ad 970, Boyleus *in experim. nov. physico-mechan.*, ut 1. ad 938.; ac demum Hælljus, ut 1 ad 800.

§. 1073. Quantum Atmosphæra in subjecta corpora ponderet, explorari potest ope tubi vitrei, a superiori parte clausi, ab inferiore aperti, impleti Mercurio: qui in eo aliquando ad altitudinem 29. pollicum Rhenol. suspenditur: hic suo pondere est in æquilibrio cum pondere Atmosphære. Quia Aqua est circiter 14 levior Mercurio, posset Aqua cum eo in tubo, vel cum Atmosphæra ad altitudinem $33 \frac{5}{6}$ pedum Rhenol. in æquilibrio hæere (1). Idcirco premit Atmosphæra suo pondere corpora ad superficiem Terræ, ac si Aqua ad altitudinem $33 \frac{5}{6}$ pedum iis superfusa incumberet; quod a Pascasio & Boyleo experimentis fuit confirmatum (2).

§. 1074. Quoniam Aer est fluidus, premit secundum omnes directiones viribus æqualibus: adeoque tantopere sursum, quam deorsum, prorsum & antrorsum, ac oblique, idcirco corpora, utcunque tenera, quæ ab Aere ambiuntur, ab omni parte æqualiter pressa, non destruuntur: lateralem vero Aeris pressionem perpendiculari æquivalere, patet in experimento Mariotti; nam phiala CD, (Tab. 11. Fig. 3.) aquæ plena, perforata in B, recipiens tubum EF utrimque

H 4

aper-

(1) Sunt enim mercurii & aquæ in tubis æquilibratorum altitudines inverse ut eorum densitates (Vid. adnotat. ad §. 612.); atque adeo ut 1. ad 14, ita altitudo 29 pollicum mercurii, ad altitudinem aquæ, quæ cum ea mercurii quantitate æquilibratur, quæ idcirco per regulam auream prodit 406

pollic. seu pedum $33 \frac{5}{6}$. Reapse

aquam ad altitudinem 33. pedum in antliis tractoriis elevari, nec porro ulterius ascendere omnium primus olitor Florentinus fortuitoprehendit. Hic rei novitate excitatus ad Galilæum Galilæi venisse dicitur rem novam miramque ei narraturus. Veram tamen phænomeni causam haud tum intellexit

Galilæus, sed Torricellius ejus discipulus omnium primus coniecit eam definitam aquæ altitudinem in antliis a limitato Atmosphære pondere oriri posse, quod tandem pro certo penitus habuit, cum in tubis mercurium ad altitudinem 29 pollicum suspendi observavit.

(2) Pedem cubicum aquæ 64. librarum pondus continere deprehensum est: igitur 33. pedes cubici aquæ pondus dabunt lib. 33. in 64. Præterea ponitur telluris superficies quadratos pedes continere 554780000000000, si ergo toti huic superfici aquam incumbere supponamus ad 33. pedum altitudinem, erit integrum hujus aquæ pondus, atque adeo totius Atmosphære lib. 554780000000000 in 33. in 64. seu lib. 1171695360000000000.

apertum, retinet Aquam, in tubo ab A, ad eandem cum foramine B altitudinem, adeoque Aer premens directione EA deorsum, non operatur vehementius, quam qui lateraliter foramini B accumbit.

§. 1075. Tubus impletus Mercurio, atque in æquilibrio cum pondere Atmosphæræ, in laudem inventoris Torricellii, qui hoc Instrumentum anno 1643. invenit, appellatus est *Tubus Torricellianus*, ab aliis *Baroscopium* & *Barometrum*: quod non exigua causa promotæ elapso seculo Physicæ fuit. Quoniam inter supremum tubi fornicem & Mercurium spatium Aere crassiori vacuum relinquitur, desiderio agebantur Philosophi explorandi, quid corporibus, in hoc vacuo positis, contingeret? admiranda in eo observata phænomena, & difficultas illud conficiendi, originem alteri Machinæ, Antliæ nempe Pneumaticæ dederunt, cujus ope facilius Aer ex quibuscumque recipientibus exhauriri potest.

§. 1076. Suspendi vero Mercurium in tubo Torricelliano pondere incumbentis Atmosphæræ probatur, quia si tubus longiori recipienti includitur; Aere educto, ex tubo Mercurius subsidet, qui, Aere iterum admissio, ad priorem assurgit altitudinem.

§. 1077. Posito tubo Torricelliano per aliquod temporis intervallum in eodem loco, observantur Mercurii diversæ altitudines, quarum discrimen majus est, quam a rarefactione caloris Atmosphærici oriri posset; id Torricellius anno 1645 vel 1646 primus observavit. Altitudo minima & maxima in Belgio observata, fuit 27 poll., 2 lin. & 30 poll. Rhenol. limites ideo quam proxime erunt 3 poll. Interim certissimum erit, Mercurium altius assurgere in tubum, cum ille, qui in vasculo stagnat, plus premitur quam ante; descensurum ex tubo Mercurium, si minus prematur: & quoniam discrimen altitudinum in tubo est 3 pollicum, erit hoc respectu totius pressionis, & quidem maxi-

mæ, quæ æquivalet 30 pollicibus, $\frac{1}{10}$ pars, nam est 1;

10 : : 3, 30.

§. 1078. Labet breviter recensere, a quibusnam causis nunc plus, nunc minus Mercurius prematur. Plus premitur, cum Atmosphæra sit gravior; quod contingit ab hisce causis. 1. Cum supra regionem plus Aeris a Ventis, opposita directione flantibus, & Aerem ad locum intermedium pellentibus & cogentibus, accumulatur, qui ideo assurgens,

gens, Atmosphæram altiorem faciet. Videntur Venti esse primaria causa mutationum in Atmosphæra, & diversarum altitudinum Mercurii in Baroscopio: nam in Regionibus inter Tropicos jacentibus, & in quibus ejusdem tenoris Ventus Orientalis perpetuo spirat, Mercurius in Baroscopio vix observatur mutari, quemadmodum tum ex propriis, tum ex aliorum observationibus, testatur Cl. Halleyus (a).

2. Accumulatur etiam Atmosphæra supra nostram regionem, spirante Borea, vel Aquilone, qui Aerem refrigerant, condensant; adeo ut Atmosphærae altitudo ibi decreascat, sed supremum Fluidum a latere omni affluat, suoque cumulo & pondere pressionem augeat.

3. Altior quoque erit Mercurius, si Ventus ex loco altiori Atmosphærae deorsum ad Terram determinatur; tum enim Aerem, cui occurrit, eadem directione premit, atque hic non aliter premit Mercurium, quam si a majori pondere aggravaretur.

4. Quum a frigore condensatur Aer, descendit Atmosphæra, etiamsi ejus eadem copia maneret: propter binas causas, majori gravitate gaudebit; partim ob vim centrifugam partium minorem, partim ob gravitatem auctam, vide §. 228. & 411. ideo plerumque Hyeme Mercurium in tubo altius suspendi, quam Æstate, observamus.

5. Cum Atmosphæra pluribus Vaporibus & Exhalationibus imprægnatur, ejus gravitas necessario increfcit, quantum ponderant Exhalationes: ideo si Aer diu maneat piger & tranquillus, plurimos vapores in se recipit, tumque Mercurius, æque Hyeme ac Æstate, in tubo semper adscendere observatur.

§. 1079. Minus premetur Mercurius, si Atmosphæra levior fiat; quod contingit 1. si a Ventis impetuosis, aut a secum effervescentibus exhalationibus, pars quædam Aeris ex suo loco abripitur; hinc quasi aliquod vacuum fit, in quod quidem pars superior descendit, sed nihilominus minor Aeris copia regioni illi terrestri imminebit; ob quam causam Mercurius in tubo minus pressus descendet; quemadmodum sævientibus procellis semper observatur; imo quotiescunque percipis ventum aucto impetu supra locum observationis flare, videbis eo momento Mercurium descendere, quemadmodum etiam Hauksbejus analogo experimento demonstravit: cessante vento, Aer ab omni parte iterum ad hæc loca accedit, minus Aeris æque densi comprehendentia; ideo

(a) *Phil. Trans.* N. 181.

ideo ab aucta Aeris massa & pondere iterum ascendit Mercurius.

2. Descendit Mercurius in tubo, si Aer Exhalationibus & vaporibus, quos antea copiose in se receperat, orbetur, hinc tempore pluviae Mercurius in tubo humilis est (a).

3. Vel cum Venti e Terra sursum spirantes, Atmosphæram quasi elevant; hinc flantibus nonnullis ventis, stationem humilem Mercurius in tubo tenet.

4. Si calore Aer rarefiat, & Atmosphæra altior fiat, quamvis eadem copia ceteroquin manserit, propter §. 228. & 411. minus premet subjecta corpora. Forsitan multo plures causæ, hucusque incognitæ, huc concurrere possunt, sed illæ, quas recensui, infinitis gradibus magnitudinis differre, earumque plures simul conspirare, vel opponi sibi mutuo possunt, ex quibus altitudo diversa Mercurii in tubo pendebit,

§. 1080. Ex hisce bene perpensis apparet, altitudinem Mercurii in tubo diversam futuras Aeris tempestates non prælagire, sed tantum indicare præsentem Atmosphære conditionem; & quidem modo pressionem ejus in corpora terrestria; nonnunquam ex certa Atmosphære conditione aliqui effectus sequuntur, qui si observati fuerint, tum aliquod formari potest prælagium, simulac eadem redierit Atmosphære conditio: hæc vero ex sola ejus pressione, sive ex altitudine Mercurii in tubo non cognoscitur, adeoque nihil certi ex sola altitudine Mercurii prævideri potest, nisi ex plurimis aliis observationibus & fontibus conditionem Atmosphære detexerimus. Quamobrem nullæ certæ prælagiendi regulæ tradi possunt, quemadmodum ex multorum annorum observationibus, inter se sollicitè comparatis, colligere cogor.

§. 1081. Sunt mutationes Mercurii in Baroscopio majores Hyeme, quam Æstate; & majores in locis frigidioribus, quam in calidioribus. 1. Quia Aer frigidus densior est quam calidus, atque ideo aptior multis gerendis vaporibus; quibus dum accumulatur, fit Atmosphæra gravissima; quibus cum orbatur, fit levissima: observantur autem hyemales menses sæpe pluviosissimi.

2. Sub finem Autumni, Hyeme, & in initio Veris sæviunt impetuosissimi Venti, Præsteres, Typhones; cum Æstate Aer sit tranquillior: a Ventis vero maximæ mutationes Atmosphære inducuntur, partes ingentes ex suo loco dimoventur, unde illa levior facta, in tubo Mercurium mi-

nus

(a) Vid. adnot. ad §. 680.

mus premit. Sed & Venti Atmosphæram accumulunt, Aërem oppositis suis directionibus condensando, qui inde gravior factus, Mercurium in tubo valdequam premit. Quoniam in locis Polo propioribus Aer Hyeme est frigidissimus densissimusque, ideo ambæ allatæ causæ locum in primis ibi habent, faciuntque, ut multo majores mutationes ab Atmosphære pressione in frigidis, quam in calidioribus regionibus contingant.

§. 1082. Cum limites variationum Mercurii in tubo sint adeo angusti, hos diversis artificiis amplificare conati fuerunt Philosophi, sperantes se sic minimas Atmosphære mutationes observaturos; hinc Morlandus Tubum inclinatum E D C (Tab. 11. Fig. 4.) construxit, in cuius parte DC, longiori quam AB, ubi limites mutationum in Baroscopio vulgari sunt necessario mutationes majores, longitudini CD proportionales, contingunt: pulcrum est hoc inventum, verum id incommodi habet, quod superficies Mercurii in eo non semper sit ad libellam, veluti fg (Tab. 11. Fig. 5.); sed convexa, veluti, kbg, fere similis & parallela fornici superiori tubi z, adeo ut observari vera altitudo Mercurii nequeat. Præterea Mercurius nimis incumbit lateri tubi DC, adeo ut non tam cito, quam quidem in tubo vulgari, descendat.

§. 1083. Hookius tubum invenit ABDRGF, (Tab. 11. Fig. 6.) parte inferiori inflexum, apertumque; ei globus ferreus G immittitur, qui Mercurio innatat; globo filum adnectitur, quod trochleam D ambiens, ab altero globo H tenditur. Descendente Mercurio ex AB, elevatur G, hinc prævalens pondusculum G, ope fili trochleam D circumtorquet, hæc indicem longiorem LK, qui in circulo MNOP diversos gradus notat. Ostendit hoc Baroscopium majores mutationes Mercurii satis bene, attamen minimas non tam cito, ac vulgare: sed alia incommoda ab Aere humido siccove in filum operante oriunda, tum a trochleæ attritu &c. commemorare non lubet (a).

§. 1084. Hugenius Anno 1672. duas Barometrorum species invenit, quarum hæc præcipua. Tubo O V, (Tab.

11. Fig. 7.) $25 \frac{1}{2}$ poll. longo, recurvo ad VP, utrimque adjungitur capsula cylindrica HK, CP, quarum diameter eam
tubi

(a) *Phil. Transf. N. 185. p. 24.*

tubi decies superat, prominet ex capsula PLC, alter tubus CN; Mercurio impleta pars capsulæ dimidia KO concipiatur, tubus OMP, & alterius capsulæ dimidium PL: proinde in capsula KO, si Mercurius uno pollice ex K ad R descenderit, elevabitur in PL uno pollice, ab L ad S, tumque tota columna Mercurii in tubo ROM duobus pollicibus brevior erit, & tantum longitudinis RI, cum antea fuerat longitudinis KV. Si igitur mutatio Mercurii in Barometro vulgari fuerit 3 pollicum, duplo minor erit in hoc Hugeniano; verum dimidium capsulæ LC, & pars tubi CN impletur Aqua, tincta Ærugine, mixta cum Spiritu Nitri, ne a frigore congeletur, & recta superius oleo amygdalarum, ne exhalet; adeoque Mercurio in capsula KO descendente, ascendet tantopere ille in capsula LC, expressurus ex hac, & elevaturus Aquam in tubum; quæ si gravitate careret, ascendente Mercurio in LC ad unum pollicem, ascenderet in tubo ad 100 pollices, quia capacitates sunt, ut quadrata dia-

metrorum: cum autem Aqua gravitatem habeat, quæ sit $\frac{1}{14}$ il-

lius, quæ est in Mercurio, 14 pollices Aquæ æquilibrium agent cum pollice Mercurii in altitudine, quamobrem ad minimum erit mutatio, quæ in altitudine varia hujus Aquæ observabitur, & respondet $1 \frac{1}{2}$ poll. Mercurii in utralibe^r

capsula, 21 pollicum: eritque ita mobilissimum ejusmodi Baroscopium, de quo videri potest Auctor (a). In usu non admodum increbuit machina propter nonnulla incommoda: 1. Quod si Oleum liquori in tubo CN superfundatur, id parietibus ejus adhæret, opacosque hos reddit. 2. Si oleum non superfusum fuerit, liquor ex CN avolat. 3. Calor multum dilatat liquorem, quem frigus condensat in CN, ita ut eadem quantitas sub diversa altitudine cum pari pondere Mercurii æquilibrium agat: idcirco, nisi quis Thermometrum ex eodem liquore confectum & juxta positum, simul consideraverit, vel Tabulas aliquot, in quibus dilatatio a calore, quem Thermoscopium indicat, consuluerit, nihil certi cognoscetur.

§. 1085. Quoniam igitur hoc Hugenianum Barometrum nondum voto satisfacere judicavit R. Hookius (b), & postea

(a) *Journal des Savans* A. 1672. p. 237.

(b) *Philos. Transf. A.* 1686.

ſtea Cl. de la Hirius (a), id longe mobilius reddiderunt, tertiam adnectendo capsulam ejuſdem diametri cum prioribus, quo fit, ut quantum Mercurius in capsula inferiori elevatur, tantum elevetur liquor in capsula tertia DN. Impletur pars capsulæ inferioris BC (Tab. 11. Fig. 8.), & tubus CD, usque ad medium G, Oleo Tartari per deliquium; tubi pars altera GD, & capsulæ superioris pars DK, Oleo levissimo, quod vocatur Petroleum. Pars alia machinæ BSA recipit Mercurium, veluti in Hugeniano Barometro: descendente igitur Mercurio ad dimidium pollicem ex A in L, elevatur ex B in H, & petroleum ex K in N tantopere; manet proinde altitudo supra Mercurium $HN = BK$. Sit diameter tubi $CD = 1$. & diameter capsularum $= 9$. erunt capacitates uti 1 ad 81: fit proinde tubus CD ultra 80 pollices longus; & adscendente Mercurio dimidium pollicem ex B in H, sursum feretur petroleum a G ad D, spatio 40 pollicum: descendente vero Mercurio ex B ad R semipollicem, descendet petroleum 40 poll. a G ad I: quamobrem motus in baroscopio vulgari duorum pollicum mutationi tantum subjiceretur.

Pulcherrimum foret hoc inventum, si tria haberentur Fluida diversissimæ densitatis, quæ superficiæ vitri non adhærent, nec secum permiscerentur, sed adscendendo vel descendendo, vitrum relinquerent, uti in Mercurio observare datur: his nondum detectis, invenimus successu temporis nimis adhærere Oleum utrumque superficiæ Tubi CD, ita ut hic opacus reddatur, nec de vera altitudine superficiæ terminantis G, ob jacturam liquoris, adhærentis parietibus, judicium ferri queat. Rarefactionis liquorum a calore etiam ratio habenda erit.

§. 1086. Amontonsius (b) Anno 1695. sequens inventum cum publico communicavit: Capiatur tubus AB, conicus, cujus basis B aperturam, non majorem $\frac{1}{12}$ pollicis habeat. Mercurius, qui adimplere potest partem superiorem AC, (Tab. 11. Fig. 9.) 30 pollices longam, possit sua copia partem tubi inferiorem & ampliorem DB, & longam modo 27 $\frac{1}{6}$ poll. adimplere: si fuerit tubus AB 45 pollices longus,

(a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An. 1708.*

(b) *Remarques & experiences Physiq.*

gus, tum Baroscopio vulgari stante in altissima statione 30 pollic., erit Mercurius in hoc tubo inter C & A; & si Mercurius fuerit in Baroscopio vulgari in humillima statione $27 \frac{6}{1}$ poll., erit Mercurius in hoc tubo in D B; quamobrem intervallum inter A & D est $17 \frac{1}{6}$ pollic., & Mercurius in hoc tubo fere sextuplo majorem motum, quam in Baroscopio vulgari habebit: vocatum fuit hoc inventum ab aliis *Barometrum marinum*, quia a Nautis facile potest tubus inversus servari, quem inspectum in situm AB tantum invertant. Cavendum autem sollicitè est, ne minima Mercurii guttula ex orificio B excidat, quippe tum levior ejus columna æquilibrium non amplius cum Atmosphæra tenet, nisi in loco propiori fornici A. 2. Nimius Mercurii attritus immobilitatem magnam infert. 3. Quia Aer aperturam B ingreditur, suos humores & salia ad parietes tubi applicat, qui liberum descensum mercurii impediunt, adscensurum inquinant, in partes separant.

§. 1087. D. Cassinus, & postea præstantissimus Mathematicus Joh. Bernoullius, tubo ampliori Barometrico AB, (*Tab. 11. Fig. 10.*) inflexo parum ab inferiori parte B^H, tubum gracilem horizontalem & apertum CH, adnexuit, cujus longitudo cum capacitate sua & tubi AB ita conveniat,

ut $2 \frac{1}{6}$ pollices Mercurii ex AB impleant tubum gracilem

ex C ad H: quamobrem, si Mercurius in tubo fuerit ad altissimam stationem in D, erit in tubo gracili ad H; & si fuerit in humillima statione ad L, erit in tubo gracili ad C; cumque tubus CH possit esse cujuslibet longitudinis, modo capacitas DL tubi amplioris augeatur; habetur hoc modo Baroscopium mobilissimum. Attritus & Attractio inter Mercurium & tubum CH, longe immobilius reddunt hoc Baroscopium, quam prima facile apparet: hinc quidem notabiles in vulgari Baroscopio mutationes insigniter, sed minimas, non ostendit.

§. 1088. Alia inventa, sed minus celebria, tradiderunt alii Philosophi, quæ angustiaæ Instituti nostri non permittunt, ut exponamus. Liqueat satis ex his omnibus, simplex Barometrum esse hucusque optimum ad observationes accuratas capiendas, si id probe constructum fuerit; ad quod requiritur, ut Mercurius ab omni Aere sit purgatus, & ut
in

in superiori parte tubi, inter fornicem & Mercurium, nihil omnino Aeris habeatur; quomodo id obtineri queat, dixi in Dissertationibus physicis (1).

§. 1089. Edit Aer sua gravitate plurimos effectus, veluti enim Mercurium in tubo ad altitudinem 29 pollicum sustinet, ita si in tubo, qui Mercurio imponitur, concipiatur embolus, qui a superficie Mercurii recedendo elevetur sursum, removendo tantum Aerem, Mercurius pressus a pondere Atmosphæræ, tubum necessario ingredietur, atque embolo adhærebit usque ad altitudinem 29. poll. Quamvis tum altius tollatur embolus, non tamen amplius sequetur Mercurius, sed in eadem altitudine hærebit; nec emboli reciprocatio aliquid ulterius producet, cum tantum Aerem ex tubo removere possit. Hinc discimus Aquam in Antliam suctoriam, utcunque reciprocetur embolus, non ad majorem

altitudinem, quam $33 \frac{5}{6}$ pedum adscensuram; Aquæ pondere nempe in hac altitudine cum Atmosphæræ pondere æquilibrium agente. Non igitur Aqua in Antliam ascendit, quia

(1) Cum mercurii suspensio in tubis, vel simplicibus barometris ab Atmosphæræ pondere oriatur, id omnino consequens est, ut non variato Atmosphæræ pondere, eadem etiam maneat mercurii in tubis suspensio. At secus se res habere quandoque videtur: si enim mercurius, quo implentur tubi, omni aere fuerit prius expurgatus, ipsique tubi sensim, summaque adhibita diligentia in catinum hydrargyro similiter plenum invertantur, aperto infra orificio, nil mercurii ex iis decidet, etiamsi 75 pollicum & amplius altitudinem habuerint, manebuntque ita pleni, quo usque concussione nulla agitati immobiles perseverant: at si concutiantur, statim ad solitam usque altitudinem 29 pollicum præcipitabitur hydrargyrum, quod tandem post aliquot reciprocationes consistet. Id sane experimentum a Brunnero, Boylio, Hugenio, aliisque sæpius repetitum successit, nilque propterea dubii de phænomeni veritate esse potest. Quoad ejus vero causam spectat, nil aliorum Philo-

sophorum hypotheses morabor, verosimiliorem modo causam exponere sat erit. Mercurius itaque omni defæcatus aere densior procul dubio evadit, majorisque adeo magnitudinis sunt ejus contactus cum internis tubi parietibus, quibus propterea majori attractionis vi, quam antea, contingentes mercurii partes adhæreant necesse est; his vero partibus & aliæ a parietum contactu remotæ eadem attractionis vi conjunguntur, & adhærent, hisque porro aiiæ. Contenta igitur in tubis mercurii columna non toto suo pondere æquilibrium cum Atmosphæra habet, sed quæ ejus pars altitudinem 29 pollicum adæquat, ab Atmosphæra, reliqua vero abs interiorum parietum contactu sustinetur. Hinc nil mirum si succutiendo tubum, vel interjectis aeris bullulis, ad consuetam 29 pollicum altitudinem statim mercurius descendat: ita enim fit, ut prioribus contactibus vel ablati, vel diminuti, attractionis effectus tollatur, vel insensibilis evadat.

Quia fugitur, sed quia ab Aere premitur: adeoque si claudatur antlia cum Aqua in vacuo, etiamsi reciprocetur embolus, ne quidem Aquæ gutta in eam adscendet, nec ex clauso vase, Aquæ penitus pleno, Antlia in se Aquam recipiet, utcunque agitetur embolus.

§. 1090. Ab actione Antliæ vix differt Suctio Animalis, id enim, quod fugit Animal, Aerem ex ore deglutit, nares claudit, labiis papillam undiqueprehendit, genas extrorsum pellit, vacuum in ore facit: Aer externus ubera sua gravitate premit, lac pellit ad loca, in quibus sublata est resistentia, hoc est ad papillam, & ex ea in os sugentis. Similis est fumigatio Tabaci. Tum actio Cucurbitarum Chirurgicarum veluti est A, ex quibus, cuti impositis, Antliæ C ope, (Tab. 12. Fig. 1. 2.) vel alio quocunque modo, educitur Aer: ad cutem idcirco cucurbitæ a pondere Atmosphære apprimuntur, ad harum cavitatem propelluntur humores, a quorum affluxu tumescit locus, qui deinde ope instrumenti jam apud Chirugos communiter recepti, ac fig. 2. delineati, exiguis plagis inciditur; ex quo, iterum applicata cucurbita, sanguis ab aeris pondere exprimitur. Est quoque Aer sua gravitate causa nostræ respirationis.

§. 1091. Inter effectus, qui a pondere Aeris in corpora pendent, etiam Aquæ transfluxus per Siphones inæqualium crurum numerandus est; Sit enim ejusmodi Siphon EACD, (Tab. 12. Fig. 3.) plenus Aquæ, crurique breviori AE appositum sit vas B, Aer sua gravitate in utroque crure Aquam sursum premet, hæc tamen sua gravitate nititur deorsum, & quidem majori vi in crure longiori CD quam in AE; adeoque datur major ratio inter actionem Aeris sursum & reactionem Aquæ deorsum in crure breviori AE, quam in CD longiori; proinde Aqua EA majori vi sursum, quam CD premetur: ergo adscendet Fluidum in EA, transpellet reliquum in AC, CD; & quia eadem causa existit, quamdiu Fluidum est in vase B, effluet ex orificio D omne Fluidum.

§. 1092. Crediderunt nonnulli Eruditi aliam, quam, Aeris gravitatem, hujus transfluxus esse causam, sed hanc esse veram, apodictice demonstrari potest: quia si Siphon EACD (Tab. 12. Fig. 3.) includatur Recipienti, ex quo omnis Aer educatur, ut sit vacuum Torricellianum, (quod fieri potest. Recipiens implendo accurate Aqua, omni Aere prius orbatâ, & deinde educendo hanc Aquam,) tum in accurato hoc vacuo nullus fit Aquæ per Siphonem transfluxus. Impeditur quoque ex Siphone EAD aquæ effluxus, vasis BB orificium C clau-

Claudendo, aerisque pressione prohibendo. Aut si Siphon $EACD$ constet ex cruribus, quorum brevius EA superet 30 pollices, impleaturque Mercurio, nullus fiet ex breviori crure per longius Mercurii transfusus; sed si ad D etiam ponatur vasculum, Mercurius relinquet arcum superiorem AC , atque in crure utroque AE , CD , hærebit ad altitudinem eandem, in qua est in Barometro vulgari: aut sublato vasculo ad D , ruet deorsum Mercurius, qui erat in AE , versus vasculum B , atque affluet reliquus ex crure CD . Si vero crus AE fuerit brevius, quam est altitudo Mercurii in Barometro, fit Mercurii transfusus, manifestissimo indicio, Siphonis effectus a pondere Aeris pendere.

§. 1093. Movit difficultatem Reifelius (a) suo Siphone æqualium crurum EFG , (*Tab. 12. Fig. 8.*) qui Aquam transmittere dictus est: cum enim orificia E , G , jaceant in eadem horizontali, admota Aqua ori E , effluxus fit ex G , & admota Aqua ori G , fit effluxus ex E . Verum effluxus memoratus non fit, nisi Aqua admota alterutri orificio sua altitudine effecerit, ut crus hoc brevius, alterum longius evaserit: quemadmodum sollicite instituenti experimentum patebit. (*Tab. 12. Fig. 4. 5. 6.*) Ope hujus doctrinæ multi effectus, qui in Natura contingunt, facile explicantur (1),

Musschenbr. Phys. Tom. II.

I

atque

(a) *Act. Lips. An. 1690. p. 142.*

(1) Effectus qui hic ab Auctore notatis schematis 4. 5. 6. *Tab. 12.* indicantur, clarius exponi merentur. MN est (*fig. 4. Tab. 12.*) vitreum vas cupreo pelvi prope N accurate compactum. Eidem pelvi duo adnexi sunt cuprei tubi inæqualis longitudinis, quorum brevior TR duos vel tres pollices intra vitreum vas MN exporrigitur, extrema ejus parte patula R veluti in apicem desinente: Longior est alter tubus QP extra vas NM protensus. Tubi TS extremitas altera patula T vase aquæ pleno immergitur; tum exugitur aer ex tubi QP extrema parte P , donec diminuta aeris pressione in ea aquæ parte, quæ tubo TR in vase subjicitur, per eundem tubum TR sursum aqua ascendens ex R erumpat, tum in pelvim recepta per tubum QP , ad surgentis os tandem transeat, idemque fiat

aquæ transfusus, ac quem §. 1091. per siphonem inæqualium crurum fieri dictum est. Quo major est differentia crurum QP , ST , eo major fit altitudo jactus ex foramine R ; ita quidem ut si ea differentia paulo major fuerit ejusdem vasis NM longitudine, usque ad M aquæ jactus fiet. Idipsum sine aeris suctu ex P obtineri potest, si nempe intra vas NM aqua ad duorum vel trium pollicum altitudinem contineatur; aperto enim orificio P , ea aqua suo pondere descendens, ex P egreditur, aeremque ideo vasis NM rarefieri finit; qui proinde minus premens aquam in parte vasis tubo T supposita, quam reliqua ejus aquæ superficies ab exteriori aere premitur, eandem aquam cogit per tubum TS ascendere, eamque ex foramine R erumpentem, jucundum spectatoribus fonticulum exhibere.

Ejus-

atque artificiali Tantalipotatio intelligitur (1):

§. 1094. Inter proprias dotes Aeris præcipua est illa, quæ vocatur *Elasticitas*, propter effectus nonnullos analogos iis, quos in corporibus Elasticis observamus. Potest nempe Aer in spatium minus adigi compressione, qua cessante, iterum se sponte restituit in pristinum volumen. Claudatur enim Aer in Antlia, adigatur embolus ad fundum, id quantum fieri poterit; cederque Aer pressioni, in Spatium multo minus

Ejusmodi tubi seu siphones, quibus vasa contentis aquis deplentur, variis figuris donari solent, veluti qui exhibentur fig. 5. & 6. Priorem quidem siphonem ACDE aqua repletum, quem figura ostendit, situm obtinere supponamus, sitque A D E horizontalis linea tubi oris A & E terminata. Quæ in A B continetur aqua alteri in GE contentæ æquilibratur, atque adeo quæ est in tubi parte C D F pari vi deorsum, ac sursum deorsum premitur; hinc nulla est causa ob quam apertis oris A & E, ex alterutra aqua præterfluat. Quod si in tubi parte A B aliquantulum altius ascendat aqua supra E, prius æquilibrium tolletur, factaque in A B aqua minus gravis ponderi aeris per A urgenti cedat necesse est; tantundem ex E ad saltum cogens, quantum illius per tubum C F descendit. Hic vero aquæ descensus cum usque ad D factus fuerit, nil amplius aquæ ex E saliet ob æquilibrium æque alterum canalium D F, G E.

Alterum siphonem fig. 6. exhibitum quod spectat, omni contenta aqua eum depleri ex G necesse est, quod longius sit illius crus EG præ altero AB, ob eandem scilicet rationem, qua in siphone 3. fig. eundem aquæ transfuxum contingere dictum est. Quæ in tubis CD, DE continentur aquæ, in æquilibrio sunt; at quæ est in AC minori vi aerem subjectum agit, quam quæ est in EG, ob minorem illius quantitatem, minusque adeo aquæ pondus. Ea ergo majori aeris vi pressa, in proximam agit, omnemque tandem cogit per oram G effluere.

(1) Artificialis Tantalipotatio, de qua hic Auctor, ejusmodi est artefactum vas, in quo immersa aqua ubi ad datam altitudinem prope labia cujusdam simulacri Tantalum indicantis ascendit, continuo tota subripitur, ac veluti disparet. Indicatur hæc machina in fig. 1. Tab. 15., in qua ABCE cupreum scyphum repræsentat, in cujus media parte veluti septum medium est, seu fundus FF foraminem in P instructus: hic tubus utrimque apertus SM accurate committitur, cujus pars superior P S, seu quæ ad superiorem vasis cavitatem pertinet, ampliori tubo H G K veluti contegitur. Amplior hic tubus fundo FF innititur, eumque accurate tangit præterquam in K, ubi exiguum est foramen intra ipsius tubi cavitatem aditum aquæ exhibens. Amplior hic tubus ita parari potest, ut inferiorem curvi simulacri Tantalum designantis partem repræsentet. In inferioris demum cavitatis latere est foramen D, ex quo contentus inibi aer ad aquæ ingressum expelli potest. Ex universo hoc machinæ apparatu jam clare liquet, quod ubi aqua in superiorem scyphi partem immersa, & per foramen K in tubum H G K admittitur, supra foramen S demum ascendit, per id necesse est, ut in inferiorem scyphi partem FBCF medio tubo SM tota ruat, nil illius in superiore scyphi cavitare remanente: est quippe tubus SM veluti siphonis longius brachium, brevius H G K; adeoque per ea, quæ §. 1091. sunt demonstrata, ex superiori in inferiorem vasis cavitatem transfluere omnem aquam oportet.

nus abiturus : dein desine embolum urgere, hic extemplo ab Aer se restituente in prius volumen ex Antlia expelletur.

§. 1095. Quemadmodum in præcedenti experimento Aer ab embolo comprimebatur in angustius spatium, ita quoque inferior a pondere Aeris superioris comprimitur, quamobrem non secus se habet Aer prope Terræ superficiem, quam qui in Antliæ cavo valde compressus habetur : hinc exigua Aeris copia, vesicæ inclusa, quæ in recipiente ponitur, ex quo Aer extrinsecus comprimens aufertur, sese expandit, vesicam explicat, inflatque non aliter, quam si copioso Aere turgeret (1).

I z

§. 1096.

(1) Cuinam causæ hæc aeris proprietates, elasticitas communiter dicta, accepta referri debeat, difficilissima quæstio est. Ea sane cum ab ipsa interna partium aeris constitutione, configuratione, proprietatibus, viribus, dependeat, quæ nemo sanus sibi accurate perspecta esse affirmabit, mortalium cuiquam certo & evidenter innotescere haudquaquam poterit. Instituta hæc tenus experimenta eam reapse dari aeris affectionem, ejus leges, indeque plures derivatos effectus in lucem prodiderunt, ex quibus sane nova est efformata Scientia communiter *Aerometria* dicta : at nihil de ejus proprietatis origine & causa ex experimentis hucusque deprehensum est ; nilque adeo, nisi vanas hypotheses fingere, easque pro veris rerum naturalium causis habere lubeat, ea de re pronunciarı tutę potest. Nihilominus quæ hæc tenus a Philosophis excogitata sunt ad quæstionis hujus solutionem, hic in nostrorum tironum gratiam recensere haud abs re fuerit.

Aristotelici imprimis, quibus omnia utut abstrusa naturæ phænomena novis modo inventis vocabulis declarare solemne est, aeris compressibilitatem, tum dilatandi vim qualitatem occultam procul dubio esse affirmabunt, ac ita more suo quæstioni satisfacisse videbun-

tur. Papæ. quam nullo negotio !

Recentiores vero Philosophi, quibus, eliminatis Peripateticorum qualitibus occultis, mechanica philosophandi ratio placuit, abs mechanicis particularum aeris affectionibus rem omnem derivare fatagunt. Boylius imprimis (*in novis experimentis physico-mechanicis de vi aeris elastica*) aerem nostrum supponit aut totum coalescere, aut saltem abundare istiusmodi partibus, quæ vel incumbentis Atmosphæræ, vel cujusvis alterius corporis pressione & pondere incurvari, & in arcum coire valeant (quod est aeris compressibilitas). His vero comprimentibus corporibus eadem aeris partes contrariantes, ab ejusmodi pressione sese liberare quantum possint, moluntur, ac tandem occasione data reapse se liberant, seseque explicant ; quod est ipsa dilatandi vis, qualem arcubus tensis & pinnis chalybeis contortis deprehendimus. At quis non videt obscurum per æque obscurum hic explicari, nec minus causam elasticitatis in singulis aeris partibus, quam in tota earum congerie & mole Philosopho esse inquirendam? Vel ipsi Boylio hæc explicatio haud satisfacere videtur, cum deinceps aliam tradit cum Renati sententia plurimum consentientem, quam porro Neotericorum plures amplexi sunt. Ite-

§. 1096. Prout Aer prope Terræ superficiem est compressus, sese ita dilatat, ut volumina sua sint in ratione inversa ponderum comprimentium. Hanc regulam stabiliverunt

Iterum itaque aerem statuit congeriem esse minutissimarum particularum magnitudinis variæ, omnigenarumque figurarum, quales Cartesio sunt tertii sui Elementi particulae; Eas intra subtilissimum corpus æthereum, vel uti Cartesio placet, inter particulas primi & secundi elementi, fluctuantes, huc illucque distrahi, æthereo corpore eis interfluente: Quod si ejusmodi æther vel subtilis materia, data causa comprimente, ex aeris particulis exprimeretur, has tum in arctum coire & cogi; sublata vero causa comprimente, subtilem materiam vel ætherem, qui ab æquilibrio suo cum aeris partibus violenter recesserat, cum impetu inter easdem aeris particulas sese iterum ingerere, pristinumque æquilibrium tandem obtinentem, aeris particulas in pristinam & ordinariam laxitatem reducere. Magnam quidem veri speciem huic explanationi inesse non diffidendum, cui præterea ex analogia crassiorum quorundam corporum facile compressibilem veluti spongiæ, lanæ, plumarum &c. robur etiam accedit: at veram eam esse elasticitatis aeris causam temere adfirmaretur, præsertim cum non omnium ad aeris elasticitatem spectantium ratio ex ea deduci facile possit.

Ex particulis se mutuo fugientibus compositum esse aerem arbitratur Cl. Newtonus, indeque omnem ejus expansionem dependere, uti ex *Schol. prop. 23. lib. 2. Princip. Math. & ex questione 21. & 31. lib. 3. Opt.* liquet. At Viri Clarissimi de vi mutuae repulsionis doctrinam nec solidis argumentis innixam, & naturæ simplicitati valde absonam pluries dictum est. Præterea aeris partes in mutuos complexus, utut facile dissociabiles,

verum tamen aliquos conspirare constat. Si enim unum forte aeris elementum in quovis liquido fuerit, nihil id sensibile erit, sed ubi aliud simile illi adjungitur, quam cito ex iis conspicua fit bullula, quæ tenacitate quadam suæ repugnat dissipationi. Accedente dein alia simili bullula, & item altera, cuique patet eas invicem coalescere, novam nasci majorem bullulam, ut suæ magnitudinis ita & formæ sphericæ tenacem. Hæc quidem vis mutuae attractionis inter aeris particulas major esse debet, quam quæ inter illius liquidi & aeris minima habetur, alias enim ea bullularum adunatio non daretur.

Posita vero particularum aeris mutua attractione, haud difficile erit ex ea elasticitatem derivare, si modo arcuatas aereas particulas fingere lubeat. His enim ita positis, quemadmodum singularum gravitatis centrum, ita & attractionis vis, in puncto intra cavitatem suam existente collecta concipi potest; & ubi particulae illæ viribus trahentibus simul cohærent, unaquæque in eo alterius loco subsistet, in quo vis trahens alterius hujus particulae coacervatur. Unde cum loca ista non tam in ipsis particulis, quam intra earum cavitates reperiantur, cohærebunt hæc inter se absque ullo contactu: hæcque erit naturalis aeris constitutio, quam quum consequutæ fuerint ejus particulae, amplius non se se dilatare pergunt. Ubi autem eadem particulae compressionis ope magis accedunt ad se mutuo, removentur ab iis locis, in quibus major est actio virium trahentium; ideoque sublata compressione, earundem virium activitate ad loca illa redibunt, ultra quæ nequaquam progredi poterunt.

sunt Boyleus & Mariottus ex sequenti experimento (1). Sit tubus AB, (Tab. 12. Fig. 9.) Barometro inserviens, qui rite præparatus suspendat Mercurium ad altitudinem BC, huic immittatur quantitas Aeris AD (2), tum non amplius suspendetur Mercurius ad D, sed hærebit tantum ad altitudinem BE (3), Aere AD se expandente in spatium AE, Vis, qua Aer Atmosphæricus comprimitur, est æqualis ponderi Atmosphærae, quacum est Mercurius altitudinis BC, in æquilibrio; adeoque pondus Atmosphærae ope columnæ Mercurialis CB exprimi potest: hoc pondere compressus fuit Aer AD. Hic autem facto experimento, se explicuit in volumen AE, adeoque Aeris ita

I 3

rare-

(1) Ad majorem eorum, qui hic ab Auctore traduntur, intellectum, juvat in antecessum adnotare, vim aeris, qua se dilatare nititur, ponderi, seu vi, qua comprimitur, semper æqualem esse. Supponatur enim aeris particulas ad arcus seu spiræ formam esse convolutas (nil quippe interest, si alio modo figuratæ sint, veluti est spira A (Vid. fig. 21. Tab. Addit.) quam pondus B ita premit, ut a majori pondere magis comprimi & complanari possit. Jam vero patet binas hic occurrere vires contrarias, alteram ponderis B spiram prementis, alteram spiræ A ponderi resistentis; quarum neutra alteram vincit, quia aut pondus, aut spira cederet: æquales igitur hæ vires erunt.

Hinc facile colligi potest corpus CD eadem vi comprimi a spira A, qua, sublata spira, premeretur a pondere B: spira siquidem C æqualiter vim se relaxandi exerit in corpus CD, & pondus B. Quin etiam si loco ponderis B digito spira A compressa teneatur, eodem modo corpus CD a spira A premetur, ac si pondus B in ipsum incumberet. Hinc ratio patet, quare inclusus aliquo vase aer, & sub testo, eodem modo subjecta corpora premat, ac cum apertus toto Atmosphærae pondere premit; vasis enim latera, aut cubiculi testum vices aeris superioris explent, quemadmodum in allato exem-

plo digitus vices explebat ponderis B.

(2) Id scilicet ita obtineri potest. In tubum AB ex ejus patula parte A mercurius intromittatur usque ad D; reliqua tubi pars AD aere plena maneat. Tum appposito digito ad A invertatur tubus, immergaturque in argento vivo vasis B; & ad superiorem tubi partem tum ascendet aer, inferiori hydrargyro plena manente. Qua quidem ratione data quævis aeris quantitas in tubum immitti poterit.

(3) Aeris enim quantitas AD æque densi ac aer exterior, eadem qua ille vi premit argentum vivum subjectum; atque adeo in superficie hydrargyri in vase B stagnantis, ejus pars tubo subjecta præter vim prementis aeris AD reliquis partibus communem, sustinet etiam pondus mercurii DB; quamobrem ob præpollentem vim gravitatis, necesse est ut ex tubo descendat mercurius, non tamen usque ad B; quia in ejus descensu aer AD dilatatur, ejusque adeo minuitur vis elastica, nec æquali cum aere exteriori pressu certare tum potest. Quædam ergo hydrargyri pars in tubo adhuc relinquetur, scilicet ad eam usque altitudinem, veluti BE, quæ una cum rarefacto aere AE capax sit totius Atmosphærae pondus sustinere; quod in experimento Torricelliano a folius mercurii 29. pollicum columna sustineri valet.

rerefacti superstes elasticitas, simul cum pondere Mercurii EB, æquilibrium facit cum pondere Atmosphæræ five cum columna Mercuriali CB: demta proinde Mercurii columna EB, æquilibrat Aeris elasticitas in AE cum reliquo pondere Atmosphæræ, quod est æquale columnæ Mercuriali CE. Est proinde pondus comprimens Aerem expansum in AE, veluti est CE. Si mensuremus dein spatia AD, AE, ab Aere in utroque casu occupata, deprehenduntur esse uti CE ad CB, quare volumina Aeris sunt in inversa ratione ponderum comprimantium.

§. 1097. Eadem regula locum etiam habet, cum Aer comprimatur in minus volumen, quemadmodum probe evicit sequenti experimento Mariottus (a). Sit (Tab. 12. Fig. 10.) Tubus PONM inflexus, clausus in M, ei infundatur tantillum Mercurii, qui adimpleat partem inferiorem NO, ut interceptiatur Aer in NM, qui cum sit æque compressus ac reliquus Atmosphæræ Aer, potest concipi pressus a pondere columnæ Mercurialis CB in fig. 9. In tubum PO infundatur Mercurius; veluti ad altitudinem XO, comprimetur Aer in crure NM, ut tantum occupet volumen MZ, ducta nunc horizontali ZF, erit Aer MZ compressus, tum a pondere Atmosphæræ, tum a pondere affusi Mercurii XF: mensurando Spatia MZ & MN ab Aere occupata, & pondera comprimantia, quæ sunt uti CB, & CB + XF, observatur hæc proportio, ut sit MN, MZ :: CB + XF, CB; adeoque iterum sunt hæc spatia ab Aere occupata, in ratione inversa ponderum comprimantium (1). Observavi, cum Aerem MN plus quam in volumen quadruplo minus redegeram, ipsum non amplius auscultare regulæ traditæ, sed plus resistere viribus comprimantibus, veluti olim etiam annotavit Nob. Boyleus. Neque posse regulam semper esse constantem, inde patet, quod simulac partes Aeris sese contingerent, massamque omnino solidam componerent, non possent amplius ab ullis naturæ viribus in minus volumen reduci, quia corpus est impenetrabile.

§. 1098.

(a) *Mouvement des Eaux.* p. 141.

(1) Hinc facile liquet aerem eo magis condensari, quo majori pondere premitur, aerisque densitates varias ponderibus ipsis prementibus directe respondere. Sunt enim duorum corporum sub inæquali mole eandem materiæ quantitatem continentium densitates reciproce ut mo-

les, seu spatia per §. 660.: Atqui etiam pondera, quibus eadem aeris quantitas comprimatur, sunt reciproce ut spatia, in quæ aer compressus adigitur. Ergo aeris densitates sunt directe, ut pondera comprimantia.

§. 1098. Quæritur, quantum Aer Atmosphæricus, prout se habet ad Terræ superficiem, a viribus nostris comprimi possit? Limites aliquos nondum animadverto, id tamen certum est, Boyleum hunc Aerem decies ter densiorem reddidisse: Halleyus se Aerem sexagesies densiorem vidisse tradit. Cl. Halesius (a) ope præli condensavit Aerem in spatium trigesies & octies minus: verum ope Aquæ, in glaciem densatæ, Aerem in spatium 1838 minus quam ante reduxit, ita fuisset duplo densior quam Aqua, & ultra; adeoque cum Aqua incondensabilis existit, particulæ Aerem componentes, erunt prorsus diversæ ab Aqueis; ceteroquin enim modo in volumen 800 minus circiter comprimi potuissent, tumque ejusdem densitatis ac Aqua, viribus quibusvis comprimentibus restitissent.

§. 1099. Quoniam Aeris compressi elasticitas semper est in æquilibrio cum pondere premente; ille, qui a pondere Atmosphære compressus est, vi æquali huic ponderi reaget: idcirco Aer in phiala conclusus cum Mercurio, cui tubus ab utraque parte apertus inhæret, dempto Aere ex tubo, Mercurium sua elasticitate ex phiala ad eandem in tubo altitudinem pellet, quæ in Barometro vulgari est, si nempe Aer interim non rarefactus sit (1).

Si autem Aer in aliquo vase duplo densior reddatur, duplo magis elasticus erit, adeoque Mercurium in tubo aperto ad altitudinem eandem, ac est in Baroscopio, posset pel-
 re: sive Mercurii loco, Aquam ultra altitudinem 32. pedum. Quamobrem densissimus Aer vasi D D B B, (Tab. 12. Fig. 11.) quod Fonti componendo inservit, inclusus, Aquam A A B B (Tab. 15. Fig. 2.) salire faciet ad magnam altitudinem. Ab Aere compresso, & hinc magis elastico, ja-
 ctus Aquæ ex fonticulo Heronis & Niewentitii pendet (2).

I 4

Hinc

(a) *Hæmastic. Append. p. 348. &c.*

(1) Idipsum ita experimento li-
 quet. Tubus (Vid. fig. 22. Tab. Addit.) utrimque apertus altera
 sui extremitate immergatur in vas
 hydrargyro semiplenum, tum oper-
 culo CD idem tegatur vas, itaut
 exigua aeris pars argento vivo FH
 & operculo CD interjecta cum ex-
 terno aere nullo modo communi-
 cet. Præterea ope antliæ pneuma-
 ticæ extrahatur ex tubo AB aer;
 & statim videbitur mercurius ad so-

litam 29 pollicum altitudinem in
 tubo ascendere. Atqui ad eandem
 altitudinem ascendit mercurius in
 experimento Torricelliano, cum
 Atmosphæra in argentum vivum
 FG incumbit. Ergo mercurius in
 vase tantundem premitur ab elate-
 re inclusi aeris CFGD, quantum a
 totius Atmosphære pondere.

(2) Memoratus fonticulus est hu-
 jusmodi. In fig. 2. Tab. 15., F &
 I duo vasa exhibent aquam conti-
 nen-

Hinc quoque intelligitur, (*Tab. 12. Fig. 12.*) quomodo Aer valde condensatus in Sclopeto Pneumatico, globum plumbeum vi summa explodere possit, adeo ut is effectus vix minores, quam a pulvere pyrio actus, edat (1).

Ex iisdem principiis explicari poterunt vitrei Urinatores, Fonticulus Sturmii dicto audiens, aliaque phænomena. (*Tab. 12. Fig. 15. 16. 13. 14.*) (2).

§. I NOO.

mentia, mediano veluti septo ab invicem separata, utraque sursum deorsum accurate clausa. Item X & Z repræsentent alia bina vasa mediano septo OQ ab invicem distincta, aerem ambo contineant, ac accurate superius sint clausa. Per tubum AC in vas X immittatur aqua, ibi contentum aerem in tubum DE comprimens. Compressus hic aer ob auctam suam vim elasticam, aquam in vase F contentam per tubum GL in vas X protrudet: excepta hic aqua, contentum aerem comprimi necesse est in tubum NP, qui idcirco aer aquam in vase I comprehensam per tubum SR sursum expellet, fietque hac ratione aquæ jactus ex R.

Huc etiam spectat ejusmodi vasis constructio, ex quo tantundem vini exprimi potest, quantum aquæ immittitur, ita ut vinum ex aqua gigni appareat. Designatur hoc vas *fig. 3. Tab. 15.*, in qua CD medianum septum exhibet lateribus accurate commissum, ac vas in duas veluti æquales partes dissecens, ex quarum alterutra in alteram per tubum ES communicatio datur. Inferior vasis capacitas per foramen N impletur vino, accurate dein eo clauso foramine. In superiorem præterea vasis cavitatem per tubum ABP immittatur aqua, hac inibi contentus aer comprimitur, & per tubum SE suæ elasticitatis vi in subiectum vinum premendo aget, ut proinde aperto in O foramine per id, vinum expelli necesse est.

(1) Sclopetorum pneumaticorum diversas constructiones videtis apud Merfennum in *Phenom. Pneum.*

prop. 32. & 33. Gasparum Schottum in Mechanica Hydraulico-Pneumatica par. 2. clas. 1. Honoratum Fabri in Scient. Phys. Tract. 1. l. 1. prop. 248. Sturmium in Phys. elect. t. 2. art. 3. de Elemento Aeris c. 3. Totum hujus machinæ artificium eo spectat, ut ope antliæ vel syringis MN aer in exterioris tubi cavitatem ECDR, quantum potest, comprimatur; tum ita compresso aeri continuo fiat aditus ex K in interiorem tubum extrema parte A patulum: ita enim aer vi sua elastica non minori velocitate globum K expellere potest, quam vi pulveris pyrii idem projiceretur.

(2) Vitri urinatores, de quibus hic Auctor, sunt hominum vel aliorum animalium simulacra ex vitro efformata: hæc vel intus cava sunt, in pedum vestigiis potentia exiguis foraminulis; vel solida sunt, & adnexos habent vitreos globos intus cavos contortis tubis in extremitate patulis donatos, quemadmodum in *fig. 15. & 16. Tab. 12.* designantur. Triæ, quatuor, vel etiam plura ejusmodi simulacra in cylindricum vas aqua plenum immergantur, cujus vasis superior pars pelle ipsam aquam contingente accurate claudatur. Hæc vero simulacra etsi ex vitro consent, quod aqua gravius in specie est: quoniam aerem intus inclusum etiam habent, ejusdem vel etiam minoris gravitatis specificæ, quam est aqua, esse debent, ut propterea vasis fundum non petant. Quod si bacillo comprimatur pellis superiorem vasis extremitatem contegens, aqua deorsum pulsa per patulos simulacrorum meatus aere stagnantes recipie-

§. 1100. Vis, qua particulæ Aereæ se mutuo repellunt, est in ratione reciproca distantiarum, quæ sunt inter particularum centra.

Sint duo cubi æquales X A E, (*Tab. 12. Fig. 17. 18.*)
Z B I,

cipietur, compresso inibi contento aere: quamobrem graviora in specie facta simulacra, deorsum sua gravitate ruent. Ablato vero bacillo, seu sublata omni vi externa aerem simulacrorum comprimente, confriictus aer restituetur, & ejecta ex simulacrorum cavitatibus aqua, pristinam suam gravitatem specificam illa nanciscuntur, atque adeo sursum elevata ad priora loca commigrabunt. Atque hac ratione varii conciliari possunt his simulacris motus; ad libitum scilicet spectatoris modo stare, modo sursum vel deorsum moveri.

Sturmii præterea fonticulus, de quo Auctor, est fons intermittens, seu aquam per intervalla excludens, qualis *fig. 14. Tab. 12.* designatur. Ejus vero effectus ut facilius intelligatur, sit AB (*fig. 13. Tab. 12.*) tubus vitreus utrimque patulus, qui inferiori parte B in apicem desinat, superiori vero pollice D claudi accurate valeat. Si hic aqua, vel liquore quovis impleatur, nil ejus ex foramine B decidet, dummodo superior ejus pars pollice clausa fuerit: verum sublato pollice ob superius incumbentis aeris pressionem, aqua ex B delabatur, totusque deplebitur, si ita apertus maneat. Quod si inter aquæ fluxum superior ejus pars A iterum claudatur, tum ob conclusi aeris elasticitatem aqua eousque protrudetur, donec is aer expansus & debilitatus una cum superfluo intra tubum aqua ponderi Atmosphæræ æquilibrium faciat. Atque ita si per vices pars tubi superior A modo claudatur, modo aperitur, aqua ex D nunc sistetur, nunc decidet, sicque interruptus veluti fons efformabitur. His præmissis facile modo intelligitur effectus fonticuli intermittens *fig. 14.*

Tab. 12. exhibiti. Per vasis ABB axem ascendit tubus E C utrumque patulus, ac foramine in F excisus. Tubus hic accurate afferruminatur tam vasi superiori ABB, quam inferiori MN. Vas superius foramen habet in A cochlea munitum, quod accepta aqua tegi & accurate claudi potest: in inferiori vero parte KK variis foraminulis excisum est aditum aquæ exhibentibus, veluti hic sex ob exagonam vasis figuram. In inferiori vase est foramen G ita constitutum, ut aqua per id non defluat, nisi ad altitudinem foraminis F in vase ascenderit, totumque foramen contegerit: dico aquam ex foraminulis K, K per intervalla fluere. Contenta siquidem aqua in vase ABB suo pondere ex foraminibus KK defluet, donec per foramen F in locum exeuntis aquæ subire aer potest. Quamprimum vero aqua delapsa foramen F occluserit, omnisque adeo aeri interclusus sit aditus, fluere aqua desinet, perinde ac in tubo AB *fig. 13.* occluso foramine A aquæ fluxus sistitur. Cum vero aqua ad superiorem usque orificii F partem ascendit, per foramen G in inferioris vasis N cavitatem ruit: quamobrem aperto iterum foramine F, ac novo per id admisso aere in vas ABB, ex foraminulis K, K iterum fluet aqua, donec ejus tanta exierit quantitas, quæ denuo foramen F obteget: atque ita per intervalla fluere aquam patet. Et quoniam ex recepta in cavitatem MM aquæ quantitate prænosci facile potest temporis punctum, quo effluxus sisti, quo renovari debet, veluti imperari is potest, & tanquam dicto audiens imperito vulgo obtrudi.

ZBI, qui contineant Aeris quantitates inæquales, ita ut distantia inter centra particularum in XAE, sint ad eas in ZBI, uti 2 ad 1, erit numerus particularum considerandarum in latere DE, ad eum in HI, uti 1 ad 2, idemque obtinet in latere EG, & IM, tum in DX & HZ. Quare erit numerus particularum agentium in superficiem DG, ad eum in HM, uti 1 ad 4; & numerus particularum in cubo XAE, ad eum in ZBI, uti 1 ad 8. Vires, quæ in superficies æquales DG, HM, agunt, sunt ut vires, quibus Aer comprimitur. Possunt etiam vires in has superficies DG, HM, agentes considerari tanquam compositæ ex numero particularum agentium, & actione singularum particularum. Adeoque hæc ratio composita debet constare ex rationibus componentibus, quæ sunt in A, ad eas in B, uti 1 ad 8. Sed numerus particularum agentium contra superficiem DG, est ad eum contra HM, veluti 1 ad 4: adeoque altera componens ratio necessario est uti 1 ad 2; verum hæc est ratio actionis singularum particularum, & distantia centrorum sunt uti 2 ad 1: quare erit hæc actio particularum in XAE, ad eam in ZBI, veluti distantia centrorum particularum in B, ad eas in A (1).

§. 1101. Cognita Aeris elasticitate, intelligitur, quomodo

(1) Ad majorem hujus veritatis intellectum, animadvertere juvat majorem aut minorem corporum elasticorum numerum, dum ita disposita sunt, ut centra habeant in eadem recta linea, minime vim resiliendi adaugere; hanc vero vim eam esse, qua duo quælibet ex his corporibus se mutuo repellunt. Sint exempli gratia spiræ A, B, C, D, E (Vid. fig. 23. Tab. Addit.) quarum una alteri incumbat, supremæ vero incumbat spondus P; patet jam ex superius demonstratis planum XY eadem vi premi a spiræ E, dum pondus ei superincumbit, qua premeretur ab ipso pondere P, si nulla interjecta esset spiræ; eademque ratione spiræ E pari vi premitur a pondere P, ac si inter spiram E & pondus P alia spiræ D interponeretur; atque ita si aliæ spiræ atque aliæ interponantur, demonstrabitur planum XY eadem vi premi, atque adæo spiram E, ea-

dem resiliendi vi semper donari, sive plures, sive pauciores spiræ inter primam E & pondus P interjectæ fuerint. Porro spiræ E eadem vi premit planum XY, qua pellit aliam vicinam spiram D, hæc vero æquali vi spiram E repellit; ergo vis hæc resiliendi ea est, quæ quælibet spiræ se mutuo repellunt. Hinc vero liquet vim, qua aeris particulæ se mutuo repellere nituntur, crescere cum eadem proportione; qua distantia inter earum centra decrescit. Duplicato enim pondere P, spiræ seu aeris particulæ B, C, D, E ad dimidium spatium constringuntur, adeoque distantia inter earum centra dimidia erit; & triplicato pondere, distantia inter centra erit tertia pars ejus, quæ erat antea, dum a simplici pondere P spiræ premebantur; atque adeo distantia inter centra eadem proportione decrescit, qua pondus seu vis elastica & expansiva augetur.

do ex recipientibus ope Antliæ Pneumaticæ Aer exhauritur. Concipiamus enim embolum a fundo Antliæ recedere, & inter hanc atque recipientem communicantem tubum dari; Aer sua elasticitate se expandet, Antliam ingrediatur vacuum, donec in hac, & in recipiente æque rarefactus existat: Expulso hoc Aere ex Antlia, & iterum a fundo remoto embolo, qui ad eum adactus erat, ut Aer expelleretur, denuo Aer ex recipiente, se expandendo, in Antliam ingrediatur: idque reciprocatò embolo in Antlia, continuo fiet; quàm obrem ope Antliæ Aer perpetuo magis magisque rarefcet: Antlia igitur Aer tantum rarefieri, non autem prorsus exhauriri potest.

§. 1102. Solet *Vacuum* Antlia factum, vocari *Boyleanum*; quod proinde non est adeo perfectum, quam *Torricellianum*, quod in superiori parte Barometri habetur, & quod Tubo & Mercurio efficitur.

§. 1103. Inventor Antliæ Pneumaticæ, circa elapsi sæculi medium, in Germania fuit Otto Guirikius, qui pulcherrima cum ea fecit pericula. Hæc impulerunt Nob. Boyleum, adjutum opera Gratoricis, Hookii, & Papini, ad similem Antliam in Britannia construendam, quacum plurima instituendo experimenta Philosophiam Naturalem summopere promovit, hinc *Machina*, vel *Antlia Boyleana* sæpe vocatur. Eadem tempestate Leydæ a Cl. Voldero alia inventa fuit, quacum An. 1675. in Laboratorio Physico experimenta instituta Leydæ fuerunt. Hanc machinam, nostra tempestate Cl. s'Gravesandius ad magnam perfectionem & simplicitatem reduxit, ita ut levi opera, & brevissimo tempore, ex Recipientibus maxima Aeris copia exantliari possit.

§. 1104. Aerem igni expositum rarefieri, proditum est in §. 775., adeoque Aeris elasticitas augetur, qua se quaquaversum explicat, vel dilatari nititur. Aer contra a frigore in volumen minus condensatur, ac si elasticitatis partem amisisset. Calefacti Aeris vis demonstratur, cum teneræ vitæ inclusus phialæ, hermeticæ clausæ, igni magno exponitur, quippe se rarefactione adeo distendit, ut cum insigni crepitu phialam displodat (a). Vesicam antea non turgentem adeo inflat, ut prorsus crepet. Verum accuratiora circa vires rarefacti Aeris instituit Amontonsius (b) tentamina: quibus invenit, Aeris magnam aut parvam quantita-

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1710.*

(b) *k'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1708.*

tem, vasi inclusam, a calore Aquæ ebullientis tantam virtutem sua rarefactione acquisivisse, quæ ad pondus Atmosphæræ foret, uti 10 ad 33, aliquando uti 10 ad 35, quod aliquoties etiam observavi; quippe Aer ita calefactus elevare potuit Mercurium in tubo ad altitudinem $8 \frac{2}{7}$ pollicum;

stante Mercurio in Barometro ad pollices 29.

Cum autem Aer in vase densior, quam est Atmosphæricus, reddebatur, & pari modo ejus vires in Aqua ebulliente explorabantur, deprehensus fuit habuisse expandendi vires in proportione densitatis suæ (a): ita Aer siccus est comparatus: simulac autem vel tantillum humidi in se ceperit, vires longe majores acquirit: verum hæc non ab Aere, sed ab elasticitate summa vaporis pendent, & ideo quoque eventus experimenti Amontonsiani non est omni tempore & loco idem, sed varietatibus subicitur.

1105. Quantum vero Aer ab igne rarefieri potest? Aeris expansionem a termino Glaciei incipientis, ad summam calorem æstivum, qui in Britannia datur, esse uti 6 ad 7, observavit Hauksbejus (b), quæ & in nostra regione fere etiam datur proportio, nisi quod fervidissimo die expansionem paulo majorem deprehenderim. Est volumen Aeris a statu incipientis glaciei usque ad calorem, quem Aqua ebulliens cum eo communicat, veluti 2 ad 3. Veram Cl. Bernoullius Petropoli observavit expansiones Aeris in aqua fervente, die æstivo calidissimo, & die brumali frigidissimo, uti 6, 4, 3, (c). Est volumen Aeris, frigidi instar glaciei quæ formari incipit, ad eum calentem in vitro, quod liquefieri incipit, veluti 1 ad 3, si nempe Aer fuerit siccus; si autem aliquantum humidus fuerit, rarefeit in volumen duodecies majus, imo ulterius, quam in statu incipientis glaciei fuerat. Hæc experimenta perpetuo pro Aeris humiditate & siccitate differunt.

§. 1106. Quæsitum fuit, an Aer sua elasticitate orbari omnino, vel pro parte possit, ita ut quasi ad languorem aliquem reducatur? Elasticitatem integram perstare 16. Annorum

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1702.*

(b) *Physic. Mechan. Experim. pag. 170. Tentamina Florent. pag. 39. P. I.*

(c) *Bernoullii Hydrodyn. Sect. 16.*

norum spatio affirmavit Robbervallius (a): illibatam eam, in Aere compresso, quinque annorum intervallo mansisse, accuratissimo mihi constitit experimento. Ex nonnullis experimentis opinatus fuit Hauksbejus, Aerem compressione ad languorem posse reduci; cum in vase Aer, condensatus aliquamdiu manet, deinde sibi libere committitur, ut exeat quid possit, tum vas iterum claudatur, idque æque calidum elapso tempore aperiatur; denuo exhibit Aer, qui ad aliquem languorem redactus videtur, cum ceteroquin prima vice ex vase egressus fuisset: non tamen difficultate caret observatio. Ceteroquin Aerem ope sulphuris incensi elasticitate orbari posse, Halesius demonstravit.

§. 1107. Aer sibi libere commissus, & a causa comprimente liberatus, intra Fluidorum interstitia se semper in formam sphaeræ expandit; veluti videre est, cum Fluida sub recipiente ponuntur, atque ex hoc & illis Antliæ ope Aer exhauritur.

§. 1108. Quantum Aer, cum sibi libere committitur, nec amplius a vi quacunque externa comprimitur, sese sua elasticitate expandere potest? Difficillime huic quæstioni responderi potest, quia ex diversissimis Fluidis elasticis Atmosphæra componitur, quorum elasticitas admodum differt: si igitur quæratur, quantum Aer virgineus, quantum quodlibet aliud Fluidum elasticum expandatur? prius hæc Fluida pura & non permixta capienda sunt, quod factu difficillimum. Deinde altera difficultas datur, quomodo in spatio inani ponemus ejusmodi particulas, ut non amplius in se agant, sed una sibi libere committantur? nondum solutum est hoc Problema: ex crassioribus nonnullis experimentis in massa notabili Aerea captis, colligere licet, Aerem, prout ad Terræ superficiem fuerat, adeo rarefactum intumuisse, ut spatium 4000 majus occupaverit. Verum ad fluidum elasticum, quod Aquæ admiscetur, attendendo, sæpe observavi, unicam ejusmodi fluidi particulam, in tepente Aqua, se in volumen 46656000000 majus, quam antea conspiciebatur, expandisse (1).

§. 1109.

(a) *Du Hamel. Hist. Acad. L. 4. S. 6. C. 1.*

(1) Cl. Boyleus, alique experti sunt aerem nullius ope caloris dilatari posse in spatium 13769. vicibus majus spatio, quod prope terram ab Atmosphæra pondere compressus occupat. Cum vero regis Londinensis Academiæ Socii aerem sexaginta vicibus coarctari posse testentur, si 13769. ducas in 60. habebis spatium aeris summe dilatati,

§. 1109. Est Aer admodum necessarius Animalibus plurimis, more humano respirantibus, animantes enim a spiratione Aeris sustentantur: idcirco Animalia inclusa recipienti, ex quo Aer educitur, respirare amplius nequeunt, nec Pulmones ab eo explicari; sed hi sibi commissi, propria vi contractili se constringunt, vasa sanguinea comprimunt, ita ut non amplius sanguis per Pulmones, nec ex Corde dextro in sinistram, transire possit, quare cessante sanguinis circulo, de vita animalis actum est. Volatilia majora, ut Terrestria animalia, satis cito moriuntur: Pisces diutius quidem vitam protrahunt, moriuntur tamen: nonnulla insecta in vacuo viva manent, alia moriuntur: Intumescunt tamen omnia, propter Aerem, in sanguine & omnibus humoribus hospitantem, qui, sublata Atmosphæra extrinsecus comprimente, sed in vasis expandit, atque ita tumorem universo corpori conciliat.

§. 1110. In condensato Aere animalia diu, bene & hilariter vivunt; præcipue si continuo novus Aer adferatur, & aliquid antiqui ex recipiente emittatur. Hinc Urinatores vivunt satis bene in ampla campana,mersa sub Aqua in Aere a 300 pedibus Aquæ compresso, & novies densiori, quam est ad Terræ superficiem, tantum novo Aere aliquantum reficiantur, & aliquid antiqui Aeris ex campana expellatur, veluti quotidianis observationibus confirmatur (a). Ceteroquin Animalia plurima in eodem Aere, & non renovato, clausa, brevi moriuntur; & quidem eo citius, quo vas, in quo hærent, fuerit minus. An id propter expirationes e suis Pulmonibus, tum ob reliqui corporis transpirationes, noxias vitæ, inutilesque respirationi? An quia Animalia Aerem in respiratione consumunt, aut eum ex statu

(a) *Phil. Transf. N. 444. Clave motion of Fluids.*

tati, ad ejusdem maxime coarctati spatium, ut 13769×60 , seu ut 826140 ad unitatem. Cumque, ut demonstratum est, spatia ab aere occupata triplicatam habeant rationem ejus, quam habent intervalla inter centra particularum aeris, sequitur (reperta radice cubica proxima numeri 826140, quæ est 93) intervallum inter centra particularum aeris summe dilatati, plusquam 93 vicibus superare intervallum, quo distant earundem

particularium centra, dum aer est summe coarctatus. Hinc argumentum traxit Newtonus, ut putaret aeris particulas non instar arcus aut spiræ formatas esse, sed cum magna vi & ingenito se mutuo expellendi principio: cum aliter concipi non posse arbitretur, quomodo fere centies quaquaversus se expandere possint aeris particule, & ita decies centies millies majus spatium occupare.

tu elastico in fixum reducunt (a)? An potius est aliquid in Aere, quod Spiritu ductum alit & sustentat animantes, quod necessarium est ad vitam continuandam, quod continuo ab Aere secretum, sanguini in Pulmonibus admiscetur, quo ab Animali in vase consumto, actum est de vita? Stant Philosophi pro hisce sententiis: Forte, qui omnes simul conjungit, propius ad veritatem accedet.

III. Quemadmodum Aer ad vitam Animalium necessarius est, ita quoque primaria est causa Vegetationis Plantarum: nullum enim semen in vacuo Terræ commissum, humectatum, solumque germinat, veluti in aperto Aere (b): imo omnes plantulæ, vel musci minimi fuerint, vel aquatiles algæ, in loco, ex quo abest Aer, aut ubi idem assiduo stagnans quiescit, statim moriuntur (c).

§. III. In Aere Aquei vapores natant, nunc pauciores, nunc copiosiores; Aquam autem in poros Vegetabilium & Animalium se penetrans, partes removet, relaxat, tumefacit: adeoque Aer vaporibus scatens, & cum iis se intra poros nonnullorum corporum insinuans, efficit, ut ab hoc vapore corpora eadem, ac ab Aqua, mutationes subeant. Operam dederunt Philosophi, ut vaporum copiam, in Aere diverso tempore natantem, mensurare possent. Instrumenta, huic scopo inservientia, appellantur *Hygrometra*, *Hygrostatica*, *Hygrosopia*, vel *Notiometra*, quorum inventum adscribitur Maignano. Conficiuntur diversissimæ figuræ ex Lignis, Funibus, Chordis intestinorum, Pergameno, Spongiis, Corio, Cotoneo, Spicis aristarum, Oleo vitrioli, &c. Præstantissimam methodum Florentini (d) tradiderunt: varias plurimasque alias Leupoldus (e) collegit. Verum nulli confidere licet, omniaque recensita magnis defectibus subjiciuntur; plurimum etiam differunt mobilitate recentia & vetera (1).

§. III.

(a) *Hales hæmastic. app. Exp. 6. pag. 323.*

(b) *Philos. Trans. N. 23.*

(c) *Boerhaave Chem. Vol. 1. p. 428.*

(d) *Tentam. Flor. pag. 14. & seq.*

(e) *Theat. Static. Univers. Part. 1. C. 7.*

(1) Quorundam Hygrometrorum constructionem in tironum gratiam hic exhibere haud abs re fuerit. Funis cannabinus, aut nervus fidium (*Vid. Fig. 24. Tab. Addit.*) AB per parietis longitudinem extendatur super rotula B; alterique ejus extremo D pondus alli-

§. 1113. Nec inutile, nec inanoenum erit, universam Atmosphæram considerasse, cujus partem quasi tantum huc usque perspeximus. Atmosphæra ab omni parte Terrarum orbem amplectitur; qui si quiesceret, nec circa axim diurno motu circumageretur, ex legibus Gravitatis Atmosphære figura spherica foret; quia non potest quiescere Fluidum, nisi a centro Gravitatis universa superficies æqualiter distiterit.

§. 1114. Verum Terra circa suum axim motu diurno, & cum ea simul Atmosphæra vertitur: Quamobrem hujus partes diversis viribus centrifugis ab axe recedent, eo majoribus, quo ab axe plus distant, per §. 411. & quidem directione perpendiculari ad axim recedent.

§. 1115. Idcirco figura Atmosphære evadet sphericoidea, nam ejus partes in Æquatore, & in vicinis ab utraque parte locis, multo plus ab axe distant, quam in locis Polis propioribus; & supra Polos erit vis centrifuga minima: Atmosphære igitur axis major per Æquatorem, minor per Polos transibit.

§. 1116. Quoniam in plano transeunte per Æquatorem vis centrifuga Gravitati est directe opposita, Aer Æquatori & locis vicinis incumbens omnium maximam jacturam gravitatis patietur, sed eo minorem, quo Aer regionibus Polo propioribus, incubuerit: adeo ut in locis Polaribus vis centrifuga nihil de gravitate Aeris tollat, cum in eam sub Æquatore directione perpendiculari agat. Quamobrem pondus Atmosphære supra Æquatorem debet apparere minimum, prope Polos maximum: quemadmodum observationes Baroscopice quoque evincunt.

§. 1117. Sed & Aer supra Æquatorem debet esse multo rarior, utpote minus ponderans, minusque inferiorem, cui incumbit, comprimens, quam in locis majoris latitudinis, in quibus crassior sive densior erit.

§. 1118. Quamvis igitur easdem exhalationes corporum
ter-

alligetur, cui infixus sit stylus FG. Eidem parieti affigatur lamina metallica HI in quotvis partes æquales divisa: constructum erit Hygrometrum; aeris enim humor funium & chordarum longitudinem sensibilibiter minuit, quo expirato prior longitudo restituitur, ut experimentis pluribus compertum est. Aeris ergo aucto humore pondus G

ascendet, imminuto descendet, indicabitque index FG in lamina HI ascensus vel descensus spatia, idest, varios humiditatis aeris gradus. Quod si sensibilibus Hygroskopium desideres, funem aut nervum fidium circa plures trochleas circumvolve, ut in *fig. 24. *Tab. Addit.*, & reliqua fiant ut ante. Vide *Wolfii Aerom. cap. 7. probl. 45.*

terrestrium Atmosphæra, ubivis in se reciperet, erit tamen Aer prope superficiem Terræ in diversis regionibus admodum discrepantis densitatis & raritatis; discrimen augent Montes, valles, exhalationes valde diversæ, vapores; veluti id homines experiuntur, cum in nonnullis regionibus Aërem conditioni sui corporis magis convenientem, quam in aliis animadvertant (a).

§. 1119. Aer in superiori parte Atmosphære sibi libere est commissus, adeoque se quantum potest, expandet. Quo editior est Aer, & quo longius a Terrarum colluvie recessit, hoc sincerior puriorque est: pars ima & vicina Terris comprimitur a pondere superioris: erit hic igitur compressus, spissior & in minus volumen adactus. Quamobrem si rectam conceperimus, a superficie Terræ ad supremam Atmosphære superficiem; in hac particulæ Aereæ variæ magnitudinis erunt, eo majores, quo Atmosphære limitibus ultimis propiores fuerint.

§. 1120. Quoniam in Baroscopio Mercurius a pondere Atmosphære premitur, ut in hac regione in ipso Terræ solo ad altitudinem 29 pollicum Mercurius ascendat, si quis cum Baroscopio Turrim vel montem adscenderit, in cacumine non tanta copia Aeris, quam ad radicem, Mercurio incumbet, ideo, hic minus pressus, etiam ad minorem altitudinem in tubo suspendetur: periclitationes in multis regionibus captæ id comprobaverunt. Ipse in Trajectina altissi-

ma Turri sum expertus, Mercurium in Tubo $\frac{1}{12}$ pollicis descendisse, quotiescumque $82 \frac{4}{12}$ pedes Rhen. adscenderam,

Fevilleus in littore Teneriffæ Mercurii altitudinem observavit 27. poll. $2 \frac{5}{6}$ lin.; excelsissimum deinde montem 2193

hexapedarum adscendit, in cuius vertice Mercurius tantum altitudinis 17 poll. 5. lin. fuit. Non tamen id perpetuo pari proportionem in eadem regione, vel in diversis obtinebit, quia Atmosphæra non semper est æque gravis, nec æque pura, nec imprægnata exhalationibus æque ponderosis; nec æque calida, aut frigida, nec æque elastica. Inde provenit ut, qui observationes alias examinat, eas non prorsus inter

Musschenbr. Phys. Tom. II.

K

se

(a) *Lucr. lib. vi. Ver. 1101.*

se congruere animadvertat, etiamsi in eodem monte captæ fuerint (a).

§. 1121. Si experimenta cum Baroscopio instituantur in diversis montis excelsissimis altitudinibus, Mercurius in constanti proportione, quæ ex Lege Elasticitatis sequitur, non subsidet; sed semper Mercurius minus descendit, quo altius adscenditur; veluti observationes plurimæ a Cassino, Plantade, Clapies, (b) & Scheuchsero (c) captæ ostenderunt: procul enim abest, ut Aeris expansiones sint in ratione inversa ponderum prementium, cum in sublimi Aere expansiones fuerunt in majori ratione, quam inversa duplicata ponderum: hæc pondent 1. a variis viribus centrifugis, quibus in diversis altitudinibus partes Aeris sursum pelluntur. 2. a differenti Aeris gravitate ad varias distantias a centro Terræ, secundum §. 228. 3. sed & Aeris puritas, & hinc oriunda elasticitas in altitudinibus variis discrepat.

§. 1122. Quoniam igitur lex Elasticitatis in superiori Aere nondum cognoscitur, ex ea Atmosphæræ vera altitudo erui non potest. Methodus illam ex crepusculis determinandi est quoque admodum incerta, cum horum initium & finem accurate assignare non liceat (1).

§. 1123.

(a) *Tentamina Florent. pag. 51. & seq.*

(b) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An. 1705. 1733.*

(c) *Philos. Transf. N. 405.*

(1) Celeberrimam inter recentiores Philosophos quæstionem de Atmosphæræ altitudine, variaque aeris in sublimioribus regionibus densitate, hic jejune attingit Auctor. At operæ pretium erit, si potiora huc spectantia ratiocinia memoremus. Jam vero ex superius indicatis patet specificam aeris gravitatem esse ad gravitatem aquæ, ut 1. ad 800: est vero aquæ gravitas specifica ad hydrargyri gravitatem, ut 2 ad 27, seu ut 800 ad 10800: ergo ex æquo ordinate erit gravitas specifica aeris ad specificam mercurii gravitatem, ut 1 ad 10800: atque cylindrus aeris altitudinis 10800 digitorum, seu pedum 900, ejusdem ponderis erit cum cylindro argenti vivi altitudinis unius digiti: quare hydrargyri 28 digiti barometro

contenti, qui cum Atmosphæræ æquilibrantur, pondere suo columnam aeris æquabunt altitudinis digitorum 302400, seu pedum 25200, dummodo aer in tota sua expansione eandem ubique obtineret densitatem, idemque adeo sub eodem volumine pondus.

Verum cum aer ob vim elasticam dilatetur, seseque expandat pro ratione, qua minuitur superincumbentis Atmosphæræ pondus, non eandem ubique densitatem obtinebit, sed eo majorem, quo propius Telluri spectatur. Quam ob rem sit columna aeris (*Vid. fig. 25. Tab. Addit.*) ABCD a telluris superficie AB ad Atmosphæræ usque summam DC exporrecta, sitque divisa in innumeras partes æquales AF, EH, GM &c. æqualibus scil. sum-
tis

§. 1123. Si oculos sursum tollamus, cælum videmus cæruleum; quia spatia cælestia supra Atmosphæram sunt inania; idcirco apparent nigra; verum Aer reflectit lucem Solis, eam non in radiolos separando; hæc lux albet: proinde

K 2

de

tis altitudinibus AE, EG, GL &c. etsi vero aer AF per totam altitudinem AE non eandem ubique densitatem obtineat, nec aer EH per totam altitudinem EG eandem præcise densitatem habeat, quoniam vero magnitudines AF, EH exiguæ valde supponuntur, quod per singularum altitudinem occurrit densitatis discrimen, ut exiguum & insensibile contemni merito potest, ejusdemque adeo densitatis singularæ spectari possunt per totam earum altitudinem. Jam vero demonstratum est aeris varias densitates eandem inter se rationem habere, quam habent pondera quibus comprimitur; adeoque erunt densitates aeris in spatiis æqualibus AF, EH, GM &c. inter se ordinatim ut pondera aeris superincumbentis ESF, GSH, LSM &c. Sed in spatiis æqualibus AF, EH, GM &c. densitates sunt, ut materiæ quantitates inibi contentæ per §. 659, pondera vero quibus aer comprimitur, sunt ut quantitates materiæ ipsorum ponderum; erunt aeris quantitates æqualibus spatiis AF, EH, GM &c. contentæ, inter se ordinatim, ut quantitates aeris superincumbentis ESG, GSH, LSM.

Est igitur aeris quantitas AF ad quantitatem aeris EH ut quantitas aeris ESF ad aeris quantitatem GSH, & alternando AF:ESF::EH:GSH, & invertendo ESF:AF::GSH:EH, & componendo ASB:AF::ESF:EH, & iterum alternando ASB:ESF::AF:EH. Et eodem modo demonstrabitur esse ESF:GSH::EH:GM; & ita porro. Si ergo demonstretur quantitates aeris in spatiis ASB, ESF, GSH &c. esse continue proportionales, conse-

quens erit aeris quantitates spatiis AF, EH, GM, &c. contentas esse etiam continue proportionales. Quod vero aeris quantitates ASB, ESF, GSH &c. sint continue proportionales, ex modo dictis facile liquet; est enim ASB, AF::ESF:EH; ergo convertendo ASB:ESF::ESF:GSH. Similiter est ESF:EH::GSH:GM; ergo etiam convertendo ESF:GSH::GSH:LSM; & ita porro. Aeris igitur quantitates æqualibus spatiis AF, EH, GM &c. contentæ geometricam progressionem component. Sed his aeris quantitatibus respondent eorundem densitates; erunt igitur densitates aeris in spatiis æqualibus AF, EH, GM &c. in continua geometrica proportione. Jam vero altitudines AE, AG, AL &c. quibus dictæ aeris portiones a telluris superficie distant, æquali omnes intervallo se superant, suntque adeo in continua arithmetica proportione: crescentibus igitur dictis altitudinibus in arithmetica progressionem, respondentes aeris densitates in continua progressionem geometrica minuentur, seu, quod ad idem recidit, respondentes aeris raritates augebuntur in continua proportione geometrica, quemadmodum Cl. Hallejus invenit.

Quæ hæcenus demonstrata est, varias aeris densitates definiendi, invicemque comparandi ratio, in Galilæana gravitatis hypothese locum modo vindicat; supponendo scilicet gravitatis vim ubique constantem, & quantitati materiæ proportionalem. At sciendum Cl. Newtonum *prop. 21. & 22. l. 2. Princ. Math.* eandem densitatum rationem inquirere in aliis gravitatis hypothesebus, hæcque ille statuit theoremata. 1. Si gravitatis vis reci-
proce

de cælum, & nigredinem cum alba luce permixtam contemplantes, colorem cæruleum percipimus; eodem modo ac pictores ex albo nigroque pigmento cæruleum conficiunt. Non autem Aer ex luce colorem cæruleum separat, quia
tum

proce proportionalis supponatur distantiarum quadratis, fumanturque distantiae in progressionem arithmetica, erunt respondentes aeris densitates in progressionem geometrica. 2. Si gravitatis vis reciproce proportionalis sit distantiae a centro, fumanturque distantiae a centro continue geometricè proportionales, erunt respondentes aeris densitates continue etiam proportionales. 3. Si gravitatis vis sit directe ut distantia, ac ejusmodi fumantur distantiae, quarum quadrata arithmeticam progressionem constituent, erunt respondentes aeris densitates in progressionem geometrica. Atque ita definitam habes densitatum aeris rationem in singulis his hypothefibus, quas reapse in tellure obtinere probabile reputat Cl. Newtonus. Ubi & illud spectari hic etiam opportunum erit, quod ex præscripta densitatum aeris ratione in hypothefi gravitatis reciproce distantiarum quadratis proportionalis, consequitur, ipsique Newtono indicatur *prop. 41. l. 2. Princ. Math.*, quod scilicet si ascendatur a superficie terræ ad altitudinem semidiametris terrestris, aer ibi rarior sit, quam apud nos, in ratione longe majori, quam spatii omnes infra orbem Saturni, ad globum diametro digiti unius descriptum; atque adeo globus aeris nostri digitum unum latus ea cum raritate, quam haberet in altitudine semidiametri terrestris, impleret omnes Planetarum regiones ad usque sphaeram Saturni, & longe ultra; quemadmodum fusius deductum est a Davide Gregorio *Astronomiæ Physicæ l. 5. prop. 3.* Verum quæ hætenus ex Newtono indicavimus, locum modo habent, dummodo suppona-

tur aeris densitatem viribus comprimantibus esse proportionalem, seu esse aeris compressi spatia ponderibus comprimantibus reciproce proportionalia, quod sane prope telluris superficiem reapse obtinere plura experimenta probant. Verum fingi quoque possunt aliæ condensationis leges, veluti quod aeris compressi densitas sit in ratione subduplicata, vel duplicata vis comprimantis, vel quod cubus vis comprimantis sit ut quadrato quadratum densitatis, vel ut quadrato-cubus densitatis &c. In his vero singulis hypothefibus, densitatum proportio per sublimiorem Geometriam erui semper poterit, ut videre est in *Mon. Acad. Reg. Scient. A. 1716.*, ubi hanc materiam subtilissime tractat Varignonius.

Sed redeamus ad Galilæanam gravitatis hypothefim, videamusque quid ulterius ex ea pro definienda Atmosphæræ altitudine consequi potest. Quæ secundum illam obtinent progressionem geometricam & arithmetica, prior scilicet densitatum, altera altitudinum, hanc proprietatem servant, ut sumtis duobus terminis quibuscunque progressionis geometricæ, ex. g. densitatibus aeris in spatiis EH, QC, quibus in arithmetica progressionem respondent altitudines AE, AQ, ratio quam habet densitas aeris AF (nempe primus progressionis geometricæ terminus) ad densitatem aeris EH, tantundem contineatur in majori ratione, quam habet eadem densitas AF ad densitatem aeris QC, quantum altitudo AE contineatur in altitudine AQ. Quo posito ex data in duabus diversis aeris regionibus densitate, facile colligi potest altitudo cuiusvis datæ alteri densitati respondens; adeoque
post-

tum omnia objecta, lucem reflexam ab Aere excipientia, cærulea viderentur.

§. 1124. Quotiescunque corpora terrestria fermentantur, effe-

K 3

posito ultimo raritatis gradu, ultra quem nequeat ulterius aer rarefieri, nullo negotio totius Atmosphære altitudo colligi posset. Jam vero constat ex Mariotti, & Hallei observationibus, argentum vivum in barometro ad distantiam 82 pedum supra terræ superficiem, decima fere digiti parte descendere; quare cum prope tellurem consistat intra tubum ad altitudinem 28 digitorum, seu 280 partium digiti decimarum, supra turrim 82 pedes altam consistere debet mercurius ad altitudinem 279. earundem partium: Sed aeris densitates sunt ut pondera, quibus comprimitur; ergo erit aeris densitas in telluris superficie, ad densitatem supra turrim, ut 280. ad 279. Dictum est etiam ex Boylio aerem nullius ope caloris dilatari posse in spatium 13769. vicibus majus; quare si ad ultimum atmosphære terminum ita dilatatus sit aer, erit densitas aeris prope tellurem ad densitatem, quam habet in ultimo Atmosphære termino, ut 13769. ad unitatem, sive ut 3841551 ad 279. Atqui eadem aeris densitas prope telluris superficiem est ad densitatem supra turrim altam pedes 82, ut 280 ad 279; quare hæc densitatum ratio tantundem in illa majori densitatum ratione continetur, quantum numerus 280 continetur in numero 3841551: tantundem ergo, ex dictis, pedes 82 contineantur oportet in totius Atmosphære altitudine, quæ idcirco per regulam auream prodibit pedum fere 1125026.

Finita jam esset omnis de Atmosphære altitudine controversia, si reapse in omnibus aeris regionibus superius posita proportio obtineret inter aeris densitatem, elasticita-

temque, cum ponderibus comprimentibus: verum utut in inferioribus, & prope tellurem aeris regionibus ea proportio observatur, in superioribus tamen regionibus non accurate cum experimentis & observationibus quadrat. Dictum quippe est cylindrum aeris altum pedes 900., & ejusdem ubique densitatis, quam habet prope telluris superficiem, ejusdem esse ponderis cum cylindro argenti vivi altitudinis unius digiti; atque adeo decimam partem digiti argenti vivi ejusdem esse ponderis ac 90. pedes aeris. Si igitur aer per totam Atmosphæram æque densus esset, & ejusdem ubique ponderis sub eadem mole, ut argentum vivum in barometro decima digiti parte deprimeretur, attolli deberet barometrum ad altitudinem pedum 90. supra tellurem. Est vero aer ad majorem a Terra distantiam dilatatus, ac minori pondere onustus; igitur multo major quam 90. pedum esse debet altitudo supra tellurem, in qua adductum barometrum decima digiti parte minuitur. Verum inter variationum barometri indagatores, qui maxime extendunt hanc altitudinem decimæ digiti parti competentem, non majorem 82 pedum eam assignant: quare in regionibus superioribus minor est aeris densitas, quam quæ esse deberet juxta positam cum superincumbente pondere proportionem; & in majoribus a terra distantiis adhuc longe minorem esse aeris densitatemprehenderunt Cl. Casinus, ceterique qui ad producendam Observatorii Parisiensis lineam meridianam, plurium montium altitudines summa diligentia explorarunt. Id sane discrimen inter proportionem densitatis aeris cum suo pondere prope

effervescent, putrescunt, comburuntur, vel Fluida supra ignem ebulliunt, ejaculantur ex se exhalationes fluidas, raras, tennes, vix conspicuas, elasticas, sonoras, Aeri similes, ab eo tamen proprietatibus differentes, veluti vidimus
in

prope telluris superficiem, & in altioribus regionibus, ex eo potissimum oritur, quod non eadem sit aeris hujus & superioris natura. Imprimis enim non idem est in utroque aere calor, cujus vi aeris elasticam facultatem plurimum augeri constat. Deinde infimus hic aer vaporibus e terra, marique proficientibus, est refertissimus, quibus sane vel nulla, vel exigua valde est elasticitas, iidemque ob molliem facile inter se coherere & in pluviam abire possunt. Hinc liquet aerem hunc inferiorem ob exiguam vim elasticam, qua praeditus est praeter illa, qua superior aer pollet, longe densiorem esse, superiorem vero ob majorem se expandendi vim longe rariorem esse, quam pro ratione superincumbentium ponderum. Haec elasticitatis lex in superiori aere experimentis nullis, & observationibus innotescit: quam vero in inferiori aere obtinere deprehendimus, ob varias jugiter ejus conditiones ex variis vaporum, exhalationumque quantitate, & qualitate, nec constans esse potest: hinc Atmosphaerae altitudinem ex hoc fonte derivari quandoque posse omnino desperandum.

Quaenam vero est methodus Auctori indicata Atmosphaerae altitudinem ex crepusculis definiendi, si horum initium, vel finis accurate cognosci possit? Ut clarius res tota aperiatur, sit (Vid. fig. 26. Tab. Addit.) AHI circulus in telluris superficie in eodem plano cum eo, quem Sol infra horizontem describit, circa quem sit alius concentricus circulus OEK continens in eodem plano aeris portionem, qua Solis radios ad tellurem reflectens, crepusculum gignit. Sit A

oculus in telluris superficie, cujus horizon sensibilis sit AF. Jam vero Sole infra hunc horizontem depresso; nulli ejus radii directe possunt ad oculum A pertinere, quod scilicet per 16. l. 3. Elem. inter tangentem AF, & circulum AH nulla duci potest recta linea: At eodem Sole intra horizontem AF degente, veluti in L, plures dantur radii, qui in Atmosphaerae particulas incidentes, veluti in B, inde ad oculum reflectantur per BA, suntque hi crepusculorum causa. Ex puncto E superficiei aeris reflectentis, ubi horizon sensibilis circulum OEK secat, ducatur EG circulum AHI tangens in H, sitque Sol in hac linea; & erit radius incidens GHE in A reflexus ad oculum, ob aequales angulos CEA, CEH, eritque qui primus mane ad oculum pervenire potest, & ultimus qui vespere ibidem pertinet: eoque idcirco crepusculi matutini initium, & vespertini finis denotatur. Detur vero ejusmodi crepusculi matutini initium, vel etiam vespertini finis, & dabitur angulus GEF, qui Solis, ad id crepusculi initium vel finem, depressionem metitur; & quia EA tellurem quoque tangit, ob angulum CAE rectum erit, angulus ACH aequalis angulo depressionis Solis GEF, uterque enim cum angulo AEH duos rectos conficit; eritque adeo angulus ACE dimidio anguli GEF aequalis. Sit itaque Solis, exeunte crepusculo, depressio 18 graduum, & erit angulus ACE novem graduum. Notis itaque in triangulo rectangulo ACE angulo ACE, & noto latere CA semidiametro telluris aequali, innotescet ex Trigonometria latus CE, atque adeo NE, Atmosphaerae Solares radios

in §. 1060. Hæc, ut & alia fluida elastica in Atmosphæra deprehenduntur; hæc examinanda quoque forent, nisi angustiis temporis excluderemur; de hisce nonnulla videri possunt apud præstantissimos Philosophos Boyleum, Mariottum, Colesium, Reaumurium, s' Gravesandium, Halesium.

C A P. XXXVII.

De Sono.

§. 1125. **S**onus 1. aliquam conditionem in corporibus sonantibus notat; 2. tum quamdam affectionem in Aere, ab his sonantibus inductam. 3. Ideam, quam Mens format, postquam ab Aere sonante organum Auditus affectum fuit. Hoc ordine brevissime tria percurram.

§. 1126. Sonum excitari observamus, quotiescunque corpus Firmum, vel Fluidum per Aerem celeriter movetur; veluti cum tenue vimen antrosum & retrorsum celeriter vibratur. 2. vel cum Aer in corpora Firma quiescentia rapidissime incurrit, uti cum ventus spirat in arbores, rudentes, fistulas. 3. vel cum duo corpora Firma, in Aere posita, inter se colliduntur. Nunquam autem Aer solus per se sonat, neque corpora firma in vacuo posita; sed oportet, & Aer, & corpora adsint, quæ in eo moveantur.

§. 1127. Investigandum igitur est, quis motus in corpore Firmitate requiritur, ad Aerem ita afficiendum, uti inde Sonus eliciatur. Ob oculos ponatur chorda elastica recta AB, (Tab. 13. Fig. 2.) tensa utrimque in A, & B, hæc a causa quacunque E, in situm AEB, inflectatur, tum subito laxata se elasticitate restituet, eundo etiam in situm oppositum ACB. Dum vero ita vibratur, partes ejus, quæ sibi mutuo impositæ erant, veluti in FG (Tab. 13. Fig. 3. K 4 4.),

radios reflectentis altitudo. Patet igitur ex noto crepusculi initio, vel fine, Atmosphære altitudinem lucis radios reflectentis facile innotescere. At nulli hæctenus certi definiti sunt limites, quibus crepusculorum initium vel finis continetur; eorum quippe duratio pendet ex quantitate materiæ in aere suspensæ ad lucis inflexionem idonea, & ex altitudine aeris. Hyeme frigore densatus aer humilis est,

& exinde cito desinunt crepuscula, seroque incipiunt: Æstate vero calore rarefactus aer altior est, & diutius a Sole illustratur, unde protrahuntur crepuscula. Nova jugiter & in qualibet anni tempestate contingere in Atmosphæra possunt, quæ crepusculorum durationem modo longiorem, modo breviorum reddunt, quæque sane mortalium nemo definire poterit.

4.), partim a se recedunt, cum chorda in situm HIK, inflectitur, partim ad se comprimuntur, quia decrefcit chordæ crassities: adeoque partes componentes nunc a se recedunt, nunc ad se accedunt; chorda ex una inflexione in aliam eunte & redeunte. In his motuum generibus non confiftit corporis Sonus. Verum fi corda AB, (Tab. 13. Fig. 2.) a corpore quodam duro percutiatur, ita ut non modo inflectatur in situm AEB, fed etiam partes percuffæ alio adhuc motu tremulo agantur, tum durante partium tremore Sonus excitatur.

Hoc patet ex fequentibus experimentis: 1. Sit AB (Tab. 13. Fig. 2.) fides Clavicymbali, quæ calamo corvino percutiatur, oscillabit, fonabit; decidente clavi, obducta panno, ceflat fonus, pergetque adhuc vibrari fides; prope ipfam corpus durum, in quod incurrat, teneatur, iterum fonabit, ab hoc autem corpore oscillationes impediuntur, non augentur; excitatur tamen Sonus, quia novus tremor partibus tactis inducitur.

2. Chorda AB, fupra violinum tenfa, percutiatur pleetro, uncto febo vel oleo, vibrabitur chorda, non tamen ex ea elicietur fonus; pletrum autem exasperetur colophonia, ab eo percuffus nervus fonabit, nunc non tantum oscillantibus partibus, fed fimul trementibus alio motu.

3. Prout chorda AB, tenfa fupra violinum varia directione, vel perpendiculari ad longitudinem, vel obliqua, percutitur, alius auditur Sonus, qui non ab oscillationibus pendet; nam chorda eodem modo vibratur: fed ob alium partium tremorem differt Sonus.

4. Si chorda longa percuffa fonet, non modo unus fonus, fed plures, & quali integer concentus auditur, Musicis peritis reftantibus: fit autem una tantum oscillationis fpecies, tremoris vero plures, prout nonnullæ partes facilius, & citius, aliæ lentius tremunt.

5. Nec tantum in fidibus & chordis, fed in quibuscunque corporibus fonantibus id obtinet: nam percutiatur campana, fonum edet; expectetur, donec Sonus non amplius audiatur, tum nondum campanæ oscillationes definent; deinde teneatur aliquod corpus durum prope campanam, in quod vibrationibus fuis incurrat, iterum edetur fonus.

6. Si fupra campanam nix ceciderit, pulfata campana vix fonabit, non quia oscillationes definunt, fed motus partium fubfultorii, a mallei icu inducti, ceffant.

7. Si tenacula ACB (Tab. 13. Fig. 5.) prius adducta, dein-

deinde laxata, elasticitate agatur, & contremiscat, non sonabit, verum pars CA extrinsecus in aliquod durum corpus incurrat, quod oscillationes potius minuit, illico audietur sonus.

8. Si fides vel chorda parum tensa sit, & vehementer percutiatur, parvus vel nullus ex ea elicietur sonus, quamvis in magnas agatur oscillationes, si vero valde tensa fuerit, licet parum percutiatur, clare sonabit.

Qui pluribus hanc sententiam adstructam cupiat, consulat Perraultum (a), Carreum (b), de la Hirium (c). (1)

§. 1128. Quoniam igitur Sonus in motu tremulo, vel subsultorio partium in corpore sonante consistit, atque varii tremoris

(a) *Essay de physiq.* (a) *L'Histor. de l' Acad. Roy. A. 1709.*

(c) *L'Hist. de l' Acad. Roy. An. 1716.*

(1) Juvat tamen, in majorem hujus doctrinæ confirmationem sequentia observare. 1. Si campana vitrea immobiliter parieti adfixa parvo intervallo ab opposito clavo distet, interimque campana pulsatur, ut sonum aliquem edere possit, vel oculis ipsis intuebitur immobilem campanam iteratis ictibus clavum percutere, idque tandiu fieri, donec perdurat sonus. Quod sane argumento est campanam eo tempore, quo sonum emittit, quoad omnes suas minimas partes totam tremere, motuque hoc tremulo quemadmodum clavum, ita aerem circumfusum iteratis sæpius ictibus percutere; eoque motu per aerem omnem propagato, auditus sensorium adfici, tandemque nobis sonum percipi. Quod si tremuli hujus motus partium campanæ nulla fiat in aere communicatio, nulla erit soni perceptio. Hinc si in recipiente machinæ Pneumaticæ inclusa fuerit campanula utut vehementi ictu percussa sonum nullum edet, quod scil. tremulus partium campanæ motus tum aeri externo non communicetur.

2. Si post ictum mallei campanæ incussum, campanam ipsam manu apprehendas, aut si major fuerit, quam ut manibus apprehendi valeat, extensis brachiis amplecteris,

eam notabiliter tremere, & brachiis tremorem communicare deprehendes. At longe breviori tempore perseverabit tremor ille, quam si nulla ratione eam tetigisses; diutissime enim post inflictum malleo ictum, præsertim campanæ ingentis magnitudinis, tinnitus perseverat, qui ab alterius corporis contactu vel omnino destruitur, vel plurimum impeditur. Quamdiu tinnitus ille perseverat, tremulus campanæ motus sensu percipi potest, si digiti extremum quolibet in loco campanæ admoveas.

3. Si vasis vitrei latera digito circumducto ita premantur, ut sonum emittant, palam est aquam ipso vase contentam tremore cieri, & ferme ebullire, adeout minutis subsultibus minimæ ipsius particulæ quandoque fursum exiliant. Si scutellam, vel simile vas argento vivo impleas, videbis ejus superficiem crispari, variisque tremoribus agitari, quotiescunque vel campanæ pulsantur, vel currus strepitum, aut alium quemvis sonum audieris; quinimo vix ac ne vix quidem audies e longinquo appropinquantium equorum, vel currum strepitum, cum jam hydrargyrum tremore suo illum indicare observatur.

moris gradus, majores minoresque esse possunt, etiam Soni intensitas, tum a magnitudine tremoris, partibus inducti, tum a multitudine partium tremantium pendeat. Idcirco ad Sonum intensum suscitandum causa vehementer percutiens corpus requiritur; tum ut dura sit: hinc si a malleo ligneo molli campana percutiatur, vix sonabit: si a metallico, vel ferreo durissimo, etiam si æque gravi feriat, multo intensius sonabit: si calamistro corvino fides percutiatur, gratus & intensus orietur sonus, si id vero flexilius fuerit ex anseri, vel alia ave, percussa fides vix sonabit.

§. 1129. Quoniam omnia corpora Elastica concipiendis & continuandis tremoribus sunt aptissima, erunt quoque hæc maxime sonora, veluti experientia probat: hinc fides fiunt ex Orichalcò & Chalybe; & Chordæ ex intestinis Animalium; & Instrumenta Musicorum ex lignis admodum elasticis, quæ Sonum semel excitatum, aliquandiu producant. Mollium vero partes vix contremiscunt, hinc percussa hujusmodi corpora vix sonant, aut sonum unius momenti tantum edunt, veluti cum plumbum percutitur, vel Fluidum ex vase ad aliud Fluidum affunditur (1).

§. 1130. Si duæ chordæ tensæ percutiantur, sonantque, atque altera lentius, altera citius, suas oscillationes absolvat; Sonus ab utraque excitatus, & comparatus, appellatur *Tonus*; horum ille *Gravior* dicetur, quem lentius oscillans excitat; alter *Acutior*, quem chorda celerius agitata edit. Omnes idcirco Soni referuntur ad *Tonos Graves & Acutos*:
ter-

(1) Patet itaque corpora eo magis sonora esse, quo densiora fuerint, majorique elaterio donata: quippe ceteris paribus, plures corporis partes ex eodem ictu tremorem concipiunt, majoribusque vibrationibus moventur. Cum autem tremulus sonori corporis motus aeri necesse est communicetur, ut ad aures usque nostras perveniat, consequens est eo fortius corporis sonum aures percellere, quo aeris densitas, & elasticitas majores fuerint. Hinc 1. liquet in aperto aere sonum calore minui, in clauso vero calore augeri; apertus enim aer ubi calore afficitur, sese continuo dilatat, suamque adeo elasticitatem densitatemque imminui necesse est.

Contra si aer undique clausus sit, sese minime poterit dilatare, quo fit ut priorem retinens densitatem, auctam habeat elasticitatem, quapropter augeri sonum necesse est. 2. Æstate sonos minores esse, ceteris paribus, quam hyeme, quod scilicet aer terram ambiens calore rarefactus, minori elasticitate, minori den- sitate præditus sit. 3. Sonos ceteris paribus majores esse noctu, quam interdiu; nam sicut aer æstate calorem, frigus hyeme contrahit; sic pariter friget noctu, cum interdiu a Sole incalescat. 4. Denique in compresso aere majores esse sonos, quod in eo cum aucta densitate, augeatur etiam elasticitas.

termini autem ubi desinunt Graves, & incipiunt Acuti, pendent ab arbitrio; hi nonnunquam a Musicis ponuntur, ubi est media littera C in Clavicymbalo (1).

§. 1131. Videntur proinde celeritates tremorum cum celeritatibus oscillationum utcumque convenire, saltem in plurimis occasionibus; etiamsi id non universaliter verum sit, uti colligimus ex tonis editis a chorda, quæ directione obliqua vel recta percutitur; tum quæ a digito ad obstaculum levius vel fortius apprimitur, quæ cum oscillationibus iisdem tonos diversissimos edit.

§. 1132. Chorda tensa, & non a nimis magna vi percussa, ab initio ad finem tonum eundem edit.

Observatum enim fuit, chordæ AFB (Tab. 13. Fig. 6.) inflexiones ACB, ADB, AEB, a ponderibus in medio C, D, E, appensis, esse ut hæc pondera; quum autem elasticitatis actio sit ut pondus inflectens, erit ea uti est inflexio, sive distantia a puncto F. Proinde actio elasticitatis cum gravi in Cycloide PQR (Tab. 13. Fig. 7.) moto comparari poterit, cujus vis semper est ut distantia a puncto infimo Q; unde hoc grave æqualibus temporibus suas oscillationes magnas parvasque absolvit; quamobrem chorda elastica etiam æqualibus temporibus suas oscillationes ACB, ADB, AEB peraget, tonumque eundem edet.

§. 1133.

(1) Diversitas igitur tonorum gravis & acuti ex crebritate & frequentia vibrationum, non vero ex majori vel minori earundem velocitate (quæ Aristotelis opinio fuit) dependet. Quod ut facilius intelligatur, tende primum sonoram chordam, sed paulo laxius, ut illius itus, reditusque, vel ipsis oculis observare possis. Aerem sane hæc chorda quolibet itu ac reditu pulsata, aer vero pulsus ad aurem perveniens, auditus sensorium movet; sed quoniam quæ eo motu fit in sensorio plaga jam consolidata est, nullo ejus remanente vestigio, dum appulsu alio nova fit plaga, ob sensibile interjectum tempus inter unum & alterum appulsu, hinc fit ut nulla fere excite- tur soni perceptio. Tende paulo vehementius chordam, itaut itus reditusque inobservabiles ob crebritatem sint, tum stridorem quen-

dam, sibilumve aure percipies, quod appulsus ad aurem facti plurimum continentes non patiuntur plagam semel factam consolidari. Tende chordam adhuc vehementius, & clarum demum percipies sonum ob appulsus magis magisque continentes. Hinc ergo patet vibrationum majorem, minoremve frequentiam tonorum varietatem inducere. Quod de chorda dictum, circa cetera sonora corpora obtinere putandum est: sic lentus flatus in tibiâ immixtus sonum edit nullum, ob non crebros pulsus, repulsusque intra latera tibiæ; neque lentus flatus ex pulmonibus emissus sonat, ob parum crebros pulsus, repulsusque per arteriam, ipsumque os; ita enim quæ in organo fiunt plagæ ob pulsum infrequentiam satis cito consolidantur; sed vehementiori flatu sonus percipitur, ob frequentiores, manentesque in sensorio plagas.

§. 1133. Cl. Sauveurius (a) supputavit viam a chorda certo tempore absolutam, cum maximis oscillationibus agebatur, postea cum minimis, edendo tamen eundem tonum, observavitque viam in primo casu intra minutum secundum fuisse 72 majorem, quam in posteriori casu; ex quibus sequitur Soni intensitatem, nondum mutato tono, posse fieri 72 majorem.

§. 1134. Cum vero elasticitas in inflexionibus majoribus, in majori proportione, quam sunt inflexiones, reagat, chorda valde percussa, & inflexa, velocius suas oscillationes absolvet, adeoque tonum acutiorem edet; imo fieri potest, ut strideat; hinc quoque Tibia, vehementer inflata, tonum multo altiorem edit, quam si leniter infletur.

Id ex comparatione cum duobus pendulis æque longis, sed actis a variis viribus gravitatis, demonstrari potest; erunt enim tempora oscillationum in ratione subduplicata inversa gravitatum per §. 392.

§. 1135. Observatum fuit, chordam AB (Tab. 13. Fig. 8.) 96 pedes longam, & a quodam pondere tensam, intra minutum secundum semel oscillasse: posito pectine in medio C, partem ejus dimidiam pari tempore duas oscillationes absolvisse; posito altero pectine in D, medio ipsius CB, partem BD quater oscillasse: posito pectine in hujus medio E, partem BE octies eodem tempore oscillasse.

Quamobrem semper prout erat chordæ longitudo, ita fuit reciproce numerus recursuum.

§. 1136. Observamus præterea, chordam AB (Tab. 13. Fig. 8.) tensam aliquem edere tonum, chorda CB edit tonum in Octava altiorem, DB iterum est in Octava, & hujus Octava est EB; quamobrem acuties tonorum sunt reciproce uti longitudines chordarum.

§. 1137. Toni proinde excitantur a chordis, determinatas oscillationes quodam tempore absolventibus. Quoties oscillationes, pari tempore peractæ, sunt inter se, veluti sequentes numeri, Toni aliquibus nominibus insigniti fuerunt a Musicis.

1 ad 1 Unisonum.	4 ad 3 Quarta.
2 ad 1 Octava,	5 ad 4 Tertia major.
3 ad 2 Quinta.	6 ad 5 Tertia minor.
5 ad 3 Sexta major.	9 ad 5 Septima minor.
8 ad 5 Sexta minor.	15 ad 1 Septima major.

Se-

(a) L' Hist. de l' Acad. Roy. A. 1700.

Septem Toni constituent Octavam, octavus enim Tonus est primus sequentis octavæ.

Auris exercitata potest in Octava distinguere Tonos 43 diversos (a) : jacent inter singulos plurimi alii intermedii, quos humana Auris distinguere nequit.

§. 1138. Octavæ tam adscendentes quam descendentes possunt esse multæ : omnem Sonum, qui distincte & cum voluptate ab homine audiri potest, in decem Octavis contineri, opinatur Sauveurius, in octo Eulerus (b) : idcirco tonus acutissimus 1024 oscillationes conficiet, quo tempore gravissimus unam absolvit : in qualibet enim Octava altiori est tempus dimidium præcedentis ; est autem $\frac{1}{2}$ numerus $\frac{1}{2}$ elevatus ad decimam potentiam.

§. 1139. Numerus vibrationum, quas chordæ tensæ dato tempore perficiunt, est ut radix quadrata ponderis tendentis, divisi tum a pondere chordæ, tum a sua longitudine : idcirco si duæ chordæ ejusdem longitudinis & crassitiei tendantur diversis ponderibus, erunt pari tempore numeri oscillationum, uti radices quadratæ ponderum tendentium : positis igitur ponderibus uti 1 ad 4, edent chordæ tonos in octava.

§. 1140. Si duæ chordæ, ejusdem crassitiei, differant longitudine, & tendantur ponderibus, quæ sunt veluti quadrata longitudinum, oscillationum numerum pari tempore eundem habent, adeoque sunt unisonæ.

§. 1141. Si duæ chordæ æque longæ differant crassitie, tensæ in ratione crassitiei sunt unisonæ.

§. 1142. Idcirco duæ chordæ, longitudinis & crassitiei diversæ, tensæ in ratione composita, ex ratione crassitiei & duplicata longitudinis, erunt unisonæ.

§. 1143. Ex hac doctrina patet, quare in Instrumentis Musicis chordæ diversæ crassitiei & aliquando diversæ longitudinis adhibeantur : quare chordæ breviores percussæ tonos acutissimos edant : & quomodo a tono gravissimo Bassi eadem chorda disponi possit, ut strideat acutius. Quomodo numerus vibrationum cognosci possit pro quolibet tono, a primo audibili & gravissimo, usque ad acutissimum, fere tridentem auri humanæ : cum illius oscillationes sint intra M' , ut $12 \frac{1}{2}$, hujus vero 12800, nam $12 \frac{1}{2} \times 1024 = 12800$.

§. 1144.

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A.* 1700. (b) *Tentam. Musica C. I.*

§. 1144. Quæcunque de chordarum oscillationibus memoravimus, obtinent in omnibus corporibus sonoris, quæ percussa in limites oscillationes & partium tremores excitantur, uti patet in campanis, poculis vitreis, &c. quæ percussa, ex rotunda figura ovalem induunt, eundo & redeundo; veluti ad oculum demonstramus. In his vero idem quoad tonos & oscillationum numerum contingere, patet ex Experimento Galilæi (a). Cum enim oram scyphi vitrei Aquam continentis, perfringebat digito, sonus excitabatur, & undæ in Aqua: digito dein validius stringente vitrum, ut tonus esset in Octava altior, undæ nascebantur minores, quæ infinita cum accuratatione quamlibet undam ex prioribus bifariam dividebant.

§. 1145. Videamus nunc quoque breviter, quid sit Sonus in Aere, cujus Theoria subtilissima est, quam penitus absolvisse videtur Nob. Newtonus; verum leviora tantum fundamenta sternam, quæ a Tyrōnibus capi possunt. Quoniam undæ in Aere suscitatae Sonum producunt, breviter, quomodo undæ in Aere sint comparatae, expediam.

§. 1146. Concipiamus igitur animo particulas Aereas, a, b, c, d, e, f , (Tab. 13. Fig. 1. 9.) æquali a se positas intervallo. Sit in a , corpus elasticum, vel firmum contremiscens, cujus partes in Aerem incurrant, eumque moveant directione af : Aeris vehementer compressi notabilis copia subito laxetur, parique modo incurrat in alium aerem directione af ; particulæ ejus a, b, c , celerrime motæ, incurrunt in partes anteriores, quæ ipsis resistunt; has autem promovendo acervant, condensantque, donec densati Aeris elasticitas sua resistantia motum partium incurrentium sustulerit; ideo in intermedio aliquo loco e , inter d & f , densitas Aeris fit maxima, minor in d, c, b , minima in a .

Aer densior & magis elasticus in e , proinde retro agat particulas, quæ ex suo loco recesserant, ita ut a , redeat in pristinum locum cum reliquis inter d , & a , intermediis.

§. 1147. Formata ita fuit prima unda Aerea; quoniam vero particulæ e, f , elasticitate se quoquo versus expandunt, directione ad m quoque ferentur; assumptaque distantia fm æquali af , maxima Aeris densitas iterum generabitur inter k , & m , minima in medio inter e , & k , quoniam partes elasticæ e, f se restituendo, motu accepto in majorem raritatem expanduntur; quare ab actione elasticitatis majori inter

(a) *Mechanica Dialog.* 3. p. 90.

ter *k* & *m*, retropellentur iterum particulæ directionibus *l* & *lr*, donec intermediæ pristinum locum, & densitatem recuperaverint: ita formata est altera unda, pari modo sequentes formabuntur.

§. 1148. Non autem hæ undæ se habent, veluti orbes in Aquæ plana superficie concentrici, sed in Aere fiunt quasi in superficie Sphæræ, quia Aer condensatus se quoquo versus vi æquali expandit, & non fiunt hæ undæ in suprema superficie, veluti in Aqua, sed in medio Aere. Hæ undæ Sonum producant, qui modis sequentibus propagatur.

§. 1149. Omnis Sonus propagatur in expansionem sphericam, cujus centrum corpus sonorum occupat. Sit campana in loci ampli medio suspensa, hæc pulsata audietur ab omni parte, in qua auris ponitur: hinc Soni intensitas decrescit in ratione duplicata inversa distantiarum a corpore sonante.

§. 1150. Sunt quoque cuilibet sono sui termini, ultra quos non amplius auditur.

Si quis enim alta voce locutus ad distantiam 100. perticarum audiri possit, hic tamen nequaquam audietur ad intervallum 1000. perticarum. An autem termini, ultra quos non amplius auditur Sonus, definiiri possunt? nequaquam; nam hi pendent a magnitudine Soni, quæ determinari non potest. Quousque quidem propagatus fuerit sonus, ex nonnullis observationibus utcumque hæbetur: Florentiæ, rogante Newtono, tormenta bellica explosa sunt, quorum sonus auditus fuit Liburni, & ad arcem veterem supra montem Rotundum, quæ quinque miliaribus ulterius distat: intervallum Florentiæ & Liburni est 50 Milliarium Italicorum, solum intermedium est montosum, & ventus viæ soni non favebat. Ceteroquin explosa Liburni tormenta audiuntur usque ad portum Ferrajo, inde distantem 66 miliaribus. Gallis Genuam expugnantibus, tormentorum sonus auditus fuit Liburni, quæ distantia est 90 miliarium Italicorum (a). Nihil autem certi quoad limites soni determinari poterit; etiamsi magnitudo Soni cognosceretur, quia ejus propagatio pendet a vento, ab Aeris puritate, intermixtis exhalationibus, elasticitate, densitate, calore, & ab intervallis inter singulas particulas.

§. 1151. Propagatur sonus satis lente (b), non tamen semper pari cum celeritate, sive in eadem, sive in diversis

re-

(a) *Philos. Transf. Num. 113.*

(b) *Lucretius l. VI. v. 166.*

regionibus, quamvis ventus nullus spiraverit. Videtur Gasendus inter primos fuisse, qui ad spatium a sono intra datum tempus percussum attendit. Hic invenit, Sonum intra minutum secundum pedes 1473. percurrisse: accuratius tamen Florentini Philosophi ope incensarum Ballistarum, a quibus dato intervallo aberant, velocitatem Soni determinaverunt; cum enim flamma eodem fere tempore ab adstantibus & remotis spectatoribus conspicitur, intervallum temporis inter visam flammam & auditum sonum ab observatore, in dato spatio a Ballista, dat celeritatem Soni; secundum Florentinos Sonus intra M., pedes 1185. (a) percurreret; postea clarissimi in Gallia Philosophi, Cassinus, Hugenius, Picardus, Romerus, eidem examini intenti, Sono viam 1172. Paris. pedum (b) assignaverunt. Flamstedius & Halleyus in Britannia idem repetentes, posuerunt pedes Parisinos 1070, quam mensuram Nob. Newtonus approbavit: Alii aliam celeritatem invenerunt. Nec dubitandum, quin in Etruria, Gallia, & Britannia summa cura observationes sint captæ. Ex quibus concludebam, Sonum non semper ubivis Terrarum esse æque velocem. Placitum tamen hoc dubium fecit Cl. Derhamus, dum ait, in omni tempestate, sive cælum sit sudum & serenum, sive nebulosum & turbidum, sive nix decidat, sive nebula, seu tonet aut fulguret, sive æstus vel frigus adurat, sive dies vel nox sit, Æstas vel Hyems, sive Mercurius in Barometro ascendat, vel humilis sit, in omnibus Atmosphæræ mutationibus (ventis tantum exceptis) celeritatem Soni nec majorem, nec minorem, sed tantum Sonum magis vel minus clarum esse.

§. 1152. Ex cognita hac celeritate soni in spatio determinato percurrendo, numerus pulsuum sive undarum, & earum distantia in Aere, ope Regulæ a Nob. Newtono traditæ (c) cognosci potest. Inveniatur numerus vibrationum, quibus corpus sonans dato tempore agitur, per hunc numerum dividatur Spatium, quod pulsus eodem tempore percurrere possit, & pars inventa erit pulsus unius latitudo. Invenit Sauveurius fistulam apertam, longitudinis pedum circiter quinque, sonum edere ejusdem toni cum sono chordæ, quæ tempore minuti secundi centies oscillat: adeoque

undæ

(a) *Tentamina Florent.* p. 113.

(b) *Hamel. Hist. Acad. Reg. 1, 2. Sect. 3. Cap. 2.*

(c) *Phil. Natur. Lib. 2. §. 50.*

undæ plus minus 100 in spatio pedum Paris. 1070 excitantur: hinc quælibet unda ab alia pedibus $10 \frac{7}{10}$ distat. Quoniam tonus Musicus admodum acutus editur a chorda, 6400 recursus faciente intra M, ejus undæ tantum a se invicem $2 \frac{1}{160}$ pollices distabunt.

§. 1153. Hæc Soni Lex usum magnum præstat Nautis, cum ex explosis Tormentis, visa nempe flamma & percepto Sono, quantum a se naves absunt, cognoscere possunt. Prodest militi in obsidione urbis, ut quanto intervallo ab ea absit, cum cuniculos agere incipit, cognoscat. Prodest quoque Geographis ad distantias locorum mensurandas, quotiescunque inaccessæ rupes inter loca intermediæ jacent: nec nocet securitati nostræ, ut Fulminis distantiam a loco, in quo versamur, sciamus.

§. 1154. Sonus magnus & parvus est æque celer in eodem spatio percurrente, licet magnus plus spatii in suo progressu conficiat. Id Florentini suis experimentis, captis cum diversi generis Ballistis invenerunt; idem confirmavit Derhamus, cum pulsatio mallei, & fragor sclopeti, pari tempore Milliaris intervallum percurrerunt.

§. 1155. Sonus idem semper æque velox in suo decursu observatur, adeoque undarum Aerearum æquabilis est celeritas.

Primi hoc observarunt Florentini, cum enim in distantia 3000 cubitorum varia tormenta bellica audivissent explodi, numerassentque 10 dimidia minuta secunda: ad intervallum duplo minus dimidio tempore Sonum pervenisse notarunt: idem postea suis observationibus confirmavit Derhamus (a), cum nempe motus Soni est horizontalis. An vero Sonus æque celeriter adscendit in altam, quam descendit? Forte aliquanto citius in montem adscendit, quam descendit, veluti Derhamus collegit.

§. 1156. Ventus secundus Sonum accelerat, & eo magis, quo impetuosius spiravit. Ventus adversus Sonum pro suo impetu retardat.

Gassendus ex suis experimentis, Ventum nec accelerare, nec retardare Sonum collegit: Florentini captis experimentis idem confirmaverunt. Verum Cl. Derhamus, summa fruens opportunitate celeritatem Sonorum observandi, invenit,

Musschenbr. Phys. Tom. II.

L.

nit,

(a) *Phil. Trans.* N. 113.

nit, vento secundo Sonos intervallum inter Blackheat & Upminsterum tempore 111 semisecundorum minorum percurrisse: Vento autem flante adverso, elapsa fuisse 122 semisecunda minuta, ut Sonus eandem viam absolveret.

§. 1157. Ventus secundus Sonum ad majus intervallum defert, quam quidem flante Vento adverso propagatur.

§. 1158. Si sclopeti directione versus locum observationis, vel directione averfa, horizontali, vel sub angulo quocunque cum horizonte explodantur, sonus in suo decursu semper æque celer est, & decurrit pari velocitate supra loca terrestria sinuosa, incurvata, quam plana.

§. 1159. Sonus major minorem suffocat, ut vel non audiatur, vel non distinguatur.

Adfis enim campanæ maximæ sonanti, te loquentem non audiet proximus: nec melius intelligeris positus inter tympana bellica, & tormentorum explosiones.

§. 1160. Quoniam Sonus in Aere est species undæ, a corpore, in quod incurrit, poterit reflecti, adeoque redire ad locum, e quo exierat.

Sonus idem reflexus ad locum suæ originis, qui percipitur distinctus a primo, vocatur *Imago*, vel *Echo*.

§. 1161. Inter hanc & Sonum primarium eo brevior mora intercedit, quo obex reperiens causæ sonanti fuerit propior: si enim obicis distantia a causa 535 pedibus abfuerit, inter Sonum prolatum & reflexum tempus minuti secundi intercedet. Adeoque omnes voces intra hoc tempus ab aliquo prolatae, poterunt, ipso desinente loqui, iterum audiri, quasi prolatae ab Echo; quo obex majori intervallo a causa distiterit, eo plus temporis intercedet inter reditum imaginis; quare Echo hujusmodi poterit esse Poly syllaba, quæ, posito obice causæ sonanti proximo, monosyllaba tantum est.

§. 1162. Quoniam Sonos, infinita celeritate se sequentes, Aure humana Mens non distinguit, sed mora inter eos requiritur, ut distincti audiantur, idcirco quamvis locus Sonum reddiderit ad loquentem, Echo ob propinquitatem obicis non audietur: Musici periti supra violinum distinctos tonos intra M". plerumque ex nervis eliciunt 9 vel 10. cum celerrime sive *Prestissimo* cantilenam ludunt; adeoque Auris exercitati Musici imaginem tantum posset distinguere, cum Sonus reflexus directum æque celeriter, ac in cantilena tonus tonum sequitur: qui ut percipiatur, obex a causa
sonan-

sonante pedibus $53 \frac{1}{2}$ abesse debet; si enim 50 pedibus Par. duntaxat abfuerit, dubito, an peritissimus sonum sequentem a primario distingueret, sed tantummodo audiret clangorem: Auris vero minus exercitata majus intervallum obicis postulat, ut imaginem audiat distinguatque a Sono primario.

§. 1163. Si ad varias a loquente distantias abfuerint obices, quorum proximi humiliores, remoti altiores, aut tantum duo excelsissimi obices fuerint, qui ad eundem locum reddere Sonum possint, diversæ repetitiones ipsius Echo audientur, quarum una sequitur alteram. Quoniam plerumque vox eo debilius auditur, quo e longinquiori loco venerit, erit prima Echo fortissima, quæ e loco proximo; aliæ debiliores: quamobrem vox *Ab* prolata, gemitum moribundi exprimet. Repetitas imagines quoque dabunt muri paralleli altissimi, quales fuerunt Vilæ Simonettæ, descripti a Kircherò, Schotto, Missonio, in quorum uno fenestra, per quam qui loquitur, quadragesies verba sua repetita audit. Quia autem Sonus in suo decursu est æque velox, æqualis temporis intervalla inter singulas repetitiones intercedunt, uti de Lanis & Derhamus observaverunt.

§. 1164. Quicquid Sonum ad locum, unde venit, repercutere potest, causa potest esse ipsius Echo: idcirco muri, mœnia urbium antiqua, sylvæ densæ, ædes, rupesque trans flumen positæ, campi cespitibus ac virgultis exasperati, saxa cava & anfractuosa, tum & nubes, Sonum reddunt: hinc tonitrum mugitus, & repetita murmura; cælo sereno explodatur tormentum, unius momenti sonus fit: in Aere pendeant nubes, soni aliquo modo continuati elicientur.

§. 1165. Potest quoque Sonus conservari, impediendo quominus sphærice se expandat, quod fiet, si tubis vel canalibus longis immittatur, a quorum parietibus reflectitur, unde illibatus sonus ab uno canalis extremo ab alterum pervenit: hinc observante Kircherò, sonus illibatus defertur in Aquæductibus Romanis 500, imo 600 pedes longis, ad quorum orificium qui loquitur, audiri atque intelligi ad alteram extremitatem potest. Ope ejusmodi canalium, etiam si inflexorum, potest Sonus ad quemcunque locum dirigi. Potest quoque Sonus, lucis instar, colligi in exiguo loco, qui quasi focus ejus existit; veluti probant nonnullæ cameræ, quarum lacunar fornice constat elliptica, in cujus altero foco si quis submitte loquitur, potest in

altero foco clare audiri. Tubæ quoque conficiuntur, quæ ex lato ore A (*Tab. 13. Fig. 10. 15.*) in angustum canalem B desinunt, meatui auditorio imponendum; sonus aperturam latiore ingressus, replicatusque aliquoties a Tubæ lateribus, condensatur quasi, ut ex angusta parte in aurem ingrediatur, atque ita validissime membranam Tympani concutiat. Idem observatur, cum aurem Tubæ Stentoreæ angustiori orificio applicuerimus, latiore partem causam versus sonoram dirigendo: hoc modo auxiliamur surdastris, veluti senibus ope perspicillorum. Potest quoque Sonus minui, & quasi suffocari, cum in corpora laxiora, minus elastica, inæqualis superficiei, eum reddendo inepta, incidit: hinc vox perorantis admodum minuitur in camera, cujus parietes tapetibus laxis ornati, aut cum in frequenti concione a multitudine auditorum, propter frequentes hiulcos inter unumquemque, & vestium laxitatem, Sonus continuo intercipitur & suffocatur.

§. 1166. Ope Tubarum Stentorearum augetur Sonus; & ad multo longius intervallum propellitur. Augetur Sonus ab elasticitate Tubæ, quæ a sonante Aere mota, aliquandiu contremiscere pergit, unde quasi idem Sonus repetitur, atque ita idem fere fit, ac si vox eadem a pluribus hominibus simul ederetur. Cum tamen inter primum sonum, ejusque continuati tremores ultimos, notabile temporis spatium datur, auris primum sonum ab ultimis sonis distinguere potest, hinc oritur clangor, efficiens ut sonus minus distinctus evadat: quare ut vox per Tubam prolata, ad intervallum magnum distincte intelligi possit, oportet, ut lente quælibet vox pronuncietur.

§. 1167. Alexander Magnus ejusmodi Tubam habuisse dicitur, qua totum exercitum, quamvis dispersum, convocavit, & ita præsentem stitit, ac si singulis præsens loqueretur, cujus iconem Kircherus exhibet (a), qui deinde aliquam similem fieri curavit: post ipsum Anno 1654. P. Salar Parisiis in usus Musicos Tubam $5 \frac{1}{2}$ pedum fecit. Verum postquam Nob. Morlandus (b) se ad emendandas has Tubas applicuit, post Annum 1671. imprimis innotuerunt. Hic vero excitavit Eruditos, ut optimam figuram, quæ Tubæ dari

(a) *Ars magna Lucis, & Umbre L. 2. Part. 1. Cap. 7.*

(b) *Account of the speaking Trumpet.*

darí potest, investigarent; Problematis solutionem Cassegrai-
nus (a), Conjers, aliique tentaverunt. Verum optime hoc
solvit Cl. Hasius (b), construendo Tubam AB (Tab. 13.
Fig. 11.) constantem ex elliptico corpore AC, cum anne-
xo CB parabolico: si enim in foco Ellipseos A os loquen-
tis ponatur, radii phonici AE, AF, AG, AH, a parie-
tibus E, F, G, H, percussí in C, altero foco ellipseos,
concurrent, qui quoque sit oportet focus parabolæ CB, cum
ellipsi conjunctæ; ex hoc foco C radii phonici CK, CE,
CM, CN exeuntes a parietibus, K, L, M, N parabolæ
repercutientur secundum KO, LP, MR, NS, paralleli ad
axim CB, atque ita ad longum intervallum promoveri pote-
runt. Sola parabolica forma Tubis brevioribus sufficit: lon-
giores e variis ellipsis inter se, & cum parabola conjunctis
construi possunt.

§. 1168. Postquam quid sit Sonus in corpore sonoro, &
in Aere vidimus, plurima alia, quæ ab utriusque actione
pendent, intelligi poterunt.

Sint duæ chordæ musicæ in eodem, vel in duobus Instru-
mentis, sibi proximis, unisonæ; percussa una, sonabit quo-
que altera chorda, ejusque tremor ex imposito levissimo
corpore ad oculum apparebit. Cum enim a tremente chorda
Aer in undas cietur, hæ incurrunt in alteram chordam,
quam, quia hæc pari velocitate contremiscere potest, facile
in similes tremores commovent (1).

L 3

§. 1169.

(a) *Journal des Sçavans A. 1672. p. 131.*

(b) *Tract. de Tuba Stenterophinica.*

(1) Sequenti exemplo res clarius
innotescet. Sit pendulum, seu cor-
pus quantum libet grave a filo pen-
dens, & ad imum punctum in quie-
te positum. Minima quacunque vi,
veluti levi flatu id impelli suppona-
mus, ut oscillare, & a perpendi-
culo parum removeri valeat: ubi
vero suo pondere ad perpendiculum
redit, priorem vim retinet, qua
idem perpendiculum versus partem
oppositam prætergrediens, tantum-
dem versus eam progrediatur, quan-
tum dato flatu versus contrariam
dimovebatur, atque ita integram

oscillationem complebit. Cum ve-
ro iterum cadendo secundam oscil-
lationem incipit, novo flatu nova
vis ei tribuatur, quo fiat ut secun-
dam oscillationem majorem confi-
ciat; qua completa, dum tertia in-
choatur, iterum alio flatu nova vis
addatur; idque porro fiat; his cer-
te flatibus suo tempore iteratis, i-
nitio scilicet oscillationum, corpus
paulatim ejusmodi vim acquirat,
qua ingentes oscillationes absolve-
re ex se possit, nec flatus exigua
vis amplius sufficiat, sed valida o-
pus sit ad id compescendum. Si-
mili

§. 1169. Si sint duæ chordæ in duobus tensæ Instrumentis, vel in eodem, & in octava, percussa illa, quæ tonum acutiorem edit, sonabit altera, atque hæc in medio suæ longitudinis nodum quiescentem habebit. Quia Aer in undas, duplo celerius euntes, agitur a chorda acutioris toni, quam moveri potest ab altera chorda, ea tamen concutit, parisque celeritatis tremoribus agitatur; idcirco hæc in medio suæ longitudinis punctum quietis habere tenetur: nam si fiat duplo brevior, erit unisona cum altera toni acutioris. Observantur vero plura puncta intermedia quiescentia in chordis, quæ percussæ varias Octavas sonarent, nunc autem hoc modo unisonæ evadunt.

§. 1170. Ex his intelligitur 1. Quamobrem nonnullis corporibus sonantibus, etiam nostri artus, ossaque contremiscant? tum quare vitra fenestrarum, scyphi, ipsæ ædes, aliaque in iis corpora sonent? omnia enim, quæ Unisone vel in Octavis gravioribus tensa sunt, quam corpus sonans percussum, consonare tenentur, veluti in chordis §. 1168, 1169, contingit.

2. Cur in vacuo Boyleano omnis sonus cessat? quia etiam si contremiscat campana, in vacuo suo tremores nec cum Aere, nec cum ullo corpore ambiente communicare potest; adeoque nihil est, quod Aerem externum moveat, concutiatque organum Auditus.

3. Si autem experimentum non accurate instituat, sed campana, etiam si recipiens omni Aere orbetur, suos tremores cum recipiente, vel alio solido corpore, cui insistit, & quod

mili ratione videmus unum hominem hisce pulsibus opportune, statisque temporibus iteratis ingens campanum æs movere, ad quod postea compescendum, hominum turba frustra laborat. Quod si pulsus isti perturbato ordine tribuantur: tum tantum abest, ut vis penduli, vel æris campani augeatur, quin potius minor fiat vis illa per priores pulsus acquisita. Quibus præmissis facile intelligitur qui percussa chorda & sonum edens, propinquas alias unisonas ad resonandum adigat. Pulsus siquidem a nervo resonante per aerem propagati circumposita quæque corpora offendunt, inter quæ si nervus sit resonanti concors, sive ad unisonam

tensus, cum primum ab aere pulsus est, primamque vibrationem explevit, secundæ vibrationis initio ab alio veniente pulsu vim majorem acquirit, quippe qui vibrationes conficit cum resonante nervo æquediurnas: alii vero nervi cum non eadem motus celeritate itus, reditusque suos compleant, ac nervus resonans, primo quidem ictu ad motum aguntur, verum motus iste a secundo ictu aut minuitur, aut destruitur. Quod vero de nervis dictum, de ceteris corporibus debet intelligi. Tum & illud liquet; sonus insensibiles primum a resonante corpore formatos, a corporibus porro in quæ incurrunt, referri ampliores.

quod tremores Aeri externo impertit, communicare possit, tum percussæ campanæ Sonus aliquis auditur.

4. An non in Aere rariori Sonus minuitur, propter minorem rarefacti Aeris elasticitatem? ideo in Aere densiori est aucta Soni intensitas: potestque campana in Aere condensato clausa ad longius intervallum audiri, quam cum in Aere rariori sonabat: hoc si verum, tum quoque aucta Aeris elasticitate, & manente densitate eadem, quemadmodum fit, cum Aer inclusus recipienti ad ignem calefcit, Soni intensitas incrementum debet; quod fieri notarunt quoque Philosophi.

5. An sonus in inflatis fistulis oriundus pendet a tremore arundinis aut lingulæ, ut & ab Aere per fistulas currente, cujus undæ vel citius vel lentius explicantur pro fistularum longitudine differente, aut foraminum lateralium situ? an vero Sonus fistularum tantum ab Aeris interni tremoribus pendet? Plurima hic restant quæ Sonum in Aere spectant, sed quæ in his Institutionibus tradi non possunt (1).

L 4

§. 1171.

(1) Opportunus hic locus esse videtur, ut antequam missa hæc doctrina fiat, novæ Cl. Mairani Theoriæ de Soni per aerem propagatione in Monum. Reg. Scient. Academiæ A. 1737. relatæ specimen exhibeamus. Putat vid. Vir Cl. quod quemadmodum in simplici lucis radio plurium diversæ refrangibilitatis radiolorum veluti fasciculus continetur, quorum alii rubrum, alii flavum, alii alios colores excitare apti sunt; ita in soni vehiculo seu aere, quod luce longe crassius corpus est, plures contineantur diversæ elasticitatis partes, quarum aliæ unum modo tonum, aliæ alterum excitare aptæ sunt; ita quidem ut non per omnes obvias aeris partes datus sonus ad aures usque nostras vehatur, sed per eas modo, quæ elasticitate sua datum illum sonum in se recipere, & transferre possunt. Non levia sane verosimilitudinis indicia hæc præferre videtur sententia. Et imprimis analogia cum lucis radiis non exiguum ei pondus addit. Quis sane crederet, nisi experimentis extra omnem dubitationis aleam positum esset, in lucis radio quin-

que, vel septem eterogeneos radiolos contineri, diversa velocitate, variisque attrahentibus viribus præditos? Quid ni & de aere idipsum affirmabimus, quem luce longe crassiolem esse constat? Reapse plures eterogeneas contineri in aere partes indubium est, omnium scil. perspirabilium, & accensorum corporum exhalationes, seu terrestrium omnium corporum, sive firma, sive fluida fuerint, subtilissimas particulas, quas diversa figura, magnitudine, elasticitate pollere pro varia corporum, ex quibus egrediuntur, conditione, nemo inficiabitur. Quemadmodum ergo nervus resonans ex aliis contiguis eos modo ad resonandum adigit, qui ad unisonum tensi sunt, seu qui eisdem eodem tempore cum resonante nervo vibrationes edere possunt, idipsum in aeris particulis locum habere putat Mairanus; omnes quidem illæ ad datum sonum impelluntur & vibrantur; at ex iis, quæ ratione suæ elasticitatis, datum sonum in se recipere, & conservare possunt, aliis contiguis concordibus seu unisonis eundem motum communicant, hæ-

que

§. 1171. Oportet ut breviter nunc videamus, quid sit *Sonus* in mente, & quomodo hæc audiat, quod fieri nequit, nisi aliquomodo *Auris* fabricam exponamus, veluti *Oculum*, *Visionem* explicaturi, descripsimus. Duæ homini *Aures* datæ, laterali, mediæque capitis parti appositæ eo modo, ut quicumque *Sonus* ad caput allabatur, necessario alterutram, vel utramque *Aurem*, feriat.

§. 1172. Est substantia propria *Auris* cartilaginea, tenuis, elastica, ut facillime ab *Aeris* undis in tremores concitetur; membranis obducitur, ne *Soni* clangosi evadant: superficies externa *A B* (*Tab. 12. Fig. 12.*) donatur nonnullis eminentiis & cavitatibus, capiendo, reflectendo, dirigendo sono in concham, ne laberetur atque erraret, priusquam sensus ab hoc pulsus esset, destinatis, aptisque. Potest ope trium musculorum internorum, & trium externorum, ita tendi, expandi, applanari, ut quibuscunque tremoribus, & sonis capiendis, vel aliquomodo arcendis, aptetur, & cum iis etiam harmonice contremiscat.

§. 1173. In fundo *Conchæ*, sub *Trago* cartilagineo *C*, incipit *meatus Auditorius*, ellipticæ figuræ, cujus apertura

plerumque est $5 \frac{1}{35}$, linearum *Quadrat. Pollic.* & magnitu-

dinis respectu totius *Auris* uti 1 ad 50, quamobrem *sonus* ad *aurem* illapsus, & *meatum* ingressurus, potest esse quinquagesies intensior, quam si absque *Aure* *meatum* intrasset. Hic duos & quasi *corneolos* habens introitus, est *tuba DE*, partim *ossea*, partim *cartilaginea*, 9 *lineas* longa, 4 *alta*, 3 *lata*, *cylindro-elliptica*, serpentino progressu *DF* ascendens, tum descendens, *FE*, iterumque ascendens, terminatur a *membrana Tympani G*, oblique apposita, formante *angulum obtusum* a parte superiori; *acutum* ab inferiori, ne *Sonus* recta ipsam feriret, sed post varias in hac *tuba reflexiones*, admodum oblique illaberetur in *membranam*

que porro aliis similibus, donec tandem ad *ares* usque nostras is motus appellit. Nec sane aliter rem intelligi posse videtur; cum enim *tonorum* diversitas ex vario *vibrationum* eodem tempore factarum numero pendeat, pluresque simul *toni* per *aerem* transferri valeant, & a nobis audiri, nisi vatiæ essent in *Atmosphæra* partes va-

rios *tonos* referentes, dicendum esset eandem *Atmosphærae* partem simul & eodem tempore diversos *vibrationum* numeros efficere; ita e. g. cum *octava* seu *diapason*, cum interjecta *quinta* simul auditur, eandem *aeris* quantitatem simul & eodem tempore 400, 300, & 200 *vibrationes* efficere oportet; quod absurdum esse patet.

nam a parte superiori deorsum, quo artificio diutissime facta recta manet, nec facile a Sonis intensioribus rumpitur.

§. 1174. Membrana Tympani undique arcte adhæret margini meatus ossei, nullo pertusa foramine, concava est a parte Auris externæ, convexa a parte interna: ipsi adhæret manubrium *b* mallei, quod ad ejus medium fere excurrit. Malleus autem articulo conjungitur cum Incude *k*, hæc cum ossiculo exiguo *i*, hoc cum Stapede *n*. Tres musculi Malleo affixi efficiunt, ut membrana Tympani tendatur, remittatur, convexior vel planior fiat, quibus modis disponitur, ut harmonice cum Sono, ipsam afficiente, contremiscat.

§. 1175. Post Tympani membranam cavitas insignis sequitur, quæ Tympanum, vel Tympani cavitas appellatur, irregularis figuræ, elliptico corpori similis, longitudinis & latitudinis 4 linearum: in hoc Tympano posita sunt quatuor memorata ossicula: hiant quoque in eodem aliquot foramina cellularum mastoidearum, tum fenestra rotunda, fenestra Ovalis, & Tuba Eustachiana *M*; per hanc Aer ex cavo in internum os libere exit, & ingreditur ex ore in hoc cavum, ita ut ejusdem elasticitatis cum Aere externo sit. Idcirco Aere sonoro exteriori afficiente membranam Tympani *G*, etiam ab hujus tremore in similes undas concitabitur Aer internus Tympani.

§. 1176. Altera Auris pars interior, Labyrinthus est, in quo primum occurrit vestibulum, quod est cavum, irregularis figuræ, duas lineas longum & latum, sesqui altum, ossi petroso insculptum: in eo hiant quinque orificia trium canalium semicircularium *O*, *P*, *Q*, orificium cochleæ *S*, orificia quinque pro nervis supra *S*, & fenestra ovalis, quæ membrana occluditur, cui inhæret stapes *n*.

Sunt autem tres canales ossei semicirculares, *O*, *P*, *Q*, (*Tab. 13. Fig. 13.*) quinque tantum orificiis præditi, intus cavitatem ellipticam habentes, hiantes in vestibulum *n*, quemadmodum quoque Cochlea *S*, quæ est canalis conoides, osseus *S T* circa conum convolutus, duas spiras cum dimidia absolvens, quæ tendunt a basi ad apicem acutum *T*. Cochleæ cavitas dividitur in duo cava, a se distincta ope septimenti tenuissimi *XZ* (*Tab. 13. Fig. 14.*), partim ossei *a, a, a*, partim membranacei *b, b, b*, hujus membranæ fibræ decurrunt ab axe Cochleæ ad exteriora, veluti Radii circuli a centro ad peripheriam; sunt proinde, a basi latiori ad apicem supputando, diversissimæ longitudinis: qua-

quamobrem hæc membrana est quasi Scala Triangularis; composita ex plurimis chordis tensis, diversissimæ longitudinis.

Cavitas altera Cochleæ terminatur ad foramen rotundum, membrana tenui clausum; hoc foramen desinit in cavitate Tympani, opponiturque centro membranæ Tympani.

§. 1177. Nervus Auditorius incipit conspici in Cerebro ad protuberantiam annularem Willisii, bifariam distinctus, in mollem, durumque; qui ambo ingrediuntur foramen latum in osse petroso: Mollioris pars V (Tab. 13. Fig. 12.) per quinque foramina prope S ingreditur vestibulum r, formando ibi membranam, obducentem superficiem internam vestibuli, & canalium semicircularium O, P, Q; tum decurrunt intra duplicaturam Scalæ Triangularis XZ Fig. 14.) in Cochlea, in qua explicantur: Est hic igitur proprie Organum Auditus (1).

Cavitates hujus Labyrinthi impleti sunt necessario Aere ejusdem elasticitatis ac est in Tympani cavo, qui tamen per singulare foramen non intrat, nec exit, sed tantum advehitur cum humoribus, qui ex vasculis evaporantur, ut nervi molles maneant, qui Aer cum iisdem humoribus quoque resorbetur, atque ita perpetuo renovatur.

§. 1178. Quamobrem Auditus sequenti modo peragitur: Sonus in Aere externo excitatus, allabatur ad Aures AB (Tab. 13. Fig. 12.), ingreditur Concham, tum meatum Auditorium DE, in tremores redigit membranam Tympani G: hac tremente, Aer, qui est in cavo Tympani, in undas Sonoras quoque agitur; hæc occurrunt foraminis rotundi membranæ, & hanc in tremores cient, hæc Aerem in uno cavo Cochleæ contentum, qui in scala Cochleæ S, nervos afficit: hic motus per nervum ad Cerebrum delatus, efficit, ut

Mens

(1) Aristoteles, plerique etiam Veteres primam interioris auris cavitatem, seu tympanum undique clausum esse reputarunt, nec patere ex ea cavitate ad palatum usque per tubam Eustachianam aditum: ne vero vacuum eam cavitationem dicerent, statuerunt *innato & implantato* aere plenam esse; eumque adeo aerem auditus sensorium, & ad audiendum proximum animæ instrumentum posuere. Sed si ita se res haberet, ad quem finem tantus rerum apparatus post

tympanum in ulteriores auris cavernula positus esset, cochlea vid., labyrinthus, membrana, nervusque auditorius? Sed præterea jam constat aerem tympano inclusum ejusdem esse naturæ cum aere quem respiramus, & cum ipso communicare per tubam Eustachianam. Quamobrem videtur tympani cavitate contentum aerem esse potius soni vehiculum, & per eum ad interioriorem organi partem, ipsumque sensorium, magis distinctum sonum transferri.

Mens audiat, forte non admodum distincte, audit tamen; sed ea distinctissime cupiente cognoscere Tonos, tenditur membrana Tympani G ope Musculorum Mallei, ut harmonice contremiscat, tenditur etiam ope Musculi Stapedis membrana fenestræ Ovalis, ut & hæc harmonice cum ossiculis tremat, & vehementius, quam a solo Aere Tympani affici potuisset, tremente hac membrana, etiam Aer interior in Labyrintho r, tremet, qui efficiet nervos, expansos supra canalium semicircularium O, P, Q, internam superficiem, atque simul afficiet eos in Scala Cochleæ S. Sonus vero quilibet in hoc Aere excitatus, afficiet aliquot fibrillas, *b, b, b,* (Fig. 14.) harmonice tensas, per §. 1168., & 1169. hæc Nervos, qui hos motus per cerebrum ad Mentem deferentes, efficiunt, ut hæc distinctissime Tonos Sonoros percipiat (1).

CAP.

(1) Gravis sane hic occurrit difficultas, ut explicetur, qui fiat, ut unus idemque nervus auditorius majori, aut minori, variaque ratione motus, tot varios ac specie diversos sonos eodem tempore exprimat; eadem quippe chorda, aut membrana eodem modo tensa eundem semper sonum reddit; quocunque pulsetur impetu. At si veras propriasque omnium partium auris, & præcipue nervi auditorii sciremus figuras, figurarumque proprietates, quemadmodum in oculorum humoribus id cognoscere datur, varium in variis sonis motum, variamque nervi auditorii pulsationem, unde omnis sonorum varietas proficiscitur, cognosceremus, quemadmodum quæ ad visionem spectant; variasque objectorum perceptiones non ignoramus. Sed longe dispar est de visione, & auditione ratio: ita enim comparatum est, ut lucis natura obscurior nobis sit, quam natura soni; at soni proprietates, ejusque percipiendi ratio abstrusæ admodum sunt, cum contra pleræque visionis proprietates satis nobis innotescant. Scimus quidem qua ratione in oculi humores lux incurrens refringatur, & ad retinam perducta rerum externarum imagines exprimat; sed nos latet quid potissimum præstet aer

commotus, & per aurium anfractus recessusque agitated, nisi solum quod experientia confuse & universim constet, sonos omnes ex tortuosis locis, & inclusis referri ampliores. Quidam nervi Auditorii structuram hac ratione non prorsus improbabili divinare conantur, quam & Auctor noster indicare videtur. Si cithara variis chordis, longioribus, brevioribus, crassioribus, tenuioribus, iisque magis, minusque distentis instructa sit, ut varii soni ex chordis illis elici possint; tum in alia cithara chorda quædam pulsetur, hæc tremorem ex pulsatione conceptum proximo aeri communicans, prioris citharæ chordas resonare faciet, non quidem omnes, sed eas modo quæ ipsi concordantes sunt, & ad unisonum tensæ, ut supra declaratum est. Eadem ratione Cl. Viris concipitur auditorius nervus, non scilicet simplex, sed ex innumeris nervulis compactus, quorum alii aliis tenuiores, & magis aut minus distenti, ut ita diversos sonos edere possint; hi proinde nervuli, seu filamenta nervorum non ad quemlibet sonum concuti omnes & resonare valent, sed pro varia corporis sonori extra positæ specie nunc hi, nunc illi pulsantur, indeque fieri oportet ut nunc graves, nunc acutos sonos, magnamque eorum varietatem percipiamus. Sed

§. 1179. **M**eteora vocamus omnia corpora sublimia, inter cælum Terramque versantia, quæ, in Atmosphæra suspensa, natantia, mota, propulsa, incensa, conjuncta, separata, adscendentia, vel descendencia, Phænomena qualiacumque excitant.

§. 1180. Varia & multa Terrarum orbis expirat, quæ in sublime adscendunt, atque cum Aere permiscuntur. Sunt hæc subtilissimæ fere omnium terrestrium corporum particulae, sive Firmorum, sive Fluidorum fuerint, sive a Natura, sive ab Arte productorum: veluti sunt. I. Quicquid Spiritum odorum quarumcumque Plantarum, Florum, Fru-

Sed unde oritur, ut cum numeri vibrationum simul a chordis factarum sibi invicem respondent in octava seu diapason, in quinta seu diapente, &c. in ratione scil. dupla, & sesquialtera &c., tum soni aures, animumque delectent; cum vero vibrationum simul factarum numeri incommensurabiles sunt, vel admodum inter se distant, soni edantur molesti, qui scil. auditum torqueant, & exasperent? Difficillima sane quæstio, ac cognitionis nostræ limites facile excedens, quod perfecta nervi auditorii structuræ cognitio, ejusque motus cum animi sensibus connexionis lex nos valde fugiant. Ex tamen ita a quibusdam solvitur. Tribus diversæ longitudinis filis suspendantur tria pondera, hac lege, ut quo tempore longius filum binas complet oscillationes, brevius quatuor, & inter horum longitudines medium filum tres tantum oscillationes conficiat; quod facile obtineri potest, si filorum longitudines fuerint, ut 16, 9, 4. Tum si a perpendiculo æque hæc pondera removeantur, & simul demissa oscillationes suas eodem omnes momento incipiant, venusta erit eorum filorum mixtio, ea-

que mirifice oculi delectabuntur, ob illum nempe periodicum motum, quo simul oscillationes suas pendula efficiant, ita ut quarta recurrente brevioris filii vibratione periodus absolvatur, simulque incipiant ab eodem termino moveri omnia. Similis est vibrationum compositio, quibus auditus organum pulsatur, dum octava seu diapason cum interjecta quinta seu diapente resonatur; similisque adeo sensus jucunditas adesse debet. Quod si numeri oscillationum in pendulis, aut ictuum in sonantibus chordis eodem tempore confecti vel invicem sint incommensurabiles, vel ita inter se distant, ut non nisi post longum tempus determinatus vibrationum numerus in singulis recurrat, tum ut inordinata oscillationum pendulorum mixtio visum confundit, ita discrepantes nimium & incommensurabiles resonantium chordarum vibrationes, pulsusque moleste admodum auditus organum vexant & excruciant. Etsi vero adductis exemplum modo, non jam quæsitæ rei causa contineatur, iidem tamen meliora nec a Philosophis sunt adducta hucusque, nec adferri unquam posse videtur,

Fructuumve constituit, qui sponte ex iis exhalare solet, & volatilis est. 2. Aquæ Plantarum omnium exhalantes sponte, vel a Sole, dum exsiccantur, elicite. 3. Spiritus ardentis, qui ex succis Plantarum fermentatis conficiuntur, qui magna copia in usus humanos arte præparantur, & volatiles sunt, quibus similes Natura gignit, quotiescunque ex succulentis Plantis elapsus liquor repenti Aeri committitur; aut Plantæ ipsæ, Aqua humectatæ eidem Aeri exponuntur. Hinc nonnullorum Fluminum Aquæ fermentantur, & Spiritus ardentis eructant, veluti de Aqua Thamefis id est notissimum, & de Aqua fluminis Alutæ idem notavit Tylkowsky (a). 4. Plantarum Olea Sol volatilia facit, & dispergit per Aërem, ut docet earum exsiccatio, qua ita oleis suis orbari possunt, ut non amplius Ignem alant. Horrendus fœtor, qui in Laboratoriis eorum datur, qui saponem coquunt, pendet tantum ab oleo volatili. 5. Plantarum Salia quoque in Aërem adscendunt, uti combustarum fuligo salsa docet: sed & putrefactione, exsiccatione, fermentatione hæc volatilia evadunt. 6. Fuligo præter Salia & Olea, etiam multum Terræ volatilis secum vehit: Cineres montium ardentium, uti Ætnæ & Vesuvii ad centena milliaria in Aëre provolvuntur (b). Venti tenues Ægypti, Æthiopiæ, Arabiæ, Guzarath, Lybiæque arenas undarum instar per Aëra deferunt, quibus exercitus Cambyfis obtectus fuit (c). 7. In Atmosphæram se recipit, quicquid subtilissimum ex omnium Animalium corporibus undique expirat, & sub nomine perspirati Sanctoriani venit. 8. Sudor animalium. 9. Olea Animalium subtilissima ex putrefactis cadaveribus genita. 10. Salia volatilia Animalium. 11. Ex Fossilibus autem plura Atmosphæram implent, quam memorari possunt, præcipua autem hæc sunt, Vapores Aquarum dulcium & Oceani. 12. Sulphura non incensa, quæ ex montibus Vulcaniis copiose eructantur, aut sunt in lithantracum fumo: Horum ardentium spiritus acidi admodum suffocantes, qualis ex locis, quæ *Averna* vocantur, exspirant, veluti apud Cumas, in ipsa Athenarum arce, in Syria (d). Huc referenda sunt Arsenicum, Auripigmentum, Cobaltum, Sulphur Antimoni, Bismuti, Zinci; tum quæ in aliis locis ex Terræ su-

per-

(a) *Philos. Curios.* (b) *Philos. Transf.* N. 21.

(c) *Seneca Q. N. L. 2. C. 30. Varenii Geogr. S. 6. C. 21.*

(d) *Lucret. L. VI. V. 740.*

perficie exeunt, & sæpe incensa ardent, veluti apud Græ-
 tianopolim, & in agro Petramalæ a Blanchino descripta (a),
 qualia etiam Galeatius ad Barigatiam profectus notavit
 (b), & alia ardentia, quæ Cl. Ripa elegantissime descri-
 psit (c). Sunt etiam multi fontes, quorum Aquæ, simulac
 Flamma admovetur, incenduntur, propter tenue Sulphur,
 ex Terra simul cum Aqua eructatum, & hac volatilius (d),
 13. Olea Terræ & Petrolea: est enim quod ex Monte Ci-
 riaco colligitur, admodum volatile (e). 14. Salia diversis-
 simorum generum, quæ omnia aliquantum volatilia sunt,
 atque Atmosphæram quasi implent; præcipue matrix Nitri,
 Vitrioli, Aluminis, Sal marinum, &c. & horum acidi
 Spiritus, ex montibus Vulcaniis erumpentes, aut ab igne
 subterraneo hinc inde producti; tum Acidum vagum Fon-
 rium & Fodinarum, hoc enim metalla & alia corpora in
 Aere corrodere solet. 15. Immo & omnium Metallorum &
 Semimetallorum partes in Igne vulgari volatiles fieri pos-
 sunt, sive solæ, sive ope additorum corporum. 16. Insuper
 innumera alia ex visceribus Terræ continuo exspirant sur-
 sum: præcipue ex fodinis metallariis, quæ pallidas reddunt
 hominum facies, eosve interimunt (f): quadruplex diver-
 sum genus in fodinis Lithanthracum deprehensum notavit
 Listerus (g), quod Fossorum candelas aut extinguit, aut
 eas suffocat, vel in convulsiones conjicit, aut incensum o-
 mnia viribus immensis disjicit. Quibus addatur Spiritus ad
 exiguam altitudinem a Solo tantum in crypta canina, aut
 in Lapidina Pyrmontana adscendens (h); ut & ille, qui
 ex puteo in Insula vecti, adeo lethalis exspirabat (i). Ex
 monte Phrygiæ prope Hierapolim pestilens vapor exit (k).
 Idcirco quicquid arte Chemica ope Fermentationis, Putre-
 factionis, Solutionis, Attritus, Effervescentiæ, aut Ignis
 produci potest, & volatile fit, id quoque a Natura, iisdem
 usa operationibus, factum, in Atmosphæram adscendit, quæ
 ita Officina Chemica præstantissima & perfectissima evadit,
 com-

(a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An. 1706.*

(b) *Comm. Bonon. Vol. 1. p. 106.*

(c) *Dissert. Meteorol.* (d) *Lucret. VI. V. 879.*

(e) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An. 1736.*

(f) *Lucret. L. VI. V. 808.* (g) *Philos. Transf. N. 117.*

(h) *Phil. Transf. N. 448.*

(i) *Phil. Transf. N. 450.*

(k) *Plinius L. 2. C. 93.*

comprehendens ex omnibus corporum generibus partes , & producta innumera . 17. Præter hæc omnia natant plurimæ per Aera dispersæ plantæ , veluti sunt Mucagines , Musci , Semina subtilissima & invisibilia Plantarum , fungorum . 18. Diversissima Animalcula .

§. 1181. Nonnunquam ingentes copiæ & tractus corpusculorum ejusdem generis in Atmosphæra natant , quæ tantum differunt a conditione priori , quum collecta massam componebant , quod a Firmo in Fluidum , vel ex Fluidum in Fluidum rarius conversa sunt , eorumque partes remotius a se solutæ , nunc in Aere , sibi nequaquam contiguæ hæreant , quamobrem multas proprietates , quæ a raritate non mutantur , retinuerunt , viresque eas exercere poterunt , quas antea , cum Fluidum aut Firmum componebant , vel simulac iterum in unitam massam conjungentur .

§. 1182. Hujusmodi tractus uniformium partium in Atmosphæra hærentium , a ventis propulsi occurrunt aliis diversi generis partibus , quibuscum permiscentur : tum vero iidem , vel similes effectus orientur , quos artificiali permixtione eorundem corporum fieri observamus . Quoniam autem mortales paucissima corpora huc usque in partes dissolverunt , easque secum permiscuerunt , in Atmosphæra autem hæreant fere omnium corporum Terrestrium partes , quæ sibi occurrunt , & in sublimi permiscentur , orientur ab iis effectus nondum observati , & quibus similes non vidimus ; quamobrem plurima Phænomena , quæ nec clare intelligi , nec demonstrari poterunt , orientur ; nisi postquam plurima experimenta permixtionum capta fuerunt , quarum tamen perfecta doctrina , propter numerum , haberi non poterit , uti patet unicuique in Combinationum scientia versato , quamobrem nonnullorum Meteororum causam semper ignorabunt Philosophi .

Sed & plurima diversaque secum permixta simillimos suscitant motus , adeoque in sublimi sæpius similia Phænomena a variis exhalationibus suscitabuntur : adeo ut earundem apparitionum non semper eadem causa futura sit .

§. 1183. Cumque propter Terræmotus ingentes in ejus abditis visceribus fiant mutationes , crustæque sive densiores , sive lapideæ , quæ antea nonnullorum corporum Exhalationes foris erumpere impediabant , frangantur , & removeantur , poterunt nunc illæ , disrupto solo & patefactis faucibus , in sublimi ascendere , nova excitare Phænomena , nondum audita vel conspecta , quæ durabunt , quamdiu ejusmodi materie fomes subsistet ; quo sublato aut consumpto , iterum cessabunt .

fabunt. An hinc nonnulla sæcula fertiliora aliis in progignendis Meteoris, alia vero steriliora? Erunt quoque Meteora suo natali solo propria, cum a diversarum regionum exhalationibus admodum discrepantibus pendeant. Ad accuratam igitur Meteororum cognitionem desideratur, ut quilibet in sua regione illa observet & describat.

§. 1184. Quodcumque ex Terra in altum adscendit, vocatur *Vapor*, vel *Exhalatio*. Vapor constat ex quibuscunque Aquosis & humidis partibus: Exhalatio ex partibus subtilissimis quorumcunque corporum Firmorum vel Fluidorum, nec Aqueis, nec humidis.

1185. Ingens Vaporum & Exhalationum quantitas continuo ex Terra in altum adscendit, quibus dum Atmosphæra impletur & inquinatur, necesse est, ut plurima Phænomena suscitentur. Ultrajectis deprehendi ex Evaporationibus Aquæ multorum annorum in loco aperto, sed tenebrioso, mediam aliquam capiendo, eam anni spatio circiter esse æqualem 29 pollicibus Rhenolandicis; a qua observationes Sedileavii in Gallia captæ (a) vix differunt. Cl. tamen Halleyus ex vase Aquæ pleno, & intra ædes Collegii Greshamensis ita posito, ut Solis radii & venti eo penetrare haud possent, toto anno exhalatione periisse octo digitos reperit. Si autem nostris observationibus innixi, 29 pollices evaporasse statuamus, hi in Aere natantes, & ad minimum millies rariores facti, altitudinem perpendicularem 2416. pedum occupabunt. Si dimidia Terræ superficies ponatur tecta Aqua, & ubivis parem Aquæ copiam in altum adsurgere, impleretur universa Atmosphæra undique circa Terram a solis vaporibus ad altitudinem perpendicularem 1208 pedum. Quot milliones doliorum navalium Aquæ singulo die ex Mari Mediterraneo sub forma vaporis adscendant, pulcro experimento determinavit Inclytus Hallejus (b): adeo ut quantitas vaporum quotidie adscendentium fidem superet. Terræ superficies reliqua ubivis consita est plantis, si deserta quædam arenosa excipiamus. Plantæ Exhalationum & Vaporum maximam copiam perspirant; nam secundum

observationes laudatissimi Halesii (c), Heliotropium 3 =

al-

(a) *Memoires Mathe. & Physiq. A. 1692.*

(b) *Philos. Transf. N. 189.*

(c) *Vegetable Staticks §. 1.*

altum pedes, spatio duodecim horarum ad minimum ¹ —

⁴
 It̄ exspirabat, adeoque fere tantum, ac Sol intra diem ex superficie Aquæ trium pedum quadratorum attollere solet. Posita simili reliquarum Plantarum expiratione, Vegetabilia non minorem copiam in altum emittent, quam ex Aquis omnibus assurgunt vapores. Ex suis corporibus Animalia etiam quam plurimum perspirant, adulti enim hominis perspiratio est ad eam Heliotropii memorati, veluti 141 ad 100; ita & reliquorum animalium ponere licet: nam notante Keillio, homo 24 horis exspirat 31 Uncias, Halesius vero Heliotropium 22 Uncias eodem tempore perspirare observavit. Quamvis numerum animalium in Terra simul viventium ignoremus, scimus tamen eum esse maximum, quoniam Exhalationes animalium non parum Atmosphæram implebunt: quibus si Exhalationes Vegetabilium, quæ per universum orbem exsiccantur, putrescuntve, tum incensorum corporum in usus quotidianos copiosissimi fumi, ut & ardentium montium; tum perspiratæ variæ partes ex visceribus Terræ, ab Igne excussæ subterraneo, accedant, liquet continuo ingentem copiam Exhalationum & Vaporum adscendere in sublimem Aera, inque eo Meteororum abundantem scaturiginem contineri.

§. 1186. Vapores & Exhalationes in altum propter varias causas adscendunt, quarum hæ sunt præcipuæ. 1. α Ignis terrestris, subterraneus, & Solis, ingressus corpora, eorum partes rapido agitatur motu, subtilissimas & a cœtu materiæ depulsas, excutit e corporibus, magnaque rapiditate, secundum leges percussionis, in altum propellit (1). β

Musschenbr. Phys. Tom. II.

M

Ignis

(1) Dum vero in altum divulsa terrestrium corporum partes propelluntur, earum subtilitate fieri potest, ut instar corporum minus in specie gravium non descendant, variisque aeris regionibus, ad quas projectionis vi pervenerunt, sustineantur. Id sane ab aeris & Atmosphære partium tenacitate, qua fluida quæque donari constat, suam habet originem. In corpore siquidem aere graviore (quod & de levioribus intelligi etiam debet) duplex est vis, alia qua corpus

deorsum trahitur, altera qua idem cohibetur, quominus deorsum descendat. Prior ab ipsius corporis gravitate oritur, quæ semper quantitati materiæ, seu ipsi corpori est proportionalis; secunda vero a partium aeris cohæsione dependet; has enim omnes a se invicem separare corpus debet, ut descendere possit; cumque partes separandæ eo plures sint, quo major fuerit ejus corporis ambitus, patet eam vim, qua corpus descendere cohibetur, in eadem ratione esse cum ipsius

Ignis quoque corporum particulas ingreditur, easque rarefacit: si igitur aliquas a reliquo cœtu separaverit, & deinde rarefecerit, ut, quæ antea ejusdem gravitatis specificæ ac Aqua fuerant, diametrum decies majorem acquirant, habebunt volumen millies amplius, sub quo eandem materiæ copiam concludentes, Aere specificè leviores erunt, quamobrem per illum adscendent; donec rariori Aeri, parisque secum densitatis, occurrant. Quo igitur Aer est gravior, eo minor corporum rarefactio, ut adscendant, requiritur: quo Aer est levior, rariorque, eo major rarefactio corporum desideratur: idcirco quoties Mercurius humilem stationem in tubo Torricelliano servat, pauci vapores adscendent, sed copiosiores, cum Mercurius est alte suspensus, veluti Cl. Graden frequenter observavit (a). γ . Ignis corpora in partes tenuissimas solvit, si proinde aliquas subtilissimas e reliqua massa excusserit, quæ præ subtilitate singulis particulis Aeris leviores sint, poterunt per Aera sursum ferri, pari modo ac superficie leviores. δ . Plurima corpora eidem Igni cum Aere exposita, plus Ignis quam Aer in se recipere, & aliquamdiu retinere possunt: cum vero Ignis in æquilibrio cum omnibus vicinis corporibus & spatiis esse nitatur per §. 791, 793. simulac partes subtiles corporum a reliquo cœtu pepulerit, atque in earum poris copiosius, quam in vicino Aere, ingressus sit, una cum illis in Aerem avolat; eo rapidius, quo majus discrimen æquilibrii in calore Aeris & partibus, in quibus hæret, datur: hac ratione autem partes volatiles simul cum suo Igne æque lateraliter, ac sursum abripiuntur, uti vesperi diebus serenis æstivis in vapore

ex

(a) *Philos. Transf. N. 171.*

ipsum corporis ambitu & superficie. Vis ergo qua corpus in aqua descendit, corpori ipsi seu massæ est proportionalis; resistentia vero quæ descensum impedit, superficiæ ejusdem corporis proportionem respondet. Quo igitur corpus deorsum descendere possit, earum virium prior alteram superare debet; si enim aut æquales sint, aut gravitas a resistentia vincatur, corpus in medio aeris suspensum remaneat, necesse est. Liqueat ergo quodvis corpus aere gravius, in particulas adeo tennes dividi posse, ut tandem resistentia gravitatem aut ex-

cedente, aut æquante, descendere nullo modo valeat; superficies enim cui vis resistentiæ respondet, in divisione corporis augetur, & infinite quidem potest augeri, cum corpus in infinitum dividi possit. Quod de aere dictum est, potiori jure in aqua obtinet, cum ejus partium cohesio partium aeris cohesione longe major sit: hinc intelligitur graviora in specie corpora si in minutissima frustula fuerint comminuta, ut terræ, salium, metallorum &c. particulæ, cum in aere, tum in aqua sustineri posse, nec deorsum ruere.

ex fossis adscendente, & se æque lateraliter supra prata expandente, & adscendente, videre est, vel cum durante gelu, vespertino tempore insignem in glacie aperturam faciamus, ex qua vapor Aquæ calidioris, quam Aer est, copiosissime assurgit. 1. Quotiescunque corporum partes a se Igne separantur, atque ex sphæra suæ attractionis exeunt, intrant quasi sphæram repulsionis, sese fugando, quo pacto ab Igne volatiles redduntur (1); si proinde hæc repulsio quantitatem caloris sequatur, uti aliquomodo colligere licet, facile patet, quamobrem ex Aqua, Aeri aperto exposita, omni tempore vapor exire possit: cum enim per §. 729. vapor ebullientis Aquæ sit 14000. vicibus Aqua rarior, calor autem tum gradibus 212 in Thermometro Fahrenheitii indicatur, erit posito calore æstivo graduum 91, vapor 5943 vicibus rarior quam Aqua, & posito calore graduum 32 in hoc Thermometro, erit vapor 2113 vicibus rarior, quam Aqua: sed est Aer plerumque sexcenties vel septingenties rarior Aqua, adeoque vapor ejusmodi Aere rarior adhuc erit: idcirco hyeme ex apertura in glacies assurgens vapor in Aerem adscendere poterit, veluti rerum eventus quoque docet. Particularum e corporibus in altum adscendentium ignis præcipua esse causa videtur: nunquam enim plus Aquæ in sublime adscendit, quam diebus æstivis, Sole admodum urente: Corpora firma quoque in Igne volatilia fiunt.

2. Non tantum corporum partes Igne separatæ vim repulsionis acquirunt, sed quoque, quæ Fermentatione, Putrefactione, Permitione, Separatione, Effervescentia de cœtu separentur; idcirco plurimum Vaporis & Exhalationis ex corporibus, quæ hujusmodi actionibus exponuntur, adscendere tum solet. Ne autem dubium restet, an partium volatilitas separatione sola oriatur, observa, quotiescunque Flu-

M 2

vius

(1) Quæ de repulsionis sphæra hoc & sequenti §. tradit Auctor, ex dictis in nostris adnotat. ad §. 551, 1026, 1095 fatis suspecta haberi debere liquet. Quæ præterea vi ignis separantur terrestrium corporum partes, volatiles reddi possunt per solam attractionis vim, qua eadem terrestria corpora, & atmosphæricus aer in se mutuo agunt. Cum enim majora corpora per vim attractionis minori velocitate ad se accedant, quam minor, uti theorem. 6. adnot. ad §.

551. demonstratum est, necesse est ut etsi terrestria corpora ab aere attrahantur, ob eorum tamen crassitiam, magnitudinemque adeo languidus & lentus sit eorum motus, ut facile impediri, & destrui possit. At dum vi ignis exiguissimæ terrestrium corporum particule a reliqua eorum massa divelluntur, majori velocitate tendere debent versus Atmosphære partes, a quibus attrahuntur; qua quidem ratione volatiles evadunt.

vius ex præcipitio in rupem cadat, quam verberet, quantus vapor hinc oriatur. In Chanada ex altitudine 156 pedum præceps delapsum flumen Niagara, cum ingenti circumjacentium regionum strepitu, nubem ex elisis particulis, specie assurgentis roris spissioris, format, ad 5 Milliarium distantiam conspiciendam (a). Simile quid de fluvii Velini præcipitio tradit Cassinus (b); tum de Giotha Elf in Suecia Leopoldus (c).

3. Aer ab Aqua & multis aliis Fluidis attrahitur, atque ita fit solutionis species: pari actione Aqua & Fluida trahuntur ab Aere; idcirco Aquæ & aliorum Fluidorum partes ab Aere attractæ, simulac de cœtu separatæ fuerint, in Aërem adscendent, per quem distribuentur.

4. Venti quoque multas corporum partes, præcipue Aqueos vapores elevant, & secum abripiunt, hinc panni humidi, vento expositi, cito exsiccantur.

5. Tandem quicquid efficere potest, ut corporum partes a se solutæ, specificè leviores Aere evadant, erit causa adscensus. Si particulæ ejusmodi Aere specificè multo leviores occurrant aliis gravioribus, quibus adhæreant, massam adhuc specificè leviolem Aere componere, cumque iis simul in sublimè adscendere poterunt.

§. 1187. Vapores ascendere ex Terra detegimus. 1. Cum solum, remotique montes fumum eructare conspiciuntur. 2. Cum admodum diffiti montes, cælo etiam si sereno, quasi in nebula hærent. 3. Cum omnia procul distantia corpora quasi subsultare videntur. 4. Cum vapor ex lacubus & paludibus sub forma nebulæ ascendit. 5. Cum Sol & Luna orientes occidentesque vehementer rubent.

§. 1188. Quia Atmosphæræ densitas, & proinde ejus gravitas specificæ in variis a superficie Terræ altitudinibus discrepat, poterunt vapores & Exhalationes in Aërem adscendere ad altitudines diversas, illæ, quæ sunt rarissimæ, aut ingenti vi se repellunt, ad maximas: illæ ad minimas, quarum gravitas specificæ vix ab Aere differt; aut quæ exiguo motu, sive mechanico, sive repulsionis, sursum propulsæ fuerunt: illæ ad aliquam intermediam altitudinem assurgent, quarum gravitas cum Aere mediæ regionis est in æquilibrio.

§. 1189. Ex quibus liquet, quare Nubes in diversissimis a Terra altitudinibus formentur, & Meteora alia nunc prope

(a) *Philos. Transf. N. 371.* (b) *Memoires ad opt. T. 6.*
 (c) *Relatio Epist. p. 97.*

pe Terræ solum, nunc in majori ab ea intervallo contingant: tum quare mutata Aeris densitate in eodem loco, Exhalationes in ipso suspensæ adscendant, descendantve?

§. 1190. Quo Atmosphæra est densior, eo Vaporibus & Exhalationibus gerendis aptior est; quo Aer rarior, eo ineptior erit. Est vero hyeme Atmosphæra frigida, densior, & gravior, uti observationes Barometricæ hujus regionis ostendunt; quamobrem hyeme Atmosphæra maximam Vaporum & Exhalationum copiam in se recipere atque retinere poterit; ideo tum temporis plurima Meteora contingunt. Et quia hæc ratio potissimum in frigidis Regionibus locum habet, manifestum est, quare in his plura Meteora, quam in calidis locis observantur.

§. 1191. Descendunt Vapores & Exhalationes ex Atmosphæra ad Terram ab his potissimum causis.

1. Simulac Aeris densitas, & proinde gravitas specifica a quacunque causa imminuitur: tum enim non amplius Exhalationes cum eo in æquilibrio erunt, sed gravitate prævalentes descendant; veluti analogo probatum est Experimento, cum Aer humidus in recipiente, ope Antliæ rarefit, mox nubecula formatur, quæ cadit, simulac plus rarefit Aer: ideo sæpe pluviam, aliaque Meteora observamus, cum Mercurius in Barometro admodum humilis pondus Aeris densitatemque exiguam indicat.

2. Quando quæ adscenderant, ab Igne admodum rarefacta, postea amisso Igne iterum condensantur, & specificè graviora Aere evadunt.

3. Descendunt, consumto motu, quo ab Igne, vel ab aliis causis sursum propellebantur.

4. Quum plures particulæ, sive a ventis opposita directione flantibus, sive a ventis contra obices resistentes compulsæ, vel a quacunque alia causa, sibi occurrentes coeunt, quo concursu specificè graviores Aere factæ, descendant.

5. Quando nonnullæ Exhalationes sibi occurrentes illius sunt indolis, ut secum effervescent, atque deinde dentur præcipites, veluti in præcipitationibus Chemicis contingit.

6. Quando a ventis Exhalata simul cum Aere, in quo hærent, deorsum pelluntur.

7. Si venti horizontali directione flantes infra eam Atmosphæra partem, in qua suspenduntur Exhalationes, Aerem ex loco propulerunt; tum enim superior Atmosphæra pars sua gravitate simul cum omnibus, quæ complectitur, in locum a priori Aere relictum descendit.

8. Sed & radii Solis orientis occurrentes Exhalationibus; eas ad Terram determinant; cumque simul Aerem rarefaciunt, sive specificè leviores reddunt, eo magis Exhalata descendunt.

9. Quando in Atmosphæram plures Exhalationes & Vapores ascendunt, quam ab ea sustineri possunt, relabentur superflue, motu, quo ascendebant, prius amisso.

§. 1192. Meteora commode dividi possunt in tria genera. 1. In Aquea, veluti sunt *Nebula*, *Nubes*, *Ros*, *Pluvia*, *Pruina*, *Nix*, *Grando*, *Turbo*, *Iris*, *Halo*, *Parhelii*, *Paraselenæ* &c. 2. In Ignea & lucentia; veluti sunt *Ignes Boreales*, cum suis variis speciebus, *Stellæ cadentes*, *Ignes fatui non urentes*, & alii *inflammantes*, *Ignes Lambentes*, *Bolis*, *Fulgur*, *Fulmen*, *Tonitru* &c. 3. Aerea; quæ sunt *Veni*: Hoc ordine Meteora breviter exponam.

C A P. XXXIX.

De Meteoris Aqueis.

§. 1193. **Q**uotiescunque in Atmosphæra prope Terræ solum Vapores vel Exhalationes ea sunt copia, vel eo modo constituuntur, ut plurimum Lucis intercipiendo, Aerem solito opaciorē efficiant, *Nebulam* adesse dicimus.

§. 1194. Formantur *Nebulæ* ab Exhalationibus & Vaporibus, qui ex Terra lente ascendunt, aut ex alto in eam lentissime relabuntur, adeo ut in eodem loco suspendi, vix promoveri videantur. Cum componuntur ex Vaporibus, humidæ & udæ sunt *nebulæ*; tum non nocent Animalium sanitati, nec foetent: sed quæ ex Exhalationibus constant, sæpe foetent; aliquæ noxiæ sunt sanitati, plurimorum morborum causæ, imo sunt aliæ lethiferæ. *Nebulas* sæpe ex alia materia, quam ex Aqueis vaporibus componi, liquet; quia post eas nonnunquam Aquæ superficiē innatans pellicula, pinguis, rubicunda, conspicitur, illis similis, quam Chemicis, Sulphur auratum Antimonii præparantes, observant.

§. 1195. Fiunt *Nebulæ* cælo tranquillo, carente vento, nunquam regnante impetuosiore vento, a quo solent discerpi & discuti. Plerumque observantur vespere, in primis si Sol diurnus Terram valde calefecerit, & ipso occidente Aer cito refrigeretur, quia in hunc calefactæ corporum Terrestrium partes copiose ascendere coguntur. Id præcipue in Belgio
Vere

Vere & Autumno, rarius Æstate contingit; quia inter æstivi Aeris vespertinum & diurnum calorem minus discriminis est, quam tempore Veris vel Autumni. Fiunt quoque Nebulæ mane ad Solis ortum; cum Aer citius ab eodem calore rarefcit, quam quæ in eo suspenduntur Exhalata, quæ cum ideo specificè graviora Aere evadunt, descendunt; partim quoque a radiis Solis deorsum pelluntur. Frequentius conspiciuntur mensibus hybernis, Novembri, Decembri, Januario, Febuario, rarius æstivis propter frigus Atmosphæræ subito condensans Vapores & Exhalationes; hinc si Hyeme animam efflas, Nebulam vides, cujus nullum est signum Æstate. Idcirco in locis Polo septentrionali vicinis, pluribus sequentibus diebus dantur Nebulæ. Contingunt plerumque flante vel præcedente Vento Africo, vel Austro, vel Euro, raro cum aliis Ventis, illi enim ex vicino Oceano plurimos vapores ad nos advehunt. Contingunt Nebulæ regnante & persistente gelu, ut & cælo clementiori.

§. 1196. Si diebus aliquot sequentibus adfuerint, non raro Pluvia, vel Nix immediate post sequitur, Vaporibus tandem in moles majores coeuntibus.

§. 1197. Observantur Nebulæ, Mercurio in Baroscopio stationem altam humilemve tenente. Fiunt Mercurio elevatiori, quando cælum diu tranquillum mansit, & accumulati interim sunt copiosissimi Vapores vel Exhalationes, Aerem sua copia & partium inordinato situ reddentes opacum. Vel quia exhalata sua gravitate per Aerem pigrum subsidere incipiunt. Dantur Nebulæ Mercurio humiliori, quando nec diu ante cælum fuit tranquillum, nec postea manet, atque ex se sua contenta demittit, quæ propter suam raritatem in se soluta retinere nequit; quod experimento in §. 1191. N. I. memorato probatur.

§. 1198. Quum Nebula densa in Terram delabitur, eam Pluviæ instar irrigat: constat enim sæpe iisdem, ac hæc, vaporibus, sed rarioribus, qui magnitudine etiam differunt, aliquando sua subtilitate aciem fugiunt, interdum majores videri possunt, exiguas guttas referentes. Idcirco mirum non est, in iis Iridem subalbicans coloris potuisse conspici, qualem observavit Dechales (a). Labitur Nebula sine discrimine in omnia corporum genera, sive polita, rudia vel aspera fuerint: interdum, si admodum humida sit, se in æ-

M 4

des

(a) *Tract. de Meteoris* §. 4.

des penetrat, parietibus, omnique supellectili sese adjungit, & guttatim defluit.

§. 1199. Nebulæ aliquando plus, aliquando minus diurnæ lucis intercipiunt: interdum tanta caligo effunditur, ut conspectum in vicino stantium eripiat. Hæc Aeris opacitas ab inordinato partium situ, irregularis figuræ & magnitudinis meatu efficiente, pendet; tum ab admodum discrepante densitate inter Exhalata & Aerem; quibus fit, ut dum lux transire nititur, inæquabilissime trahatur, & continuo a recto deflexa tramite, transire impediatur. Hinc crebro evenit, ut Aer paucis fœtus vaporibus, nebulosus & opacus appareat, qui pellucet, simulac Aer plures vapores, æquabilius per ipsum dispositos, receperit.

§. 1200. Aliquando Nebulæ sunt rarissimæ, & æquabiliter per magnam Atmosphæræ regionem dispersæ; aliquantum lucis intercipientes; tum Sol inspectus oculi aciem non lædit, apparet pallidus, absque radioso jubare, & interim sub solito cæruleo colore conspicitur Atmosphæra, ac si cælum fere serenum foret.

§. 1201. An non serenitas sequitur Nebulas æstivas matutinas? quia hæc facile propter paucitatem & raritatem vel ex Atmosphæra excutiuntur, vel propter Solis radios adeo attenuantur, abiguntur, disperguntur, ut penitus solutæ in minima per eam vagentur.

§. 1202. An non in montibus multæ & repentinæ Nebulæ oriuntur a ventis in montes incurrentibus, & vapores, quos raros, sparsosque secum vehebant, condensantibus?

§. 1203. Cur ex Montium latere, a Sole illustrato, videntur spectatori in valle stanti assurgere Nebulæ, fami crassæ instar ex camino adscendentis? Tantum quia spectator lateraliter & oblique inspicit radios Solis in montem illapsos, trans quos vapores adscendentes facile videri possunt, veluti pulvisculos, in Aere, radiisque Solis natantes, a latere cernimus.

§. 1204. *Nubes* est tantum Nebula, sed altius supra Terram in Aere suspensa: idcirco Nebula adscendens, in Nubem versa videtur. Constat id liquido, si ad incensorum quorumcunque corporum adscendentem fumum, illico formantem Nubem, attendamus.

2. Quotquot Itineratores in Nubes, montibus inhærentes, adscenderunt, eas tantum Nebulas esse observarunt, veluti id Cabæus, Froelichius, Sturmus, Mariottus, Dechales, Lamyus, Frezierius &c. oculati testes prodiderunt; nec unquam

quam eas ex nive, glacie, vel mole firma constitisse deprehensum fuit.

3. Figura earum perpetuis mutationibus est obnoxia, quod non nisi rarioribus Exhalatis & Fluidis, non firmis concretisque corporibus, competere potest.

4. Simulac Nubes in massas firmas concrevissent, gravitatem specificam multo majorem ea, quæ est in Aere, acquisivissent: adeoque abrupto pondere pressæ illico caderent, nisi ab impetuofissimis sustentatæ ventis rapidissime promoverentur. Quietæ pernici velocitate deorsum ruerent, quod non contingere in Nubibus, quæ solidissimæ esse videntur, quotidiana experientia testatur.

§. 1205. Nubes tamen opaciores Nebulis apparent, candidiores plerumque, non aliter, quam si mera nix, vel corpora alba, solida, fuissent. Hæc apparentia non adeo ex diversa constitutione partium inter Nubem & Nebulam oritur, quam quia Spectator Nebula cinctus, lucem, Nebulam ingressam, accipit, cum Nubem intuitus, lucem ab exterioribus partibus reverberatam, & admodum copiosam, suis oculis haurit: estque reflexa lux copiosior, & proinde fortior, transmissa.

§. 1206. Nubes in Atmosphæra ad diversissimas altitudines suspenduntur; nonnunquam aliquot supra se, distinctæque cernuntur, prout varia earum gravitas specifica cum Aere æquilibrium agit. Cognoscuntur facile ex diversis quibus propelluntur, directionibus. Altissimæ vix ad parem cum excellentissimorum montium cacuminibus ascendere videntur altitudinem: nam supra Nubes multos se montes attollere procul spectantibus apparet. 2. Multi, qui horum montium vertice ascenderunt, infra se Nubes, non supra deferri, observarunt. 3. Ricciolus, instituta mensura Geometrica, nunquam altissimas Nubes ad 5000 passus evehi notat; Ke-

plerus tantum ad ¹ partem Milliaris Germanici. Forte ta-

⁴men Exhalationes quædam rarissimæ ad majorem altitudinem assurgunt, uti ex Auroris Borealibus nonnullis conjecerunt aliqui. Et si Vapor Aquæ in spatium 14000. majus rareferi possit, erit Aere, prope Terram, decies sexies rarior; verum Aer intervallo 14 milliarium Britannicorum a Terra foret, secundum Legem elasticitatis, decies sexies rarior, quam ad ejus superficiem: quamobrem si Vapores, aut exhalationes, his raritate similes, in suo ascensu per
Aerem

Aerem non condensarentur, possent, ex lege æquilibrii, ad 14. milliaria Britannica elevari.

§. 1207. Nubium figura & magnitudo quolibet temporis momento mutatur; nunquam enim Aer, quo ambiuntur, omnino quiescit, idcirco partes hinc inde abripiuntur, aliæ aliunde adveniunt. Si autem aliquis sensibilis spiraverit ventus, qui Nubem inferius vel superius attingit, perpetuo magnæ partes ab ea discerpuntur.

§. 1208. Termini Nubium sunt valde irregulares, & quasi asperrimi; ex quibus sequitur, Nubem non esse molem ex unitis, conjunctisve partibus constantem, quippe Fluidum unitum in alio Fluido natans, sphericam indueret figuram; quæ maneret, si id Fluidum in solidum verteretur.

§. 1209. Nubium magnitudo est diversissima; sunt enim aliæ Nubes exiguæ, sunt aliæ, quas Mariottus (a) milliari longiores deprehendit. Sunt quædam admodum crassæ, ut ex copia Pluviæ, ex eadem nube deciduæ, colligi potest, quam aliquando altitudinis unius pollicis Rhenol. æqualem observavi, unde concludendum, crassitiem ejusmodi Nubibus ultra 100 pedes fuisse.

§. 1210. Disputant Philosophi, utrum Nubium superior inferiorque superficies plana, an inæqualis existat; certum est, utrumque obtinere; exstantiores tamen partes vi Ventorum prius a reliquo cætu abripi.

§. 1211. A ventis prærapida celeritate sæpe promoventur Nubes, adeo ut horæ spatio iter 6 vel 7 milliarium Galliarum conficiant. Aliquando a Vento adeo discerpuntur in partes, ut illico evanescant: hinc nonnunquam sævientibus procellis cælum est serenum. Aliquando Nubes dissipantur ut ex conspectu evanescant, radiis nempe Solis vaporis crassiores, e quibus nubes componebantur, attenuantibus, quo non tantum adscendunt, sed per alium Aerem distribuuntur, ut simul cum eo pelluceant. Hoc modo interdum Nubes a Sole stricta, fumum assurgentem edidisse visa fuit, atque in altiores Nubes mutata. Dissipantur quoque Nubes, Aeris pondere aucto, tum enim adscendunt, ut cum Aere superiori & rariori in æquilibrio sint, atque ita per purum delatæ Aerem solvuntur, ac insensibiliter deliquescunt.

§. 1212. Conspiciuntur nonnunquam Nubes diversis sufficitæ coloribus; plerumque tamen apparent albæ, quarum partes Lucem Solis non separatam in suos colores, reperiunt.

(a) *Mouvement des Eaux. C. 3.*

riunt. Sunt Nubes aliæ fuscæ & nigræ, quales illæ, quando tonat, quæ lucem in se absorbent, vix reverberant. Mane & Vesperis Oriente & Occidente Sole apparent Nubes rubræ : quæ Sole, horizontem propiore, videntur violacæ, mox cæruleæ. Hi colores oriuntur a Luce, stringente pelucidis Vaporum sphaerulas, eas intrante, dein reflexa, mox exeunte & refracta in colores, quorum nunc rubri, nunc violacei, nunc cærulei aciem feriunt, pro varia Solis altitudine, simili aliquantum modo, ac in Iride. Exinde intelligitur, quare Nubes quoque virides apparere possint, quales Frezierius conspexit, & in Itinerario Americano notavit.

§. 1213. Quare subsidente Mercurio in Baroscopio cælum fit nebulosum? an non quia subsidens Mercurius Atmosphæram fieri leviolem, ineptiolemque gerendis Exhalatis, indicat, quæ idcirco etiam descendunt, conjunguntur, cælum Nubemque opacam formant?

§. 1214. Nubes insignem habent usum, 1. Deferendo Pluviam materiam ad omnes Terræ regiones. 2. Tegendo Terras, ne a perpetuo ardore Solis torreantur, atque ita Vegetabilia tempus & opportunitatem præparandi suum alimentum habeant. 3. Videntur esse Nubes præcipue causæ Ventorum liberorum. 4. Ut lux Solis diversissimis directionibus ad Terram reflectatur, atque ita plurima corpora, non directe a Sole illuminata, videri possint.

§. 1215. Terrarum halitus & vapor, plerumque raritate aciem fugiens, interdum nebulam imitatus, in altum adscendens, vel iterum ex Cælo in Terram decidens, Ros appellatur.

§. 1216. In variis plantarum, cælo expositarum, partibus, noctu & mane guttæ quædam aqueæ colliguntur, quæ Ros dictæ fuerunt: cepitque opinio fidem, hunc noctu e cælo deciduum esse vaporem, in foliis plantarum collectum, imo hunc solum esse Rorem. Verum multæ & accuratæ observationes, has guttas tantum esse plantarum sudorem, ex vasculorum orificiis continuo expirantem, evicerunt: nam quælibet planta suo rorat modo, pro varia vasorum fabrica, & orificiorum situ (a): 2. Plantæ vasis inclusæ, tectæve, noctu copiosorem Rorem colligunt, quam quæ in aprico steterunt. 3. Colliguntur guttæ in iis modo locis, ubi vasculorum orificia manifesto patula sunt, non in universa foliorum facie, nec in locis humilioribus, uti fieret, si ex

am-

(a) *Gersten Tentam. de Rore.*

ambiente & deciduo halitu aut vapore oriretur. Hic plantarum sudor perpetuo quidem ex iisdem vasculis exhalat, sed aut a vento, aut a calore diurno abripitur, vel dissipatur: noctu post diem calidum, & Aere carente vento, ex vasculis copiose effunditur, colligitur, nec in Auras evanescit, priusquam Sol oriens liquorem calefecerit, reddideritque volatilem.

§. 1217. Sol suis radiis aliquousque in Terram penetrat, cuncta calefacit, rarefacit, concutitque, ut in altum evolent: quicquid interdiu assurgit, aciem fugit, per Aerem cito distribuitur: majori tamen copia, Aere post Solis occasum frigefcente, & per totam noctem, adscendere cum igne calefacti halitus ex Terra pergunt, lento delati motu, ut nonnunquam spatio $1 \frac{1}{2}$ horæ tantum ad 31 pedum altitudinem elevati fuerint, & prius corporibus, a solo propioribus, quam excelsioribus, adhæserint.

§. 1218. Differt hic adscendens Ros pro varia loci natalis & soli constitutione; hic erit aquosior, ibi pluribus Spiritibus, Oleis, Salibus, Metallis, aliisque diversissimorum generum corporibus constabit; diversis idcirco proprietatibus præditus varia phænomena & morbos animalibus suscitabit. Hinc dantur Regiones, in quibus Ros nunquam attingit, labiturve in metalla polita, aliave quædam corpora, dumque ab his repellitur, ab aliis ingenti vi, quamvis etiam discrepanti, attrahitur, magnaque copia collectus adhæret (1): dantur aliæ Telluris plagæ, in quibus ab omnibus cor-

(1) Mira sane hæc roris proprietas, quod scilicet non omnibus indiscriminatim corporibus adhæreat, Auctori primum observata, digna sane est, quæ nostris tironibus diligentius spectanda exhibeatur. Pluribus eam confirmavit experimentis Dn. de Fay in *Monum. Reg. Scient. Acad. A. 1736.*, ex quibus innotuit ex omnibus corporibus, vitra vel crystallos ejusmodi esse, quæ rorem omnium maxime recipiant: metalla vero, quæ omnium maxime respuant; itaut hæc duo corporum genera maximæ, minimæque ejus adhæsiōnis veluti extrema haberi merito possint. Si crystallinum vas argentea ampliori patina impositum rori exponatur, exiguo elapso tem-

pore integræ ejus vasis superficies roro madefacta comperietur, cum interim patina ut prius arida nullum admitti roris indicium exhibet. Idipsum observatur, si patina aurea, ænea, ferrea, vel ex alio metallo fuerit. Si contra in vitrea vel crystallina patina, quatuor vel sex hydrargyri contentæ uncia rori exponuntur, ejusdem magna copia deprehendetur in iis patinæ partibus, quæ a mercurio distant, eumque haud tangunt, nullum vero roris in mercurio erit vestigium. Hujus sane phænomeni causa, nisi a viribus attrahentibus, majori, minorique efficacia donatis repetatur, vix aliud est, quod in medium afferri potest.

poribus sine discrimine Ros attrahitur, inque omnia, cælo aperto exposita, labi videtur.

§. 1219. Sunt loca, in quibus tantum Ros in sublime ascendere, non labi observatur. Sunt loca, in quibus & ascendit, & labitur: majori tamen copia sursum, quam deorsum fertur. Cum vento promovetur, a quo aut condensatur, aut discerpitur, ut evanescat.

§. 1220. Quantitas Roris qualibet nocte, aut toto anno ascendentis determinari non facile potest, propter ventos, pluvias, aliaque incommoda: discrepabit hæc quoque variis in regionibus pro soli constitutione, situ, & calore, quem Sol cum ipso communicat.

§. 1221. Quoniam Ros diversissimis constat exhalationibus, in variis imo & diverso anni tempore in iisdem locis, collectus, dabit varia producta, veluti Aquas, Spiritus olentes, Sales, Olea, Terras: veluti Chemici experti fuerunt.

§. 1222. Quum æstate Sol vehementer calefacit arbores & herbas, elevantur ex iis quoque Olea, quæ decidua in Terram constituunt *Rorem Oleosum* vel *Melleum*: hic lapsus in Aquam, natat in ejus superficie, quam pinguem reddit. Vidi hunc plerumque ante meridiem diebus fervidissimis decidisse, sed in locis, in quibus arbores erant consitæ.

§. 1223. *Pluvia* est multitudo parvarum aquearum guttarum, diversis temporibus ex alto Aere relabentium.

§. 1224. Pluvia fere semper ex nubibus cadit: observavi tamen Pluviam, sed in exigua copia & rarioribus guttis delapsam ex Aere, nullâ conspicua Nube obducto, æstate, cum cælum aliquandiu fuerat tranquillum, & æstus vehemens & quasi suffocans, quo vapores plures elevabantur, quam ab Aere sustineri poterant, qui mox remisso calore condensati coibant & relabebantur.

§. 1225. Pluvia formatur, quando Vaporis particulae, Nubem componentes, propius ad se accedunt, ita ut se trahere queant, arctari, congeri, coire cum aliis in concilium, guttulam formare, quæ Aere ambiente specificè gravior, labitur, aliis guttis particulisve aqueis occurrit, cum iis simul conjungitur, increscitque in eam magnitudinem, quam cum in Terram labitur, habet.

§. 1226. Si tota Nubes in omni sui parte æquabiliter mutetur, sed lente, ut vapores pedetentim coeant, in guttulas minimas abibunt, quarum specifica gravitas cum ab Aere vix discrepet, lente per illum descendunt guttulæ,
Plu-

Pluviam tenuissimam & Roriferam, sive Psecadem formaturæ; contingit hæc, sed minus frequenter. Eadem tamen eveniet, cum ab inferiori parte Nubes cœperit mutari, atque mutatio sursum lente proserpserit, tum enim vapores in exiguas coalescentes guttulas, lente descendant, & quantæ erant, cum Nubem relinquebant, tantæ ad Terram perveniunt.

§. 1227. Si vero Nubis superior pars prius mutetur, sensimque mutatio per mediam, ad inferiorem partem pertingat, prius formabuntur guttulæ minores in suprema Nubis parte, quæ deciduæ in inferiores, cum his coibunt; continuo auctæ, quo plus descenderint; id frequentissimum est, & observatum ab iis, qui in valle magnum sillicidium experti, montem in eadem Nube adscendentes, deprehenderunt guttas eo minores, quo altius adscendebant.

§. 1228. Causas, quæ efficiunt, ut omnia Meteora, & proinde quoque Nubium particulæ ex alto labantur, tradidimus in §. 1191. Præcipua tamen Pluviæ causa venti esse videntur. 1. Qui deorsum in Nubem flantes, eam condensant, atque in unionem Vapores cogunt. 2. Vel qui Nubes vaporosas, ex Oceano oriundas, ad Regiones Terrestris provehant, pelluntque contra Terras elevatas, Montes, Sylvasque, atque eas in Pluviam cogunt: ideo montosæ Regiones copiosiori Pluvia irrigantur, quam planæ: nam in Britannia provincia Lancastria, altis scatente montibus, secundum Townleyi observata, quotannis circiter 41 pollices Pluviæ decidunt; cum observante Derhamo tantum $19\frac{1}{2}$ pollices colliguntur Upminsteri. 3. Quemadmodum Montes Nubibus resistunt, ita Venti directione opposita in alios delati Nubes comprimunt: unde in Oceano Æthiopico e regione Guineæ urceatim imbres interdum cadunt: ita in his regionibus, postquam aliquis ventus sæviit, simulac ab opposito ad quietem reducitur, Nubes intermedia ab utroque compressæ in Pluviam solvuntur. 4. Quia ex Oceano copiosissimæ vaporosæ Nubes formantur, Venti illas ab Oceano ad nostras Terras propellentes præcipue pluviosi sunt, cum alii venti supra continentem spirantes, Nubesque inde advehentes, raro pluviosi observantur. Ex annotationibus, aliquot annorum spatio captis, & inter se comparatis, Ultrajecti intra idem tempus pluviosi fuerunt Favonii 203. Africi 135. Austri 61. Euri 27. Solani 32. Aquilones 29. Boreæ 54. Cauri 61. Ex Oceano Germanico efflant Favonii adeo

adeo pluviosi; partim ex eodem Oceano, partim ex amplissimis ostiis Scaldis, Mosæ, Rheni, afflant Africi, ideo etiam tam humidi: Boreæ & Cauri, quia sunt frigidi, non adeo copiosas Nubes secum advehunt, hinc minus humidi, quia alioquin omnium humidissimi forent, cum & ex Oceano Germanico, & ex Lacu Flevo adspirent, sed plerumque absque Nubibus.

Animadverti etiam esse dies pluviosos quolibet anno ad siccos Ultrajecti, veluti sunt quinque ad duodecim. Sed hæc omnia cuilibet regioni sunt propria, & tantum ex singularibus observationibus cognosci poterunt (1).

§. 1229. Quia Pluvia ex alto delabitur per Aerem, Exhalationibus omnis generis semper inquinatum, eas secum lixivii instar conjungit, atque ad Terram vehit, quamobrem Pluvia non erit Aqua pura, sed Salibus, Spiritibus, Oleis, Terris, Metallis &c. inquinata, quorum magnum erit discrimen, pro differentia soli exhalantis, tum pro anni varia tempestate. Hinc Pluvia verna præ aliis fermentationi apta; impurior est post diuturnam siccitatem & ardorem, quam quæ brevi post aliam Pluviam sequitur: impurissimam esse deprehendit Experimentissimus Boerhaavius (a),
quæ

(a) *Chem. vol. 1. p. 597.*

(1) Sed alia esse potest vaporum, seu pluviarum lapsus causa ab ea haud dissimilis, qua plures præcipitationes fieri posse diximus theoremate II. adnotat. ad §. 551. Scilicet si fluidi cujusdam particulis aliæ alterius corporis, puta A, partes attractionis vi adhæreant, itaut fluidum inde constituatur heterogeneum; tum alterius quoque corporis, puta B, partes eidem fluido offerantur, cum quibus fluidi particulae majori attractionis vi polleant, quam cum corporis A partibus, has fluidum ex se rejiciet, alteriusque corporis B partibus adhærebit. Ita vero rejectæ corporis A partes, si sui ponderis specifici excessu supra pondus specificum fluidi vincere possunt particularum fluidi cohæsionem, per illas deorsum ruent, ac præcipites fient. Hac ratione contingere dixi-

mus, quod solutæ in aqua forti ferri particulae, ab ejusdem menstrui partibus, quibus attractionis vi adhærebant, illico separentur, & præcipites fiant, cum cadmia, ei solutioni injicitur; ob majorem scilicet attractionem inter aquæ fortis & cadmiæ particulas, quam est inter ejusdem menstrui & ferri partes. Quidam etiam & ejusmodi tertestres particulae elevari quandoque in aere possunt, quas majori attractionis vi aer ad se trahat, quam illa vis est, quacum vaporibus adhæret? Hos ergo ab aeris partibus tum segregari necesse est, suoque adeo pondere præcipites fieri. De hac decidentium pluviarum causa videtur P. Claudii Fromond in Academia Pisana Philosophiæ Professoris *risposta Apologética sopra il commercio degli Olij* pag. 271. & seqq.

quæ tempestate æstuante, ventosa, in locis urbanis, humilibus, fætidis cadit.

§. 1230. Minimiarum Plantarum semina, atque innumerorum insectorum ova in Aere natant, quæ quoque simul cum Pluvia delabuntur, hinc in ea vegetat viridis Alga fluviatilis, innumera animalcula & vermes excluduntur, quibus pereuntibus fætet, putrescitque Pluvia. Quæ in mare cadit minus inquinata est, cum Aer, Oceano incumbens, exhalationibus non tantopere sit imprægnatus.

§. 1231. Propter varia corpuscula Aquæ admixta, pluvia in vase curatissime clauso servata, brevi in se nubeculas exiles, albas, sensim majores, pluresque, & magis opacas concipit, quæ postea in tennem, lentum, tenacem mucum degenerant, & Aquam commutant in humorem lentescentem. Cum igitur Pluvia tam multifaria corpora secum in Terram vehat, non est mirandum, quomodo ex Pluvia diversissimæ Plantæ crescant, quarum succi admodum inter se discrepant.

§. 1232. Ex hisce intelliguntur Pluviæ prodigiosæ: quando scilicet cum iis Exhalationes simul ex Atmosphæra deorsum delatæ sunt. Pluisse Sulphure notatum a Moyse (a), & in Ducatu Mansfeldiensi Anno 1658. a Spangenbergio (b), & Hafniæ A. 1646. ab Olao Wormio (c), a Siegesbekio Brunsvici Anno 1721.: tum ardenti substantia, quæ nec Aqua, nec motu extingui potuit (d). Pluviæ flavæ, Tigurino lacui, puteisque sub flavi pulveris forma innatantis, meminit Scheuchserus (e) Anno 1677. creditus hic pulvis ex pinorum floribus a Vento excussus, & cum Pluvia delapsus.

Guttæ imbrum quasi cruentæ frequens fit mentio apud antiquos & recentiores, ut de ea dubitare fas non sit. Peirescius hanc in Gallia lapsam examinans, insectis rubicundis guttas plenas observavit (f). Sunt quoque nonnullorum insectorum excrementa rubra, uti de papillionibus id constat, quæ imbri mixta, eam cruentam quasi reddiderunt.

Pluvia falsa, debacchante tempestate in Suffexia Britannia,

(a) *Genes.* 19. & *Deuteron.* 29.

(b) *Chron. Mansfeld.* T. 1. p. 395.

(c) *Museum Cap.* xi.

(d) *Nova literar. An.* 1684.

(e) *Meteorolog. Helvetic.* p. 14.

(f) *Gassendus in vita Peires.* L. 2. p. 156.

niæ, observata fuit, cum ventus undas marinas, scopulis illis, fractasque in exiles guttas in sublime elevaverat, & supra Terrestrem regionem propulerat (a).

Pluvia pinguis & butyracea Anno 1695. in Hibernia (b) cecidit, hæc tenax, mollis, profunde flava, in manu liquefcens, ad ignem exsiccabatur & nigrescebat. Fabulosum autem est, quum Ferro, Lana, Lapidibus, Carne, Lacte, pluisse memoratur.

§. 1233. Quoniam igitur Pluvia Aerem a suis sordibus lavat, observare solemus, cessante Pluvia Aerem esse purissimum, pellucidissimum, ita ut objecta admodum remota clarissime, & plantarum colores multo lætius virere, aliaque juvenescere, conspiciantur.

§. 1234. Guttæ Pluviæ sphericæ sunt, magnitudinis diversæ, nunc pleniores, nunc minutæ, raro earum diameter excedit $\frac{1}{4}$ partem pollicis Rhenolandici, nisi cum urceatim imbres deciderint, quorum guttæ pollicis æquales esse narratur (c). Pendent hæc a vi attrahente partium in Aqua, tum a resistantia Aeris, per quem labuntur.

§. 1235. Cur Pluvia modo densa, modo rara? An id non, ceteris paribus, pendet ex diversa crassitie Nubis quod altitudinem; ita ut crassissima Nube densissima Pluvia, tum ex varia densitate Nubis? Cur æstate guttæ majores & raræ, Hyeme minores & densæ? An hæc non pendent a diversa Aeris, per quem decidunt, densitate & resistantia, minoribus Æstate, quam Hyeme?

§. 1236. Quamvis ex altis Nubibus Pluvia delabatur, non tanta velocitate, ac ex lege gravitatis sequeretur, ad Terram pervenit, propter resistantiam Aeris; hac evenit, ut a guttis teneræ Plantarum partes non lædantur, quæ ceteroquin destruerentur.

§. 1237. Cur modo vaporibus, non, aut rarissime exhalationibus pluit? An non quia vapores exhalationum copiam multum excedunt; in guttas facillime coire possunt, delapsu permiscentur cum exhalationibus: hæc vero plerumque incendiis consumuntur.

§. 1238. In hac regione Pluvia nequaquam aliquibus statibus temporibus, sed admodum irregulariter cadit. Copia plurimorum annorum secum comparata, pro anno, dedit Ul-

Musschenbr. Phys. Tom. II.

N

tra-

(a) *Philos. Trans.* N. 289. (b) *Phil. Trans.* N. 220.

(c) *Act. Lips. Suppl.* T. 1. p. 425.

trajecti mediam altitudinem 24 pollicum Rhenolandicorum. differt proinde hæc copia in variis Regionibus; Harlemi & in Insulis Flandriæ observatur eadem labi quantitas, Delfis & Harderovici 27 poll., Dordaci 40 pollic., Medioburgi in Zeelandia 33 pollic., Parisiis 20 pollic. Paris., Lugduni 37, Romæ 20 poll., Patavii $37 \frac{1}{2}$, Pisis in Italia $34 \frac{1}{4}$, Tigurini in Helvetia 32 poll., Ulmæ in Germania $26 \frac{5}{6}$ poll. Rhen. Wittebergæ $16 \frac{1}{2}$, Berolini $19 \frac{1}{2}$, in Britannia provincia Lancastræ 41 poll. Lond., Upminsteri $19 \frac{1}{2}$ poll. Londinenses. Ex quibus colligi potest annum siccio rem esse, cum minor copia pluviae in his locis ceciderit; humidum contra, copiosiori pluvia labente. Discrimen hoc a vicinia marium, lacuum, fluviorum, montium, sylvarum, a ventis, aliisque concurrentibus causis, pendet.

§. 1239. Usus pluviae est 1. Humectare & emollire Terram, quam Sol exsiccat, eamque reddere fertile m, ut possit Plantas alere. 2. Aerem lavare a sordidis exhalationibus, respirationi animalium noxiis vel inutilibus. 3. Aeris, Terræ solo propinqui, calorem temperare; nam pluvia ex alto caelo frigidiori delabatur. 4. Est pluvia origo Fontium, Rivorum, & proinde Fluminum, quamvis non sola, nam ad hæc concurrunt vapores, qui noctu frigescentes, delatique in superficies elatas montium, uniuntur, in aquam convertuntur, quæ deorsum stillans, copiam quoque incredibilem Aquæ fontibus & Fluminibus suppeditat.

§. 1240. Contigit aliquando, ut duo venti directionibus parallelis, sed oppositis & parum a se distantibus Nubem intermediam comprimant, condensentque subito in Aquam. Verum propter motum ab utroque latere oppositum eam re- torqueant, & in orbem sine exitu flectant, ita ut nubes circumlata in se sorbeat, & vortex efficiatur, ac si rotæ aliqujus intermediae extremum ambitum opposita directione utrimque percussissent, qua hæc circa centrum gyraretur. (Tab. 15. Fig. 4. 5. 6. 7.) Nubis pars circumgyrata, rotundum in vorticem effecta, sua gravitate ex alto descendit, columnam format cylindricam vel conicam, quæ basi latiori reliquæ atræ spissæque Nubi adhæret, apice deorsum spectante; diversæ est crassitie, aliquando 50 exapedarum & ultra, aliquando vix 4 vel 5: vocatur *Columna*, vel *Præster*, vel *Turbo Aqueus*.

Aqueus, Græce τρῆσις (a), Belgice *een Hoos*, Gallice *Trombe de Mer*, Anglice *Waterspout*.

§. 1241. Turbo hujusmodi intus Aqua vacuus observatur, partibus nempe ob vim centrifugam a centro recedentibus: in superficie interna cava cochleam refert Archimedeam *aa*, (*Tab. 15. Fig. 7.*) propter Aquam ex alto delabentem & circumactam: ab exteriori superficie excussæ aqueæ partes pluviam formant. Velociter a vento prævalente rapitur, decurritque supra mare & terram. Si mari imminet, & fere ad ejus superficiem usque decidit, ex eo elevatur exigua columna *B*, occurrens deciduæ, assurgens a pressione Atmosphæræ ad medium Turbinis, in quo ob vires Aquæ centrifugas Aer est rarefactus, unde manifesto levia corpuscula per medium Turbinis ascendere observantur. Cum autem undique circa assurgentem ex Mari columnam copiosissimam Turbinis Aqua cum impetu decidit, excussæ ex Oceano particule speciem pluvie tenuis *C* undequaque ascendendo formant, adeo ut ibi fretum fervere videatur. Quacunque Turbo incubuit, solum nubat, corrumpit autem & prosternit majori impetu omnia, quibus occurrit, uti ædificia, arbores proceras, naves, quam venti rapidissimi: ingenti diluvio cuncta inundat: sonum terribilem, instar plurimorum curruum velocissime vectorum supra strata lapidea, secum comitem habet: nec desinit, priusquam Nubes penitus delapsa est. Quo major est Turbo, maturius corrumpitur: nemo Turbinem toto die vidit, ne hora quidem, mira velocitas ejus, & mira brevitatis est.

§. 1242. Hinc intelligitur, quid de *Exhydria*, sive *Fractura Nubium* statuendum sit, & quomodo immensa Aquarum vis ex cælo brevissimo tempore labi in Terram, eamque immodicis imbribus inundare possit, simulac Nubes a Ventis impetuosis opposita directione flantibus valde condensantur, ut illico appressæ, coeuntesque aqueæ particule sua gravitate deorsum labantur. Quoniam vero ventus, Nubes in oppositum montem apprimens, idem præstare potest, patet, quamobrem in montosis locis frequentiores hujusmodi Fracturæ nubium, quam in regionibus planis contingunt.

§. 1243. Si ros noctu ex Plantarum vasculis exsudans, aut vapor ex Terra assurgens, & superficiei soli corporumque humilium inhærens, hyeme ab Aere frigido, particulas

N 2

con-

(a) *Lucret. lib. VI. Ver. 423.*

conglaciantes ferente, abeat in glaciem, Plantarum Terræque superficiem obducentem, dicitur adesse *Pruinam*.

§. 1244. Observatur hæc quoque, cum Nebula ad Terram repens, corpora ambierit, iis se applicuerit, & mox secutum frigus aqueas partes in glaciem verterit: quæ sub forma parvorum corpusculorum aut exilissimæ nivis undequaque iis adhæret; qualem *Pruinam* observavit Cl. Decha-les (a).

§. 1245. Hæc interdum in corporibus, quæ aperto Aeri exponuntur, spectatur, cum nempe Hyeme post ante gressum gelu Aer humidus tepidusque ad corpora accesserit, cujus vapores condensati, corporibusque frigidis & gelu plenis appositi, illico in glaciem vertuntur: præcipue autem hoc ad vitra fenestrarum apparet, quia vitrum fortissime Aquam trahit, tum quoque ad muros, & tecta lapidea, quæ canitiem contraxisse videntur.

§. 1246. Si Nubes vertatur in Pluviam, quæ inter delapsam per Aerem, conglaciantibus particulis fœtum, feratur, concrefcunt stillæ in corpora globosa, conglaciata, quæ vocantur *Grando*.

§. 1247. Hæc plerumque magnitudinem guttarum Pluviæ habet: veluti proinde illa guttarum, ita quoque grandinis magnitudo discrepat. Quoniam Pluviæ stillæ sunt exiguæ, quæ in nubis parte suprema formantur per §. 1226. *grando*, quæ in vertice montium cadit, minima erit, major, quæ in vallibus; idcirco Cl. Scheuchzerus grana grandinis admodum exigua in Alpium jugis observavit; idemque aliis in montibus contingere, ex Fromondi & aliorum observationibus constat.

§. 1248. Raro tamen granula grandinis sunt in perfectum orbem corrotundata, verum hinc inde plerumque applanata, compressa, angulosa, concava; qualia imprimis sunt, si spirante fortiori vento deciderint; hæc enim oriuntur a ventis, Pluviæ guttas inæquali pressione in variam reducentibus figuram, quam, dum congelantur, retinent. Nonnunquam *grando* est mollior, & superficiem quasi farina aspersam habet, est autem hæc exigua, & facile liquefcit, delapsa plerumque cælo fere tranquillo, humido, tepido. Sæpe *grando* in medio sui nucleum habet opacum, album, quem cortex durior, pellucidior ambit: videtur hic nucleus prius genitus, delapsusque in Pluviæ guttam, a qua dum in
rotun-

(a) *Traët. de Meteoris Prop. 4.*

rotundum ambiebatur, hanc quoque postea in glaciem convertit: hæc enim grandinis species, simul cum intermixta Pluvia cadere solet.

§. 1249. Aliquando glaciei magnis fragmentis grandinat, nec in copia exigua, quorum magnitudo ova columbina, galinacea, anserina adæquat; imo ceciderunt majora, quorum pondus semilibræ, trium quartarum, & libræ fuit. Annales hujusmodi grandinis in Europa custoditi ostendunt, eam contigisse ætate, mense Majo, Junio, Julio, Augusto, sæviente procella, Nubes in atram spissitudinem condensante, cum caligine magna, & mugitu terribili tonitrum, ac rutilationibus fulminum. Venti proinde Nubes condensarunt, ut in Aqueam versæ sint massam, quæ sibi commissa illico sub forma fractæ nubis §. 1242. cecidisset. Verum fulmina ab incensis nitrosis & sulphureis exhalationibus oriunda, Aerem Spiritu Nitri implent, qui simulac congelantibus particulis, in Atmosphæra tunc natantibus occurrit, terribile frigus inducit §. 748. Per hunc Aerem ita compositum, imbrem ex nube delabentem vis frigoris concreto gelu adstringit, proinde omnis illa aqua illico cogitur in glaciem, majoris minorisve magnitudinis, pro varia ejus, in massam unitæ, copia. Hujusmodi grando magnas clades edit, sternendo, contundendo segetem, herbas, fructus decutiendo, imo frangendo arborum ramos, ædium tecta, fenestras, animalia in pascuis, aves in Aere, & ipsos occidendo homines, quos ferit.

§. 1250. Grando nonnunquam diversissimam, sed eo tempore in omnibus granis eandem, induit figuram, nempe conicam, pyramidalem, semirotundam, angulosam, compressam. An hæc non pendent ab exhalationibus congelantibus, propter admixta alia corpora, diversæ indolis, atque Aquam in glaciem, sub forma diversarum crystallorum, sed certo tempore ejusdem figuræ, cogentibus?

§. 1251. Quare non, aut raro, decidit grando in vallibus ita jacentibus, ut montes ad orientem habeant? an non propter copiosissimos Solis radios a montibus reflexos, grandinem inter lapsum dissolventibus?

§. 1252. Non frequenter grandinat Ultrajecti; aliquot annorum observationes inter se comparatæ ostendunt, quolibet anno tantum octies grandinare: nunquam flante Euro grandinem observavi; semel spirante Austro. Quoties grandinaverit flantibus variis ventis spatio quinque annorum hoc modo deprehendi; flante Favonio 13 vicibus,

N 3

Cauro

Cauro 8, Septemtrione 9, Aquilone 2, Solano 2, Africo 5. Sunt tamen alia loca, in quibus frequens grando, observante Dechales, quæ nempe a Septemtrione aperta inter montes jacent, imprimis, si tum Boreas supra lacum afflaverit.

§. 1253. Quamdiu grandinat, & antequam grando ad Terram decidat, interdum fragor & strepitus in Aere audiuntur (a), quia granorum nonnulla a vento in alia propelluntur, quæ cum sint corpora durissima, sonant percussorum duorum instar; sed & fuerint alia, quibus occurrunt, corpora, unde quoque sonus.

§. 1254. Si vapor aqueus ex Nube decidens conglaciatione in filamenta oblonga abeat, quæ variis sibi imposita modis forment floccos, id effingitur, quod *Nivem* vel *Ninguem* appellamus.

§. 1255. Floccorum figuræ diversæ sunt, regulares vel anomalæ: aliquando sunt spicula tenuia, oblonga, A B, (Tab. 14. Fig. 1.), quæ concreverunt tantum ex particulis vaporis Fig. 2, in lineam rectam dispositis, atque ita in se deciduis, acervatisque. Si inordinato admodum situ spicula in se jaceant, & hic breviora, ibi longiora fuerint, concreverintque, flocculus nivis anomalus efficitur. Sed regulares flocculi, aliquando effigiem stellæ hexagonæ radiorum tenuium, angulos 60 graduum comprehendentium exhibent, uti in Fig. 3. cum tria spicula A B Fig. 1. in se mutuo cadunt, concreverintque: aliquando Nix est Liliiformis Fig. 4. hexangula tamen: aliquando quilibet ex sex radiis, aliis radiolis minoribus ornatur, Fig. 5.: vidi Nivem, cujus figura erat uti in Fig. 6.; aliquando flocculi racemos retulerunt, Fig. 7., qualem Nivem Cassinus observavit (b): nonnunquam Stellæ duodecim radiorum ceciderunt, imo & aliarum figurarum, quas eleganter exhibuit Hookius (c). Sed lubuit adnectere alias Nivalium floccorum figuras 20, quas hyeme sævissima anni 1740. Medioburgii in Zeelandia observavit & accurate delineavit Vir industrius & eruditus L. Stokke, M. D.: plures tum similium, tum aliarum figurarum floccos collegit, descripsitque Cl. Kundmannus (d). Quotiescunque nixit spiculis oblongis vel stellis hexangularibus, frigus hæ intensum secum in Terram tulere, paucis

(a) *Lucretius* L. VI. v. 155.

(b) *Memoires de l'Acad. Roy. An. 1692.*

(c) *Micograph. pag. 88. a Fig. 7. ad 27.*

(d) *Rariora Nat. & Artis* S. 2. A, 21.

eis horis post lapsum secutum. Insolentior est Nix regularis figuræ; frequentior est, quæ constat flocculis figuræ anomala, variæque magnitudinis. Videtur discrimen figuræ Nivis pendere a diversis exhalationibus congelantibus, quæ vaporibus e nube deciduis admiscuntur; veluti salia in aqua soluta in crystallos variæ figuræ abeunt: animo concipi enim nequit, quomodo ceteroquin nonnullis temporibus omnes flocculi regulares, ejusdemque figuræ, formari in aere possent.

§. 1256. Solet massa Nivis modo deciduæ esse admodum rara, quæ tamen flocculis majoribus decedit, minus rara est reliqua. Deprehendit Sedileavius (a) plerumque Nivis acervum, 5, vel 6 pollices altum, cum tabuerat, unum aquæ pollicem dedisse, quod de la Hirius confirmavit, addens se anno 1711. (b) Nivem duplo rariorem solito observasse, cujus 12. pollices tantum in unum pollicem Aquæ versi sunt. Cl. Weidlerus (c) se Anno 1728. Nivem noncuplo rariorem Aqua invenisse tradit: A. 1729. Ultrajecti Nivem stellatam examinavi, quæ vigesies quater rarior Aqua erat. Si Nix copiose ceciderit in aliquo loco, & gelu persistet cum tempore sereno, subsidet perpetuo, & evaporando ex se quamplurimum imminuitur, unde tandem penitus in Auras evanescit: Sol enim suo calore Nivem perpetuo emollit, tabefacit, partes solutas volatiles reddit, atque ita Nivem consumit.

§. 1257. Si persistente gelu ningat, semper flocculi sunt minores; si autem cælum calidius fuerit, sunt flocculi majores: immo hi interdum simul cum pluvia labuntur.

§. 1258. Cepit opinio fidem, ac si urgente acri gelu ningere non posset; id autem non esse consentaneum experientia, Annis 1739, 1740, 1741, constitit, diebus enim nonnullis ninxit, & ingens gelu persistit, imo increvit. Neque semper frigus remittit, cum ningit, etiamsi id sæpe contingat; observavi post delapsam Nivem frigus increvisse. Erronea quoque est opinio, in mari non ningere, cum in Oceano Hyperboreo id frequens sit.

§. 1259. Veluti interdum ingens Pluviæ quantitas in aliquem locum decedit, ita & Nivis; hinc observatum fuit Anni 1729. mense Febr. in Sveciæ, Norvegiæque limitibus

N 4

uno

(a) *Memoires Mathem. Anno 1692.*

(b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1712.*

(c) *Observationes Meterolog.*

uno quasi ictu tantam Nivis cecidisse copiam, quæ plures quam 40. domus sepelivit, unaque omnes in iis suffocavit incolas; simile quid in Silesia & Bohemia contigisse tradidit Celeb. Wolfius. Præstantissimus Maupertuisius memoriæ prodidit, tempestates in Lapponia sævire nivolas, periculi plenas: ventus ab omni parte adflat, nivemque magno cum impetu in vias effundit, viatores occæcat, copia extinguit.

§. 1260. Nix plerumque est albissima, fortissime reflectens allapsam lucem, licet glacies sit, cujus quodlibet spiculum seorsum sumptum & Microscopio conspectum pellucet: verum cum inter spicula singula pori maxime irregulares relinquuntur, lux per eos ob inordinatam spiculorum attractionem transire nequit, sed fortissime repercutitur, veluti a vitro pellucido in pulverem contrito.

§. 1261. Usus Nivis est 1. Herbas hyeme, quas sepelivit, adversus gelu ejusque injurias conservare. 2. Aquam suppeditare rivis & fluminibus: ideo in Europæ multis regionibus mense Aprilis & Maji tument flumina a tabescente in montibus nive.

§. 1262. Nonnunquam in cælo apparet *Arcus versicolor*, qui & *Iris* appellatur, cum Sol a tergo Spectatoris in cælo fulget, a parte anteriori nubilum est, simul cum Pluvia intermedia.

§. 1263. Aliquando in cælo duo aut tres arcus simul conspiciuntur, sibi concentrici: (*Tab. 16. Fig. 3.*) quorum Internus coloribus gaudet vivacissimis, atque ideo *Primarius* appellatur: Externus languet & *Secundarius* audit. (*Tab. 15. Fig. 9.*) Si tertius adsit, quod rarius, sub admodum languentibus coloribus apparet.

§. 1264. Ordo Colorum in ambobus arcubus est inversus: in *Primario* ordo sequens est, enumerationem incipiendo a parte interiori: Color Violaceus, Purpureus, Cæruleus, Viridis, Flavus, Aurantius, Ruber: *Secundarii arcus* colores tum sic sequuntur; Ruber, Aurantius, Flavus, Viridis, Cæruleus, Purpureus, Violaceus, quales colores in Radiis Solis vitreum Prisma refringendo etiam exhibet.

§. 1265. Ut Iris primaria intelligatur, concipiatur stilla BDF, (*Tab. 16. Fig. 1.*) quam stringat Solis radius AA, qui refringitur ad D, a D repercutitur in F, atque ex F exiens, refringitur in GF, separaturque in colores.

§. 1266. A parte Solem spectante plurimi radii paralleli, quales sunt AA, BB, CC, DD, EE, &c. (*Tab. 16. Fig. 2.*) in dimidiam stillæ superficiem incidunt: horum non-

nonnulli in gutta refringuntur, atque ad oppositam superficiem partem *baed* delati, exeunt in Aerem, qui vero non transeunt, sed reflectuntur a superficie posteriore *bdæe*, replicatique ad anteriorem partem *dadce*, exeunt, & disperguntur a se ad varia loca.

§. 1267. Sunt tamen radii *AA*, *BB*, (*Tab. 16. Fig. 1.*) qui sibi vicini & paralleli incidunt in superficiem anterioris partem *AB*; & refringuntur ad idem punctum posterioris superficiem *D*, a quo antrorsum reflexi ad *F*, *f*, ex stillicidio sibi paralleli in *FG*, *fg* exeunt. Hi radii sibi vicini fortissime oculum afficere possunt; idcirco hi *Efficaces* appellantur; cum alii nimis rari, oculum in notabili a gutta distantia non satis afficere possunt.

§. 1268. Si radius *AA* (*Tab. 16. Fig. 1.*) producatufque in *P*, & *GF* retroducatur ad idem punctum *P*, tum quoque ex centro *C* guttæ perpendiculares *CL*, *CM* ducantur, tum *CA*, erit *CL* sinus anguli incidentiæ, & *CM* sinus anguli refractionis, qui sunt in radiis rubris uti 108 ad 81: & in radiis violaceis uti 109. ad 81. Si cum his numeris calculus instituatuf, eruitur magnitudo arcus *AE*, ut & arcus *AD*, ex quibus invenitur angulus *APG* pro radiis rubris 42 2', pro radiis violaceis 40 17 (1).

§. 1269. Concipiatur stillis spatium *XZ* (*Tab. 16. Fig. 3.*) Atmosphæræ plenum, Spectator in *O*, atque ex centro Solis a tergo spectatoris linea *OF* per oculum *O* transeat, quæ sit parallela radiis *DE*, *PS*, guttas stringentibus: horum *DE* refractus ad *K*, inde reflexus ad *n*, & ex hoc puncto exiens refringitur in colores, & delatus ad oculum *O*, sub angulo *nOF* 42, 2', repræsentat colorem rubicundum:

(1) Calculum geometricum, ex quo prædictorum angulorum mensura eruitur, consulto Auctor præterit, ne nimia ejus difficultate tironum ingenia torqueat: de eo interim si lubet, vide eundem Auctorem in *Essay de Physiq. c. 39. §. 1600.*, vel Newtonum *Optic. l. 1. part. 2. prop. 9.* Verum eadem angulorum quantitas, saltem præter propter sequenti experimento liquet. Suspendatur scilicet in Sole globus vitreus *E* (*Vid. fig. 3. Tab. 16.*) aquæ plenus, tum in tali positu inspiciatur, ut radii a globo ad oculum pervenientes, conti-

neant cum Solis radiis angulum 42. grad. circiter, & tum spectator in *O* videbit colorem rubrum clarum in ea globi parte, quæ est a Sole averfa, veluti ad *K*. Quod si deprimendo globum, is angulus minor fiat, videbuntur continuo alii colores, flavus, viridis, caeruleus, ac demum violaceus, cum scilicet is angulus sit circiter grad. 40. Idipsum experiri etiam licet intuendo globum immotum, & interea attollendo, vel deprimendo oculum, vel aliter eum movendo, quemadmodum opus est, ut is angulus præscriptæ magnitudinis evadat.

dum: pari modo gutta S refringens radium PS , eumque mittens ad oculum O sub angulo QOF , $40, 17'$, repræsentat colorem violaceum. Fingantur jam circa OF , tanquam axim, circumferri On , OQ , describent superficies conicas, quarum bases circulares erunt.

§. 1270. In harum basium puncto quocunque visibili sub eodem angulo conspicientur iidem colores: quamobrem spectator O arcum coloratum videbit, habentem latitudinem n Q unius gradus & 45 . minutorum.

§. 1271. Ex hisce igitur apparet, pro diversa tum Solis, tum Spectatoris altitudine supra horizontem majorem minoremve portionem arcus visum iri. Si enim Sol & Spectator in horizonte fuerint, erit OF ad horizontem parallelus, quamobrem arcus, qui videbitur, erit portio dimidia circuli. Sole autem ascendente supra horizontem, illius proinde minor portio videbitur. Sole autem elevato $42, 2'$, recta On erit horizonti parallela; proinde arcus minima portio in horizonte apparebit, & Sole tantillum plus elevato, totus arcus evanescet.

§. 1272. Quo Pluvia Spectatori O propior est, eo basis Coni erit circulus minoris radii, adeoque arcus apparebit minor. Quo Pluvia plus distat a Spectatore O , eo basis Coni erit major, arcusque amplior.

§. 1273. Si Pluvia desinat a parte HC , tantum videbitur pars arcus HEV ; Pluvia cessante ad EV , videbitur modo pars arcus HC , cessante autem Pluvia intermedia EH , tantum arcus crura in EV , HC videbuntur.

§. 1274. Quoniam Pluvia ex Nube usque in Terram decidit. Spectator in planitie consistens arcus horizonti insistere videbit.

§. 1275. Si Pluvia supra caput Spectatoris in prato positi transiverit, antrorsum progredi pergat, guttæque gramine plantisque copiose inhæreant, crura arcus videntur aliquando in longo tractu irrigati graminis jacere; cum nempe Solis radii ab his guttis refracti sub iisdem angulis ac in §. 1268. ad Spectatorem redire possunt.

§. 1276. Cum autem arcus sub iisdem angulis modo videri potest, patet etiam Iridem præcedere Spectatores accedentes, & sequi fugientes.

§. 1277. Est modo Iris conspicua, cum cælum Soli obversum est nubilum, ita ut lux paucissima inde redire possit, hæc enim ceteroquin suo robore nimis fulgens, impediret, quominus colores in arcu observari possent: ideo colores

lores Iridis sunt magis intensi, quo cælum a parte anteriori Spectatoris est magis opacum.

§. 1278. Sit gutta Pluviæ spherica BDFH, (*Tab. 16. Fig. 4.*) radius Solis AB, qui refringitur a B usque in D, inde repercutitur usque ad F, iterumque inde redditus venit ad H, ex quo puncto exiens, refractusque fit HI, qui proinde radius bis reflectitur, refrangiturque. Radii hujusmodi sunt efficaces ad Iridem formandam, cum sibi vicini AB, $\alpha\beta$, incidunt, & post primam reflexionem in D & Z sibi paralleli fiant DF, ZX: atque inde reflexi ad H & S, secunda vice refracti in H & S, sibi iterum vicini parallelisque ferantur HI, SR.

§. 1279. Calculo subduci potest ex ratione refractionum radiorum ex Aere in aquam, quantus sit in hoc casu angulus API; hic enim pro radiis rubris est 50, 58', 39" & pro violaceis 54 7 (1).

§. 1280. Quamobrem si spectator fuerit in O, (*Tab. 16. Fig. 3.*) radiusque e Sole, a tergo fulgente, per oculum ductus OF, radiique guttas Pluviæ stringentes AB, PM bis refracti reflexique pervenerint ad oculum O, formantes angulum BOF 54 7, & MOF 50 58, 39, videbuntur colores violacei & rubri: circumactisque circa OF axim rectis BO, MO, formabuntur Coni, in quorum basi, sub latitudine 3. grad. 8, 21", videbitur arcus coloratus, sive *Iris secundaria*.

§. 1281. Hujus Iridis colores sunt minus intensi, quam primariae, quia multi radii (*Tab. 16. Fig. 4.*) inter AB & $\alpha\beta$, illapsi exeunt ex gutta ad DZ; qui reflectuntur ad XF, pro parte etiam ad X & F egrediuntur, adeo ut pauci sint, qui egressi ex H & S ad spectatorem pervenire possunt.

§. 1282. Quia secundariae Iridis colores sunt adeo debiles, vide-

(1) Omisso in tironum gratiam geometrico calculo, de quo videtur ejusdem nostri Auctoris *Essay de Physiq. ch. 39. §. 1606.*, & Newtoni *Opt. l. 1. part. 2. prop. 9.*, eorum angulorum quantitas colligitur simili experimento globi vitrei aquæ pleni, de quo supra in adnot. ad §. 1268. Si scilicet is globus attollatur usque ad M (*Vid. fig. 3. Tab. 16.*), donec radii a globo ad oculum pervenientes contineant cum Solis radiis angulum 50 circiter graduum; videbitur tum

color ruber in ea globi parte quæ est Soli obversa. Quod si attollendo globum, adhuc major is angulus factus fuerit, color ille ruber convertet se in alios colores flavum, viridem, cæruleum, ac demum violaceum, cum nempe ille angulus graduum 54 evaserit. Quod & experiri etiam potest, si manente globo in moto, attollatur interim, vel deprimatur oculus, vel aliter moveatur, uti factum opus est, ut is angulus præscriptam acquirat magnitudinem.

videri nequeunt, nisi cælum anterius sit admodum nubilum, idcirco rarius secundaria Iris, rarissime tertia Iris conspicitur; quia, ut hæc videri possit, in gutta tres reflexiones, & duæ refractiones fieri debent; præterea, ut cælum post guttam sit fere nigrum, nullamque lucem reddat, post tergum vero Spectatoris Sol clarissime fulgeat.

§. 1283. Non aliter Iris Lunaria; quæ licet admodum raro fiat; tamen in nocte tempore Plenilunii in Pluvia observata fuit, explicanda est: hujus autem colores semper sunt debiliores quam Iridis Solaris, cum lumen Lunæ propter raritatem non tantum virium habeat, quam Solis, quibus guttas pluvix perstringat.

§. 1284. Hucusque Arcum per totam suam amplitudinem æque latum esse diximus, & ita se habet, quamvis crura ejus inferiora appareant latiora, apex vero tenuior: & ideo duæ sibi concentricæ Irides inter apices suos majori intercapedine distant, quam inter crura: quod phænomenon a Spectatoris imaginatione pendet.

§. 1285. Plurima hic addenda forent, quæ spectant calculum angulorum, quos radii efficaces formant, aliaque, quæ cum nimis subtilia & proluxa sunt, in his Elementis omitimus. De his, ut & aliis huc spectantibus consulantur Acta Philosophica Britannica N. 240. 267. 375. & Clarki notæ ad Rohaulti Physicam Part. 3. Cap. 16, Newtoni Optica, & Lect. Smith compleat System of Optiks. B. 2. C. x. vel Physica Belgico sermone conscripta (1).

§. 1286.

(1) Ex veteribus Philosophis nonnulli quidem, etsi obscure, intellexisse videntur colorum iridis causam abs radiorum solarium in pluvix decidentis guttis refractione pendere. At plenius id primus invenit, uberiusque explicavit Antonius de Dominis Archiepiscopus Spalatensis in libro suo *de radiis visus, & lucis*, quem ante annos amplius viginti scriptum, in lucem tandem edidit amicus suus Bartolus Venetiis An. 1611. in eo quippe libro ostendit Vir doctus, quemadmodum arcus interior binis refractionibus radiorum Solis, singulisque reflexionibus inter binas istas refractiones intervenientibus, in rotundis pluvix guttis effinga-

tur; exterior autem arcus binis refractionibus, binisque itidem reflexionibus interiectis, in similibus aquæ guttis efficiatur. Suamque explicandi rationem experimentis comprobavit in phiala, vel globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis. Porro eandem explicandi rationem persecutus est Cartesius in *Meteoris* suis, eamque quæ est de arcu exteriori insuper emendavit. At cum hi Auctores veram colorum originem non intelligerent, aliquid in eorum explicatione adhuc desiderabatur, quod demum complevit Clarissimus Newtonus, causam physicam uberius deducens ex detecta diversa radiorum refrangibilitate.

§. 1286. Solem, Lunam, Planetas, Stellæ fixas ambiunt *Coronæ*, vel *Halo*. Sunt hi circuli luminosi memorata sydera circumnectentes, interdum albi, interdum Iridis instar colorati; daturque vel unus vel plures sibi concentrici: qui circa Syrium & Jovem observati sunt, diametros habuerunt 2, 3, 4, 5 graduum, nunquam majores (a). Qui ambiunt Lunam, interdum sunt parvi, diametri 3 vel 5 graduum (b); sed tum hi, tum illi, qui Solem cingunt, diversa conspiciuntur diametro, observati enim fuerunt 12, 22, 35, 30, 38, 45, 46, 24, 47, 90 & majores. Eorum Diametri, quo tempore perstant, mutationibus sæpe subjiciuntur. Differt quoque annulorum coloratorum & alborum latitudo, cum dentur 2, 4, & 7 graduum. Nudo oculo inspecti circuli, ovati apparent; sique diameter in meridiano jacere concipiatur, atque divisa in 3 partes, Sol duabus partibus ab infimo puncto aberit: Instrumento dimensi circuli, rotundi deprehenduntur (c).

§. 1287. Sive circuli colorati vel albi conspiciantur, semper spatium intermedium inter Luminaria & circulos minori claritate lucis donatur, quam ipsi circuli. Colores Coronarum sunt dilutiores, quam Iridis; & diverso ordine se sequuntur, pro varia Coronæ amplitudine: in iis annulis, quos observavit Newtonus Anno 1692. colores, ab interioribus ad exteriora eos numerando, hoc ordine jacebant, ut in intimo annulo fuerit cæruleus interior, albus in medio, rubeus exterior; in secundo annulo purpureus, cæruleus viridis, flavus, pallescens rubeus: in tertio annulo cæruleus pallescens, & rubeus pallescens se sequebantur.

Hugenius in ambitu interiore colorem rubrum, in exteriori cæruleum pallidum observavit: aliquando interius colorem rubrum, exterius album, & alio tempore colores eo ordine ac Newtonus in intimo annulo conspexit. Weilderus colorem interiore flavum, exteriori candidum notavit.

§. 1288. Harum Coronarum causa in Atmosphæra non longe a Terra existit: nam 1. licet animus noster judicandi imbecillitate deceptus, circa ipsum sydus coronas putet positas, circa dicta sydera Atmosphærae aut non sunt, aut nequaquam tantæ. 2. A paucis tantum observatoribus simul,

(a) Gassendus ad Diogenem p. 584. Mariotte *Morceaux des Eaux*. Wolfius in *Cogitationibus Ingenios.*

(b) Newtoni *Optica Lib. 2. part. 4. Obs. 13.*

(c) Smith. *Optiks L. 1. §. 167. Remark. 344.*

raro ad intervallum duorum vel trium milliarium conspiciuntur. 3. Rumpuntur obortis ventis. 4. Non colliguntur nisi stabili Aere & pigro. 5. Nunquam cælo apparent sereno, sed rara Nebula obducto. 6. Nebula hac a vento propulsa, ab ea parte rumpuntur.

§. 1289. Arte coronam imitatur, cum tempore frigido vaporem calidæ aquæ inter candelam & oculum ad adscensam cogimus; hinc in balneis circa lucernam adspici solet. Tum si in recipiens vitream & vacuum, Aerem readmittamus, ultra quod candela ponatur; simulac enim Aer ad aliquem densitatis gradum pervenerit, Halo cum diversis coloribus circa flammam videtur (a). Quamobrem quæ in sublimi apparet Halo, simili modo ac arte producta, efficietur. Hæc autem vel a Luce, per vaporis particulas transeunte, & bis refracta; aut a Luce inter interstitia vaporum currente, & viribus attractricibus inflexa, suosque in colores separata, oriri potest. Quarum posterior causa minus verosimilis est, propter inæqualia intervalla, quæ globi æquales, æqualiter distantes inter se relinquunt; ut æquabilis & continua radiorum inflexio inde vix oriri posse videatur. In annulos vero coloratos lux separatur, cum per aqueas bullas cavas, saponis inspissatas, transit; nam pro varia pellis crassitudine in bullis diversus, tam reflexione, quam transitu, oritur color. Sit igitur vaporis exilis pila X, (Tab. 16. Fig. 5.) sitque crassities βb æqualis crassitiei pellis in magna pila saponacea, ubi annulum rubeum transeuntibus radiis format; sit γc crassities vaporis, qualis in saponacea pila annulo flavo convenit: sit $d d$ in vapore crassities, qualis in pila saponacea cæruleum annulum format, &c. adeoque in vaporis pila X per locum annularem βb , radii $B \beta$ transibunt, formaturi annulum rubeum: per γc transibunt radii Solus $C \gamma$, qui postquam exiverunt, annulum flavum effingent; veluti per $d d$, radii transmissi annulum faciunt cæruleum. Hi omnes radii axem $A a$ sub vario secant angulo, tendentes ad k, h, g, f, r , magis perpetuo a se divergentes; oculus autem in locis his k, h, g , positus colores memoratos spectabit, eosque ad varia loca referet.

§. 1290. Sint in plano KX (Tab. 16. Fig. 6.) aliquot sphæræ ejusdem magnitudinis, Spectator in S, radii e Sole emissi, paralleli in eas incidant, formenturque a radiis transmissis aliquot annuli colorati, uti in §. 1289. Sit RZS a Sole

(a) Boyle in Contin. prim. Exp. per Phy. §. 44.

Sole ad Spectatorem S dimissus, & perpendicularis in planum KX; Solis radii PE, dilapsi in eam sphaeræ partem, ut transeunt annulum rubrum forment, deinde ferantur ad S; Radii PK illapsi in alterius sphaeræ partem, ut transeunt annulum cæruleum forment, postea dirigantur ad S; quod si tum circa ZS, tanquam axim, circumferantur ES, KS, generabitur Conus, in cuius basi circulari positæ in sublimi Aere sphaerulæ poterunt ex ejusdem coloris annulis, sub eodem angulo ESZ, KSZ, dimittere ad spectatorem S radios cæruleos & rubros; quamobrem spectator S videbit circulum coloratum, intus rubeum, extus cæruleum. Si pluri diverfi colores cadant intra angulum KSE, apparebit hic medius circulus albus: si vero in KSE alterius annuli colorati radii ferantur, ejusmodi coloris circulus quoque videbitur.

Veluti sic unius circuli colorati Theoriam dedimus, possunt concipi plures, priorem ambientes. Si autem radii colorati ex plurimis annulis sphaerarum K, E, lapsi supra se ad S pervenerint, tantum annulus KSE albus apparebit.

§. 1291. Si sphaerulæ K, E, Z, fuerint variis temporibus majores vel minores, ordines colorum in annulis discrepabunt, unde non semper idem ordo colorum in Coronis observatus fuit. Sed & qui eundem dant colorem, non sub eodem angulo ad oculum S perveniunt: idcirco diversa sub amplitudine coronæ conspiciantur necesse est. Et quia eadem vaporis pila transmissis radiis multos diversosque annulos coloratos format, quorum in X Fig. 5. modo quatuor depinximus; horum vero radii sub diversis angulis axim A & a secant: ideo prout hæ pila altius a solo vel propius ab eodem suspenduntur, variorum annulorum radii sub diversis angulis ad spectatorem perveniunt, atque ideo corona amplitudine increvisse, aut decrevisse spectabitur, quemadmodum in eadem corona, aliquandiu persistente, observatum fuit.

§. 1292. Has coronas esse indicium venti, vel pluviae, aut instantis procellæ fabulosum est: sæpe enim animadverti, cælum die sequenti tranquillum mansisse. Subtiliora huc spectantia videri possunt in Newtoni Optica Lib. 2. Part. 4. aut apud Hugenium in Posthumis, Smith Optiks B. 2. Ch. xi. Hugenius autem ex hypothese grandinis extrinsecus pellucidæ, interius nucleo nivali opaco constantis, subtilissime quoque coronas explicuit, quam sententiam propter observationes §. 1289. amplexi non fuimus.

§. 1293.

§. 1293. Nonnunquam in Cælo una cum Sole aliquot spurii Soles apparuerunt, qui *Parhelii*, appellantur, quia in propinquo fere a Sole visuntur, aut quia ad aliquam similitudinem Solis accedunt. Horum numerus variat; aliquando enim unus vel alter, interdum plures, usque ad sex, conspecti fuerunt Parhelii.

§. 1294. Magnitudo Parheliorum eadem ac veri Solis apparet; figura a rotunditate subinde recedit; fulgor plerumque languidior quam in Sole, aliquando idem; si autem multi adsunt simul, aliqui hebetes minus splendent, pallentque. Illorum limbi, Iridis instar, coloribus tincti sunt: multi caudam longam, a Sole averfam, subigneam, ubi spurio Soli adhereret, sed aucto intervallo pallidiorum habent; alii cauda carent: Cauda in circulo albo horizontali exporrecta jacet.

§. 1295. Parhelios comitantur fere semper circuli nonnulli, quorum alii coloribus Iridis donantur, alii albi sunt; vario hi etiam sunt numero & magnitudine: omnium tamen est eadem latitudo, quæ æqualis diametro Solis apparet. Sunt circuli, qui Solem, in suo centro positum, ambiunt; hi colorati sunt, & diametrum 45, imo 90 graduum habuisse observati. (*Tab. 16. Fig. 10.*) Horum planum est perpendiculare ad rectam, ductam a spectatore per centrum Solis: idcirco eorum situs pro varia Solis altitudine supra horizontem differt; quo horum colores sunt vivaciores, eo lumen Solis apparet languidius. Sunt circuli alii ad horizontem paralleli; plerumque unus est amplissimus, albus, omnes Parhelios complexus, & qui, si fuerit integer, per verum Solem transiret, hujus centrum est Spectatoris Zenith: ejusmodi circuli diametrum 130 graduum spectavit Hevelius. Aliquando huic concentrici fuerunt arcus minorum circularum, qui dum per priores coloratos transibant, eos tantum sua latitudine obtegendo, in plano transeunte per Zenith & Solem, coloribus etiam tingebantur: aliosque Parhelios continebant. Fuerunt & alii circuli, oblique respectu omnium memoratorum positi. Ordo colorum in circulis coloratis est veluti in Iride; sed in parte interiori Solem respiciente rubeus est, veluti in multis Coronis quoque observatur.

§. 1296. Parhelii spatio unius, duarum, trium, imo quatuor horarum, Sole ad diversas altitudines elevato conspecti fuerunt. Evanescent tum Parhelii, tum orbes pedetentim, primo ab una parte, deinde ab altera, reditum crebro

bro in iis minati locis, ubi evanescere cœperunt, donec tandem penitus desinant.

§. 1297. Parheliorum materia hæret quoque in Atmosphæra Terrestri. 1. Quia orbis colorati eos cingentes sunt tantum Coronæ, quarum materia per §. 1288. in Aere nostro suspenditur. 2. Secundum observationes accuratas Hevelii, Hugonii, Cassini, Maraldi, Verdriesii, & nostras, Cælum, Parheliorum tempore, nunquam fuit perfecte serenum, sed nebula tenui, & pellucida obductum. 3. Quo colores orbium sunt vivaciores, eo magis lumen veri Solis pallet. 4. Vix in duobus locis, quamvis parum distitis, simul conspiciuntur. Nam Parhelii, qui Harlemi Anno 1734. Febr. 22. visi sunt, nequaquam apparuerunt Ultrajecti: ita quoque Paraselenzæ binæ cum Coronis Anno 1734. Martii 12. insignes conspectæ fuerunt in pagis Catvico & Koudekerka, ut & Leydæ: nec harum omnium quicquam Ultrajecti conspectum fuit. 5. Observantur plerumque tempore brumali, frigido, cum mediocri gelu, spirante Vento leni, Borea, vel ex Boreali plaga. 6. Desinentibus Parheliis aliquando Pluvia, aut Nix, spiculis oblongis constans cadit.

§. 1298. Quoniam Parhelii non semper cum iisdem phænomenis apparent, eorum causæ quidem possunt esse sibi similes, non tamen erunt accurate eadem; adeoque in Theoria, quam dabimus de una observatione, aliquid mutandum erit, quotiescunque aliæ apparitiones in aliis Parheliis aderunt.

§. 1299. Supponamus spicula glacialia, cylindrica, tenuia, in alto Aere suspendi, qualia sub Nivis forma interdum labuntur: atque hæc a radiis Solis incipiant liquefieri, ita ut CD (*Tab. 16. Fig. 7.*) nucleus medius opacus, non solus sit, sed exterior pars AB, AB, liquefescens pellucescat; resolutæ autem Aquæ pars deorsum stillans formet globulum BEB: ejusmodi spiculum, propter centri gravitatis situm inter D, & E, in Aere erectum natabit. His positis non difficulter Parheliorum phænomena explicari possunt (*Tab. 16. Fig. 8. 10.*): veluti in his observatis ostendam. Neque sunt hæc admodum temere posita, 1. Cum ejusmodi spicula cylindrica actu in Aere dentur, 2. Et tempore Parheliorum cecidisse observata fuerit, 3. Atque similia arte confecta ex vitro Aquæ plano, cum immisso opaco ligno; & in sublimi suspensa, notante hujus sententiæ auctore Hugenio, Parhelios exhibuerint.

§. 1300. Cum in Aere hæc spicula pendentia nonnihil de lumine Solis intercipient, apparebit verus Sol minus fulgens,

Musschenbr. Phys. Tom. II.

O

gens,

gens, quam cælo sereno. Sit Sol SR (*Tab. 16. Fig. 7.*), ex diametri extremis ponantur emissi radii SP, RQ, qui illapsi in AB superficiem, in lineam modo incidisse ponantur, adeoque tanquam in speculum planum incidunt, a quo repercussi sub æqualibus angulis, ferentur in PV, QV. Spectator positus in V lumen hoc recipiet, quod debile erit; cum QP tantum lineola reflectens sit; aliud autem lumen ad latera hujus in superficiem reliquam illapsum, aliorsum quam ad V reflectatur. Apparebit autem in V objectum lucens in hoc speculo PQ sub eadem altitudine supra horizontem, ac est Sol SR, & sub eadem longitudine cum SR, per §. 1038. non vero sub pari latitudine, quia PQ tantum est lineola reflectens.

§. 1301. Si igitur Spectator fuerit in α , ejusque Zenith in β , atque anguli $\lambda \alpha \beta$, $\xi \alpha \beta$, fuerint æquales angulis ZVP, ZVQ (*Tab. 16. Fig. 7. 8. 10.*) figuræ 7. apparebit ipsi in α , ob radios a speculis undequaque repercussos; annulus albus $\kappa \lambda \mu \nu$, ejusdem altitudinis supra horizontem cum Sole γ , & paris latitudinis cum ejus diametro.

§. 1302. Sol quoque radios SP, RQ (*Tab. 16. Fig. 7.*) vibrat, qui pellucidum corticem spiculi ingressi, refringuntur ad PT, QX, in substantia hac glaciale; exeuntes vero ad TX, in Aerem feruntur in rectis TY, XY, parallelis prioribus SP, RQ, & quia crassities PT est admodum exigua, Spectator positus in Y hos radios non judicabit ex altius collocato objecto venire, quam est RS. Non autem ad Spectatorem positum in Y tantum radii illapsi in lineolam PQ ferentur, sed quoque alii vicinarum lineolarum. Cumque omnes refringantur exeundo ex TX & vicina superficie, in suos colores separabuntur, quorum plurimi supra se cadentes, pristinum candorem exhibebunt: per §. 931. alii nimis ad latera delati suos colores retinere videbuntur.

§. 1303. Si conceperimus hæc spicula in circulo albo, quem modo explicui in §. 1299. liquet (*Tab. 16. Fig. 8. 10.*) ad Spectatorem in α positum, multos ejusmodi delatum iri radios per spicula transmissos, quæ inter ipsum & Solem γ posita sunt, datumque iri aliquem locum, in quo spicula copiosissimam lucem refractam ad Spectatorem mittent, quæ efficiet, ut spurius Sol in ν & κ , in circulo hoc albo appareat: cumque vicina spicula semper eo pauciores lucem, hoc modo transeuntem, ad locum α dimittant, quo magis remota a Solo γ fuerint, idcirco fulgens cauda Parheliis ν

& κ

& κ adhærere videbitur, sed circulo albo inclusa; atque ob laterales radios, in colores refractos, Parhelii & caudæ cum limbis coloratis conspicientur, caudæque a parte poste-

riori minus fulgebunt, exporrectæ ad $\frac{1}{4}$ partem circuli a Sole γ .

§. 1304. Si Solis radii OM (Tab. 16. Fig. 9.) deferantur plano AB, qui recta ad K perrexissent, hi refracti ferentur in speculo, ejusque plano BC, ad P; ab ejus autem posteriori puncto P repercussi, ferentur in plano CD ad G, exeuntesque ex speculo, & refracti ex G ad F, in plano ED movebuntur. In his delati planis, ducta parallela HF ad latus speculi DG, pervenient ad F, sub eodem angulo HFG, ac si directe a puncto K repercussi fuissent, adeoque sub eodem angulo, ac in speculum inciderunt.

§. 1305. Concipiuntur iterum spicula in circulo albo; radii ex Sole γ (Tab. 16. Fig. 8. 10.) emissi, ad Spicula λ & μ refracti bis, & semel reflexi, pervenient sub angulo $\lambda\alpha\beta$ ad spectatorem in α , & quidem copiosi: quamobrem hic iterum apparebunt in λ & μ Parhelii, quamvis minus fulgentes prioribus, quia etiam a postica parte spiculorum multi radii reperiuntur, nihilominus multi quoque transeunt: & ideo eorum caudæ adeo debiles erunt, ut discerni nequeant.

§. 1306. Spiculorum inferiori parti guttula globosa BEB (Tab. 16. Fig. 7.) adhæret, per quam lux transiens, annulos coloratos format FG, HK, LM, veluti vidimus in globis fieri, qui Halones producant §. 1289. Hæ proinde similes spectandos præbebunt annulos coloribus Iridis tinctos, δ ϵ , η κ ν & fig. 8. qui solem γ cingent, & vel simplices, pluresque numero erunt, positique in alio plano, nempe quod perpendiculare est ad rectam, inter Solis centrum & Spectatorem ductam.

§. 1307. Si Aeris motus hæc spicula quiescere non sinat, sed latera tantillum moveat, remittatque, continuo fulgor Parheliorum mutabitur: quamobrem quasi in perpetuo labore constituti apparebunt. Qui plura & subtiliora desiderat, adeat Nob. Hugonii Dissertationem de Coronis & Parheliiis, & Cl. Smith Opt. B. 2. C. XI.

§. 1308. Circa Lunam quoque apparent *Paraselenæ*, cum similibus caudis, & circulis coloratis, quos in Parheliis dari memoravi. Horum omnium causa procul dubio similis est illi Parheliorum, eruntque Phænomena eodem modo explicanda.

§. 1309. Sol aliquando e nubibus emittere videtur *Virgas*; usque ad Terram exprorectas, coniformes, prope Terram latissimas; plerumque conspiciuntur post meridiem, calore prægresso. Dantur cum Nubes spectatori Solem eripit, per angusta autem Nubium aliarum foramina radii tenues distantesque ad Terram diriguntur, qui adscendentibus occurrentes vaporibus, & lateraliter conspecti, Visum fortius afficiunt: veluti cum Sol in aliquem clausum locum infusus est, videtur corpuscula minima in adversum ferri, alia sursum, alia deorsum, varie concursantia; a latere autem radii inspecti, qui a corpusculis reflectuntur, sub forma ejusmodi virgarum apparent.

C A P. XL.

De Meteoris Igneis.

§. 1310. **A**bsolutis præcipuis Meteoris Aqueis ad Ignea accedamus. Cavendum autem hic solite, ne fulgentia & non ignita cum ardentibus confundamus, dantur enim splendentia, veluti sunt *Parhelia*, & *Halo*, quæ fortius Visum feriunt Ignitis: immo Nubes interdum Lunæ lucem fortius reperiunt, magisque ardere ita videntur, quam nonnullæ Auroræ Boreales. Cavendum quoque, ne cum meteoris his confundamus *Crepuscula* matutina & vespertina, tractus luminosos *Via Lactæ*, aut *Lumen Zodiaci* a *Cassino* observatum, & a *Mairano* egregie descriptum.

§. 1311. Ignea Meteora vel languidum lumen emittunt, ita ut potius splendentia sint: vel lumen clarum vibrant, & ardent. Ad priora Auroræ Boreales cum suis speciebus pertinent: ad posteriora, *Fulmina*, *Fulgura* & alia similia. *Sublustra* prius examinemus.

§. 1312. Antiquitas Luminaribus varia nomina, figuræ eorum convenientia, indidit, curatius ad hæc, quam ad eorum causam attendens. Omnium quamvis similis materia esse poterit, forsitan tamen insigni distincta fuit discrimine, propter ubertatem variarum Terrestrium Exhalationum, quæ incensæ fulgere possunt. *Trabs* vocabatur, cum lumen oblongum horizonti parallelum apparebat. *Sagitta* habet formam *Trabis*, sed in cuspidem definit. *Facis* quolibet situ positum lumen in latius extremum definit. *Capra saltans* audiebat, cum lumen vi venti varias induit formas, nunc interrumpitur,

tur; tunc integrum apparet. *Botynæ*, eum velut a coronâ gingente introrsus ingens cæli recessus est, similis effossæ in orbem speluncæ. *Pithiæ*, cum lumen simile vasto rotundoque dōlio fertur, vel difflagrare videtur.

§. 1313. Postquam hoc seculo Auroræ Boreales ob frequentiam melius cognosci cœperunt, incidi in suspicionem, an non memorata luminaria in §. 1312. Aurorarum species forent: cum aliquoties in cælo Nubes observaverim placido lumine fulgentes, diversæque formæ, quibus antiqua nomina optime conveniebant? erant autem hæ ad Auroras referendæ, uti 1. Ex earum lumine colligebam. 2. Quia ex plaga Boreæ adventabant, aut in ea conspiciebantur. 3. Quoniam aliquæ, postquam placide fulserant, columnas ex se emittere cœperunt, veluti Auroræ solent. Ejusmodi Nubes non adeo facile a reliquis distinguuntur, nisi quis fuerit Auroris Borealibus observandis assuetus, attenderitque, an non a Sole, vel a Luna illustrentur. Possunt igitur Auroræ Boreales in duas dividi species, nempe in placidas, & in coruscantes: ad placidas meteora, superius in §. 1312. memorata, referenda erunt; ut & illa Aurora, quæ 9. Octobris Anni 1730. conspecta fuit a Cl. Cassino & Mairano in Gallia, hæc absque columnis & jactibus, horizontaliter extenta a Septemtrione versus Meridiem, quæ in medio fracta, in duo ovata luminaria abiit (a).

§. 1314. *Aurora Borealis coruscans* alteram luminarium constituit speciem. Hæc est, quæ vulgo *Aurora Borealis*, *Lucula Borealis*, *Syrmata* & *Coruscationes Boreales*, *Pharus*, *Noordelicht* Belgice appellatur. Non est Meteorum novum, sed ab antiquissimis usque temporibus cognitum, descriptumque ab Aristotele (b), Plinio (c), Seneca (d), aliisque deinceps; ejus optimum catalogum Cl. Frobesius conscripsit (e); verum infrequens in cultiori, & a Polo boreo aliquantum remotiori Europæ parte; post annum 1716. in Belgio creberrime fulgere cœpit. Quamvis in locis Septemtrionalibus sit frequentissimum, nihilominus constat ex observationibus Cl. Burmanni & Celsi, in Sueciâ Auroras fulgentiores olim fuisse insolitas, adeo ut hic Astronomus post annum 1716. incitatus ad eas observandas, ab eo tem-

O 3

pore

(a) L' Hist. de l' Acad. Roy. An. 1730.

(b) Meteorologic. L. 1. c. 4. 5. (c) Hist. Nat. Lib. 2. c. 26. (d) Quæst. Nat. Lib. 1. Cap. 15. (e) Nova & Antiqua Aurora Bor. Spectacula.

pore ultra 316. in Suecia conspectas collegerit (a). Frequentissime etiam visæ sunt in Britannia & Germania, rarius in Gallia, rarissime in Italia: nam ante annum 1722. vix alicui quædam apparuit, & ab eo tempore Bononiæ bis terve tantum, adeo ut oppido rarum in Italia phænomenon habeatur, id Commentariis Bononiensibus restantibus (b), cum Aurora anni 1727. fuerit prima, quæ in Italia sub Astronomi observatione post hominum memoriam ceciderit; idcirco Cl. Polenus, Bosellinus, Baldinus, Zanottus, magna accuratatione Auroram Anni 1737. observaverunt & descripserunt (c).

§. 1315. Non semper eadem apparitiones, sed diversæ Auroram Borealem concomitantur. Plerumque hoc modo se habent. In plaga Cæli Borea, quæ aut versus Septentrionem est, aut ab eo se usque ad Ortum, vel ab altera parte usque ad Occasum extendit, apparet Nubes, quæ aut jacet in horizonte, vel ad paucos gradus, raro ad 40, supra eum elevata, usque ad illum tamen sæpe exporrigitur. Vel est Nubes ad horizontem separata, ita ut inter eam atque horizontem cælum cæruleum conspiciatur: quoad longitudinem, partem horizontis variam occupat, a 5 & 9 gradibus usque ad 100 & ultra. Nubes hæc est alba, parum lucida, sæpius spissa & atra: ejus superior limbus horizonti parallelus est: interdum tamen in formam arcus gibbosus est, adeo ut sit instar orbicularis disci, supra horizontem aliquantum adscendentis. Nonnunquam margini supremo atræ nubis adhæret limbus latus, concentricus, albus, sive lucidior: imo & inferiori margini Nubis nigræ limbus lucidus adhærere observatus est, nisi fuerint ambo limbi clari duarum atrarum Nubium, a se distantium, & quarum una altius supra horizontem adscendit altera, veluti ex aliis observationibus (d) colligendum videtur.

Pars atra Nubis aliquando in albam, lucentemque conversa fuit, postquam aliquamdiu arserat Aurora, plurimasque vibrarat coruscantes virgas: sed & rediisse ad priorem opacitatem quoque observata fuit. Clarius lucet Cælum supra limbum Nubis supremum, sed hæc claritas continuo mutatur, nunc aucta, nunc minuta.

§. 1316.

-
- (a) *Observationes de Lumine Boreali.*
 (b) *Comment. Bonon. p. 285.*
 (c) *Poleni Sopra l'Aurore Boreali.*
 (d) *Miscellanea Berolin. T. 1. p. 132.*

§. 1316. Ex limbo supremo jactus excutiuntur copiosiores parcioresve, sibi propinqui, aut aliquot gradibus distantes, admodum lucentes, ac si liquor fulgens cum summo impetu ex fonte elideretur. Jactus est parum lucidi fumidique ignis, tamen qua parte ex limbo exit, fulgentissimus & angustissimus est, rarior fit, minus fulgens, & latior, quo ab origine plus recedit; fulgorem sequitur minus lucens, fumique instar, materia ex eodem limbi loco; quam mox subsequitur iterum fulgentior, ac si ex fontis fistula expelleretur Aqua, cui hinc inde interspersus foret Aer, æquabilem Aquæ jactum turbans; perniciosissima rapiditate luminosa hæc materia exploditur. Aliquando ex latiori apertura assurgit Columna lucida, lente, æquabili motu, in progressu latior, sibi cohærens, nec limbum Nubis deferens, quæ 10, 20 M" & ultra perstat, cum viderim aliquas perdurasse 4 vel 5 Minutis; sed hoc insolentius, veluti & illæ, quæ basi latiori adhærent Nubi, & apice attenuato sursum adscendunt. Sunt quoque columnæ, quæ simulac ex limbo exiverunt, non videntur, sed postquam aliquousque progressæ sunt; hæc cum limbo non cohærent, sed ex Aere sereno prognatæ apparent. Stant Columnæ perpendiculares ad horizontem, aliæ obliquæ, aliæ formam arcus induunt, aliæ quasi ex centro orbicularis Nubis vibrantur. Sunt variæ longitudinis, cum aliquando tantum ad 4 vel 5 gradus e limbo Nubis assurgunt. Si cum rapiditate exierint, interdum usque ad Zenith Observatoris pergunt; Si rapidissime explodantur, ultra Zenith transeunt, imo usque ad horizontem meridionalem. Non semper ex Nube directe ad Zenith ascendunt, sed quoque ad latera feruntur, præcipue si in plaga, inter Septentrionem & Ortum vel Occasum media, nubes lucifera suspensa sit. Observatus fuit a Cl. Kirchio locus, ad quem columnæ concurrebant, qui 29 gradibus a Zenith ad Austrum declinabat. Columnæ lucidæ lucem albam, rubescentem, sanguineamve continent; promotarum color in decursu interdum mutatur, ut Iridem referat. Cum quædam ex diversis limbi plagis emissæ sibi in Zenith occurrunt, secum permiscentur, partibus se penetrantibus, dividantibus, qualibet directione circa se convolutis, tum Nubeculam spissiore formant, quæ mox ab omni parte incensa, vehementius quam ante ardet, lumenque spargit viride, cæruleum, purpureum. Hæc illico locum relinquens sub forma claræ Nubis ad plagam Cæli australem se recipit. Observata quoque fuit a Cl. Hal-

leyo (a) & Mairano (b) aliquamdiu permansisse, & formam sphaericæ fornicis, in medio perforatæ, induisse. Columnæ novæ aliquando præcedentes & evanidas cito subsequuntur, nonnunquam aliquot minutis fomes quasi languet, antequam novas progignit. Columnæ lucidæ adeo raræ sunt, ut per eas Stellæ primæ & secundæ magnitudinis transpareant: hæc quoque sæpe videri possunt trans Nubis limbum album, imo visæ fuerunt trans Nubem nigram, quamquam hoc rarius. Columnæ sæpe insensibiliter quasi in Cælo desinunt vel dissipantur, adeo ut id a parte meridionali serenum maneat: quandoque tamen in iis locis, ubi desisse columnæ videbantur, aliæ inopinato eruperunt. Interdum in Nubeculas lucentes abeunt, quæ a plaga quadam Septentrionali ad Meridionalem provolvuntur, ideo postquam aliquamdiu duravit Meteorum, Cæli magna pars Nubibus raris completur.

§. 1317. Interdum ex Nube, lucis fomite, rapidissime lucentes materia, rarissima, exploditur, ita ut nec Stellæ sextæ magnitudinis intercipiat, hæc materia intervallis æqualibus nunc lucentes, nunc extincta, se habet, ac si in Undarum forma proveheretur, in descensu lucentium, in ascensu opacarum. An non hæc Veteribus *Capra saltans*? vidi hanc in latissima quasi plaga, recta directione, & ultra Zenith procul delatam. Vidi quoque a limbo lucentis Nubis abruptas fuisse Nubeculas lucidas, a Septentrione ad Austrum delatas, nec lumen vibrantes.

§. 1318. Non semper coruscantes columnæ ex Nube expelli videntur; quippe contingit, ut horizon, qua late patet, tantum ardens luce clarissima appareat, atque ex hac luce subinde breves fulgentiores columnæ exeant. Forsitan tum Nubes, lucis fomes, infra horizontem aliquantum suspenditur, aut est adeo exigua & rara, ut discerni oculis nequeat.

§. 1319. Hoc Meteorum aliquando per integram noctem perstat, imo duabus, tribus, pluribusve noctibus sequentibus crebro apparet: sunt & Auroræ paucorum tantum minutorum.

§. 1320. Aliquando observatur nonnunquam in loco, cum in vicino, paucis milliaribus distante, non appareat: aliquando tanta adest copia, ut eodem tempore fere in universa

(a) *Philos. Transf. N. 347.*

(b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1726.*

versa Europa conspiciatur, veluti fuit Aurora Borealis Anni 1716. Martii 17., tum 1726. Octobris 19, tum 1729. Novembris 16, quam Eruditissimus Weidlerus elegantissime descripsit (a). Attamen in variis regionibus tum se spectandam dat cum admodum discrepantibus phænomenis.

§. 1321. Nubes, quæ est Auroræ Borealis fomes, sæpissime multis horis immutata perstat, nec altius adscendit supra horizontem, nec descendit: nonnunquam tamen a Septentrione ad Ortum, vel ad Occasum aliquantum movetur: imo successu temporis interdum utrimque se extendit, tum plures ab omni parte emittit columnas. Observata quoque fuit adscendisse supra horizontem, & in Nubem albam lucentemque conversa. Verum in Lapponia & Moscovia hæc Aurora cum aliis conspicitur phænomenis, & æque cæli plagam Meridionalem, quam Septentrionalem occupat, veluti eleganter Diligentissimus Maupertuisius (b), tum Cl. Delisle observaverunt (c).

§. 1322. Aurora hæc observatur, vel Cælo existente ab omni parte, (Septentrione excepto) sereno & cæruleo, vel hinc inde cum Nubibus. Nunquam vidi Auroram, cælo penitus Nubibus obducto, sed quidem brevi, postquam fulserat, Nubes totum Cælum texisse. Apparet quoque vento fere silente, aut modo primi impetus; minus frequens est flante vento secundi impetus, rarissime datur, vento furente; vidi tamen Anno 1728. Martii 30. & Anno 1733. Decembris 23, cum ventus erat quarti gradus, quem rapidissimum supputo. Observavi Auroras fulsisse spirantibus ventis ex omni plaga. Omnibus anni temporibus quoque Ultrajecti conspectæ fuerunt.

§. 1323. Auroras has quoque indiscriminatim præcedunt omnis generis venti, placidi, vehementiores: tempestates frigidæ, calidæ, humidæ & siccæ; adeo ut ex his nullum præsagium de adventu Auroræ capi possit. Tempestates, quæ sequuntur, sunt etiam serenæ & pluviosæ, venti qualescunque, lenes & fortes, frigus & calor: quamobrem mutationem certam Atmosphæræ non inducunt, nec morbos, nec causa asperioris Hyemis existunt, cum post eas mitiores brumæ quoque fuerint; nec instantia mala minantur, uti recte Cl. Bosellinus evicit.

§. 1324.

(a) *Commentario de Aurora Boreali.*

(b) *Figure de la Terre.*

(c) *Memoires pour servir.*

§. 1324. Aurora Borealis in Atmosphæra Telluris existit, 1. Quia sub forma nubis apparet, similis reliquis Nubibus Atmosphærae. 2. Quia Nubes coruscans plurium horarum, imo dierum spatio, ad eandem altitudinem supra horizontem sæpe perstat, adeoque simul cum reliqua Atmosphæra & Terra, circa hujus axim volvebatur. 3. Quia nonnumquam Aurora in duobus locis, non multum distitis, non videtur simul.

§. 1325. Quantæ sit altitudinis supra Terræ superficiem, determinare hucusque nemo potuit; eximii licet Mathematici regulas in hunc finem tradere cœperint (a); certum enim non est, idem esse Lumen, & unius loci, quod per universam Europam fulsit, & Annis 1716, 1726, 1729, observatum fuit, ita ut ex altitudine nubis coruscantis in variis regionibus observatæ, parallaxis tuto determinetur, & ex hac altitudo.

§. 1326. Materia Auroræ est ejus indolis, ut incendi possit, incensaque fulgeat languida luce, & rara maneat; nam Stellæ trans ipsam conspiciuntur. Ecquis hanc absque summa temeritate determinabit? Cum Chemia innumeras fere materias inflammabiles, Phosphoreasve suppeditet (b), a Natura in Terræ gremio multo plures diversissimasque concludat, quæ nondum Artis objectum evaserunt. Videtur materia hæc ex Terræ plaga Septentrionali exspirare, nunc copiosius quam ante annum 1716. quia fomes ejus a Terræ motu apertus erit; unde eo consumto, forsitan seculis multis hæc Auroræ silebunt. Elevatur perspiratum hoc in altum, componens Nubem unam, pluresque, quæ supra varias regiones feruntur, nec accenduntur, priusquam alteri occurrerint materiæ, quacum effervescentia calida & ignivoma effervescent, quales plurimas nostris temporibus ars detexit. Si igitur ope Venti Aquilonaris Nubes, ex materia Auroræ constans, e Septentrione, natali quasi solo, ad alias regiones deferatur, atque occurrat exhalationibus per Aerem dispersis, quibuscum effervescere possit, ea sui parte, qua exhalationibus occurrit, accendetur, hoc est in parte Australi; quamobrem a spectatore australius posito videri poterit ardere, hujusque respectu lumen in plaga Septentrionali, & phænomenon Boreum erit. Quoniam exhalationes
non

(a) *Comment. Petropol. T. I. p. 565. L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1731.* (b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1711. 1714. 1715. 1728. 1736. Hooke Phil. Exp. p. 174.*

non prius accenduntur, quam cum aliquantum permixtæ se-
cum fuerunt, & Nubes a parte Borea, longo extenta tra-
ctu, plus resistit, quam a parte Australi, in cujus superfi-
cie, vel saltem anteriori parte, permixtio contingit: explo-
sio effervescentis & incensæ materiæ fiet ab hac parte: a-
deoque a Septentrione ad Austrum, variisque directioni-
bus, nunc sursum perpendiculariter, nunc parallele ad ho-
rizontem, nunc infra soli parallelismum; hinc ab erumpen-
te materia, portas sibi parante, columnæ sive virgæ luci-
dæ, earumque situ varius respectu horizontis, ac directio-
nes utcumque ad Zenith spectatoris. Prout quoque alterius
generis exhalationes cum effervescentibus simul permiscen-
tur, color virgarum differet; nunc albam hæ referent lu-
cem, nunc rosei coloris, nunc rubri, nunc flavescentis. Et
an non Nubes Aurorifera horizontis respectu, aliquandiu
immobilis stare poterit; si æquali vi a Borea prematur ad
Australem quamcunque plagam, quam exhalationes Aereæ
ope Australis alicujus venti ad ipsam pelluntur? Videntur
plurima phænomena hoc modo facillime posse explicari ex
fontibus, qui a veritate forte non procul aberunt. Plurima
alia Auroram spectantia, egregie in elaboratissimo opere in-
clytus Mathematicus Mairanus (1) exposuit. I. Qui autem
ad

(1) De Aurora Boreali, singulis-
que ejus phænomenis ingeniose ad-
modum, & erudite inter ceteros
commentatus est Mairanus, cum
in Monum. Regiæ Scientiarum
Academiæ Paris. A. 1731. tum edi-
to duobus post annis opusculo
*Traité Physique, & Historique de
l'Aurore Boreale*. Præstat hic in
tironum nostrorum gratiam, quæ
de hujus phænomeni causa, est
Viri Clarissimi opinio, paucis de-
clarare. Id ut clare fiat, nonnul-
la in antecessum de Zodiacali luce
sunt delibanda. Est vero Zodiacali
lux quædam in cælo claritas,
quæ albore suo & pelluciditate
galaxiam æquat, imo & identi-
dem superat, minutissimas stellas
dilucide per ejus complexum ex-
hibens: lanceæ vel pyramidis figu-
ram habet, cujus apex & axis in
Zodiaco perpetuo versantur, ut
inde Zodiacalis lucis nomen forti-

ta fuerit, basim vero habet versus
horizontem. Frequentius Vere,
Autumno, & Hyemis initio ante
Solis ortum vel post ejus occasum
conspicitur, raro aliis anni tem-
pestatibus. Ejus claror vel crepus-
culi, vel Lunæ luce facile inter-
cipitur, tumque omnino oculis
subripitur. Novum hoc luminis
phænomenon Veteribus ignotum,
Dominico Cassino celeberrimo
Astronomo acceptum referri debet,
cum is omnium primus illud Pa-
risiis observaverit die 18. Martii
A. 1683., cujus observationes vi-
desis in Actis Eruditorum Lipsiæ
eiusdem anni. Idem deinceps phæ-
nomenon An. 1684. 85, 86, Ge-
nevæ observatum est Fatio de Duil-
lier, tum Kirchio & Eimmartio
in Germania An. 1688. 89, 91,
93, 94, aliisque porro; ita ut mo-
do de phænomeni existentia nul-
lum sit Viris doctis dubium. Con-
venit

ad Sulphur tantum & Nitrum, tanquam causas Aurorarum hic confugiunt, vix ad diversissimas inflammabiles materias, quæ in Atmosphæra hærent, videntur attendisse. 2. Quæ accensæ alia phænomena suscitant, quam Sulphur; hujus enim

venit etiam inter omnes Zodiacale lumen ipsam esse Solis Atmosphæram, seu, quæ Solem procul omni dubio perpetuo ambit tenuissima, fluida, & rara materia, vel ex se ipsa lucida, vel Solis radiis illustrata. Hæc quidem indefinenter Solem eomitatur, at non semper ejus claror conspicuus nobis est, cum ejusmodi esse possint circumstantiæ, quibus oculis subripiatur; Zodiacalis luminis longitudo & latitudo identidem mutantur; tumque maxime conspicuum est, vel in media crepusculi luce, cum eæ dimensiones plurimum creverint.

Ex indubiis vero observationibus tantam esse posse hujus luminis longitudinem arbitratur Mairanus, ut ad Telluris orbitam quandoque pertingat. In tanta vero ejus a Sole distantia cum diminuta valde sit ejusdem vis centripeta versus Solem, plurimum præterea aucta sit ejus ad Tellurem gravitas, Telluris Atmosphæram ingrediatur id lumen necesse est, ad Telluris usque superficiem accessurum; nisi aeris nostri majori gravitate specifica cohiberetur. In ea ergo Atmosphære altitudine sistetur id lumen, ubi aer eandem cum ipsa habet specificam gravitatem, vel ejusmodi partium cohæsionem habet, quæ ejus luminis utut gravioris vi & pressu vinci haud possit. Sed verosimile valde est materiam hujus luminis, quemadmodum & Atmosphærici nostri aeris, multiplicem figuram, magnitudinem, texturam, ac densitatem in suis partibus obtinere; quamobrem ejus non eadem erit altitudo in nostra Atmosphæra; in hac ergo si varia strata, vel concentricas superficies imagineris, in harum singulis diffusam

esse oportet luminis Zodiacalis materiam: ex hac vero ita diffusa materia Auroras Boreales suam trahere originem arbitratur Mairanus. Ejus scilicet luminis crassiores, densioresque partes ceteris altius in Atmosphæram descendunt; cumque ob densitatem minus sint inflammabiles, obscuram eam nubem efformare aptæ sunt, quæ est Auroræ Borealis veluti basis: ex quibus etiam eas densas nebulas, transparentes, evanidas, huc illucque sparsas, variis figuris, & vario situ donatas, quæ conspici in Aurorâ Boreali solent, mutatur Mairanus. Leviores vero, rarioresque ejus luminis partes, quæ superiora Atmosphære strata occupant, quæque vel ex se inflammatae sunt, vel aeris particularum mixture, fermentationeque luminosa evadunt, Auroræ Borealis omne lumen efformant. Ex quibus demum principis reliqua Auroræ Borealis phænomena acute quidem & eleganter derivantur Viro Clarissimo.

Qua vero ratione fiat, ut Auroræ Borealis Septentrionalem plagam plerumque occupet, non melius explicari posse putat Mairanus, quam ut in ejus systemate. Et quidem si hujus phænomeni materia abs terrestribus exhalatis suam traheret originem, ut communis fert opinio, nulla esse potest causa, quæ eorum tanta copia in Boreali modo plaga reperiat, non vero per totam Atmosphæram diffusa. Et in hypothese quod tellus una cum sua Atmosphæra diurna revolutione circa suum axem feratur, quemadmodum ex majori partium sub Æquatore revolventium vi centrifuga, elevatorem ibi factam esse telluris superficiem arbitrantur Ne-

nam flamma a lumine Auroræ prorsus diversa est. 3. Quare tum quoque non æque frequentes Auroræ Meridionales quam Septentrionales contingunt, cum Italia & Meridionalia loca, ut & ardentis montes plurimum Sulphuris exspirent. Meridionales autem Auroras rarissime hucusque in Belgio, Germania & Gallia conspeximus, quæ tamen minus insolentes in Lapponia & Moscovia sunt: apparuerunt tamen Annis 1704. (a) 1734. (b) 1741. Præstabit sedulo attendisse ad Auroras, forte enim materia, aliquo tempore ex cælo decidua, examini subjicietur; vel ars similem præparabit, ex qua cognoscetur, aut ipse locus natalis in Terræ superficie eruetur: non abludentem materiam Vetterus lacus in Suecia eructat (c).

§. 1327. Sæpe exiguus globus, ignitus, clara luce fulgens, per Atmosphæram cælo sereno ire & abduci, imo & in Terram decidere videtur, qui quum magnitudine apparenti Stellam referat, *Stella cadens, transcurrens, trans-*

uo-

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A. 1705.*

(b) *Weidlerus de Meteoro lucido singulari.*

(c) *Philos. Transf. N. 298.*

Newtonus, & Hugenius, quid ni etiam & ob eandem vim centrifugam exhalatorum terrestrium major cumulus esse debeat in Zona torrida, quam in Septentrionali plaga? quamobrem nil est cur non sub Æquatore potius, quam alibi Auroræ appareant. At si hujus phænomeni materia aliunde ad Atmosphæram telluris accedat, ut arbitratur Mairanus, nullo negotio intelligitur, cur ejus major esse debeat copia versus Polos: hæc quippe materia indiscriminatim omnibus Atmosphære terrestris partibus occurrit, & per eas singulas in Atmosphæram penetrare apta quidem ex se esset: verum cum sub Æquatore aer majorem in revolutione diurna circulum describat, majorique adeo centrifuga vi præ ceteris polleat, magis renitatur necesse est adversus Zodiacalis luminis materiam, quam idcirco versus laterales partes propellet, ubi hæc vis centrifuga successive minor evadit, ut in polis nulla

omnino sit. Hinc ergo liquet majori copia versus polos hanc circumfluentem materiam, in polaribus regionibus frequentius Auroras gignere; cum vero, quæ Boreales tantum regiones spectant, conspicuæ nobis sint, Boreales idcirco Auroræ vulgo dictæ sunt. Aer præterea Atmosphæricus in regionibus polaribus densior graviorque est, ob minorem ejus vim centrifugam, tum minorem ibi Solis aerem rarefacientis actionem; quapropter aptior ibi est colligendis, conservandisque luminis Zodiacalis partibus.

Ex motu vero telluris in Ecliptica fieri putat Mairanus, ut uno anni tempore Borealis telluris plaga, altero, Australis prius Solari Atmosphære occurrat, quam reliquæ telluris superficie partes: indeque fieri ut modo versus Boream, modo versus Austrum frequentiores occurrant Auroræ, uti fusius declarat Vir *Cl. laudati Tract. Sect. 3. c. 2.*

volans, transversa appellatur; plerumque vere & autumno observatur, & tantum noctu, quia eam abscondit diurni luminis claritas: credere enim par est, non pauciores interdiu præcipites labi, quam noctu (a). Cum locus Terræ, in quem cecidit, invenitur, superstes ejus materia est tenax, glutinosa, ex albo flavescens, nigris & exiguis maculis distincta, ex qua omne inflammabile consumtum est, notante Fluddo & Brussæo (b). Percurrit hic ignis eos Atmosphæra tractus, in quibus inflammabilis materia natat, pendetve. Ars ejusmodi Stellas imitatur, si Camphora cum Nitro, limoque terrestri, vino vel ejus spiritu irrigua, in formam globi compingatur: hic globus incensus projectusque per Aera, Stellam cadentem, cum simili residua tenaci fæce perfecte refert. Sunt hujusmodi producta, & similia alia inflammabilia in Atmosphæra.

§. 1328. *Castor & Pollux* vocantur exiguæ flammulæ, sæviente tempestate ad aplustria, ad funes, partesve quascunque navis exstantes observatæ, sæpe una, binæ, pluresque simul conspiciuntur. Tradunt Nautæ, tenellos lucentesque esse pisciculos, qui cum fluctibus in spumam collisis, atque in altum excussis, ad quaslibet navium exstantes partes jaciuntur, iisque adhærent, & lucent, quamdiu vivunt. Fabula est, unam malum esse omen, binas flammulas bonum portendere, & brevi cessaturam procellam (c).

§. 1329. *Ambulones* sunt ignes fatui exigui, figuræ rotundæ, magnitudine flammam candelæ referentes, interdum tamen latiores, & quidem uti virgultorum incensæ fascies, clariorem aliquando lucem cereis spargentes, aliquando obscuriorem, purpuream: cominus inspecti ignes minus fulgent, quam eminus; errant hinc inde in Aere, non procul a Terræ superficie; frequentes sunt in locis pinguibus, uliginosis, paludosis, arundinetis, cæmeteriis, prope patibula, fimeta: plerumque æstate & sub initium autumnii apparent; sed in agro Bononiensi per universum annum nocte opaca visuntur: ibi enim hyeme frigida, & cum solum nive tectum est, copiosiores sunt, quam æstate calidissima; hyeme quoque observantur, quos in Provinciæ oppido Rogono videri tradit Gassendus (d). Apparent frequentiores in

(a) *Gassendus in Physic. §. 3. L. 3. C. 7.*

(b) *Gassendus l. c.*

(c) *Plinius H. N. L. 2. C. 37. Cardanus de subtilit. L. 2. p. 96.*

(d) *Physicæ L. 2. Sect. 3. Cap. 7.*

in regionibus calidis quam frigidis; in Italia propè Bononiam copiosi, maximique (a); nonnunquam subito evanescent, mox in alio loco resplendent, plerumque ad altitudinem sex pedum a solo natantes, nunc se explicant, mox se contrahunt, nunc instar undarum delati scintillis pluunt igneis, nihil incendunt; sequuntur fugientes, præcedunt insequentes; capti aliqui observati fuerunt constare ex materia lucente, viscosa, & lubrica, instar spermatis ranarum, nec calida, nec urente, sed tantum lucente, adeo ut videatur esse materia phosphorea ex putrefactis plantis, cadaveribusque ardore Solis præparata, elevata, vespertino frigore condensata lucensque; non tamen opinor omnium materiam esse eandem, haud dubie enim Bononienses a Belgicis differunt. Fabulosum est, hujusmodi ignes esse cacodæmones, animas errantes, aut ipsos malignitate Itineratores in devia abducere, aut in fossas paludesque præcipitare, veluti aliqui nugati sunt Philosophi.

Huc referendum est alterum genus Ambulorum, quod *Ambulones incendiarios* voco, quia non tantum lucent, ut priores, sed palearia, tecta straminea, & ædes incendunt, quales olim in Germania, (b) hoc seculo in Holsatia (c), & in Italia (d) exstiterunt. Hi aliquando rotundæ figuræ, & disci lunaris, nunc funalis, nunc minimæ faculæ magnitudinem habuerunt: alii insistent, alii quacunque directione feruntur, nunc lentius, nunc celerius, non tamen homine corrente rapidiores: a Cl. Ripa observati in Agro Tarvisino, & pulcre descripti.

§. 1330. *Ignis lambens* vocatur, qui aliquando puerorum (e), adultorumque capillis (f), & Equorum jubis adhærere conspicitur: sunt hi ignes tantum verus Phosphorus, qualem Ars ex partibus animalium præparat: qui ex corpore una cum sudore expirans, capillis, fronti, aliisque corporis partibus adhæret, & frictis capillis, veluti pectinando fieri solet, accenditur; ideo etiam operariorum fœtida indusia fricata lucent. Hastarum ferro pinguedine uncto adhærere quoque

(a) *Philos. Transf. N. 411.*

(b) *Tacitus Lib. XIII. Annalium.*

(c) *Kafchubii Elem. Physicæ.*

(d) *Ripa Dissert. Meteorol.*

(e) *Livius L. 1. C. 39. Virgilius Ænei. L. 2.*

(f) *Cardanus L. 8. C. 43. Variet. Acta Phys. Med. vol. 2. Obj. 3.*

que dicitur (a), aut pilis (b); forte autem hic a priori diversus, Igniculus errans modo est, qui ab oleosa materia, qua hasta uncta fuit, allectus, potius ad hastam accesserit, quam ut eam in libero Aere prætercurreret.

§. 1331. Nonnunquam in Aere noctu ingentes tractus luminosi apparent, subito ex uno in alterum locum delati, quos ignarus Meteorum esse judicaret; qui tantum a muscis, catervatim noctu volitantibus, Phosphori lucem ex omni parte corporis exspirantibus, oriuntur; veluti in Italia observavit Scheuchserus, quodque ab Willugbejo & Rajo confirmatur.

§. 1332. Ad Meteora fulgentiora pertinet Bolis, Fulgur, Fulmen.

Bolidem appellamus globum ardentem magnum, rapidissime per Aerem delatum, plerumque aliquam caudam post se trahentem. Aristoteles *Capram* vocat. Sunt ejusmodi globi sæpe ingentes, Lunari enim magnitudine apparuisse tradunt veteres (c), Gassendus ipse aliquam diametri duplo majoris Lunarii conspexit (d), qui *Facem* hoc Meteoron appellat. Kirchius ejusmodi bolidem Lipsiæ Anno 1686. vidit, cujus diameter semidiametrum Lunæ circiter æquabat; tantaque luce noctu Terram illustrabat, ut ejus ope sine candelis legere potuisset, pedetentim evanuit: visa quoque fuit in oppido Schlaizia, undecim miliaribus Germanicis a Lipsia: unde, hanc Bolidem ad minimum altitudinem sex miliarium nostrorum habuisse, colligi potest: si miliaris longitudo 12000 pedum ponatur; diameter hujus ardentis Bolidis pedum 335. fuit, secundum aliorum calculum duplo major fuisset. Sed multo major fuit Bolis, quam Cl. Balbus Anno 1719. Bononiæ observavit (e), cujus diameter Lunæ plenæ par visa fuit, colore quasi ardentis Camphoræ; tantam quoque spargebat lucem, quanta Solis orientis esse solet, sic ut minima quæque, per terram passim dispersa, probe cerni potuerint: apparebant in ea quatuor voragines fumum exspirantes, flammulæque ardentes plurimæ, quæ & globo insidebant, & foras mittebantur, cum cauda septies diametrum globi superante. Instituta comparatione altitudinis, quam bolis in variis locis habere visa fuit, constitit, eam nec minus 16000, nec plus 20000 passibus fuisse supra
solum

(a) *Seneca Q. N. L. I. C. I.* (b) *Plinius L. 2. C. 37.*

(c) *Seneca Q. N. L. I. C. I.* (d) *Physicæ S. 3. L. 2. C. 7.*

(e) *Comm. Bon. p. 285.*

ſolum elevatam, & proinde ejus diametrum 356 decempedas æquaffe. Super quæ loca tranſiit, odorem gravem Sulphuris ſparſit, nec ſine fragore diffiliit.

§. 1333. Contingit nonnunquam, ut cum ejuſmodi Bolides deſcendunt, nubecula coloris cinerei in Aere remaneat (a): aliæ promoventur, aliæ ſtant, vel ſtare videntur aliquamdiu in eodem loco Atmosphæræ, veluti illæ fuerunt, quas Kirchius (b) & Wolfius (c) obſervaverunt: omnes tamen ita fulſerunt, ut lumen Lunæ ſua claritate multum ſuperaverint.

§. 1334. Quoniam odorem Sulphuris in iis locis, ſuper quæ tranſiit, ſpargit, vix dubitamus, quin Bolis fuerit Nubes e ſulphureis potiffimum, tum ex aliis inflammabilibus exhalationibus conſtata: quæ propter efferveſcentiam, quam occurſu aliarum exhalationum conceperit, incenſa fuit; ardens jam fluida materia in fluido Aere globofam figuram induit. Bolides nonnullæ quieviſſe obſervatæ fuerunt; cum nempe inflammabiles exhalationes in loco tranquillo, quo ſuspendebantur, non fuerunt propulſæ: vel cum procul a Spectatore natæ & ad ipſum pulſæ, utrum moveantur, an inſiſtant, judicari nequit. Sed & Bolides aliæ prærapida celeritate ferri obſervatæ ſunt: quod duplici cauſa fieri potuit. 1. Quia inflammabilis materia in toto iſto Aeris tractu ſuspendebatur, quem Bolis percurrit, cum materia ſucceſſive incenſa fuit, veluti in ſerie longa pyrii pulveris flamma ab uno ad alterum extremum decurrit: idcirco reſidui ab incendio cineres, pallidam cinereamque caudam, toto, quo Bolis decurrit, tractu, referent. 2. Vel quia Nubes ſulphurea incenſa, & quaquaverſum expanſa, projecta fuit a reſiſtentia aliarum exhalationum in Aere hærentium, quibuſcum efferveſcendo flammam conceperit. Prior tamen cauſa mihi probabilior videtur, cum Bolides longiſſimo itinere ſupra varias regiones cucurrerint: lucis claritas ſolidiorem materiam eſſe incenſam, quæ copioſiſſimum ignem colligere potuit, arguit, qualis eſt ea Sulphuris, Oleorum e Vegetabilibus, cum permixtis aliis Terreſtribus, forte & ſalinis: color enim flammæ albus, non merum ſulphur ardere, evidentiffime probat (1).

Muſſchenbr. Phyſ. Tom. II.

P

§. 1335.

(a) *Whiſton of a Surprizing. Meteor. An. 1717.*

(b) *Ephemer. German. Cur. A. 1688.*

(c) *Acta Lipſienſ. An. 1707. p. 526.*

(1) Cl. Hallejus (*Philoph. Tranſ. num. 341.*) ex ingenti Bolidum ſu-
pra telluris ſuperficiem altitudine
difficulter ſe adduci ait, ut eorum
mate-

§. 1335. Ingens id Lumen, quod Cl. Montanarius Anno 1676. observavit, Bolidis speciem fuisse vero simile est; id enim huic Mathematico, Bononiæ degenti, apparebat super mare Adriaticum tanquam ex Dalmatia venisse, transibat supra universam Italiam, in quibus autem verticale fuerat locis, audiebatur crepitans fragor; Ligurni insuper sonus tanquam explosarum ballistarum; & postquam transierat, Corficum versus mare delatum, strepitus veluti a protractis super lapidea strata curribus sequebatur: hoc lumen velocissime promovebatur, 160 milliaribus Italicis intra horæ minutum.

§. 1336. *Fulgur* vocatur Flamma magna, admodum lucida, quaquaversum late explicata, repente in sublimi emicans, desinensque ita ut momentanea tantum sit.

§. 1337. Fulgurat æque cælo sereno, ac conspicuis in eo aliquot Nubibus: rarissimum est Fulgur, nisi dies calidi præcesserint. Fulgurat absque Tonitru, sæpius tamen hoc simul adest: absque eo vix ter quolibet anno Ultrajecti fulgurat: rarissimum est, si aliquid damni rebus Terrestribus adferat, cum in sublimi tantum hæc incendia fiant, nec longius profiliant.

§. 1338. Fulguris materia, quæ ignem profert, est Plantarum oleum, calore diurno attenuatum & sursum elatum, tum quicquid Sulphureum, oleosumve ex Terrestris solo exhalaverit, quod hinc inde in Atmosphæra dispersum, nec continuum hærens, partitis vicibus incenditur, flamma se explicante quantum tractus exhalationis ejusmodi patet, cui alia occurrit in Aere quoque pendens natanque substantia, quacum effervescit, ignem concipit, atque simul disflagrat.

§. 1339. *Fulmen* vocatur Flamma fulgentissima, subito orta, magno impetu & prærapida celeritate lata, per Aërem ad quamlibet determinationem, ex Terra sursum, horizontaliter, oblique, deorsum, in linea recta, vel in pluribus rectis, serpentinis quasi ductibus, ad varios angulos junctis, sæpissime cum ingenti fragore desinens.

§. 1340. Ex observationibus Ultrajecti captis patet, quolibet anno ibi decies quinquies fulminare, numero quodam medio

materiam ex terrestribus exhalatis, aliorum Meteorum instar, suam putet trahere originem: arbitratur potius tellurem cum in sua orbita circa Solem volvitur, in aliquem extraneæ materiæ cumulum incidere,

qui vel a Solis Atmosphæra, vel a Cometarum caudis, vel a Luna &c. effluerit, eumque ad mediam usque nostræ Atmosphære regionem attractum, sub descriptorum ignium forma nobis se exhibere.

medio sumto: omnium creberrime & paribus vicibus mense Majo & Julio fulminat, ac his quidem mensibus triplo plus quam Aprili, aut Septembri; duplo crebrius quam Junio vel Augusto: pari enim numero fulminat Aprili & Septembri; & toties quoque Junio quam Augusto: raro aliis anni temporibus fulminat, ut memoratis mensibus. Fulminat quoque ex qualibet plaga flantibus vel progressis ventis, creberrime flante Austro, minus spirante Solano; æque crebro, quamvis adhuc minus, flantibus Euro & Favonio, omnium rarissime flante Aquilone, Borea, & Cauro. Sed hæc omnia tantum illi Urbi, & solo circumjacenti, sunt propria; aliis in regionibus alia observantur.

§. 1341. Quoniam loca fulgurita incensum redolent Sulphur, vix dubitari potest, qui Sulphur sit præcipua materia inflammabilis, quæ Fulmen ingreditur: flammæ color, & fragor secutus Fulmen, merum Sulphur non esse probant; sed alias permixtas exhalationes, quæ in libero Aere incensæ cum fragore exploduntur. Ars ita comparatum esse Balsamum Sulphuris, nimio igne in vasis clausis agitatum, & deinde projectum, detexit: in aperto Aere incensa cum crepitu displodi, plura novimus, veluti sunt Aurum fulminans, Auripigmentum cum Nitro & Sale Tartari, Antimonium diaphoreticum cum sapone nigro (a), pulvis fulminans, Ferrum in Aqua regia solutum, mistumque cum Sale Tartari, Plumbum in Spiritu Nitri solutum &c. Sed multa alia novimus, quæ in loco clauso incensa, cum fragore difflagent, veluti pulvis pyrius, Arsenicum cum Spiritu Nitri digestum, Spiritus Nitri Geoffroyanus cum Oleo quocunque stillatio permixtus; tum & omnia Olea & Spiritus, quæ a nimis vehemente in vasis clausis igne urgentur: forsitan Natura plurimis aliis Exhalationibus & inflammabilibus, cum Sulphure mistis, utitur, ad eosdem effectus præstandos; quamobrem omne Fulmen non erit idem, atque in variis regionibus diversissimum.

§. 1342. Omnis fere Terra sulphureos tractus sursum in Atmosphæram ex se expirat, una cum plurimis aliis exhalationibus, quæ Fulmen componere possunt. Natant in Aere copiosissimi sales, præcipue Nitri matrix, quæ proculdubio sulphureis aliisque exhalationibus occurrit, & una cum iis miscetur ad Fulmen componendum: quænam aliæ exhalationes pro Fulmine concurrant, temeritatis est determinare:

P 2

nare:

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1736.*

nare: qualescunque fuerint, eas omnes in sequentibus *Materia fulmineam* appellabo. Hujus tractus, quamvis sub forma exhalationum in Atmosphæra volitent, se habent instar lineæ ex pulvere pyrio formatæ, cujus flamma ab una parte incipiens, modo alimentum suum sequitur, & per universa grana usque ad alteram extremitatem decurrit, donec omnis combustus fuerit pulvis: pari modo inflammati tractus fulminei, in Aere suspensi, ab uno extremo difflagent curren- te flamma ad alterum, qua illam vena sui pabuli ducit: hinc radii fulminis, qui per Aera vibrari, & aliquando diffindi in duos, pluresque tractus videntur, nunc redire, nunc in lineis ad angulos varios junctis projici, tantum quod flamma tractibus vario situ jacentibus, secumque cohærentibus occurrat. Idcirco fulmen nunc horizontaliter, nunc ex alto deorsum, nunc ex Terra sursum currere videtur, si enim perspirans e Terra fulminea materia prope solum accendatur, sursum prorumpente flamma, videbitur Fulmen ex Terra ejici: si idem tractus a parte superiori accendatur, deorsum prorumpet flamma, videbiturque Fulmen e cælo labi.

§. 1343. Quamobrem in iis locis potissimum Fulmen observabitur, ubi ex solo fulminea materia expirat: quamvis tamen hæc expirata ope ventorum ad alias plagas deferri possit, ibique difflagare: hinc in nonnullis locis sæpius quam in aliis fulminat, creberrime in iis, quorum solum ab ardente Sole torretur, & varia olea ac copiosissimum Sulphur exhalat: rarius in locis, quæ intus nec Olea, nec Sulphur habent, aut in aquosis, humidis, frigidisque regionibus: in Ægypto & Æthiopia vix fulminat, in Sicilia & Italia frequentissime (a). Cur tamen medio in Oceano fulminat? quia per Aquas ex fundo Oceani ingentes tractus Sulphurei sursum pelluntur, veluti cum Fontium Aquis in variis contingit locis, quorum Aquæ, candela admota, inflammantur (b); accensis nempe sulphureis exhalationibus, una cum Aqua erumpentibus. Incenditur fulminea materia in Aere, cum exhalationibus vel vaporibus occurrit, quibuscum ignivoma effervescentia vehementer effervescit.

§. 1344. Quoniam in hisce regionibus a frigore hyberno, nive, glacie, Terræ cortex exterior constringitur, vix hyeme ex interiori Terra expirat Sulphur, aliave fulminea materia; hinc hyeme apud nos non, aut oppido raro fulminat:

(a) *Plinius Lib. 2. C. 51.* (b) *Commentarii Bonon. pag. 119. Lucretius Lib. 6. Philosoph. Transf. N. 234.*

nat: simulac autem a verno Sole Terra incipit recludi, exspirat aliquid mense Aprilis, quod incenditur. Verum a majore calore Solis, in Terram profundius penetrante, cortex mense Majo magis aperitur, nunc copiosior fulminantis materiæ exspiratio, & quicquid collectum conclusumque hyeme fuerat, sursum ex Terra in Aerem rapitur, ideo frequentissimum fulmen Majo mense: & præcipue postquam calor uno alterove die intensior præcesserit. Minor copia ejusdem materiæ restitit in superiori cortice Terræ pro Junio, sed e profundioribus visceribus interim nova adscendit, quæ attenuatur, præparatur, ita ut a ferventissimo Julii ardore quasi catervatim elevetur, & accendatur; hinc æque frequens fulmen Julio, quam Majo; decrescente dein calore sequentibus mensibus, parcior fit ex Terra exhalatio fulminantis materiæ, atque hinc parcius quoque fulminat, donec Octobri & reliquis hyemalibus mensibus constricta nostra Tellus exspiraret fere nihil. Idcirco videmus, quare flantibus Aquilone, Borea, & Cauro, rarissime tonet, cum hi venti Terram frigore constringunt, atque ita erumpere fulmineas exhalationes impediunt, aut ne eruptæ & in Aere natantes effervescant, efficiunt: contra flante Austro, calido humidoque, omnia resolvente, aperitur Terra, & abundans fulminea materia in altum exspirat, quæ facillime accenditur.

§. 1345. Videtur flamma, quæ ab una parte tractus fulminei incipit, dum totum tractum rapidissime percurrit, nonnullas secum deferre partes, quas non tam cito incendere poterat; has cum in aliqua accumulaverit copia, & interim valde calefecerit, ut una cum reliqua materia incendi possint, tum incensæ subito & maximo cum impetu disploduntur, atque ita fragor ingens excitatur, quem *Tonitru* appellamus: postquam enim desiit Fulmen, mox Tonitru sequitur.

§. 1346. An non accumulata illa materia fulminea, & propter copiam nondum tota ardens, igneos illos format globos, qui gravitate sua e cælo in locis fulguritis decidisse observati sunt, & qui deinde adeo calefacti, ut subito per totam substantiam ignem concipiant, sua displensione ingentes strages ediderunt, calamitatesque tristissimas intulerunt (a)? Id mihi verosimile videtur ex captis a me,

P 3

& ab

(a) *Phil. Transf.* N. 316. N. 319. N. 336. N. 357. N. 390. *Collections Breslav.* Anno 1717. pag. 157. *Miscellan. Berolinens.* Contin. 2. pag. 114. *Scheuchzeri Meteor. Helvetic.* pag. 24. & seq.

& ab aliis observationibus: fatendum tamen qualibet tempestate, qua fulminat, hos globos non conspici, cum nempe aut exigui sunt, aut plus absunt, quam ut acie discerni queant, vel cum Fulmen ex alia materia constat.

§. 1347. Quamvis Tonitru unum tantum fragorem exci-
ret, nihilominus sæpe sub specie gravis & diu continuati
murmuris auditur, aliquando 30 vel 40 minutorum secundo-
rum (a), propter varias ejus a Nubibus & ab objectis ter-
restribus repercussiones: hinc enim in vallibus, quas varii
montes ambiunt, Tonitruum terribilis & diutissime conti-
nuatus fit mugitus; cum prope aliquem explosum Tonitru
tantum unum fragorem edere observatur: nihilominus si
flamma duos, tresve, aut plures incenderit tractus fulmineos,
singuli in fine cum suo fragore desinent, atque ita plures
soni aut simul, aut brevi se sequentes audiri possunt.

§. 1348. Ex hac doctrina clarissime intelligimus. 1. Qua-
re cælo sereno fulminare & tonare possit? quamvis id ra-
rius fiat, imo fieri posse neget Lucretius, (b), contigisse
tamen prodiderunt inter veteres Homerus (c), Horatius
(d), Virgilius (e), Cicero (f), Ovidius (g), Alex. ab
Alex. (h), Plinius (i), Julius Obsequens (k), atque in-
ter recentiores Scheuchserus (l): possunt enim semper in-
cendi Sulphuræ exhalationes, simulac e Terra eruperunt,
sive cælum sudum vel nubilum fuerit.

2. Et sequitur manifeste Fulmen & Tonitru non sem-
per in nubibus generari, neque in iis hæere, nisi eo us-
que Exhalationes fulminæ ascenderint: nam ex Terra
Fulmen in altum ascendisse, vidit Maffeus (m), tum Ab-
bas Lionus (n). Similia proculdubio antiquitas vidit, *Ful-
mina enim inferna* vocavit, cum e Terra exsiliunt ignes
(o): imo ardens Vesuvius fulmina emisisse visus est (p),
fimi-

(a) *Delisle memoires physiques.*

(b) *Lucr. L. vi. v. 264. 400.*

(c) *Odyss. γ. v. 112.* (d) *Carmin. Lib. 1.*

(e) *Lib. 1. Georg.* (f) *Lib. 1. de divin.*

(g) *Fastor. Lib. 3.* (h) *Lib. 5. Cap. 13.*

(i) *Hist. Nat. L. 2. C. 51.* (k) *De Prodigiiis C. 83.*

(l) *Meteorol. Helvetic. p. 2.*

(m) *Litteræ Maffei ad Vallisnerium.*

(n) *Diar. Italico Tom. 32. Art. 8.*

(o) *Seneca q. n. L. 2. C. 49.*

(p) *Philos. Transf. N. 337.*

similiaque e fodinis adscenderunt. Sed Tonitru immediate sequens Fulmen, demonstrat fragorem non in Nubibus, sed in eo loco excitari, ubi Fulmen finem habuit; quod globi Fulminei, explosione sua Tonitru excitantes, penitus confirmant.

3. Plerumque autem in cælo densæ atræque producuntur Nubes, miris agitatae motibus & directionibus, antequam incipit fulminare & tonare; tum etiam durante hac tempestate, ex quibus quaecunque prælagium de instanti fulmine formare solemus: Sed hæ oriuntur ab effervescentia, simulac fulmineis exhalationibus occurrunt, inde enim illi Aeris quasi labores: dum ex ejus instertitiis sparsæ vaporum particule expelluntur, condensantur, Nubes densas & atras componunt: hæ simulac ab incenso fulmine magis ad se comprimuntur, in pluviam densam coguntur, quæ plerumque Fulmen & Tonitru comitatur.

4. Fulminis vero dislosiones iteratæ Aerem ex iis locis quaquaversum vehementissime expellunt, in quæ iterum, tanquam in vacuum alius Aer ruit: hinc furibundi illi venti & procellæ, qui comitantur & insequuntur Fulmina.

5. Quomodo Animalia & homines Fulmine tacti & percussi concidunt & exanimantur, in quibus nullum a Fulmine vestigium? an quia metu horrendi fragoris & Ignis, in quo medii versantur, stupent, in totum sibi excidunt, & tandem exanimantur? an quia a spiritu Sulphuris incensi, præsentaneo veneno animalium suffocantur? an quia Fulmen explosum, Aerem ex eo loco pellit, vel ejus elasticitatem destruit (a), ita ut Animalia in vacuo, vel in Aere respirationi inepto relinquuntur? forsitan hæc tria simul concurrunt, aut quodlibet seorsum causa mortis existit. Nonnunquam animalia fulgurita lethalibus contusionibus vulneribusque, quæ conspicua sunt, vulnerantur, tum mortis causa patet.

6. Cum igitur Fulmen sit vera flamma ardentis Fulmineæ materiæ, minime mirandum est, si corpora quæcunque Inflammabilia, quibus occurrit, incenderit, liquefecerit metalla, corpora cujuslibet resistantiæ diffrigerit, rostraverit, evulserit, fiderit: cumque exhalationes subtilissimæ e Terra adscendentes per ligna, lateres, muros penetrare facile possint, etiam patet, cur Fulmen per contignationes, septa, lacunaria, & fornices ædium cucurrisse visum fuit, quia ful-

P 4

mi-

(a) *Halesii Vegetable Statics pag. 227.*

mineus exhalationum tractus sic decurrebat. Verum multa facile ex præmissis explicantur, veluti hæc sunt. Quomodo ex visa flamma & intercedente tempore inter Tonitru auditum, quanto intervallo a loco explosi Fulminis absumus, cognosci potest? videatur §. 1151. Quare discrimen summum datur, quando Tonitru auditur, simulac Fulmen conspicitur? Quare Tonitru vehementer mugiente tremor ædes & plurima corpora perterritat? videantur §. 1168, 1169. Quare nonnulla Fluida, quo tempore fulminat, fermentari incipiunt; alia in fermentatione posita, desinunt? Quare plurima, licet in cellis recondita, postquam tonuit, corrumpuntur? Quomodo aliorum determinari, & utcumque averti potest Fulmen, sonitu campanarum majorum & plurium, tum explosione tormentorum bellicorum? quamvis campanarum sonitum alio tempore non profuisse constet (a). Elegantissime hoc Thema explicuit Eruditissimus Richter in Tractatu de vero fulminum loco natali.

§. 1349. Usus Fulminis & Tonitru est. 1. Aerem ab exhalationibus sulphureis, & oleosis, suis inflammationibus purificare, exhalata incendio attenuando, mutando, ut animalium sanitati & vitæ non noceant, sed potius tum huic apta fiant, tum vegetationi plantarum; ideo pluvia, quæ tum temporis delabitur, combustasque fulminis partes secum vehit, fertilior reliqua putatur. 2. Atmosphæræ æstum temperat Fulmen, semper enim observavi frigus paucis horis post fulmen fuisse secutum: antequam fulminat, semper effervescent Aer, caletque: consumto fulmine sedatur effervescentia, hinc frigus oritur: quamvis & hoc pendere quoque videatur a Spiritu nitri, in incendio nitri & sulphuris producto.

C A P. X L I.

De Meteoris Aereis, sive de Ventis.

§. 1350. **Q**uotiescunque aliquis Aeris tractus cum sensibili nobis impetu ex loco, in quo erat, ad quendam alium movetur, *Ventum* facit. Quamobrem non male ab Antiquis dictus fuit, *Cursus Aeris incitator, Aeris unda fluens, fluxus, effusio, flumen* (b).

Adeo-

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1719.*

(b) *Hippocrates L. de Flatibus. Seneca Lib. 5. Cap. 6. Q. Nat.*

Adeoque Ventus non tantum constat ex meris Vaporibus, aut Exhalationibus, vel ex quadam specifica substantia, corporibus cæcis (a), anhelitibus Terræ frigidis (b), ab Aere diversis, veluti opinati fuerunt multi Philosophi; sed est Atmosphæræ pars cum omnibus contentis, ex loco in locum delata. Quodcunque igitur Aerem propellit, Ventum suscitatur; idcirco sive Vapores, Exhalationes, vel quæcunque alia fuerint in Aere, & promoveantur, nihilominus ipse quoque Aer mobilissimus, cui occurrunt, movebitur.

§. 1351. Si terrigena se in centro sui horizontis positum concipiat, poterit Aer sui respectu moveri sursum, deorsum, cum omnibus obliquitatibus, deinde horizontaliter cum infinite diversis directionibus, veluti radii a centro circuli ad omne punctum ambitus duci possunt: Venti proinde diversissimarum directionum dabuntur. Quemadmodum Mathematici peripheriam circuli in partium determinatum numerum partiti sunt, ita quoque ab illis plagæ Ventorum divisæ fuerunt, præcipue in Nautarum usum hodierni triginta duas plagas sufficere iudicaverunt; cum Veterum nonnulli tantum posuerunt sex (c), alii octo, uti Andronicus Cyrrhestes; Aristoteles decem (d); cum Varrone alii duodecim (e), alii viginti quatuor (f), sed minus commode. Quandoquidem aliam divisionem hac ætate instituimus, antiqua nomina recentioribus Ventorum directionibus non conveniunt; quæ Kircherus tamen hisce accommodare studuit (g). Ne igitur de nomine oriatur controversia, nos pro nostris observationibus ad octo plagas potissimum attendimus, & appellamus. Ventum ab Occasu æquinoctiali afflantem *Favonium*, West: ab Occasu brumali *Africum*, Zuidwest: a Meridie adspirantem *Austrum*, Zuid; ab Oriente brumali *Eurum*, Zuidoost: ab Oriente Solstitiali *Aquilonem*, Noordoost: a Septentrionibus *Septentrionem*, Noord: ab Occasu Solstitiali *Corum*, Noordwest. Adeoque Ventos tanquam ex alio loco ad nostrum accedentes; plagam vero a nostro loco ad alium extendi, animo concipimus.

§. 1352. Venti commode dividuntur. 1. In generalem & con-

(a) *Lucretius L. I. V. 2. 78.*

(b) *Cicero Cap. 6. de Divin.*

(c) *Strabo Lib. 1. (d) Lib. 5. c. 16.*

(e) *Seneca q. n, L. 5. c. 16.*

(f) *Vitruvius L. 1. c. 6.*

(g) *Ars Magnet. L. 2. Par. VI.*

constantem. 2. In anniversarios. 3. In Marinos & Terre-
stres. 4. In Liberos sive Vagos, quorum nullus stabilis cur-
sus.

§. 1353. Ventus generalis inter Tropicum Cancrī & Ca-
pricorni, aut parum latius, spirat supra Oceanum Atlanti-
cum, Æthiopicum, Pacificum, & Indici partem. In aliis
Terræ regionibus dantur venti anniversarii; inque iis, quæ
extra Tropicos jacent, observantur venti liberi. Venti ge-
neralis historiam optime tradiderunt præstantissimus Hallejus
(a), & Diampierius (b), quos hic ceu fidos duces sequemur.

§. 1354. In Oceano Atlantico & Æthiopico, inter u-
trumque Tropicum, vel parum ultra, per totum anni decur-
sum spirat Subsolanus, ita tamen ut hic partim ex quadam Se-
ptentrionali plaga, illic ex Meridionali accedere videatur.

Nam 1. Simulac Nautæ Insulas Canarias præternavigave-
runt, circa gradum 28 latitudinis Boreæ experiuntur Aqui-
lonem, qui raro multum ulterius ad Septentrionem vergit,
accedit tamen nonnullis temporibus propius ad Subsolanum.

2. Qui Insulas Caribas petunt, deprehendunt hunc Aqui-
lonem propius ad Subsolanum vergere, quo magis Americæ
appropinquant; ita ut interdum in verum Subsolanum abeat,
imo tendentem ad Eurum, nihilominus sæpius aliquantulum
ad Aquilonem vergit, placidiusque continuo spirat.

3. Hujus venti limites se latius ad littora Americæ, quam
Africæ extendunt, cum in littoribus Americani usque ad
gradum 30 & 32 excurrant; idemque in Meridionalibus A-
mericæ littoribus, latius Ventum generalem expertis, quam
Promontorium Africæ, quod Bonæ Spei appellatur, obser-
vatur.

4. A latudine Borea quatuor graduum usque ad 28 gra-
dus latitudinis Australis semper spirat Eurus, accedens non-
nunquam ad Subsolanum; verum prope Africam semper
Australius, quam prope Brasiliæ littora spirat, quo enim
magis ad hæc appropinquat, eo plus vertitur in Subsolanum.

5. Mutationem aliquam hi venti pro diversa anni tempe-
state subeunt, sequunturque Solem; nam Sole inter Tropi-
cum Cancrī & Æquatorem commorante, Aquilo spirans in
parte Terræ Borea propius ad Subsolanum accedit; & Eu-
rus, qui mare Æthiopicum præflat, tum magis ad Au-
strum accedit. Contra Sole hemisphærium Terræ Australe
lar-

(a) *Phil. Transf. N. 183.*

(b) *Traité des Vents.*

larga luce condiente, Aquilones in Oceano Atlantico Borealiores aliquantum evadunt; & Euri in Oceano Æthiopico magis ad Subsolanum vergunt.

6. Attamen hic notandum, circa littora Africæ, nempe Caffariam, Angolam, Biafaram spirare Austrum: & ad distantiam 100 leucarum a littoribus Guineæ, Eurum mutari in Austrum; propius ab hujus regionis littoribus, Austrum verti in Africum; circa littora Nigritaniæ Aquilonem verti in Corum.

7. Ad partem Æquatoris Boream, inter gradum quartum & decimum latitudinis, atque inter Meridianos, qui complectuntur Insulas Hesperides, plaga Oceani datur, in qua dominantur Fulmina, Imbres, Procellæ, Malaciæ, quæ omnia se subito excipiunt, flantibus sæpe simul ventis cum omni genere directionis.

§. 1355. Hujus generalis venti causa Sol est, cujus actionem clare concipiemus, si primo illum versari in Æquatore fingamus. Cum recta alicui Æquatoris loco imminet, Aerem vehementer calefacit, rarefacit, ipsique majores vires inspirat: quaquaversum hinc ille se expandit, & sursum adscendens supra reliquam Atmosphæram prominet, & lateraliter ex lege gravitatis diffluit: hinc brevior continuo facta illa dimanans, calens, & rarefacta columna, viribus minoribus resistit vicinis columnis, quæ tum sua densitate & pondere, tum superpondio ex superius affluente Aere, ad medium calentemque Aerem se recipient: Interim Sol promovetur ab Ortum ad Occasum, vel Terra potius contrario motu, quod hoc in casu idem est, cum tantum ad Aerem, qui successive calefcit, attendimus: adeoque datur plaga alicujus longitudinis, in qua ab Ortum versus occasum Aer minoribus viribus resistit, quam qui ab utroque latere adstat premitque; quamobrem hic utrinque appressus ad locum minus resistantem, duplici directione feretur: ille scilicet, qui est in hemisphærio Terræ boreo, directione composita ex Orientali versus Occasum feretur, pro motu a tergo; & ex directione a Septentrione versus Æquatorem: ejusmodi composita directio ventum progignet Aquilonem: ille, qui est in hemisphærio Terræ Australi, feretur directione ab Ortum ad Occasum, & a latere directione ab Austro ad Æquatorem; hinc motus compositus fit, quo producitur ventus, qui Eurus appellatur. Quoniam Solis calefactio successive fit, nec cum vehementi subitaneoque impetu, ventus sic excitatus ab Ortum Occasum versus non impetuosus erit, & æquabili

bili delatus tenore. Incipiet vero, ubi Aer, non a montibus, sylvis, aliisque obstaculis lateraliter affluere impeditur; adeoque incipiet ventus Orientalis in Oceani locis, aliquantum a littoribus remotis: veluti ad distantiam fere centum leucarum a littoribus Africæ observatur oriri. Simulac hic ventus incipit appropinquare ad littora Americæ, ipsius cursui montes resistunt; idcirco eo placidius illum spirare observant Nautæ, quo propiores Americæ sunt: hoc montium impedimentum efficit, ut paulum latius expandatur ad littora Americæ, quam quidem a parte Africæ inchoavit.

Comitemur jam Solem, hemisphærium Terræ boreum illuminantem, & cursum suum ab Æquatore ad Septentriones inflectentem: tum Atmosphæra, Oceano Atlantico imminens, directe a Solis radiis calefacta, Subsolani causa fuisset; idcirco propter lateralem Aeris appulsum, qui spiraverat antea Aquilo, nunc paulo propius ad verum Subsolanum verget: Australiori autem Æthiopico Oceano imminens Aer, jamque frigidior, quam cum Sol in Æquatore versabatur, ideo quoque densior, majori impetu laterali feretur ad aerem calefactum, & motu magis Australi, qui facit, ut Eurus fere in Austrum vertatur.

A Tropico Cancræ ad Æquatorem redeunte Sole, sensim Atlantici maris Aquilo orientior, in verum Aquilonem vertetur, propter lateralem Aeris affluxum ad ea loca, quibus Sol recta imminet: & Auster Æthiopici Oceani pedetentim vertetur in Eurum; donec Sole peragrante hemisphærium Terræ Australe, Eurus magis ad Subsolanum hic vergat: & Aquilo maris Atlantici aliquantum plus tendat ad Septentrionem; quæ omnia adamussim cum observationibus præmissis congruunt.

Manet vero hic Ventus Orientalis intra Tropicum utrumque, vel ad paucos gradus ulterius exporrigitur, nempe ad latitudinem 28 vel 30 gr. utrimque ab Æquatore. Quia Sol modo perpendiculariter radios suos vibrat in Terras, Aeremque, intra ambos Tropicos jacentes, qui autem lateralis adjacet Aer ad 4 vel 5 gradus ulterius, sufficit ad implendum Aerem intermedium a Sole calefactum, cum exemplo a parte Atmosphære superiori recipiat Aerem affluentem, restituentemque sua copia, quicquid alter se expandendo amiserat.

§. 1356. Difficilius affertur vera causa Ventorum Australium, qui juxta littora Cassariæ, Angolæ, & Biafaræ spirant: tum, quare non procul a Guinea Venti ad Occasum

con-

convertantur, mutati in Africos, veluti illi ad Nigritarum littora abeunt in Coros? forte hi oriuntur, quia solum Guineæ & Biafaræ admodum arenosum, vehementer a Sole incalcescit, caloremque diu retinet, quamobrem Aer solo huic ferventi imminens, multum rarefit, adscendit, diffluit lateraliter in superficie Atmosphæræ: Aer lateralis, quique liberrime accedere potest ad eum, qui Guineæ & Biafaræ imminet, est ille, qui Oceano juxta littora Caffariæ, & Angolæ incumbit; qui ideo verus Guineam delatus, Austrum progignit: quo autem propius ad Biafaram accedit, eo plus ad hanc regionem determinatur, mutatus in Africum. Pari modo pars Venti Orientalis in libero Oceano, non procul a Guinea, propter Aerem hujus regionis multo minus resistentem, invertitur, contraria directione pellitur Occasum versus, atque etiam mutatur in Africum. Nigritarum regio non habet solum a Guinea diversum, idcirco etiam Aer Oceani Atlantici versus hæc littora determinabitur, unde non Aquilo, sed Corus ab Insula Palma ad littora Billedulgerid & Nigritarum flabit.

§. 1357. Meminimus quoque loci in Oceano Atlantico inter latitudinem boream 4 & 10 graduum, in quo malaciæ & procellæ: est hic, ubi inter Ventum generalem Orientalem, & inter Africum ad Guineam tendentem, datur æquilibrium, adeoque Aeris quies: nihilominus cum creberrima hic Fulmina & Tonitrua observentur, fundus Oceani magnam Bituminis, Sulphuris, & materiæ fulmineæ copiam in auras eructabit: quæ continuo effervescentes & incensa, nunc Ventos in hanc plagam, mox versus aliam, imo ad qualemcumque spirantes, suscitabit; donec explosa materiæ iterum Aer ad tranquillitatem redeat.

Interim Nubes a Vento Generali deferuntur ad hunc locum, ut & simul aliæ ex Oceano Æthiopico elevatæ huc confluunt, propulsæ ab Africo; aliæ prognatæ in Oceano Atlantico, huc accumulantur a Goro: quare Nubes a Ventis his oppositarum directionum condensatæ, in Pluviam coguntur; quæ densissima tum fit, labiturque, cum fulmina Nubes vehementius adhuc conquassant, & in densas moles compingunt, quæ jam gravissimæ, nec amplius ab Aere sustentatæ, quasi agmine factæ deorsum ruunt; atque ita imbres urceatim e cælo demitti videntur.

§. 1358. Circa littora Brasiliæ quædam alia Anomalia observatur; quippe a mense Aprili, & inde aliquousque flat Africus: a Mense Septembri & deinceps flat Aquilo. Littora

tora Americæ, quæ Australiora sunt quam Brasilia, multum inflectuntur Occasum versus: idcirco Ventus Auster, qui mense Aprili supra Oceanum Æthiopicum spirat, determinatur a littoribus Brasiliæ, quibus coercetur, ita ut necessario mutetur in Africum. Mense Septembri autem Sol recta imminet Brasiliæ, ejusque solum valde calefacit, hoc Aerem, veluti in Guinea fieri dictum est §. 1356: quomobrem Aer ex frigidiori Terræ parte Septentrionali huc determinabitur, suscitabiturque Aquilo. Primaria hæc sunt, quæ ventum generalem hujus Oceani spectant.

§. 1359. Ex quibus opinamur satis manifesto sequi, ventum Orientalem non oriri propter motum Terræ circa suum axem volutæ, & Atmosphæram relinquentis, veluti a nonnullis creditum fuit. 1. Quia ventus generalis non est verus Subsolanus, sed Eurus vel Aquilo, cujus directio aliquantum mutatur pro vario Solis in Ecliptica loco. 2. Quia velocitas hujus venti multo minor est, quam Terræ circa axem motæ; quippe hic ventus celerior non est, quam ut intra unum M^o. 8 vel 10 pedes percurrat, cum Æquator eodem tempore 1423 pedes perficiat. 3. Non relinquit Atmosphæra Terram in motu annuo circa Solem, verum pari velocitate utraque movetur; cur igitur Terram in motu diurno circa axem Atmosphæram relinqueret? hujus ratio nulla apparet. 4. Tum quoque in apicibus Montium ubivis Terrarum spiraret Subsolanus, qui non observatur. 5. Penitus ruit hæc opinio propter alios Ventos in Oceano Indico spirantes, de quibus mox agam.

§. 1360. In Oceano Pacifico regnat idem ventus generalis, quem in Oceano Atlantico & Æthiopico descripsimus: quippe supra hemisphærium Terræ boreum flat Aquilo, & supra Australe hemisphærium flat Eurus; uterque ventus etiam ad gradus 28 vel 30 utrimque ab Æquatore exporrigitur. Circa littora Americæ occidentalia tamen anomalia datur, flantibus hic ventis occidentalibus, quorum ratio a calefacto solo, Aerem rarefaciente, petenda est, pari profus modo, ac diximus in §. 1356.

§. 1361. In Oceano Indico major est ventorum varietas. Est enim in eo ventus generalis; sed præterea dantur venti periodici, qui sex mensibus quandam versus plagam delati, sex sequentibus mensibus quasi redeuntes, opposita directione feruntur; hi vocantur *Motiones* vel *Anniversarii*; Belgice *Mouffons*. Omnes ita sunt comparati.

1. Inter latitudinem Australem 20 & 10 graduum, inter Insulam Divi Laurentii & Hollandiam novam semper spirat Eurus per totum anni decursum, qui tamen aliquando paulo propius ad Subsolanum accedit.

2. Inter gradum 2 & 10 latitudinis Australis, inter Javam, Sumatram, & Laurentii Insulam mensibus Majo, Junio, Julio, Augusto, Septembri, Octobri spirat Eurus, verum a Novembri sex reliquis mensibus regnat Corus.

3. Inter Africæ littora Ajanæ, Arabiæ, Malabariæ, tum in sinu Bengalensi, super omnem hanc Oceani Indici parte usque ad Æquatorem ab Aprili ad Octobrem spirat Africus impetuofus, quem atræ pluviosæque Nubes & procellæ comitantur: ab Octobri reliquis mensibus usque ad Aprilim regnat Aquilo, lenior priori, cum cælo sereno: uterque Ventus, tum Africus, tum Aquilo placidius spirat in sinu Bengalensi, quam supra Mare Indicum.

4. Inter Zanguebariæ littora & insulam Divi Laurentii ab Octobri usque ad Majum datur Eurus: a Majo sequentibus sex mensibus flat Favonius: qui simulac ultra insulam Laurentii est progressus in liberum Mare Æquatorem versus, mutatur in Africum, parum divergentem ab Austro,

5. Inter littora Chinensia, Malacam, Sumatram, Borneo, & Insulas Philippinas, ab Aprili ad Octobrem Africus, parum declinans ab Austro, spirat: ab Octobri usque ad Aprilim spirat Aquilo, parum differens a Borea, imo flectitur in Boream & Corum inter Insulas Javam, Timor, Hollandiam novam & Guineam novam: quemadmodum Africi loco hic spirat Eurus, qui quasi a flexuoso situ Timor, Javæ, Sumatræ, Malacæ, in Africum determinatur. Quotiescunque Motiones hæ invertuntur, stant in nonnullis locis quietæ, ac si Aer nesciret, quorsum se verteret, sed in aliis locis desinunt venti summo cum furore, illico in oppositos conversi.

§. 1362. Ventus Generalis Oceani Indici est idem ac explicuimus in §. 1350. Verum aliarum Motionum causam, ut nulli scrupuli supersint, afferre nondum potuerunt Philosophi: motiones videntur pendere a pluribus causis: a montibus, eorumque exhalationibus, quas stas temporibus exspirant, & quæ Aerem certis directionibus propellunt: tum a resoluta nive, & plurimarum aliarum rerum, hujusque incognitarum concursu: igitur hæc sapientiori sæculo relinquenda sunt. Videnturque Etesiæ sive Anniversarii aliarum Ter-

Terrarum Venti (a) non bene intelligi, nec demonstrari posse, nisi oculati regionum inspectores & accurati observatores fluminum, montium, marium, sylvarum, solutæque nivis fuerimus, nam ab his potissimum pendent causas.

§. 1363. In reliquis Terræ regionibus Liberi spirant Venti, qui nec tempus, nec periodum, nec plagam, nec impetum observant, sed quaquaversum diriguntur. Horum causa est omnis illa, quæ Atmosphæræ partem ex loco in locum movere potest: determinatio pendet a situ montium, sylvarum, aliorumque eminentium corporum, quæ allabentem Aerem determinant, ut certas versus plagas potissimum dirigatur. Idcirco Venti erunt singulares, propriique suis regionibus, nec cognoscendi, nec explicandi, nisi prius regio simul cum reliquis undique adjacentibus bene cognita & rescripta fuerit. Observationes in Helvetia a Garcino, Norimbergæ a Doppelmajero, & nostræ in Belgio institutæ, docent, ventos eodem tempore diversos in his locis spirare, nisi procella quædam diuturnior regnaverit.

§. 1364. Septem fœderatarum Provinciarum solum est satis planum & æquabile absque montibus, nisi quod intervallo Milliarium duorum ab Ultrajecto Mons Amisfurtensis, sed exiguus & parum altus detur; plures tamen in ea Gæliæ parte, quæ Velavia appellatur, reperiuntur. Observationes Trajectinæ plurimorum annorum, tum in aliis fœderati Belgii provinciis captæ ostenderunt, utcunque determinatum esse anni spatio certorum Ventorum numerum; plurimos sibi addendo Annos, medium composui aliquem, ex quo Ventorum numerus cognoscetur, parum abulans a veritate: secundum hunc Ultrajecti spirat Septentrio 42 diebus, Corus 33, Favonius 77, Africus 58, Auster, 33, Eurus 26, Subsolanus 53, Aquilo 43. An non Favonii & Africi sunt adeo frequentes, quia Mare Germanicum respectu nostræ regionis ad occasum jacet, atque ita Aer mari huic imminens frigidior apprimetur ad calidiorē rarioremque, solo nostro incumbentem? an vero est pars Venti Generalis Aquilonaris, reflexi a littoribus Americæ Septentrionalis, & opposita directione per fretum Morinum & supra Angliæ partem Australem afflantis? fortis utraque causa obtinet.

§. 1365.

(a) *Varenii Geogr. S. VI. Cap. XXI. Memoires de Languedoc. part. 2. Ch. VIII.*

§. 1365. Cur autem paucissimi apud nos Euri? an non quia solum nostrum humidius Germanico, jacente in hac plaga; & proinde admodum frigidum, multo minus calescit, quam Germanicum, unde Aer nostro solo imminens, etiam minus calescit, rarescitque, quam Aer, qui Terræ Australiori & sicciori incumbit: ideo non nisi raro Euri suscitabuntur & Austri; sæpius vero Boreæ, ex frigidissimis ad calidiores delati plagas.

§. 1366. Cur autem frequentissimi apud nos Subsolani spirant? hi semper frigent, etiamsi media æstate afflaverint, brumali tempore Aquam in glaciem cogunt, rarissime enim gelat, nisi Subsolanus spiraverit. Quoniam igitur Aer nostri plani soli calidior est illo, qui locis montosis Germaniæ incumbit, respectu nostri in plaga Orientali jacentibus, Aer ibi densior frigidiorque ad nostram regionem frequentissime apprimetur, Subsolanum suscitaturus. An potius erit pars Venti generalis? Cur rariores quoque Cori, adeo periculosi nostris aggeribus, an non, quia Scotiæ solum admodum montosum hos intercipit, unde, qui ad nos afflant, potissimum sunt Aquilones, qui in Scotiæ montes allapsi reperiuntur ad nos? Vetus est traditio, Ventum illum 14 dierum spatio apud nos regnare, qui tempore Æquinoctii Verni spiraverit, in primis si fuerit Corus vel Boreas; accuratæ observationes Trajecti habitæ, commentum hoc esse, me docuerunt.

§. 1367. Causæ Ventorum liberorum sunt vel in ipsis Terræ visceribus, aut in superficie, vel in Atmosphæra, vel supra hanc. Terram ipsam magnam vim Aeris ejicere, & ex abdito spirare, testantur multæ observationes. De Senta Dalmatiæ, & de rupe in Cyrenaica provincia Plinius (a), & asserente Gilberto in Comitatu Britanniæ Denbigaja, ex quibusdam cavernis sunt tam vehementes Ventorum eruptiones, ut injecta vestimenta pannique magna vi efflentur. Schenchserus quamplurimas descripsit (b) cryptas Æolias, ex recessu Terrarum interiore Ventum exspirantes. Cannor (c) prodidit de Cumanæ Sibyllæ antro in regno Neapolitano idem; tum de cavernis Bayæ, de fodinis aliquibus Germaniæ, de Salinis Cracoviæ. Est quoque prope Terni (d), &

Musschenbr. Phys. Tom. II.

Q

in

(a) *Lib. 2. c. 45. Hist. Nat.*

(b) *Stoichelograph. Helvetic. p. 122. &c.*

(c) *Dissert. Med. Phys. p. 33. art. 5.*

(d) *Kircheri Mund. Subt. L. 2.*

in Vesuvio (a), in Catalonia (b). Sed & Ventos ex imo maris adscendere & Aquam perrumpere, erumpentesque abire in furentes Typhones alii testantur, veluti de Lacu Legnio Gassendus (c), de Vettero Sueciæ Lacu Mearnius (d), tum de Oceano Chinenfi (e).

§. 1368. Causæ Ventorum ex cryptis Æoliis assurgentium possunt esse variæ. Concipiatur enim animo crypta instar ingentis ampullæ, capacissimi ventris, angustique colli; Aeris sit plena frigidi, hyemalis, densique: simulac igitur Atmosphæra supra Terram levior sit, extemplo Aer nunc minus pressus, ex Ventre ampullæ, sua elasticitate actus per collum erumpet, Ventumque refert sursum spirantem. Vel stillet Aqua, rivulis instar, per rimas terræ in cavam cryptam, multum Aeris aqua secum devehet, quo Ventum, fortem, vix foliibus majoribus imitandum, suscitare potest, uti quondam Hero probavit; hic deinde ex antri ore erumpere cogitur. Aqua si in Terras Sulphureas, Martiales, sive Pyriticas inciderit in cryptis, illico gignetur calor, aqua in vaporem admodum elasticum vertetur, qui ex antro Aerem cum impetu expellit, & ipse apertum ad hos efflatus iter occupat, ac per cavernam in nostras sedes affertur: quemadmodum Aqua in Æolipila calefacta, sub Venti forma, ex tenui foramine erumpit. Ignis subterraneus, a qualicunque causa ortus, præstabit idem. Si aliquot cryptæ Æoliæ secum communicent, & suis quælibet sit instructa osculis, fieri nequit, quin vel altera recipiat Ventum ex Atmosphæra superiori, quem per totam cryptam ad os oppositum apertum deferat, vel alteram hoc os idem præstet. Causæ Ventorum, per Aquas erumpentium, sunt Terræmotus sub Aquis suscitati, qui ab effervescentiis & inflammationibus oriuntur, e quibus multum Fluidi elastici generatur, summo impetu sursum propulsi, quod ubi ex Aquæ superficie erupit, se nisu maximo expandet.

§. 1369. Ad Causas Ventorum, quæ in superficie Terræ sunt, referenda sunt omnia, quæ Aerem movere possunt: veluti sunt Undæ Marinæ, Flumina, unde in ripis & littore semper Venti: tum Exhalationes & Vapores ad-

scen-

(a) *Misson. Itiner. T. 3.*

(b) *Marca Hispanica L. 2. C. 22.*

(c) *Vita Peirisci L. 5. p. 417.*

(d) *Philosoph. Transf. N. 289.*

(d) *Observat. Physiq. envoyée de Siam à l'Academie.*

scendentes ex Terra, Ignis excitatus, nivis & glaciei resolutio a Sole, & innumera alia.

§. 1370. Plurimi Venti a causis in ipsa Atmosphæra hærentibus suscitantur, quæ variis agere possunt modis. Præcipua causa consistit in Effervescentia Exhalationum variarum sibi occurrentium, aut Exhalationum cum Vaporibus permixtione, atque inde orta effervescentia. Simulac enim duæ Exhalationes secum effervescent; dilatantur, expansa majus spatium desiderabunt. Fluidum elasticum gignent, Aerem majori minorive celeritate propellent, pro diverso effervescentiæ impetu, & actione prognati elastici Fluidi; ideo semper Venti oriuntur, cum fulminat, tonatque. Quoniam Exhalationum varia copia nunc major, nunc minor secum permiscetur, & post unam permixtionem tempus elabitur, antequam altera permixtio fiat, Ventus inde oriundus nunc incitator, mox lenior spirabit, interrupto iterum impetu, violentius mox ex quiete surrecturus; veluti de omni libero Vento observatur: qui æquabili tenore nunquam duorum Minutorum spatio spirat, sed viribus diversis: idque eo magis obtinet, quo validior fuerit. Si Exhalationes paucæ fuerint, ut Aerem non reddant opacum, plerumque mitiores sunt Venti: si vero sua copia Nubes densas formaverint, progignunt impetuosiores Ventos; ideo plures Venti tempore nubilo, quam sereno observantur. Sunt Nubes, quæ cum omni humido effervescent; hæ Ventos generant, super quæcunque loca transiverunt; dantur hæ sæpe æstate, cælo ceteroquin sereno, atque a Nautis e longinquo distinguuntur. Sic vero quaquaversum rueret Aer, veluti frequenter etiam fit; sed potissimum eo incumbit, quo liberior exitus invitat, & loci laxitas, tum magna & patens area. Sunt nubes atræ sæpe causa Ecnephiæ, qui in mari Æthiopico, & in promontorio Africæ extimo, Guinea, Lowango, Guardafu, vehementer furere nonnunquam observatus est (a).

§. 1371. Sæpius tum in hisce, tum in præcedentibus mentionem fecimus effervescentiæ, quæ in Aere contingit; ne quis de veritate dubitet, pauca tantum pericula capiat, ut convincatur, nihil quod actu non contingit, nos assumpsisse. Ponatur enim phiala aperta, in qua Spiritus Salis Ammoniæ, evolabit aliquid, magis olfactu, quam visu distinguendum; idem erit; si nitri Spiritus pari examinetur modo.

Q 2

Ve-

(a) Varenii Geogr. Sect. VI. c. XXI. §. x.

Verum utramque phialam juxta se ponamus; jam Exhalationes sibi occurrentes in Aere conspicuam effervescentiam, Nubemque excitabunt. Tradit eximius Halesius (a), se ad minerale Vitriolicum affudisse Spiritum Nitri, effervescentia hinc orta est, qua sedata & Aere jam pellucente, admissus fuit novus Aer, illico renascebatur effervescentia, unde Aer factus turbidus & rubicundus, repetique hoc aliquoties potuit eodem cum successu. Idem observare datur in phiala, in qua Limatura ferri cum Nitri Spiritu fuit, aut in recipiente, in quo Vapor Aquæ fortis mansit; postquam Pyriti affusa fuerat.

§. 1372. Supra Atmosphæram causæ Ventum excitantes, sunt Sol & Luna, qui sua gravitate eam attrahendo, motum Aeri inducunt perpetuum, qualem Oceano, æstum marinum progignendo: est tamen in Atmosphæra, propter Aeris raritatem, æstus admodum exiguus. Sol insuper calore suo Aerem rarefacit, eo vehementius, quo radiis pluribus magisque perpendicularibus in ipsum egerit: adeoque propter Nubes, Solis radios hinc inde intercipientes, Aer ejusdem regionis non æque calefactus, nec rarefactus erit, quod Ventos necessario producet, cum Lex æquilibrii liquorum, æqualem actionem in Fluidis postulet, ut quiescant, ideo Aer maxime a Sole rarefactus pelletur ad Aerem sub Nubibus interdiu, noctu contra Aer infra Nubes se ad alium, a frigore superveniente condensatum, recipiet.

§. 1373. Ventus lenis raro iter longum conficit: verum validior & aliquandiu durans per vastum cæli spatium vasisse observatus fuit, & percurrisse Britanniam, totam Germaniam, & Helvetiam, & forte quidem ulteriores regiones, quemadmodum ex observationibus Scheuchseri & Derhami comparatis constitit (b): attamen Ventus, qui in una regione vehementius spiraverit, longe mitior in aliis fuit.

§. 1374. Ventorum liberorum velocitas admodum differt; illi, qui tanta moventur rapiditate, ut arbores sylvasque convellant, observante Mariotto, intra horæ minutum secundum 32 pedes Parisinos percurrebant. Verum ex observationibus accuratioribus Derhami colligitur (c), Ventos impetuosissimos tanta rapiditate promotos fuisse, ut 66 pedes Britannicos Minuto secundo, & 45 Milliaria Britannica horæ spatio absolverint. Hi quidem furibundi sunt, & tan-

(a) *Append. ad Hæmastic. Exper. 3.*

(b) *Philos. Transf. N. 311.* (c) *Philos. Transf. N. 313.*

tantarum virium, ut lapideam statuam 12 pedes altam, 5 latam, 2 crassam diffringerint, integrasque sylvas prostraverint (a). Sunt autem alii venti adeo tardi, ut equitem non præcurrant: alii, qui modice celeres, tantum 10 Milliaria Britannica horæ spatio absolvunt. Verum multo plura de Ventis restant dicenda: quomodo eorum cognitio comparanda sit; clarissimo & inimitabili exemplo magnus Verulamius in Historia Ventorum docuit, qua in Physica vix aliquid magis absolutum hucusque prostat.

§. 1375. Usus Ventorum est magnus; 1. ut Aer, in quo vivimus, & qui nostris Exhalationibus inquinatur, removeatur, everratur, aliusque purior in ejus locum succedat, qui vitalis est tracturis, tum ut assidua vexatione utilis reddatur; si enim Aer pigrescit, præcipue Æstate, crescit in vitium, oriuntur ubivis Terrarum contagiosi morbi & pestis, veluti post Hippocratem (b) multi Medici memoriæ prodiderunt.

2. Venti Aerem a calore Solis tostum temperant & reficiunt; ita ut regiones, quæ habitari non possent, habitabiles evadant; ita in Indiis Orientalibus & Occidentalibus Venti Marini spirant interdium; Terreni vesperi, sua aura reficientes & refrigerantes Aera, Terram, Aquas. In nostris regionibus Æstate plures perirent Messores, nisi Vento reficerentur, quo silente nonnunquam lethalis est æstus (c). Idcirco ventus a mensium ferventissimorum gravitate nos defendit.

3. Venti calorem & frigus ex una regione in alteram transferunt, hinc apud nos Auster calorem, Boreas frigus adducit.

4. Qui sicci sunt Venti, exsiccant humida quæcunque, quo modo mortalibus egregie in plurimis occasionibus opitulantur: qui humidi sunt, irrigant pedetentim exsiccata, penetrando in poros corporum, nec hi sua utilitate destituuntur.

5. Nubes ex Vaporibus Oceani formatas deferunt venti per Aerem ad quaslibet regiones, ut imbres Terris subministrant, quibus omnes plantæ crescunt, vigent, vivunt. Sed & venti nimios imbres compescunt; nam modo adducunt Nubes, modo diducunt, ut per totum orbem pluviae dividi possint. Pari modo Exhalationes, quas expiravit Terra, deferunt ad varias regiones, quibus Aer impurus aver-

Q 3

run-

(a) *Philos. Transf. N. 114.*

(b) *Hippocrates Lib. 3. Epidemior.*

(c) *Derham. Theolog. Phys. Lib. 1. Cap. 2.*

runcatur, & ea, quæ ad vegetationem lætiorē conferre aliquid possunt, non in uno tantum manent loco, sed pluribus fiunt communia.

6. Dedit Deus Ventos ad ulteriora noscenda; fuisset enim imperitum Animal, & sine magna experientia rerum Homo, si circumscriberetur natalis soli sine: dedit igitur Deus Ventos, ut navigiorum cursibus suppeditarentur omnes undique ad vitam copiarum, plurimisque maritimis rebus fruere-mur, ut universo generi humano res pulcherrimæ, in remotissimis natæ regionibus, communes fierent, ut omnibus inter se populi commercium foret, quo gentes dissipatas locis misceret, atque ita liberalissimi Conditoris potentia, sapientia, & munificentia innotesceret.

7. Venti Aquas Oceani, Paludum, Lacuum, fossarum, movent, ne stagnando putrescant.

8. Ventorum ope Machinæ plurimæ moventur, Molæ agitantur, quibus labori mortalium ingenti cum emolumento & solatio succurrunt. Ecquis omnia enumerare posset? in his facile prolixiores, quam hujus Compendii scopus est, evaderemus.

F I N I S.

DE

REBUS CÆLESTIBUS

TRACTATUS.

DE HAC RERUM CÆLESTIUM TRACTATIONE

AD LECTOREM.

EN tandem Cl. Musschenbroeckii Physicæ Elementa magis adhuc aucta & illustrata novam nostrorum typorum lucem vident: verum etsi rerum, quas complectuntur, præstantia, methodo, judicandi *ἀκριβείᾳ* commendari ea plurimum debeant, vel ex eo tamen mutila jure viderentur, si præstantissimam Physicæ partem, quæ est de rebus Cælestibus, intactam præterirent. Quotus enim quisque est, qui rerum naturalium, earumque causarum contemplatione excitatus, non id potissimum scire cupiat, quo tot Cælestium corporum natura consistat, quibus de causis eorum ordinatissimi motus, singulaque phænomena fiant, quibus adeo quotidie percellimur, ut in eorum explicatione *insatiabilis quædam inesse videatur voluptas*? Iis sane spectandis, contemplandisque vel ipsa natura erecto capite nos efformavit, ut inde summam Supremi Numinis Majestatem, Sapientiam, Omnipotentiam in tam admirandis operibus perspicientes, ad ejus obsequium & amorem impensius excitaremur: *nihil enim, ut apte ait Tullius, potest esse tam apertum, tam perspicuum cum Cælum suspeximus, cælestiaque contemplati sumus, quam esse aliquod Numen præstantissimæ Mentis, quo hæc reguntur.*

Ea de causa in prima horum Physicæ Elementorum editione, quæ anno 1745. Neapoli prodiit ex typis Petri Palumbi, Cl. Jacobi s' Gravesande *de Mundi Systemate* tractatus accessit, ne vid. tirones nostri, quorum commodo unice prospicimus, aliunde Cælestium rerum tractationem conquirere cogerentur. Verum utut is tractatus brevitate & rerum ubertate scopo nostro

satis-

satisfacere tum videbatur, facto tamen ipso constitit tironum captui parum apte quandoque in eo se gerere Auctorem, & ob nimium, quod affectat compendium, in obscuritatem juventuti inimicam, sæpissime declinare, ut rerum Cælestium vel prima rudimenta, quæ tantum hic dare animus est, nec quidem clare nitideque inde haurirent tirones nostri. Quamobrem priorem hujus Tractatus partem, quæ historicam Cælestium phænomenorum narrationem potissimum complectitur, in nova hac editione, qua adjectis notis, auctariis, qua interna textus ipsius mutatione & uberiori expositione, ubi opus esse videbatur, auximus, illustravimus, tironumque captui & utilitati accommodatorem reddidimus. Altera vero ejusdem tractatus pars Cælestium motuum causas secundum Cl. Isaaci Newtoni principia exponens, pauca tantum immutata habet; uberiori enim nostra explicatione ibi opus non esse rati sumus. Qui in Geometricis disciplinis, paulo ultra Elementa sunt progressi, ad ea intelligenda, quæ ibidem tradit Auctor, sine ulteriori expositione apti sunt; qui vero vel nullam, vel nimium elementarem earundem disciplinarum cognitionem habent, quacunque data uberiori declaratione ne quidem ad intelligendam apti redduntur. Quibus ergo cum præclarissimis Mathematicis disciplinis parum commercii est, auctor sum, ut secundam tractatus hujus partem intactam prætereant, solius Planetarii systematis historica narratione, quæ prima parte datur, contenti. Plura in eadem secunda hujus tractatus parte habet s' Gravesandius, quæ uberius & clarius exposita sunt a Musschenbroekio in Physicæ Elementis, adjectisque adnotationibus; hinc ea consulto prætermisimus, ne idem repetere inutiliter videremur; ita caput XII. hujus tractatus de Vacuo & Materia Cælesti ex integro omisimus, quod nihil contineat clarius & fusius non expositum cap. 3. horum Physicæ Elementorum. Illius loco ex Davidis Gregorii *Astronomia Physica & Geometrica* expositam rejectamque adjecimus Physicam cælestem, seu causam

& 12.

& rationem a Cartesio & Leibnitio excogitatam, cur Planetæ in Orbibus suis constantissime deferantur; quod ejus nullam s' Gravesandius mentionem faciat, juvetque tirones nostros inde discere, quid intersit inter Physicam mere hypotheticam iis Auctoribus, eorumque admiratoribus maxime deamatam, & eam, quæ phænomenis, indubiisque naturæ legibus innitur, quæque Newtono potissimum referri debet accepta.

Id demum hic tirones in antecessum monere oportet, Auctorem scil. hujus tractatus capite 13. telluris motum cum circa seipsam, tum circa Solem, pluribus argumentis adstruere conari; quibus sane argumentis, uti & ceteris, quæ a Copernicanis ea de re afferri solent, etsi non exigua probabilitatis vis inesse videatur, *ἰνδεδεικτικῶς* tamen ea rem conficere temere adfirmaretur, Hugenio, Newtono, Gregory, aliisque præclarissimis Astronomis judicibus, quorum testimonia videlicet in celeberrimo Niewentytii opere *l' Existence de Dieu* c. 7. l. 3. Contra Sacræ Scripturæ, quas divino afflante spiritu exaratas, nullique adeo vel levissimo errori obnoxias agnoscimus, & veneramur, litterali & proprio sensu intellectæ, Telluris immobilitatem, Solis vero motum, manifestissime asserunt. *Sol oritur* (Eccles. c. 1. v. 5. & 6.) *& occidit, & in locum suum revertitur, ibique renascens gyrat per meridiem, & flectitur ad Aquilonem . . . & in circulos suos revertitur.* Josue cap. 10. v. 12. & seqq. *Sol contra Gabaon ne movearis, & Luna contra vallem Ajalon; steteruntque Sol & Luna, donec ulcisceretur se Gens de inimicis suis . . . stetit itaque Sol in medio Cæli, & non festinavit occumbere spatio unius diei.* Psal. 92. *firmavit orbem terræ, qui non commovebitur; & Psalmo 103. Deus fundavit terram super stabilitatem suam.* Hæc aliaque similia Sacrarum Scripturarum loca quin Solis motum circa quiescentem tellurem sensu obvio & litterali asserant, nemo sui compos hæsitabit: sed a litterali Sacrarum Scriptura-

rum

rum sensu (quod communiter docent Concilia , Patres , Theologi universi) nisi evidens ratio contrarium suadeat , recedere fas non est . Donec ergo Copernicani evidentissima suæ sententiæ argumenta non protulerint , quemadmodum reapse nunquam attulerunt , citra temeritatis notam nequit Christianus Philosophus eorum adhærere sententiæ . Nihilominus nîl vetat quominus Solis quietem , & Telluris motum , ut hypothesein Cælestibus phænomenis explicandis aptissimam hic usurpemus , quemadmodum in Catholicorum Academicis communiter adhiberi solet , idque Cardinalium Fidei Inquisitorum decreto Ann. 1620. licitum est .



D E

MUNDI SYSTEMATE

P A R S P R I M A.

C A P U T I.

Idea Generalis Systematis Planetarii.

§. 1. **S**PATIUM nullis Limitibus terminari posse, qui attente consideraverit, vix inficias ire poterit, supremam omnipotentem Intelligentiam, quam Terricolis arcto in Campo demonstravit, Sapientiam ubique manifestam fecisse. Quem hic arctum dico campum, in immensum captum nostrum superat; arctum tamen cum Spatio infinito collatum.

Tellus nostra cum sexdecim aliis Corporibus, (non plura novimus) in determinato Spatio movetur; non ultra determinatos Limites a se mutuo recedunt, neque ad se mutuo accedunt hæc Corpora; & immutatis Legibus Motus horum subiciuntur.

D E F I N I T I O I.

§. 2. Congeries hæc septemdecim Corporum vocatur *Systema Planetarium*.

Circa hæc sola fere tota versatur ars Astronomica; de his etiam præcipue acturus sum in hoc Libro; reliqua Universum constituentia Corpora nimium a nobis distant, ita ut horum Motus, si moventur, a nobis observari nequeant. Inter hæc nobis sensibilia sunt sola lucida, & quidem insigniora tantum, aut quæ a nobis ceteris minus distant: etiam illorum, quæ Telescopio deteguntur, plurima Oculo inermi visibilia non sunt (1).

DE-

(1) Spatium nullis limitibus definitum, quod cap. 3. horum Elementorum reapse dari demonstratum est, Divinæ Sapientiæ, Omnipotentis, Bonitatis infinitæ amplissimum nobis exhibet theatrum, cum per id tot fulgentia corpora longissimis a se invi-

cem remota intervallis, definitisque legibus & periodis agitata, disaminari contemplamur.

Eorum alia proprio micant lumine, suntque totidem ignis, lucisque perennis fontes, *Stellæ fixæ*, vel *inerrantes* communiter dictæ, ob eundem situm

DEFINITIO 2.

§. 3. Corpora hæc omnia dicantur *Stelle fixæ*.

Fixæ

fitum quem inter se, ad sensum saltem, servant. Hæc inter corpora fulgore & magnitudine sua omnium maxime Sol excellit, non quod reliquæ fixæ Solis magnitudini & luci multum cedant, cum & esse possint eo majores fulgentioresque; sed quod Terra a reliquis omnibus stellis fixis immenso intervallo absit, in Solis vero vicinia versetur, ingens illud magnitudinis apparentis, & lucis discrimen oritur. Quæ fixam aliquam ex eo intervallo, quo nos Solem, aspiceret, Solem nostro per omnia similem intueretur: tum si Spectator a nostro Solè tam remotus, quam nos ab aliqua fixa, Solem aspiceret, eum dubio procul Stellis annumeraret. Est igitur Solis ceterarumque fixarum eadem natura & conditio.

Sed & alia quoque dantur in Cælo, seu immenso spatio corpora, diversæ omnino a fixis naturæ. Hæc etsi, ut illæ, in Cælo fulgent, propria tamen luce id non præstant, sed a Sole mutuata, reflexaque inde ad oculos usque nostros. Quod ab his emittitur lumen, obscurius est quam pro ratione magnitudinis suæ, parum scintillans, variis quoque vicissitudinibus obnoxium; quod argumento est id eis nativum non esse, sed a Sole non aliter, ac Terræ lux digna, communicatum, reflexumque. Sed & in hæc corpora a stellis fixis describantur etiam, quod non, quemadmodum illæ, eundem constanter situm servant, sed cum ab iisdem fixis nunc recedendo, nunc ad eas accedendo, variè earum respectu situm mutant; tum a seipsis quoque variè discedentes, & quandoque subito in contraria converso motu, quandoque veluti hæsitantes, neque porro, neque retro se moventes, irregulariter ferri, & veluti errare videntur. Hinc Planetarum nomen concessam eis est a græco πλανηται quod *erronens* seu *vagabundum* significat; quod servatum deinceps est, tametsi temporis pro-

gressu compertam fuerit illos ipsos putativos erroneos certis & immutabilibus coerceri legibus, e quibus multo labore plurium sæculorum decursa investigatis, potest hodie singulorum Planetarum in Cælo locus, eorundemque ad invicem situs definiti in futuros non solum dies, sed etiam menses & annos.

De fixarum numero porro edicendum erit. Ad Planetas quod spectat, ab antiquis usque temporibus Tellus nostra in eorum censu est relata, & pluribus saltem, insignioribusque Philosophis. Omnium præterea Philosophorum consensu in eodem numero habita est Luna, perpetuus Telluris comes, tum Mercurius, Venus, Mars, Juppiter, & Saturnus; præter quæ septem Planetarum corpora, alia non cognovit antiquitas. Sed cum primùm sæculo decimo sexto inventi sunt Tubi Optici, modo recensitis Planetis & alii additi sunt, accuratissimis præclarissimorum Astronomorum, iisque sæpius repetitis, confirmatisque observationibus detecti. Gallilæus imprimis quatuor deprehendit ad Jovem spectantes Planetas, quem scilicet perpetuo sectarentur, *Jovis Satellites*, vel *Secundarii*, vel *Lunæ* idcirco dicti, quos in honorem Cosmæ Medicæ Magni Etruriæ Ducis *Medicæ Sydere* idem Galilæus cognominavit. Saturnum quoque quinque comitibus Planetis perpetuo stipari, ejusdem Telescopii beneficio detectum est, quorum qui ordine quartus, Hugenii observationibus debetur, quatuor reliquos Dominicus Cassini primus detexit: quamvis vel unum, vel plures adhuc latere Saturni comites non sine ratione suspicatur idem Hugenius. Reliqui tres Planetæ Mercurius, Venus, Mars satellitio destituuntur, quantum scilicet ex hæcenus institutis observationibus colligi datur.

Errones itaque, seu Planetæ hæcenus cogniti sexdecim sunt. Horum sex, scilicet Mercurius, Venus, Tellus,

Fixæ vocantur, quia eundem Situm inter se sensibilibiter servant; circa hæc peculiaris quædam in sequentibus memoranda erunt.

§. 4.

Ius, Mars, Juppiter, & Saturnus *Primariis* dicuntur, ut a reliquis secernantur Planetis, qui Tellurem, Jovem, Saturnum perpetuo comitantes, eorum *Secundariis & Satellites* dicuntur. Sexdecim præterea hæc cælestia corpora cum ad Solem pertineant, & referantur, non modo ob Solaris lucis variam, quam subeunt actionem, dierum, noctium, tempestatumque vicissitudines inducentem, verum etiam ob centripetam vim, qua ad Solem veluti centrum perpetuo trahuntur, & in orbitis suis retinentur, invaluit ut horum septemdecim corporum congeries, unius scil. Solis, & sexdecim Planetarum, *Systema Planetarium* diceretur.

Sunt vero Stellæ fixæ, uti diximus, totidem Soles nostro similes, & immensis intervallis ab invicem distiti; quamobrem Divinæ Sapientiæ minime congruum videretur, si ejusmodi innumera lucentia corpora solitarie condita, nullaque juxta posita fuissent corpora, quæ horum luce & calore foverentur; nihil enim frustra & inutiliter a Deo creatum adfirmari potest. Verosimile idcirco videtur singulas stellas, instar nostri Solis, suo quoque Planetarum comitatu cingi, totidemque inde systemata dari, Solari nostro similia, quot sunt in Cælo fixæ, quarum quævis idem in suo systemate munus obeat, quod in Solari nostro Sol. Hac certe ratione quam admirabilis & magna hinc nobis datur amplitudinis mundanæ idea! fitque mundus amplissimum Divinæ Sapientiæ, Omnipotentis, Bonitatis, & Gloriæ infinitæ theatrum: præsertim si spectaverimus singulos Planetas telluris instar, viventium, & rationalium Creaturarum, quod valde est verosimile, sedem esse & habitaculum.

De Planetis sane nostrum Solare Systema componentibus, id vix dubitari posse videtur, si telluris nostræ & ceterorum Planetarum similitudinem & analogiam animo revolvamus. In naturalium quippe rerum inquisitione plurimi jure faciunt Philosophi id argumentum, quod ex analogiis, & similitudinibus deducitur, quemadmodum

in superioribus auctariis pluries est observatum. Et quidem si dissecti canis viscera, cor, pulmones, venas, arterias, ceterasque partes inspiciamus, vix habitabimus consimilem partium structuram & varietatem in bove, porco, ceterisque brutis inesse. Simili ratione ex tellure Planetarum uno, quem coram adspicimus, de reliquis, quos nunquam vidimus, recte conjecturam facimus; non enim major inter ea animalia bruta intercedit similitudo, quam nostram tellurem inter & cetera Planetarum corpora, sive inter se mutuo, sive relate ad Solem systematis centrum spectentur. Quod vero ad Planetas spectat reliquarum fixarum systemata componentes, ex eorundem systematum cum nostro hoc Solari analogia, eandem quoque illorum ad nostrorum Planetarum rationem esse dubitare vix possumus: nec quidem alteri usui tam innumera & ingentia systemata condita esse intelligimus præter eum, ut viventium, & rationalium Creaturarum sedes innumeræ constituerentur; ex quo Dei O. M. Sapientia, Bonitas, Omnipotentia, ceteraque attributa majorem nanciscuntur lucem & gloriam. Ceterum Planetarum incolas jam agnovere Veteres; & Metrodorus apud Plutarchum (*de Plac. Philos. c. 5.*) affirmat haud minus absurdum esse in infinito spatio mundum unicum collocare, quam in amplissimo campo unicam solummodo spicam nasci, adfirmare. Eandem sententiam multis rationibus propugnat Cardinalis Cusanus, Vir gravis, & doctus, quam deinde Neoterici fere omnes adoptarunt, & imprimis R. P. Castellus e Societate Jesu.

Ita vero innumeris constitutis Cælestium corporum systematibus, unum modo nobis speciali ratione spectandum, de eoque disquirendum est, Solare scil., cum id tantum ad nos terricolos, utpote ejus partes pertineat, deque eo tantum observationibus, & his innixis theoriis quidquam certi adfirmari, & doceri potest. Cetera vero cum immensam a nobis distent, oculorumque aciem, utut opticis instrumentis adjutam fugiant, nil certi & explo-

§. 4. Quod autem Systema Planetarium spectat ; in hoc septemdecim dari Corpora diximus ; omnia sunt spherica

explorati unquam de iis definire poterunt homines , nisi conjectura & analogia ex nostro Solari systemate derivata.

Nostrium autem hoc Solare systema quale sit , jam Auctori indicatum est , fusiusque in sequentibus declaratur . Scilicet Sol in centro systematis fixus , & immotus jacet ; tum circa Solem sunt planetarum orbitæ , hoc ordine , scil. Mercurii , Veneris , & Telluris ; huic additur Lunæ via , quippe quæ suo motu tellurem perpetuo comitatur , & cingit ; sequuntur , Martis , Jovis , ac Saturni orbitæ ampliori semita Solem cingentes . Cum porro detesti fuissent , quatuor Jovis , & quinque Saturni satellites , horum quoque ratio habita est a recentioribus hujus systematis patronis , additis scil. Jovi & Saturno suorum secundariorum orbitis , quam secum in motu suo circa Solem ferrent , quemadmodum Tellus in suo circa Solem motu , Lunam , ejusque orbitam secum vehit . Porro ad immensam , & non infinitam modo ab his Planetis distantiam collocantur stellæ fixæ , quas nonnulli in eadem spherica superficie , & in eadem a Sole distantia positas autumarunt , cum aliis e contrario nullo ordine in immenso infinito spatio ubique eas sparsas esse probabilius visum fuerit .

Copernicanum hoc systema communiter appellatur , quod scilicet Nicolaus Copernicus ex vetustissima Pythagoreorum , aliorumque veterum Philosophantium sententia in lucem revocaverit , idque 30. annorum labore , & studio illustraverit , perfecit : Illud deinde Neoterici fere omnes amplexi sunt , imprimis Galilæus , Gassendus , Newtonus , qui postremus per summam in Geometria peritiam , maximamque in observationibus comparandis diligentiam , adeo novis legibus auxit , perfecit , ut nil accuratius , nil simplicius excogitari posse videatur , nilque demum quod majorem præclarissimorum Virorum adprobationem , commendationemque nactum fuerit .

Sed duo alia breviter indicanda hic sunt Mundi systemata , Ptolemaicum scilicet , & Tychonicum in Scholis

maxime celebrata . Primum antiquissimum est , Aristoteli imprimis , & universæ ejus Scholæ deamatum , quod porro Ptolemaicum dictum est a Claudio Ptolemæo , qui secundo Christi seculo id maxime illustravit , & auxit .

In hoc systemate Tellus nostra in Universi centro fixa & immobilis jacet : reliqua vero Cælestia corpora circa illam veluti centrum statis temporibus circumferri ponuntur . Et imprimis quidem Luna ceterorum planetarum telluri proxima , hanc subsequuntur Mercurius , & Venus , deinde Sol , tum Mars , Juppiter , & Saturnus : succedit porro Firmamentum , seu spheræ stellarum fixarum . Spheris solidis singula hæc corpora infixæ esse , & cum iis moveri ponuntur , atque adeo octo ejusmodi spheræ statuuntur : septem scilicet pro recensitis corporibus , Luna , Mercurio , Venere , Marte , Jove , Saturno , & octava Telluri concentrica , stellarum fixarum . His octo tres aliæ superiores spheræ additæ sunt ; duæ *Crystallinae* vocatæ , quibus hujus systematis patroni explicant , nescio quem , *trepidationis* , aut *librationis* motum , quem in stellis fixis se deprehendisse existimabant ; & tertia spherarum ultima Universum ambiens , & *Primum Mobile* vocata , cujus scilicet diurna vertigine ceteræ inferiores spheræ ab Ortum in Occasum 24 horarum intervallo convertuntur . Atque hæc est Ptolemaici systematis summa . Singula enim , quæ ut Cælestibus phænomenis satisfiat , commenta , additaque porro in eo sunt , minutatim exponere , nec vacat , nec utile est ; præsertim cum adeo fiat inconcinna , adeo obviis observationibus , clarissimisque argumentis repugnantia , ut conclamatum modo ubique illud sit systema , ipseque Alphonsus Castellæ , & Legionis Rex reapse mundum ita operose dispositum reputans , uti ex Ptolemæi libris hauserat , temperare haud se potuerit , quominus audacter , dementissimeque affirmaret , se melioris simpliciorisque Mundanæ structuræ Deo Auctorem futurum fuisse , si eidem in Mundi condito adfuisset .

Alte-

ca (1). Unicum proprio Lumine lucet: reliqua sunt opaca, & mutuato Lumine visibilia sunt. Sol est Corpus illud lucidum, & omnium in Systemate Planetario longe maximum; in hujus medio quiescit, saltem exiguo Motu tantum agitatur,

Musschenbr. Phys. Tom. II.

R

DEFL.

Alterum Mundi systema dicitur Tychohonicum a Tycho Braheo nobili Dano, celeberrimoque Astronomo effectum, atque ex Ptolemaico, & Copernicano simul congestum. Terram is constituit cum Ptolemaicis in systematis centro, omnino immobilem; circa hanc ad modicam distantiam revolvi Lunam, & ad multo majorem Solem; ad omnium maximam vero circa eandem terram inerrantia sydera, seu firmamentum converti; etsi porro aliis ex hoc Philosophorum grege fixas in locis suis immobiles hærere positum sit, substituta pro earum motu, quem adparentem tantum esse contendunt, telluris revolutione circa suam axem ab Occasu in Ortum viginti quatuor horarum intervallo, uti in Copernicano. Præterea circa Solem, tanquam Satellites, reliqui Planetæ moveri ponuntur, hoc ordine, Mercurius, Venus, Mars, Juppiter cum suis quatuor satellitibus, denique Saturnus cum quinque suis secundariis.

Quibus Copernicanum systema, ut S. Script. & S. Patribus parum consonum, rejicitur; systema vero Ptolemaicum, ut satis operosum, & inconcinnum, innumerisque scatens difficultatibus improbat, hoc Tychohonicum id delicias est; in eoque contendunt ejus Patroni nullo negotio universa Cælorum phænomena explicari, nilque contineri naturæ legibus consonum. Ceterum Auctor noster Copernicano adhæret, cujus partes singulas in sequentibus fasius exponit, quatenus tamen novis recentiorum Astronomorum, & Cl. Newtoni potissimum observationibus, conatibusque id actum perfectumque est. Sed quemadmodum Scripturæ auctoritas nos vetat, quominus id, ut verum Mundi systema habeamus, libenter tamen ut reliquorum simplicissimum, elegantissimum, nullisque difficultatibus obnoxium agnoscimus; idque propterea in Cæle-

stium phænomenorum explicatione, ut hypothesis saltem, adhiberi posse, quemadmodum Cardinalium fidei Inquisitorum decreto anno 1620. lato licitum est.

(1) Sunt spherica, vel spheroides quemadmodum c. XVIII. hujus tractatus demonstrat Auctor, elevatis scilicet partibus versus Æquatorem, & depressis tantisper Ploralibus, ob motum circa proprium axem, secundum Cl. Newtoni ratiocinia, quemadmodum in Tellure nostra obtinere recentiores Galorum observationes probant. At Planetarum sphericam, vel spheroidem figuram non geometricam & accuratam, sed imperfectam, & ad sensum tantum intelligimus. Quemadmodum enim in Telluris superficie aliqua reapse datur montium & Vallium inæqualitas, utut perexigua, si cum tellure integra conferatur; ita probabile est reliquorum quoque Planetarum superficies variis inæqualitatibus, nostros montes & valles referentibus, obitas esse. De Lunæ asperata & inæquali superficie ambigit nemo, postquam tubo Optico observatum est eam crescentem, vel decrecentem in tenebrosa facie puncta aliqua exhibere Solis luce illustrata, eaque non multum a locis consinio remota: ea quippe puncta præaltorum montium cuspides sunt, quæ ob majorem, quam habent præ reliquis vicinis locis, altitudinem, citius a Sole illustrantur, seriusque ab eius lumine subducuntur. Multæ quoque nigricantes maculæ in parte illuminata conspiciuntur, quæ aliud nil sunt præter ingentes cavernas, quas cum oblique sol irradiat, sua luce earum tantum externum limbum attingit, profundiores partes obscuras relinquens; & ascendente porro Sole usque ad earum cavitatum verticale punctum, earundem umbræ magis magisque se comprimunt, brevioresque evadunt, donec penitus evanescant.

DEFINITIO 3.

§. 5. Reliqua sexdecim vocantur *Planetae*.

Hi in duas classes dividuntur; sex dicuntur *Planetae primarii*; decem vocantur *Planetae secundarii*. Quando de Planetis, nulla adjecta distinctione, loquimur, primarios intelligimus. Primarii *Planetae* Motibus suis Solem cingunt, & ad diversas ab hoc Distantias, in Curvis in se redeuntibus, feruntur. *Planeta secundarius* circa *Primarium* revolvitur, & hunc in Motu suo circa Solem comitatur.

§. 6. *Planetae* in Motibus suis Lineas Ellipticas, a Circulis non admodum differentes, describunt (1). Et singulae Lineae hae fixae sunt, saltem, nisi post longum Tempus, exigua in situ mutatio observatur.

Ita singulorum Planetarum primariorum Orbitae disponuntur, ut Focorum alter cadat in Centro Solis; si Ellipsis $A B a b$ (*Tab. 2. Fig. 1.*) representet Orbitam *Planetae*, Centrum Solis est F .

DEFINITIO 4.

§. 7. Distantia inter Centrum Solis & Centrum Orbitae, vocatur *Planetae Excentricitas*: ut FC .

§. 8. In singulis Revolutionibus *Planetae* semel ad Solem accedit, & semel ab hoc recedit; daturque ad distantiam omnium maximam in extremitate a Axeos majoris Orbitae; & ad distantiam omnium minimam in extremitate opposita A .

DEFINITIO 5.

§. 9. Distantia *Planetae* a Sole vocatur *Media*, quae aequaliter cum maxima & minima differt.

Ad hanc datur *Planeta* in extremitatibus B, b , Axeos minoris; estque tum ejus distantia aequalis FB , vel fB , idest, semi-
maxi

(1) Ante Keplerum communis Astronomorum opinio fuit, Planetas singulos totidem circulos aequabili motu circa Solem describere, quem extra eorundem circulorum centrum in determinata ab eo distantia statuebant. At Magnus Keplerus Tychonis Brahei observationibus innixus extra omnem dubitationis aleam posuit figuram Orbitae planetariae esse Ellipsim Apollonianam, motumque *Planetae* in hac curva non aequaliter fieri, sed pro sua majori vel minori a Sole distantia, intendi, & remitti. Sententiam hanc Newtonus, ceterique porro Astronomi tenere, quod repetitis observationibus eam satis confirmari, calculoque adhibitam Planetarum motui accurate referre deprehenderint. Novam nihi-

lominus curvam imaginatus est Dominicus Cassini, quam singuli *Planetae* in suis circa Solem revolutionibus describerent. Scilicet cum in Ellipsi Apolloniana (*Tab. 2. Astronom. Fig. 1.*) summa rectorum FB, fB ex focis F, f inclinatarum ad quodvis curvae punctum B , axem majorem Aa adaequet; Cassini curva ejusmodi habet puncta F, f , ut ex his inclinatarum FB, fB ad quodvis curvae punctum B , rectorum, constans sit semper, & ejusdem ubique magnitudinis, ubicunque punctum B sumatur. Verum nova haec Cassini hypothesis nullos nactus est sectatores, & quod minus accurata visa sit, & quod minus operose in altera hypothesis curvae Ellipticae, Caelestium motuum theoria deducatur.

maxi majori AC; & est media arithmetica inter maximam & minimam Planetæ a Sole distantiam.

DEFINITIO 6.

§. 10. Punctum Orbitæ, in quo Planeta a Sole maxime distat, vocatur *Aphelium*. Ut *a*.

DEFINITIO 7.

§. 11. Punctum Orbitæ, in quo Planeta minime a Sole distat, vocatur *Perihelium*. Ut *A*.

DEFINITIO 8.

§. 12. Nomine communi Puncta hæc vocantur *Auges*, seu *Apsides*. Punctum quidem *A ima apsis*, punctum *a summa apsis*.

DEFINITIO 9.

§. 13. Linea, quæ Apsides conjungit, id est, Axis major Orbitæ, vocatur *Linea Apsidum*.

§. 14. Orbita unaquæque in Plano datur, quod per Centrum Solis transit.

DEFINITIO 10.

§. 15. Planum Orbitæ Telluris vocatur *Planum Eclipticæ*. Hoc quaquaversum continuatum concipitur; & ad situm Planorum reliquarum Orbitalium, respectu hujus, attendunt Astronomi.

DEFINITIO 11.

§. 16. Puncta, in quibus Orbitæ secant Planum Eclipticæ, vocantur *Nodi*.

DEFINITIO 12.

§. 17. Linea, quæ jungit Orbitæ cujuscumque Nodos, id est, communis Sectio Plani Orbitæ, cum Plano Eclipticæ, vocatur *Linea Nodorum*.

§. 18. Planeta non æquali celeritate in omnibus Punctis Orbitæ suæ fertur. Quo minus a Sole distat, eo celerius movetur; & Tempora, in quibus Arcus varii Orbitæ percurreuntur, sunt inter se ut Areas, lineis ad Centrum Solis ductis, determinatæ. Arcus *AB* & *Dd* (*Tab. 2. Fig. 1.*) percurreuntur in Temporibus, quæ sunt inter se, ut Areas Triangulorum mixtorum *AFB*, *DFd*. (1).

R 2

§. 19.

(1) Planeta scilicet in Ellipseos perimetro fertur, non quidem æquabili motu, sed ea ratione, ut radius a centro Solis ad Planetam ductus, & angulari motu latus aream Ellipticam describat tempori proportionalem; veluti si Planeta ex *A* data temporis particula perveniat ad *G* radio suo aream *AFG* describens, tum cum est in *a* moveatur usque ad *d*, sitque modo descripta area *aFd* areæ *AFG* æqualis, arcus *AG*, *ad* æqualibus temporibus percurreuntur; hi, ut patet, sunt inæquales, & major *AG* versus Perihelium, minor *ad* versus Aphelium; moveturque adeo Planeta majori velo-

citæ in Perihelio, quam in Aphelio. Initio motus arcus æquali tempore descripti sunt in reciproca distantiarum a Sole distantia; quæ enim cum areæ percurreuntur, spectari possunt veluti duo æqualia triangula rectangula, quorum bases sunt arcus descripti, qui propterea, ut ex Elementis Euclidis colligitur, sunt inter se reciproce, ut eorundem triangulorum altitudines, seu reciproce, ut distantia a Sole. Quod si area *AFG* dupla vel tripla fuerit areæ *aFd*, vel aliam quamvis haberit rationem, in hac eadem erunt tempora, quibus arcus *AG*, *ad* describuntur. Sagacissimo Keplero hæc mo-

tus

§. 19. Omnes Planetæ eandem partem versus feruntur. Horum Motus in Orbitis suis est contrarius Motui, quem quotidie in omnibus Corporibus cælestibus observamus, scil. ab ortu in occasum, quo in uno die circa Tellurem circumferri videntur, de quo in sequentibus.

DEFINITIO 13.

§. 20. Motus, qualis est Planetarum in Orbitis, dicitur *in consequentia & Directus*.

DEFINITIO 14.

§. 21. Motus contrarius *in antecedentia* vocatur aliquando etiam *Retrogradus*.

§. 22.

tus lex deprehensa primum est, observationibusque posteriorum quoque Astronomorum confirmata, cui ceteri fere omnes subscribere, cum alia nulla sit, quæ accuratius phænomenis satisfaciat. Eaque locum habet nedum in motibus Planetarum primariorum circa Solem, sed secundariorum quoque motus respicit circa suos primarios, veluti Lunæ circa Terram, Jovialium Planetarum circa Jovem, & Saturniorum circa Saturnum.

Hac posita motus Planetarum lege determinari potest Planetæ locus ad datum tempus, ex quo scil. Aphelium reliquit, quod ex præcipuis est Astronomiæ problema. Nempe ita dividatur area Elliptica recta $F d$, ut fiat integrum Planetæ tempus periodicum, seu tempus, quod in integra sua revolutione infumit, ad tempus datum, ita totius Ellipseos area ad aream $F a d$; & erit d locus Planetæ quæsitus. Qua vero ratione ita secari possit area Elliptica tradiderunt Geometriæ, de qua modo non disquirimus.

Celeberrimi Astronomi Ismael Bullialdus, Sethus Wardus, Comes Paganus paullulum Keplerianam motus Planetarum legem immutarunt. Cum Keplero siquidem ii posuerunt in orbitis Ellipticis Planetas circa Solem moveri, in alterutro focorum positum; sed arearum circa eundem Solem descriptionem, quæ temporibus sint proportionales, improbarunt, malueruntque ita quemvis Planetarum circa Solem in umbilico uno consti-

tutum moveri, ut radio ducto ad umbilicum alterum areas describeret temporibus proportionales. Ejusmodi excogitatum utut parum rei naturæ & observationibus consonum, in Astronomia suum vindicat locum, quod parum a Kepleriana arearum æquabili descriptione abluat, Planetarumque orbitæ non sint admodum excentricæ, & ad circulum maxime accedant; hinc in ea hypothese determinari quoque possunt quam proxime Planetarum loca, quæ repetitis calculis semper poterunt ad accuratiores mensuras revocari. Communiter tamen Astronomi theoriam Keplerianam ad unguem cum cælo consentientem in computo usurpant.

Cum Planetarum motus æquabilis non sit, uti vidimus, suborta est *velocitatis mediæ* consideratio, cujus nomine ejusmodi velocitatem intelligunt Astronomi, qua si Planeta semper æquabili motu progreditur, eodem temporis intervallo orbitam describeret, quo reapse motu variabili describit. Et quemadmodum quivis Planeta bis in singulis revolutionibus mediam suam distantiam attingit, ita bis etiam cum media velocitate incedit; semel scilicet cum ab apside summa ad imam descendit, iterumque cum ab ima ad summam regreditur. Orbitæ vero locum, præcise ubi Planeta media velocitate movetur, geometrice Astronomi definiunt, de quo non est hic disquirendi locus.

§. 22. Quo a Sole magis removentur Planetæ, eo in Orbitis lentius feruntur; ita ut Tempora periodica magis distantium majora sint, & ex majori Orbita percurfa, & ex lentiori Motu. Confer ea, quæ superiori adnotatione ad §. 18. dicta sunt.

DEFINITIO 15.

§. 23. *Axis Planetæ* dicitur Linea, quæ per Centrum Planetæ transit, & circa quam hicce rotatur.

§. 24. *Planetæ*; saltem plerique, & *Sol ipse*, circa *Axes* revolvuntur: duo dantur, circa quos, hujus respectu, Observationes instituire non licuit, qui hoc Motu probabiliter non destituuntur. Motus hic conspirat cum Motu Planetarum in Orbitis, id est, est in consequentia (1). Axes ipsi Motu parallelo feruntur, ita ut sin-

R 3

gula

(1) Solis superficiem maculis quibusdam majori vel minori ejus parte identidem obtegi, quæ deinde augeantur, vel minuantur & dissipentur, omnium primus Telescopii beneficio detexit Galilæus Galilæi, quas postea accuratius observavit Scheinerus, qui magnum de iis edidit volumen. Quæ sit earum origo non facile potest definiiri ob incompertam Solis naturam: probabile tamen est ejus corpus metalli liquefacti instar scorias quasdam quandoque egerere, quæ sub macularum specie nobis exhibentur. Macularum magnitudo varia est, earumque nonnullæ aliquando videntur, quæ non tantum Asiam, aut Africam, sed totius telluris superficiem latitudine superant. Fieri potest, ut tanta sit ejusmodi macularum eodem tempore productarum copia, & vis, ut inter se coagmentatæ totum fere Solis globum tegant; quæ causa fuisse videtur, quare Sol quandoque, uti narrant Historici, per integrum annum subpallidus visus fuerit, caloremque debilem emiserit. Cumque similis sit Solis, & ceterarum fixarum conditio & natura, a simili causa ortum fuisse facile intelligimus, quod interdum stellæ aliquæ novæ veteribus ignotæ, fuerint animadversæ, aut si nonnullæ stellæ veteribus observatæ, nunc frustra quarantur in Cælo.

Ex harum macularum Solarium observato motu, collegernat Astronomi, Solem circa seipsum rotari spatio dierum ferme vigintis sex. Hæ enim maculæ ab Orientali Solis margine versus medium progredi videntur, deinde ul-

terius provectæ, in opposito Occidentali margine occultantur; quæ postquam in adversa Solis parte, per dies circiter tredecim delituerunt, in Orientali margine rursus apparent, integramque adeo revolutionem viginti sex vel 27 dierum intervallo conficiunt. Ex eodem præterea macularum motu, collegerunt Astronomi, Solaris revolutionis axem neque perpendicularem esse ad Eclipticæ planum, neque cum eo congruere, sed ad idem inclinari sub angulo 87 graduum ex una parte, 93 ex altera.

Quod si fulgentissimum Solare corpus obscuris maculis scødatur, quid dubitabit Planetarum opaca corpora nævis carere, seu maculis, quibus eorum facies aspergantur? Lunæ quidem maculæ adeo sunt manifestæ, ut oculis ipsis conspiciantur; Telescopii vero beneficio in Jove, Marte, & Venere, maculæ cuivis in conspectum veniunt. Ex harum macularum observato motu, innotuit Astronomis, eos Planetas, circa suos axes rotari, scilicet ratione, quæ Solis revolutionem collegerunt. Hinc etiam innotuit eorundem revolutionis periodos, quæ axim ad planum Eclipticæ sit inclinatio; quæ Auctor noster in sequentibus definit.

Mercurium & Saturnum circa suos axes revolvi, observationibus nondum compertum est. Mercurius siquidem tam Soli propinquus est, ut neque luce nobis se spectantem præbet, ut observationes non admittat, quibus ejus maculæ dignoscantur; qui-



gula Axeos Planetæ Puncta Lineas æquales, & similes, describant (1).

D E F I N I T I O 16.

§. 25. Axeos extremitates dicuntur Planetæ *Poli*.

§. 26. Planetarum a Sole Distantias satis accurate inter se conferunt Astronomi: ita ut totius Systematis ideam habeamus. Orbium Dimensiones in hoc Schemate repræsentantur, in quo Puncta N, N (Tab. 1. Fig. 1.), singulorum Orbium Nodos designant. Nondum tamen hujus Systematis Dimensiones, cum ulla Mensura nobis nota in Superficie Telluris, conferre possumus; observationes enim, circa talem collationem institutas, erroris expertes esse, Astronomus non asseret.

§. 27. Ut autem variæ Systematis partes inter se conferantur, ponimus mediam Telluris a Sole Distantiam, dividi in 1000. partes æquales, quæ, in mensurandis reliquis Dimensionibus, adhibentur.

Sol in medio Systematis, ut ante dictum, exiguo Motu agitur, circa Axem revolvitur in Tempore $25\frac{1}{2}$ Dierum: & Axis ad Planum Eclipticæ inclinatur, efficiens Angulum 87 gr. 30".

Planetarum omnium minime a Sole distat Mercurius ☿. Hujus Distantia media a Sole est 387: Excentricitas est 80: Inclinatio Orbitæ, id est, Angulus, quem Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ efficit, est 6 gr. 52': In tempore 87. Dierum, 23 Horar. 15, 38" Revolutionem circa Solem peragit.

Insequitur Venus ♀; cujus Distantia media a Sole est 723; Excentricitas 5: Inclinatio Orbitæ 3. gr. 23': Tempus periodicum 224 Dier., 14. Hor. 48. 20": Circa Axem rotatur in Tempore 24 Dier. & 8 Hor. Axis cum Plano Eclipticæ efficit Ang. 15. aut 20. gr.

Planeta tertius ordine a Sole, est Tellus nostra ♂. Hujus Distantia media a Sole est 1000: Excentricitas 16, aut 17 quam proxime. In ipso Plano Eclipticæ movetur. Tempus periodicum,

quibusque ejusdem circa suum axem motus deprehendatur. Saturnus vero ob maximam a nobis præ reliquis Planetis distantiam, earundem macularum aspectum ex oculis nostris subripit. Verosimile nihilominus est, Mercurium & Saturnum, reliquorum Planetarum instar circa axes suos quoque revolvi; in ejusmodi enim rerum naturalium disquisitione plurimum valere ex similitudine, & ex rebus visis ad non visas petitum argumentum, jam dictum ratumque est.

(1) Hoc est, si ducatur linea quævis axi Planetæ parallela in quocumque ejus orbitæ situ, eidem parallela semper manebit in omnibus aliis

orbitæ punctis, in quibus fuerit Planeta: qui idcirco axis, versus eandem Cæli plagam perpetuo dirigitur. Si Planetæ non alius motus, præter progressivum in orbita sua concedatur, facile intelligitur singulas ejus diametros parallelas sibi manere semper, cum Planeta in orbita circumfertur. Quod si modo circa unum ex his diametris (quæ idcirco nunc sit axis) motum Planetæ imprimi ponamus, reliquæ quidem diametri, præter axem, situs suos indefinenter mutabunt; sed axis per eam rotationem e statu priori non turbatur, adeoque parallelus, ut prius, sibi semper manebit.

cum, aut annus periodicus, est 365. Dier., 6. Hor. 9' 14"; superat hic Annum tropicum cap. 9. exponendum 20' 17": Circa Axem in Tempore 23. Hor.; 56' 4" revolvitur: Axis cum Plano Eclipticæ efficit Angulum 66 Gr. 31'.

Mars ♂ a Sole in media Distantia removetur 1524.: Excentricitas est 141: Inclinatio Orbitæ 1 Gr. 52': Tempus periodicum 686 Dier., 22 Hor. 29": Circa Axem Revolutionem peragit in 24. Hor. 40'.

Jupiter ♃ Planetarum maximus, a Sole distat media Remotione 5201: Excentricitas 250: Inclinatio Orbitæ 1 Gr. 20': Tempus periodicum 4332. Dier., 12. Horar. 20' 9": Circa Axem revolvitur in 9. Hor. 56'.

Saturni ♄ Planetarum remotissimi a Sole distantia media est 9538: Excentricitas 547: Orbitæ Inclinatio 2 Gr. 30': Tempus periodicum 10759. Dier., 6. Hor. 36'. Hic Annulo circumdatur, qui Planetam non tangit, & huic nunquam deserit: nisi adhibito Telescopio visibilis non est (1).

R 4

§. 28.

(1) Saturnus Planetarum postremus tot variis admirandisque formis, Astronomis Telescopio spectantibus conspicendum se præbuit, ut hi tantæ varietatis causæ maxime solliciti, eam tandem detexerint. Hugenius exquisitioribus Telescopiis, quam antea usi fuerant Astronomi, Saturnum adgressus, tres potissimum phases in eo detexit (videbis ejus systema Saturninum). Imprimis anno 1659. a die 26. Januarii, usque ad 16. Junii Saturnum conspexit *rotundum*, sed qui transversa linea cæteris disci partibus paulo obscuriore per medium discum divideretur. Eodem anno die 13. Octobris, illum vidit *brachiatum*, instructum nempe duobus brachiis, recta utrinque extensis, prope limbum Saturni latioribus, & minus intensa luce, quam versus extremas cuspides lucentibus, fascia obscuriore paulo infra brachiorum lineam comparente. Tandem anno 1657. die 17. Decembris, *ansatum* vidit, brachia prope discum ad aperta, ac bifida habentem, linea obscura versus inferiora ulterius promota; quas ansas latius adhuc patentes a die 10. Novembris An. 1658. usque ad 26. Martii Anni 1659. omnium distinctissime conspexit, intra quas etiam & fixas intuebatur. Ante Hugenium alia plura observationum veluti monstra de Saturno referebantur, veluti quæ habet Hevelius in opusculo, *de Saturni na-*

tiva facie: sed ea ostendit Hugenius tuborum imperfectioni deberi. Tandem ex observationibus suis collegit Vir Clarissimus, Saturnum cingi annulo tenui, plano, ab ejus corpore distante, fornicis instar, ad Eclipticam inclinato. Annuli hujus diameter plusquam dupla est diametri Saturni: tanta est ejus latitudo, ut pars circiter media spatii ab extrema ejus superficie, ad Saturnum usque ab annuli corpore occupetur, reliquo spatio vacuo manente. Atque hinc phasium omnium & phænomenorum, quæ in Saturno observabantur, rationem facile derivavit vir Cl. Ostenderuntque porro Cassinus, Maraldus in Monumentis Reg. Scientiarum Parisiensis Academ. Ann. 1713. & 1716., Saturni phases tales reapse se habere, quales ex sua Theoria prædixerat Hugenius.

Materiam hujus annuli eandem esse, ac quæ Cometarum caudas componit, conjicit Cl. Maupertuisius. Ea scilicet caudarum materia, Cometa prope Saturnum transeunte, majori ipsius Saturni attractioni cedens, ibidem ad annulum efformandum sistitur, duplici scilicet donata vi, projectionis una ex Cometæ corpore, & altera centripeta versus Saturnum. Ad huic vero potius, quam ad reliquos Planetas ea attrahitur Cometarum materia, quod in majore a Sole distantia, adeoque lentiori motu, in Saturni vicinia tum versatur

§. 28. Data Distantia media, addendo Excentricitatem, detegitur maxima Distantia; subtracta vero Excentricitate ex media Distantia, determinatur Distantia minima (1).

§. 29. Tres Planetæ, Mars, Jupiter, & Saturnus, qui ultra Tellurem a Sole removentur, dicuntur *superiores*. *Inferiores* Planetæ vocantur Venus, & Mercurius.

§. 30. Inter primarios Planetas tres secundariis stipantur. Circa Saturnum quinque Planetæ, Satellites dicti, moventur: Circa Jovem quatuor: Circa Tellurem unus, Luna nempe. Planetæ secundarii, Luna excepta, nudis Oculis non deteguntur.

§. 31. Satellites circa Primarios describunt Areas, Lineis ad Centra Primariorum ductis, Temporibus proportionales; ut respectu Centri Solis de Primariis dictum.

§. 32. Luna circa Tellurem in Ellipsi movetur, cujus Focorum alterum occupat Telluris Centrum, a quo Lunæ distantia media est Semi-diametrorum Telluris $60 \frac{1}{2}$. Excentricitas mutationi obnoxia est, media est Semi-diametrum $3 \frac{1}{3}$. Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ, efficit Angulum circiter 5 Gr.; sed non constans est hæc Inclinatio.

§. 33. In Motu Lunæ circa Tellurem, non Motu parallelo feruntur, neque Linea Apfidum, neque Linea Nodorum; sed hæc in antecedentia, illa in consequentia fertur: prima in 9 circiter Annis revolutionem peragit; secunda in 19 circiter annis. Lunæ Tempus periodicum circa Tellurem est 27. Dierum, & 7. Hor. 43' circiter; & exactissime in eodem Tempore circa Axem rotatur.

§. 34. Planetarum circumjovialium (Tab. 1. Fig. 2.) primus, seu intimus, a Jovis Centro distat Diametro Jovis $2 \frac{5}{6}$: circa Jovem circumvolvitur in uno Die, 18. Hor. 27'. 34".

Secun-

tur Cometæ, viresque adeo Saturni attractrices diuturniores subeunt; quæ & efficaciores quoque redduntur, non modo ob ingens ipsius Saturni corpus, sed & ob quinque Satellitum, quibus perpetuo stipatur, conspirantes attractrices vires. Videtis Maupertuisii *Discours sur les différentes Figures des Astres* c. 8. Verum hæc mera est conjectura non levibus obnoxia difficultatibus. Cur enim, si in ceteris Planetis Satellitio destitutis, in Jove saltem quid simile non observatur? Tum & is annulus frequentibus mutationibus obnoxius esse deberet, vel alii de novo similes annuli circa Saturnum efformari ad singulorum Cometarum accessus, ob eandem rationem, qua primum ex Cometarum caudis, hic qui conspicitur, efformatus fingitur. De

obscurissima ergo re nil definiamus, divinamque potius Majestatem, Sapientiam, & Potentiam suspiciamus.

(1) Pendet id ex notissima Ellipsis proprietate, summam scilicet rectarum, quæ ex quovis puncto ad focos inclinantur, axi majori æqualem esse. Sunt autem ex puncto (Fig. 1. Tab. 2. *Astron.*) B mediam Planetæ distantiam notante, ductæ rectæ BF, Bf ad focos F, f, inter se æquales; æquales item sunt AC, aC: ergo existente summa priorum æquali posteriorum summa, erit FB æqualis AC vel aC; atque idcirco si distantia mediæ FB, vel aC addatur excentricitas FC, erit summa æqualis F a, seu maximæ distantia: contra si ab AC excentricitatem FC demas, reliqua AF erit æqualis minimæ distantia.

Secundi Distantia est Diametrorum Jovis $4 \frac{1}{2}$: Tempus periodicum 3 Dies, 13 Hor. 13', 41".

Tertii Distantia $7 \frac{1}{6}$ Diam.: Tempus periodicum 7 Dies, 3 Hor. 42', 36".

Quartus distat $12 \frac{2}{3}$ Diam.: Revolvitur in Tempore 16 Dies, 16 Hor. 32', 9".

§. 35. Primus seu intimus Saturni Satelles (Tab. 1. Fig. 3.) a Centro Saturni distat $\frac{39}{40}$ Diam. Annuli: Tempus periodicum, Diei, 21 Hor. 18', 27".

Secundi Distantia est Diam. Ann. $1 \frac{1}{4}$: Tempus periodicum 2 Dies, 17 Hor. 41', 22".

Tertii Distantia est $1 \frac{3}{4}$ Diam. Ann.: Tempus periodicum 4. Dies, 12 Hor. 25', 12".

Quarti Distantia 4 Diam. Ann.: Tempus periodicum 15 Dies, 22 Hor. 41', 14".

Quinti Distantia 12 Diam. Ann.: Tempus periodicum 79 Dies, 7 Hor. 48', 00".

De Motu horum, ut & Jovialium Satellitum, circa Axes, nil certi huc usque ex Observationibus Astronomicis determinari potest.

§. 36. Si ad Distantias & Tempora periodica Planetarum attendamus, hanc Regulam in nostro Systemate, ubicunque plurima Corpora circa idem Punctum revolvuntur, id est, circa Solem, Saturnum, & Jovem, obtinere videmus: *Quadrata Temporum periodicorum esse inter se, ut Cubi Distantiarum mediarum a Centro.*

§. 39. Dimensionum ipsorum Corporum in nostro Systemate, ideam damus in Fig. 4. (Tab. 1. Fig. 4.), in qua omnes Planetæ primarii, ut & Saturni Annulus, secundum dimensiones suas, delineantur. Sol, cujus magnitudo omnes alias excedit, repræsentatur Circulo maximo Fig. 1. id est, Figuram terminante. Hæ Dimensiones satis exacte Proportiones Corporum inter se exhibent, si Tellurem excipiamus, quæ, ex ratione jam tradita, cum cæteris Corporibus ita conferri non potest, ut de errore dubium nullum superfit.

§. 38. Mensuratur tamen Telluris Diameter, & est 3389940 Perficarum, quarum singulæ continent 12 Pedes Rhenolandicos; sed licet inter se, & cum Solis Diametro, conferantur ceterorum Planetarum Diametri, quot Pedes hæ contineant, nisi post, in Tempore opportuno, instituendas Observationes, determinari non poterit (1).

§. 30.

(1) Ex Copernicana Astronomia habemus tantum, quam rationem Planetarum omnium a Sole intervalla inter se obtineant. Nisi vero alicujus eorum, puta Telluris a Sole distantia in notis mensuris detur, reliquo-

rum diametros, magnitudinem, intervalla in notis mensuris frustra quaeremus: contra cognita Telluris a Sole distantia, ea omnia per regulam auream erui facile poterunt. Pendet autem Telluris distantia a Sole mensura

§. 39. Inter Corpora, Systema Planetarum componentia, sola Luna cum Tellure confertur; hujus Diameter est ad Lunæ Diametrum, ut 73 ad 20.

§. 40. Planetæ secundarii reliqui ab Astronomis non mensurantur, quosdam tamen magnitudine Tellurem excedere, in dubium vix vocari potest.

§. 41. Præter Corpora huc usque memorata, in Systemate planetario, quædam alia identidem videntur, quæ ad Solem accedunt, deinde ab hoc recedunt, & invisibilia fiunt; *Cometæ* dicuntur. Hi plerumque caudati apparent, & Cauda semper a Sole averfa datur. In Motu suo describunt Areas, Lineis ad Centrum Solis ductis, Temporibus proportionales, ut de Planetis dictum. Cometæ probabile est, in Orbitis ellipticis admodum excentricis moveri; itaut invisibiles sint, quando a Sole remotiorem Orbitæ partem occupant, quod ex quorundam Periodis satis regularibus deducitur; & ex Observationibus constat, quosdam portiones Ellipsium valde excentricarum, in

sura a Solaris parallaxeos determinatione, quod idcirco problema nobilissimum habitum semper est, veterum & recentiorum Astronomorum variis methodis adgressum & resolutum, de quibus instituti ratio non patitur hic agere. Fatendum tamen est cum nostro Auctore eas praxes & methodos, utut accurate instituantur, ejusmodi ganica non esse, ut de aliquo errore

nullum superfit dubium. Placet nihilominus in nostrorum tironum gratiam ex Gulielmi Wifthoni prælectione VII. Astronomica Tabellam hic apponere, eas mensuras complectentem, ex accuratioribus haustas observationibus, & calculis; quæque si accurate veræ haud sint, ad veras tamen plurimum accedunt, defectu potius, quam excessu & veris aberrantes.

Tabella Planetarum a Sole Distantias, & Diametros, & Periodica tempora exhibens.

Planetæ	Distat a Sole Milliis Anglicis	Diameter Milliis Anglicis	Periodica Tempora
Mercurius	31000000	4240	87 - 23
Venus	59000000	7906	224 - 17
Terra	81000000	7935	365 - 6
Mars	153000000	4444	686 - 23
Juppiter	424000000	81155	4332 - 12
Saturnus	977000000	69870	10759 - 7
Sol		763460	
Luna		2175	

in quarum Foco Centrum Solis erat, in Motu suo descripsisse (1).

§. 42. Quam huc usque ideam Systematis planetarii dedi, Astronomicis nititur Observationibus; & de huc usque dictis, nulla
Lis

(1) Vetustissimorum Philosophorum opinio fuit Cometas æterna esse Mundi corpora, quæ Planetarum instar gyros suos statis temporibus conficerent. Pytagoreos, & universam fere Italicam sectam, Hippocratem Chium, Democritum, Apollonium Myndium in hac fuisse sententia Aristoteles, Seneca, Plutarchus, aliique locupletes testes sunt. Eidem se subscribit Seneca *natural. quæst. l. 7. c. 21.* ubi ait: *non existimo Cometem subitaneum esse ignem, sed inter æterna opera natura.* De eorum vero reditu ita apposite varicinatus est c. 25.: *Veniet tempus, quo ipsa, quæ nunc latent, in lucem dies extrahat, & longiori ævi diligentia. Ad inquisitionem tantorum ætas una non sufficit. Veniet tempus, quo posteris nostri tam aperta nos nescisse mirentur; & cap. 26. Erit qui demonstrat aliquando in quibus Cometae partibus errant, cur tam seducti a cæcæritate eam, quanti qualesque sint.*

At Peripateticorum universa Schola suam sequuta Aristotelem Cometas mavult corpora esse recens producta, & mox rursus interitura; utque Cælorum ingenerabilitatem, & incorruptibilitatem, quam fixerunt, factam sectam fervarent, illos ex exhalationibus terrestribus compactos in sublunares regiones detruserunt; quæ inde opinio magis invaluit post investos in Cælum solidos Orbes, per quos nequeunt quidem Cometae quaquaversum moveri. Sed communiter modo rejecta, improbatæque est hæc opinio, præsertim ex quo Tychonis Brahei, & Joannis Kepleri observationibus circa Cometarum diurnam parallaxim demonstratum est eos omnes Luna esse superiores, & in reliquorum Planetarum regionibus, & supra illas versari: qua de re nulla modo est inter recentiores Philosophos controversia.

Keplerus in *Cometarum Physiologia* arbitratur Cometas esse *Liquidi Ætheris* veluti quoddam excrementum, seu crassiorem pinguedinem coactam per facultatem vitali, vel animali similem, ad auræ æthereæ defæcationem, & purgationem; cui ex natura loci

fit, ut Solis lumen accedat, motusque eidem concilietur; quemadmodum quid simile in trajectionibus aereis observatur, quarum instar Cometas brevem putat habere durationem, nec idcirco in Orbem moveri, aut redire posse, Hevelius aliique Kepleri sententiæ accedant, reputantes eos ex Solis, Planetarumque exhalationibus oriri, valde quidem attenuatis, & subtilibus, & sub disci formam conglomeratis, quorum altera facies Soli obversa manet, postquam genitus Cometa, & in sphericali linea motus ex Atmosphæra egreditur, ubi prima sua rudimenta traxit.

Cartesius Cometis perenne corpus adscribit, efformatum scilicet, ut Planeta, ex fixa, seu Sole, maculis obducto, & ob defectum necessariæ pressionis a vicino crescente vortice absorpto; quod deinde Cometae corpus de vortice in vorticem perpetuo recta progredi arbitratur.

Jacobus Bernoullius An. 1682. novum Cometarum systema edidit. Arbitratur scil. Vir Cl. Planetarum primarium dari, qui circa Solem ad distantiam 2583. semidiametrorum Orbis Magni, seu Eclipticæ, spatio annorum quatuor & dierum 157. moveatur. Circa hunc primarium, ob corporis exilitatem, & immensam distantiam perpetuo conspectum nostrum fugientem, ponit ad diversas distantias diversos rotari Cometas, tanquam ejus secundarios & satellites, qui tum demum videri incipiunt, cum Perigæi, seu Telluri proximi evadunt.

Hactenus recensitas præclarissimorum Virorum sententias non vacat, nec necesse est ad examen revocare: cum ex sola earum cum Newtoniana de Cometis sententia, instituta comparationes satis liquet eas parum phænomenis, naturæque simplicitati congruentes esse. Newtonianam contra observatis omnibus accurate respondentem, simplicissimam, & Planetarum analogia confirmatam ceterarum omnium esse verissimilimam. Statuit itaque Cl. Newtonus Cometas, Planetarum instar, in Orbitis Elliptici moveri,

Lis est inter Astronomos, si excipiamus, quæ Lineam ellipticam, & Motum Telluris spectant. Quidam enim Planetarum Orbitas non esse ellipticas, sed illos, in Motu, aliam Ovalem describere, contendunt. Ex Observationibus Tychoonis Brahe

de-

veri, eos quidem qui ad Solare systema spectant, Solem in communi omnium earum orbitalium foco, quemadmodum Planetæ, complectentes; tum ita ejusmodi suos motus attemperare, ut areas circa Solem temporibus proportionales describant; sintque in eorum revolutionibus temporum periodicorum quadrata cubis, mediarum distantiarum proportionalia, uti in Planetis observatur: ex quo quemadmodum planetæ, Cometæ etiam in Solem gravitare consequens est. Id vero discriminis intercedit inter Cometarum, & Planetarum orbitas, quod hæ parum sint excentricæ, parumque a circularibus differant; illæ vero maxima excentricitate polleant, majoresque eorum axes ad minores ingentem habeant rationem.

Sit S Sol (*Fig. 1. Tab. 4. Astron.*)
 AFPHA Cometæ orbita Elliptica. Si semiaxis Ellipseos Cometice (quæ est æqualis mediæ ejus distantia a Sole) centies major ponatur mediæ Telluris a Sole distantia, is Cometa suam periodum circa Solem non nisi mille annis absolvet; nam, ut diximus, quadrata temporum periodicorum cubis mediarum a Sole distantiarum proportionalia in hoc systemate ponuntur. Cum Cometæ in inferioribus orbitalium partibus versantur, scil. ad F vel H, ad Solem accedentes, vel ab eo recedentes, nobis conspicui redduntur: ex nostro demum paulatim se subtrahunt conspectu, cum ulterius a Sole recedunt, donec tandem insensibiles penitus fiant; quod scil. aucta eorum a Sole distantia jugiter minuat mutua Solis lux, apparentesque eorum diametri minores, & minores indefinenter fiant, donec tandem nullæ oculis evadant. Cum in Aphelio versatur Cometa, scil. in A, in ingenti a Sole, & a nobis distantia, ob tantam orbitæ excentricitatem tardissime incedit; in Perihelio vero P, ubi Soli vicinissimus est, incitatissimo fertur motu; quod ex posita motus lege, seu proportionem inter tempora, & areas iis temporibus descriptas fa-

cile deducitur, Atque hæc est Newtonianæ Theoriæ de Cometis summa, cui vel ex eo plurimum verosimilitudinis inesse evincitur, quod Cl. Hallejus secundum eam plurimum Cometarum motus calculo subducens, tam accurate cum observatis congruere illos reperit, ut eorum differentia raro ad tria minuta prima excurrat.

Id etiam discriminis inter Planetarum & Cometarum motus intercedit, quod illi omnes ab Occidente in Orientem suis motibus ferantur; Cometæ vero nonnulli etsi eandem versus plagam motus suos peragant, non desunt tamen qui contrarios tenere cursus sint observati, ab Oriente scil. versus Occidentem; alii item moveri deprehensi sunt ab Austro versus Boream, alii a Borea versus Austrum, & in intermediis quoque regionibus; quod ut a libi observavimus, cum Cartesianorum vortices, Ptolemaicorum sphaeras solidas pessumdat, tum vacuum in regionibus Cælestibus dari demonstrat.

Quanto tempore Cometarum periodi absolvantur, certissime adhuc ex observationibus non liquet. Non desunt tamen de eisdem temporibus Astronomorum conjecturæ. Ex Newtoni calculo Cometa annorum 1680, 1681, plusquam 500 annis eget ad suam absolvendam circulationem: ejusdem Newtoni iudicio Cometa anni 1682 rediturus asseritur post annos 75. Horum, multorumque præterea aliorum Cometarum vias diligentissime exaravit Gulielmus Wisshonus in Mappa Cometarum. Gassinus etiam Cometam visum anno 1702, perficere revolutionem suam credidit annis 34; quam Cometam Aristoteli primum apparuisse certissime evicit argumentis,

Quod vero ad Cometarum caudas spectat, variæ sunt de iis Philosophorum sententiæ, de quibus videbis Davidis Gregorii *Astronom. Phys.*, & *Geometr. Elementa l. 5. prop. 4.*, cum nobis satis esse debeat, si reliquarum probabiliorum Newtoni sententiam exponamus. Cometarum caudas arbitratur Vir Cl. oriri ex vapo-

re

deduxit Keplerus, Lineas has esse ellipticas; & Curvas alias a Planetis non posse describi, ex iis, quæ sequenti parte dicentur, liquebit. Conferantur ea quæ ad §. 6. sunt adnotata.

§. 43. Qui Tellurem quiescere contendunt, nullo astronomico, aut physico nituntur Argumento; id est, ex Phænomenis non ratiocinantur: neglecta Systematis simplicitate, & in hoc Motuum analogia, sententiam suam Observationibus non adversari defendunt; in quo & illos errare, in Parte sequenti videbimus.

CA-

re longe tenuissimo, quem Cometarum corpora a Sole plurimum calefacta emittunt; & ex quo Solaris lux ad oculos usque nostros reflexa caudarum speciem iisdem repræsentat. Quemadmodum enim fumus ex accenso corpore egressus, recta versus superiora tendit, si id corpus quiescat, oblique vero si idem e latere moveatur; ita qui ex Cælestibus corporibus ob Solis calorem elevantur fumi & vapores in plagam Soli oppositam, non quidem recta, sed oblique ob eorundem Cælestium corporum motum tendere, & versari debent; quemadmodum reapse versus plagam Soli averfam jacent semper Cometarum caudæ.

Atque hinc duo facile consequuntur. 1. Caudarum partes illas, quæ pone corpus Cometæ sunt, reliquis lucidiores, visibilioresque esse, quemadmodum observatione constat: nam prope Cometæ corpus, qui elevatur fumus, & vapor, densior semper est; adeoque aptior ad copiosorem versus oculos nostros reflectendam lucem. 2. Caudas tum potissimum in Cometis dari debere, cum in Perihelio, seu prope Solem versantur; tum enim aucta caloris actione, majori copia fumos, vaporesque ex eis educi necesse est, quibus porro in immensum rarefcentibus immanis incipit cauda efformari, quæ in nonnullis Cometis sextam Cæli partem occupasse visa est. His vero a Sole recedentibus; diminutaque successive, ac tandem evanescente ob immensam Solis distantiam, hujus actione, Caudæ Cometarum partim in longinquas Cælorum regiones dissipantur, partim proprio pondere ad Cometæ corpus labuntur, sicque tandem disparent.

Ex eo autem huic sententiæ difficultas nasci quibusdam videtur, quod non intelligant vapores, & fumos ex Cometarum corporibus Solis actione elevatos, sufficere posse ad tanta im-

plenda Cælorum spatia, quanta reapse Cometarum caudæ occupant, quorum nonnullas sextam Cæli partem tenuisse diximus. Sed difficultas omnis vel ex eo protinus evanescet, si aeris nostri raritas, & elasticitas animo spectetur; tum ponatur eos vapores, quos Cometarum calefacta corpora edunt, eundem habere elasticitatis gradum, quem habet aer noster atmosphæricus, quamvis nil vetat eos elasticiores adhuc imaginari. Subducto autem calculo (de quo videtur, l. 5. prop. 3. *Elementi Astron. Phys. & Geomet. Davidis Gregorii*) constat aeris nostri eam quantitatem, quam globus unum digitum latus caperet, si eam raritatem nancisceretur, quæ in regione semidiametrum unam terrestrem a nobis elata eidem aeri conveniret, vi suæ elasticitatis & expansionis, impleturum omnes Planetarum regiones usque ad Saturni spheram, & longe ultra. Patet igitur non multum materiæ requiri ad Cometarum caudas constituendas, si ei concedamus eandem elasticitatis vim, quæ aeri nostro convenit. Sed præterea experientia edocti novimus in quantam fumi molem satis prava ligni, aut carbonis fossilis portio diffunditur; ut vel ex hoc etiam capite ingentis caudarum molis argumentum fumi possit.

Id demum observatione dignum est posse quandoque Cometarum caudas Telluris nostræ Atmospheram attingere, earumque portionem aliquam cum ejusdem nostræ Atmosphære exhalationibus permisceri, fluidum fluido. Id cum sit ejusmodi mutationes in nostro hoc aere suboriri possunt, quibus terrestria animalia, & vegetabilia maxime adficiantur: quamobrem quæ omnium sæculorum suffragio consequi observantur Cometarum apparitionem, non statim pro falsis & ridiculis habere Philosophos decet.

§. 44. **Q**ui, lecto Capite præcedenti, Cælum intuebitur, illud se, quod ibi exponitur, Systema contemplari, vix credet; & exactior Motuum cælestium consideratio dubium augebit. Nil mirum, in Cælis, præter nos decipientes Motuum Apparentias, vix quicquam observamus.

§. 45. Variis Motibus agitated Spectator, qui se quiescere persuasam habet, & intuetur Corpora, circa quorum Distantiam & Magnitudinem falsa fert iudicia, vulgaris est Cælorum contemplator. Per multa sæcula verum Mundi Systema, Cælum etiam exactius observantes, latuit.

§. 46. Explicandum autem nobis est, quomodo omnia, quæ circa Corpora cælestia observantur, respectu Spectatoris in Telle, locum habeant in Systemate exposito; id est, ex notis Motibus Apparentias deducemus. Quod fieri non potest, nisi quibusdam generalibus præmissis, de Motu apparenti in genere.

§. 47. Motus verum nulla Arte a nobis observari posse, extra omne dubium est; solus Motus relativus sub Sensu cadit, de eo etiam tantum agitur in Capite præcedenti. Quis affirmare, aut negare, cum ratione poterit, non Motu communi, omnia Corpora, nobis nota, per Spatia immensa transferri?

§. 48. Motus relativus ab apparenti distinguendus est; hic enim est mutatio tantum visa in Situ Corporum, & pendet a mutatione in Pictura in fundo Oculi; nam Objecta illam inter se relationem apparentem habent, quæ datur in Oculo inter Objectorum Repræsentationes; videntur enim, ut in Oculo depinguntur; & mutatio in hac Pictura, ex Corporum Motu, fere semper differt cum mutatione relationis inter ipsa Corpora, ut ex Picturæ formatione sequitur. Conferantur ea, quæ cap. 4. Physicæ Elementorum dicta sunt §. 101. & seqq., tum quæ cap. 33. de magnitudinis, distantia, & motus perceptione dicta & adnotata sunt.

§. 49. Cælum nihil est præter Spatium immensum, quod videti non potest, & nigrum apparet, nisi continuo Radii Luminis innumeri, a Corporibus cælestibus manantes, Atmosphæram penetrarent. Plerique per rectas lineas ab illis Corporibus ad nos perveniunt, multi tamen in Atmosphæra varias patiuntur Reflexiones, & totam Atmosphæram illuminant; inde de die, etiam absque nubium reflexione, Corpora illustrantur, ad quæ Radii solares directe pervenire nequeunt.

§. 50. Radii hi sunt heterogenei, & quidem alibi; nam Corpora dantur hisce Radiis illustrata, quæ alba apparent; & quæ ita illustrantur, per Prismata visa, ad extremitates coloribus tinguntur; quod in Colore homogeneo non obtinet, uti cap. 31 §. 929. Element. Phys. demonstratum est. Etiam circulus Chartæ albæ, Diametri semi-pollicis, Panno nigro superimpositus, si hisce Radiis illuminetur, per Prisma oblongus apparet, & iidem Colores, qui in Radiis solaribus observantur, eodem

dem modo hic videntur, quæ omnia minime obtinerent, si Aer, ut a plurimis statuitur, foret Liquidum cæruleum; id est, per quod soli Radii cærulei, saltem maxima copia, transeunt.

§. 51. Dum Cælum nigrum intuemur, Radii albi memorati Oculos intrant, unde Color cæruleus Cælorum oritur, quemadmodum cap. 36. §. 1123. hujus Physicæ demonstratum est.

§. 52. Quia adsueta sumus Colorem videre, ubi Objectum datur coloratum, etiam ad Objectum refertur Color Cælorum; cum autem hic omnes partes versus æqualiter observetur, concipimus Superficiem cavam sphericam, aut potius sphæroideam, in cujus Centro ipsi positi sumus (1). Superficiem hanc ut opacam, ideoque ultra omnia Corpora nobis visibilia remotam, imaginamur.

§. 53. Quando inter Planum & Oculum datur corpus, de cujus Distantia iudicium fere non possumus, in Plano applicatum nobis apparet Corpus, quæcumque fuerit Distantia inter hoc & Planum; nulla enim datur ratio, quare partes Plani, quæ ad latera Imaginis Corporis in Oculo depinguntur, non ad eandem Distantiam cum Corpore apparerent.

Inde etiam omnia Corpora cælestia, (quorum minime a nobis distans, Luna nempe, ita removetur, ut iudicium de Distantia non detur), ad Sphæram imaginariam, memoratam, referuntur: & omnia huic applicata apparent; & in hujus Superficie cava moveri videntur. Sic Luna inter Stellæ fixas concipitur, licet illius Distantia vix rationem sensibilem habeat ad Saturni Distantiam, quo ipsa evanescit collata cum immensa Stellarum fixarum remotione. Non mirum est igitur, si de Magnitudine Corporum cælestium, & Cælorum Immenitate, nil noscat Vulgus.

§. 54. Deducimus ex dictis, quomodo ex dato Motu Corporis cujuscunque, & noto Motu Telluris, Motu apparens determinetur.

§. 55. Sphæram diximus concipi ultra Stellæ fixas, in cujus Centro datur Spectator: Orbita Telluris adeo est exigua respectu Diametri hujus Sphære, ut ex translato cum Tellure, Spectatore. Centrum Sphære sensibiliter non mutetur (2): quare

(1) Cælestis sphære centrum, quo ad sensum saltem, nostra isthæc est, quam incolimus, Tellus; ubique enim in hujus superficie constitutus oculus, Cælestis sphære segmentum nec majus, nec minus ejusdem hemisphærio intuetur; tum ex duodecim Zodiaci signis, de quibus infra, sex simul conspicua sunt terricolis ubique degentibus, sex quoque eos latent; nisi Tellus Cælestis hujus sphære ad sensum saltem centrum occuparet, contingere hujusmodi apparentiæ haud possent. Si in telluris centro (quod idem cum Cælestis sphære centro modo supponimus),

constitutus intelligatur oculus, ex eoque Cælum intueatur, eadem hujus erunt apparentiæ, quas ex ejusdem Telluris superficie inspicienti oculo contingere diximus. Igitur & illud statui hic etiam poterit, integrum terraqueum globum, si ad Cælestis sphære magnitudinem referatur, puncti instar haberi posse.

(2) Si ex terminis diametri Ecclipticæ, seu Orbitæ, quam Tellus describit, ad centrum alicujus fixæ rectæ ducantur, hæ angulum efficient, qui *parallelis Orbis magni* dicitur; estque is tam exiguus ob immensam fixarum distantiam, ut exquisitissimis

re in omnibus Superficie Telluri Punctis, & Tempore quocunque, eandem Terricolæ imaginantur Sphæram, ad quam Corpora cælestia referunt: & quam, in sequentibus nominabimus Sphæram Stellarum fixarum.

§. 56. Hisce positis, si per Tellurem, & Corpus, Lineam concipiamus, quæ ultra Corpus continuata Sphæram memoratam secat, habemus Punctum, ad quod Corpus memoratum refertur, & quod est Locus apparens Corporis.

§. 57. Dum Corpus, aut Tellus, aut ambo, moventur, agitur hæc Linea, & Motus apparens est Linea, quam inter Stellas fixas describit Extremitas Lineæ memoratæ, transeuntis per Tellurem & Corpus, cujus Motus apparens observatur. Idcirco eadem Apparentiæ ex translata Tellure sequuntur, quæ ex translato Corpore, aut Motu amborum, deduci possunt.

§. 58. Si autem Corpus & Tellus ita moveantur, ut Linea, quæ per hæc Corpora transit, Motu parallelo feratur, Corpus inter Stellas fixas quiescere videbitur: quia Spatium, in hoc casu, ab Extremitate Lineæ inter Stellas percursum, non superat Spatium a Tellure percursum; Linea autem æqualis toti Spatio, quod a Tellure potest percurri ad Distantiam Stellarum fixarum translata, nobis sensibilis non est. Ex motu Telluris circa Axem etiam datur Motus apparens, qui suo tempore ex fundamentis in hoc Capite positis, facile deducitur. Motum apparentem a relativo differre, & ex Motu Spectatoris variari, navigantes quotidie experiuntur.

C A P. III.

De Phænomenis Solis ex Motu Telluris in Orbita.

§. 59. **S** It Sol in S; (*Tab. 2. Fig. 2.*) Tellus in Orbita sua in T; *rs* Sphæra Stellarum fixarum; Locus apparens Solis ex T est *s*. Dum Tellus in Orbita transfertur a T in *t*, motus hic a Terricola simul translato non percipitur, sed Soli etiam reapse quiescenti attribuitur, qui idcirco moveri videtur, & percurrere Arcum *sr*, qui mensurat Angulum *rSs*, æquale Angulo *TSt*, itaut Celeritas Motus apparentis Solis pendeat a Celeritate Motus angularis Telluris, respectu Centri Solis; qui Motus ex duplici causa crescit; ex immutata Distantia a Sole, & ex aucta Celeritate Telluris: quæ ambæ Causæ semper concurrunt, quare Motus apparentis Solis inæqualitas sensibilis est. In integra Telluris Revolutione, etiam integrum Circulum Sol percurrere videtur.

DE-

instrumentis vix deprehendi possit: & qui in eo investigando maxime insudarunt, semper uno minuto primo minorem illum deprehenderunt. Id argumento est tantam esse fixarum distantiam, ut non modo ex iis conspecta

tellus, puncti instar appareat, quod supra adnotat. §. 52. vidimus, sed & ipsius telluris orbitæ diameter respectu diametri Cælestis Sphære veluti nulla potest haberi.

DEFINITIO 1.

§. 60. Via hæc apparens Solis *Linea Ecliptica* vocatur, quod cum in hujus plano vel prope reperitur etiam Lunæ centrum, Solis & Lunæ eclipses contingant. Et est Sectio Sphæræ Stellarum fixarum cum Plano Eclipticæ, ad hanc Sphæram usque continuato.

§. 61. Dividitur hæc Via in duodecim partes æquales, quæ singulæ continent 30. Gr.; partes hæc vocantur Signa, & his nominibus donantur: Aries ♈, Taurus ♉, Gemini ♊, Cancer ♋, Leo ♌, Virgo ♍, Libra ♎, Scorpius ♏, Sagittarius ♐, Capricornus ♑, Aquarius ♒, Pisces ♓. Unde hæc partes hæc nomina mutuatae sint, ubi de Stellis fixis acturi sumus, videbimus. Diutius in percurrendis sex Signis primis hæret Sol, quam in sex posterioribus, daturque differentia novem Dierum (1).

§. 62. Licet Circulus nullum habeat Principium aut Finem, ubi tamen in hoc Puncta varia determinanda sunt, quoddam Punctum pro Principio habendum est: hoc, in Linea Ecliptica, est primum Punctum Arietis: quomodo determinetur, in sequentibus videbimus. Non hoc est fixum inter Stellæ fixas: idcirco Orbitæ planetarum, quæ adeo parum mutantur, ut pro immutabilibus haberi possint, non eundem respectu hujus Puncti, Situm servant.

DEFINITIO 2.

§. 63. Distantia Solis a primo Puncto Arietis, in consequentia mensurata, seu versus Ortum dicitur *Solis Longitudo*.

§. 64. Longitudines ceterorum Corporum cælestium, eodem modo in Ecliptica mensurantur. Ad quam referuntur, si Circulus major per Corpus concipiatur perpendicularis ad Eclipticam; punctum enim, in quo hæc ab illo Circulo secatur, determinat Corporis Longitudinem, scilicet Eclipticæ arcum ab Arietis principio usque ad id intersectionis punctum ab occasu in ortum supputatum. Maximus vero circulus, quo ad Eclipticam datum quodvis cæleste punctum refertur, & ad ejus planum est perpendicularis, dicitur *Circulus Longitudinis*, vel etiam *Eclipticæ Secundarius*.

Musschenbr. Phys. Tom. II.

S

DE.

(1) Telluris enim motus (qui nobis apparens est motus Solis in Ecliptica) fit in Orbita elliptica circa Solem in uno ejus foco positum, & circa quem areas describit temporibus proportionales: atque hinc oritur, ut inæquabili motu Terra quemadmodum quivis alius Planeta, in orbita sua feratur, & cum est aphelia tardius, cum perihelia velocius incedat. Sed tellus est aphelia, & in majori a Sole distan-

tia versatur, cum per signa Libram, Scorpium, Sagittarium, Capricornum, Aquarium, Pisces transit, seu cum Sol per opposita signa moveri apparet, scil. Arietem, Taurum, Gemini, Cancrum, Leonem, Virginem: igitur apparens hic Solis motus lentior esse debet; similique ratione intelligitur eundem apparentem Solis motum per reliqua signa velociorem apparere debere.

DEFINITIO 3.

§. 64. Distantia Corporis cælestis a Linea Ecliptica vocatur illius *Latitudo*. Et est Arcus ejusdem Circuli secundarii Eclipticæ, inter Corpus & Eclipticam interceptus.

DEFINITIO 4.

§. 65. Si ex Centro Sphæræ Stellarum fixarum, ad Planum Eclipticæ concipiamus lineam perpendicularem, puncta, in quibus hæc memoratam Sphæram secat, vocantur *Poli Eclipticæ*.

Hinc circuli Eclipticæ secundarii superius memorati per hæc puncta, seu Eclipticæ polos, transire debent, nequit enim in sphæra maximus circulus alteri maximo esse perpendicularis, nisi per hujus polos transeat.

DEFINITIO 5.

§. 66. *Zodiacus* est Zona, quæ concipitur in Cælis, quam in duas partes æquales secat Linea Ecliptica, & quæ ab utraque parte terminatur Circulo Lineæ Eclipticæ parallelo, & ab hac octo gradibus distanti, propter exiguam Orbium Planetarum, ut & Lunæ, inclinationem ad Planum Eclipticæ, nunquam extra Zodiacum, Corpora ulla Systematis planetarii apparent.

DEFINITIO 6.

§. 67. Inter hæc, quæ eandem habent Longitudinem, dicuntur *in Conjunctione*.

DEFINITIO 7.

§. 68. *In Oppositione* dicuntur, quorum Longitudine differunt 180. Gr.

CAP. IV.

De Phenomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris Motibus in Orbitis suis.

§. 69. Sit S Sol; AVB ν (Tab. 2. Fig. 3.) Orbita Planetæ inferioris, scilicet Veneris, vel Mercurii; Tellus in Orbita sua T, a I b portio Sphæræ Stellarum fixarum, Terricolæ in T locus apparens Solis est I.

Si ex Tellure ad Orbitam Planetæ, ducantur Tangentes TA a, TB b, clare patet, nunquam ad majorem distantiam, quam I a, aut I b, a Sole, in Motu apparenti, removeri Planetam; & hunc illum, in Motu apparenti circa Tellurem, quasi comitari.

DE

DEFINITIO I.

§. 70. Distantia apparens Planetæ a Sole dicitur illius *Elongatio*. *Ia* aut *Ib* est *Elongatio maxima*: hæc ex duabus Causis variat; quia nempe & Tellus & Planeta in Lineis ellipticis revolvuuntur (1).

§. 71. Planeta breviori Tempore quam Tellus, Revolutionem peragit, ideo in Motu suo, inter Tellurem, & Solem transit veluti in *V*, ubi Soli conjunctus apparet, diciturque ejus Planetæ *inferior Conjunctio*. Deinde ultra Solem respectu Telluris movetur, & cum est in *v* iterum Soli jungitur: quæ dicitur *Superior* ejusdem Planetæ *conjunctio*: ita ut duobus modis cum Sole in Conjunctio sit, nunquam autem in Oppositione.

§. 72. Ut ideam habeamus Motus apparentis Planetæ, concipere debemus, cum Tellure moveri Linea *TBb*, *TSl*, *TAA*; ita ut Puncta *A*, *V*, *B*, & *v*, dum Tellus Revolutionem peragit, Orbitam Planetæ circumrotentur; Planeta vero, qui celerius revolvitur, per hæc Puncta successive iterum atque iterum transit.

Sed ut clarius horum Planetarum motus phænomena intelligantur, cum Tellus longe tardius circulationem suam circa Solem conficiat, quam inferior Planeta, nil vetat, immo præstat Tellurem veluti immobilem in *T* spectare, Planetam vero cum motuum differentia circa Solem cieri. Dum itaque Planeta fertur ab *v* in *A*, moveri videbitur in *consequentia Signorum* ab *I* in *a*, diciturque tum *directus*; sed cum ab *A* transit ad *V*, in inferiori scilicet conjunctio cum Sole, vicissim videtur ab *a* rediisse ad *I*, motumque esse in *antecedentia signorum*, diciturque tum *retrogradus*. Similiter dum Planeta ab *V* venit ad *B* pergit retrogrado motu videri ab *I* venisse ab *b*; & demum dum superato joco *B*, ad *v* accessit, ad superiorem scilicet cum Sole conjunctio, iterum directe moveri apparet *a b* usque ad *I*, eaque directio durat, donec ad situm priorem *A* redierit. Cum Planeta prope loca *B* & *A* versatur, adeo lente inter sidera moveri apparet, ut tanquam *Stationarius* possit haberi. Itaque dum Planeta a loco *B* per *v* progreditur ad *A* est *directus*; prope *A* sit *Stationarius*, sed ad *retrogradationem*: in loco *B* iterum est *Stationarius*, sed ad *directionem*.

§. 73. Spectato Telluris motu, dum Tellus in ejusmodi situ *T* est respectu Planetæ existentis in *D*, ut arcus *Tt*, *Dd*, eodem parvi temporis intervallo a Tellure & Planeta peragrati rectis lineis *TD*, *td* Parallelis contineantur, tum Planeta Stationarius

S 2

vide-

(1) Scilicet, manente tellure in *T*, elongatio, cæteris paribus, major, ubi punctum *B* vel *A* est in ejus inferioris Planetæ Aphelio, minor in Perihelio, mediocris in media distantia. Sed & manente inferioris Planetæ loco *B*, vel *A*, varia quoque est

Elongatio pro situ Telluris in *T*, vel alibi. Sed cum planetarum Orbitæ ad circularem formam, quam maxime accedant, hæc minutiaæ negligi possunt. Maxima Veneris Elongatio observatione deprehenditur 48 graduum circiter; Mercurii vero tantum 28 circiter.

videri debet, loca enim in Firmamento Hb , ad quæ tum refer-
tur Planeta a Terra visus, ad sensum idem sunt, nec distinguntur.

§. 74. Planeta diutius in *directione* movetur, quam in *retro-
gradatione*; priori enim casu, orbitæ suæ partem BvA mayo-
rem, secundo partem BVA minorem describit. Et quoniam in
retrogradatione idem spatium aIb in Firmamento describere
videtur, quod progrediendo confecerat, sequitur velocius in re-
trogradatione, quam in *directione* moveri.

§. 75. Planetæ Orbita ad Planum Eclipticæ inclinatur, ideo
non in Linea Ecliptica moveri videtur; sed nunc minus, nunc
magis ab hac distat, & in Curva irregulari ferri videtur, quæ
interdum Eclipticam secat.

§. 76. Sit NVN (*Tab. 2. Fig. 4.*) Orbita Planetæ; cujus No-
di N, N ; sit S Sol; Tt Telluris Orbita in Plano Eclipticæ;
Tellus T ; Planeta V . Si $V A$ concipiatur per Planetam ad Pla-
num Eclipticæ perpendicularis; Angulus $V T A$, aut potius Ar-
cus, qui hunc mensurat, est *Latitudo* Planetæ: vocatur hæc *La-
titudo Geocentrica*, ut distinguatur a Latitudine Planetæ e Sole
visi, quæ *Heliocentrica* dicitur, & est in hoc casu Angulus $V S A$;
de illa hic agitur, nam Phænomena ex Tellure visa examinamus.

§. 77. Quando Planeta est in Nodo, in Linea Ecliptica appa-
ret, & Curva a Planeta Motu apparenti in Zodiaco descripta se-
cat Lineam Eclipticam; recedendo a Nodo augetur Planetæ La-
titudo, quæ etiam pro Telluris situ variatur; sic manente Plane-
ta in V , major est Latitudo si Tellus sit in T , quam si foret in
 t . Si, manente Tellurem in T , Planetam ex V ad v translatum
concipiamus, ex duplici causa Angulus $v T B$ minor erit Angulo
 $V T A$; ex accessu Planetæ ad Nodum, & ex recessu Spectatoris.

§. 78. Si nunc consideremus Tellurem & Planetam continuo
moveri, facile concipiemus, mutari omnibus momentis Latitudi-
nem ex utraque causa. Hæ interdum contrarie agunt, interdum
in augenda aut minuenda Latitudine, conspirant; unde necessa-
rio oritur Motus apparens in Curva irregulari, ut ante dictum,
quæ Eclipticam secat, quoties Nodos transgreditur Planeta, id est,
bis in singulis hujus Revolutionibus; Curva etiam hæc, ab utraque
parte, non ultra certos Limites in Zodiaco ab Ecliptica recedit.

§. 79. Telescopio etiam deteguntur Phænomena notabilia Pla-
netarum inferiorum, quæ ab horum Opacitate pendent. Sit S Sol;
 T Tellus; A, B, C, N, D, E, F, V , (*Tab. 2. Fig. 5.*) Planeta
inferior, Venus ex. gr., in Orbita. Hæc mutuato a Sole lumine lu-
cet; & Hemisphærium Soli obversum tantum illuminatur, Hemi-
sphærium alterum invisibile est: idcirco sola pars Hemisphærii illu-
minati, quæ Telluri obvertitur, ex hac videri potest; in V Planeta
videri non potest, in N rotundus apparet, nisi Radiorum solarium
copia impediret, quo minus videatur. Ex N progrediendo, Pla-
neta continuo decrescit; in D hæbet Figuram d : in e & f delineat-
ur, ut in E & F apparet; ulteriusque decrescit, donec evanescat
in V ; deinde iterum crescit successive mutando Figuram donec
totum Hemisphærium illuminatum Tellurem versus dirigatur.

§. 80.

§. 80. Quando Nodus datur in V, aut in viciniis, Planeta in ipso Disco Solis, & quasi Soli applicatus, videtur, & observatur Macula nigra, quæ super Solis Superficie movetur: in hoc casu, si accurate rem exprimamus, Planetam non videmus, sed ubi Radios solares hic intercipiat, decernimus (1).

§. 81. Quo minus a Tellure distat Planeta, eo major apparet, & magis lucidus, sed dum ad tellurem accedit, pars lucida visibilis minuitur, ita ut ex una causa crescat Lumen, ex alia minuatur, daturque Distantia quædam media, ad quam Lux reflexa est maxima (2).

C A P. V.

De Phenomenis Planetarum superiorum ex horum & Telluris Motibus in Orbitis suis.

§. 82. **I**N multis, cum explicatis circa Planetas inferiores, coincidunt superiorum Planetarum Motus apparentes; in multis differunt. Non semper hi Solem comitantur, sed sæpe in Oppositione observantur (3); in Motu tamen, ut de inferioribus dictum, non semper in consequentia ferri videntur, sed sæpe stationarii, sæpe retrogradi sunt.

§. 83. Quod ut intelligatur sit BCA (Tab. 2. Fig. 6.) telluris orbita circa Solem S, sitque QMP orbita Planetæ superioris, puta Martis, DFG sit Stellarum sphaera, ad quam scilicet quæque cælestia corpora refert Spectator. Ex M, ubi superior Planeta videtur, ducantur rectæ MB, MA telluris orbitam contingentes in B

S 3

& A,

(1) Semel tantum Venus visa est nigrae instar maculae Solarem discum pertransisse, quod spectaculum Mortalium nemini præter Horoxium contigit videre Anno 1639; nec iterum Venus Solem in medio ejus disco subtercurret usque ad annum 1761 die 18 Mensis Maji. Anno 1631. die 7 Novembris Petrus Gassendus primus & porro alii complures Mercurium in Sole viderunt, qui ejus discum in camera obscura charta candida exceptum instar maculae nigrae & rotundae trajicere visus est; quod jam prædixerat Keplerus.

Ante inventum Telescopium, cum Copernicus vetustissimum Pythagoreorum systema renovaret, ponendo Planetas singulos, & inter hos quoque tellurem statis temporibus circa Solem moveri, objectum ei fuit in ea Cælorum dispositione Venerem phases subituram Lunæ phasibus similes, quas cum non observarent tum temporis Astronomi, systema illud phænomenis non satisfacere contendebant. Objecto re-

spondit Copernicus eas phases reverti dari, easque futuris sæculis detecturos Astronomos. Id Copernici vaticinium primus implevit Galilæus Philosophus Lynceus, qui primus Telescopium ad Venerem dirigens, eam phasibus suis reapse Lunam æmulari deprehendit.

(2) Ubinam sit ea media distantia, in qua Veneris splendor sit maximus, concinna solutione invenit Summus Geometra & Astronomus Edmundus Halleus in Actis Philos. Londin. N. 349. ibique ostendit Venerem omnium maxime fulgere cum elongatur a Sole 40 circiter gradibus, ubi tantum pars quarta disci luminosi e terra conspicienda datur; quo in situ Venus interdiu, & lucente Sole conspecta fuit. Admirabilis sane est illa Veneris pulchritudo, qua proprio lumine carens, & tantum Solis mutuato fulgens, in tantum splendorem erumpit, quantum non habet Juppiter, non Luna, cum æque a Sole elongantur.

(3) Sit S Sol (Fig. 6. Tab. 2. Astron.) ABC orbita Telluris, QMP plane-

& A, eæque producantur, donec Firmamento occurrant in D & G. Etsi vero Planeta superior N circa Solem movetur in orbita sua, cum tamen longe serius tellure revolvatur, nil vetat, quominus illum spectemus, ut immobilem, telluris respectu, tellurem vero motuum differentia circulationem suam perficere. Maneat igitur Planeta in M immobilis, & cum Tellus transit de loco C ad B, terricolæ apparebit Planeta ad F in G directe pervenisse in consequentia signorum; at vero cum tellus a B transit ad τ , quo in loco Planeta Soli opponitur, idem Planeta videbitur retrogrado motu a G rediisse ad F; porro cum tellus a τ venit ad A, pergit Planeta retrogradus videri ab F usque ad D; & demum superato loco A a tellure, iterum incipit Planeta apparere directus, quæ directio durat, donec Tellus ad priorem locum B redierit. Sed cum tellus est prope loca B & A, Planeta lentissime videtur loca sua in Firmamento mutare; quapropter tum tanquam Stationarius & immobilis apparet; neque adeo a directo motu ad retrogradum, vel ab hoc ad illum gradum facit Planeta, nisi prius tantisper stare, & veluti immobilis videatur.

§. 84. Si spectetur ipsius Planetæ M motus circa Solem, tum stationarius erit, cum Tellus in ejusmodi situ T versatur respectu ejusdem Planetæ M, ut arcus $T\tau$, Mm eodem parvi temporis intervallo a Tellure & Planeta descripti, rectis lineis TM , τm parallelis contineantur; quemadmodum supra de Planetis inferioribus demonstratum est. Item quemadmodum supra de inferioribus Planetis ostendimus eos diutius in directione, quam in retrogradatione moveri, id ipsum ob eandem rationem in Planetis superioribus obtinere facile quisque judicabit.

§. 85. Phænomena circa Latitudinem similia sunt iis, quæ explicata sunt respectu Planetarum inferiorum.

§. 86. Jupiter & Saturnus ad magnam distantiam Telluris Orbitam cingunt, quare ubique fere tota illorum Hæmisphæria, quæ a Sole illuminantur, e Tellure visibilia sunt; ideo semper rotundi apparent hi Planetæ.

§. 87. Quia minus distat Mars, paululum gibbosus apparet, inter Conjunctionem & oppositionem cum Sole (1).

C A-

planetæ Superioris, puta Martis, orbita, DFG sit sphaera Firmamenti. Cum Tellus in orbitæ suæ puncto C versatur, Planeta existens in M Terricolæ apparebit in F Soli conjunctus: at existente Tellure media Solem inter & Planetam, terrestri Spectator Planetam videbit Soli oppositam. Patet igitur Superiores Planetas posse quemlibet aspectum respectu Solis obtinere seu in dato quovis angulo a Sole elongari, quod in inferioribus fieri non posse vidimus.

(1) Planetas Superiores multo majores videri in oppositionibus, quam

in conjunctionibus cum Sole facile patet, si spectetur priori casu multo minus a Tellure abesse quam in altero, distantiarum discrimen Eclipticæ diametro æquale esse. Id autem cum ad semidiametrum, Orbitæ Martis majorem habeat proportionem, quam ad reliquarum orbitarum semidiametros, longe majus magnitudinis Martis erit discrimen in oppositione & conjunctione, quam in ceteris superioribus Planetis. Est Mars in oppositione quinque circiter nobis propior, quam in conjunctione: adeoque cum visibilis ejus discus, & splendor augeatur in dupli-

CAPUT VI.

*De Phænomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis.
Ubi de Eclipsibus Solis & Lunæ.*

§. 88. **S**atellites Jovis & Saturni semper in Motu primarios suos comitantur, & nunquam ultra certos Limites, qui ex horum a Primariis distantis facile determinantur, ab utraque parte recedere videntur, alternisque vicibus in antecedentia & in consequentia feruntur. Aliquando omnes ad eandem partem Primarii dantur, aliquando inter ipsos Primarius observatur. Jovis Satellites semper, aut in eadem Linea recta disponuntur, aut parum ab hac distant. Quæ omnia ex Motu circa Primarios, in Planis, exiguo inter se, & cum Plano Eclipticæ, Angulos efficientibus, facile deducuntur.

§. 89. Non omnes Saturni, aut Jovis, Satellites semper simul visibiles sunt. Quando inter Primarium & Tellurem dantur, ab ipso Primario distingui non possunt; aliquando a Primario obtentuntur, sæpe in Umbram Primarii immerguntur.

DEFINITIO 1.

§. 90. Talis in Umbram Immersio dicitur *Satellitio Eclipsis*; de qua vide quæ cap. 27. horum Elementorum §. 850 dicta sunt.

§. 91. Inter Saturni Comites Annulum dari diximus; circa quem notandum, Annuli Latitudinem, pro Spectatore in Tellure, Saturni Diametrum nunquam superare, & ipsum Annulum aliquando invisibilem esse; quando nempe Planum Annuli continuatum per Tellurem transit: Annuli enim Craffitie sensibilibus non est. Etiam non videtur Annulus, quando hujus Planum continuatum, inter Solem & Tellurem transit; tunc enim Su-

S 4

per-

duplicata diminutæ distantie ratione, Mars vigesies quinquies major, & simul lucidior in oppositione Solis, quam in ejus conjunctione apparebit.

Jupiter quinquies circiter longius a Sole removetur, quam Tellus; igitur apparens Solis diameter, qui nobis est triginta scrupulorum, e Jove visus sub angulo sex tantum scrupulorum apparebit; ejusque discus vigesies quinquies minor Jovicolis apparebit, quam nobis; iidemque luminis & caloris actio a Sole producta erit vigesima quinta pars tantum ejus, qua nos fruimur; Saturnus vero cum decies longius a Sole distet, quam nos, apparens Solis diameter ex illo visus sub angulo trium tantum scrupulorum conspicietur, Solisque discus e Saturno spectatus centies minor apparebit, & tam lux, quam calor in eadem ratione in Saturno minuentur; quamobrem Saturni regiones nostrarum respectu oportet esse frigidissimas.

Superiorum Planetarum nullus in Solis disco videri unquam e Terra potest, ut Veneri, & Mercurio contingit; potest tamen eorum quivis a Sole tegi, quando Planeta cum illo conjunctus, sit Nodo satis vicinus, ut post Solem lateat.

Demum id de Planetis Universis five superioribus, five inferioribus præstat observare, eos soli oppositos oriri occidente Sole, & illo Oriente occidere: postquam autem a Solis oppositione digressi sunt, & Orientaliores facti post Solis Occasum esse conspicuos, majori vel minori temporis intervallo, prout majis vel minus ab oppositione recesserunt; donec Soli conjuncti simul cum illo occidunt, & oriuntur. Demum postquam a Sole recesserunt Occidentiores facti, conspici tantum posse ante Solis ortum; nam vespere citius Sole occidunt, donec ad Solis oppositionem iterum pervenientes, rursus oriuntur decedente Sole.

perfacies Annuli illuminata a Tellure avertitur. Confer ea, quæ §. 27. hujus tractatus adnotavimus.

§. 92. In utroque casu Saturnus rotundus apparet; in ultimo tamen, ex Radiis ab Annulo interceptis, Fascia nigra in Planetæ Superficie observatur, similis illi, quæ ab Umbra Annuli pendet.

§. 93. Telluris Satellitis, Lunæ nempe, Phænomena nostri respectu notabiliora sunt, & peculiariter explicanda. Sæpissime Soli conjungitur, totiesque huic opponitur, non tamen in singulis Revolutionibus Lunæ in Orbita; nam dum Luna, post Revolutionem integram 27. Dier. 7. Hor. iterum redit ad Locum inter Stellæ fixas, in quo cum Sole fuit conjuncta, Sol ex hoc Loco recessit, & ab hoc circiter distat 27. gr.; quare nisi post aliquot Dies Solem non attingit, & Conjunctiones vicinæ distant viginti novem Diebus cum semisse.

DEFINITIO 2.

§. 94. Mensis Lunaris periodicus est Tempus Revolutionis Lunæ in Orbita.

DEFINITIO 3.

§. 95. Mensis Lunaris Synodicus, seu Lunatio, est Tempus, quod Luna impendit inter Conjunctiones cum Sole proximas.

§. 96. Invisibilis est Luna in conjunctione cum Sole; quia Hemispherium illuminatum a Tellure avertitur. Sit Tellus T; (Tab. 2. Fig. 7) Luna in N, inter Solem & Tellurem; Hemispherium illuminatum erit m Ni, quod a Tellure videri non potest. Dum Luna, in Orbita a Conjunctione ad Oppositionem fertur, pars illuminata, quæ semper Solem versus dirigitur, continuo magis ac magis Spectatoribus in Tellure visibilis est; & in Punctis A, B, C, successive Figuras a, b, c, acquirit Luna. In P, in Oppositione cum Sole, rotunda apparet; deinde per D, E, F, transeundo decrescit, ut in d, e, f, repræsentatur.

DEFINITIO 4.

§. 97. Conjunctio Lunæ cum Sole vocatur *Novilunium*. Post Conjunctionem Luna quasi renasci videtur.

DEFINITIO 5.

§. 98. Oppositio Lunæ cum Sole vocatur *Plenilunium*; quia Luna pleno Orbe lucida apparet.

DEFINITIO 6.

§. 99. Nomine communi Oppositio & Conjunctio Satellitis cum Sole vocantur *Syzygiæ*.

§. 100. In A & F pars Lunæ obscura, Radiis a Tellure reflexis, paululum illuminatur; ideo pars hæc obscura percipitur a Spectatore, cui Sol visibilis non est, id est, in primo casu post Occalum Solis, in secundo ante hujus Ortum.

DE-

DEFINITIO 7.

§. 101. Quando Solis Lumen a Luna intercipitur, itaut in totum, aut pro parte, respectu Spectatoris cujuscunque in Tellure, Sol obtegatur, Sol dicitur *Eclipsim* pati. Proprie loquendo, hæc est *Eclipsis Telluris*, in cujus Superficiem cadit Lunæ Umbra, aut Penumbra.

DEFINITIO 8.

§. 102. *Lunæ Eclipsis* est Obscuratio Lunæ ex Umbra Telluris.

§. 103. Nunquam Solis *Eclipsis* observatur, nisi quando Novilunium celebratur. Nunquam Luna deliquium patitur, nisi in Plenilunio. Non tamen in singulis Syzygiis Luminaria deficiunt; quia Luna non in Plano Eclipticæ movetur, in quo semper dantur Sol & Tellus; quare propter Latitudinem Lunæ hujus Umbra in Novilunio sæpe Tellurem non tangit, & ipsa in Plenilunio ad latus Umbræ Telluris transit. Quando autem Lunæ Latitudo aut nulla, aut exigua est, id est, quando in Nodo, aut prope hunc versatur Luna in Syzygiis, *Eclipsis* observatur; in hoc casu in Ecliptica, aut parum ab hac distans apparet Luna; & inde Nomen suum habet hæc Linea, ut diximus.

§. 104. Ut quæ Lunæ *Eclipsim* spectant, clarius pateant, sit Lunæ Semita OO; (Tab. 3. Fig. 1.) Planum Eclipticæ RR; in hoc semper datur Centrum Umbræ Telluris; Nodus Orbitæ Lunæ est N. Si Umbra Telluris sit in A, non obscuratur Luna, quæ in F transit. Si minus a Nodo distet Luna in Plenilunio, ut in G, Umbra Telluris datur in B, & Luna pro parte obscuratur; hæc *Eclipsis* dicitur *Partialis*. Si, posita Umbra in D, plenilunium celebretur, in totum tenebris obtegatur Luna in I; in L in Umbram cadit, in H ex hac exit; & *Eclipsis* dicitur *Totalis*. *Centralis* vocatur *Eclipsis*, quando Centrum Lunæ transit per Centrum Umbræ, quod in ipso Nodo N tantum obtinet.

§. 105. De Telluris Umbra huc usque locuti sumus; quia quando de Tellure loquimur, cum hac conjunctam etiam intelligimus Atmosphæram. De Atmosphæræ Umbra proprie agitur in *Eclipsibus* Lunaribus; ipsius enim Telluris Umbra ad Lunam non pertingit.

§. 106. Sit T (Tab. 2. Fig. 8.) Tellus, Atmosphæra FDGGDF circumdata. Radii solares BD, BD Atmosphæram tangentes recta progrediuntur, & Atmosphæræ Umbram terminant, extra quam si Luna detur, immediate a Radiis solaribus illuminatur, non vero eodem modo: inter BD & BD illustratur. Radii, qui oblique Atmosphæram intrant, Refractionem patiuntur; & dum ad Tellurem accedunt, continuo in Medium densius atque densius penetrant; ideoque omnibus momentis inflectuntur, & per Curvas moventur. Si Radii EF, EF in Curvis FG, FG Tellurem tangentibus, per Atmosphæram penetrant: Omne Lumen inter EF, EF a Tellure intercipitur, & Radii GA, GA terminant Telluris Umbram. Lumen autem inter EF & BD ab Atmosphæ-

atmosphæra refractum, dispergitur inter GA & BD continuatas; & ultra A Mucronem Umbræ Telluris Lumina ab omnibus partibus accedentia confunduntur, sed recedendo a Tellure continuo debiliora sunt: itaut Umbra Atmosphære non sit Umbra perfecta, sed Lumen debile, quo Luna in Eclipsi visibilis est.

§. 107. Atmosphære Umbra est conica: quia Solis Diameter Atmosphære Diametrum, quæ vix a Telluris Diametro differt, superat; & Conus hic ad Martem non pertingit, ut ex Observationibus immediatis constat, & facile quoque ex eo deducitur, quod Umbræ Diameter, in Loco ubi ab Orbita Lunæ secatur, a Telluris Diametro vix quarta parte superatur.

§. 108. Ratiocinio simili illi, quo probavimus, Lunam in Atmosphære Umbram cadere, quando in Plenilunio Luna in Nodo, aut prope hunc datur, probatur Lunæ Umbram in Tellurem cadere in Novilunio, quando aut in Nodo, aut prope Nodum, Luna versatur; ideoque in hoc casu Solem Eclipsin pati; circa quam varia sunt notanda (1).

§. 109. Sit Sol S; (Tab. 2. Fig. 9.) Luna L: cadat hujus Umbra in Planum quodcunque in GH. Umbra hæc Penumbra circumdatur; nam ultra M & E Planum hoc ab integro Solis Hemisphærio illuminatur; ab M accedendo ad H, & ab E ad G, Lumen continuo minuitur, & in viciniis G & H Radii ab exigua tantum parte Superficie Solis ad Planum perveniunt (2).

DE-

(1) At cum Luna multo minor sit Terra, nunquam illius umbra totum telluris discum suis tenebris involvere poterit, sed exigua modo hujus pars obscurabitur: & Eclipses hæ erunt omnes partiales; eæque solum Telluris partes in tenebris erunt, Solemque deficere videbunt, quæ Lunari umbra fuerint occupatæ. Solis Eclipses dicuntur, quamquam improprie, cum Sol suam lucem illibatam retineat, & tantum telluris partes, quas Lunaris umbra tangit, lumine privantur.

(2) Quo clarius hæc intelligantur, ducatur recta APM lævum Solis latus, dextramque Lunæ partem contingens; item DQE dextrum Solis, & lævum Lunæ latus lambens, quæ priorem secet in R. Si manente puncto R immobili, recta RPM, vel RQE indefinite protensa, & Lunæ globum semper cootings, circa axem per R & L transeuntem convertatur, superficies conica EQPM indefinita generabitur, umbram perfectam QGHP includens, & spatium etiam MPHGQE, quod umbram circumambit. Hoc spatium Penumbra dicitur, quia non a toto Solis lumine illustratur, sed tantum ab aliqua ipsius parte, quæ ma-

ior est, vel minor, prout penumbre partes magis ab umbra sunt remotæ, aut ad illam magis accedunt. Penumbra siquidem non ejusdem ubique est claritatis; partes quippe ipsius prope G & H, conii umbrosi oras, sunt obscuriores, quam prope E & M penumbre terminos: illæ enim minori Solaris disci parte illustrantur, quam reliquæ ab axe conii magis remotæ. Spectator in I, vel F, dimidiam Solaris disci faciem spectabit, ut videre est ductis ab iisdem punctis per Lunæ oras Q & P rectis IPB, FQB, reliqua disci parte a Luna obtecta. In Solari itaque Eclipsi erunt tractus telluris Lunæ penumbra occupati, erunt & alii in umbram immersi, si scil. Telluris distantia a Luna minor sit umbræ lunaris altitudine: igitur quæ loca telluris occupantur ab umbra, ea Sol omnino latet, eritque eorum respectu totale Solis deliquium; sed quæ loca transit penumbra, Sol pro parte larebit, pro reliqua conspicuus erit, diciturque ea Solis defectio tantum partialis Eclipsis; quæ quidem major, vel minor erit, prout ea loca ad umbram magis, vel minus accedant.

DEFINITIO 9.

§. 110. Lux hæc imminuta, qua ab omni parte Umbra G H circumdatur, vocatur *Penumbra*.

§. 111. Simili *Penumbra* Telluris Umbra in Eclipsi Lunari circumdatur. Sed hæc tantum in viciniis Umbra sensibilis est, & ideo exiguam habet Latitudinem; integra autem potest observari a Spectatore posito in Plano, in quod Umbra cadit, qui casus in Eclipsi Solari existat. Spectator in I aut F Semidiametrum Solis tantum videre potest, reliquum Diametri a Luna tegitur; & ab M progrediendo H versus, Sol a Luna continuo magis ac magis obtegatur, donec in ipsa Umbra plane invisibilis sit (1).

§. 112. Ex hisce sequitur Solarem dari Eclipsim, licet Lunæ Umbra Tellurem non tangat, si modo *Penumbra* ad hujus Superficiem perveniat.

Etiam non in omnibus Locis, in quibus Sol visibilis est, Eclipsim observari; & in Locis, in quibus observatur, diversam esse, prout Umbra, aut pars varia *Penumbrae*, per Locum transit.

Lunæ Eclipsis vero ubique eadem est, ubi Luna, durante Eclipsi, visibilis est.

Quando Umbra ipsa Lunæ in Tellurem cadit, *Totalis* dicitur Solis Eclipsis; si *Penumbra* tantum pertingat ad Tellurem, *Partialis* dicitur, illudque in genere considerando Eclipsim.

Quantum autem ad Loca peculiariora, *Totalis* dicitur in illis Locis, per quæ Umbra transit; *Centralis* in illis, per quæ Centrum Umbrae transit, id est, in quibus Centrum Lunæ tegit Solis Centrum; tandem *Partialis* dicitur, ubi *Penumbra* tantum transit. Vide Fig. 10. Tab. 2.

§. 113. Quo Umbra GH (Tab. 2. Fig. 9.) latior est, eo in pluribus Locis Eclipsis totalis est, & diutius Sol in totum obscuratur. Diversa vero est hæc Umbrae Latitudo, pro varia Lunæ a Tellure, & hujus a Sole, distantia.

§. 114. Si Solis Eclipsis detur, posita Tellure in Perihelio, & Luna in Apogeo, id est, ad distantiam a Tellure maximam, Umbra Lunæ ad Tellurem non pertingit, & Luna integrum Solem non obtegatur; Annularis talis dicitur Eclipsis; qualem in Figura 11. Tab. 2. exhibemus.

CA-

(1) Cum telluris umbra simili penumbra undique circumdatur, Luna nequit ad ejus umbram pertingere, nisi prius penumbram subeat. Hinc intelligitur cur ingruente Eclipsis tempore, Luna expallere incipiat; magis

autem magisque palleat, prout ad interiores penumbrae partes magis accedit, donec ad umbram cum tandem devenerit, penitus obscuratur; pallor enim oritur ex penumbra, obscuratio vero ab umbra.

CAPUT VII.

De Phænomenis ex Motu Solis, Planetarum, & Lune circa Axes.

§. 115. **S**olis Motus circa Axem sensibilis est ex **Maculis**, quæ in Solis superficie sæpissime observantur: hæ singulis Diebus Situm & Figuram mutare, & nunc *celerius*, nunc tardius ferri videntur, quæ omnia ex Motu Superficiæ sphæricæ facile deducuntur: & Sol, qui si tali Motu non agitaretur, semel tantum in integro Anno totam Superficiem Telluri successive obverteret, nunc illam integram, in minori quam unius Mensis spatio, Terricolis videndam præbet.

Similia sunt Phænomena ex Rotatione Jovis, Martis, & Veneris, circa Axes, qui Motus, ex Maculis in Planetarum Superficiebus, sensibiles sunt. Conferantur ea, quæ ad §. 24. sunt adnotata.

§. 116. Dum Tellus circa Axem rotatur, Spectator, qui transfertur, se quiescere, omnia vero Corpora cælestia moveri, imaginatur. Confer quæ in Physicæ Elementis ad §. 997. adnotavimus.

DEFINITIO 1.

§. 117. Puncta in Sphæra Stellarum fixarum, in quibus Axis Telluris ab utraque parte continuatus pertingit, vocantur *Poli Mundi*; idemque axis continuatus, *axis Mundi* appellatur.

DEFINITIO 2.

§. 118. Motus apparens ex Motu Telluris circa Axem, vocatur *Motus diurnus*.

DEFINITIO 3.

§. 119. Concipitur Planum per Centrum Telluris transiens, ad hujus Axem perpendiculare, quaquaversum continuatum, & Circulus, in quo Sphæram Stellarum fixarum secatur, vocatur *Æquator cælestis*.

In Motu Telluris circa Solem movetur Æquator, sed cum Planum hujus Circuli Motu parallelo feratur, Æquator cælestis non mutatur (1).

DE-

(1) Quemadmodum per *secundarios* ita Æquator suos habet *secundarios*. Eclipticæ, quodvis in Cælo punctum Per Æquatoris, seu Mundi polos, & ad eandem Eclipticam potest referri, datum sydas hi circuli transeunt, Æqua-

DEFINITIO. 4.

§. 120. Circuli, quorum Plana per Axem Telluris transeunt, vocantur *Meridiani*. Omnes per Polos Mundi transeunt, & ad Æquatorem perpendiculares sunt.

DEFINITIO. 5.

§. 121. Arcus Meridiani cujuscunque, inter Æquatorem & Sidus interceptus, vocatur *Declinatio Sideris*, suntque adeo Meridiani Æquatoris secundarii.

§. 122. Sit in tellure T (Tab. 3. Fig. 2.) Spectator, qui visum dirigit per TA; post aliquod Tempus, ubi Linea TA Motu Telluris translata, erit in Ta, si per eandem Lineam visum Spectator dirigat, Corpus A translatum apparebit per Arcum aA; ubi vero Linea ad pristinum situm TA redierit, Corpus integram Revolutionem peregrisse videbitur. Si autem visum per Telluris Axem dirigat Spectator, quia dum Tellus rotatur, quiescit Axis, Corpus, quod in hoc videtur, non translatum apparebit; ideo in Polis Mundi Motus diurnus non observatur. Corpora autem in horum viciniis circa Polos rotari clarum est, & Corpus Motu diurno Circulum eo majorem describere circa Polum immobilem, quo magis ab hoc distat. Ideo tota Sphæra Stellarum fixarum circa Axem, Telluris continuatum rotari videtur in eo Tempore, in quo Tellus revera circa Axem rotatur. Motus ergo diurnus communis est omnibus Corporibus cælestibus, nisi quatenus turbatur Motibus antea memoratis (1).

§. 123.

Æquatorem idcirco ad angulos rectos intersecantes, Arcus Æquatoris inter initium Arietis, & punctum intersectionis *Secundarii* per datum sidus transeuntis, dicitur ejus sideris *ascensio recta*. Ejusdem vero *declinatio* est arcus *Secundarii* stellam inter & Æquatorem interceptus; estque *borealis*, vel *australis*, prout versus hunc, vel illum polum Stella declinat. Secundariorum Æquatoris sunt præcipui duo *Coluri* communiter dicti; quorum alter puncta *Equinoctialia* transiens *Colurus Æquinoctiorum* dicitur; alter priorem ad angulos rectos secans, & per *Eclipticam*, & Æquatoris polos transiens dicitur *Colurus Solstitialium*, quod scilicet *Eclipticæ* occurrit in pun-

ctis *Solstitialibus*, quæ ab Æquatore sunt remotissima.

(1) Cum Spectator in Telluris motu circa suum axem sibi quiescere videatur, corpora vero cælestia, ad quæ attendit, moveri, clare liquet, ubi linea TA in situm Ta pervenit, corpus A per arcum aA motum fuisse sibi appariturum, scil. versus plagam contrariam ei, qua Tellus movetur. Cumque tellus ab occasu in ortum 24 Horarum spatio circa axem suum revolvatur, sequitur universam Stellarum fixarum sphaeram, seu Firmamentum, & in eo contenta quæque corpora ab ortu in occasum eodem temporis intervallo moveri apparere, præscindendo sc. ab omni alio motu, quo Astra con-

traria

§. 123. Æquator ab utroque Polo æqualiter distat, & dividit Cælum in duo Hemisphæria, quorum Puncta media sunt Poli Mundi; qui ergo a singulis Punctis Æquatores æqualiter distant; Corpora idcirco cælestia, quæ sunt in Æquatore, Motu diurno ipsum Æquatorem describere videntur, Circulum omnium maximum, qui Motu diurno describi potest; reliqua Corpora Circulos Æquatori parallelos describunt.

§. 124. Axis Telluris ad Planum Eclipticæ inclinatur, & efficit Angulum 66 gr. 31'; distant ideo Poli Mundi a Polis Eclipticæ Gradibus 23. 29'; & Angulum 23. gr. 29'. cum Plano Eclipticæ efficit Planum Æquatoris (1). Planum utrumque per Telluris Centrum transit; cum autem hoc pro Centro Sphæræ Stellarum fixarum haberi possit, sequitur Æquatorem & Lineam Eclipticam esse Circulos majores, qui ad se mutuo inclinantur, & sese mutuo secant in duobus Punctis oppositis, principio Arietis, & principio Libræ; quæ Puncta in via Solis hisce intersectionibus determinantur.

§. 125. Quando Sol est in illis Punctis, Motu diurno Æquatorem describere videtur. Dum Motu suo apparenti in Ecliptica transfertur, continuo magis ac magis ab Æquatore recedit, augeturque hujus Declinatio, & Circulos de die in diem minores describit, donec ad distantiam maximam ab Æquatore pervenerit, quæ est 23. gr. 29'; deinde iterum ad Æquatorem accedit, hanc prætergreditur, etiam ad 23. gr. 29', ad Polum oppositum accedens.

DE.

traria ratione, ab occasu sc. in ortum, ferri possunt. Id revolutionis tempus dicitur *dies Æquinoctialis*, quod scilicet labitur, donec punctum aliquod Æquatoris, vel ejus paralleli a Meridiano profectum, ad eundem Meridianum redit. Dies hic semper idem est & constans, eodemque 24 horarum intervallo semper absolvitur; & quemadmodum 360. Æquatoris gradus a dato quovis in eo puncto 24 horis percurruntur, ita 15 ejusdem gradus unius horæ intervallo absolventur, & unus Æquatoris gradus quatuor horæ minutis primis, 15 minuta prima Æquatoris unico horæ minuto.

(1) Angulus 23. 29', quem Eclipticæ plani cum plano Æquatoris constituit, maximam notat ejusdem Eclipticæ declinationem. Coluri Solstitiorum arcu, inter ea duo plana intercepto, dimetiendam. Eam unanimiter omnes modo Astronomi post Cl. de la Hire observationes prope Æquatorem habitas, usurpant, constantemque & invariabilem habent. At Veteribus, Recentioribusque Astronomis alia fuit ejusdem declinationis

mensura; Pytheas eam posuit grad. 23. 52. 41", Eratosthenes, Hipparchus, & Ptolomæus 23. 51' 20", Copernicus 23. 28' 30", Ticho 23. 30' 22". Keplerus 23. 30' 30", Gassendus 23. 31'. Ricciolus & Hevelius 23. 30' 20". Suspicati sunt plures, iique celeberrimi Astronomi, veluti Copernicus, Ticho, Bullialdus, & alique, Eclipticæ declinationem variabilem esse, & inter ceteros nostro tempore Hugenius de Louville in Actis Eruditorum An. 1719. operose adstruit Eclipticæ obliquitatem singulis seculis uno minuto primo decrescere: idipsum existimasse Ægyptios auctor est Herodotus, ex quorum traditione refert Eclipticam ad circulum Æquinoctialem fuisse quondam perpendicularem, atque adeo per Mundi Polos transisse. At obscurissima, & valde incerta hæc sunt, de quibus futuri seculi fortasse quidpiam statuere licebit; & interim præstat Eclipticæ declinationem constantem habere cum ceteris Astronomis, scil. grad. 23. 29'.

DEFINITIO 6.

§. 126. Circuli a Sole Motu diurno descripti, ab Æquatore maxime distantes, id est 23. gr. 29', vocantur *Tropici*.

Unus tangit Lineam Ecclipticam in primo gradu Cancrī, & dicitur *Tropicus Cancrī*; alter *Tropicus Capricorni* nominatus, per primum Punctum Signi Capricorni transit, ibique Ecclipticam Lineam tangit.

DEFINITIO 7.

§. 127. Polus Mundi Tropico Cancrī vicinus, vocatur *Polus Arcticus*, & *Septentrionalis*; oppositus *Antarcticus* nuncupatur, etiam *Australis*.

DEFINITIO 8.

§. 128. Circuli a Polis Ecclipticæ Motu diurno descripti, id est, a Polis Mundi 23. gr. 29'. distantes, nominantur *Circuli Polares*.

Circulus Polaris Arcticus dicitur, qui Polum Arcticum circumdat; a Polo Antartico alter nomen suum mutuatur.

§. 129. Superest Lunæ Motus circa Axem, cujus Effectus est, quod eadem Lunæ Facies in perpetuum Telluris obvertatur.

Sit Luna in N (*Tab. 2. Fig. 7.*), Facies Telluri obversa est *mni*; si Luna circa Axem non rotaretur, & singula Puncta per Lineas parallelas translata forent, Linea *mi* coincideret cum Linea *ln* in situ Lunæ in B, & Hemisphærium memoratum *mni* daretur in *lmn*; sed quia dum Luna quartam partem Orbitæ describit, etiam quartam partem Revolutionis circa Axem peragit, Facies, quæ daretur in *lmn*, nunc datur in *mni*, id est, iterum Telluri obversa. Eodem modo probatur hanc eandem Faciem *mni*, in situ Lunæ in P, Spectatori in Tellure esse conspicuam, & in E etiam Telluri obverti: ut & in omnibus aliis Punctis Orbitæ Lunæ. Continuo illa pars Faciei Lunæ, quæ hujus Motu in Orbita a Tellure avertitur, Motu ejusdem circa Axem huic obvertitur.

§. 130. Cum vero Motus circa Axem sit æquabilis, & in Orbita celeritate inæquali Luna feratur, contingit, versante Luna in Perigeo, id est, ad distantiam minimam a Tellure, ubi celerrime in orbita movetur, partem Superficiei, quæ ex Motu in Orbita, & Tellure avertitur, non totam ex Motu circa Axem huic obverti; ideo pars Superficiei Lunæ antea non visa, ad latus detegitur; quæ, ubi Luna pervenit ad Apogæum, iterum invisibilis est.

§. 131. Hac de causa Luna Motu quodam liberatorio agitata videtur.

§. 132. Alius etiam in Luna observatur Motus libratorius. Siquidem Axis Lunæ ad Planum Orbitæ non est perpendicularis, sed paululum ad hoc inclinatur: Axis in Moto suo circa Tellurem Parallelismum servat, ut de Planetis primariis dictum, idcirco Situm suum mutat respectu Spectatoris in Tellure, cui nunc
unus,

unus, deinde alter Lunæ Polus visibilis est: unde hæc motu quodam vibratorio agitata videtur.

C A P U T VIII.

De Phænomenis Telluris Superficiem, & peculiare bujus Partes, spectantibus.

§. 133. **P**hænomena cælestia huc usque examinata explicavimus, Spectatorem considerando agitatum Motibus, quibus Tellus revera agitur. Illum nunc Superficiæ Telluris impositum, & per varias hujus partes translatum consideramus.

§. 134. Phænomenon primum hic notandum est, ex interposita Tellure, dimidium Cælorum visum fugere Spectatoris positi in illius Superficie.

D E F I N I T I O 1.

§. 135. Circulus in Cælis, qui separat partem visibilem ab invisibili, quando Radii inæqualitatibus in Telluris Superficie non intercipiuntur, vocatur *Horizon*.

Cum Altitudo, ad quam Spectator supra Telluris Superficiem possit attolli, admodum exigua sit, relata ad Telluris Semidiametrum, Oculus Spectatoris potest haberi pro posito in ipsa Superficie.

Sit Tellus *T* (*Tab. 3. Fig. 4.*); Spectator in *S*; *PEpe* Sphæra Stellarum fixarum; si per *S* concipiatur Planum *HH* Tellurem tangens, erit hoc Horizontis Planum, cujus sectio cum Sphæra Stellarum fixarum est *Horizon*. Per Centrum Telluris concipitur Planum *bb*, ad *HH* parallelum; Distantia *bH* insensibilis est, propter immensam Stellarum fixarum distantiam; potest ideo hujus Plani sectio cum Sphæra memorata pro Horizonte *HH* usurpari (1).

D E F I N I T I O 2.

§. 136. Adscensus Siderum supra Horizontem, vocatur *horum Ortus*.

D E F I N I T I O 3.

§. 137. Descensus infra Horizontem dicitur Siderum *Occasus*.
DE

(1) Accurate loquendo duplex distinguendum debet *Horizon*, prior scilicet *HH* *physicus* & *sensibilis* dictus, quod reapse sensibilem & conspicuam Cæli Partem ab inconspicua determinet; alter, ut *bb*, *Astronomicus* & *Rationalis* dicitur, quod scilicet ab Astronomis sola mente, non sensu concipiatur. Hic cum per centrum sphæ-

ræ Cælestis transeat, circulus est in ea maximus, eamque in duas æquales partes, seu duo hemisphæria dispescit. At *horizon sensibilis* per centrum non transiens in duo inæqualia segmenta sphæram dividit, quæ tamen, ut alibi etiam observatum est, physice æqualia haberi possunt.

DEFINITIO 4.

§. 138. Si per Centrum Telluris, & Spectatorem concipiamus Lineam, quæ necessario Horizonti perpendicularis est, inter Stellas fixas pertinget in Puncto Z, quod vocatur *Zenit*,

DEFINITIO 5.

§. 139. Punctum huic oppositum N vocatur *Nadir* (1).

DEFINITIO 6.

§. 140. Sectio Plani Meridiani per Spectatorem transeuntis cum Horizonte, vocatur *Linea Meridiana* (2); eaque a Septentrione ad Austrum dirigitur.

DEFINITIO 7.

§. 141. *Pars Cælorum Orientalis* dicitur illa, ad quam Corpora cælestia supra Horizontem ascendere videmus. Opposita Cæli pars, in qua infra Horizontem eadem Corpora descendunt, dicitur *Occidentalis*.

Hæ duæ partes linea Meridiana separantur, quam ad utramque partem ad Cælum usque in Plano Horizontis continuatam concipimus.

§. 142. *Punctum Orientis* illud est, in quo Perpendicularis ad lineam Meridianam, partem Orientalem versus per Spectatorem ducta, Sphæram Stellarum fixarum secat.

DEFINITIO 8.

§. 143. Punctum huic oppositum vocatur *Punctum Occidentis*,
Musschenbr. Phys. Tom. II. T DE.

(1) Sunt adeo duo hæc puncta Z & N horisontis poli, & iure *puncta verticalia* appellantur, quod vertici, & pedibus Spectatoris perpendiculariter immincant. Hæc cum ad singulos Spectatoris incessus mutantur, patet utrumque horisontem fixum & immobilem circulum non esse, sed variabilem.

(2) Hujus lineæ insignis usus est in Astronomia, Geographia, Gnomonica: invenitur facillime erigendo ex dato Plani horizontalis puncto perpendicularem stylum, seu gnomonem, cujus radici, seu puncto apici directe subiecto, ut centro, describatur circuli circumferentia, in qua punctum notetur, quod ante Meridiem apicis umbra attingit. Rursus post Meridiem si-

milis observatio fiat, signeturque ejusdem circumferentiæ punctum ad quod apicis umbra pervenit. Interjectum inter hæc puncta circumferentiæ arcus bifariam dividatur, & per id bisectionis punctum, & circuli centrum recta linea ducatur: hæc erit quaesita Meridiana. Nam cum apicis umbra ante & post Meridiem eam circumferentiam attingat, Soles eisdem temporibus a Meridiano æqualiter distat: linea ergo per centrum circuli, & ad medium punctum ducta in Meridiano plano esse debet; sed ex hypothesi est etiam in horisonte; ergo communis erit eorundem planorum sectio. Quovis anni tempore, dum gnomonis umbra in ea linea versatur, præcise in eo loco sit Meridies.

DEFINITIO 9.

§. 144. *Amplitudo* alicujus sideris est Arcus Horizontis inter Punctum Orientis, aut Occidentis, & Punctum, in quo Sidus oritur, aut occidit, interceptus. Prima dicitur *Ortiva*, altera *Occidua*: utraque est aut septentrionalis, aut meridionalis; prout ad septentrionale aut meridionale hemisphærium spectat.

DEFINITIO 10.

§. 145. *Altitudo Sideris supra Horizontem* vocatur Arcus Circuli perpendicularis ad Horizontem, in cujus Centro est Spectator, inter Horizontem & Sidus interceptus.

§. 146. Quando agitur de corporibus remotis, *Altitudo sensibiliter* non differt, sive Spectator detur in Superficie Telluris, sive in hujus Centro. Corpora minus distantia altiora apparent, posito Spectatore in Centro.

DEFINITIO 11.

§. 147. *Differentia Altitudinis Sideris*, pro diverso situ Spectatoris, in Centro, aut in Superficie Telluris, vocatur *Sideris Parallaxis* (1).

§. 148.

(1) Siderum parallaxim jejune nimis hic Auctori indicatam præstat apposito schemate paulo fusius in Tironum gratiam explicare. Sit (Fig. 2. Tab. 4. Astron.) T. Telluris centrum, quod & Sphæræ Cælestis centrum etiam supponimus: A sit oculus Spectatoris in terræ superficie, ejusque vertex seu Zenit P: circulus PHI referat Cælum Stellatum, linea AED horizontem sensibilem, TI rationalem. In horizontali linea AD jaceat sidus C, quod si ab oculo Q inspiciatur, ad punctum D Cæli stellati in eadem horizontali linea refertur, qui locus ejus *apparens* dicitur. Quod si idem sidus e Telluris centro T spectetur, in G apparebit, arcu DG supra horizontem elevatum, qui dicitur ejusdem sideris *locus verus*; & arcus GD differentia inter locum verum & visum, dicitur *Parallaxis Altitudinis*, & simpliciter *Parallaxis* ejus sideris.

Quod si idem sidus supra horizontem altius elevatur, puta ex C in M venerit, ejus locus verus a telluris centro visus est O; visus vero a superficiæ puncto A est H, & parallaxis est arcus OH, qui arcu GD minor est. Hinc patet sideris in horizonte existentis parallaxim esse omnium maximam; quo altius attollitur sidus, eo minorem fieri

parallaxim, donec cum ad verticem sidus pervenerit, nulla illa sit; si quidem cum in Q datur phænomenon, id tam ex A, quam ex T conspectum, in eadem recta TP videtur, nullaque tum est differentia inter locum verum & visum.

Quo remotus fuerit a Terra sidus, eo minor fit ejus Parallaxis, ita sideris E e tellure longius remoti parallaxis DG sideris C minus a tellure distantis: item sideris N parallaxis est OL minor parallaxi OH prioris sideris M.

Ex dictis liquet parallaxim esse differentiam inter distantiam sideris a centro telluris visi a vertice, & eam quæ ab eodem vertice datur, dum a telluris superficie conspicitur, ita OL est differentia inter arcum PO & PL; GT est differentia inter arcum PG, & PD.

Distantiam sideris N a centro T conspecti, a vertice P, metitur angulus PTN, distantiam vero apparentem ex telluris superficiæ puncto A scilicet arcum PL, metitur angulus PAL. Horum angulorum differentia est angulus TNA; ob angulum externum PAL duobus internis ATN, ANT, per 32. l. 1., æqualem. Hic ergo angulus ANT, vel ad verticem opposi-

§. 148. Solius Lunæ Parallaxis Observationibus determinatur, quæ, Luna in horizonte existente, gradui & amplius æquatur: reliquorum Corporum Siftematis Planetarii distantia animæ sunt, ut cum Semidiametro Telluris conferantur; & parallaxis pendet a ratione, quam Semi-diameter Telluris ad distantiam Planetæ habet; idcirco ipsius Martis in oppositione cum Sole Parallaxis observationes subtilissimas effugit.

§. 149. Ubi Parallaxis datur, adscensu corporis supra Horizontem minuitur, & in Zenit nulla est.

§. 150. Altitudo apparens Siderum mutatur etiam ex alia causa, quæ respectu omnium corporum cælestium indiscriminatim locum habet. Ex Atmosphæræ refractione radii inflectuntur, & Sidera altiora apparent; quo tamen altiora sunt, eo minor est hæc Inflexio, quia radii minus oblique in Atmosphæræ superficiem incidunt. In Zenit refractione nulla est, etiam ad distantiam viginti, aut triginta graduum a Zenit sensibilis non est.

Cum ex hac Refractione Sidera attollantur, visibilia sunt antequam ad Horizontem perveniant. Conferantur ea, quæ cap. 28. §. 877. in his Physicæ Elementis dicta sunt.

T 1

§. 151.

positus ONL parallaxim metitur, qui idcirco & *parallaxis*, & *angulus parallaxicus* etiam appellatur.

Est autem hic angulus parallaxicus ubique ille, sub quo Terræ semidiameter per observatoris locum ducta e sidere videretur: hinc ubi ea semidiameter directe videtur, ut cum in horizontali linea AD reperitur sidus, is angulus est maximus; nullus vero est, cum sidus in vertice reperitur, & ascendendo ab horizonte ad verticem perpetuo minuitur secundum hanc rationem, ut *sinus parallaxis sit ad sinum distantiaæ sideris a vertice, in constanti ratione semidiametri telluris ad sideris distantiam ab ejusdem telluris centro*. Siquidem, per notissimum Trigonometriæ theorema, in triangulo ANT est sinus anguli ANT ad sinum anguli NAT, seu NAP, ut AT ad TN, scilicet, in constanti ratione semidiametri telluris ad sideris distantiam ab ejusdem centro.

Hinc facile colligitur sinum parallaxis sideris, puta in C, ad sinum parallaxis ejusdem in M esse, ut sinus anguli PAC ad sinum anguli PAM: quamobrem si detur sideris parallaxis in aliqua ejus a vertice distantia, puta in horizonte existentis, dabitur quoque ejusdem parallaxis in alia

quacumque ab eodem vertice distantia.

Colligitur etiam, data sideris alicujus a Telluris centro distantia, dari etiam ejus parallaxim, & vice versa data sideris parallaxi, dari quoque ejusdem a Telluris centro distantiam, Nam in triangulo AET reſtangolo in A ex datis semidiametro telluris TA, & ET distantia sideris, inveniuntur per trigonometriam angulus AET parallaxis sideris horizontalis. Et vicissim in eodem triangulo dato angulo AET, angulo recto in A, & semidiametro telluris AT, datur quoque distantia sideris TE, tum AE.

Hinc tandem liquet parallaxis quantitatem dependere a ratione, quam semidiameter telluris habet ad Phænomeni vel sideris distantiam; quæ ratio cum exiguissima sit, & respectu fixarum fere infinitesima, nil mirum si earum parallaxis nullis sensibilibus & accuratis mensuris possit definiri. Si stella longius 15000 semidiametris terrestribus a telluris centro absit, ejus parallaxis etiam horizontalis insensibilis erit; etenim si ET sit ad TA, seu radius ad sinum anguli TEA, sit ut 15000 ad 1, inveniatur angulus TEA minor scrupulis secundis 15, qui tam exiguus est, ut nullis instrumentis possit observari.

§. 151. Hæc omnia generaliter Telluris superficiem spectant; hujus variæ partes nunc sunt examinandæ: determinantur hæc referendo ad Tellurem varios Circulos, quos in Cælis antea consideravimus. Ad Tellurem referuntur Æquator, Meridiani, Tropici, Circuli Polares: quibus Circulis Telluris Superficies dividitur, ut Circulis in Cælis Sphæra Stellarum fixarum. Et Circuli hi ita sibi mutuo respondent, ut ducta Linea ex centro Telluris ad Circulum in Cælis, hæc per Circulum respondentem in Tellure transeat. Si Poli fuerint P, p ; (*Tab. 3. Fig. 9.*) Æquator erit Eo ; Tropici TT, tt ; Circuli Polares AA, aa .

DEFINITIO 12.

§. 152. *Meridianus Loci* dicitur ille, qui per Locum ipsum & terræ polos transit.

Hujus Planum ad Horizontem est perpendiculare; quia per centrum Telluris & Spectatorem transit (1). Linea Meridiana in Loco quocunque ducta est pars Meridiani Loci.

DEFINITIO 13.

§. 153. *Latitudo Loci* est hujus distantia ab Æquatore, id est, Arcus Meridiani interceptus inter Locum & Æquatorem.

DEFINITIO 14.

§. 154. *Circuli paralleli ad Æquatorem*, vocantur *Circuli Latitudinis*; ut Bb . (*Tab. 3. Fig. 9.*)

Determinata Latitudine Loci, determinatur Circulus Latitudinis, qui per Locum transit. Ut autem situs variorum Locorum inter se conferantur, in singulis Circulis Loca notanda sunt; quod fit concipiendo Meridianum per Locum quemcunque notabilem transeuntem, qui, sectione sua, in singulis Circulis Latitudinis, Punctum determinat, a quo distantia locorum mensurantur.

DEFINITIO 15.

§. 155. *Meridianus memoratus*, ad arbitrium sumtus, vocatur *Primus Meridianus* (2).

DE-

(1) Qui a Borea versus Austrum, vel vicissim, in Superficie terrestri incedunt, eundem habent omnes Meridianum, ut patet; at cum indefinenter eo in incessu locorum vertices ad diversa ejusdem meridiani circumferentia puncta referantur, eadem loca diversos habere debent horizontes, diversis scilicet verticalibus punctis, quæ eorundem Horizontalium circulorum sunt poli, respondententes. At incedenti-

bus ex ortu in occasum, vel vicissim, ad singulos incessus cum meridiani, tum horizontes perpetuo mutantur, ut consideranti facile patet.

(2) Hunc Auctores varii pro libitu quisque suo varium statuerunt; sed communiter modo a Geographis præsertim Gallis primus Meridianus definitus est transire per insulam Ferri ex Canariis, Palmæ insulæ versus Occidentem proximam.

DEFINITIO 16.

§. 156. Distantia Loci a primo Meridiano, in Circulo Latitudinis Locis, vel Æquatoris mensurata, vocatur *Loci Longitudo*.

§. 157. Astronomi omnia referunt ad Meridianum Loci, in quo Observationes suas instituunt.

§. 158. In explicandis Phænomenis, quæ varias Telluris Superficiæ partes spectant, considerabimus spectatorem a Polo Æquatoris versus incedentem; solumque Motum diurnum primo considerabimus.

§. 159. Quando Spectator in ipso Polo Telluris T datur in S, (Tab. 3. Fig. 3.) cum Horizonte coincidit Æquator cælestis Ee, & Polus Mundi P est in Zenit; in hoc casu, quia Circuli ad Horizontem paralleli, etiam ad Æquatorem paralleli sunt, omnia corpora cælestia motu parallelo ad Horizontem moveri videntur in Circulis, qui repræsentantur per lineas Aa, Bb. Corpora cælestia in Hemisphærio EPe nunquam occidunt; reliqua nunquam videntur. Horizon in hoc situ dicitur *parallelus*, aut *Sphæra parallela* (1).

§. 160. Si spectator in Tellure T (Tab. 3. Fig. 4.) a Polo recedat, & detur in S, Horizon dicitur *obliquus*, aut *Sphæra obliqua*; Axis Pp nunc inclinatur ad Horizontem bb, eo magis, quo Spectator magis a Polo removetur.

DEFINITIO 17.

§. 161. Angulus, quem Axis Telluris cum Horizonte efficit, vocatur *Altitudo Poli*.

Hæc Poli Altitudo æqualis est Latitudini. Altitudo Poli est Angulus PTh, cujus mensura est Arcus Meridiani Ph; Latitudo mensuratur Arcu, qui in Tellure respondet Arcui ZE in Cælis. Hic autem æqualis est Arcui Ph; utriusque enim complementum ad quadrantem Circuli est Arcus ZP.

§. 162. In hoc situ Spectatoris, quia Æquator ad Horizontem inclinatur, omnia corpora cælestia in Circulis ad Horizontem inclinatis, Lineis Aa, Bb, repræsentatis, Motu diurno feruntur.

Quædam Corpora cælestia in singulis Telluris Revolutionibus oriuntur, & occidunt, illa nempe, quæ dantur inter parallelos ad

T 3

Æqua-

(1) Cum in hac Sphæræ positione Æquator plane congruat cum horizonte, sex Zodiaci signa, quæ sunt in hemisphærio poli conspicui perpetuo supra horizontem manebunt, & sex reliqua perpetuo infra horizontem: hinc quandiu Sol in sex illis prioribus signis versatur, tandiu supra horizontem nobis conspicuus erit; infra illum vero latebit, quamdiu per reliqua sex a-

bripietur. Erit ergo hanc Sphæræ positionem incolentibus una tantum dies, unaque nox, utraque nimirum sex mensium. Maxima Solis altitudo supra horizontem 23. grad. & min. 30. non excedit; tantundem infra horizontem deprimi potest; tanta siquidem est Solis ab Æquatore, qui cum horizonte congruit, declinatio.

Æquatorem Bb & bi ; quia omnes paralleli inter hos Horizonte secantur.

Plana Æquatoris & Horizontis per Telluris centrum transeunt; hi circuli ideo sese mutuo secant in duas partes æquales, & dimidium Æquatoris supra Horizontem datur; idcirco Corpora cælestia, quæ in Æquatore sunt, per semi-revolutionem Telluris circa Axem, supra Horizontem versantur; & propter æquabilitatem Motus circa Axem, per æquale Tempus invisibilia sunt.

Hæc etiam in puncto Orientis oriuntur; & in puncto Occidentis infra Horizontem cadunt; nam Sectio Planorum Æquatoris, & Horizontis perpendicularis est ad Planum perpendiculare ad ambo illa Plana; hoc autem est Planum Meridiani Loci; quare sectio memorata ad Lineam Meridianam normalis est; ideoque per puncta Orientis & occidentis transit.

Corpora inter Æquatorem & parallelum Bb , qui Horizontem tangit, ut in Circulo Aa , diutius supra Horizontem, quam infra Horizontem versantur; & differentia hæc est eo major, quo magis Circulus, ut Aa , ad Polum, qui supra Horizontem datur, accedit; contra, ex accessu corporis ad Polum oppositum, minuitur mora supra Horizontem.

Inæqualitas hæc inter moram corporis supra Horizontem & moram infra Horizontem augetur cum aucta altitudine Poli, propter diminutionem anguli ab Æquatore & ejus parallelis cum Horizonte effecti.

Corpora, quorum distantia a Polo æqualis est hujus Altitudini, nunquam occidunt; talis enim est distantia Circuli Bb , qui Horizontem tangit, & cujus pars nulla infra Horizontem pervenit. Corpora, a Polo minus distantia, ne quidem ad Horizontem pertingunt.

Simili ratiocinio patet corpora, quorum distantia a Polo opposito non superat altitudinem Poli, nunquam supra Horizontem ascendere, & semper invisibilia esse.

Per Zenit Z transeunt corpora, quorum distantia EZ ab Æquatore æqualis est altitudini Poli; æqualis enim EZ est Latitudini Loci, cui æqualis Poli altitudo.

§. 163. Quando spectator S (*Tab. 3. Fig. 5.*) a Polo quantum potest recessit, ad Æquatorem pervenit, cujus puncta æqualiter ab utroque Polo distant, tunc Axis Pp in Horizonte datur, cum quo Æquator angulum rectum efficit; quare *Horizon* dicitur *rectus*, aut *Sphæra recta*.

Horizon in duas partes æquales secat omnes Circulos parallelos ad Æquatorem, qui per Lineas Aa , Bb repræsentantur; ideo omnia Corpora cælestia, singulis Telluris Revolutionibus ad horizontem perpendiculariter oriuntur, & occidunt, & per tempora æqualia visibilia sunt, & latent; ideoque perpetuum erit æquinoctium.

Ipsæ Æquator per Zenit transit; ideoque omnia corpora, quæ in hoc dantur, singulis diebus ad Zenit accedunt.

§. 164. Si, quæ de Motu diurno explicavimus, ad corpora applicentur, de quorum aliis motibus apparentibus antea a-

sum,

Etiam, facile determinantur Phænomena ex motibus conjunctis.

Quæ Solem spectant, ceteris notabiliora sunt, & ideo peculiariter explicanda.

DEFINITIO 18.

§. 165. *Dies Naturalis* vocatur Tempus lapsum inter recessum Solis a Meridiano Loci, & accessum sequentem ad eundem Meridianum.

Dies hic differt a Tempore Revolutionis Telluris circa Axem, seu a die æquinoctiali; quæ Tempora æqualia forent, si immobilis inter Stellas fixas appareret Sol; sed dum motu diurno, in Tempore unius revolutionis Telluris circa Axem, Sol circumfertur ab Oriente in Occidentem, id est, in antecedentia, motu contrario in Ecliptica movetur, & hac de causa tardius ad Meridianum pertingit.

§. 166. Cum autem non singulis diebus Sol spatium æquale percurrat in Ecliptica, ob diversam indefinenter ejus velocitatem majorem semper in Telluris perihelio, minorem in aphelio, non æqualiter singuli dies naturales excedunt revolutionem Telluris circa Axem, ideoque dies hi sunt inæquales inter se.

§. 167. Etiam alia ex causa dies naturales inæquales sunt; nempe ex inclinatione Eclipticæ respectu Æquatoris; unde sequitur inæqualiter, in variis punctis, ad Æquatorem viam annuam inclinari; & licet æqualiter in Ecliptica singulis diebus progredere- tur Sol, non æqualiter dies naturales tempus revolutionis Telluris circa Axem excederent; nam resoluta motu Solis in duos motus, quorum unus parallelus sit Æquatori, alter huic perpendicularis, ille solus considerandus erit in determinando excessu memorato, & inæqualem esse ex diversa inclinatione indicata, ut & ex diversa distantia Solis a Polo, clarum est (1). Hæ causæ inæqualitatis sæpe concurrunt, sæpe contrarie agunt.

T 4

§. 168.

(1) Ad majorem horum intelligentiam fingamus Solem per Eclipticam moveri ab occasu in ortum motu æquali, ita ut æqualibus temporibus æqualia spatia percurrat. Itaque in hac hypothese dies naturalis componetur ex die æquinoctiali, & ex illo temporis intervallo, quo arcus Eclipticæ singulis diebus a Sole descriptus transit per Meridianum. Sed quamvis Sol æquales Eclipticæ arcus singulis diebus peragere ponatur, non idcirco dies naturales æquales erunt inter se; nam ob Eclipticæ obliquitatem æquales Eclipticæ arcus inæqualibus temporibus transeunt per Meridianum. Si quidem si fingatur Ecliptica tota divisa in partes 360 inter se æquales, perque singula divisionum puncta totidem declinationum circuli transire ponantur, hi æquatorem secabunt etiam in partes 360, quæ tamen, ut facile consideranti patet, in-

æquales erunt: jam vero quo tempore quævis ejusmodi Æquatoris pars per Meridianum transit, eodem tempore respondens Eclipticæ pars per eundem Meridianum transibit; sed partes Æquatoris, utpote inæquales inæqualibus temporibus per Meridianum transeunt; igitur & respondentes Eclipticæ partes, ut ut æquales inæqualibus tamen temporibus per Meridianum transire debent. Etsi igitur Sol per Eclipticam æqualiter moveretur, dies tamen naturalis mutationi obnoxius esset ex Eclipticæ obliquitate. At inæquabiliter Sol per Eclipticam fertur, uti vidimus; duplici igitur ex causa dies naturales inæquales erunt; quarum quidem altera alteram quandoque juvat ad augendam eam dierum inæqualitatem, quando altera alteri opponitur, uti Auctori observatum est.

§. 168. Dies singuli naturales dividuntur in viginti quatuor partes æquales, quæ Horæ dicuntur: singulæ Horæ dividuntur in Minuta sexaginta, & singula minuta in Minuta secunda sexaginta, & sic ulterius. Partes has temporis in variis diebus variare ex dictis clare patet.

§. 169. Ad æqualitatem ab Astronomis reducuntur, considerando numerum horarum in una, aut pluribus Solis revolutionibus in Ecliptica, & totum Tempus in tot partes æquales dividendo, quot dantur horæ; quarum viginti quatuor pro uno die habentur.

DEFINITIONES 19. & 20.

§. 170. Tempus, cujus partes hac methodo ad æqualitatem reducuntur, vocatur *Tempus medium*; & ipsa reductio vocatur *Temporis Æquatio*.

De diebus & horis Temporis medii semper agitur in determinandis periodis Motuum cælestium.

DEFINITIO 21.

§. 171. *Dies Artificialis* est mora Solis supra Horizontem.

De hoc semper agitur, quando de die loquimur, hunc opponendo nocti. In determinanda dierum artificialium longitudine ad temporis Æquationem non attendimus.

§. 172. Ortum Solis semper præcedit, & Occasum insequitur *Crepusculum*; hoc nomine designamus lucem illam dubiam, quæ vulgo *Aurora* & *Vesper* vocatur. Crepusculorum causa est Atmosphæra, quæ radiis solaribus illustratur, & cujus particulæ lumen quaquaversum reflectunt; unde radii quidam ad nos perveniunt, licet Sol octodecim gradibus infra Horizontem deprimatur. Confer ea, quæ ad §. 1123. hujus Physicæ sunt adnotata.

§. 173. In Sphæra recta, id est, pro omnibus, qui sub Æquatore vivunt, dies & noctes per totum annum sunt æquales inter se, nempe duodecim horarum.

§. 174. In Sphæra obliqua dies majores aut minores sunt, pro varia distantia Solis ab Æquatore, unum aut alterum Polum versus, quos versus ab Æquatore recedit 23 gr. 29'.

§. 175. In ipso Æquatore datur circiter 21. Martii, & 23. Septembris, & dies nocti æquatur, quod ubique terrarum obtinet, solis Polis exceptis.

DEFINITIO 22.

§. 176. Puncta Eclipticæ, in quibus ab Æquatore secatur, vocantur *Æquinoctialia*. Quia in his punctis versatur Sol, ubi datur æqualitas memorata dierum & noctium.

DEFINITIO 23.

§. 177. Puncta Eclipticæ, in quibus Tropici Circulum hunc tan-

stant, dicuntur *Solstitia*. Quia per aliquot dies, quando ad hæc accedit Sol, & ultra transit, hic sensibilibus declinationem non mutat; & sensibilibus dierum longitudo non variatur.

§. 178. Sub Polis, si dentur Incolæ, semel in anno Solem orientem & occidentem observant; & dies unicus cum unica nocte integrum annum absolvunt. Confer adnotata ad §. 160. hujus tractatus. Supra Horizontem versatur Sol, dum dimidiam Eclipticæ Partem percurrit, per reliquum Tempus sub Horizonte latet. Dies tamen protrahitur ex Refractione, & Crepuscula sunt admodum diuturna: durant enim, quamdiu Declinatio Solis Polum latentem versus non superat 18. gr.

§. 179. Respectu Poli Arctici in sex Signis primis, ab Ariete ad Libram, Sol supra Horizontem versatur; ideo in hoc Polo dies noctem superat novem diebus naturalibus, præter diminutionem noctis ex Refractione.

§. 180. Hisce generalioribus, quæ spectant diversos Horizontis situs, expositis, quædam magis peculiaria sunt examinanda.

§. 181. Dividitur tota Telluris superficies in quinque Zonas. Prima inter duos Tropicos TT, *tt*, (Tab. 3. Fig. 9.) continetur, & vocatur *Zona Torrida*; duæ dantur *Temperate*, & duæ *Frigide*. *Temperata* Septentrionalis, Tropico Cancræ TT, & Circulo Polari Arctico AA terminatur: *Zona Temperata* Australis inter Tropicum *tt*, & Circulum Polarem *aa* continetur. *Frigide* Zonæ Circulis Polaribus circumscribuntur, & Poli harum centra occupant.

§. 182. In Zona Torrida altitudo Poli minor est 23. gr. 29. A distantia Solis ab Æquatore Polum versus qui supra Horizontem datur, bis in anno æquatur altitudini Poli; ideo bis in anno in meridie per Zenit transit Sol. Ex qua eadem ratione in ipsis Zonæ hujus limitibus, sub Tropici nempe, semel tantum ad Zenit accedit Sol in integro anno.

§. 183. In Zonis Temperatis & Frigidis altitudo Poli minima excedit maximam distantiam Solis ab Æquatore; ideo nunquam in hisce per Zenit transit Sol. Ad majorem tamen altitudinem eodem die ascendit Sol, quo minor est altitudo Poli; quia eo minor etiam est inclinatio Circulorum Motus diurni ad Horizontem.

§. 184. In Zona Torrida, & Zonis Temperatis singulis diebus naturalibus oritur & occidit Sol; nam distantia Solis a Polo semper superat Poli altitudinem. Inæquales tamen ubique, solo Æquatore excepto, sunt dies artificiales inter se, quæ inæqualitas eo major est, quo minus a Zona Frigida locus distat.

§. 185. In Circulis autem Polaribus, in quibus Zonæ Temperatæ Frigidis separantur, altitudo Poli æqualis est distantia Solis a Polo, quando datur in Tropico vicino; ideoque in hoc casu, id est, semel in anno, integram Sol in Motu diurno peragit revolutionem, in qua infra Horizontem non descendit.

§. 186. Ubique autem in Zona Frigida altitudo Poli superat di-

stan-

stantiam minimam Solis a Polo; idcirco per aliquot revolutiones Telluris datur Sol ad distantiam a Polo illa altitudine Poli minorem, & per totum hocce tempus non occidit, ne quidem ad Horizontem pertingit. Ubi autem distantia a Polo in recessu Solis ab hoc, altitudinem Poli, aut loci latitudinem superat, singulis diebus naturalibus oritur & occidit Sol: deinde infra Horizontem motu Polum oppositum versus, eodem modo moratur, ac de motu supra Horizontem dictum. Tempora hæc, in quibus Sol integras revolutiones supra Horizontem, & infra Horizontem, in motu diurno peragit, eo majora sunt, id est, dies & nox longissimæ eo diutius durant, quo locus in Zona Frigida minus a Polo distat, donec tandem in ipso Polo integrum annum absorbeant.

§. 187. Ex eadem causa, obliquitate nempe Eclipticæ respectu Æquatoris, ex qua profluunt, quæ dierum inæqualitatem in variis Locis diversam spectant, deducimus etiam diversitatem Tempestatum, quæ singulis Annis sibi mutuo succedunt: de his respectu Zonarum Frigidarum & Temperatarum primo, deinde respectu Zonæ Torridæ, agam.

§. 188. Radii Solares calorem Aeri communicant, non quidem dum directe a Sole procedunt, sed cum a corporibus, aut Telluris superficie irregulariter reflectuntur. Effectus hic eo major est, quo radii minus oblique in Telluris superficiem incurrunt; & quidem ex duplici causa. 1. Resoluto Motu luminis in duos, quorum unus ad superficiem parallelus est, alter perpendicularis; hoc solo in corpora lumen agit, & hic, aucta obliquitate, minuitur. 2. In eandem superficiem Telluris partem eo majori numero agunt radii, quo magis directe accedunt (1).

§. 189. Ex hisce deducimus, causas caloris augeri, dum ex accessu Solis versus Polum, qui supra Horizontem datur, dies crescunt; quia de die in diem ad majorem altitudinem ascendit Sol; itaut imminutæ obliquitati sese jungat mora diuturnior Solis supra Horizontem, quæ ad augendum calorem concurrat; etiam dum dies crescunt, noctes minuuntur, & per tempus brevius decrescit calor de die acquisitus.

§. 190. In Zonis Septentrionalibus, ut ex hisce sequitur, causa caloris est omnium maxima, cum Sol Tropicum Cancræ attin-

(1) Iidem radii (Fig. 3. Tab. 4. *Astron.*) SA, SB. &c., qui perpendiculariter incidunt in superficiem AB, oblique incidant in superficiem BC, & magis adhuc oblique in superficiem ED: patet superficiem BC majorem esse superficie BA, & illa adhuc majorem superficiem BD. Hinc intelligitur quamobrem in æstate, etsi Tellus longius a Sole distet, quam hyeme, magis tamen tum Tellus incalescat; quod scilicet hyeme lucis radii obliquius, quam æstate Terram feriant.

Æstate vero longius a Tellure abesse Solem, quam hyeme, observationibus constat, quibus deprehensum est Solis apparentem diametrum majorem esse hyeme, quam æstate; hyeme cum maximus apparet Sol, ejus diameter videtur sub angulo $32^{\circ} 47'$, æstate cum minimus sub angulo $31^{\circ} 40'$, quæ differentia minuto major est. Æstate præterea tardius in motu suo incedit Sol, quam hyeme, quod argumento est Tellurem tum esse apheliam, hyeme vere periheliam.

attingit. Quotannis tamen experimur in nostris regionibus calorem æstivum post digressum Solis a tropico crescere, & annum maxime fervere circa finem mensis Julii, cum integro fere signo a Tropico distat Sol: ratio est, quia non ubi causa caloris est maxima, ipse calor est maximus; nam hic augetur, quamdiu calor interdiu acquisitus non in totum de nocte tollitur; licet enim quotidiana augmenta minuuntur, quamdiu augmentum datur, crescit calor. Sic etiam frigus maxime intensum non est in die brevissima, in qua Radiorum solarium obliquitas est maxima, & absentia Solis maxime diuturna; sed frigus crescit, quamdiu diminutio caloris durat, circa quam idem ratiocinium, quam circa caloris augmentum, institui potest (1).

§. 191. Dividitur Annus in quatuor Tempestates: calidissima vocatur *Æstas*; maxime frigida *Hyems*; temperata, quæ Hyemem sequitur, *Ver*; *Autumnus* Æstatem ab Hyeme separat.

§. 192. In regionibus Septemtrionalibus, in initio Veris, Sol in Principio Arietis apparet: in initio Æstatis Sol ad Tropicum Cancræ pertingit. Ubi Sol ad Principium Libræ pervenit, inchoatur Autumnus: Tropicum Capricorni percurrit Sol motu diurno in initio Hyemis, quæ omnia ex explicatis facile deducuntur.

§. 193. In regionibus Australibus Æstas cum Hyeme memorata coincidit, Ver cum Autumno, & vice versa.

§. 194. Causæ generales, a quibus divisio memorata pendet, sæpe turbantur causis peculiaribus loca spectantibus præcipue in Zona Torrida, de qua separatim agendum diximus. In plerisque hujus Zonæ locis duæ tantum observantur Tempestates, Æstas & Hyems, quæ siccitate & humiditate potissimum distinguuntur.

Quando Sol ad Zenit alicujus Loci accedit, pluviam dantur fere continuam, unde calor minuitur; quod tempus ad Hyemem refertur. Recedente Sole minuuntur pluviam; calor augetur, & tempus hoc ad Æstatem pertinet.

In medio Zonæ Torridæ duæ dantur Æstates, & totidem Hyemes; quia bis ad Zenit accedit Sol.

Ad latera hujus Zonæ, licet Sol bis ad Zenit Accedat, cum inter accessus breve tempus interlabatur, ambæ Hyemes confunduntur; quare duæ tantum Tempestates in integro Anno observantur.

CA-

(1) Actio Solis, qua corpora calefunt, non est transiens, sed permanens, ita ut corpus semel a Sole calefactum, post ejus discessum per aliquod tempus calefactum maneat. Ponamus itaque interdiu lucente Sole centum caloris gradus regionibus nostris communicari, nocte vero, quæ die brevior est, quinquaginta caloris gradus avolare, totidem superstitibus; proxima vero die eadem fere vi agens

Sol alios centum caloris gradus iisdem regionibus immittat, quorum quinquaginta tantum in nocte evadant; adeoque initio tertii diei centum caloris gradus erunt superstites. At decrescentibus diebus, & crescentibus noctibus, fiet tandem ut plures absente Sole effugiant caloris gradus, quam die recipiuntur; quo fit ut calor minui, augeri vero frigus jugiter debeat.

De Phænomenis ex Motu Axeos Telluris.

§. 195. **T**elluris Axem Motu parallelo transferri diximus ; non consideravimus motum exiguum , quo revera agitatur , de quo nunc agendum nobis est.

§. 196. Axis Telluris, servata inclinatione 66. gr. 31' ad Planum Eclipticæ, in antecedentia revolvitur, id est, successive omnes partes versus dirigitur; & hujus extremitates, Poli nempe Mundi, circa Polos Eclipticæ circulos describunt, ab Oriente Occidentem versus. Hæc autem revolutio absolvitur tempore fere viginti sex millium annorum; quæ *Periodus Annus Magnus* vocatur (1).

§. 197. Cum Tellus ab hujus incolis pro immobili habeatur,

(1) Jam supra §. 24. positum est Telluris axem in ejus circa Solem motu perfectum parallelismum servare. At ex plurium annorum observationibus collegerunt Astronomi axem illum, utut lentissimo motu, a parallelismo tamen paululum deflectere; quæ aberratio intra duos tresve annos facta cum vix sensibilis sit, plurium modo annorum decursu notabilis, ea in unius anni phænomenis explicandis omissa est, cum nil in iis turbandis conferat. Sed cum temporis progressu satis sensibilis fiat, indeque apparentis lentissimi motus fixarum in consequentia causa dependeat, Astronomorum considerationem, & diligentiam meretur.

Hipparchus olim ex comparatione suarum observationum cum illis *Aristylli & Tymocharidis*, suspicionem habuit motus fixarum Zodiaci in consequentia: *Ptolemæus* vero ex *Hipparchi & aliorum* observatis comparatis cum suis, non modo Zodiaci, sed omnium fixarum. ejusmodi motum deferte affirmavit, & quidem in circulis Eclipticæ parallelis factum; eundem porro *Tycho*, *Copernicus*, ceterique unanimiter Astronomi observationibus suis confirmatum ratumque habent. In eo tantum discrepant, quod alii æquabilem, alii inæquabilem, alii majori, alii minori annorum numero eam circulationem fieri statuerint, communiori tamen sententia annos 72 statuente in singulo-

rum graduum progressu, atque adeo annos 25920. in integra revolutione per Eclipticam, vel ei parallelos circulos; quod annorum spatium, *Annus Magnus* vocarunt Veteres, quo finito res omnes eodem ordine renasci autumabant. Fixarum hic motus secundum Copernicani systematis principia apparentis tantum est, oriturque a Telluris axis motu vero & reali in antecedentia signorum.

Id ut clare intelligant tirones nostri, sit in *fig. 4. Tab. 4. Astronom.* DCH pars Orbitæ telluris, hujus centrum sit in C, ex quo erigatur recta CE ad planum Eclipticæ normalis, superficiem Cæli occurrens in E, quod punctum pro ipsius Eclipticæ polo usurpari potest, quemadmodum recta CE pro ejusdem axi. Sit C p telluris axis, qui ad Cælum productus signet in ejus superficie punctum P polum Cælestem, circa quem sidera omnia diurno motu revolvi apparent. Per E & P transire intelligatur circulus maximus EPA, Eclipticæ occurrens in A, qui, ut ex adnotatis ad §. 119. patet, Colurus est Solstitiorum, & punctum ipsum A erit Solstitium seu punctum Eclipticæ omnium maxime ab Æquatore declinans. Arcus PA metitur angulum PCM, inclinationem axis terræ ad planum Ecli-

pticæ quæ est 66¹ graduum; hinc arcus EP erit ejus complementum ad

tur, motus hic ad corpora cœlestia refertur, ut de aliis motibus dictum. Ideo dum Poli Mundi in antecedentia circa Polos Eclipticæ moventur, & successive per omnia puncta, 23. Gr. 29 distantia ab his Polis, transeunt, hæc ipsa puncta, aut potius Stellæ fixæ, quæ in his dantur, successive ad Polos Mundi accedere, & in consequentia ferri videntur, & describere circulos, qui revera a Polis Mundi describuntur, circa Polos Eclipticæ, qui in Centris positi, soli quiescunt. Nam cum Stellis memoratis & reliquæ, quia omnes eundem situm erga se mutuo servant, etiam translatae apparent.

Idcirco integra Sphæra Stellarum fixarum circa Axem per Polos Eclipticæ transeuntem rotari in consequentia videtur: & singulæ Stellæ circulos Eclipticæ parallelos motu apparenti describunt, quo motu Latitudo Stellarum non mutatur.

§. 198. Planum Æquatoris cum Axe Telluris angulum efficit rectum; ideo motu memorato Axios, rotatur Sectio hujus Plani cum Plano Eclipticæ, quare prima puncta Arietis & Libræ, quæ semper opponuntur, in Tempore 25920 annorum, totam Lineam Eclipticam in antecedentia percurrunt: pro immobilibus tamen habentur a Terræ incolis, qui ipsas Stellæ fixas in consequentia translatae imaginantur (1).

§. 199.

ad quadrantem, scilicet 23° — 29° graduum, qui metitur angulum ECP , quem axis terræ facit cum axe Eclipticæ. Polo E per P describatur circulus minor PEG , qui erit Eclipticæ parallelus; & cum axis terræ eundem semper angulum faciat cum axe Eclipticæ, scilicet $gr. 23^{\circ}$ — 29° ,

polum Mundi P in peripheria circuli PEG semper locari necesse est. Si Telluris axis eandem perpetuo directionem obtineret, quoties terra in Orbitæ suæ puncto C reperitur, polum Mundi in eodem immoto puncto P semper conspiceretur; sed observatum est polum in peripheria PFG locum continuo mutare, & axem terræ, qui prius ad P dirigebatur, post septuaginta duos annos ad punctum Q dirigit, uno gradu a P versus anteriora remotum; itaut telluris seu Mundi axis conico motu feratur, describatque superficiem Coni, cujus vertex est centrum Terræ C , basis vero circulus PFG . Polum itaque P motu lentissimo, & retrogrado,

scil. ab Oriente in Occidentem in peripheria PFG fertur, suam absolvens periodum post annos 25920, post quod temporis intervallum polum a Stella P digressus ad eandem rursus dirigitur, & post ejus periodi medietatem, annos scil. 12960, polum, qui tum ad punctum G dirigitur, a Stella P distabit arcus PG .

(1) Cum axis Terræ productus ex situ CP in situm CQ motu retrogrado pervenit, per polos Eclipticæ E , & Æquatoris Q , ducatur circulus maximus EQB , qui modo erit colurus Solstitiorum, & B erit Solstitii punctum, quod antea fuerat A ; ideoque semper cum polo regredientur Solstitia, quidem æqualiter; nam cum motus poli in peripheria PFG fuerit PQ unius gradus ex $gr.$, erit AB regressus Solstitii unius quoque gradus; sunt enim arcus QP , BA similes.

Cum itaque Solstitiorum puncta continuo regrediantur, æquinoctialia quoque, & reliqua Eclipticæ puncta simili, & æquali motu retrocedant necesse est, quippe quæ a Solstitiis dato intervallo distant: inter puncta scilicet æquinoctialia, & Solstitia 90 gradus scilicet.

§. 199. Hæc eadem translatio primi puncti Arietis, & Libræ, quam *Æquinoctiorum Præcessionem* vocant, in causa est, quare Sol, quando ex uno horum punctorum recessit, iterum ad hoc redeat, antequam integram Periodum in Linea Ecliptica absolverit; cum autem *Æquinoctia Annum Eclipticum*, aut vulgarem determinent, *Tempus Periodicum Telluris Annum* hunc superat.

C A P. X.

De Stellis fixis.

§. 200. **S** Tellas fixas diximus esse Corpora lucida ita remota, ut horum distantia cum distantis aliis in Systemate Planetario, non conferri possint. Non enim subtilissimis observationibus Astronomi potuerunt Polos Mundi translatos observare in Motu Telluris annuo, licet circulos, Orbitæ Telluris fere æquales, in Cælis describant.

D E F I N I T I O I.

Translatio hæc Poli vocatur *Parallaxis annua* (1).

§. 201. Distantiam Stellarum immensam esse, etiam ex observationibus ope Telescopiorum deducitur. Si Stella fixa quacunque ex maxime lucidis & conspicuis conspiciatur adhibito Telescopio, per quod diameter Solis diametro Orbitæ Annuæ æqualis appareret, quasi punctum lucidum, sine sensibili magnitudine, illa apparebit; minores enim omnes Stellæ per Telesco-

semper interjacent; igitur cum Solstitia per unum gradum regressa fuerint, necesse erit, ut tantundem retrorsum ferantur æquinoctialia puncta, ceteraque. Motus ille *Æquinoctiorum* retrorsum dicitur eorum *Præcessio*, quæ scilicet in antecedentia signorum feruntur.

Sunt autem Stellæ fixæ immobiles, retrocedit vero communis sectio *Æquatoris & Eclipticæ*; igitur oportet, ut fixarum distantia a punctis *Æquinoctialibus* jugiter mutetur, eademque ab iisdem punctis versus Orientem magis quotidie promoveri videantur; ipsarumque adeo longitudines, quæ in *Ecliptica* ab initio *Arietis* computantur, indefinenter crescant, & fixæ omnes videantur ferri in consequentia signorum, non quod revera in Orientem moveantur, sed quod contrario motu regreditur punctum *Æquinoctii vernalis*, a quo

Stellarum longitudines initium ducunt.

Atque hinc factum est, ut constellationes omnes mutaverint loca, quæ, dum a primis Astronomis observatæ fuerant, tenebant; & constellatio *Arietis*, quæ tempore *Hipparchi* prope intersectionem *Eclipticæ & Æquatoris* vernalem visa fuit, eidemque *Eclipticæ* portioni nomen suum communicavit, nunc ab eadem digressa in signo *Tauri* commoratur, sicut & *Tauri* constellatio *Geminorum* sedem occupat, *Geminique* in *Cancrum* promoti sunt, & *Cancer* *Leonem* ex sede expulit, & hic *Virginem* e loco detrussit, & ita porro.

(1) Quanta cum cura, & studio in annua Stellarum parallaxi definienda incubuerint *Copernicani*, vel ex eo liquet, quod si aliqua ejus mensura daretur, systema suum *Pythagoricum* sive annuus *Telluris* motus non per-

sua-

lescopia, quam nudis oculis, apparent; nam ex sola scintillatione magnitudinem sensibilem habere videntur (1).

§. 202. Astronomi ab antiquissimo tempore, quo melius Stellas in ordinem referrent, eas per situm & positionem ad se invicem distinxerunt, & in *Asterismos*, seu *Constellationes* dividerunt, plures stellas uni constellationi assignando, estque *Constellatio* veluti plurium Stellarum systema. Præterea ad majorem distinctionem eas ad Animalium, & rerum quarundam imagines reduxerunt, quarum plerasque ex fabulis, & religione sua in Cælum transfulerunt Veteres, quas porro recentioribus Astronomis retinere placuit ad perturbationis vitandum periculum, dum antiquæ observationes cum nostris conferuntur.

§. 203. in Zodiaco duodecim Asterismi concipiuntur, Zodiaci Signa dicti, nominantur ut Animalia, aut res, quas representant: *Aries*, *Taurus*, *Gemini*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*, *Libra*, *Scorpius*, *Sagittarius*, *Capricornus*, *Aquarius*, *Pisces*. Signa hæc nomina sua dedere duodecim partibus Eclipticæ, de quibus antea.

Tempore Hipparchi sectiones Eclipticæ & Æquatoris sitæ erant inter Asterismos Piscium & Arietis, ut & Virginis & Libræ; & Asterismi nomina dedere illis Eclipticæ partibus, quæ per singulos Asterismos transibant, & partes Eclipticæ, ponendo initium Arietis & Libræ in intersectionibus Æquatoris & Eclipticæ, ut in illo tempore, nomina servarunt, licet hæc Intersectiones translatae sint, unde Sol in Tauro dicitur, quando inter Stellas Asterismi Arietis movetur. Confer quæ ad §. 198. adnotavimus (2).

§. 204.

suaderi modo, sed & certo demonstrari posset. Ea in re operam suam collocarunt Hookius, Flamstedius, Cassinus, Hallejus, Maraldus, Horrebovius, alique. Verum præterquam quod hujusmodi observationibus parum fidendum sit ob inevitabilem errorem in exiguissimis angulis dimetiendis, quæcunque adhibeatur diligentia; ostendit Cl. Eustachius Manfredius in tractatu de *annis siderum inerrantium aberrationibus* observatas Viris Clar. siderum parallaxes, & aberrationes cum annuo telluris motus minime conspirare, atque adeo alii causæ eas referenda esse. Jacobo Brandeio Anglo innotuit etiam aberrationum siderarum dissensus ab annuo Telluris motu; idcirco in *Transactionibus Anglicanis* num. 406. novam dedit earum explicandarum rationem, non modo à Telluris annuo motu dependentem, sed a successiva quoque luminis propagatione; at idem Cl. Manfredius in *Comment. Bonon.* ostendit

haud singula observata cum hac Angli hypothese adamussim congruere.

(1) Fixarum lux admodum vegeta retinam valde premit, & urget: nec puncta ejus solummodo fixarum luce tacta concutiuntur, verum & quæ his propinqua sunt. Hinc fixarum scintillatio & capillitium oritur, quo centies & amplius majores conspiciuntur fixæ, quam si eo sublato viderentur. Minuitur autem capillitium, si per exiguum foramen acicula in charta factum conspiciantur fixæ; vel aptius & facilius huic incommodo medetur, si telescopiis inspiciantur; hæc quippe quamvis multum objectorum diametros augeant, fixarum tamen nullas certas, & definitas mensuras apta sunt nobis exhibere, cum potius nobis eas representent veluti lucida tantum puncta.

(2) Hinc orta divisio inter Zodiaci *signa anastrea*, & *signa stellata*, Priora sunt duodecim Zodiaci partes, quæ ab Ariete, seu boreali Zodiaci & Æqua-

§. 204. Zodiacus partem Cæli septentrionalem a meridionali separat.

In septentrionali dantur Asterismi; *Ursa minor, Ursa major, Draco, Cepheus, Canes Venatici, Bootes, Corona Septentrionalis, Hercides, Lyra, Cygnus, Lacerta, Cassiopeja, Camelopardus, Perseus, Andromeda, Triangulum, Triangulum minus, Musca, Auriga, Pegasus, Equuleus, Delphin, Vulpecula, Anser, Sagitta, Aquila, Antinous, Scutum Sobieskianum, Serpensarius, Serpens, Mons Menalus, Coma Berenicis, Leo minor, Lynx.*

In parte meridionali Cælorum Asterismi, quorum multi a nobis videri non possunt, sunt, *Cetus, Eridanus, Lepus, Orion, Canis major, Monoceros, Canis minor, Argo navis, Hydra, Uranie Sextans, Græter, Corvus, Centaurus, Lupus, Ara, Corona Australis, Piscis Austrinus, Phœnix, Grus, Indus, Pavo, Apus, Triangulum Australe, Crux, Musca, Chamæleon, Robur Carolinum, Piscis volans, Toucan sive Anser Americanus, Hydrus, Xipbias, sive Dorado (1).*

D E F I N I T I O 2.

§. 205. Stellæ, quæ inter Asterismos collocantur, vocantur *Informes*.

§. 206. Non omnes Stellæ nudis oculis conspectæ æque lucidæ, aut ejusdem magnitudinis apparent, & ab Astronomis ad sex Classes referuntur: omnium maxime lucidæ dicuntur *Primæ Magnitudinis*; aliæ *Secundæ, Tertiæ, &c. Magnitudinis*, ad *Sextam* usque. Licet vero antiquum & vulgare sit sex tantum dari fixarum magnitudinis classes & ordines; id tamen præter propter est intelligendum; nam accurate loquendo tot constituendi essent ejusmodi ordines, quot fere dantur *Fixæ*; raro enim duæ cernuntur ejusdem splendoris & magnitudinis. Quædam ne quidem ad ultimam classem referuntur, præsertim quæ *nebulosæ* dicuntur (2).

§. 207.

Æquatoris interfectione in consequentia numerantur. Signa vero *anastæ* ipsæ sunt constellationes, quæ ob conicum axis telluris motum, moveri in consequentia apparent.

(1) Ex his constellationibus in utroque hemisphærio notatis, plures antiquissimis Auctoribus, veluti Auctori libri *Job*, Homero, Esodo, aliisque memorantur; sed aliæ porro additæ sunt a recentioribus etiam Astronomis, puta Hallejo, Bartschio, Hevelio, aliisque, coalescentes scilicet ex Stellis quibusdam *informibus*, quæ inter asterismos observabantur: ita Hal-

lejus dum in insula S. Helenæ Stellæ polo Australi vicinas diligenter observabat, ex informibus inter Argum. Navem, & Centaurum novum imaginatus est asterismum, seu constellationem sub specie quercus, & in honorem Caroli II. Britanniarum Regis *Robore Carolinum* appellavit. Simili jure usi sunt Bartschius, & Hevelius, quibus Auctoribus novæ inventæ sunt constellationes *Camelopardus, Monoceros, Leo minor, Lynx, Canes Venatici* &c.

(2) Nedum sub memoratis imaginum formis Stellæ distinguere vetu-

stis-

§. 207. In Cælis etiam observamus Zonam quandam, non ubique ejusdem latitudinis, quæ totum Cælum circumit, & in quibusdam locis separatur, ut dupla sit. Propter Colorem *Via Lactea* vocatur. Observationibus ope Telescopiorum innotuit primum Galilæo congeriem esse viam hanc Stellarum innumerarum, quæ visum oculi inermis fugiunt, aut quia magis distant.

§. 208. Polum Antarcticum versus duæ Nubeculæ huic Viæ similes, dantur, quæ etiam sunt congeries Stellarum minimarum: nisi per Telescopia non visibilium. Præter Stellas, quæ hisce Nubeculis, & Via Lactea observantur, maximo numero per totum Cælum, adhibitis Telescopiis, minores Stellæ deteguntur, quæ nudis oculis non apparent. Sæpissime Stellarum congeries pro unica Stella inermi oculo habetur.

§. 209. Inter Stellas quædam per vices videntur, & invisibiles fiunt, regularesque periodos observant; aliæ successive nunc magis

Musschenbr. Phys. Tom. II.

V

gis

missimis placuit Astronomis, sed & eorundem catalogos mira solertia iidem quoque condiderunt, recentiorum observationibus porro auctos, & emendatos; quibus nedum Stellæ omnes visu perceptibiles, sed plures in iis nunc notantur, solo telescopio detegendæ. Primus qui fixas omnes in catalogum reducere, earumque loca definire aggressus est, omnium sententia fuit Hipparchus Rhodius annis ante Christum circiter 120., *ausus rem etiam Deo improbam admittere posteris Stellas, & sidera ad normam expandere* ex Plinii sententia. Ex propriis vero, tum Tymocharidis & Aristilli observationibus 180. retro annis habitis, 1029. Stellas in catalogum retulit Hipparchus. Hunc catalogum retinuit Ptolemæus, quatuor tantum Stellas additis, 1026 numerando. Anno post Christum 1437. Ulugh Belgh Magni Tamerlani nepos novum fixarum catalogum condidit, a Thoma Hyde Anglo in latinum idioma translatum, fixas 1017 complectentem. Omnium vero conatus superavit Tycho Brahe, qui ad annum 1600 stellis 777 loca sua assignavit; Keplerus quidem in Tabulis suis Rodolphinis Stellarum numerum usque ad 1167. extendit, quem Tychonicum catalogum vocat; at reliquas præter illas 777 a Tycho observatas, partim ex Ptolemæo, partim ex aliis Auctoribus hausit; Tycho enim in proprium catalogum non alias retulit, quam quas ipse suis instrumentis, calculoque investigaverat. Eodem tempore Guilielmus Hassiæ Landgravius cum suis Mathematicis Christophoro Rothmanno, & Justo Briggio 400 fixarum loca propriis observationibus

definiit, quas Tychonicis præfert Hevelius. Ricciolus in *Astronomia reformata* Kepleri catalogum 309. Stellis locupletavit, & inde eorum numerus ad 1468. excrevit. Anno 1677. Hallejus in insula S. Helenæ 350. Stellas Australes in nostro horizonte minime conspicuas observavit. Joannes Hevelius ex propriis observationibus catalogum 1888 Fixarum condidit, quarum 950 etiam a Veteribus, 335. ab Hallejo, & 603. ab ipso fuerant observatæ. Tandem Cl. Joannes Flamsteedius locupletissimum, accuratissimumque Fixarum catalogum exhibuit, in quo 3000. Stellæ numerantur, ejusque opera factum est, ut nullo modo sit conspicua Stella, cujus locus in Cælis non melius definiatur, quam in telluris superficie plurium urbium situs & positiones definiuntur.

Græci & Romani Poetæ de Constellationum, Astrorumque origine insulas commenti sunt fabulas; de quibus videlicet Hyginum in *Poetico Astronomico*. Nataleni Comitum in *Mythologia*, Ricciolum in *Almagesto Novo*. Ea de re Constellationum figuras, aut saltem earum antiqua nomina immutari iusserunt Venerabilis Beda imprimis, tum ejus exemplum sequutus Julius Schillerus Augustanus qui anno 1627. Asterismis omnibus nomina religiosa imposuit, Arietem scilicet vocans *Petrum*, Taurum *Andream*, Andromedam *Sepulchrum Christi*, Lyram *Prosephe Christi*, & ita porro. At id consilium, ut ut piuni & religiosum, alii Astronomi nunquam approbarunt, ut nullo usui futurum, sed turbas potius & confusionem in Astronomia investigarent.

gis lucidæ, nunc hebetiori lumine præditæ, & Telescopis tantum visibiles, apparent; idque stasis temporibus. Non tamen singulis periodis æque claræ sunt (1).

§. 210. Aliquando subito Stellæ apparere, lumine lucidiores superantes, quæ deinde successive decrecentes, brevi evanuerunt, & adhuc dum latent (2).

§. 211. Præter Stellas etiam in Cælo observamus varias maculas albidiores, & quodammodo lucidas, quæ nudis oculis invisibiles sunt; inermi enim oculo horum Lumen ad Stellas, quæ in ipsis dantur, refertur, aut pro Stellis nebulosis habentur. Quid autem sint hæ maculæ, determinari non potest: forte sunt congeries Stellarum, quæ cum Stellis Telescopicis illam habent relationem, quam quæ Viam Lacteam efficiunt, cum illis, quæ nudis oculis deteguntur.

DE

(1) Inter ejusmodi Stellas, quæ certas apparitionis, & disparitionis periodos habent, celebris illa est, quæ in collo Ceti videtur, quæque octo vel novem anni mensibus inconspicua, reliquis quatuor, vel tribus mensibus varia magnitudine se videndum præbet. Has sane Stellas esse e numero Planetarum, qui circa fixas tanquam Soles suas periodos statutis temporibus absolvunt, facile quisque sibi persuaderet, si intelligi posset, quo modo corpora mutuo lumine splendentia in tanta distantia possent videri. Probabilius est has Stellas superficiebus donari, maculis maxima parte rektis, aliqua tamen ejus portione lucida manente; idcirco dum circa suum axem convolvuntur, modo hanc, modo illam partem nobis obvertunt. Hæ præterea maculæ quibusdam mutationibus obnoxie esse possunt, ex quibus memoratæ varietates oriuntur.

(2) Ab Hipparchi ævo nova inter fixas visa est Stella, quæ teste Plinio causa fuit cur hic Astronomus adgressus sit Stellas adnumerare. Post plura deinde sæcula anno 1572. nova in Cassiopea apparuit Stella maximarum emula, Tycho Braheo, aliisque tum temporis Astronomis observata; duravit sexquidannum fere, & postea disparuit. Anno 1596. mense Augusto novam Stellam magnitudinis tertie in Cælo observavit David Fabricius, quæ post duos menses evanuit. Anno 1600 nova deprehensa est

Keplero in pectore Cigni, quæ duravit usque ad annum 1659., ex quo tempore notabiliter decrevit, & demum exeunte anno 1661. plane evanuit: elapso vero quinquennio, nempe Septembri anni 1666, rursus Hevelius eam observavit in eodem præcise Cæli loco. Sed non modo novæ interdum observantur in Cælo fixæ, sed & aliæ variarum magnitudinum Veteribus memoratæ, vel a Tichone cognitæ & observatæ, e Cælo postmodum disparuerunt, quarum exempla in Hevelii catalogo passim invenire est: Pleiades communiter septem olim numerabantur, at modo in serena nocte non plures quam sex secernuntur.

De natura harum Stellarum affirmari nil certi potest, duo tantum possumus conicere, quæ aliquam saltem veri speciem habeant. 1. Eas Stellas Cometas esse ad aliarum fixarum systemata potissimum spectantes, quæ cum Solari nostro systemati in suis revolutionibus propius accedunt, conspicuæ nobis fiant; e conspectu vero removeantur, cum ab eodem recedunt. 2. vel Fixas eas esse, sed quæ maculis & corporibus opacis obrutæ penitus sint, lucemque omnem vel amiserint, vel adeo exigua lucis quantitas eis remanserit, ut videri amplius nequeant nequidem oculis microscopio adjutis: iis vero maculis consumptis, vel dissipatis iterum in lucem, hominumque aspectum veniant.

D E

MUNDI SYSTEMATE

P A R S S E C U N D A,

Motuum Cælestium Causas Physicas declarans.

C A P U T X I.

De universali Gravitate.

EXPOSITIS corporum Cælestium motibus, ut & phænomenis inde oriundis, quibus legibus motus hi peragantur, explicandum erit.

§. 212. Leges, secundum quas corporum motus diriguntur, ex dictis in his Physicæ Elementis ad sequentes reducuntur. 1. *Corpus omne perseverat in statu suo quiescendi, vel movendi uniformiter indirectum, nisi quatenus a viribus externis cogatur statum suum mutare.* 2. *Omnis mutatio motus proportionalis est vi motrici impressæ, & fit semper secundum lineam rectam, qua vis imprimitur.* 3. *Actioni contraria & æqualis est reactio.* His naturæ legibus sequens addenda est in tres distributa partes, ut totum pateat artificium, quo ingens Machina, systema Planetarium, regitur; scilicet 1. *Omnia Corpora in se mutuo gravia sunt.* 2. *Gravitas hæc materiæ quantitati proportionalis est.* 3. *Ad inæquales distantias est inverse, ut quadratum distantie.*

§. 213. Id est, omnia corpora sese mutuo petunt, aut sese mutuo versus tendunt, vi, quæ singulis particulis Materiæ in singulas particulas competit; & vis, qua corpus in alia agit, efficitur ex omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus corpus constat; ideo vis hæc crescit in ratione, in qua Materiæ quantitas augetur; & immutabilis est in singulis particulis, ad eandem distantiam semper eadem; aucta autem distantia decrescit vis, ut quadratum distantie augetur. Conferantur ea, quæ cap. 18. horum Physicæ Elementorum dicta sunt.

§. 214. Vim hanc *Gravitatem* nominamus, considerando corpus, quod aliud versus sponte tendit; quia eo nomine vis hæc in Telluris viciniis donatur. Considerando autem corpus, ad quod aliud tendit, vim hanc vocamus *Attractionem*; nam, cum omnis Gravitas sit reciproca, corpora se mutuo versus gravitare, idem significat, quam corpora sese mutuo attrahere, aut ad se mutuo sponte tendere. Nominibus Gravitatis & Attractionis eundem effectum designamus.

§. 215. Effectum hunc pro Lege naturæ habemus, quia nunquam

quam fallit, & hujus causa nobis est ignota, & ex legibus notis minime deduci potest. Nunc autem talem Gravitationem revera dari, ex phænomenis probandum est.

§. 216. Planetæ primarii singuli in orbitis suis retinentur viribus, quæ ad centrum Solis tendunt, circa Solem enim ita moventur, ut radiis ad centrum Solis ex Planetarum centris ductis areæ describantur temporibus proportionales, uti cap. 1. hujus tractatus §. 18. ex observationibus Astronomorum accuratissimis ratum habuimus: dari propterea debet vis, qua Planetæ Solem versus feruntur, & qua Sol reciproce illos singulos versus tendit: id est, Sol in Planetas, & hi in Solem gravitant. Conferantur ea, quæ cap. 14. §. 402. horum Physicæ Elementorum adnotavimus.

§. 217. Eodem modo patet, secundarios Joviales in Jovem, & Jovem in ipsos; ut & Saturni Satellites in primum, & hunc in illos gravitare. Etiam Luna & Tellus in se mutuo graves sunt.

§. 218. Secundarii omnes in Solem Gravitationem habent. Omnes enim motu regulari circa Primarios ita feruntur, quasi Primarii quiescerent; unde liquet illos motu communi cum primariis ferri; id est, eandem vim, qua omnibus momentis Solem versus feruntur Primarii, in Secundarios agere, & hos eadem celeritate cum Primariis Solem versus ferri. Ipsæ Secundariorum irregularitates, quæ adeo sunt exiguæ, ut respectu solius Lunæ sint sensibiles, confirmant hanc Secundariorum Gravitationem in Solem; nam irregularitates has pendere a Gravitate Lunæ Solem versus, quæ pro varia distantia, & ex eo quod lineæ, per quas ad Solem tendunt Tellus & Luna, non semper sint parallelæ, diverse agit, in sequentibus videbimus.

Ex Gravitate Secundariorum in Solem, sequitur, Solem in illos gravitare.

§. 219. Circa Gravitationem Primariorum inter se observarunt Astronomi Saturnum a viâ paululum deflecti, ubi Jovi, Planetarum longe maximo, est proximus: ita ut Jovem & Saturnum in se mutuo graves esse immediatis Observationibus constet.

§. 220. Saturnus etiam in hoc casu, ut Flamstedius observavit, turbat motum Satellitum Jovis, hos paululum ad se trahens; quod probat, & hos Secundarios in Saturnum, & hunc in ipsos gravitare.

§. 221. Ex hæcenus dictis sequitur septemdecim Systema Planetarium componentia Corpora in se mutuo gravitare; licet de singulorum in singula Gravitate observationes immediatas institueri non liceat.

§. 222. Legis pars secunda est, Gravitationem Materiæ quantitati proportionalem esse, id est, singulis Materiæ particulis competere in singulas; ideoque Legem Gravitationis universalem esse, & singula corpora in alia corpora omnia gravitare; quod ex phænomenis etiam deducitur.

Vires Gravitationis sunt, ut actiones eodem tempore editæ, & hæ actiones, si translationes fuerint æquales, sunt ut Materiæ quantitates in corporibus translatis; quemadmodum §. 216. horum Physicæ Elementorum demonstratum est: idcirco cum corpora in-
æqua-

æqualia ad eandem distantiam a corpore attrahente æque celeriter ex Gravitate moveantur, vires Gravitatis Materiæ quantitatis rationem sequi clarum est. Idem experimur in omnibus corporibus in Telluris viciniis, quæ Tellurem versus Materiæ quantitati proportionalem Gravitationem habent. Mutua autem horum omnium corporum Gravitatio sensibilis non est, quia respectu Gravitatis Tellurem versus admodum est exigua; ideoque motum ex hac turbare non valet, saltem ut sensibilis detur directionis mutatio.

§. 223. Pars Legis, quam examinamus, tertia est, Gravitationem decrescere, quando distantia augetur, & esse inverse, ut quadratum distantiae; quod ex phænomenis quoque sequitur.

Corpora, in quæ vis Gravitatis agit pro quantitate Materiæ, ut in Systemate nostro, eadem, ut diximus, celeritate feruntur in circumstantiis iisdem; ita ut non intersit, utrum majora an minora sint corpora, & moveantur quasi essent æqualia. In hoc autem casu, si vis punctum versus decrescat in ratione inversa quadrati distantiae ab hoc puncto, & corpora ad varias ab hoc ipso distantias revoluta fuerint, & in circulis retineantur hac vi, quadrata temporum periodicorum erunt inter se, ut distantiarum cubi, ut §. 417. hujus Physicæ demonstratum est. Quod æque in lineis Ellipticis, ad quarum Focos diriguntur vires, respectu distantiarum mediarum obtinet. Hicce autem casus in corporibus circa Solem, Saturnum, & Jovem, revolutis exstat; unde sequitur vim Gravitatis recedendo a centrīs horum corporum decrescere in ratione inversa quadratorum distantiarum.

§. 224. Hoc ratiocinio posita Gravitate Materiæ quantitati proportionali, illam in ratione inversa quadrati distantiae decrescere demonstramus. Ex eodem, posita Gravitatis diminutione juxta hanc rationem, sequitur Gravitationem Materiæ quantitati proportionalem esse, ut facile liquet.

§. 225. Præterea §. 228. horum Physicæ Elementorum ex vi centripeta Lunæ versus terram probatum est diminutionem Gravitatis sæpius memoratam rationem inversam quadrati distantiae sequi, esseque ubique Materiæ quantitati proportionalem; ita ut circa ambas Gravitatis leges nullum dubium superesse possit.

§. 226. Consideravimus centra corporum in examine Legis diminutionis Gravitatis, quamvis Gravitatio ad singulas corporum particulas spectet; quia mathematica demonstratione constat, *Actionem Corporis spherici, (in quo ubique partes a Centro æque distantes sunt homogeneæ) constantis ex particulis, quas versus Gravitatio datur, quæ decrescit, recedendo a singulis, in ratione inversa quadrati distantiae, dirigi ad corporis centrum, & recedendo ab hoc minui in eadem ratione inversa quadrati distantiae: id est, si corpusculum A (Tab. 3. Fig. 6.) extra sphericam superficiem H p P N fuerit constitutum, attractumque fuerit a sphericæ superficiēi partibus homogeneis, & æqualiter a centro distantibus (puta a partibus, quæ a P & p in revolutione semicirculi HPN circa axem HN, gignuntur) in ratione inversa quadrati distantiae ab his partibus, scilicet quadrati AP, Ap; dico idem cor-*

pusculum A omnibus his viribus conjunctis attrahi ad centrum sphaeræ C vi, quæ recedendo ab hoc centro minuitur in ratione quadrati distantiae AC ; itaut tale corpus agat, quasi omnis materia ex qua constat, coacta foret in ipso centro. Hujus propositionis demonstrationem videsis apud Newtonum *Principiorum Mathematicarum* l. 1. prop. 71.

§. 227. Hinc sequentes deducimus conclusiones. *In superficiebus corporum sphaericorum, in quibus Materia homogœnea est ad distantias æquales a centro, Gravitates esse directe, ut Materiæ quantitates in corporibus, & inverse ut quadrata diametrorum; nam in his corporibus distantiae a centro sunt ut diametri.*

§. 228. *In Superficiebus corporum sphaericorum homogœneorum æqualium, Gravitates esse ut corporum densitates; nam distantiae a centro sunt æquales, in quo casu Gravitatis vires sunt ut quantitates Materiæ, quæ in Corporibus æqualibus sunt ut densitates.*

§. 229. *In Superficiebus corporum sphaericorum, inæqualium, homogœneorum, æque densorum, Gravitates sunt inverse, ut quadrata diametrorum; quia in harum ratione sunt distantiae a centrīs: sunt etiam Gravitates directe ut diametrorum cubi; nam in hac ratione sunt Materiæ quantitates in Sphaeris: & ratio composita ex directa cuborum diametrorum, & inversa harum quadratorum, est directa ipsarum diametrorum.*

§. 230. *Ideo, si & densitates & diametri differant, Gravitates in superficiebus erunt in ratione composita densitatum, & diametrorum. Idcirco divisa Gravitate in superficie per diametrum, detegitur densitas; quæ ergo sequitur rationem directam Gravitatis in superficie & inversam diametri.*

§. 231. *Si ad sphaericæ superficiei puncta singula tendant vires æquales centripetæ decrescentes in duplicata ratione distantiarum ab iisdem punctis: dico corpusculum intra superficiem constitutum bis viribus conjunctis nullam in partem attrahi. Ita corpusculum A (Tab. 3. Fig. 7.) intra cavitatem superficiei sphaericæ, a cujus punctis singulis attrahitur, in duplicata inversa ratione distantiarum ab iisdem punctis, ubicumque fuerit constitutum, nullam gravitatem habebit, gravitatibus scilicet oppositis sese mutuo destruentibus, ut demonstratum est Newtono *Principiorum Mathematicarum* l. 1. prop. 70. Et quidem si corpusculum A sit in centro, propositio jam est manifesta. Sed si idem duplo remotius sit a superficie Ff , quam a Bb , ductis BAF , $bA f$ patet sphaeræ partem FAf quadruplo majorem esse altera $BA b$, atque adeo quadruplo plures esse in FAf attrahentes particulas, quam in $BA b$; sed ob AF duplo majorem AB sunt attractiones particularum in $BA b$ quadruplo majores attractionibus similium particularum in FAf : igitur facta debita compensatione reperietur corpusculum A æqualiter attrahi a duabus sphaeræ partibus FAf , $BA b$.*

§. 232. Hinc sequitur in Sphaera homogœnea Corpus accedendo ad centrum, centrum versus gravitare ex sola actione Sphaeræ, cujus semidiameter est distantia Corporis a centro, quæ *Gravitas decrescit, accedendo ad centrum in ratione distantie a centro: nam*
omnis

omnis Materia, quæ ad majorem a centro distantiam datur, Sphæram cavam efficit, in qua actiones in Corpus sese mutuo destruant. Sit in sphaera PEpe (Tab. 3. Fig. 5.) centro T descripta locatum corpusculum S, & centro eodem T intervallo TS concipere sphaeram internam SLOI describi. Manifestum est per §. 231. sphaericas superficies concentricas, ex quibus sphaerarum differentia PEpeOP componitur, attractionibus suis per attractiones contrarias destructis, nihil agere in corpus S. Restat sola attractio sphaeræ interioris LOIS, quæ per §. 229. est ut distantia TS.

CAPUT XII.

De Motu Telluris.

§. 233. **U**T nullum dubium supersit circa Systema in primo Capite hujus Libri explicatum, probandus nobis hic est Telluris motus, de quo non mirum si plures dubitaverint; nullis enim, nisi a Spectatoribus in Tellure institutis observationibus motus cælestes a nobis determinari queunt, & eadem phenomena apparent, si corpora ipsa transferantur, si Spectator moveatur; ita ut immediatis observationibus non constet, utrum motus Telluris ad corpora cælestia non referri debeat.

§. 234. Tellurem circa Solem circumferri, ex motuum Analogia deducitur, & ex examine Legum Naturæ plenius demonstratur. Quod motuum Analogiam spectat, notandum circa Jovem, & Saturnum rotari Satellites corpore centrali minores; circa Tellurem Luna Tellure minor revolvitur; tandem circa Solem girantur corpora minora Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus: si cum his Tellus rotetur, ubique in Systemate nostro corpora minora circa majora moventur; in hac autem regula exceptio dabitur respectu Solis, si ingens hoc corpus in motu minimam Telluris massam cingat.

§. 235. Circa Solem, Jovem, & Saturnum, circa quos singulos plurima corpora revolvuntur, lentius moventur, quæ magis a corpore centrali distant, & quidem juxta hanc regulam: *Quadrata temporum periodicorum sequuntur rationem cuborum distantiarum*; ex qua sequitur Planetarum velocitates esse in ratione subduplicata inversa distantiarum: quæ Regula applicari potest Telluri, si hæc cum cæteris Planetis circa Solem circumferatur, ut patet, si illius tempus periodicum, (tempus nempe, in quo Sol integram revolutionem peragere videtur,) ut & distantia a Sole, cum ceterorum Planetarum distantis & temporibus periodicis, conferantur. Unicam autem patitur exceptionem regula hæc, si Sole translato, Tellus quiescat.

In hoc casu Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus, huic Regulæ in Moribus subjiciuntur, ut & quinque Satellites Saturni, & quatuor Joviales Planetæ; sola Luna cum Sole circa Tellurem, proportionem omnino diversam servant. Est enim tempus revolutionis Lunæ circa tellurem dierum 27, Sol vero giros suos absolvit diebus 365, & Luna 60 semidiametris terrestribus a terra in media distantia removetur: igitur si fiat ut 729. quadratum

numeri 27 ad 133225 quadratum numeri 365, ita 216000 cubus numeri 60. ad alium, is erit 39460356, cujus radix cubica est 340; & hic numerus semidiametrorum terrestrium distantiam Solis exhiberet a Terra, si in ejus motu locum obtineret eadem regula, qua reliqua omnia corpora mundana motus suos constanter temperant. Verum omnes consentiunt Astronomi, & invictis rationibus demonstrari potest Solem plusquam trigesies magis a Terra distare, quam sunt 340. semidiametri Terrestres. Instituto quoque calculo evinci facile potest Solis velocitatem reapse longe majorem esse, quam quæ secundum eam regulam requiritur.

§. 236. Hisce Argumentis alia addam, quibus, motus Telluris sequelam esse necessariam legum Naturæ ex phænomenis deductarum clare patebit. Omnia corpora in se mutuo gravia sunt; ideoque Sol & Tellus; sed Motus, quo hæc duo corpora ad se mutuo feruntur, ex directis observationibus deducitur. Quodcumque horum corporum circa aliud moveatur, describit Areas, lineis ad centrum hujus ductis, temporibus proportionales, quod ex observationibus Astronomicis constat; idcirco in Curva retinetur corpus motum per vim, quæ ad aliud Centrum dirigitur. Cum autem Actioni semper æqualis sit Reactio, nisi Naturæ Leges, quæ ubique constanter locum habent, in totum evertantur, duo hæc Corpora sese mutuo petunt celeritatibus, quæ sunt inverse ut horum Massæ.

Materiæ quantitas in Tellure fere nulla est respectu quantitatis Materiæ in Sole, ut in Capite sequenti videbimus: quare hic lentissime movetur, dum celerrime ad hunc accedit Tellus. Unde sequitur Tellurem circa Solem circumferri, ne in hunc motu illo violentissimo cadat.

§. 237. Motus hic idem Telluris ex iisdem principiis & alia methodo deducitur. Duo Corpora, quæ vi quacunque ad se mutuo feruntur, tandem concurrent, aut continuo magis a se mutuo recedent, nisi utrumque ita moveatur, ut vim centrifugam habeat æqualem illi, qua aliud versus fertur; cum vero corpora, quæ in se mutuo gravitant, pressionibus æqualibus sese mutuo petant, non poterunt corpora hæc in motu circum se mutuo perseverare, nisi ambo ita moveantur, ut vires centrifugas æquales habeant; quod, nisi ambo circa commune suum Gravitatis centrum æqualibus temporibus rotentur, non obtinet; id est, si Propositio hæc ad Solem & Tellurem applicetur, nisi circa punctum, cujus distantia a centro Solis est ad ipsius distantiam a centro Telluris, ut quantitas Materiæ in Tellure ad Materiæ quantitatem in Sole, ambo moveantur: quod Punctum ergo parum admodum a centro Solis distat. Cum autem quodcumque horum corporum moveatur, in motu circa aliud perseveret, sequitur ambo motibus memoratis subjici, Solemque exiguo motu agitari, dum Tellus Orbem maximum describit. Ex quibus sequitur motum Telluris ab illo negari non posse, qui ex Legibus motus ex Phænomenis deductis ratiocinatur.

§. 238. Probato motu Telluris annuo, & relata Tellure inter Planetas, exigua tantum difficultas superest respectu motus circa
Axem,

Axem, nemo enim, qui de illo non dubitat, hunc negat; multi, concesso motu circa Axem, Telluris annum motum negant; satis ergo erit in transitu notare, omnes Planetas, circa quos respectu hujus motus observationes instituire licet, circa Axes rotari; & motum similem Telluri competere, uniformem motum diurnum corporum, ad distantias quascunque ab hac remotorum, satis indicare. Quibus addendum, celeritatem Stellarum fixarum in minori quam viginti quatuor horarum tempore revolutionem integram peragentium vix magis probabilem esse, quam a nobis concipi potest.

§. 239. Etiam cum Naturæ Legibus minime congruit motus hic omnium corporum cælestium; nam, si hæc rotentur, circulos, quorum centrum Tellus occupat, motu æquabili, singulis diebus, percurrunt: id est, describunt areas, lineis ad centrum Telluris ductis, temporibus proportionales; & in orbitis retinentur viribus, quæ ad centrum Telluris diriguntur, & quibus, propter omnis actionis reciprocationem, Tellus etiam continuo illa corpora versus trahitur; ita ut violentissimo motu necessario agitari debeat; unde patet motum diurnum non ad ipsa corpora cælestia referri debere, sed ad Tellurem circa axem rotatam.

§. 240. Objiciunt, qui Tellurem quiescere contendunt, corpora in Telluris superficie, ex vi centrifuga, juxta tangentem ad circulum Æquatori parallelum, debere a Tellure recedere. Respondemus corpora eodem motu cum superficie Telluris, in locis in quibus dantur, transferri; & ideo respectu punctorum superficiei, quibus respondent, conari recedere per lineas ad axem perpendiculares; etiam corpora gravitate ad centrum Telluris tendere; & ideo, motu ex hisce ambobus composito, corpus continuo, aut moveri, aut moveri conari; sed quia primus motus respectu secundi est admodum exiguus, parum tantum a directione centrum versus detorquetur grave, & paululum gravitas minuitur, eo magis, quo locus magis a Polo distat, quod cum experientia congruit. In sequentibus etiam videbimus, ubi de Telluris Figura agemus, directionem memoratam gravium, ubique dirigi perpendiculariter ad Telluris superficiem, quæ non est exacte spherica.

§. 241. Corpus, quod in altum projicitur, non modo motu, quod projicitur, gaudet, sed etiam fertur motu impresso illi, qui hoc projicit, aut Machinæ, ex qua propellitur, id est, motu communi cum puncto superficiei Telluris, cui respondet, fertur; ideoque in eadem linea, respectu superficiei Telluris translata movetur, in qua translatum foret, si Tellus quiesceret.

C A P U T XIII.

De Densitate Planetarum.

§. 242. **S**uperest, antequam ad Systematis explicationem physicam transeamus, ut quantitates materiæ in quibusdam corporibus, & horum densitates, determinemus; quibus notis effectus legum, quibus hæc corpora reguntur, facilius patebunt.

§. 243.

§. 243. Quantitates materiæ in diversis corporibus sunt inter se, ut gravitates ad eandem distantiam ab hisce corporibus per §. 122. hujus tractatus; quæ gravitates sunt inter se inverse, ut quadrata temporum periodicorum corporum revolutorum, circa varia illa corpora, ad eandem illam distantiam, quemadmodum c. 14. §. 409. hujus physicæ est demonstratum. Multiplicando quantitates, quæ sunt in hac ratione, per eandem quantitatem, cubum nempe hujus distantia, non mutatur ratio harum quantitatum; quæ ergo sunt inter se, ut quotientes divisionum cubi memorati per quadrata temporum periodicorum memoratorum. Sed in Systemate Planetario detegitur quotiens talis divisionis pro corpore quocunque, dividendo cubum alterius distantia cujuscunque per quadratum temporis periodici corporis ad hanc distantiam revoluti: quotientes enim hujusmodi sunt æquales inter se, pro omnibus corporibus, circa idem, ad distantias quascunque, motis: ut sequitur ex æqualitate rationis inter cubos distantiarum, & quadrata temporum periodicorum ad has distantias. Ex quibus deducimus *quantitates Materiæ in corporibus quibuscunque, in Systemate nostro, esse inter se directe, ut cubos distantiarum, ad quas circa hæc, corpora alia revolvuntur, & inverse ut quadrata temporum periodicorum horum corporum revolutorum.*

Idipsum ita analytico calculo conficitur. Jam ex dictis cap. XI. hujus tractatus, & cap. 7. Physicæ Elementorum, notum est vim gravitatis, seu vim centram corporis cujuscunque esse in ratione composita ex directa massa corporis attrahentis, & inversa quadrati distantia corporis quod attrahitur, a centro attrahentis; idcirco si vis hæc centralis dicatur f , corporis massa m , d distantia,

tempus periodicum erit $f = \frac{m}{dd}$, & $m = f d d$. Sed quemadmo-

dam §. 408. hujus Physicæ demonstratum est, est eadem vis centralis

$f = \frac{d}{t t}$: igitur si in æquatione superiori $a = f d d$ loco f substituatur $\frac{d}{t t}$, erit $m = \frac{d d d}{t t}$; idest cum corpus circa aliud revolvitur, corpo-

ris attrahentis massa est directe ut cubus distantia inter corpora, & inverse ut quadratum temporis periodici ejus, quod revolvitur.

§. 244. Demonstratur hæc, seponendo agitationem corporis centralis, cujus materiæ quantitas quæritur, propter Solis magnitudinem respectu Veneris e. g., quem ex Planetis solum consideramus, vix ex hujus actione agitatur ille, & Planeta hic potest considerari quasi motus circa corpus quiescens. Satellites Jovis & Saturni, motu quidem communi cum Primariis feruntur, sed circa hos, quasi circa corpora quiescentia, propter Primariorum magnitudinem, transferuntur.

§. 245. Luna autem satis sensibiliter in Tellurem agit, & hanc agit; quare antequam ope Regulæ memoratæ, cum motu Lunæ computationem inire possimus, de conferenda materiæ quantitate

titate in Tellure cum materiæ quantitibus in Sole, Jove, & Saturno, determinanda est distantia, ad quam Luna circa Tellurem quiescentem, id est, actione Lunæ non translata, revolvi posset, in eodem tempore periodico, in quo revolutionem suam revera peragit. Hic etiam non attendimus ad motum communem Telluri & Lunæ, quo circa Solem ambo feruntur.

Luna in motu suo circa Tellurem perseverat; ideo Tellus & Luna circa commune gravitatis centrum rotantur, ut ex demonstratis circa Tellurem & Solem §. 237. hujus Tractatus sequitur. Luna ergo vi, qua Tellurem versus tendit, revolvitur in Orbita, cujus semidiameter est distantia Lunæ a memorato communi centro gravitatis Lunæ & Telluris. Si Tellus quiesceret, & Luna distantiam suam ab hac servaret, in orbita majori Luna moveretur, & majus foret tempus periodicum; admota vero Luna, ita ut hujus centrum a centro Telluris detur ad distantiam sexaginta semidiametrorum, tempus periodicum idem esset cum tempore revolutionis circa memoratum commune gravitatis centrum, uti computationem ineunti facile patebit; de qua videlicet adnotata *ad prop. 4. Lib. 3. Princ. Math. Newtoni Editionis Genevensis.*

§. 246. Hisce præmissis ipsam aggredimur computationem.

Distantia Veneris a centro Solis est 723, & tempus periodicum 19414160.

Quartus Satelles Jovis distat a centro Jovis partibus 12,4775, quarum Venus a Sole distat 723: hujus Satellitis tempus periodicum est 1441929.

Quartus Satelles Saturni distat a centro Saturni, partibus iidem 8,5017, & tempus periodicum est 1377674.

Tandem distantia Lunæ 60 semidiam. Telluris a centro hujus, est partium memoratarum 3,054; tempus periodicum medium 2360580.

Divisis singulis cubis harum distantiarum, respective per suorum temporum periodicorum quadrata, dantur in quotientibus numeri, qui sunt inter se, ut materiæ quantitates in dictis corporibus centralibus; qui quotientes sunt inter se ut Numeri sequentes, si Tellurem excipiamus, circa quam correctio adhibenda fuit; quia Solis

Actione gravitas Lunæ in Tellurem parte $\frac{1}{183}$ minuitur; quare quantitas materiæ detecta augenda est eadem quantitate, quod fecimus.

Quantitates Materiæ.

in Sole; Jove; Saturno; Tellure; Luna.

10000. 9,305. 3,250. 0,0512. 0,0013.

§. 247. Ex observationibus Astronomicis nota etiam est ratio, quæ datur inter diametros horum corporum; & quarum partium Solis diameter continet 10000, diameter Jovis continet 997, Saturni 791, & Telluris 109. Idcirco si quantitates materiæ memoratæ per diametrorum quadrata dividantur, quotientes erunt inter se, ut pondera in superficiebus dictorum corporum per §. 227. hujus Tractatus; sunt autem quotientes hi, ut numeri sequentes.

Gra-

Gravitates in Superficiebus

Solis; Jovis; Saturni; Telluris; Lunæ.
 10000. 936. 519. 431. 146.

§. 248. Dividendo hos numeros per diametros, habemus proportionem densitatum eorundem horum corporum per §. 230. Quotientes hisce divisionibus detecti, sequentium numerorum rationem habent.

Densitates

Solis; Jovis; Saturni; Telluris; Lunæ.
 10000. 9385. 6567. 39539. 48911.

Quæ Lunam spectant, in Capite ultimo determinamus; sed illa hic adjecimus, ut facilius cum reliquis conferri possint.

§. 249. Minime probabile est corpora memorata quatuor homogenea esse; unde sequitur densitates non exacte determinari posse, quare tantum determinantur densitates mediæ, id est, quas corpora haberent, si, servata materiæ quantitate & magnitudine, corpora forent homogenea.

§. 250. Proportio memorata inter densitates respectu omnium corporum, & computationes reliquæ respectu Solis, Jovis, & Saturni, sensibili errore expertes sunt, quantum ad Tellurem in his error forte datur corrigendus ex observationibus, quibus distantia Telluris a Sole magis accurate determinabitur.

Ponimus enim distantiam Lunæ 60. Semidiam., esse partium 3, 054, quarum Venus a Sole distat 723, id est, quarum Tellus a Sole distat 1000; quæ Lunæ distantia detegitur, ponendo Solis Parallaxim horizontalem 10", 30", quæ tamen pro vera absolute haberi non potest, licet ex observationibus exactissimis de Martis Telluri maxime vicini Parallaxi huc usque institutis deducatur, sed quæ nimium est exigua, ut circa observationes nulla erroris suspicio supersit. Errorem tamen ex male determinata ratione inter Semidiametrum Telluris & hujus a Sole distantiam non mutare determinatam Telluris densitatem, ex ipsis computationibus circa hanc institutis deducitur. Ex hisce sequitur enim densitates corporum esse inter se, in ratione composita ex directa cuborum distantiarum corporum, quæ circumferuntur, & inversa quadratorum temporum periodicorum horum ipsorum corporum revolutorum; ut & inversa cuborum diametrorum corporum centralium; quorum densitates quærentur. Ratio ex his composita est composita ex ratione inversa quadrati temporis corporis circumacti, & ratione directa fractionis, cujus numerator est cubus distantie corporis revoluti, & denominator cubus diametri corporis centralis. Fractio autem talis datur, si nota sit ratio inter diametrum corporis centralis & distantiam corporis revoluti ab hoc centro, licet hæc distantie cum aliis non possint conferri. Ratio autem hæc respectu Telluris & Lunæ, æque ac respectu ceterorum corporum datur; quare & Telluris densitatis ratio ad reliquorum corporum densitates exacte detegitur.

*De Causa motus Planetarum, quam Renatus
des Cartes commentus est.*

§. 251. **S**upponit Cartesius omnem illam materiam, ex qua hic Mundus aspectabilis est compositus, fuisse initio a Deo divisam in particulas quam proxime inter se æquales, & magnitudine mediocres; & æqualiter fuisse motas tum singulas circa propria sua centra, & separatim a se mutuo, itaut corpus fluidum componerent; tum etiam plures circa alia quædam puncta æque a se mutuo remota, sicque varios Vortices componerent. Postea particulas hæc æquales, intestino motu attritas, resolvit in globulos diversæ magnitudinis, quas omnes *Secundum Elementum* vocat; & fluidum quoddam ex partibus irregularibus minutissimis ab angulis globulorum detritis, & maxima celeritate in omnes partes motis constans, quod *Primum Elementum* appellat. Cumque hujus major suppeteret copia, quam quæ interstitiis globulorum implendis sufficeret, reliqua versus centrum detrudebatur a globulis a centro ob motum circulaem recedentibus; ibique in corpus Sphæricum collecta corpus Solis, vel Fixæ in cuiusvis Vorticis centro constituit.

§. 252. Præter motum æqualem particulis circa centrum Vorticis primitus impressum, Sol modo in Vorticis centro genitus, & in eandem partem cum reliqua Vorticis materia circa suum axem revolutus, & semper aliquid sui per angustos meatus; qui sunt inter globulos *Secundi Elementi* versus *Eclipticam*, sive circulum inter polos medium, emittens (tantundem a vicinis Vorticibus ad polos recipiens) vim habet secum rapiendi globulos istos; viciniore quidem celerius, remotiores autem tardius. Cum autem inferiores globuli materiæ Cælestis celerius moveantur, quam superiores, debent etiam esse minores; si enim essent majores, vel æquales, hoc ipso haberent plus virium, ideoque ex vi centrifuga superiores evaderent. Atque hæc omnia in quovis Vortice ita se habebunt, ut dictum est, usque ad certum terminum, ultra quem globuli superiores inferioribus celerius moventur, & quantum ad magnitudinem sunt æquales. Terminum hunc in Solis Vortice circa Saturni orbem, aut paulo ultra, constituit.

§. 253. His positis si contingat sidus aliquod, quod in centro sui Vorticis positum Solis vicem gerit, maculis obvolutum, atque sic debilitatum, a Vortice Solis vicine devictum abripi; si sidus hoc minoris agitationis sit capax, sive minus habeat soliditatis, quam globuli *secundi Elementi*, qui sunt versus circumferentiam nostri Cæli, sed tamen aliquando plus, quam aliqui ex iis, qui sunt versus Solem; intelligemus sidus istud, statim atque a Vortice Solis abreptum est, continuo versus ejus centrum descendere debere, donec devenerit ad eos globulos cælestes, quibus in soliditate, sive in aptitudine ad perseverandum in suo motu per rectas lineas, est æquale. Cumque tandem ibi erit, non amplius ad
Solem

Solem magis accedet, neque etiam ab eo recedet, nisi quatenus ab aliquibus aliis causis inferius recensendis nonnihil hinc inde propelletur; sed inter istos globulos cælestes libratum, circa Solem gyrabit, & erit Planeta. Horum igitur unusquisque quiescit in ea Cæli regione, in qua versatur; & omnis variatio situs, quæ in illis observatur, ex eo tantum procedit, quod omnis materia Cæli, quæ illos continet, moveatur.

§. 254. Secundum hoc itaque Systema nihil vetat quominus arbitremur spatium, in quo jam unicus Vortex Solis continetur, initio in septemdecim pluresque Vortices fuisse divisum: eosque ita fuisse dispositos, ut sidera, quæ in centrīs suis habebant, multis paulatim maculis tegerentur, & deinde isti Vortices alii ab aliis destruerentur, unus citius, alius tardius, pro diverso eorum situ. Adeo ut cum illi quatuor, in quorum centrīs erant Sol, Terra, Jupiter, & Saturnus, ceteris essent majores, sidera, quæ in centrīs quinque minorum Saturnum circumstantium versabantur, versus Saturnum delapsa sunt, & quæ in centrīs quatuor aliorum Jovi vicinorum, versus Jovem, & similiter Luna Telluri vicina, versus Terram, & postea Mercurius, Venus, Terra cum Luna, & Mars (quæ sidera etiam singula suum Vorticem prius habuerunt) versus Solem; ac tandem etiam Jupiter, & Saturnus, una cum minoribus sideribus iis adjunctis, confluerint versus eundem Solem ipsis multo majorem, postquam eorum Vortices fuerunt absumpti. Sidera autem reliquorum Vorticum, si unquam plura fuerint quam septemdecim in hoc spatio, in Cometas abierint, in recta fere linea de Vortice in Vortices trajicientes, & nunquam in orbem revertentes. Sicque jam videntes primarios Planetas ad diversas distantias circa Solem deferri, judicabimus id ex eo contingere, quod eorum, qui Soli viciniore sint, soliditas sit minor quam remotiorum. Atque hinc etiam fieri, quod semper eadem pars Lunæ sit Terræ obversa, vel certe non multum ab ea deflectat, quia alia ejus pars a Terra aversa aliquanto est solidior, & ideo Terram circumeundo majorem ambitum debet percurrere. Et videntes inferiores ex istis Planetis altioribus celerius in orbem ferri, putabimus id ex eo fieri, quod materia primi Elementi, quæ Solem componit, celerrime gyratione viciniore Cæli partes, iisque innatantes, & in iis relative quiescentes Planetas, magis secum abripiat, quam remotiores. Jupiter autem, Terra &c. circa proprios axes vertuntur, quia antea erant sidera lucida in aliquorum Vorticum centrīs consistentia, & ibi procul dubio nostri Solis instar gyratione: & nunc materia Primi Elementi in eorum centrīs congregata similes adhuc motus habet, ipsosque impellit.

§. 255. Denique non putandum est omnia centra Planetarum accurate in eodem plano semper consistere; nec circulos, quos describunt, esse omnino perfectos; sed ut in omnibus aliis rebus naturalibus contingere videmus, ista tantum præter propter talia esse, ac etiam labentibus seculis continuo mutari. Cum enim omnia corpora, quæ sunt in Universo, contigua sint, atque in se mutuo agant, motus uniuscujusque a motibus aliorum omnium

de-

dependet, atque ideo innumeris modis variatur. Unde quamvis omnes Planetæ motus circulares semper affectent, nullos tamen perfectos circulos unquam describent; sed modis omnibus tam in longitudinem, quam in latitudinem semper aliquantulum aberrabunt. Atque hæc est Cartesiani systematis summa, quantum ad Cælestium corporum motus causas, & rationes physicas spectat. Quam vero hæc philosophandi ratio naturæ ordini, concinnitati, certisque legibus & phænomenis adversetur, facile quisque dijudicabit, postquam sequentia Lemmata ostenderimus.

L E M M A I.

§. 256. Si circa eundem axem revolvantur corpora duo in eadem ab axe distantia, atque etiam alia duo similiter in alia quavis distantia, dico rationem differentie motus angularis priorum corporum ad differentiam motus angularis posteriorum, componi ex ratione translationis corporum priorum a se invicem ad translationem posteriorum a se invicem, & ratione distantie posteriorum ab axe ad distantiam priorum ab eodem axe.

Motus angularis is dicitur, quo conficitur angulus ad axem, circa quem fit motus; unde illa dicuntur habere eundem vel æqualem motum angularem, quæ quantumvis inæquali distantia ab axe posita, æquales angulos ad axem eodem tempore, vel temporibus æqualibus conficiunt; & differentia motuum angularium est differentia angulorum ad axem a mobilibus simul confectorum. Qua posita definitione, sic Lemma demonstratur.

Sint in eadem distantia ab axe motus bina corpora A & B (Tab. 4. Fig. 5.); item & alia bina E, F in alia quacunque distantia ab eodem axe S. Moveantur postea utcunque, & a se invicem seponentur, nempe A in *a*, & eodem tempore B in *b*; E in *e*, & F in *f*. Differentiæ motuum angularium erunt anguli *aSb*, *eSf*; quos dico esse inter se in ratione composita ex ratione arcus *ab* (translationis nempe priorum a se invicem) ad arcum *ef* (translationem posteriorum a se invicem), & ratione SF ad SB. Sit arcus CD similis arcui *ef*; ratio *ab* ad *ef* componitur ex rationibus *ab* ad CD, & CD ad *ef*. Sed ut *ab* ad CD, ita (per 33. Elem. 6.) angulus *aSb* ad angulum CSD, vel ad ejus æqualem *eSf*; & CD ad similem arcum *ef*, ut SB ad SF. Ratio ergo *ab* translationis priorum ad *ef* translationem posteriorum, componitur ex ratione anguli *aSb* ad *eSf*, & ratione distantie AS ad FS. Unde si *ab* translatio priorum a se invicem appelletur T; *ef* translatio posteriorum *t*, *aSb* differentia motuum angularium priorum dicatur A, *eSf* sit *a*; AS dicatur D, & FS *d*, erit T, *t* :: D × A, *d* × *a*; & propterea T × *d* × *a* = *t* × D × A, & A, *a* :: T × *d*, *t* × D. Quod erat demonstrandum.

L E M M A II.

§. 257. Sit DCE (Tab. 4. Fig. 6.) hyperbole tertii generis ad asympteton AE ita relata, ut ordinate CB, *cb*, & sic de ceteris, sint reciproce ut cubi abscissarum AB, *ab*; dico spatium interminatum CBEF comprehensum inter rectas CB, BE & curvam CE, esse

esse ad spatium interminatum cb EF, reciproce ut quadratum A b ad quadratum AB .

Positis ordinatis CB vel $cb = y$, & abscissis AB vel $ab = x$, est curvæ æquatio $y = \frac{x}{x^3}$, seu, ut salvetur analogia $y x^3 = a^4$;

& spatii interminati CBEF elementum erit $a^4 x^{-3} dx$; sum-

ma vero elementorum, spatium nempe ipsum $\frac{a^4}{2x}$, hoc est, $\frac{a^4}{2x}$

seu $\frac{a^4}{2x}$, sed ad partes BE . Similiter spatium intermina-

tum cb EF erit $\frac{a^4}{2AB}$. Sed $\frac{a^4}{2AB}$, $\frac{a^4}{2AB}$:: $2Ab^2$, $2AB^2$:: Ab^2 ,

AB^2 . Q. E. D.

L E M M A III.

§. 258. Si corporum duorum contiguorum totum super alterum moveatur, & idem fiat in aliis duobus corporibus eadem vi atque priora versus se invicem pressis, dico impressionem factam a frictione priorum in se mutuo esse ad similem impressionem posteriorum, in ratione composita ex ratione translationis priorum ad translationem posteriorum, & ratione superficiæ, quæ priora se mutuo contingunt, ad superficiem, qua posteriora se mutuo contingunt, nempe in quibus impressiones fiunt.

Moveatur A (Tab. 4. Fig. 7.) super B , C super D ; & eadem vi, qua est pressum A versus B , sit pressum C versus D . Constat imprimis, quod si superficies, quibus hæc quatuor corpora bina se contingunt, essent perfecte lubricæ, nulla foret corporum impressio in se mutuo. At ponamus in utrisque, tam in AB , quam in CD , esse æqualem defectum lubricitatis partium, adeoque æqualem resistantiam ex defectu lubricitatis ortam; tunc liquet, quod si superficies, quibus corpora bina bina se contingunt, sint æquales, impressionem corporum A & B in se mutuo esse ad similem impressionem corporum C & D , ut translatio seu velocitas, qua partes corporum A & B separantur a se invicem, ad similem translationem, seu velocitatem partium C & D . Et contra si huiusmodi translationes, seu velocitates essent æquales, & inæquales superficies, quibus corpora bina bina se contingunt, tunc impressiones essent ut superficies, quibus corpora bina bina se contingunt. Dum ergo tam superficies, quam translationes sunt inæquales, erit impressio corporum priorum A B in se invicem ad similem impressionem corporum posteriorum CD , in ratione composita ex ratione superficiæ, qua corpora priora se contingunt, ad superficiem, qua se contingunt posteriora, & ex ratione translationis, seu velocitatis, qua partes priorum A & B a se invicem separantur, ad similem translationem partium corporum posteriorum C & D . Q. E. D.

LEM-

LEMMA IV.

§. 259. Si sphaera solida in fluido uniformi & infinito circa axem positione datum uniformi cum motu revolvatur, & ab hujus impulsu solo agatur fluidum in orbem; perseveret autem fluidi pars unaquaeque uniformiter in motu; erunt tempora periodica partium fluidi, ut quadrata distantiarum a centro sphaerae.

Designet AEH (Tab. 4. Fig. 8.) sphaeram uniformiter circa axem S rotatam. Fluidum infinitum sphaerae undique circumfusum divisum intelligatur in orbis innumeros concentricos ejusdem crassitudinis; quorum quivis per se spectatus solidus est: hi vero designentur per circulos BFK, CGL, DMN &c. Quoniam fluidum sic divisum homogeneum ponitur (hoc est omnes ejus partes aequaliter compressae) impressiones contiguorum orbium in se mutuo factae, erunt per Lemma 3. conjunctim ut eorum translationes ab invicem, & superficies contiguae, in quibus impressiones fiunt. Si impressio in orbem aliquem major est vel minor ex parte concava; praevalabit impressio fortior, & velocitatem orbis vel accelerabit, vel retardabit, prout in eandem plagam cum ipsius motu, vel in contrariam dirigitur. Proinde quoniam ex hypothese fluidum in motu suo uniformiter perseverat, impressiones ex utraque parte cujuscunque orbis in contrarias plagas factae, aequales sunt; & ideo ratio, quae aequalis est rationi impressionum (ratio nimirum composita ex rationibus translationum, & superficialium contiguarum) erit etiam ratio aequalitatis. Unde translationes sunt reciproce, ut superficies contiguae, hoc est, reciproce ut quadrata distantiarum a centro. Sed per Lemma 1. differentiae motuum angularium sunt ut translationes directae, & distantiae a motu centro inverse: igitur dictae differentiae motuum angularium orbium concentricorum sunt reciproce ut quadrata distantiarum a centro, & reciproce ut distantiae a centro conjunctim, hoc est, reciproce ut cubi distantiarum a centro. Ergo si ex omnibus punctis rectae SZ ex centro educatae, ubi superficies contiguae orbium concentricorum illa secant, nempe A, B, C, D &c. erigantur ad SZ normales Aa, Bb, Cc, Dd cubis ipsarum SA, SB, SC, SD &c. reciproce proportionales; erunt haec ordinatae respectivo, ut praedictae differentiae motuum angularium respectivorum orbium concentricorum, & summae harum ordinatarum, ut summae dictarum differentiarum; hoc est (cum orbis extimus, seu infinite diffusus omnino non moveatur), ut motus toti angulares. Si jam crassitudo orbium minuatur in infinitum (quomodo circumfusum medium eatenus sit uniformiter fluidum) summae praedictarum ordinatarum fient areae AZa, BZb, CZc, DZd &c. Adeoque motus toti angulares orbium BFK, CGL, DMN &c. sunt ut areae BZb, CZc, DZd &c. respectivo. In figura vero AZa ordinatae Bb, Cc, Dd &c. sunt reciproce ut cubi rectarum SB, SC, SD &c. unde per Lemma 2. areae BZb, CZc, DZd &c. sunt inverse ut quadrata rectarum SB, SC, SD &c. Et ideo motus angulares

orbium B F K, C G L, D M N &c. sunt inverse ut quadrata suarum semidiametrorum S B, S C, S D &c. Sed tempora periodica sunt motibus angularibus reciproce proportionalia: Ergo tempora periodica orbium B F K, C G L, D M N &c. sunt in ratione directa (quippe reciproca inverse) quadratorum suarum distantiarum a centro S, nempe rectarum S B, S C, S D &c. Adeoque patet propositio, si medium sphaeræ circumfusum constare intelligatur ex innumeris solidis orbibus tenuissimis concentricis.

Si vero ductæ intelligantur infinitæ rectæ quamplurimæ continentes cum axe angulos æqualibus excessibus se mutuo superantes, & his rectis circa axem revolutis; & superficies conicas describentibus, concipiantur orbis in annulos innumeros secti; annulus unusquisque habebit annulos quatuor sibi contiguos, unum interiorum, alium exteriorum, & duos laterales ex eodem orbe resectos. Attritu interioris & exterioris nequit intermedius aliter moveri, quam prius ante sectos orbis; alioquin partes fluidi non perseverarent in motu suo uniformiter; sed medius iste in motu suo acceleraretur, vel retardaretur, ut prius de orbibus integris ostensum, contra hypothèsim. Et propterea annulorum series quælibet a solida sphaera centrali in infinitum recta pergens, & inter duas proximas superficies conicas comprehensa, movebitur eodem profus modo, quo hæ ipsæ movebantur ante divisionem orbium in annulos; nisi quatenus quisque in hac serie annulus impeditur ab attritu annulorum ad latera. Hic vero attritus nullus est, quia annuli omnes a media sphaera solida æqualiter distantes (hoc est ex eodem orbe resecti) eodem tempore revolvuntur: nam si hoc non fieret, sed qui versus polos citius, vel tardius circuitus suos abfolverent, quam qui sunt versus circulum inter polos medium; tardiores ex attritu mutuo incitarentur, & velociores retardarentur, contra hypothèsim, qua supposuimus fluidum perseverare in motu suo uniformiter. Cum ergo annulorum omnium, in eadem distantia a centro, idem sit tempus periodicum, revolventur similiter, ac si ex orbe solido nondum essent resecti; hoc est absque attritu: & ideo eadem lex in hoc casu orbium in annulos resectorum obtinet, quæ prius obtinebat ante orbium divisionem; hoc est, annulorum singulorum tempora periodica erunt ut quadrata distantiarum ipsorum a centro mediæ sphaeræ solidæ.

Dividatur jam annulus unusquisque sectionibus transversis in particulas innumeras constituentes fluidum absolute, & uniformiter tale, & quoniam hæ sectiones non spectant ad legem motus circularis, sed ad constitutionem fluidi solummodo conducunt, perseverabit motus circularis ut prius. His divisionibus annuli omnes quam minimi asperitatem & vim attritus mutui aut non mutabunt, aut mutabunt æqualiter, & manente causarum proportione manebit effectuum proportio; hoc est proportio motuum & temporum periodicorum, ut prius. Et igitur partium singularum in supra descripto Vortice tempora periodica erunt, ut quadrata distantiarum a centro Vorticis. Q. E. D.

C O.

COROLLARIUM 1.

Si major sit resistentia partium Vorticis in majore a centro distantia, quam in minore, vel ob majorem crassitiem, vel minorem fluiditatem particularum fluidum constituentium, vel ob aliam quamlibet causam; tum segnius movebuntur partes Vorticis a centro remotiores, quam pro ratione superius in propositione stabilita; hoc est tempus periodicum partium Vorticis a centro remotiorum erit ad tempus periodicum partium centro viciniorum in majore quam duplicata ratione distantiarum istarum particularum a centro.

COROLLARIUM 2.

Si Vortex non extendatur in infinitum, sed fluidum in Vorticem circumactum contineatur vase rigido violenter detento, diversæ figuræ a spherica globo centrali concentrica; movebuntur Vorticis particulæ non in circulo peripheriis globo circumagenti concentricis, sed in lineis fere conformibus vasis figuræ; & tempora periodica erunt ut quadrata mediocrium distantiarum a centro quamproxime.

§. 260. His præmissis propositionibus facile modo est universam Cartesianorum Vorticum fabricam pessumdare. Et 1. cum ex 4. Lemmate pateat Vorticem quemlibet a spherâ solida circa axem positionem datum uniformiter revoluta factum, in infinitum propagari, si non impediatur; si Mundus ex hujusmodi Vorticibus constaret, fierent totidem Vortices in infinitum pergentes, quot sunt fixæ, quarum quævis, ex Cartesii mente, instar Solis nostri Vorticem efficit. Neque Vortices definirentur certis limitibus, sed serperent, & in se mutuo paulatim excurrerent. Atque hoc pacto fluidi infiniti Universum constituentis pars unaquæque eo agitabitur motu, qui ex omnium Sphærarum centralium sive Solium actionibus resultat. Quantum vero hæc incertitudo absit a certo ordine, situ & motu Fixarum, quæ arctissimis vinculis calculi simplicissimi connectuntur, Astronomiæ periti judicabunt.

2. Porro quoniam Vorticis supradicto modo geniti partes centro propiores celerius motæ urgent exteriores, motumque ipsis eactione perpetuo communicant, & exteriores illæ eandem motus quantitatem in alias adhuc exteriores simul transferunt; quia ex hypothesi ea est Vorticis conditio, ut unaquæque fluidi pars perseveret in motu suo uniformiter, neque in eadem a centro distantia nunc magis, nunc minus incitetur: patet quod motus perpetuo a centro ad Vorticis circumferentiam transferatur, & per infinitatem circumferentiæ absorbeat. Et proinde ad conservationem Vorticis in eodem statu requiritur principium aliquod activum, a quo Sphæra centralis, sive Sol istius Vorticis, eandem semper quantitatem motus accipiat, quam in materiam Vorticis imprimat. Unde autem tale principium activum in Sole quovis Vorticem ciente residens arcessant Cartesiani, non video; cum ipse Cartesius §. 146. Part. 3. Princ. Philos. audacter dicat: *nihil occurret circa phænomena Planetarum, cujus ratio ex jam dictis*

non facile reddatur. Necessitatem hujusmodi principii activi in Vorticum centralibus sphaeris satis perspexit oculatissimus Keplerus; adeoque ne paulatim langueat motus, in illas ab Omnipotentia creatrice in ipso rerum exordio impressus, hunc vel perpetua Creatoris cura, vel Animæ ad id destinatæ ope sustentatum vult. Nam absque tali principio activo, necesse est ut sphaeræ centrales, & Vorticum partes interiores, propagantes semper motum suum in exteriores, neque novum aliquem motum accipientes, tardescant paulatim, & in orbem agi desinant. Adeoque Mundus hic Cartesianus absque ejusmodi activo principio a mechanico ad quietem & interitum sponte sua vergit.

3. Agnoscentibus Cartesio & Cartesianis, corpora, quæ in Vortice delata in orbem redeunt, ejusdem sunt densitatis cum Vorticis partibus, in quibus versantur, & eadem cum ipsis lege, quoad velocitatem & cursus determinationem moventur: in hoc solum differunt fluidum deferens, & corpus delatum, quod corporum a Vortice sic delatorum partes datum inter se situm servant, & quod sint partes Vorticis quasi congelatæ & solidæ, nec motu intestino inter se cieri & misceri facile possint, ut partes ejus fluidæ; cetera prorsus æqualia. Cum igitur Vorticis partes ea lege revolvantur, ut earum tempora periodica sint in duplicata ratione distantiarum a centro per Lem. 4. Planetæ etiam circa Solem delati, & in fluida Vorticis materia, cui innatant, relative quiescentes, eadem lege revolvuntur. Cum ergo Tellus e. g. periodum suam absolvat uno anno, Saturni, (cujus distantia a Sole noncupla est distantia Terræ ab eodem Sole) periodus esset 90 annorum, cum tamen vix sit 30; similiter periodus Jovis esset 27 annorum, quæ tamen ad 12 non ascendit: & omnes superiores Planetæ periodos haberent veris majores; inferiores autem veris minores.

Si Vorticum patroni respondeant, Vortices non esse uniformiter fluidos, ut in Vortice quarti Lemmatis supponebatur, sed partes Vorticem constituentes in recessu a centro esse crassiores, ut *Cartesius* §. 82. *Parte 3.* ponit; tum per coroll. 1. quarti Lemmatis, Planetæ a Sole remotiores erunt adhuc segniores, cum tamen hætenus ex hoc systemate nimis sint segnes; patetque ex hac Vorticum constitutione Cartesiana, longius ab observatis recedi, quam si Vortices essent ex fluido uniformi compositi. Igitur cum demonstratum sit partes Vorticis lege longe alia revolvi, quam quæ in Planetis observatur; nempe tempora partium Vorticis periodica esse ut quadrata distantiarum a centro, si materia Vorticis fuerit homogenea; vel etiam ut altiores quædam dignitates distantiarum, si materia Vorticis sit in majori distantia crassior; cum interim in Planetis quadrata temporum periodicorum sint ut cubi distantiarum; (hoc est, Planetarum tempora periodica ut distantiarum dignitates, quarum exponentes sunt $\frac{3}{2}$, quæ multo humiliores sunt, quam illæ, quæ exponuntur per 2, vel numerum binario majorem); palam est Planetas ab hujusmodi Vorticibus corporeis non deferri.

4. Si Vortex in infinitum extenderetur, patet ex quarto Lemmate

Mate fluidi partem quamlibet perfectum circulum describere debere, & ex Corol. 2. aberrationem a via circulari procedere a vase rigido (vel quod hujus instar est), in quo Vorticis materia continetur; Unde clare sequitur, quo major est Vortex respectu semitæ ab ejus parte fluida, (vel a Planeta simul delato) descriptæ, tanto magis Planetæ semitam ad circulum perfectum accedere debere; hoc est, Planetæ Soli propioris minorem futuram excentricitatem, quam remotioris; cum tamen observationes Astronomicæ testentur Mercurii orbitam esse multo magis excentricam, quam Saturni. Rursus quia per Corol. 2. Lemmatis quarti, Vorticis particulæ, simulque delati Planetæ movebuntur in lineis fere conformibus figuræ vasis, in quo fluidum continetur, Planetarum omnium Aphelia e Sole spectata erunt versus easdem Fixas posita; cum tamen Planetarum Aphelia a se mutuo longe distent, ut Jovis & Terræ, circuli quadrante; Martis & Terræ, circuli triente; Martis & Veneris sint fere opposita. Porro materia Vorticis more fluminis intra cancellos angustos coarctata per leges mechanicas velocius moveri debet, quam dum in latiore alveo libere decurrit; idque in ratione inversa latitudinum alveorum, aut quæ harum instar sunt. Sed in principio $\eta\eta$ distantia inter Orbes Martis & Veneris est ad eorundem distantiam in puncto opposito, nempe in principio $\Theta\Theta$, fere ut 3 ad 2; adeoque Vorticis fluidum intermedium, Tellurem deferens, velocius feretur in eadem ratione in principio $\Theta\Theta$, quam in principio $\eta\eta$; utpote intra angustiores limites contentum; (nam fluidi Martem, & Venerem deferentis semitæ cancellosum, vel alvei vices gerunt); hoc est, Tellus e Sole visa in principio $\Theta\Theta$ dimidio velocius feretur, quam cum eadem e Sole in principio $\eta\eta$ conspicitur; vel Sol e Tellure visus in principio $\eta\eta$ dimidio velocius inter fixas moveri videbitur, quam in principio $\Theta\Theta$. Contrarium tamen accidit ex observatione omnium omnino Astronomorum: & Sol in principio $\eta\eta$ e Tellure visus motu diurno conficere videtur tantum minuta prima 58, cum in principio $\Theta\Theta$ integrum gradum pari tempore confecisse dideatur.

5. Corpus a Vortice abreptum, & ejusdem densitatis cum partibus Vorticis inter quas versatur, in orbem rediens, si alias non impediatur, circulum describit; cujus plano perpendicularis est axis spheræ centralis, qua fluidum in Vorticem circum agitur; & si corporis semita ad hoc planum inclinata sit, paulatim minuetur ista inclinatio, tandemque coincident. Etenim ex Lemmatis quarti demonstratione patet quamlibet particulam fluidi Vorticem componentis hujusmodi circulum describere; quare & Planeta, qui non nisi ab hisce particulis defertur inter eas relative quiescens talem etiam describet, etsi per vim aliquam exterius ingruentem hinc deflectat, paulatim minuetur inclinatio ab occursum particularum fluidi prædictos circulos describentium, & hujusmodi circulum describet ipse, sic tandem in Vorticis fluido relative, quiescens, & simul cum ipso delatus. Verum ne vel unicus reperitur Planeta, ad cujus Orbitæ planum axis Solis normalis est; neque

per bis mille annos, quibus observationes instituuntur, inclinatio Orbitæ alicujus Planetæ ad istud planum diminuta deprehenditur; neque ullæ ab hisce Philosophis Planetis assignantur fibræ latitudinis, quibus inclinatio hæc eadem conservetur. Apologia autem, quam pro Planetarum excentricitate varia, varia etiam orbitarum ad se invicem inclinatione, varioque Apheliorum situ affert Cartesius §. 34. *Partis Tertiæ Princip.* (nempe hæc: *Sed ut in aliis omnibus rebus naturalibus contingere videmus, ista tantum præterpropter talia esse, ac etiam labentibus sæculis continuo mutari*) plane ostendit illum in calculo Astronomico prorsus peregrinum. Quamvis enim causas physicas in syderum motibus locum obtinere non sit negandum, inæqualitates tamen casuales penitusque irregulares (quales Cartesius innuere videtur) in illis admittendas nullus his assuetus censebit.

6. Cum globuli fluidum Vorticis Solaris componentes sint prope Solem minores, & proinde illorum massa, in dato spatio contenta, illudque replens, minus densa, quam in majore a Sole distantia; sequitur & Planetas, qui ejusdem sunt densitatis cum Vorticis particulis, quibus innatant, quo propiores sunt Soli minus esse solidos; quod & agnoscit Cartesius §. 147. *Part. Tert. Princip.* Id tamen a vero alienum esse in demonstratis modo habetur; ratum nempe est Planetam quemvis, quo Soli vicinior est, eo & solidiorem sive densiorem esse; hoc est plus materiæ sub æquali magnitudine continere. Quod & melius congruit rationibus archetypicis, concinnitati geometricæ, & causis finalibus: ex quibus palam est collocasse Deum Planetas in variis distantis a Sole, ut quilibet pro gradu densitatis, calore Solis majore vel minore fruatur; & proinde densiorem Planetam esse Soli etiam propiorem, cum materia omnis densior ad operationes naturales obeundas majorem calorem requirat.

7. Tycho olim ex Cometarum motu demonstravit Planetas in solidis orbibus non moveri; quia nimirum Cometæ orbis Planetarum trajiciunt. Idem Cometæ nunc Planetas a vorticibus corporeis non deferri æque evidenter ostendunt; quoniam Cometæ plerumque vias valde obliquas, quandoque Zodiaci planum ad angulos rectos secantes, & nonnunquam cursui Planetarum directe contrarias sequuntur, motusque hosce liberrimos quidem diutissime conservant, universali huic legi obnoxii, quod radio ad Solem ducto areas describant temporibus proportionales; quod prorsus impossibile esset, si integra Vorticis materia circa Solem ageretur vi sufficienti ad ingentia Planetarum corpora devehenda. Neque Cartesium juvat quod Cometæ ultra Saturnum relegat contra observationum fidem, (quas Tycho & Astronomi non detorserunt, ut hypotheseis propriis inservirent, quod innuere vult Cartesius); cum Vorticis Solaris materia ultra Saturnum secundum eundem Cartesium momentum majus habeat ad illos secum rapiendos, quam prope Venerem & Mercurium; tum quod globuli Vorticem constituentes majores sint illic, quam hic; tum præcipue quod multo celerius moveantur, quippe circuitum immense majorem *intra*
paucas

paucas hebdomadas absolventes, ut habet Cartesius §. 62. Part. Ter. Princip. Ex hisce ergo omnibus constat hanc Vorticum hypothesis cum phænomenis Astronomicis omnino pugnare, & non tam ad explicandos, quam perturbandos motus Cælestes conducere.

C A P. XV.

De Causis Motuum Cælestium a celeberrimo D.

Leibnitio adductis.

§. 261. **I**N quærendis motuum Cælestium causis adeo primum est eas ab ambiente fluido Æthere petere, ut Philosophi Planetas considerarint circa Solem delatos, similiter atque paleæ vel festucæ innatantes aquæ deferuntur ab aqua in Vorticem acta a baculo, in medio vasis quiescentis circa axem suum rotato. Sententia hæc vetustissima neglecta diu jacuit. Sed superiore sæculo a magnis Viris est resuscitata: quippe ante Cartesium, de quo supra, Torricellio & ipsi Galilæo probata.

§. 262. Tam vehementer autem placuit hæc sententia, ut acutissimus Philosophus D. Leibnitius (etiam post edita *Newtoni Prin. Mat. Philos. Nat.*) illi nomen suum dederit: qui nihil aliud superesse iudicat, quam ut ostendatur quomodo Causæ motuum Cælestium a motibus Ætheris, sive (*Astronomicè loquendo*) ab orbibus deferentibus quidem, sed fluidis oriantur. Tam celebre inter Geometras nomen meretur certe, ut ejus *Tentamen de motuum Cælestium Causis* (quod cum orbe litterato communicavit in *actis E-rudit. Lipsiæ editis* mense Februario anni 1689.) exactissime consideretur. D. Leibnitius enim, si quis alius Vortices motibus Cælestibus accommodare valet, & *legum Cælestium a Keplero inventarum rationes reddere. Præsertim cum aliqua in eo genere illi lux affulserit, & inquisitio commode admodum, & naturaliter successisse ipsi perspicacissimo videatur, ut inde in eam sit erectus spes, veris motuum Causis a se appropinquatum esse.* Hujus igitur Philosophi modum magna hæc opera explicandi paucis, & suis fere verbis trademus.

§. 263. Primo pro certo assumit Leibnitius, omnia corpora quæ in fluido lineam curvam describunt, ipsosque adeo Planetas, ab ipsius fluidi motu agi. Omnia enim curvam describentia ab ea recedere conantur per rectam tangentem ex natura ejus motus; oportet igitur esse quod coerceat: nihil autem contiguum est, nisi fluidum ex hypothesis; & nullus conatus coercetur nisi a contiguo & moto ex natura corporis; fluidum ergo ipsum in motu esse necesse est.

§. 264. Cum ex observatione exactissima constet Planetam quemlibet primarium orbitam circa Solem describere, ea lege motus, ut radiis a Sole ad Planetam ductis areæ semper abscindantur temporibus proportionales, consentaneum est Ætherem seu orbem fluidum, cujusque Planetæ circulatione circa Solem moveri, quæ dictæ motus legi congruat. Hoc vero demum fiet, si orbium innumerorum circularium concentricorum exiguæ crassitudinis, in quo orbis Planetæ fluidus cogitatione dividitur, quilibet suam habeat propriam circulationem, tanto velociorem proportionem, quanto quisque est Soli propior; hoc est, si velocitates circulandi,

quæ sunt in partibus fluidi, sint radiis seu distantis a Sole reciproce proportionales. Unde fit, quod siue Planeta magis, siue minus a Sole distet, sectores æqualibus temporibus a radio vectore descripti æquales sint. Nam dicti sectores sunt in ratione composita ex directa ratione radiorum seu distantiarum a Sole, & reciproca arcuum siue circulationum; ideoque, ex hujus circulationis natura, in ratione æqualitatis. Circulationem supra descriptam, ubi velocitates circulandi sunt distantis a centro reciproce proportionales, vocat *Harmonicam*, quia positis distantis a centro crescentibus æquabiliter, seu arithmetice, circulationes decrescunt in Harmonica progressionem; quippe quantitibus in progressionem arithmetica positis reciproce proportionales; quam esse harmonice proportionalium proprietatem vulgo notum est.

§. 265. Ponit itaque Vir celeberrimus Planetam moveri motu duplici, seu composito ex circulatione Harmonica orbis suis fluidi deferentis, & motu *paracentrico* accessus ad Solem, & recessus ab eodem. Facit autem circulatio ætheris, ut Planeta circuletur harmonice, non velut motu proprio, sed quasi tranquilla natatione in fluido deferente, cujus motum sequitur. Unde nec impetum circulandi velociorem retinet, quem habuerat in orbe inferiore seu propiore, sed eum elanguescentem, dum superiores, (majori velocitate quam suæ resistentes) trajicit, continuo deponit, & sese orbi ad quem accedit insensibiliter accommodat; & vicissim dum a superioribus ad inferiores tendit, impetum eorum accipit. Itaque non tantum in arcibus circuli, sed & in curva alia quacumque describenda; circulatio harmonica locum habet. Nam area temporis elementa descripta, a radiis e Sole ad Planetam in alia quavis curva motum ductis abscissa, comparabiliter non differt a sectore circuli, cujus idem est angulus ad centrum, & radius præcedentium alteruter.

§. 266. Alter motus cum priore motum Planetæ integrum componens, nempe *paracentricus*, duplici ex causa ortum ducit; nempe ex *impulsione excussoria circulationis*, & *attractione Solaris* (aut quod hujus instar est) inter se compositis. Cum enim omne Mobile a linea curva, quam describit, recedere conatur per tangentem; per hunc motum solum Planeta a Vortice harmonice circulato delatus a Sole recedet. Et ejus conatus centrifugi ab Auctore ostenduntur esse in ratione radiorum reciproca triplicata. Altera motus Planetæ paracentrici pars componens est attractio Solaris, siue, quæ hujus vices gerit, Planetæ gravitas: & licet hanc vim attractionem vocet, eam ab impulsu fluidi ambientis derivari, sicut & ipsas actiones magneticas, nullus dubitat.

§. 267. Porro quoniam ex observatione constat, quemlibet Planetam primarium orbitam describere ellipticam, in cujus altero focorum est Sol, itaut radiis e Sole ad Planetam ductis areae semper abscindantur temporibus proportionales; nulla autem est in Vortice circulationis lex, quæ ultimam conditionem adimpleat, præter harmonicam. Reliquum est, ut quærat Gravitatis lex, quæ juncta cum conatu centrifugo mobilis harmonice circulantis, motum faciat paracentricum, qui una cum circulatione harmoni-

ca

ca mobile in perimetro Eclipsis movere facit, quam (post præmissum Lemma rationem circulationis in confectione ad velocitatem paracentricam ostendens) definit, Theorema sequens demonstrando: *Si Mobile, quod gravitatem habet, feratur in Ellipse, aut alia confectione, circulatione harmonica, sitque in foco Ellipseos centrum tam attractionis, quam circulationis; erunt attractiones seu gravitatis sollicitationes, ut quadrata circulationum directe, seu ut quadrata radiorum, sive distantiarum a foco reciproce.* Invenit igitur inesse Planetis Gravitationem ad Solis centrum tendentem, cujus ea est Lex, ut sit quadrato distantiae a foco reciproce proportionalis. Hanc porro legem antea notam fuisse D. Newtono ultro agnoscit, quippe cujus *Principia Philosophiae* antea edita fuerant, & in hisce Actis relata.

§. 268. Poli subnexa Corollaria quaedam ex primario suo Theoremate pulcre consequentia, finem *Tentamini* hinc Physico Astronomico imponit, duo agnoscens in hoc argumento potissimum præstanda ipsi superesse. Unum, ut explicet quis motus Ætheris Planetas graves faciat, seu versus Solem pellat, & quidem in duplicata reciproca ratione distantiarum, sive (ut ipse loquitur) in duplicata ratione vicinarum. Deinde, quæ sit causa comparationis motuum inter diversos Planetas Systematis ejusdem, itaut tempora periodica sint in sesquuplicata ratione mediarum distantiarum. Cumque (secundum Auctorem) horum utrumque pendere necesse sit a contiguis corporibus, quæ omnia Ætheris nomine indigitat, duo hæc eo collimant, ut distinctius explicetur motus Vorticis, seu Ætheris Systema unumquodque constituentis. Sed cum hæc altius repetenda sint, & propterea brevitati schediasmatis includi non possint, quid illi consentaneum visum sit, rectius separatim exponendum ait.

§. 269. Sed contra modo descriptum Celeberrimi Leibnitii *Tentamen de Causis motuum Cælestium* faciunt quaedam ex superius adductis, capite antecedenti; rationibus contra Vortices corporeos Planetas deferentes; nempe quod Cometarum quorundam viæ sint ad Zodiacum valde obliquæ, quandoque hujus planum ad angulos rectos secant, imo nonnunquam cursui Planetarum directe contrariæ. Cumque Cometæ, dum a nobis observantur, areas circa Solem describant temporibus proportionales, pari jure Vorticem harmonicæ circulantem ponere oporteret, cuius Cometæ æque ac Planetæ circumvehendo necessarium; hoc est, Vorticem Vortici contrarium.

§. 270. Considerando quidem unicum Planetam circa Solem, vel aliud quodvis centrum, rotatum, si hic per Vorticem deferendus sit, nullo proprio motu agitur, sed quasi tranquilla navigatione in fluido deferente, cujus motum sequitur, uti Auctor supponit; oportet Vorticem harmonice circulari, ut Areas per radios a Planeta ad Solem ductos abscissæ sint proportionales temporibus. Alia nulla Vorticis constitutio rationem inter areas efficiet eandem quam inter tempora. Unde si Auctoris Vortex Planetarum motibus non satisfaciat, certe alius nullus obtinebit. Atque hoc semel posito, reliqua, quæ per Geometriam inde deducit Auctor, optime

optime procedunt, ut illi solent. Quibus ego addo hujusmodi Vorticem (cujus nempe fluidum in plano per centrum, cui axis est normalis, harmonice circuletur) mechanice producendum, si sphaera solida in fluido uniformi, & infinito, circa axem positione datum, uniformi cum motu revolvatur, & ab hujus impulsu solo agatur fluidum in orbem, & hujus pars unaquæque perseveret uniformiter in motu suo. Atque hoc tantum Auctori restabat circa motum Vorticis Solaris, seu Ætheris explicandum, nempe quomodo in circulationem harmonicam impelli & incitari possit. Nam quoniam universaliter tempora percurrendi sunt ut spatia percurra directe, & velocitates inverse, & in motu circulari spatia una revolutione percurra sunt ut radii, & in circulatione harmonica velocitates sive circulationes reciproce ut radii; patet tempora periodica partium Vorticis harmonice circulantis esse in duplicata ratione radiorum. Atqui hanc eandem esse proprietatem circulationis in plano per centrum, cui axis est normalis in Vortice, per sphaeram centricam ad motum incitato, demonstratum est Lemmate quarto præcedentis Capituli.

Verum si duorum aut plurium Planetarum motus inter se comparentur, apparebit materiam fluidam Vorticis Solaris non moveri circulatione harmonica. Nam hætenus demonstravimus tempora periodica partium fluidi harmonice circulantium (& consequenter etiam corporum, quæ tranquilla natatione in fluido deferuntur) esse in duplicata ratione radiorum. Verum tempora periodica Planetarum non sunt in duplicata, sed tantum in sesquuplicata ratione distantiarum a centro: igitur Planetæ diversi non moventur circulatione harmonica.

§. 271. Dicit proculdubio Auctor se non ponere totum fluidum Vorticis Solaris moveri circulatione harmonica continua, & nullibi interrupta a Mercurio usque ad Saturnum inclusive; sed fluidum deferens Mercurium moveri circulatione harmonica a perihelio usque ad aphelium, deinde interrupta hac harmonia rursus circulari harmonice a Veneris perihelio usque ad ejus aphelium, sed non continuata harmonia cum priore circulatione prope Mercurium: hoc est, itaut circulatio fluidi deferentis Venerem sit ad circulationem fluidi deferentis Mercurium, ut distantia Mercurii a Sole ad distantiam Veneris ab eodem; atque rursus (interrupta priore harmonia) fluidum Terram deferens moveri harmonice quidem a Terræ perihelio ad aphelium, si solitaria spectetur hæc armonia, & non comparetur cum harmonia fluidi ad Venerem, vel Mercurium; atque ita in reliquis deinceps Planetis: hoc est, per crassitiem cujusvis orbis harmoniam obtinere particularem a ceteris separatam, disjunctam; similiterque in Jovis & Saturni Satellitibus ascendendo a Jovis, & Saturni centro. Fatendum tamen est Auctorem circulationem suam harmonicam etiam ad diversos Planetas extendere videri §. 17. ubi ait: *in distantia dupla tantum quarta pars anguli e Sole spectati eodem temporis Elemento absolvitur, in tripla tantum nona*: nam certe hi numeri in eodem Planeta locum non habent. Quod si (quod maxime oportet)

ret) de interrupta harmonia partium fluidi circulantium expresse loquatur, ægre Philosophis persuadebit rem ita se habere; quod nempe per crassitiem orbis Mercurii a perihelio ad aphelium circulatio sit harmonica, sive fluidi velocitates, ut distantia a centro reciproce: comparando vero circulationem hanc cum circulatione ætheris ad alterum quemvis Planetam, illa sit ad hanc in reciproca subduplicata ratione radiorum: nam independenter ab omni causa physica demonstratum est Propos. XXVII., & XXVIII. (*scil. l. 2. Astron. Phys. Geom. Davidis Gregori*) Planetarum celeritates esse reciproce in subduplicata ratione distantiarum a Sole. Monstruosus certe futurus est Solis Vortex, & hi fluidi orbis deferentes deferentibus solidis absurdiores, si per crassitiem cujusvis e sex deferentibus orbibus harmonica circulatio locum habeat, & harmonia interim hæc quinquies interrumpatur; nempe ad interstitia deferentium. Et contra hanc interruptionem facit, quod Cometa per Zodiacum in consequentia delatus, & interstitia hæc orbium Planetas deferentium trajiciens ita moveatur, ac si deferretur ab æthere harmonice circulante; id est, ita ut area a radio vectore descripta sint temporibus proportionales. Advertatur porro quam difformiter difformis esset Solaris Vortex, in quo orbis Saturni crassities, ubi circulatio ætheris harmonica obtinet, major est quam distantia Mercurii a Venere, vel Veneris a Terra, vel etiam Terræ a Marte, in quorum singulis interrumpitur harmonia; & ubi, deposita ratione radiorum reciproca, quam in harmonia servant, circulationes in horum binis quibusvis inter se comparatis sunt in subduplicata ratione radiorum reciproca, mox resumpturæ priorem harmoniam. Videtur ipsum Celeberrimum Auctorem hanc Vorticis harmonice circulantis labem detexisse cum *illud superesse agnoscat, ut explicet, quæ sit causa comparationis motuum inter diversos Planetas systematis ejusdem, ita ut tempora periodica sint in sexquuplicata ratione mediarum distantiarum*; istud enim non esse circulationis harmonicæ effectum satis perspexit.

§. 272. Mirum fortasse videbitur Celeberrimum Leibnitium, qui ex causis primo obtutu tam diversis a prius stabilitis, Planetarum motus deduxit, in eandem tamen incidisse legem Gravitationis, qua quisque in Orbita Ecliptica retinetur. Istius coincidentia hæc est ratio. Licet Leibnitius ad Planetam circumducendum adhibeat materiam Vorticis harmonice circulantem, quia tamen in Planeta sic circumducto, & curvam quamvis describente agnoscat conatum excussorium, quo fieret ut Planeta in recta tangente curvam moveretur, nisi coereretur; idem facit ac si Planetam æquabiliter in recta moveri statuisset, nisi coereretur: nam hi duo motus simul istud efficiunt; id est, idem ac si nulla externa vi agitatus in spatiis liberis deferatur. In utroque enim casu lineam rectam motu æquabili describet: nam mobile lineam rectam æquabili motu describens, illam ita percurrit (per Propos. 1. Elem. 7.) ut areae per radios ad quodvis datum punctum ductos abscissa sint temporibus proportionales. Cum ergo circulatio harmonica, & conatus excussorius simul eadem præ-

sent,

stent, atque motus æquabilis in recta, fieri non potuit, quin invenire legem Gravitatis eandem cum prius inventa; nempe quæ Planetam ab eadem tangente recta, quam eodem modo percurreret, ad eandem Sectionem conici detrudat versus Solem eodem modo positum.

C A P U T XVI.

*Totius Systematis Planetarii Explicatio Physica secundum
Cl. Isaaci Newtoni principia.*

§. 273. **I**N Parte prima hujus Libri motus corporum in Systemate Planetario exposuimus, quomodo hi ex veris Legibus Naturæ sequantur, explicandum est; id est, quomodo, corporibus his semel motis, in motibus quos observamus perseverent.

§. 274. Concipiamus Solem & Mercurium: hi si sibi permittantur, ad se mutuo accedunt; si autem projiciantur, poterunt circa commune Gravitatis Centrum æqualibus temporibus revolvi, & Ellipticas Lineas immobiles describere, & in illo motu perseverare; constat enim mathematica demonstratione in hoc casu corpora circa commune centrum gravitatis describere Ellipses similes illi, quam unum circa alterum quiescens, iisdem viribus posset describere, & motus hosce æqualibus temporibus absolvi: centrum hoc gravitatis propter magnitudinem Solis, vix ab ipso Solis centro distat.

§. 275. Concipiamus uterius ad majorem a Sole distantiam Venerem projici, turbabit hic paululum Mercurii motum, qui etiam, actione sua in Venerem, hunc paululum a via deflectet, & ambo Solem, nunc eandem partem versus, nunc ad partes diversas, trahent; sed nunquam ita ad se invicem accedunt, ut mutua actio sensibilis sit respectu actionis, qua Sol hæc corpora ad se trahit; quare omnes hæc irregularitates insensibiles sunt, ut postea distinctius videbimus. Unde concludimus hæc tria corpora tendere ad punctum in vicinia Solis inter hæc corpora; quod ergo parum admodum distat a communi centro gravitatis omnium.

§. 276. Si successive Tellus, Mars, & reliqui Planetæ, ad distantias diversas a Sole, projiciantur, idem ratiocinium locum habebit. Unde sequitur, omnes Planetas revolvi circa omnium corporum, Systema componentium, commune centrum gravitatis, quod parum a Sole distat: & Planetas sese mutuo sensibiler in motibus non turbare: singulosque lineas describere, quas circa Solem describerent, si quisque solus cum Sole in Systemate planetario existeret, id est, Ellipses immobiles: nam has ex vi gravitatis describi constat, nullasque alias lineas excentricas immobiles, a circulo parum differentes, ex vi centrali ad distantias æquales æqualiter agente, describi posse notum est.

§. 277. Clarius etiam patebit, omnes Planetas ad punctum in vicinia Solis tendere, si consideremus quantitatem materiæ in Sole millies, & magis, materiæ quantitatem in Jove, Planetarum longe maximo, superare.

§. 278. Dum Planetæ omnes revolvuntur, licet parum tantum agitent Solem, hunc tamen agitant, & diverse trahunt, pro vario illorum situ inter se, unde motus exiguus in Sole oritur, qui

qui semper pendet a motu jam acquisito, & mutatione in hoc ex actione memorata, quæ omnibus momentis mutatur.

§. 279. Hujus vero Solis agitationis effectus est, Planetas sese mutuo minus in motibus Ellipticis circa Solem turbare, quam si Sol in medio Systematis quiesceret. Jupiter, ex. gr., si æqualiter a Mercurio & Sole distet, æquali celeritate ad se trahet hæc duo corpora; unde situs respectu Solis minus turbatur, quam si Sol hoc Motu non agitaretur, & Mercurius solus ad Jovem tenderet pro variis Mercurii & Solis a Jove distantis, unus aut alter magis attrahitur, & semper in situ respectivo minor mutatio datur, dum ambo eandem partem versus feruntur, quam si, Sole quiescente, Mercurius solus Jovem versus moveretur.

Ratiocinium hoc ad omnes Planetarum magis a Sole distantium actiones, in minus distantes, applicari potest. Quod attinet horum actionem in illos, pro vario situ ad Solem trahunt Planetam, aut hunc a Sole separant, & integram considerando revolutionem respectivam, id est, motum a conjunctione ad conjunctionem sequentem, turbatio minor est, quam si Sol immobilis staret.

§. 280. Magnitudo Solis cum ceteris corporibus Systematis nostri collati, in causa est, ut ex ante demonstratis patet, parum Planetas sese mutuo turbare; cum tamen non infinita sit hæc magnitudo, non semper actiones mutuae omnino contemnendæ sunt; ideo non inutile erit quasdam de his computationes inire.

§. 281. Diximus observationibus Astronomicis constare, Jovem viam Saturni mutare, ubi huic est proximus; quare hæc turbatio præ ceteris sensibilis sit, ex lege gravitatis deducitur.

§. 282. Actiones Jovis in Saturnum, quando huic est proximus, & Solis in eundem Planetam, qua hic in Orbita retinetur, sunt inter se directe ut quantitates Materiæ in Jove & Sole, nempe ut 9, 305., ad 10000, & inverse ut quadrata distantiarum Jovis & Solis a Saturno, id est, directe ut quadrata numerorum 954, 434; nam distantia Saturni & Jovis a Sole sunt ut 954. ad 520; quare, ubi Jupiter Saturno est proximus, distantia hujus a Jove & Sole sunt in dicta ratione. Ratio composita ex memorati duabus est 45 ad 10000, aut 1 ad 222: hæc Jovis actio cum Saturni gra-

vitare in Solem conspirat; & ideo hanc parte $\frac{1}{222}$ auget: unde

non mirum turbationem sensibilem esse.

§. 283. Non consideramus hic vim, qua Jupiter Solem trahit; nam hæc orbita Saturni non mutatur, & explicandum erat quare Saturni motum mutatum observent Astronomi; actione tamen Jovis in Solem magis ad Saturnum trahitur Sol, & situs respectivus horum corporum magis turbatur, quam observationibus Astronomicis detegitur. Vis qua Jupiter in situ memorato trahit Solem, & qua ideo hic Saturnum versus trahitur, est ad vim, qua Jupiter Saturnum trahit, ut quadratum numeri 434. ad 520 quadr., id est, ut 31 ad 45., qui ultimus numerus exprimit vim, qua Saturnus ad Jovem tendit, quando gravitas Saturni in Solem exprimitur

mitur per 10000. Si colligamus in unam summam vires Jovis, quibus Saturnum & Solem trahit; erit vis, qua ex interposito Jove hæc corpora ad se mutuo tendunt, ad gravitatem Saturni in Solem, ut 76. ad 10000; sed gravitas hæc est ad gravitatem Solis in Saturnum, ut 10000. ad 3, 25; quare accessus mutuus Solis & Saturni est ad augmentum hujus accessus ex actione Jovis interpositi, ut 10003 ad 75, aut, ut 131 ad 1. Hæc notabilis est, & omnium longe maxima turbatio in motu Planetæ primarii cujuscunque, hæc etiam in unico tantum casu locum habet; nam recedente Jove a Saturno, brevi insensibilis est turbatio motus Saturni.

§. 284. In eodem situ Jovis Saturno proximi, hujus vis, licet in hoc casu sit omnium maxima, non æque sensibilis est ad viam Jovis circa Solem mutandam. Actio Saturni ad Jovem trahendum est ad illius actionem, qua Solem trahit, ut 954. quadr. ad 434. quadr.; celerius ergo Jovem trahit, & cum eandem partem versus trahantur, differentia harum virium est vis, cum qua ex Saturni actione, Jupiter & Sol a se mutuo separantur; quæ ideo est ad gravitatem Solis in Saturnum, ut differentia horum quadratorum ad ultimum, id est, proxime ut 72 ad 19. Hæc autem Solis gravitas in Saturnum est ad gravitatem Jovis in Solem, ut 3, 25 ad 10000, & ut 520. quadr. ad 954. quadr., id est, ut 19 ad 19509; est idcirco vis turbans Saturni ad Jovis gravitatem in Solem, ut 72 ad 19509, aut ut

1 ad 2703; ita ex actione maxima Saturni, parte tantum —

minuitur Gravitas Jovis in Solem, quæ turbatio insensibilis est. 2703

§. 285. Reliquæ Planetarum mutux perturbationes sunt multo minores, ut patebit determinando illam, quæ omnium harum reliquarum maxima est Jovis in Martem, quæ computatione simili præcedenti detegitur.

§. 286. Distantiæ Jovis a Marte & Sole, quando Mars inter hunc & Jovem in eadem linea datur, sunt ut 3677 ad 5201; quare vires, cum quibus Jupiter hæc corpora trahit, sunt inverse ut horum numerorum quadrata, id est, proxime ut 2 ad 1, quarum virium differentia æqualis est ultimæ, id est, gravitati Solis in Jovem. Gravitas hæc Solis in Jovem, est ad gravitatem Martis in Solem, ut 9, 305, ad 10000, & inverse ut quadrata distantiarum horum planetarum a Sole, & est hæc ratio composita 1 ad 12512; in qua ergo ratione est vis perturbans Jovis ad Gravitatem Martis in Solem. Quare Martis Gravitas in Solem

parte tantum — actione Jovis illi proximi minuitur.

12512

§. 287. Quantumvis perturbationes hæc ex actione Planetarum in se mutuo sint exiguæ, & licet quæ in situ Planetarum diverso locum habent, quodammodo se mutuo compensent, hisce tamen paululum mutatur ratio, juxta quam decrescit vis, quæ Planetas in Orbitis retinet, ita ut non exacte minuatur in ratione inversa quadrati distantix; idcirco, licet sensibilibiter quiescunt Orbitæ,

bitæ, post multas revolutiones situs harum Orbitalium paululum mutatus observatur.

§. 288. Ex hisce omnibus sequitur Planetas in principio ad distantias, ad quas a Sole moventur, semel projectos, in motibus, legibus ante expositis, perseverare; excentricitatemque Orbitalium pendere a celeritate, & directione primæ projectionis. Motus autem hi diutissime conservari possunt propter Materiæ cælestis exiguam resistantiam.

§. 289. Patet etiam, quare lineis ad centrum Solis ductis describant areas temporibus proportionales: quæ nempe ceteræ gravitates in Systemate exiguæ sunt, respectu gravitatis Solem versus; ideoque hac sola in Orbitis retinentur Planetæ, unde hæc arearum proportio sequitur.

§. 290. Motum etiam in lineis Ellipticis lentissime translatis ex legem gravitatis sequitur; hæ enim immobiles essent, si in Solem tantum graves essent Planetæ, & ex actione mutua Planetarum lenta orbium agitatio deducitur.

291. Quod autem spectat proportionem, quæ inter cubos distantiarum & temporum periodicorum quadrata observatur, sequitur hæc quoque ex gravitatis lege; ita ut si hisce addamus, quæ de deflexione Saturni diximus, nihil explicandum supersit circa motum Planetarum primariorum.

§. 292. Cometarum motus a lege gravitatis pendere, etiam ex Observationibus deducitur, & horum respectu, ut circa Planetas dictum, Solis gravitas prævalet, & hac gravitate a via recta deflectuntur: viæ autem curvaturam ab hac eadem gravitate etiam pendere ex eo sequitur, quod corpus ex hac gravitate describat aut Ellipsin, aut Parabolam, aut Hyperbolam; quales lineas descripsisse hos Cometas constat, quorum Trajectoriæ fuere determinatæ.

§. 293. Satellites Jovis & Saturni circa Primarios iisdem legibus moventur, quibus Primarii circa Solem rotantur; quare motuum horum explicatio ad illos etiam referri potest; nam in tribus hisce casibus circa Solem, Jovem & Saturnum, dantur corpora minora, ad varias distantias, circa corpus multo majus revoluta.

§. 294. Dum Secundarii circa Primarium rotantur, omnes motu communi moveri posse clarum est; quo non turbantur motus respectivi, quibus inter se agitantur, quia diversis impressionibus corpus eodem tempore ferri potest; motus Primario cum Satellitibus suis communis est motus Primarii circa Solem.

§. 295. Turbantur tamen Secundariorum motus ex Solis actione, quem versus pro vario situ nunc Primario celerius, nunc tardius, feruntur; plerumque etiam per directiones diversas in centro Solis concurrentes, hæ irregularitates, quæ exiguæ sunt, in Satellitibus Saturni & Jovis observari non possunt, licet revera similes sint illis, quæ in motu Lunæ observantur: minima hujus deviatio nobis admodum est sensibilis; exactissime autem Lunæ irregularitates ex Theoria gravitatis sequi, in Cap. sequenti patebit.

CA-

Motus Lunæ Explicatio Physica.

§. 296. **L** Unam & Tellurem semel projectas, circa commune gravitatis centrum in motu perseverare posse constat, si impressione communi quacunq̄ue ferantur per lineas rectas parallelas inter se, ut de Satellitibus Jovis & Saturni dictum; motus hic non turbabit motum circa centrum commune gravitatis, quod solum directionem hanc sequetur; quia respectu amborum corporum quiescit. Corpora vera motu composito ex hac impressione, & motu circa commune gravitatis centrum feruntur; id est, circa hoc translatum gyrantur, ut circa idem quiescens ante hujus motum. Si omnibus momentis novæ impressiones communes ambobus corporibus in hæc agant, poterit omnibus momentis mutari via centri gravitatis, quæ mutatio similis erit illi, quam subirent corpora ipsa, si motu respectivo carerent.

§. 297. Ex hisce deducimus, si dum Luna & Tellus circa commune centrum gravitatis in gyrum moventur, ambæ projiciantur, viam centri gravitatis ex actione Solis in utrumque corpus agentis illam esse, quam corpus eodem modo projectum circa Solem describere posset.

§. 298. Unde sequitur Lunam motum Telluris turbare, & centrum commune gravitatis horum corporum describere orbitam circa Solem, quam huc usque a Tellure ipsa descriptam diximus, quia ad actionem Lunæ huc usque non attendimus; Tellus autem describit curvam irregularem.

§. 299. Posito Sole in S (*Tab. 3. Fig. 13.*); sit in F centrum commune gravitatis Lunæ Q, & Telluris M in Plenilunio: post integram Lunationem, id est, iterum in Plenilunio sit hoc centrum in A; & sit FDA Orbita, quam Telluris vocamus, & in qua memoratum centrum gravitatis revera movetur.

§. 300. Sit Lunatio hæc divisa in quatuor partes æquales; post primam centrum gravitatis erit in E, Luna in P, Tellus in L; post præterlapsam secundam temporis partem in Novilunio centrum gravitatis erit in D, Luna in R, Tellus in I, in Quadratura sequenti centrum gravitatis erit in B, Luna in O, Tellus in H; tandem in Plenilunio, posito centro Gravitatis in A, Luna erit in N. Tellus in G; quæ omnia sequuntur ex revolutione Telluris & Lunæ circa commune centrum gravitatis, dum hoc orbita circa Solem movetur.

§. 301. Videmus ergo Tellurem moveri in curva MLIHG, quæ in singulis Lunationibus bis inflectitur; quæ curva etiam in se non redit, quia inflexiones in variis revolutionibus circa Solem non coincidunt: quia duodecim Lunationes cum tertia parte circiter singulis annis absolvuntur.

§. 302. Irregularitas hæc motus Telluris, quæ ex Legibus Naturæ deducitur, nimium est exigua, ut in observationibus Astronomicis sensibilis sit, aut ullo modo percipiatur; quare sine errore

fore ponimus centrum ipsum Telluris orbitam FDA percurrere : nam MF, aut DI, distantia maxima Telluris ab hac orbita, est circiter pars quadragesima distantiae MQ, quae ipsa non est trecentesima pars distantiae FS.

§. 303. Etiam in explicandis, quae Lunam spectant, negligimus considerationem motus Telluris circa saepius memoratum centrum gravitatis, sed ponimus illam revolvi ad distantiam a centro Telluris 60. Semid. ; quia ut antea vidimus, ad hanc distantiam, in suo tempore periodico, revolvi posset circa Tellurem quiescentem, aut translata in orbita ; in qua ex Lunae actione non turbaretur. Multo facilius hac methodo Lunae irregularitates deteguntur, quae eadem sunt, ut facile patet, sive Luna circa commune centrum gravitatis Lunae & Telluris, sive circa ipsum Telluris centrum, rotetur.

§. 304. Sit (Tab. 3. Fig. 14.) Sol S, Tellus in T, Lunae Orbita A i B l ; tandem detur Luna in A in Quadratura : per AS Solem versus tendit, eodem modo, & eadem celeritate, qua Tellus versus S per TS fertur ; quia distantiae AS & TS sunt aequales : repraesentetur celeritas haec per TS aut AS, poterit actio, qua Luna conatur descendere per AS, resolvi in duas, formato Parallelogrammo ADST ; ita ut Luna conetur moveri per AD & AT, celeritatibus, quae hisce lineis repraesentantur.

§. 305. Pressione per AD agenti Luna eadem celeritate, & eandem partem versus cum Tellure fertur, propter lineas parallelas & aequales TS & AD ; quare ex hoc motu ratio inter Lunam & Tellurem non mutatur ; pressio autem per AT cum gravitate Lunae in Tellurem conspirat, & augetur gravitas haec ex actione Solis, quando Luna in Quadraturis versatur : estque augmentum ad Telluris gravitatem in Solem, ut AT Lunae distantia a Tellure, ad TS Telluris distantiam a Sole ; pressiones autem per AT & TS hisce ipsis lineis repraesentari ex eo facile liquet, quod gravitates sint pressiones, quae in corpora mota, ut in quiescentia agunt, quaeque ideo singulis momentis generant augmenta velocitatum in ratione ipsarum gravitatum, in qua eadem ratione sunt ergo velocitates eodem tempore genitae.

§. 306. Manente TS Telluris distantia a Sole, crescit & minuitur augmentum memoratum gravitatis in ratione lineae AT, id est, distantiae Lunae a Tellure.

§. 307. Manente autem hac Lunae distantia a Tellure AT, si augeatur TS, minor erit AT respectu TS ; ideo licet non mutaretur vis, qua Tellus & Luna Solem versus cadunt, augmentum, de quo agimus, minus esset, & eo minus, quo major est TS, quia haec licet aucta, eandem tamen quantitatem repraesentaret ; ideo augmentum erit inverse ut TS ; vis autem gravitatis non manet, quando TS augetur, sed minuitur ; quare & hac de causa minuitur augmentum memoratum, & quidem in eadem ratione cum hac vi gravitatis ; ideoque in ratione inversa quadrati distantiae TS ; si haec diminutio cum alia memorata conjungatur, videmus augmentum, de quo agimus, sequi rationem inversam cubi distantiae Telluris a Sole.

§. 308. Manente Telluris a Sole distantia, Lunæ gravitas in Tellurem lentius in quadraturis decrefcit, quam pro ratione inverfa quadrati distantia a Telluris centro; nam fi augmentum in hoc casu fequeretur inverfam hanc rationem quadrati distantia, quam fequitur gravitas ex Telluris actione, non turbaretur hæc ratio: augmentum vero crefcit, dum gravitas ipfa minuitur; quare augmentum, quando distantia augetur, femper majus est, quam requiritur, ideoque diminutio gravitatis minor.

§. 309. Augmentum hoc computatione determinatur in mediis Lunæ a Tellure, & hujus a Sole distantis: fint AT & TS hæc distantia mediæ; est augmentum quæfitum ad gravitatem Telluris in Solem, ut AT ad TS; est etiam hæc gravitas Telluris in Solem ad gravitatem Lunæ in Tellurem (quia corpora hæc hisce gravitatibus in Orbitis retinentur) directe ut TS ad TA, & inverfe ut quadratum temporis periodici Telluris circa Solem ad tempus Lunæ circa Tellurem: est idcirco augmentum quæfitum ad gravitatem Lunæ in Tellurem, in ratione composita ex hisce rationibus: id est, in ratione memorata inverfa quadratorum temporum periodicorum Telluris & Lunæ, ceteris rationibus sese mutuo destruentibus. Tempora hæc dantur, & sunt inverfe horum quadrata ut 1 ad 178, 73.

§. 310. Sit nunc Luna in i , in quo fitu Sol Lunam & Tellurem per eandem lineam ad fe trahit, sed non æqualiter; Lunam majori cum vi, quia minus ab illo distat: differentia harum Virium est vis, qua Luna a Tellure retrahitur, & quia gravitas Lunæ in Tellurem minuitur.

§. 311. Vires, quibus Luna in i , & Tellus in T, Solem versus tendunt, sunt inter fe ut quadrata linearum ST, & Si, & differentia virium, id est vis turbans, est ad vim, qua Tellus Solem versus descendit, ut differentia horum quadratorum ad quadratum lineæ iS , id est, quam proxime, ut dupla iT ad iS aut TS; nam hæc Lineæ parum admodum inter fe differunt; & differentia quadratorum, quorum radices parum inter fe differunt, est, servata proportione, dupla illius, quæ inter radices datur.

§. 312. Si ergo TS, ut antea, repræsentet vim, qua Tellus Solem versus descendit, iI repræsentabit vim turbantem & gravitatem minuentem, dum in Quadraturis vis turbans per AT repræsentatur.

§. 313. Detur Luna in l ; iterum cum Tellure, per eandem lineam a Sole attrahitur; sed quia Tellus minus distat, celerius hæc Solem versus movetur; ita ut detur vis, quæ Tellurem a Luna separat, differentia nempe virium Lunam & Tellurem trahentium; quæ vis cum gravitate Lunæ in Tellurem contrarie agit, & hanc minuit; eodem modo, ut ex majori gravitate Lunæ in Solem, posita illa in i , demonstratum fuit. In l etiam vis separans a vi separante in i vix differt; hæc enim, ut vidimus, proportionalis est differentia quadratorum linearum TS & iS , & illa, ut simili demonstratione evincitur, differentia quadratorum linearum lS & TS, quæ differentia, propter exiguam iI respectu TS, vix inter fe differunt, ita ut vis, quæ minuit gravitatem Lunæ in l , etiam repræsentetur per iI .

§. 314.

§. 314. Major tamen paululum est vis perturbans in conjunctione in i , quam in oppositione in l ; nam, positis differentiis æqualibus inter radices, quadrata, servata proportione, eo magis differunt quo minora sunt: & sic servata proportione magis differunt vires in i & T , quam in T & l , quæ etiam minores sunt.

§. 315. Concludimus ex his, vim, quæ in Syzygiis gravitatem Lunæ minuit, duplam esse illius, quæ hanc auget in Quadraturis; nempe ut i l ad AT . Quare in Syzygiis Lunæ gravitas ex actione Solis minuitur parte, quæ est ad totam gravitatem, ut 1 ad 89, 36; nam in Quadraturis augmentum gravitatis est ad ipsam, ut 1 ad 178, 72.

§. 316. In Syzygiis vis perturbans sequitur eandem proportionem cum semisse hujus, id est, cum vi perturbante in Quadraturis; est ergo directe ut distantia Lunæ a Tellure, & inverse ut cubus distantiae Telluris a Sole.

§. 317. In Syzygiis gravitas Lunæ in Tellurem, in recessu illius ab hujus centro, magis minuitur, quam juxta rationem inversam quadrati distantiae ab hoc centro; in hac enim ratione minueretur, si vis ablatitia perturbans illam inversam sequeretur ratione; cum autem hæc contra crescat, quando distantia augetur, semper diminutio major est, quam juxta rationem inversam quadrati distantiae.

§. 318. Tandem sit Luna in F , loco quocumque intermedio inter Quadraturam & Syzygiam, Solem versus trahitur per FS ; a quo cum minus distet, quam Tellus T , majori cum vi quam Tellus trahitur. Sit vis, qua Luna ad solem tendit, ad vim, qua Tellus ad eundem fertur, ut FM ad TS , quæ etiam in præcedentibus eandem Telluris gravitatem designat. Formetur parallelogrammum $FHMI$, cujus diagonalis sit FM , & cujus latus FH sit parallelum, & æquale lineæ TS . Gravitas Lunæ Solem versus resolvitur in duas vires, unam per FH , alteram per FI ; & hæc lineæ designant pressiones, quibus Luna per ipsas moveri conatur. Actio per FH communis est Lunæ & Telluri, quæ æquali vi per lineam huic parallelam etiam ad Solem tendit; ita ut hoc motu, Lunæ hujus situs respectu Telluris non mutetur, & vis perturbans sit sola pressio per FI .

Propter immensam Solis distantiam, pars MS lineæ MF exigua est respectu totius; & angulus FST , ubi maximus est, ut AST , vix sextam unius gradus partem superat: unde sequitur lineas MI & SN admodum esse vicinas, punctaque I & N vix distare, & sine errore sensibili posse confundi; qui tamen error quantumvis sit contemnendus, in consideratione integræ revolutionis compensatur errore contrario, posita Luna in E . Vis ergo perturbans designatur per FN .

§. 319. Notandum, quando lineæ ES sola pars EF consideratur hanc pro parallela haberi lineæ i l , propter exiguum angulum quem hæc lineæ efficiunt. Ex puncto N ducatur perpendicularum NQ ad lineam FT continuatam si necesse fu erit, per quam Luna in Tellurem gravitat; & construatur parallelogrammum $FPNQ$

Y z

rectan-

rectangulum; concipiamus vim per FN resolutam in duas per FQ & FP agentes, & hisce lineis repræsentatas: actione per FQ gravitas minuitur in casu hujus Figuræ; augetur, quando punctum Q inter F & T cadit: pressione autem FP Luna in Orbita trahitur Syzygiam vicinam *i* versus, & acceleratur aut retardatur Lunæ motus, prout vis hæc cum motu Lunæ conspirat, aut contrarie agit.

In vicinis Syzygiæ minuitur Lunæ gravitas & linea FQ, quæ diminutionis hujus proportionem sequitur, minuitur recedendo a Syzygia, donec evanescat ad distantiam ab hac 54 Gr. 44; ad majorem Lunæ a Syzygia distantiam Q inter F & T cadit, & ex Solis actione gravitas Lunæ in Tellurem augetur.

Vis per FP in Syzygia *i* nulla est; recedendo ab hac augetur ad octantem usque, punctum medium inter Syzygiam & Quadraturam; minuitur iterum, donec in B etiam nulla sit.

§. 320. Inter B & *l*, aut *l* & A, motus perturbantes eodem modo determinantur, ac in parte opposita inferiori A *i* B Orbitæ; in E & F æqualis est gravitatis diminutio & in illo situ æquali vi in orbita Syzygiam *l* versus trahitur, qua in F Syzygiam *i* versus pellitur.

§. 321. Ex hisce sequitur in motu Lunæ a Syzygia ad Quadraturam, inter *i* & B, ut & *l* & A, gravitatem Lunæ in Tellurem continuo augeri & Lunam in motu continuo retardari. In motu autem a Quadratura ad Syzygiam inter B & *l*, ut A & *i*, minuitur omnibus momentis Lunæ gravitas, & hujus motus in orbita acceleratur. Determinantur vires, a quibus effectus hi pendent, conferendo has cum vi nota, qua gravitas in Quadraturis augetur, & quæ per Lunæ distantiam a centro Telluris repræsentatur.

§. 322. Lineæ MI, HF, ST ex constructione sunt æquales; ideo cum Puncta I & N confundantur, MN valet ST, & MS æqualis est NT. Lineæ MF & ST repræsentant vires, quibus Luna in F & Tellus in T Solem S versus ferantur; sunt ergo ut quadratum lineæ TS ad quadratum lineæ FS; quare cum FG sit differentia harum linearum, differunt inter se FM & TS dupla GF, & addendo GF lineæ FM differentia inter GM & TS, id est MS, erit tripla lineæ FG; quantum ergo etiam valet NT: FE autem est dupla FG; ideo NT ad FE ut tria ad duo.

Continuetur FT, si necesse fuerit, & ad hanc, ex E, ducatur perpendicularis EV, Triangula EVF, & NQT rectangula erunt similia, propter angulos alternos VFE & QTN: idcirco NT ad FE, id est, tria ad duo, ut NQ, æqualis FP, ad EV; quæ ergo proportionalis est duabus tertiis partibus vis, quæ exprimitur per FP; sed EV est sinus anguli ETV ad centrum, dupli anguli EFV ad circumferentiam, æqualis angulo FT *i*, distantia Lunæ a Syzygia. Idcirco, ut Radius TA, aut TE, ad sesquifinum duplæ distantia Lunæ a Syzygia, nempe ad FP, ita augmentum gravitatis in Quadraturis, quod radio TA designatur, ad vim quæ motum Lunæ in orbita accelerat aut retardat.

Computatio diminutionis gravitatis, & in minori distantia a quadraturis, hujus augmenti, ex iisdem principiis deducitur.

§. 323.

§. 323. Repræsentatur hæc diminutio linea FQ, quæ valet QT dempto radio; sed ex consideratione triangulorum memoratorum, sesqui VF valet QT: ideo sesqui VT, addito dimidio radio, designat diminutionem gravitatis quæsitam; & radius est ad summam aut differentiam sesqui-cosinus duplæ distantiæ Lunæ a Syzygia & dimidii radii, ut augmentum gravitatis in Quadraturis ad diminutionem, aut augmentum gravitatis in situ Lunæ, de quo computatio initur.

§. 324. Differentia inter cosinum & dimidium radium utimur, quando angulus, cujus est cosinus, angulum rectum superat; quia in hoc casu utimur co-sinu complementi anguli ad duos angulos rectos; quando in hoc eodem casu sesqui-cosinus, quo utimur, semiradium superat, quantitas detecta est addititia, id est, gravitatem auget, quod ubique inter Quadraturam & 35. Gr. 16. ab hac obtinet.

§. 325. Vires hæ, quæcumque fuerit orbitæ Lunaris figura, exacte determinantur; nam conferuntur cum augmento gravitatis in quadraturis, posita Luna in Quadratura ad eandem distantiam a Tellure, ad quam revera datur in loco, de quo agitur, augmentum vero hoc in omni casu detegitur.

Licet extra scopum hujus operis sit computum motus Lunæ tradere, necesse duxi breviter exponere, qua methodo vires, quibus Luna regitur, detegantur; quia eo facilius effectum generalem virium concipimus, quo exactius ipsas novimus.

§. 326. Ut nunc motum Lunæ examinemus, singulatim hujus variæ irregularitates perpendendæ sunt; quod ut sine confusione fiat, plerasque in initio hujus examinis removemus irregularitates, & concipiemus Lunam in circulo motam circa Tellurem, in qua curva retineri posse ex gravitate constat. Concipimus quoque, orbitam Lunæ in plano Eclipticæ dari.

§. 327. Ex actione Solis turbatur hic motus, & orbitæ magis convexa est in Quadraturis, quam in Syzygiis. Nam curvæ a corpore vi centrali descriptæ convexitas eo major est, quo vis centralis majori cum vi corpus omnibus momentis ex via detorquet; etiam eo major est, quo corpus lentius movetur, quia vis centralis diutius agens majorem edit effectum in inflectenda corporis via. Ex causis contrariis minuitur convexitas curvæ. Ambæ concurrunt in augenda orbitæ convexitate in quadraturis, & hac minuenda in Syzygiis.

§. 328. Ex his sequitur circula rem orbitæ Lunaris figuram in ovalem mutari, cujus major axis per Quadraturas transit; ut partes magis convexæ in Quadraturis dentur. Quare Luna minus a Tellure in Syzygiis, magis in Quadraturis distat; & non mirum Lunam ad Tellurem in Syzygiis accedere, licet gravitas hujus minuatur; quia accessus non est effectus immediatus hujus diminutionis, sed inflexionis orbitæ Quadraturas versus.

Motus Lunæ, sublata Solis actione, non est in circulo, sed Ellipsi, cujus focorum alter cum Telluris centro coincidit; nam orbita Lunæ est excentrica, & vi gravitatis in hac retinetur.

§. 329. Demonstrata ergo non exacte ad motum Lunæ applica-

ri possunt; cum autem vires, quæ deviationes explicatas generant, in Lunam revera agant, Ellipsis, quam Luna sublato Sole describeret, mutatur, & ceteris paribus, Propositiones superius indicatæ ad Lunæ motum applicari possunt. Id est, Ellipseos, (quam Luna sublato Sole describeret, in quocunque situ respectu Solis detur,) figura, posito Sole, mutatur paululum, partes, quæ in Quadraturis dantur, convexiores fiunt; contra, quæ per Syzygias transeunt, ex convexitate amittunt; unde etiam variationes in distantis necessario sequuntur.

§. 330. In Quadraturis & Syzygiis vis perturbans cum vi gravitatis Tellurem versus, in eadem linea agit; ideoque vis, quæ continuo in Lunam agit, & hanc in orbita retinet, ad centrum Telluris dirigitur, & Luna describit areas, lineis ad hoc centrum ductis, temporibus proportionales.

§. 331. In aliis orbitæ punctis, ut F, præter vim, quæ in linea FT agit, datur & alia, cujus directio ad FT est perpendicularis, quæ hic per FP repræsentatur: directio vis ex ambabus composita dirigitur paululum ad latus lineæ FT, & non tendit ad Telluris centrum; quare areae, lineis ad centrum Telluris ductis, non sunt exacte temporibus proportionales. In Octantibus FP est omnium maxima, & vix, quæ per hanc lineam repræsentatur, est ad gravitatem Lunæ Tellurem versus, in hoc puncto, in mediis Lunæ & Solis distantis, ut 1 ad 119, 15; quare directio vis compositæ ex actionibus Solis & Telluris in Lunam, cum linea FT efficit angulum circiter semi-gradus.

§. 332. Variis irregularitatibus aliis subicitur motus Lunæ, ita ut curvam omnino irregularem describat; quam ut computationibus, quantum fieri potest exactissimis, subjiciant, ad Ellipsin reducunt Astronomi, quam variis motibus agitatum, etiam mutabilem concipiunt, ne Luna hanc deserat.

§. 333. Circa vires centrales constat corpus non describere Ellipsin, si vis centralis, qua in orbita retinetur, in alia ratione decreseat, quam in ratione inversa quadrati distantiae; curvam tamen sæpe posse reduci ad Ellipsin mobilem: quæ circa focum rotatur, & cujus motus aliquando eandem partem versus cum motu corporis, aliquando in contrariam partem fertur.

Ex hisce sequitur Lunæ orbitam ad Ellipticam referri non posse, nisi quatuor motibus singulis revolutionibus hanc agitatum concipiamus; id est, nisi linea Apsidum, (id est major axis Ellipseos) quæ per centrum Telluris transit, bis progrediatur, & bis regrediatur.

§. 334. Progrediuntur Apsides Luna in Syzygiis versante, aut potius in motu Lunæ inter puncta a Syzygiis 54. Gr. 44' distantia. In Quadraturis, & inter puncta ab his distantia 35 Gr. 16. Apsides regrediuntur, id est, in antecedentia moventur.

§. 335. Vires, a quibus progressus & regressus Apsidum pendent, sunt vires motum Lunæ turbantes, antea explicatæ; ideo cum vis turbans in Syzygiis sit dupla vis turbantis in Quadraturis progressus, qui etiam per majorem arcum locum habet, integra considerata Lunæ revolutione, regressum superat, ceteris paribus.

In

In circulo, cujus centrum in centro virium datur, deminutio vis in recessu a centro nullum edit effectum, quia non a centro recedit corpus; idcirco effectus diminutionis hujus est eo major, quo a tali circulo magis differt curva, quam corpus describit.

§. 336. In orbita elliptica, cujus focorum alter cum virium centro coincidit, curvatura in Apfidibus omnium maxime a tali circulo differt, & effectus diminutionis vis in recessu a virium centro, est omnium maximus. Si orbita hæc parum fuerit excentrica, in extremitatibus axeos minoris parum admodum curvatura circuli memorati differt a curvatura Ellipsis respectu foci, & diminutionis effectus est omnium minimus.

§. 337. Progressus, & regressus Apfidum pendet a proportione juxta quam decrescit vis gravitatis recedendo a Telluris centro; est ideo effectus diminutionis vis centralis.

§. 338. Varias subit mutationes explicatus Apfidum motus (*Tab. 3. Fig. 15.*): omnium celerrime progrediuntur Apfides in Lunæ revolutione, posita Apfidum linea in Syzygiis; & in hoc ipso casu omnium lentissime in eadem revolutione remeant; quia propter exiguam Lunæ excentricitatem parum ab extremitatibus axeos minoris orbitæ distant quadraturæ.

§. 339. Posita linea Apfidum in Quadraturis, omnium minime in Syzygiis in consequentia feruntur Apfides (*Tab. 3. Fig. 16.*); celerrime autem redeunt in Quadraturis; & in hoc casu in integra Lunæ revolutione regressus progressum superat.

§. 340. Dum Tellus in orbita transfertur, linea Apfidum successive omnes acquirit situs respectu Solis; quare, plurimis revolutionibus Lunæ simul consideratis, progrediuntur Apfides, & ex observationibus constat in spatio circiter octo annorum lineam Apfidum integram peragere revolutionem.

§. 341. Orbitæ Excentricitatem etiam inconstantem esse diximus. Augetur corporis Excentricitas, si vis centralis continua diminutione celerius quam ante decrescat; tunc enim dum corpus ab Apfide ima ad Apfidem summam transfertur, omnibus momentis minus trahitur, quam si vis minus decresceret, quam magis recedit; augetur etiam eadem orbitæ Excentricitas in eodem casu in motu ab Apfide summa ad imam; quia in hoc casu accessu ad centrum celerius crescit vis; ita ut in utroque casu differentia inter maximam & minimam distantiam a centro virium major fiat, ideoque Excentricitas augeatur. Simili ratiocinio patet Excentricitatem minui, quando vis centralis lentius decrescit, quam ante, in recessu a centro.

§. 342. Hisce ad motum Lunæ applicatis, patet orbitæ Excentricitatem singulis revolutionibus varias subire mutationes, augeri dum Luna per Syzygias transit, minui dum in Quadraturis versatur. Est vero Excentricitas omnium maxima, posita linea Apfidum in Syzygiis; quia in integra revolutione causa, quæ auget Excentricitatem, est omnium maxima, & quæ hanc minuit, omnium minima; in Apfidibus collatis celerius decrescit vis centralis quam pro ratione inversa quadrati distantiae, unde augmentum

tum hoc sequitur, quod in hoc situ prævalet. Orbita vero omnium minime est excentrica, versante linea Apsidum in Quadraturis, prævalente diminutione Excentricitatis.

§. 343. Lunam diximus moveri in plano ad Eclipticæ planum inclinato; lineam Nodorum rotari in antecedentia, & inconstantem esse orbitæ inclinationem; effectus hi ex actione Solis in Lunam etiam deducuntur.

§. 344. Propter exiguam orbitæ lunaris inclinationem, vires, quas huc usque in plano Eclipticæ agentes, non attendendo ad orbitæ inclinationem, consideravimus, sine sensibili errore ad orbitæ planum referuntur, & Luna in hoc motibus ante explicatis subjicitur. Sed datur vis, quæ Lunam ex plano orbitæ removet; ita ut hoc planum agitatum concipere debeamus, ne Luna orbitam deserat.

§. 345. Sit Luna in F (*Tab. 3. Fig. 14.*); attendendo ad illa, quæ de actione Solis superius dicta sunt, liquet planum parallelogrammi $FHMI$ per lineam TS transire, quæ centra Solis & Telluris jungit, & quæ ideo in plano Eclipticæ datur; ita ut punctum N , ad quod dirigitur vis FN turbans ex actione Solis, in hoc plano detur.

§. 346. Repræsentetur hæc eadem vis per FI ; (*Tab. 3. Fig. 17.*) in F ad orbitæ planum detur perpendicularis FR , & concipiatur parallelogrammum $FR I i$, cujus latus $F i$ in plano orbitæ detur, & cujus diagonalis sit FI ; vis turbans per FI resolvitur in duas, per FR & $F i$, quas hæc lineæ repræsentant, & quarum hæc in plano orbitæ agit: ita ut ad hanc debeamus referre, quæ spectant vim turbantem, de qua supra egimus; lineæ enim $F i$, & FI vix differunt, & planum parallelogrammi $FR I i$ ad planum orbitæ lunaris est perpendiculare.

§. 347. Determinanda est linea FR , quæ repræsentat vim, quæ ad planum orbitæ perpendiculariter agit, & Lunam ex hoc plano removet; ratio autem lineæ FR , aut $I i$, ad radium ET , est ratio vis turbantis, de qua hic agitur, ad augmentum gravitatis in Quadraturis.

§. 348. In casu hujus Figuræ, in qua linea Nodorum $N n$ in Quadraturis versatur, detegitur FR , quia IT (quæ est NT *Fig. 14.*) datur, & quia IT ad IT , aut FR , ut radius ad sinum inclinationis orbitæ.

§. 349. Sed in omni casu determinanda est vis, quæ Lunam ex Plano pellit; ponamus ideo lineam Nodorum translata ad situm $M m$, quo ceteris manentibus, mutatur $I i$. Ad $m M$ continuatam, si necesse fuerit, dentur perpendicularis $i X$ & IX , quæ angulum efficiunt æqualem inclinationi plani orbitæ.

§. 350. Ratio inter ET & $I i$, id est, ratio inter augmentum gravitatis in Quadraturis & vim, quam quærimus, quæ Lunam ex plano orbitæ removet, est composita ex rationibus lineæ ET ad TI , lineæ TI ad IX & tandem lineæ IX ad $I i$. Prima est ratio inter radium & sinum distantie Lunæ a Quadratura triplicatum; secunda est ratio radii ad sinum anguli ITX , id est, distantie nodi a Syzygia; tertia tandem est ratio radii ad sinum inclinationis.

tionis orbitæ: & ratio ex his composita est ratio cubi radii ad ter productum signum distantiarum Lunæ a Quadratura, & nodi a Syzygia, ut & inclinationis plani.

§. 351. Vis hæc in quadraturis nulla est, quia punctum I cum puncto T centro Telluris coincidit, & evanescit linea Ii, lineis EI & Fi concurrentibus in plano orbitæ; quod etiam ex computatione memorata sequitur: evanescente sinu distantiæ Lunæ a Quadratura, ideoque toto producto, quod per finem hunc multiplicatur.

§. 352. Evanescit idem hoc productum, & cum hoc vis, quam repræsentat, evanescente sinu distantiæ Nodi a Syzygia, id est, posita linea Nodorum in Syzygiis; etiam hoc ex eo deducitur, quod linea Nodorum Nn continuata per Solem transit; quare Sol in ipso plano orbitæ datur; ideoque Lunam, nisi in hoc plano trahere non potest.

§. 353. Vis etiam, quam examinamus, augetur in accessu Lunæ ad Syzygiam, & in recessu Nodi ab hac.

§. 354. Sit Pp (Tab. 3. Fig. 19.) planum Eclipticæ; PA orbita Lunæ, ubi Luna ad A pervenit, id est, paulum a Nodo recessit, ex plano orbitæ removetur, & in secundo momento non per AB, continuationem orbitæ PA, sed per Ab fertur; quia per Bb ad planum Eclipticæ accedit; ita movetur, quasi ex Nodo magis distante p procederet. Unde patet Nodos regredi, dum Luna in orbita movetur, quamdiu a Nodo recedit: etiam remeant Nodi in accessu Lunæ ad Nodum oppositum; quia cum Luna continuo ex orbita planum Eclipticæ versus pellatur, continuo ad punctum minus distans dirigitur, & citius ad Nodum pervenit, quam si tali motu non agitata, eadem celeritate in motu continuasset.

§. 355. Integram considerando Lunæ revolutionem, ceteris paribus, celerrime in antecedentia moventur Nodi, versante Luna in Syzygiis, deinde lentius atque lentius, donec quiescant, versante Luna in quadraturis.

§. 356. Dum Tellus circa Solem rotatur, etiam non attendendo ad motum memoratum Nodorum, linea Nodorum successive omnes situs possibiles acquirit, respectu Solis: & singulis annis, bis per Syzygias, bis per Quadraturas transit.

§. 357. Si nunc plurimas consideremus Lunæ revolutiones Nodi in integra revolutione celerrime remeant, versantibus Nodis in Quadraturis; dein lentius, donec quiescant, posita linea Nodorum in Syzygiis.

§. 358. Hac eadem vi, qua Nodi moventur, mutatur etiam orbitæ inclinatio; augetur in recessu Lunæ a Nodo; minuitur in accessu ad Nodum.

§. 359. Angulus enim bpL minor est Angulo APL, & eadem de causa continuo minuitur, & inclinatio major fit; ubi autem Luna ad maximam distantiam a plano Eclipticæ pervenit, & ad Nodum oppositum accedit, continuo directio motus Lunæ planum Eclipticæ versus inflectitur, & minus ad hoc inclinatur, quam si in orbita motum continuaret: sit Nnm planum Eclipticæ, curva Nm orbita Lunæ; vi, qua Luna continuo ex hac removetur, mutatur Lunæ via,

& percurrit curvam Nn , quæ magis ad Nnm in N inclinatur, quam in n ; ita ut plani orbitæ inclinationem bis mutatam concipere debeamus, dum a Nodo ad Nodum movetur Luna; ideoque quater in singulis Lunæ revolutionibus, bis minuitur, bis iterum augetur.

§. 360. Positis Nodis N , (*Tab. 3. Fig. 17.*), n in Quadraturis, vires, quæ in unica revolutione augent inclinationem, & hunc minuunt, sunt æquales inter se; nam propter æqualem distantiam utriusque Nodi a Syzygiis, vires inclinationem mutantes in ND & nE sunt æquales viribus in punctis respondentibus in Dn & EN ; illis inclinatio augetur, his minuitur: diminutio anguli inclinationis ex primis secundarum actione instauratur, & hic non mutatur. In motu memorato lineæ Nodorum respectu Solis, qui a situ parallelo lineæ hujus pendet, Nodus N ad Syzygiam E fertur. Ubi e. gr. linea Nodorum pervenit ad situm Mm , Luna in recessu a Nodis transit per Quadraturas N, n , in quibus vis, quæ inclinationem mutat, nulla est, & in quorum vicinia omnium est minima: in accessu autem ad Nodos ubique Luna a Quadraturis distat, & vis major in hanc agit; ideoque integram considerando revolutionem, augmentum anguli inclinationis superat hujus diminutionem; id est, augetur ille angulus, aut quod idem est, minuitur inclinatio; quod ubique obtinet in motu Nodorum a Quadraturis ad Syzygias.

§. 361. Ubi ad Syzygias pervenere Nodi, inclinatio plani orbitæ est omnium minima; nam in motu Nodorum a Syzygiis ad Quadraturas magis ac magis continuo inclinatur orbitæ planum; in hoc enim casu in accessu ad Nodum per Quadraturas transit Luna, in recessu ab his distat a Quadraturis, & in integra Lunæ revolutione vis, quæ inclinationem auget, superat illam, quæ hanc minuit; idcirco augetur inclinatio; & est omnium maxima versantibus Nodis in Quadraturis, ubi terminatur diminutio anguli a plano orbitæ cum plano Eclipticæ effecti.

§. 362. Omnes, quos explicavimus, errores in motu Lunæ paululum majores sunt in conjunctione, quam in oppositione.

§. 363. Determinantur Vires omnes perturbantes, detegendo harum rationem ad augmentum gravitatis in Quadraturis; quare omnes easdem mutationes subeunt cum hoc argumento, id est, sunt inverse, ut cubus distantiae Solis a Tellure; qua manente, sunt ut distantia Lunæ a Tellure. Omnes vires perturbantes simul considerando, prævalet gravitatis diminutio, quod ex progressu Apfidum immediate sequitur; nam ex hoc patet, plurimis simul consideratis revolutionibus, effectum diminutionis gravitatis superare effectum augmenti.

§. 364. Ergo motu Lunæ generaliter considerato, minuitur gravitas Lunæ in Tellurem accessu Solis; ideoque cum minus a Tellure trahatur, ab hac magis recedit, quam recederet, si talis gravitatis diminutio non daretur; augetur ergo in hoc casu Lunæ distantia, etiam tempus periodicum; & tempus hoc maximum est, ut & distantia Lunæ, cæteris paribus, maxima, versante Tellure in Perihelio, quia omnium minima a Sole distat.

CA.

De Planetarum Figuris.

§. 365. **S**I ad Planetarum Figuras attendamus, talibus illos præditos detegemus, quæ ex ipsis, quibus Systema regitur, legibus sequuntur; ordini mirabili, quem ubique observamus, admodum congruum est nullas in Planetas agere vires ad hoc destruendos; id est, illam esse Planetæ, sive Primarii, sive Secundi figuram, quam acquireret, si totus ex materia fluida constaret; quod cum phænomenis congruit.

§. 366. Unde sequitur Planetas omnes Primarios, & Secundarios esse sphæricos; constant enim ex materia, cujus particulae in se mutuo graves sunt, ex qua mutua attractione figura sphærica generatur, eodem modo ac gutta fit sphærica ex alia partium attractione.

§. 367. Figura hæc sphærica Planetarum ex motu circa Solem, aut Secundariorum circa Primarios, non mutatur; quia singulae particulae eodem motu feruntur: motu autem circa axem mutationem figura subit eo majorem, quo motus hic celerior est. Vi enim centrifuga corpora leviora fiunt sub Æquatore; quare altior ubique est Planeta sub Æquatore, quam sub Polis, & acquirit ex motu circa axem figuram Sphæroidis depresso in Polis; altitudo enim continuo minuitur, accedendo ad Polum, quia vis centrifuga minuitur propter imminutam distantiam ab axe.

§. 368. Si demonstrata cum phænomenis conferantur, patebit quare omnia corpora sint sphærica in Systemate nostro; hanc tamen figuram non esse accuratam, & motibus circa axes paululum mutari, licet in plerisque hoc non percipiatur, ex observationibus Jovis & Telluris poterit deduci. Jovis axem breviorum esse diametro Æquatoris observarunt Astronomi; hic licet omnium Planetarum sit maximus, omnium celerrime circa axem rotatur, ideoque differentia hæc observari potest.

§. 369. Quantum sub Æquatore attollatur Tellus, & nobis determinatur, quamvis hoc forte aliorum Planetarum incolis, si dentur, non magis sit sensibile, quam nobis depressio Polorum Martis, quam non percipimus.

§. 370. Ponamus Tellurem fluidam, memoratam sphæroideam acquireret figuram; si constaret ex materia heterogenea, & partes ab eis densæ sint, recedendo a centro, ad easdem vero distatur, nisi hoc ubique æque densæ, æquilibrium non dari demonstratur, nisi magis deprimatur sub Polo Tellus, quam sub Æquatore. Si nunc concipiamus partes centrum versus coherere, non eo situs aliarum mutari potest, neque mutabitur, si in quibusdam locis partes ad superficiem usque coherant inter se, ut hoc revera locum habet. Ergo Maris superficies acquisivit figuram ad Polos depressam. Cum vero, parum tantum, ubique littora supra Maris superficiem attollantur, continentem Terram eandem sequi figuram cum ipso Mare extra dubium est.

§. 371.

§. 371. Quæ autem ipsam figuram spectant, tantum ex immediatis mensuris, & observationibus, determinari possunt, ex quibus sequentia deducta sunt.

Sit e PE (Tab. 3. Fig. 12.) dimidium sectionis Telluris per Meridianum; C centrum; P polus; E e diameter Æquatoris.

Diameter hæc Æquatoris continet Perticas Rhenolandicas 3399474.

Axis Telluris = 3380406.

Ergo Diameter media = 3389940.

Æquator attollitur Perticis 9534.

Inter Axem & Diametrum Æquatoris ratio datur, quæ inter 177, 3. & 178, 3.

§. 372. Superficies Maris necessario ita sese constituit, ut perpendicularis sit ad directionem gravium; & tangens IF, quæ in puncto I cum ipsa hac superficie congruit, planum Horizontis determinat. Perpendicularem autem ad tangentem, quæ directionem gravium exhibet, ut IB, non ubique ad centrum Telluris tendere posse clarum est. Hæc tamen linea altitudinem Poli determinat; est enim altitudo hæc æqualis angulo, quem IF efficit cum PC, aut ID, quam axi parallelam ponimus, id est, perpendicularem ad e E; angulus hic est DIF, cui æqualis IBD.

§. 373. Si ducta ad superficiem in i perpendiculari ib , angulos i b D superet angulum IBD uno gradu, puncta I & i uno gradu quoque Latitudine differunt, & arcus I i est unius gradus in Meridiano. Si concipiamus integrum arcum PIE ita divisum in nonaginta gradus, non erunt hi æquales inter se: nam omnis figura ovalis maxime convexa est in extremitatibus axeos majoris, omnium minime in extremitatibus Axeos minoris; unde sequitur concursum linearum IB, ib , id est, punctum A; magis a superficie removeri, quo magis I ad Polum accedit; est enim A centrum circuli, qui cum arcu I i coincidit, & eo major est radius circuli, quo superficies est minus curva; crescente vero IA, augetur arcus I i ; augentur ergo gradus accedendo ad Polum, & gradus ad Polum est omnium maximus, & ad Æquatorem omnium minimus.

§. 374. Gradus maximus continet Pert. Rhen. 29833, & minimus est Perticarum 29334, ¹⁵. Ergo gradus medius est 29583, 77. pert. Hic vix differt ab eo, cujus puncti radii Latitudo est 45 gr. Inter gradum maximum & minimum datur ratio, quæ habet inter 59, 75. & 58, 75.; proxime ut 60 ad 59.

§. 375. Gravitas quoque in diversis Latitudinibus differt, minima est sub Æquatore, & maxima sub Polo, gravitatesque hæc sunt inter se ut 201, 5. & 202, 5.

§. 376. Longitudo Penduli, quod vibrationes singulas in uno minuto secundo prægit Parisiis, exactissime fuit mensurata a Viro Celebri Dno. de Mairan, est linearum pedis regii gallici 440, 57. Altitudo Poli est 48 gr. 50. Cum Pendulo in Laponiam translato ad Latitudinem 66 Gr. 48 observationes fuere institutæ, quibus constitit hoc prægisse vibrationes 86217, 5. eo tempore, quo Parisiis tantum prægigit 86158, 4; unde patuit gravitates in hisce locis

locis esse inter se ut 739, 6. ad 728, 6. Ex hac determinatione gravitates ubique Terrarum conferri possunt; & deprehenduntur inter se ut longitudines Pendulorum æqualibus temporibus vibrationes peragentium.

§. 377. Longitudo Penduli, quod singulis minutis secundis vibrationem peragit, est sub Æquatore 455, 14. lin. pedis Rhen. ; Parisiis 456, 42. Lin. ejusdem pedis; ad Latitudinem 66. gr. 48' in vico Laponiæ Pello 457, 08. lin. earundem: & tandem sub Polo lin. 457, 40.

§. 378. Si corpora libere cadant, spatium in 1" percursum detegitur in quatuor indicatis locis, si utamur mensura Rhenol., pedum 15, 597; 15, 641; 15, 663; 15, 674. Gravitate media, quæ æqualiter cum maxima & minima differt, corpus cadendo percurrit in 1" Pedes 15, 636.

CAPUT XIX.

Motus Axeos Telluris Explicatio Physica.

§. 379. **L** Unæ Nodos regredi, id est, in antecedentia moveri, & orbitæ inclinationem mutationibus esse obnoxiam, demonstravimus. Concipiamus varias dari Lunas ad eandem distantiam, æqualibus temporibus circa tellurem revolutas, in plano ad planum Eclipticæ inclinato; singulas iisdem motibus agitari clarum est: concipiamus numerum Lunarum augeri, ita ut sese mutuo tangant, & anulum, cujus partes cohærent, efficiant; dum annuli pars una trahitur, ut inclinationem augeat, pars altera motu contrario agitur, ad inclinationem minuendam; vis major in hoc casu prævalet, id est, in motu Lineæ Nodorum a Quadraturis ad Syzygias annuli inclinatio minuitur in singulis hujus revolutionibus; & est omnium minima, versante Linea Nodorum in Syzygiis. Contra, augetur inclinatio, dum linea Nodorum ex Syzygiis ad Quadraturas transfertur; & est omnium maxima, posita linea Nodorum in his. Linea Nodorum continuo in antecedentia transfertur, nisi in Syzygiis ubi quiescit. Si quantitas materiæ in annulo minuatur, non mutantur hujus motus; quia a gravitate pendent, quæ æqualiter in singulas materiæ particulas agit. Si annuli diameter minuatur, in ratione hujus diminutionis minuuntur motus, sed nullus evanescit, & iisdem motibus, sed minoribus, agitur annulus.

§. 380. Concipiamus nunc Tellurem sphericam; & in plano Æquatoris cum plano Eclipticæ efficiente angulum 23. gr. 29' anulum dari, in eodem tempore cum Tellure revolutum; minuatur hic ita, ut Tellurem tangat, & cum hac cohæreat; hisce annuli motus memorati non tolluntur; nam cum Tellus nulla vi in determinato situ retineatur, cedit impressionibus annuli; cujus agitationes tamen minuuntur ex aucta materia movenda, dum vis motrix eadem manet. Casus hic revera exstat, nam Telluris Figura est spherica, annulo in Æquatore circumdata; nam hujus diameter axem superat. Hujus annuli linea Nodorum est sectio plani Æquatoris & Eclipticæ. Unde sequentes deducimus conclusiones.

§. 381.

§. 381. In Æquinoctiis inclinatio Æquatoris est omnium minima; ideoque axeos inclinatio omnium maxima: nam hic cum plano Æquatoris angulum rectum efficit. Postea augetur inclinatio Æquatoris, id est, minuitur axeos inclinatio, donec Sol in Solstitiis detur, ubi hæc est omnium minima, illa omnium maxima. Idcirco bis in anno minuitur Telluris axeos inclinatio, bis instauratur. Et sectio plani Æquatoris cum plano Eclipticæ, quæ in Æquinoctiis quiescit, per reliquum tempus in antecedentia movetur.

§. 382. Ad planum Orbitæ Lunaris etiam inclinatur planum Æquatoris; nam exiguum angulum illud cum plano Eclipticæ efficit: ideo eodem modo in annulum agit Luna, quam Sol; & licet illa minor sit, quia Sole multo minus distat, in annulum majorem exserit actionem. Quare etiam ex actione Lunæ bis in singulis hujus revolutionibus mutatur, & bis instauratur axeos Telluris inclinatio ad Planum orbitæ Lunæ; ideoque ad planum Eclipticæ, & in antecedentia fertur sectio plani Æquatoris cum plano orbitæ; ex quo motu translatio sectionis illius plani cum plano Eclipticæ necessario sequitur.

§. 383. Mutationes inclinationis axeos nimium sunt exiguæ, ut observentur: translatio autem lineæ Æquinoctiorum, & motus axeos, qui ex hac sequitur, cum semper eandem partem versus dirigantur, tandem sensibiles sunt; & ex his Phænomena antea explicata sequuntur.

C A P U T XX.

De Æstu Maris.

§. 384. CUM Maris Æstus ab actionibus ante memoratis Solis & Lunæ pendeat, non in hisce prætermitti debet. Ut autem Æstum hunc ex principiis traditis explicemus, in memoriam revocare debemus, Tellurem, ut & etiam omnia corpora in hujus superficie, in Lunam gravitare; ideo particulæ aqueæ in hac superficie, quæ ad centrum Telluris, aut ad hujus viciniam tendunt, Lunam versus quoque feruntur. Cum etiam solida Telluris massa ad Lunam feratur, juxta leges, quæ locum haberent, si omnis Materia, ex qua constat, in centro coacta daretur; poterunt demonstrata in Capite XVI. de actione Solis in Lunam, Tellurem versus cadentem, dum cum hac Solem petit, applicari ad actionem Lunæ in particulas aqueas in Telluris superficie cum Telluris massa non cohærentes, sed hujus centrum versus tendentes, & cum hujus massa etiam Lunam versus continuo cadentes; quæ vi, ut vidimus, Tellus retinetur in Orbita circa commune gravitatis centrum hujus & Lunæ.

§. 385. Sit S (Tab. 3. Fig. 14.) Luna; A & B / Superficies Telluris, cujus massa ad Lunam tendit, quasi tota in T esset coacta; ex actione Lunæ particulæ A & B aqueæ versus T majorem acquirunt gravitatem; contra particulæ in i, l, ex gravitate amittunt. Unde deducimus, si tota Tellus aqua obtegatur, æquilibrium non dari, nisi magis attollatur aqua in punctis i & l, quam

in toto circulo ab his punctis 90 Gr. distant; & ideo per puncta A & B transeunt. Idcirco actione Lunæ, aqua adipiscitur figuram Sphæroidis, formatam ex revolutione Ovalis circa axem majorem, qui continuatus per Lunam transiret.

§. 386. Ponamus Lunam in Æquatore; omnes sectiones Telluris parallelæ ad Æquatorem, cum etiam Sphæroidis axi parallelæ sint, sunt ovals, quarum axes majores per Lunæ Meridianum transeunt; unde sequitur, Tellure quiescente, in circulo quocunque Latitudinis, aquam magis attolli in Meridiano, in quo linea datur, & in Meridiano opposito, quam in locis intermediis.

DEFINITIO.

§. 387. *Dies lunaris est tempus lapsum inter recessum Lunæ a Meridiano & accessum sequentem ad eundem.* Dies hæc in viginti quatuor horas lunares dividitur. Superat diem naturalem 50 minutis.

§. 388. Ex motu Telluris circa axem, singulis diebus lunaribus loca singula per Meridianum Lunæ & Meridianum oppositum transeunt, id est, bis ibi transeunt, ubi aqua ex actione Lunæ attollitur, & bis ubi ex eadem actione deprimitur; & sic in die lunari Mare bis attollitur, bis deprimitur, in loco quocunque.

§. 389. Ex motu Telluris circa axem continuo aqua elata a Meridiano Lunæ recedit; actione tamen Lunæ Sphæroidis axis per Lunam transit; ideo agitatur continuo aqua, ut accumulatio, quæ motu Telluris removetur, infra Lunam instauretur. Ideo ab A & B continuo *i* & *l* versus fluit aqua, dum illa, quæ ita sub Luna accumulatur, motu Telluris continuo ab *i* versus B, & ab *l* versus A fertur; id est, inter *i* & B, ut & inter *l* & A dantur duo motus contrarii, quibus aqua accumulatur; ita ut omnium maxime inter hæc puncta attollatur. Id est, in locis quibuscunque aqua maxime est elata duabus aut tribus horis postquam Luna per Meridianum loci, aut Meridianum oppositum transivit.

§. 390. Adscensus aquarum ad partem Lunæ paululum excedit oppositum. Minuitur adscensus hic accessu ad Polum, in quo nulla aquarum agitatio datur.

§. 391. Quæ de Luna demonstrata sunt, ad Solem applicari possunt; ideo ex actione Solis singulis diebus naturalibus bis attollitur Mare, bis deprimitur. Agitatio hæc multo minor est propter Solis immensam distantiam, quam quæ a Luna pendet; iisdem tamen legibus subjicitur.

§. 392. Non distinguuntur motus ab actione Lunæ & Solis pendentes, sed confunduntur, & ex hujus actione tantum mutatur Maris fluxus lunaris: quæ mutatio singulis diebus variat, propter inæqualitatem inter diem naturalem & diem lunarem.

§. 393. In Syzygiis ex amborum Luminarium actionibus concurrentibus attollitur aqua, & ideo magis attollitur. Minus adscendit Mare in Quadraturis; nam ubi aqua Lunæ actione attollitur, ibi deprimitur ex actione Solis, & vice versa. Idcirco dum Luna a Syzygia ad Quadraturam transit, adscensus quotidiani de die in diem

diem minuuntur: augentur contra in motu Lunæ a Quadratura ad Syzygiam. In Novilunio etiam, ceteris paribus, agitationes majores sunt, & quæ in eodem die sese mutuo sequuntur, magis differunt, quam in Plenilunio.

§. 394. Adscensus maximi & minimi non observantur, nisi secunda, aut tertia die post Novilunium, aut Plenilunium, quia Motus acquisitus non statim ex attritu, & aliis causis destruitur; quo motu acquisito adscensus aquarum augetur, licet minuatur actio, quæ Mare attollitur: simile quid circa calorem alibi demonstravimus.

§. 395. Si nunc Luminaria ex Æquatoris plano recedentia consideremus, videbimus agitationem minui, & minorem dari pro majori Luminarium declinatione. Quod clare patet, si hæc in Polis concipiamus; tunc enim axi figuræ Sphæroidis cum axe Telluris coincidit; & omnes sectiones ad Æquatorem parallelæ ad axem phæroidis sunt perpendiculares; ideoque circulares. Ita ut aqua in singulis circulis Latitudinis, ubique eandem habeat altitudinem quæ motu Telluris non mutatur in locis peculiaribus. Si ex Polo recedant Luminaria, agitationem continuo magis ac magis augeri facile videmus, donec omnium sit maxima, revoluta Sphæroide circa lineam ad axem suum perpendicularem, posito Sphæroidis axe in plano Æquatoris.

§. 396. Hinc liquet, quare in Syzygiis prope Æquinoctia, Æstus omnium maximi observentur, ambobus Luminaribus in Æquatore aut prope hunc versantibus.

§. 397. Actiones Lunæ & Solis eo majores sunt, quo minus hæc corpora a Tellure distant; cum autem minor Solis distantia datur, hoc versante in signis australibus, sæpe ambo Æstus maximi Æquinoctiales in illo situ Solis observantur; id est, ante Æquinoctium Vernum, & post Autumnale; quod tamen non singulis annis obtinet; quia ex situ Orbitæ Lunaris, & distantia Syzygiæ ab Æquinoctio variatio dari potest.

§. 398. In Locis ab Æquatore distantibus, recessu Luminarium ab Æquatore inæquales fiunt ejusdem diei agitationes. Sit PP Telluris axis; EE (Tab. 3. Fig. 21.) Æquator, LI circulus Latitudinis; AB axis Sphæroidis figuræ, quam acquirit aqua. Quando locus datur in L aut I, datur in eodem Meridiano cum axe Sphæroidis, & aqua est maxime elata in utroque casu; in L tamen magis quam in I; nam CL superat CI, quæ lineæ altitudines aquarum, id est, distantias a centro, mensurant: æquales hæ forent, si AL & BI, distantia ab Axe Sphæroidis forent æquales, minor autem est CI, quia BI superat AL, quod ex inclinatione axeos Sphæroidis ad Æquatorem oritur.

§. 399. Quamdiu Luna ad eandem partem Æquatoris cum loco datur, id est, ad partem lineæ CA continuatæ, aqua maxime singulis diebus attollitur post transitum Lunæ per Meridianum loci, hoc enim contingit, ubi locus pervenit ad L; si autem Æquator separet Lunam & locum, de quo agitur, id est, si detur illa ad partem lineæ CB continuatæ, aqua iterum in L ad maximam pertingit altitudinem, & singulis diebus hoc obtinet post transitum Lunæ per Meridianum.

§. 400.

§. 400. Omnia, quæ huc usque fuere exposita, exactissime obtinerent, si tota Telluris superficies Mari obtegeretur; cum autem non ubique Mare detur, mutationes inde oriuntur, non quidem in Mari aperto, quia satis extenditur Oceanus, ut memoratis motibus subjiciatur. Sed situs littorum, freta, multaque alia a peculiarium locorum situ pendentia generales regulas turbant. Generalioribus tamen observationibus constat Æstum leges explicatas sequi.

§. 401. Superest, ut ipsas vires, quibus Sol & Luna Mare agitant, determinemus: ut pateat has valere ad memoratos edendos effectus, & illorum corporum actiones in pendula & cetera corpora sensibiles non esse.

Augmentum gravitatis Lunæ in Quadraturis ex actione Solis est ad ipsam Lunæ gravitatem in Tellurem, ut vidimus, quemadmodum 1 ad 178, 73.: in qua computatione posuimus Lunæ distantiam mediam a centro Telluris esse 60. semid. Telluris: gravitas ergo Lunæ est ad gravitatem in Telluris superficie, ut 1 ad $60 \times 60 = 3600$. Et idcirco augmentum memoratum ad gravitatem in Telluris superficie, ut 1 ad 643428, in qua computatione error datur corrigendus.

§. 402. Exacta foret computatio hæc, si augmentum, de quo agitur, esset ad vim, qua Tellus Solem versus descendit, ut distantia Lunæ 60. semid. Telluris ad distantiam Telluris a Sole;

sed est ut vera media Lunæ distantia $60 \frac{1}{2}$. sem. Telluris ad di-

stantiam Telluris a Sole. Quare augmentum determinatum parte

$\frac{1}{120}$ augeri debet, & se habebit ad vim gravitatis in superficie Tel-

luris, ut $1 \frac{1}{120}$ ad 643428, aut ut 1 ad 638110.

§. 403. Augmentum hoc gravitatis Lunæ in Quadraturis ex actione Solis est ad augmentum gravitatis aquæ in superficie Telluris in locis a Sole 90 gr. distantibus, ex eadem Solis actione, ut $60 \frac{1}{2}$ ad 1; ideo augmentum hoc gravitatis ad ipsam aquæ gravitatem, ut 1 ad 38605679. Diminutio gravitatis sub Sole, & in loco opposito, est dupla hujus augmenti, ideo est ad gravitatem, ut 1 ad 19302839, & tota mutatio in gravitate, ex actione Solis, est ad ipsam gravitatem, ut 1 ad 12868560.

§. 404. Ut actionem Lunæ cum actione Solis comparemus experimenta sunt instituenda in locis, in quibus propter angustias Mare sensibiliter attollitur. Prope Bristoliam tempore Autumnali & Verno, in quo agitatio Maris est maxima, adscendit aqua in Syzygiis plus minus pedibus 45; in Quadraturis pedibus plus minus 25, qui numeri sunt inter se, ut 9 ad 4.

Facillima foret determinatio virium, quas quærimus, si agitationes maximæ & minimæ exactæ in Syzygiis darentur, quod non obtinere antea vidimus.

Distantia autem Lunæ a Syzygia, aut a Quadratura, non semper

per est eadem in maximo aut minimo aquarum adscensu; nam variat hæc distantia, quia Luna nunc magis, nunc minus a Meridiano distat, quando per Syzygiam aut Quadraturam ipsa transit. Distantia media Lunæ a Syzygia, aut quadratura, ad quam observationes memoratæ referri debent, est circiter 18 Gr. 30', ita ut tota Solis actio, neque cum Lunæ actione conspiret in Syzygiis, neque contrarie agat in Quadraturis. Etiam in tali casu si in Syzygia ambo Luminaria in Æquatore fuerint, in memorata distantia a Quadratura, declinatio Lunæ est plus minus 22 gr. 13; quo minuitur Lunæ vis ad Mare movendum. Ulterius, ceteris paribus, distantia Lunæ a Tellure in Syzygiis minor est, quam in Quadraturis; unde etiam actio Lunæ in Quadraturis minuitur: ad quæ omnia attendendo detegitur vim mediocrem Solis ad Mare movendum se habere ad vim mediocrem Lunæ ad idem agitandum, ut 1 ad 4, 4815. Sed vis Solis est ad vim gravitatis, ut 1 ad 12868560; quare vis Lunæ est ad eandem vim gravitatis, ut 1 ad 2871485. Ex quibus sequitur vires has Lunæ & Solis nimium esse exiguas, ut in pendulis & aliis experimentis sint sensibiles; has autem ipsas valere ad Mare agitandum facile probatur. I

§. 405. Minuendo gravitatem in superficie Telluris parte — Ma-

290

re attollitur pertic. Rhenoland. 9534, id est, pedibus Rhenanis 114408; perticæ enim singulæ continent pedes duodecim: unde detegitur ope regulæ proportionum Solis actionem mutare Maris altitudinem fere pedibus duobus; & hanc ex Lunæ actione mutari pedibus 8, 74; & ex ambabus actionibus conjunctis agitatio mediocris est circiter decem pedum, quod cum observationibus satis congruit; nam in Oceano aperto, prout Mare magis auf minus patet, attollitur aqua ad altitudinem sex, novem, duodecim, vel quindecim pedum; & etiam differentia datur pro diversa profunditate aquarum. Ubi vero magna vi Mare freta intrat, impetus non frangitur, nisi majori adscensu; & Mare multo magis attollitur.

C A P. XXI.

De Lunæ Densitate & Figura.

§. 406. **V**ires Solis & Lunæ ad Mare movendum sunt inter se in ratione composita ex ratione quantitatum materiæ in his corporibus, (singulæ enim particulæ agunt), & ratione inversa cuborum distantiarum Solis & Lunæ a Tellure. Quantitates materiæ sunt in ratione composita ex ratione voluminum, id est, cuborum diametrorum, & ratione densitatum; quare vires memoratæ sunt directe, ut densitates & cubi diametrorum, & inverse ut cubi distantiarum. Agitur hic de densitatibus mediis, quales pro diversis Planetis supra determinavimus.

§. 407. Diametri apparentes corporum, id est, anguli sub quibus videntur, crescunt ut ipsæ diametri, & minuuntur ut distantia; id est, sunt directe ut diametri, & inverse ut distantia: Id-

circo

circo ratio composita ex ratione cuborum diametrorum apparentium Solis & Lunæ, & ex ratione densitatum, erit ratio Virium, quibus hæc corpora Mare movent. Ideoque horum corporum densitates sunt directe ut vires, quibus Mare movent, & inverse ut cubi diametrorum apparentium: & dividendo vires per cubos harum diametrorum, datur ratio densitatum.

§. 408. Vis Solis est ad vim Lunæ, ut 1 ad 4, 4815; media diameter apparens Solis est 32, 12", & media Lunæ diameter appa-

rens est 31', 16¹/₂, id est, sunt inter se ut 3864 ad 3753. Est i-

gitur densitas Solis ad Lunæ densitatem, ut 10000 ad 48911: quæ Lunæ densitas cum Jovis, Saturni, & Telluris densitatibus potest conferri, estque Luna Tellure densior.

Quantitates materiæ in duobus corporibus sunt inter se in ratione composita densitatum & voluminum; id est, si de Sphæris agatur, in ratione composita densitatum & cuborum diametrorum.

§. 409. Lunæ & Telluris densitates sunt inter se, ut 48911 ad 39539, diametri ut 20 ad 73; ideo quantitates materiæ in his corporibus, ut 1 ad 39, 31. Licet densitates detegantur, positis corporibus homogeneis, quantitates materiæ recte definiuntur, quamvis corpora homogenea non sint; nam illam determinamus densitatem, quam corpus haberet, si materia, ex qua corpus revera constat, per hoc æqualiter dispergeretur.

§. 410. Gravitates in superficiebus Telluris & Lunæ determinantur, multiplicando densitates per diametros, id est sunt inter se, fere ut 3 ad 1, aut ut 431 ad 146, qui numerus etiam exprimit relationem gravitatis in superficie Lunæ cum gravitate in superficiebus Solis, Jovis, & Saturni.

§. 411. Centrum commune gravitatis Lunæ & Telluris, circa quod ambo corpora moventur, determinatur, nam hujus a Telluris centro distantia est ad distantiam inter centra amborum corporum, ut quantitas materiæ in Luna ad quantitatem materiæ in ambobus corporibus, itaque 40, 31 ad 1, ut Lunæ distantia a Tellure ad distantiam quæsitam centri gravitatis a centro Telluris, quæ detegitur 2543927. *Perticarum*, ut ex notis Telluris diametro, & Lunæ distantia deducitur.

§. 412. Ut Lunæ figuram determinemus, examinanda est figura, quam si fluida foret, acquireret. Si Lunam solam consideremus quiescentem, sphærica erit. Si actionem Telluris in Lunam consideremus, acquireret Luna figuram Sphæroidis, cujus axis per Tellurem transfret. Vis Telluris ad Lunæ figuram mutandam est ad vim Lunæ in Tellurem, ut 39, 31 ad 1, & ut diameter Lunæ ad Telluris diametrum, quæ sunt inter se, ut 20 ad 73, estque ratio composita ex his 10, 77 ad 1. Hæc vis Lunæ est ad gravitatem in superficie Telluris, ut 1 ad 2871485; quæ gravitas in Telluris superficie est ad gravitatem in superficie Lunæ, ut 431 ad 146, aut ut 2871485 ad 973166; quare actio Telluris ad mutandam Lunæ figuram, ad gravitatem in superficie Lunæ, ut

10,

ro, 77. ad 973166, aut ut 1 ad 90359. Mutata gravitate in Tel-

luris superficie parte $\frac{1}{2871485}$, aqua attollitur pedibus 8; ideo si

gravitas parte $\frac{1}{90359}$ mutaretur, elevatio foret pedum 254, ut

regula aurea detegitur: si servata hac diminutione gravitatis, de corpore minori agatur, minuenda est hæc altitudo in ratione diametri; ideo ex actione Telluris altitudo hæc in Luna est circiter pedum 70: & æquilibrium non dabitur, si Luna sit homogœnea, nisi axis Sphæroidis superet diametrum ad hunc perpendicularem pedibus 140.

§. 413. Unica proportione detegitur, ex nota altitudine Maris ex Lunæ actione, altitudo in Luna ex Telluris actione; nam sunt hæc in ratione duplicata inversa gravitatum in superficiebus illorum corporum; cujus regulæ hæc est demonstratio.

§. 414. Si vires æquales in hæc corpora agerent, hæc similes acquirerent figuras; quia vires eodem modo in singulas particulas agunt. Adscensus ergo essent inter se ut diametri.

Adscensus hi sunt quoque ut ipsæ vires, quæ sunt ut quantitates materiæ in corporibus agentibus, & ut diametri corporum, quorum figuræ mutantur. Coniunctis omnibus rationibus aquarum adscensus in Luna & Tellure sunt in ratione duplicata directâ diametrorum horum corporum, & inversa quantitatum materiæ in ipsis, id est, in ratione inversa gravitatum in superficiebus. Cui rationi hæc eadem ratio iterum addenda est, ita ut duplicata fiat; quia adscensus sunt quoque inverse ut gravitates agentes in particulas, quæ attolluntur.

§. 415. Si posita, quam nunc determinavimus, lunæ figura, partes cohærere concipiamus, æquilibrium inter Lunæ partes non dabitur, nisi axis Sphæroidis ad Tellurem dirigatur; unde videmus, quare Luna eandem faciem semper Telluri obvertat: nam continua agitatione, qua Sphæroidis axis ad Tellurem dirigatur, Luna tandem acquisivit motum circa alium axem, de quo motu antea egimus: qui motus eodem tempore peragitur, in quo Luna circa Tellurem revolvitur; quod ex actione memorata sequitur; si enim major foret celeritas, vi, qua eadem facies ad Tellurem semper dirigatur, continuo illa retardaretur; acceleraretur continuo, si minor foret. Vis tamen hæc satis magna est in singulis revolutionibus æquabilitatem motus acquisiti circa axem sensibilibiter turbet: ideo motus circa axem æquabilis est, licet motu inæquali in orbita moveatur Luna. Situs etiam axis Lunæ non vi memorata ita potest mutari, ut ad planum orbitæ, dum huius inclinatio mutatur, semper perpendicularis sit, idcirco ad planum orbitæ paululum inclinatur axis Lunæ, ut antea vidimus.



F I N I S.

To. II. TAB. I.

Fig. 3.

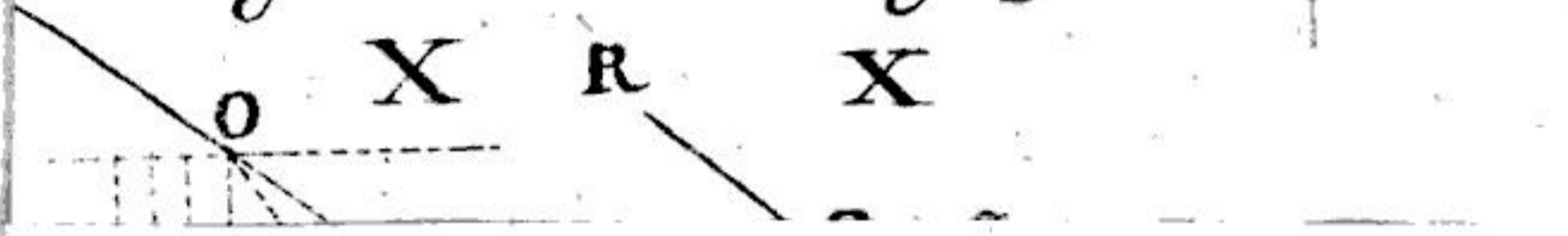
Fig. 4.

O

X

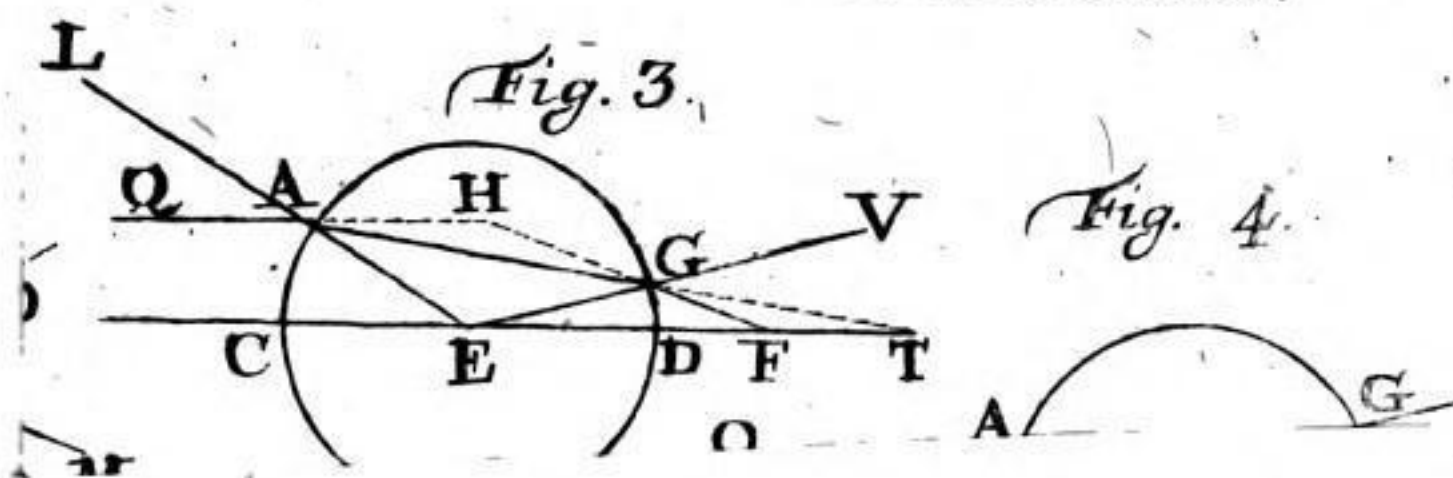
R

X





To II. TAB. II.

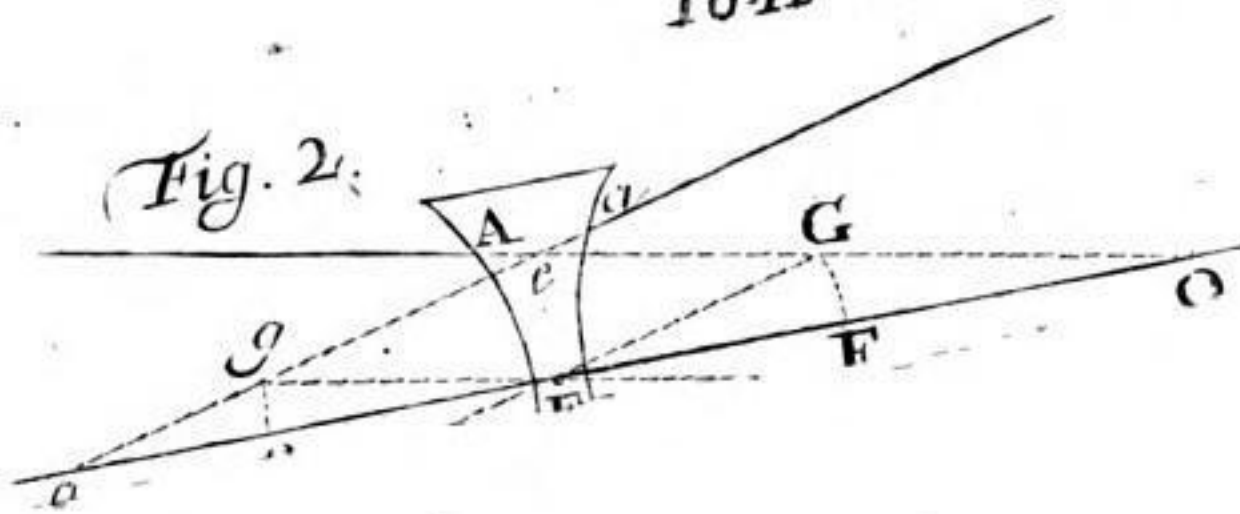




LIBRARY
UNIVERSITY OF TORONTO
1967

Том II. ТАБ. III.

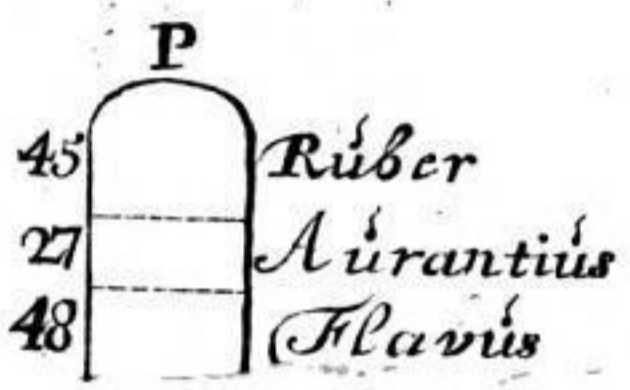
Fig. 2.





LIBRARY
MUSEUM
OF THE
CITY OF
NEW YORK

To. II. TAB. IV.
Fig. 2.





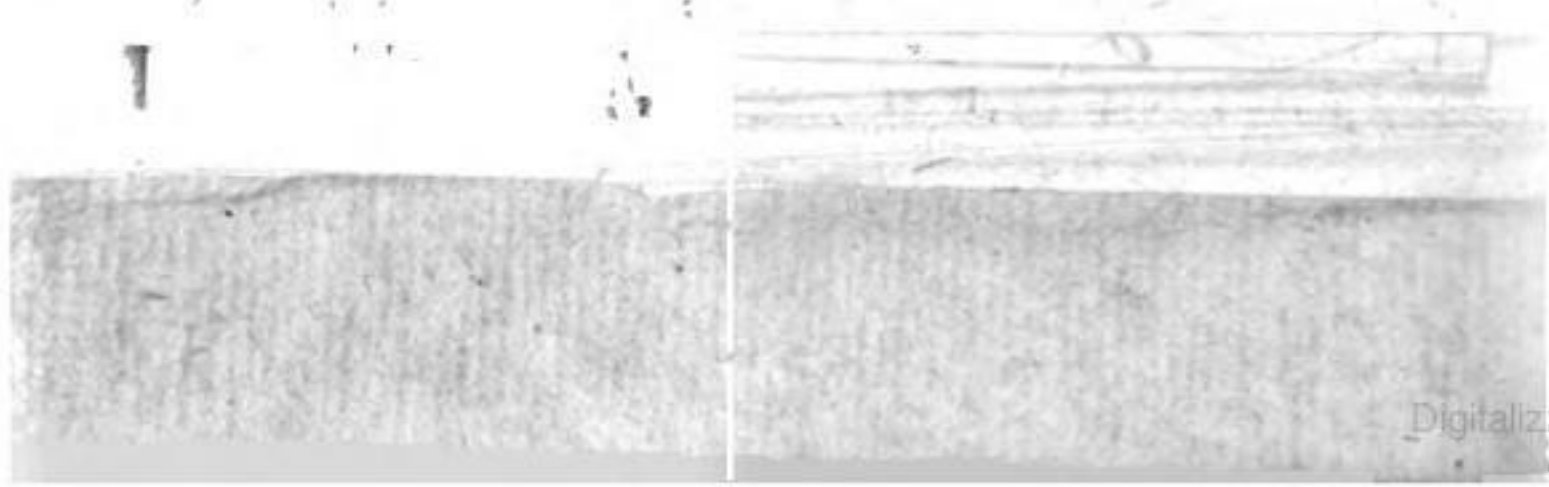
LIBRARY
UNIVERSITY OF TORONTO
1974

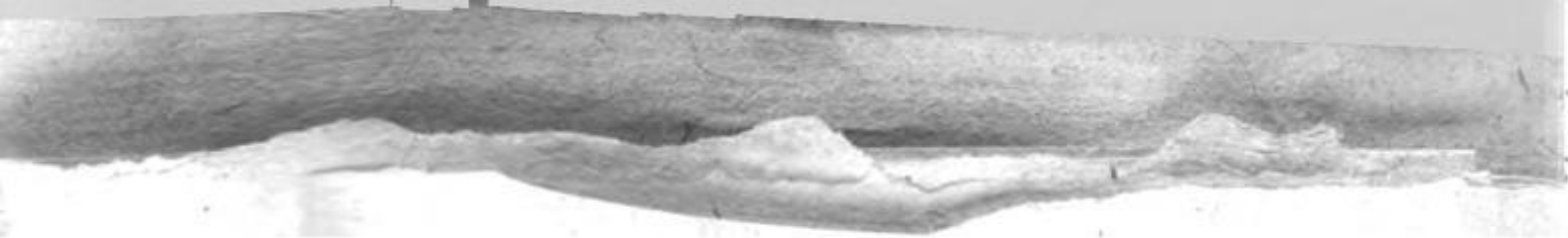
To. II. TAB. V.

Fig. 2.

B

Z

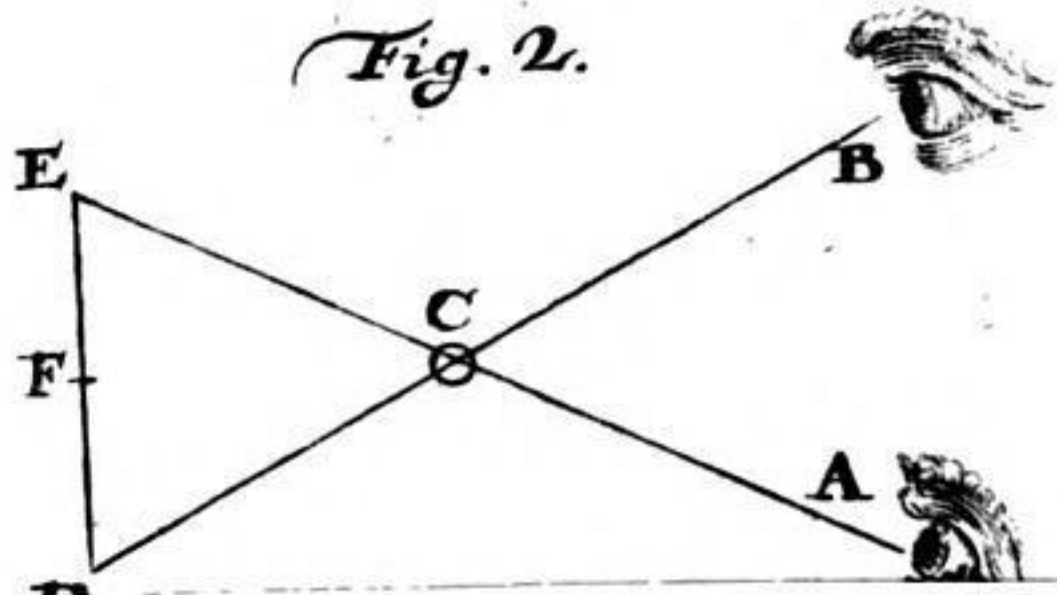




LIBRARY
UNIVERSITY OF TORONTO
1957

To. II. TAB. VI.

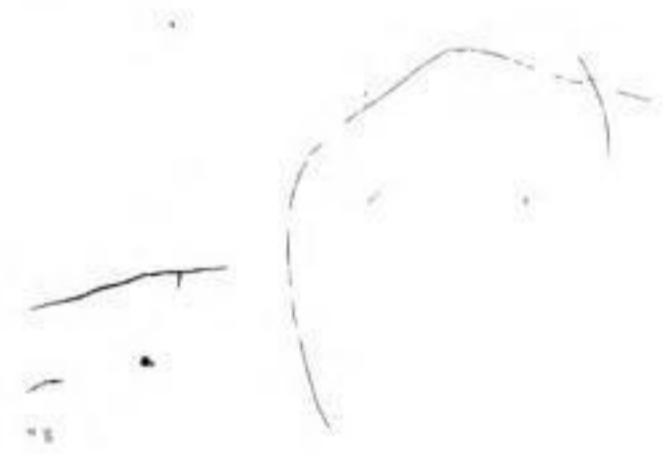
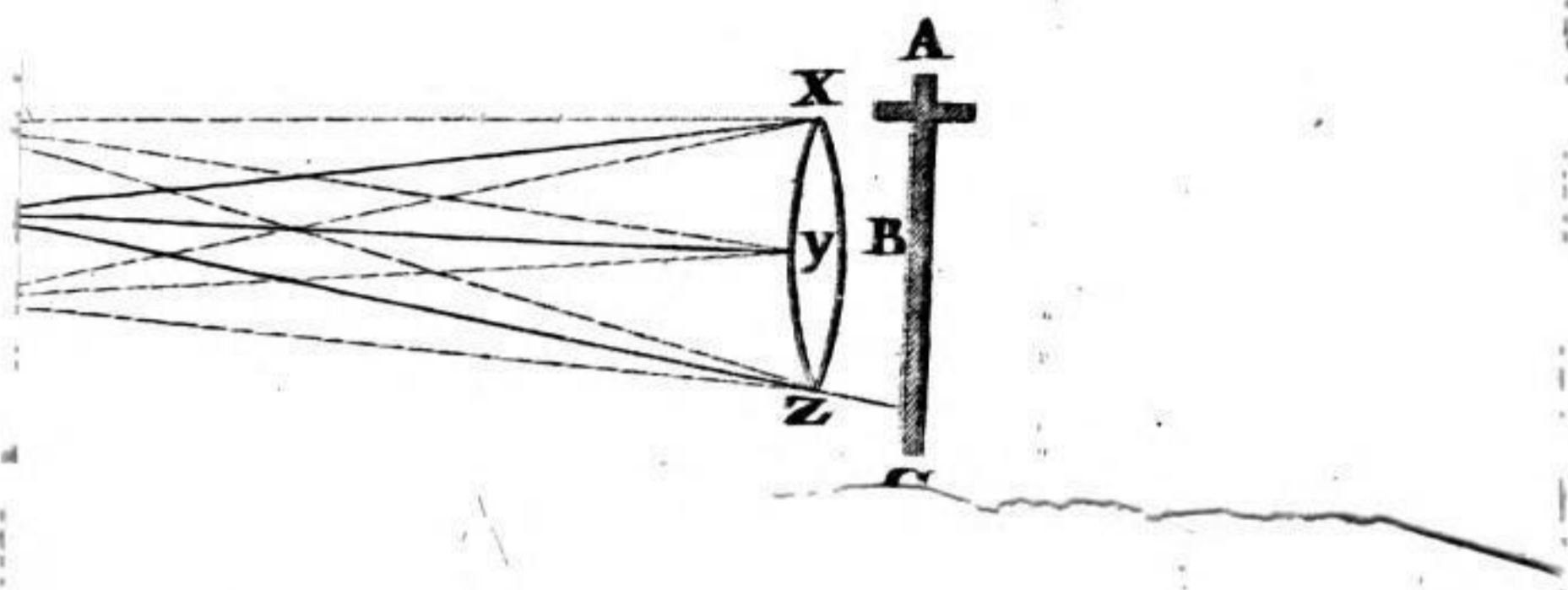
Fig. 2.







То. II. ТАВ. VIII.





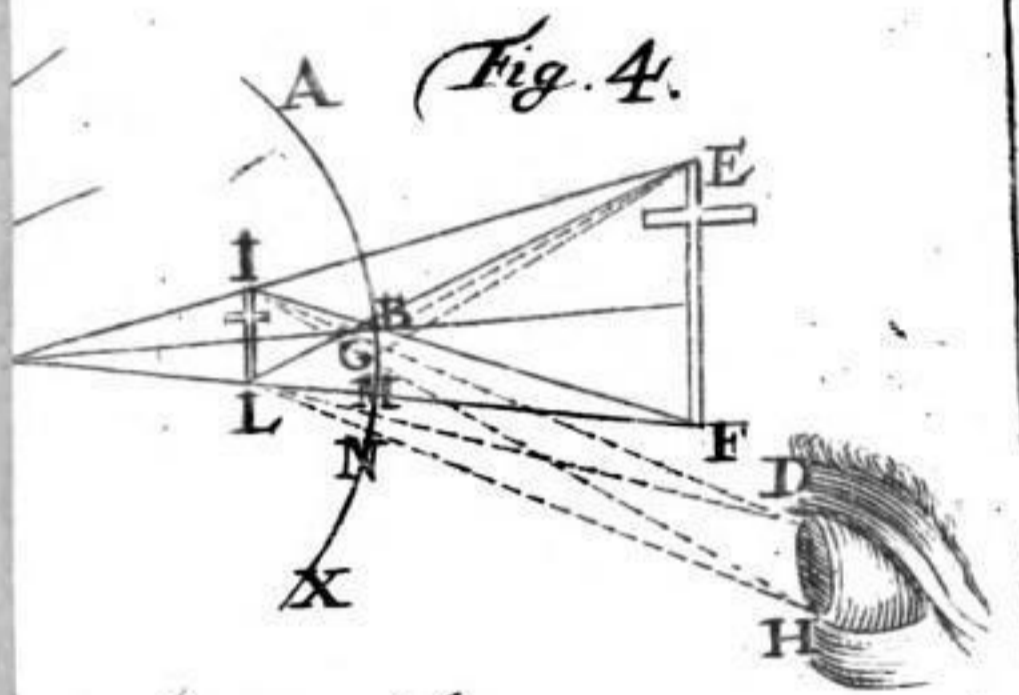
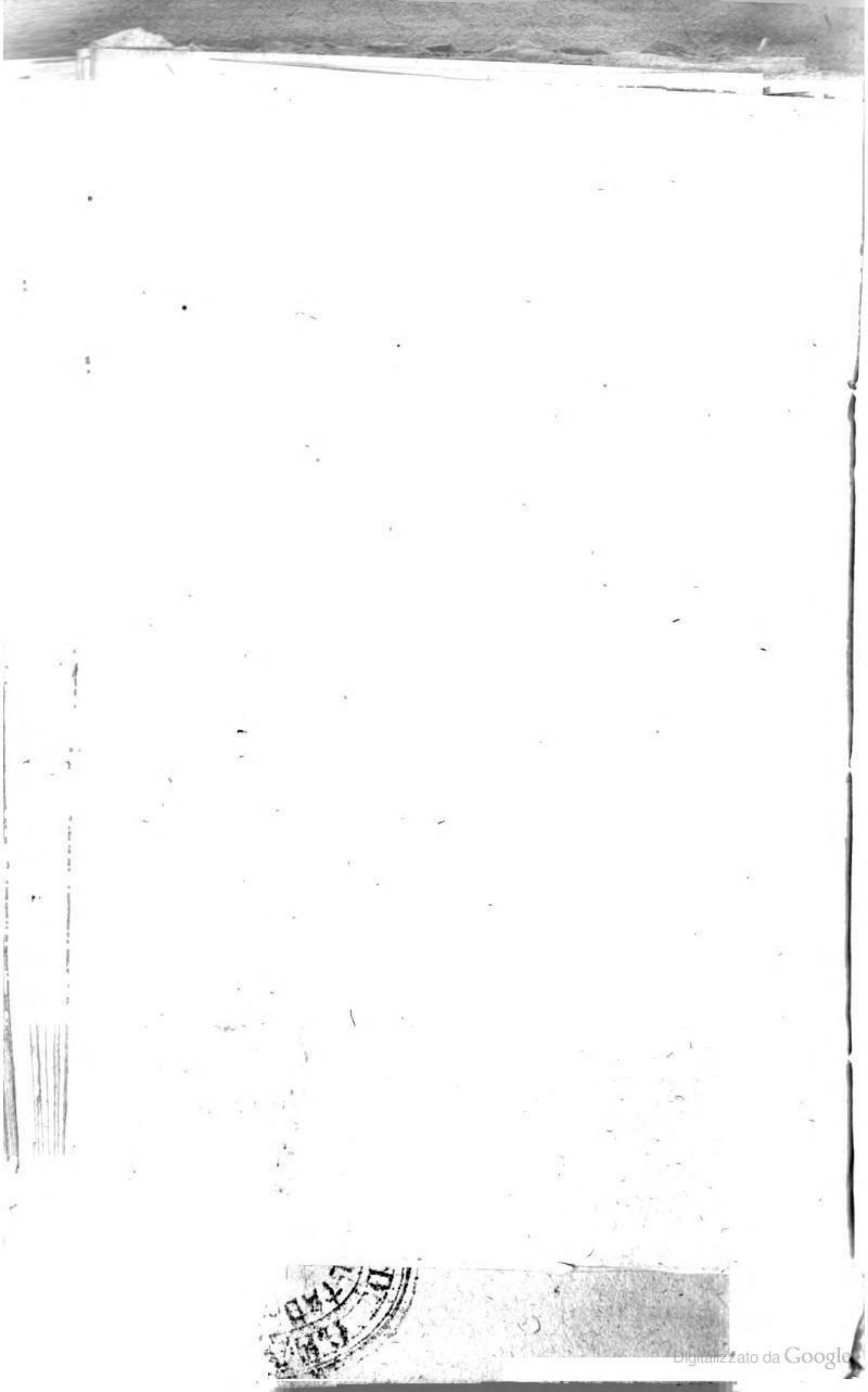


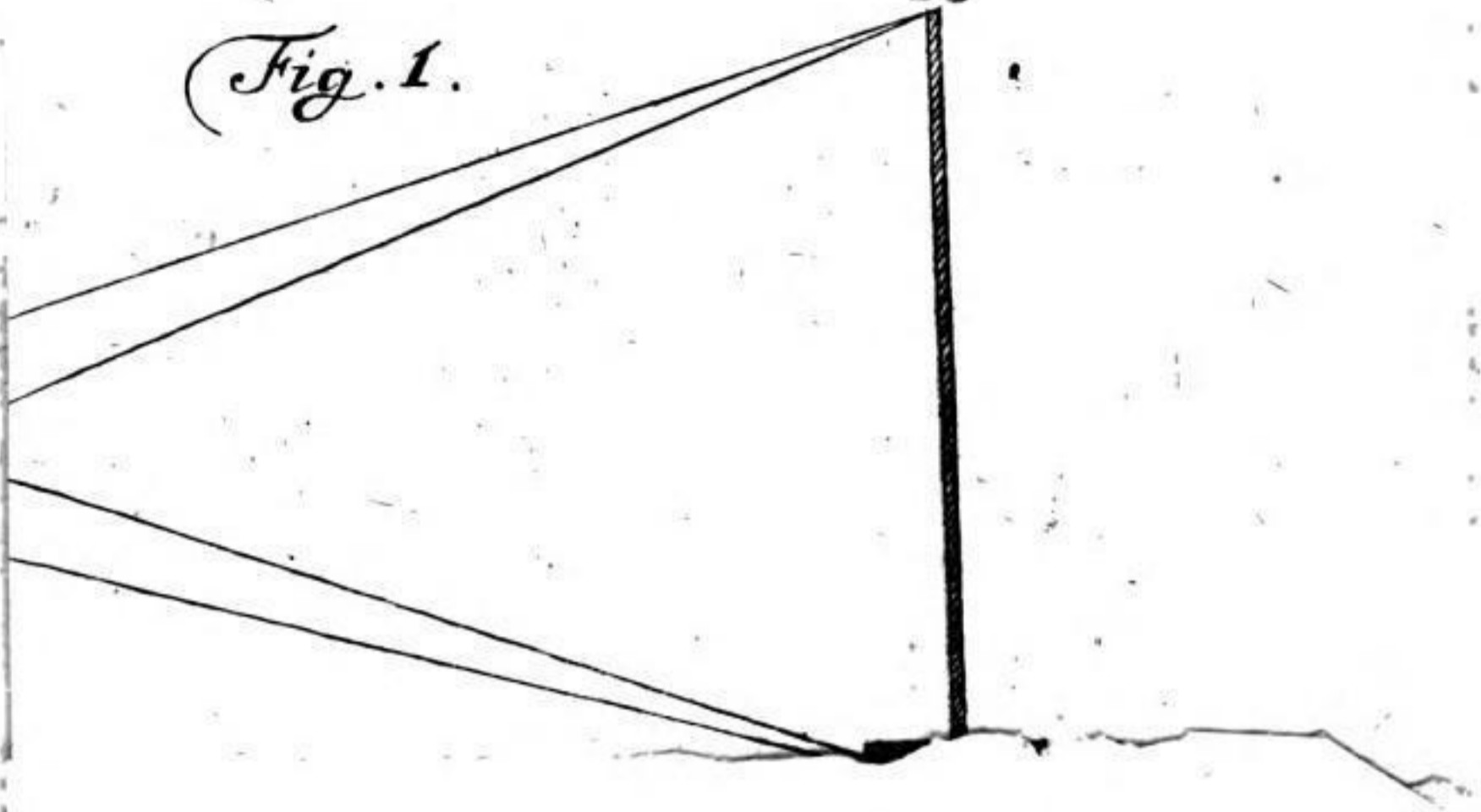
Fig. 8. / A



Томъ II. ТАВ. X.

К

Fig. 1.





FOA
6394



