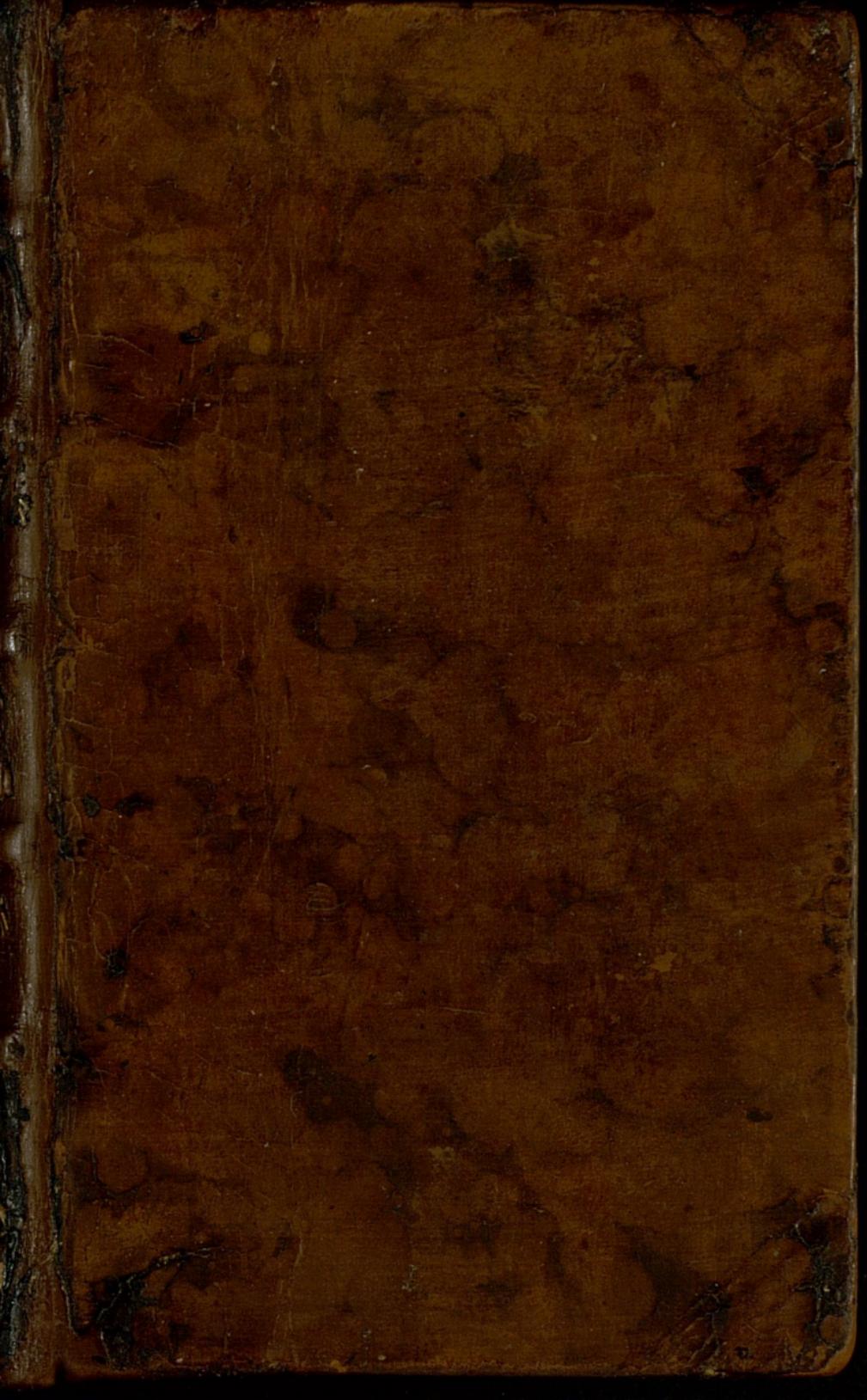


Présentation du corpus

Le projet de numérisation et de valorisation des collections anciennes, présenté par la Bibliothèque Universitaire de Sciences et Techniques de Nancy, et porté par l'Université de Lorraine, concerne un programme de numérisation d'ouvrages patrimoniaux en sciences.

Ce projet, piloté par la Direction de la Documentation et de l'édition de l'Université de Lorraine, présente un ensemble d'ouvrages anciens datant des XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles.

L'Université de Lorraine prend pleinement part à un vaste projet national de constitution d'une bibliothèque numérique patrimoniale et encyclopédique.







3892 240

23

67

9

7
131

A

A4037

*P. B. P. B. P.
P. B. P. B. P.*

1799

A4037

G. J. 's GRAVESANDE,
 PHILOSOPHIAE
 NEWTONIANÆ
 INSTITUTIONES,
 In Usus
 ACADEMICOS.

Editio secunda auctior. Horvith



LEIDÆ & AMSTELODAMI,

Apud { JOH. ARN. LANGERAK,
 JOH. & HERM. VERBEEK, } 1728.
 & BALTHASAREM LAKEMAN.

Cum Privilegio Præpotent. Ordd. Hollandie & West-Frisie.

ДЕЛ ГРАВАДА
ПИЛОГОПН
ЕИАНОТВИ
ССОНОТИСИ
СОДАДА



БІБЛІОТЕКА У ЖОІД
ГРУЗІЙСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ
ДЛЯ МІЛІТІАРІІ
ВІДОХНІВНИХ
І АКАДЕМІЧНИХ
УЧИЛЕНЬ



A D

LECTOREM.

In usum auditorum destinata erant, quæ ante paucos annos publici juris feci *Physices Elementa Mathematica, Experimentis confirmata*. In his non modo Experimenta, quibus propositiones aut probantur, aut dilucidantur, exacte exponuntur; delineationesque Machinarum, quarum ope instituantur, exhibentur; sed & quæ in Experimentis instituendis observanda sunt, summa cum cura, memorantur.

Quamvis hæc omnia videantur minus necessaria auditoribus, quibus ipsa experimenta in annuo discursu demonstrantur, utile nihilominus

AD LECTOREM.

michi visum fuit , si experimenta , quorum oculati testes fuerant , tempore quocunque in memoriam revocare possent ; aliisque & hoc non ingratum futurum persuasum habui .

Sed eo coactus fui eligere formam præ magnitudine , usui , cui præcipue Elementa destinabantur , minus commodam . Minori ideo formâ eadem recudi curavi , ut dum , in ante edito tractatu , sibi auditores in memoriam revocarent , quæ à nobis coram demonstrantur , in portatili volumine ea haberent , quæ circa Physicam in privatis & publicis exercitiis explicamus .

In hanc autem formam ut memorata Elementa reduci possent , ita fuere immutanda , ut servato eodem titulo , minorem hunc librum tradere non ausus fuerim .

Experimentorum , quibus propositiones aliunde demonstratae confirmantur , aut dilucidantur , nulla hic fit

AD LECTOREM.

fit mentio ; illorum verò , quibus , quæ naturæ leges spectant , deteguntur , ea tantum memorantur quæ ad , inde deductas , conclusiones intelligendas , necessaria sunt . Ubi cunque tamen Experimentum auditoribus exhibetur , hoc ita (*Exp.*) notamus .

Ne etiam nimium liber hicce excresceret , ubi de difficultioris propositionis demonstratione agitur , lectorem ad scholia , quæ in secunda editione memoratorum *Elementorum* nostrorum habentur , remittimus ; tironibus enim , quibus hæ *Institutiones* destinantur , ipsas difficultiores propositiones indicasse sufficit . Cum autem Tomus secundus Elem. nondum secunda vice sit prælo commissus , in tertio & quarto libro harum *Institutionum* nondum edita scholia indicare coacti sumus .

Theorias Virium , Percussionum ,

AD LECTOREM.

& Resistentiarum Retardationumque corporum in fluidis motorum, explicavi, ea secutus quæ uberius in secunda Editione Tom. I. Elementorum *Physices* tradidi. Quædam tamen nova de Percussione ad pleniorum hujus Materiæ cognitionem spectantia adjeci.

Præter has, quæ quidem præcipuae sunt, emendationes, & multa alia in præsenti editione fuerunt magis illustrata. Non mirum si scientia, diu incertis Hypothesibus coarctata, hoc tempore, quo vera Methodus detegendi veri in Physicis sibi magni nominis comparavit patronos, de die in diem augmentum accipiat.

Quamvis autem in omnibus NEWTONI sententiam non secutus fuerim, & multa aliorum inventa exponantur, Philosophiam NEWTONIANAM vocare illam, quæ hic traditur, non dubitavi.

Quam

AD LECTOREM.

Quam vir præclarus primus tradi-
dit summo Philosopho dignissima
Soni Theoria; quæ , cum subtilissi-
mi ingenii perspicacitate indefes-
sum conjungens laborem , circa
colores , innumeros Philosophorum
corrigens errores , detexit ; Quæ
pro ingenii robore , & amplitudine ,
de causis motuum cœlestium inve-
stigavit ; multaque alia viri , nun-
quam ab ingenuis veræ Philosophiæ
culturibus satis celebrandi , inven-
ta , in hisce *Institutionibus* expli-
cantur ; ita ut præcipua hujus ope-
ris pars candido illi rerum scrutatori
debeatetur.

Sed & alio respectu *Philosophiæ*
NEWTONIANÆ hæ vocantur
Institutiones ; nam merito NEW-
TONIANAM vocamus Philoso-
phiam , in qua ex Phænomenis ,
rejectis Hypothesibus , conclusiones
deducuntur , nullus enim ante
NEWTONUM methodum hanc

AD LECTOREM

caste secutus est , nequidem hanc
sibi in omnibus sequendam pro-
posuit. Si illorum , licet præclaro-
rum , & de vera Philosophia bene
meritorum , virorum , qui à qui-
busdam ut NEWTONI in hac
Philosophia antecessores memoran-
tur , opera perpendantur , non illos
omnem Hypothesium fictionem
ex Physicis esse proscribendam
statuisse , haud difficulter patebit.



INDEX

INDEX CAPITUM.

LIBER PRIMUS.

PARS PRIMA. De Corpore in genere.

CAP. I. <i>Desco^po Physices, & Regulis philosophandi.</i>	Pag. 1.
II. <i>De Corpore in genere.</i>	4.
III. <i>De Extensione, Soliditate, & Vacuo.</i>	5.
IV. <i>De Divisibilitate Corporis in infinitum, & particularum subtilitate.</i>	8.
V. <i>De cohæsione partium, ubi de Duritie, Mollitie, Fluiditate, & Elasticitate.</i>	11.
VI. <i>De Motu in genere, ubi de Loco, & Tempore.</i>	17.

PARS SECUNDA. De Actionibus Potentiarum.

CAP. VII. <i>De Actionibus Potentiarum comparandis.</i>	19.
---	-----

INDEX CAPITUM.

CAP. VIII. Generalia circa Gravitationem.

- | | | |
|------|--|------------|
| IX. | <i>De Trochlea simplici, Libra,
& Centro Gravitatis.</i> | 24.
25. |
| X. | <i>De Machinis simplicibus.</i> | 31. |
| XI. | <i>De Machinis compositis.</i> | 40. |
| XII. | <i>De Potentiis obliquis.</i> | 42. |

PARS TERTIA. De Motibus, Potentiarum actionibus, variatis.

- | | | |
|------------|--|-----|
| CAP. XIII. | <i>De Naturæ legibus Newtonianis.</i> | 49. |
| XIV. | <i>De Acceleratione, & Retardatione Gravium.</i> | 54. |
| XV. | <i>De Descensu gravium super plano inclinato.</i> | 58. |
| XVI. | <i>De Oscillatione pendulorum.</i> | 61. |
| XVII. | <i>De Projectione Gravium.</i> | 69. |
| XVIII. | <i>De Viribus centralibus.</i> | 75. |

PARS QUARTA. De Viribus insitis, & Collisione corporum.

- | | | |
|-----------|---|-----|
| CAP. XIX. | <i>De Viribus corporibus motis insitis.</i> | 85. |
| XX. | <i>De Collisione corporum.</i> | 96. |

CAP.

INDEX CAPITUM.

- CAP. XXI. *De Congressu corporum Elastorum.* 108.
XXII. *De Motu composito.* 112.
XXIII. *De Percussione obliqua & composita.* 117.
XXIV. *De legibus Elasticitatis.* 121.

LIBER SECUNDUS.

PARS PRIMA. De Gravitate & Pressione Fluidorum.

- CAP. I. *De Gravitate partium Fluidorum, & illius effectu in ipsis fluidis.* 131.
II. *De Actione fluidorum in fundos, & latera vasorum, quibus continentur.* 134.
III. *De Solidis fluidis immersis.* 137.
IV. *De comparandis corporum Densitatibus.* 143.

PARS SECUNDA. De Motu & Resistentia Fluidorum.

- CAP. V. *De Celeritate fluidi, ex pressione fluidi superincumbentis.* 146.
CAP.

INDEX CAPITUM.

- CAP. VI. *De Fluidis profluentibus.* 149.
VII. *De Fluido ex vasis profluente,
& Irregularitatibus in isto
motu.* 155.
VIII. *De Cursu Fluminum.* 163.
IX. *De Motu Undarum.* 170.
X. *De Resistentia Fluidorum.* 177.
XI. *De Retardatione corporum in
Fluidis motorum* 184.

PARS TERTIA. De Aëre & aliis Fluidis Elasticis.

- CAP. XII *Aërem fluidorum proprietates
habere* 194.
XIII. *De Aëris Elasticitate.* 197.
XIV. *De aliis Fluidis Elasticis.* 201.
XV. *De Antlia Pneumatica, &
quibusdam Machinis, qua-
rum effectus ab Aëre pendent.* 205.
XVI. *De Aëris Motu Undulatorio,
ubi de Sono.* 208.

INDEX CAPITUM.

LIBER TERTIUS.

PARS PRIMA. De Igne.

- CAP. I. *De Ignis proprietatibus in gene-
re.* 225.
II. *Generalia de Calore & Lumine.* 227.
III *De Dilatatione ex Calore.* 230.
IV. *De Igne corporibus contento. Ubi
de Electricitate.* 234.
V. *De motu Ignis.* 239.
VI. *De Extinctione Ignis, & de
Frigore.* 247.

PARS SECUNDA. De Inflexione, Refra- ctione, & Reflexione Luminis.

- CAP. VII. *De Inflexione Radiorum Lu-
minis.* 251.
VIII. *De Luminis Refractione, &
hujus legibus.* 254.
IX. *De Luminis Refractione quan-
do Media superficie planâ
separantur.* 260.
X. *De Refractione Luminis po-
sitis Mediis superficie sphæ-
rica separatis.* 264.

CAP.

INDEX CAPITUM.

- CAP. XI. *De motu Luminis trans Medium densius. Ubi de Lentium affectionibus.* 271.
XII. *De Visu. Ubi de Oculi constructione.* 275.
XIII. *De visione trans Vitra, & corrigendis quibusdam Oculorum vitiis.* 285.
XIV. *De Microscopiis & Telescopiis.* 291.
XV. *De Reflexione Luminis.* 297.
XVI. *De Speculis planis.* 303.
XVII. *De Speculis sphæricis.* 304.

PARS TERTIA. De Opaco & Coloribus.

- CAP. XVIII. *De corporum Opacitate.* 313.
XIX. *De diversa Radiorum Solarium Refrangibilitate.* 317.
XX. *De Radiorum Coloribus, & horum immutabilitate.* 327.
XXI. *De Colorum permixtione. Ubi de Albore.* 323.
XXII. *De Iride.* 331.
XXIII. *De tenui Laminarum Coloribus.* 335.
XXIV. *De corporum naturalium Coloribus.* 343.
CAP.

INDEX CAPITUM.

CAP. XXV. *De diversa diversorum corporum actione in Lumen.* 347.

LIBER QUARTUS.

PARS PRIMA. De Mundi Systemate,

- CAP. I. *Idea generalis Systematis Planetaryi.* 351.
II. *De Motu Apparenti.* 361.
III. *De Phænomenis Solis ex motu Telluris in Orbita.* 366.
IV. *De Phænomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris, motibus in Orbitis suis.* 368.
V. *De Phænomenis Planetarum Superiorum ex horum, & Telluris, motibus in Orbitis suis.* 373.
VI. *De Phænomenis Satellitum ex motu horum in Orbitis. Ubi de Eclipsibus Solis, & Lunæ.* 374.
VII. *De Phænomenis ex motu Solis, Planetarum, & Lunæ circa Axes.* 382.
VIII. *De Phænomenis Telluris superficiem, & peculiares hujus partes, spectantibus.* 387.
CAP.

INDEX CAPITUM.

CAP. IX. <i>De Phænomenis ex motu Axeos Telluris.</i>	402.
X. <i>De Stellis fixis.</i>	404.
PARS SECUNDA. Motuum Cœlestium causæ Physicæ.	
CAP. XI. <i>De Universali Gravitate.</i>	407.
XII. <i>De Materia Cœlesti; Ubi vacuum dari probatur.</i>	418.
XII. <i>De Motu Telluris.</i>	423.
XIV. <i>De Densitate Planetarum.</i>	429.
XV. <i>Totius Systematis Planetarii Explicatio Physica.</i>	436.
XVI. <i>Motus Lunæ Explicatio Physica.</i>	444.
XVII. <i>De Planetarum Figuris.</i>	467.
XVIII. <i>Motus Axeos Telluris Explicatio Physica.</i>	473.
XIX. <i>De Aëstu Maris.</i>	475.
XX. <i>De Lunæ Densitate & Figura.</i>	484.

PRI.

PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ INSTITUTIONES.

LIBRI I.

Pars I. de Corpore in genere.

CAPUT I.

De Scopo Physices & Regulis Philosophandi.

Hyphica circa Res naturales & harum Phænomena versatur.

DEFINITIO 1. & 2.

Res naturales sunt *omnia Corpora*; *congeriesque horum omnium Universum* vocatur.

DEFINITIO 3.

Phænomena naturalia, sunt *omnes situs & motus Corporum naturalium*, ab *actione Entis intelligentis immediate non pendentes*, & qui a nobis sensibus observari possunt.

A

Non

2 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

Non omnino excludimus ex numero Phænomenorum naturalium motus, qui in corpore nostro ad voluntatem fiunt: in hisce distinguendum illud quod a voluntate pendet, ab eo quod alii causæ tribuendum est. Agitationem fieri modo quodam determinato, & certo tempore, hoc determinationi voluntatis adscribi debet, & ad Physicam non spectat: ipse autem motus ex actione muscularum sequitur, qui etiam alio motu agitantur, sunt hæc Phænomena naturalia; sed motus ex actione immediata mentis oriundus, & nobis omnino ignotus, non est Phænomenon naturale.

Omnes hi motus, regulis certis peraguntur, & legibus semper iisdem adstricti sunt, universaque rerum congeries legibus immutatis regitur.

Sol quotidie oritur & occidit, tempusque ortus & occasus, pro anni tempestate & loco, semper determinatur; ejusdem speciei plantæ, iisdem positis circumstantiis, eodem modo producuntur & crescunt; & sic de cæteris. In iis ipsis, quæ nobis omnino fortuita & incerta apparent, certas observari regulas, examinanti manifestum fit.

3. *Physica Phænomena naturalia explicat*, id est, *horum causas tradit.*

Cum in has causas inquirimus, ipsum Corpus in genere examinandum est; deinde quibus regulis rerum conditor omnes motus peragi voluerit. Hæ regulæ vocantur *leges Naturæ.*

DEFINITIO 4.

*Naturæ lex ergo est Regula & norma, se- 4.
cundum quam Deus voluit certos motus semper,
id est, in omnibus occasionibus, peragi.*

Est ideo nostri respectu lex Naturæ, omnis 5.
effectus, qui in omnibus occasionibus idem
est, cuius causa nobis est ignota, & quem vi-
demus ex nulla lege nobis nota fluere posse,
quamvis forte ex simpliciori lege, nobis igno-
ta, fluat.

Leges naturæ nisi ex examine Phænomeno-
rum naturalium, non possunt elici.

Ope legum hac Methodo detectarum Phæ-
nomena alia explicari debent.

In investigatione autem Naturæ legum, se-
quentes Regulæ Newtonianæ observandæ ve-
niunt.

REGULA 1.

*Causas rerum Naturalium non plures admit- 6.
ti debere quam quæ & veræ sint; & earum
Phænomenis explicandis sufficient.*

REGULA 2.

*Effectuum Naturalium ejusdem generis eas- 7.
dem esse causas.*

REGULA 3.

*Qualitates corporum quæ intendi & remitti 8.
nequeunt, quæque corporibus omnibus compe-
tunt in quibus experimenta instituere licet, pro
qualitatibus corporum universorum habendas esse.*

PHILOSOPHÆ NEWTONIANÆ

C A P U T II.

De Corpore in genere.

9. **O**mniū primum in Corpore consideranda
venit hujus *extensio*.

Extensionis idea fere semper menti nostræ
præsens est ; est hæc simplicissima , ideoque
verbis nullis describi potest.

Omne corpus est extensum , sublata corpo-
ris extensione integrum tollitur corpus.

Omne tamen extensum non est Corpus , in
quo vero Corpus a Spatio differat , non potest
determinari , nisi examinatis prius aliis Corpo-
ris proprietatibus.

10. Secunda quæ examinanti Corpus sese offert
est *Soliditas*. Quando corpus locum deserere
cohabetur , omne aliud corpus ex loco a se
occupato excludit , & corpora fluida æque ac
maxime dura hac proprietate gaudent.

11. Tertia Corporis proprietas est *Divisibilitas* ;
eo quod corpus est extensum , etiam est divi-
fibile. Extensio enim alia extensione minor
semper potest concipi , unde videmus in omni
extensione partes dari , quæ partes in Corpore
a se invicem possunt separari ; quia

12. Corpus quarta proprietate præditum est ,
quod possit de loco in locum transferri , unde
Corpus *mobile* dicitur. *Vi* autem *in situ* in mo-
tu perseverat.

Quando nullum datur obstaculum , Corpus
iunctui minimo cedit , major tamen vis requiri-
tur , si minori tempore ad eandem distantiam ,
aut

aut æquali, ad majorem transferendum sit Corpus: etiam ad movendum Corpus majus quam minus, si similis fuerit translatio. *Corpus* ergo quiescens motū resistit, non quādū quiescit, sed dum agitur. Hac de causa corpus & iners, & habere inertiam dicitur; quæ in omnibus corporibus quantitatē materiæ proportionalis est; singulis enim materiæ particulis æqualiter competit.

Omne corpus figura est prædictum, & Figurabile, quia terminatum: mutari potest figura, quia Corpus in partes potest resolvi, quæ cum mobiles sint, in vario ordine erga se invicem disponi queunt.

C A P U T III.

De Extensione, Soliditate, & Vacuo.

Hic consideranda venit in Scholis decantata quæstio de *Vacuo*, scilicet an detur extensio omni materia destituta; hæc enim extensio vocatur *Vacuum*, *Inane*, aut *Spatium*.

Vacuum revera dari ex Phænomenis probatur, & ideo in libro iv. hæc propositio ad examen revocabitur.

Vacuum possibile esse ex solo examine idearum deducitur. Omne enim quod clare concipimus existere posse, possibile est. Si enim quid in re quacunque detur, quod hujus existentiam impedit, idea impedimenti in idea rei continetur, & in causa est, quo minus rei possiblitas concipi possit.

6 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

Quæstio ergo eoredit, an habeamus ideam extensionis non solidæ.

16. Soliditatis ideam acquirimus contactu, corpora quædam nobis resistere sentimus, & quidem singulis momentis nobis illa resistunt, quæ descensum inferiora versus impediunt. Ex hac resistentia apparet corpus ex loco à se occupato omne aliud corpus excludere, id est, illud Soliditate præditum esse; quam soliditatis ideam ad corpora subtiliora, quæ propter partium tenuitatem sub sensus non cadunt, transferimus; & experientiâ constat, hæc ipsa, æque ac maxime dura aliis corporibus resistere.

Aër, in quo vivimus, fere semper visum & tactum nostrum fugit, in antlia tamen exacte clausa embolo resistit, ita ut hic nulla vi ad antliæ fundum protrudi possit. (*Exp.*)

In extensionis autem idea non continetur idea soliditatis, hanc non nisi ex contactu, illum vero sine hoc acquirimus, & si quis nunquam corpus tetigisset, ei soliditas omnino ignota esset.

Conspiciat quis idolum inter speculum cavum & objectum speculo expositum, idolum tale non resistit, corpus tamen æque densum ac corpus repræsentatum videtur, possunt enim colores magis vividi in idolo, quam sunt ipsius objecti colores, repræsentari. (*Exp.*) Si homo nihil unquam præter talia idola videsset, & ipsius corpus tali idolo simile esset, an ullam soliditatis haberet ideam? non videtur; extensionis tamen certissime habebit.

Hic non agitur de eo quid sit tale idolum, de ideis disputamus.

Non

Non solâ soliditatis privatione differt Spatium a Corpore.

Spatium est infinitum, ac nullis hoc terminari posse limitibus, rem attente consideranti patebit. Nullum enim Spatium potest concipi terminatum, cujus termini non alio spatio circumdentur; & idea extensi limitibus circumscripsi, & non alio extenso involuti, se ipsam destruit. Quare fines Spatii, ad hoc totum attendendo, contradictionem involvunt. Corpora autem finita dantur.

In Spatio partes dari clare videmus, a se in- 18.
vicem vero separari nequeunt, immobiles sunt,
ut & ipsum Spatium. Corporis vero partes
separationem patiuntur.

Spatii idea simplicissima est; Corporis magis est composita.

Soliditas a quibusdam Impenetrabilitas vo- 19.
catur, & ex natura extensionis illam deduce-
re conantur; pedi cubico ex. gr. extensionis,
pes alter cubicus extensionis addi non potest
quin habeamus duos pedes cubicos, singuli e-
nim habent omnia, quæ ad illam magnitudi-
nem constituendam requiruntur; pars ergo
una spatii partes omnes alias excludit & ipsa
illas admittere non potest.

Resp. Partem Spatii in aliud locum transla-
tam contradictionem involvere; ex immobili-
tate ergo partium spatii, non ex impenetra-
bilitate seu soliditate, sequitur, duas partes
spatii confundi non posse.

C A P U T IV.

*De Divisibilitate Corporis in infinitum,
& particularum subtilitate.*

Eo quod Corpus est extensum etiam est divisibile, id est, in eo partes considerari possunt.

Differt tamen Corporis divisibilitas, ab extensionis divisibilitate, illius enim partes à se invicem separari possunt. Ipsa autem divisibilitas cum ab extensione pendeat, in extensione examinari debet.

20. *Corpus est divisibile in infinitum*, id est, in ejus extensione nulla pars quantumvis parva potest concipi, quin detur minor.

21. Sit linea AC, ad BF, perpendicularis, ut & GH, ad parvam ab A distantiam, ad eandem etiam perpendicularis, centris C, C, &c. & radiis CA, CA, &c. describantur circuli secantes lineam GH, in punctis e, e &c. quo major est radius AC, eo minor est pars eG; radius potest in infinitum augeri, & ergo minui pars eG, quæ tamen nunquam ad nihilum potest redigi, quia circulus cum linea recta BF, coincidere nunquam potest.

Partes ergo magnitudinis cuiuscunque in infinitum possunt minui & nullus divisionis datur finis.

Sed & magis paradoxum quid ex hac demonstratione deducimus. Constat ex hac angulum mixtum, quem cum tangente efficit circulus, in infinitum posse minui. Hic autem

angulus, quamvis in infinitum divisibilis, omni rectilineo angulo minor est (16. Et. III.), & angulus rectilineus, in infinitum ut omnibus quantitas divisibilis, utcunque immunitus, memoratos angulos mixtos omnes superat.

Quantitatis ergo cuiuscunque in infinitum divisæ pars infinite exigua, in infinitum est divisibilis. 22.

Innumeris aliis idem probari potest Mathematicis demonstrationibus.

In Scholiis Elem. etiam demonstramus divisionis in infinitum classes numero infinito dari. 23.

Ex corporis divisibilitate deducimus, data quavis Materiæ particulâ quantumvis exigua, & dato spatio quovis finito utcunque ampio, possibile esse, ut materia talis arenulæ per totum hoc spatum diffundatur, atque ipsum ita adimplat, ut nullus sit in eo porus cuius diameter minimam datam superet lineam. Quod ut demonstremus, spatum implendum, divisum concipimus in cellulas cubicas, quarum latera æqualia, aut minora, sint minimâ lineâ data: numerus cellularum finitus erit, & in tot partes arenula data dividi poterit, quot cellulæ dantur; ita ut in singulis cellulis particulam unam positam concipere possimus: concipiendum ulterius ex singulis hisce particulis minimis globum cavum formari. Propter Materiæ divisibilitatem potest globus cavus semper augeri minuendo materiæ crassitiem, cum autem in singulis cellulis globus talis detur, poterunt singuli augeri, donec vicini se se mutuo tangant, ut omnes simul spatum impleant.

25. Objectiones præcipuae, contra divisibilitatem Materiæ in infinitum, sunt; Infinitum Finito contineri non posse; ex divisibilitate in infinitum sequi, omnia corpora esse æqualia, aut Infinitum alio Infinito majus dari.

Sed hisce responsio facilis est, Infinito non tribuendæ sunt proprietates quantitatis finitæ & determinatæ. Partes infinite parvas numero infinito in quantitate finita dari non posse quis unquam probavit; ut & omnia Infinita esse æqualia? Contrarium in innumeris occasionibus a Mathematicis demonstratur.

26. Si examinatâ possibili materiæ divisibilitate partium subtilitatem in corporibus ad examen revocemus, hanc captum nostrum in immensum superare constabit; innumeraque in rerum natura dantur exempla talium particularum a se invicem separatarum.

Boileus hæc variis probat argumentis.

27. Loquitur de filo serico trecentis ulnis Anglicanis longo & ponderis duorum granorum cum semisile.

28. Folia auri mensuravit, & ponderavit, & reperit, quinquaginta pollices quadratos unicum tantum ponderare granum; si unius pollicis longitudo dividatur in ducentas partes, omnes inermi oculo distingui poterunt: dantur ergo in pollice quadrato partes visibles quadraginta millia, & in uno auri grano partium numerus est duarum millionum, qui numerus conversis foliis duplicandus est; has vero partes visibiles ulterius posse dividi nemo negabit.

29. Odo granis auri deaurari potest integra argen-

genti uncia, quæ deinde porrigitur in filum deauratum longitudinis tredecim millium pedum.

In corporibus odoriferis majorem partium 30. percipimus subtilitatem, & quidem a se invicem separatarum, plura longo tempore parum admodum sui ponderis amittunt & spatium satis magnum particulis odoriferis continuo implet, qui computum de tali subtilitate inire voluerit in illarum numero quid portenti facile reperiet.

Ope Microscopiorum objecta quæ visum 31. fugiunt magna videntur, dantur animalcula per optima microscopia vix visibilia: habent ramen partes omnes ad vitam necessarias, sanguinem, & alia liquida; subtilitas partium illa componentium quanta sit quis non videt?

C A P U T V.

De Cohæsione partium, ubi de Duritate, Mollitate, Fluiditate, & Elasticitate.

Omne corpus quod in sensus nostros cadit, 32. ex particulis quam minimis constat, nulla harum in se est indivisibilis, nostri respectu omnes sunt, divisio enim quæ a nobis fieri potest, est particularum separatio.

Quando magna vis ad illam separationem requiritur, aut quando in minimo partium motu datur harum separatio, ita ut in flexione exigua frangatur corpus, durum hoc vocatur.

Si

12 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

Si partes facilius cedant, & cum sub-lapsu partium introcedant molle dicitur.

Sed hæc in significatione vulgari, vis magna & minor nihil determinati denotant & corpus durum respectu unius hominis, alteri molle videtur.

DEFINITIO 1.

33. Philosophice *Corpus durum* vocatur, cuius partes inter se cohærent & neutiquam introcedunt, ita ut partes nullo motu affici possint quin frangatur corpus.

Corpus tale perfectè durum nullum novimus, sed eo magis dura dicuntur corpora, quo magis ad hanc perfectam accedunt duritiam.

DEFINITIO 2.

34. Philosophice *Corpus molle* vocatur, cuius partes introcedunt & sublabuntur, quamvis, nisi malei ieiibus partes non cedant.

DEFINITIO 3.

35. *Corpus*, cuius partes cuicunque impressione cedunt, & cedendo facilime moventur inter se, vocatur fluidum.

Hæc omnia a partium cohæsione pendent, quo arctior hæc est, eo magis ad duritiam corpus accedit.

36. Durities vero particularum minimarum ab illarum soliditate non differt, & est proprietas essentialis corporis, quæ non magis explicanda est, quam quare corpus sit extensum, & mens cogitet.

37. An omnia corpora ex particulis æqualibus & similibus constent difficulter determinari poterit; & circa causam cohæsionis particula-
rum multa obscura sunt.

Na-

Naturæ leges, quæ hic locum habent, ex Phænomenis deducuntur.

Cohæsionis lex peculiaris est, omnes particulas *vi attractivæ* gaudere, id est, si vicinæ fuerint, sponte ad se mutuo tendunt; cuius motus causa nos latet, sed cum motum hunc generaliter locum habere observemus, & huic particulæ omnes subjiciantur, ipsum inter leges naturæ referimus (5.)

DEFINITIO 4.

Attractionem vocamus vim quamcumque qua duo corpora ad se invicem tendunt; etsi forte hoc per impulsu[m] fiat. Hoc nomine Phænomenon, non causam designamus.

Non in hisce vulgarem hujus vocis significationem mutamus. Generaliter enim dicimus, corpus attractione moveri quotiescumque hoc ad aliud Corpus tendit, si hujus præsentia ad motum hunc producendum desideretur. Eo sensu dicimus, Magnetem ad se trahere ferrum, Hominem ad se trahere corpus quod fune alligatum hominis hujus actione, ad hunc ipsum tendit. Hac de causa in multis occasionibus non dubitamus ad Attractionem referre motus in quibus impulsus manifestus est, effectum ipsum, & nil præter hunc, ad causam non attendendo, voce Attractionis exprimimus. Hanc autem solam, quam dari inter minimas corpora componentes particulas observamus, inter leges naturæ referimus.

Hæc autem ipsa hisce legibus subjicitur, ut in ipso particularum contactu sit perquam magna, & subito decrescat, ita ut ad distantiam quam minimum quæ sub sensu cadit non agat, imo etiam

14 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

etiam ad majorem distantiam sese mutet in Vim repellentem, qua particulae sese mutuo fugiunt.

Ope hujus legis multa Phænomena facilime explicantur, & innumeris Experimentis, præcipue Chemicis, hæc Attractio & Repulsio plenissime probantur.

41. In omnibus etiam corporibus fluidis partes omnes sese mutuo attrahere videmus, ex figura Sphærica, quam guttae semper habent; ex eo etiam quod nullum detur fluidum, cuius partes non sint quasi conglutinatae, quod in ipso Mercurio clare appetat.

Sed multo melius hæc mutua particularum Attractio probatur ex eo, quod in omnibus fluidis duæ guttae statim ac se invicem quam minime tangunt, in unam guttam majorem redigantur; quæ omnia cum etiam in metallis liquefactis locum habeant, sequitur particulas illa componentes & tum sese mutuo attrahere, cum motu ignis a junctione arcetur.

42. Tribuendus est motus hicce actioni agenti aut in Guttæ superficiem externam, aut in singulas minimas, ex quibus Gutta constat, particulas.

Actioni in superficiem non posse adscribi, nisi singamus pressionem ab omni parte æqualem clarum est; tali vero pressione Guttæ figuram minime mutari posse in cap. 3. lib. II. ex legibus pressionis Fluidorum, deducemus.

Primo etiam intuitu patet in gutta ovali A B C D pressiones in superficies A B & C D superare pressiones in superficies A D, B C, si ab omni parte gutta æqualiter premi-

tur.

tur. Non potest tamen gutta rotunda fieri, quin pressiones hæ minores majores vincant, quod est absurdum.

Actio ergo datur in singulas minimas particulas. Hac singulæ aut ad vicinas tendunt, aut ab his removentur; non separantur: ergo motus nisi actioni, qua particulæ singulæ ad vicinas tendunt, adscribi non potest, quem motum Attractionem vocamus (39.).

Positâ hac, quo major est numerus particularum se mutuo attrahentium inter duas particulas, eo majori vi versus se mutuo feruntur, unde motus in gutta datur, donec distantiæ inter puncta opposita in superficie sint ubique æquales, quod in sola figura sphærica locum habet.

Qui hujus Attractionis causam detegeret, magnum quid in Physicis præstaret, nos tantum illam dari afferimus, & cohæsionis esse causam immediatam: universalem etiam esse ex ante dictis deducimus (7. 8.).

Multa corpora attractione hac agunt in corpora extranea, datâ partium applicatione satis immediatâ. (Exp.)

Repulsionis exempla habemus inter aquam & oleum, & in genere inter aquam & omnia corpora pinguia, inter Mercurium & Ferrum, ut & etiam inter particulas pulveris cuiuscunque. (Exp.)

DEFINITIO 5.

Elasticitas vocatur corporum proprietas, qua, figura illorum vi aliqua mutetur, ad pristinam figuram redeunt. Si corpus quoddam sit compactum, flebit se, & cum prematur intro-

16 PHILOSOPHIE NEWTONIANÆ

trocedat sine partium suarum sublapsu, corpus revertet ad figuram suam vi illa, quæ ex mutua suarum partium attractione oritur.

47. Illam vero aëris proprietatem, quæ illius *elasticitas* dicitur, oriri ex vi qua partes se se mutuo repellunt, suo tempore dicetur.

48. Et ne quis dicat, quia causam prædictæ Attractionis & Repulsionis non damus, has inter qualitates occultas esse recensendas. Cum Newtono respondemus, „nos illa principia „considerare non ut *occultas qualitates*, quæ „ex *specificis* rerum *formis* oriri finguntur; „sed ut *universales* naturæ *leges*, quibus res „ipsæ sunt formatæ; nam principia quidem „talia revera existere ostendunt Phænomena „naturæ, licet, ipsorum causæ quæ sint, non „dum fuerit explicatum. Affirmare singulas „rerum species *specificis* prædictas esse *qualita- tibus occultis*, per quas eæ vim certam in „agendo habeant, hoc utique est nihil dice- re. At ex Phænomenis naturæ duo vel tria „derivare generalia motus principia, & dein „de explicare quemadmodum proprietates, & „actiones rerum omnium, ex principiis istis „consequuntur; id vero magnus esset factus „in Philosophia progressus, etiam si princi- „piorum istorum causæ nondum essent co- gnitæ.

CAPUT VI.

De Motu in genere, ubi de Loco & Tempore.

Motus est translatio de loco in locum, sive continua loci mutatio. Quisque illius habet ideam, quæ simplex est & verbis explicari nequit.

Locus est spatium à corpore occupatum, cuius idea etiam simplex est.

Duplex est, verus seu absolutus, & relativus.

DEFINITIO 1.

Locus verus est pars Spatii immobilis, quæ a corpore occupatur.

DEFINITIO 2.

Locus relativus, qui solus sensibus distinguitur, est situs corporis respectu aliorum corporum.

Sæpe mutatur Locus verus manente relativo, & vice versa.

Unde Motus alter est verus, seu absolutus, alter relativus.

Dum corpus movetur, tempus labitur.

Tempus etiam duplex est; verum seu absolutum, & relativum.

Verum nullam habet relationem ad motum corporum, neque ad successionem idearum in Ente intelligenti, sed sua natura semper aequaliter fluit.

DEFINITIO 3.

Tempus relativum est pars Temporis veri motus corporum, aut successione idearum,

18 PHILOSOPHIE NEWTONIANÆ

mensurata, hoc solum sub sensus cadit.

Motus omnis potest celerior fieri, & etiam corpus tardius quam ante potest moveri; & verisimillimum est nullum dari motum corporum omnino æquabilem; ideæ etiam non certam, dum una alteri succedit, mensuram sequuntur. Unde sequitur tempus relativum a vero differre, hoc enim nunquam citius, nunquam tardius fluit.

DEFINITIO 4.

57. *Illa motus affectio, qua in certo tempore certum spatium a corpore moto percurritur, vocatur Celeritas aut Velocitas; quæ ergo major aut minor est pro magnitudine illius spatiæ, & illi spatio semper proportionalis est.*
58. *Spatium percursum etiam ad instar temporis augetur, si velocitas maneat; ideo generaliter spatium percursum sequitur rationem compositam temporis & velocitatis.*
59. *Spatium percursum etiam ad instar temporis augetur, si velocitas maneat; ideo generaliter spatium percursum sequitur rationem compositam temporis & velocitatis.*

Datis variis corporibus si pro singulis velocitas multiplicetur per tempus, producta erunt, ut spatia percursa.

DEFINITIO 5.

60. *Motus directio est recta, quæ ducta concipiatur partem versus qua tendit mobile.*

DEFINITIO 6.

61. *Potentia aut Pressio est Vis continua in corpus agens ad illud ex loco movendum, & quæ actionem in corpus exerere potest, hoc non moto, aut motu jani impresso non mutato. Si nempe pressionis actio contraria pressione destruatur.*

Potest pressio in loco agere, quo distinguitur ab actione corporis vi insita agentis, quæ actio semper est de loco in locum.

LIBRI I.

Pars II. de Actionibus Potentiarum.

CAPUT VII.

De Actionibus Potentiarum comparandis.

Pressiones, id est, Potentiarum actiones ^{æ-} 62. *æquales* esse has, quæ *æqualibus temporibus* *æquales* edunt Effectus, primo intuitu patet.

Pressionem contrariam posse vincere Pressionem, in dubium nemo vocabit. *Pressiones* ^{63.} *æquales*, contrariè agentes, sese mutuo destruere, & has esse *æquales* quæ sese mutuo destruunt, si pro axiomate non habeatur, ex dictis (62.) haud difficulter deduci poterit.

Ex quibus etiam patet, *Pressiones esse inter* ^{64.} *se ut Effectus æqualibus temporibus editos.*

Si prematur Obstaculum & hoc ex loco non ^{65.} recedat, contrarià Pressione destruitur Pressio; aliter enim hæc nullum ederet effectum. Si ergo non contrarià Pressione destruatur, cedit Obstaculum. Hic non consideranda est quæ in quibusdam occasionibus obstaculo communicatur vis, qua in motu perseverat (12.): *Agitur tantum in tota hac parte secunda de* ^{66.} *Translatione quæ est effectus immediatus Pres-* *sionis*, & quæ semper tantum sola locum ha-
bet in momento primo infinite exiguo, quan-
do Actione Potentia Obstaculum movetur.

Cum effectus Pressionis contraria Pressione non destruetæ sit Obstaculi translatio, sequitur, *Actiones variarum Potentiarum*, contrariis Pressionibus non destruetas, tantum inter se posse differre respectu Obstaculorum in quæ agunt Potentiæ, & respectu Spatiorum ab Obstaculis percursorum.

DEFINITIO.

68. Magnitudinem Pressionis consideratam cum relatione ad Actionem in obstaculum sibi permisum, id est capacitatem agendi, quando contraria Pressione non destruitur Pressio, vocamus Potentiæ Intensitatem.

69. Sunt igitur Potentiarum Intensitates ut Actiones in Obstacula quæ Pressionibus transferuntur.

70. Si æqualibus temporibus per Spatia æqualia Obstacula cedant, Potentiarum Intensitates sunt ut Obstacula (64. 67. 69.).

71. Si Potentiæ in Obstacula æqualia agant, Potentiarum Intensitates sunt ut Spatia per quæ, æqualibus temporibus, Obstacula transferuntur (64. 67. 69.).

72. Si autem & Obstacula & Viae ab his, æqualibus temporibus, percursæ differant, sunt Potentiarum Intensitates ut Obstacula, & ut Viae percursæ (70. 71.) id est, in harum ratione composita.

Ex. gr. si unius Potentiæ Actio fuerit in Obstaculum duplum, & per spatum triplum removeatur; Actio, ideoque Potentiæ Intensitas, erit bis tripla, auter dupla, nempe sextupla. Ratio hæc composita habetur si, datis numeris in ratione Obstaculorum & aliis in ratio-

ne Spatiorum percursorum, pro singulis potentias, Obstaculum per Spatium ab hoc percursorum multiplicetur; producta enim habebunt quæsitam compositam rationem.

Si numeri dentur, qui Intensitates Potentiarum variarum designant, erunt hi ut producta Obstaculorum per Spatia; ergo si singuli ex datis numeris per spatum ab Obstaculo suo percursorum dividantur, quotientes erunt ut ipsa Obstacula.

Ideo eo majora sunt Obstacula, quo Intensitates sunt majores, & Spatia percursa minora; id est, *Obstacula sunt in ratione composita directe Intensitatum, & inversè Spatiorum percursorum.*

Si numeri qui exprimunt producta Obstaculorum per Spatia, id est, qui Potentiarum Intensitates exprimunt, singuli dividantur per numeros, qui Obstacula designant, quotientes erunt ut Spatia, quæ ergo sunt directe ut Intensitates, & inverse ut Obstacula.

Potentiarum Intensitates sunt æquales, si Spatia percursa fuerint in ratione inversa Obstaculorum. Quantum enim Potentia una respectu Obstaculi alteram superat, in tantum respectu Spatii percursi superatur. Ex. Gr. si Obstacula fuerint ut octo & sex, Viæ percursæ ut tria ad quatuor, utraque Intensitas exprimetur per numerum viginti quatuor (72).

Spectant hæc omnia Actiones in Obstacula sibi permitta, & sola inertiam resistentia.

De Pressionibus quæ se se mutuo destruunt nunc dicendum. Hoc in contrariis tantum contingit Pressionibus, & sunt hæ contrariæ, quan-

do una alii resistit, & hujus respectu format Obstaculum.

77. In hoc casu *æquales* Pressiones sese mutuo destruunt (63.) : hæc autem datur *æqualitas* ubi *oppositæ* Pressiones *æqualiter* resistunt. Nam utraque resistentiâ suâ in oppositam Pressionem agit. Resistentiæ hæc determinantur, ¹ mo¹ si ad Intensitates attendamus ; sunt enim Resistentiæ ut Intensitates, quando de iisdem agi-
 78. tur circumstantiis : *mutatâ* enim *Potentia* *Inten-*
sitate, si cætera maneant, *in hac eadem ra-*
tione *mutabitur* *vis* *qua ipsa* *resistit*.
 79. Sed ² o. dum superatur Pressio, & punctum, cui applicatur, ad certam distantiam removetur, determinata quædam, ut hoc certo tempore fiat, desideratur Actio; duplicanda hæc erit, si hoc idem, eodem tempore, bis sit efficiendum; id est, si ad duplam punctum, eodem tempore, removeri debeat distantiam. Bis tunc etiam Pressio quæ superatur eodem modo superatur, & bis resistit, id est, dupla est ipsius resistentia, crescit ergo Potentia, cu-
 jus non mutatur Intensitas, Resistentia ut Spa-
 tum percursum certo tempore à puncto cui ap-
 plicatur.
 80. Deducimus ex his Pressiones quarum Inten-
 sitates sunt *æquales*, contrarie agentes, sese
 mutuo in hoc solo casu destruere, in quo puncta
 quibus applicantur, si agita concipientur, Viis
æquales percurrunt (78. 80.)

Et positis hinc Viis *æqualibus* non sese de-
 struent si Intensitates differant.

Potentia autem quæ Intensitate differunt,
æquales poterunt exercere Pressiones, si pun-
 ctis

Eis applicentur, quæ agitata inæquales eodem tempore percurrunt Vias, & quidem ita, ut quantum Resistentia una aliam Intensitate superat, tantum respectu Viæ percurrendæ superetur (78. 80.), in quo casu inæqualitatum compensatio datur.

Sunt ergo oppositæ Pressiones æquales & se- 82.
se mutuo destruunt, si Potentiarum Intensitates fuerint inverse, ut Viæ a punctis quibus applicantur percurrendæ, eodem tempore, concessa horum agitatione.

Generaliter etiam ex iisdem præmissis deduci- 83.
nus, si plures potentiae ad unam partem, cum una, aut pluribus, contrarie agant, quæ ipsas destruant, singularum resistentias determinari, si Intensitates notæ fuerint; & inter se conferantur Viæ, quas, si agitarentur, percurserent eodem tempore singula puncta quibus Potentiae applicantur.

Multiplicatâ enim unius cuiusque Intensitate per Viam à suo punto percurrendam, producta erunt inter se in ratione composita Intensitatem & Viarum percursarum, id est, ut singularum Potentiarum Resistentiæ (78. 80.) Si nunc summa productorum ad unam partem æqualis sit summae productorum ad aliam resistentiæ oppositæ erunt æquales & oppositæ Actiones se mutuo destruent.

C A P U T VIII.

Generalia circa Gravitationem.

P H Ä N O M E N O N I.

84. *Omnia Corpora in Terræ viciniis, si nullo Obstaculo cohibeantur, Terram versus feruntur.*

D E F I N I T I O I.

85. *Vis qua Corpora Tellurem versus pelluntur, vocatur Gravitas.*

D E F I N I T I O 2.

86. *Vis hæc cum relatione ad corpus, quod hac ipsâ premitur, vocatur Corporis Pondus.*

P H Ä N O M E N O N 2.

87. *Vis Gravitatis ubique in Terræ viciniis, & omnibus momentis, æqualiter agit.*

Parva quidem datur gravitatis differentia in regionibus diversis, de qua in sequentibus; nimis tamen hæc est exigua ut hic consideretur, præcipue cum in regionibus inter se vicinis, omnino sit insensibilis.

88. *Quando corporis descensus obstaculo cohabetur, Pondere suo continuo æqualiter Obstaculum premit, Terræ centrum versus tendens; potest ergo haberi pro Potentia in Obstaculum agenti, & quæ de Potentiis in capite præcedenti sunt demonstrata, hic etiam locum habent.*

P H Ä N O M E N O N 3.

89. *Corpora quæ vi Gravitatis descendunt, si omnis tollatur resistentia, sunt æquivelocia. (Exp.)*

Hinc

Hinc deducimus , gravitate Obstacula quæcunque per æqualia spatia , æqualibus temporibus transferri , ex Actione immediata gravitatis ; Corpora enim in primo momento eodem modo moventur , & singulis momentis sequentibus eodem modo accelerantur ; sunt ergo Actiones gravitatis in corpora ut ipsa corpora (70.) , id est , Pondera sunt ut quantitates 90. Materiæ ; singulæque Materiæ particulæ æquales æqualiter ponderant , cujuscunque corporis particulæ fuerint.

Quando pondus consideratur ut Potentia , 91. Intensitas Potentiae proportionalis est quantitati materiæ in corpore ponderanti , & Potentiae directio est Terræ centrum versus.

Hæc de gravitate notanda erant , quia Ponderibus in Experimentis circa Pressiones insti- tuendis utimur.

C A P U T IX.

*De Trochlea simplici , Libra , & Centro
Gravitatis.*

DEFINITIONI.

Trochlea simplex , est Orbiculus circa axem 92. volubilis , cui circumpositus Funis , ductarius TAB. I. dictus , Trochlea videtur in A , Funis ducta- fig. 3. riis est d c e .

Hac Machina potentiae directio mutatur , nec ullius alijs usus est , quando suo loco est fixa ; in hoc enim casu , Potentia funi ducta- 93. applicata , ut M , Intensitate æqualis impe-

dimento P, æquipolleat impedimento (§1.); Impedimentum enim est contraria Potentia, quæ si cum opposita agitetur, Vias æquales ambæ percurrunt.

94. Pondera explorantur, id est, quantitates Materiæ in Corporibus comparantur, adhibitâ Librâ aut Bilance, instrumento notissimo.

DEFINITIO 2.

95. Axis libræ vocatur Linea circa quam Libra movetur, aut potius rotatur.

DEFINITIO 3.

96. Quando longitudinem brachiorum sive jugi consideramus, axis consideratur ut punctum, & vocatur Centrum libræ.

DEFINITIO 4.

97. Puncta suspensionis, aut applicationis, vocantur, puncta in quibus vel actu sunt, vel liberè dependent Pondera, aut Lances quibus Pondera imponuntur.

Circa hanc Machinam sequentia notanda sunt.

98. Pondus æqualiter gravat punctum, si libere ab eo dependeat ad quamcumque altitudinem, ac si Pondus in ipso positum intelligeretur. (Exp.)

Pondus enim corporis ad omnes altitudines æqualiter trahit funem quo suspenditur (§7.)

99. Actio Ponderis ad movendam Libram eo major est, quo magis punctum Pondere gravatum à centro Libræ distat; & actio sequitur rationem distantiae prædicti puncti ab illo centro.

- TAB. I. Quando libra rotatur, in eodem libræ motu, punctum B percurrit arcum Bb, & punctum A arcum Aa, quorum ultimus maximus

mus est ; in illo ergo libræ motu actio ejusdem ponderis varia est , pro puncto cui applicatur , & sequitur proportionem spatii ab hoc punto percursi (79.) ; est ergo in A , ut A a ; in B , ut B b ; arcus vero illi sunt inter se ut C A , C B . (Exp.)

Actiones etiam differre ut ipsa pondera clarum est , & non posse differre nisi respectu ponderum aut distantiarum , unde deducimus ; *Actionem Ponderis ad movendam Libram sequi rationem compositam ipsius Ponderis & distantiae hujus a centro Libræ.* Multiplicando pondus per suam a centro distantiam productum exprimit Actionem.

DEFINITIO 5.

Libra in æquilibrio dicitur , quando Actiones ponderum in utrumque brachium ad movendam Libram sunt æquales ; ita ut sese mutuo destruant.

DEFINITIO 6.

Quando Libra est in æquilibrio , Pondera ab utraque parte dicuntur equiponderare.

Pondera inæqualia possunt equiponderare. Requiritur tantum , ut distantiae a centro sint reciproce ut pondera (82.). In hoc casu , si unumquodque pondus per suam distantiam multiplicetur , producta erunt inæqualia. (Exp.)

Hoc fundamento nititur Statera Romana , qua unico adhibito Pondere corporum pondera determinantur. (Exp.)

Eodem etiam nititur fundamento Bilanx fallax , cuius nempe brachia sunt inæqualia. (Exp.)

Plurima pondera ad varias distantias ad unam par-

partem, cum unico pondere ad aliam partem, possunt æquiponderare. Si nempe productum hujus ponderis per suam distantiam a centro, & quale sit summæ productorum omnium aliorum ponderum, singulatim unumquodque per suam distantiam a centro multiplicatorum (100.). (Exp.)

107. *Plurima pondera, numero inæquali, ad utramque partem, possunt æquiponderare.* In hoc casu, si unumquodque multiplicetur per suam distantiam à centro, summæ productorum ab utraque parte erunt æquales: & si summæ istæ sunt æquales, datur æquilibrium (100.) (Exp.)

108. Ad perfectionem Libræ requiruntur 1. Ut puncta suspensionis lancium aut ponderum sint exæcte in eadem linea cum centro Libræ. 2. Ut ab utraque parte exæcte ab isto centro æquidistant. 3. Ut Libræ brachia, quantum commodè fieri potest, sint longa. 4. Ut in motu jugi & lancium, quantum fieri potest, parvus sit attritus. 5. Ut partes axeos, quæ jugo separantur, sint exactissime in eadem linea recta. 6. Tandem ut centrum gravitatis jugi detur paululum infra centrum motus.

DEFINITIO 7.

109. *Centrum gravitatis vocatur punctum in corpore, circa quod omnes partes corporis, in quo cumque situ positi, in æquilibrio sunt.*

110. Quando duo aut plura corpora junguntur, sive sint contigua sive separata, commune centrum gravitatis habent.

Tale punctum revera dari demonstrabimus.

Sint

Sint puncta duo gravia A & B, inæqua- III.
lem quamcunque gravitatem habentia; con- TAB. I.
cipiantur hæc juncta, lineâ inflexili, rectâ, fig. 13.
fine pondere; Detur in hac punctum C ta-
le, ut CA sit ad CB, ut pondus puncti B ad
pondus puncti A. Pondera hæc in æquilibrio
erunt circa C, & quidem in situ quoconque,
ut ex ante demonstratis (99.) deducitur; ideo
si sustineatur punctum C, sustinentur puncta
A & B, & harum actio in punto C quasi
coacta est.

Detur tertium punctum grave D, ponde-
ris cujuscunque; jungantur D & C, etiam
rectâ inflexili, ponderis experti; sitque in hac
punctum E, ita determinatum, ut EC se
habeat ad ED, ut pondus puncti D ad sum-
mam ponderum punctorum A & B.

Si A & B juncta darentur in C, circa E
daretur æquilibrium, positâ lineâ CD in situ
quoconque (99.): sed A & B, ut demon-
stravimus, in situ quoconque lineæ AB, a-
gunt quasi in C juncta essent; ergo tria pon-
dera A, B, D, lineis infelixibus conjuncta, in
situ quoconque, in æquilibrio sunt circa pun-
ctum E; quod ergo est centrum gravitatis
trium punctorum. Puncta hæc etiam nullum
aliud habere centrum gravitatis, præter pun-
ctum E, ex eadem demonstratione constat.

Si quartum daretur punctum grave, lineâ
inflexili, rectâ, jungendum hoc foret cum
E, & simili demonstratione constaret, qua-
tuor puncta commune habere gravitatis cen-
trum, & unicum hoc esse.

Cum vero eadem demonstratio ad nume-
runt

rum quemcunque punctorum referri possit, applicari poterit omnibus punctis gravibus,

112. ex quibus *corpus quocunque aut plurima corpora juncta constant: habent ideo Corpus unicum aut plura juncta Centrum gravitatis, & unicum tale habent centrum.*

113. *Quando centrum gravitatis sustinetur, corpus quiescere potest. (Exp.)*

114. *Quando centrum gravitatis non sustinetur, corpus quiescere non potest, sed gravitate moveretur. (Exp..)*

115. Ex hisce ratio redditur, quare corpora quædam planis inclinatis imposita, devolvantur, & alia simpliciter labantur.

TAB. 1. et Corpus A labitur, quia centrum gravitatis
fig. 5. illius a plano inclinato sustinetur, id est, linea verticalis, quæ transit per centrum illud c, secat planum inclinatum intra basin corporis d.e. Corpus vero B devolvitur, quia verticalis linea, quæ transit per centrum gravitatis secat planum inclinatum extra basin f.g., & descensu Centri gravitatis rotatur Corpus. (Exp.)

116. Ex prædictis etiam sequitur, *descensum corporis esse descensum centri gravitatis*, id est, hujus motum Terræ centrum versus.

Aliquando in hoc casu corpus, si integrum ipsius massam consideremus, adscendit. (Exp.)

117. Ulterius ex iis, quæ de centro gravitatis dicta sunt, deducitur; Quod omne punctum in quocunque corpore aut machina, quod sustinet centrum gravitatis alicujus ponderis, totum pondus sustineat: ita ut tota vis, qua corpus terram versus tendit, in hoc centro coacta videatur: (Exp.)

CAPUT X.

De Machinis simplicibus.

DEFINITIO I.

Vectis à Mathematicis vocatur linea recta 118. infelixilis, ponderibus sustinendis aut elevandis accommodata, ponderis vel nullius vel saltem æquabilis.

Inter Machinas, quæ simplices vocantur, primum locum occupat, est omnium simplissima, & usu venit quando pondera ad parvam altitudinem elevanda sunt.

Circa vectem tria consideranda sunt.

1. Pondus sustinendum aut elevandum P. TAB. I.
2. Potentia, qua sustinetur aut elevatur M, fig. 6.7.8. quæ vulgo est actio hominis. 3. Fulcrum quo Vectis sustinetur, aut super quo movetur aut potius rotatur, dum ipsum immobile manet F.

Vectes triplicis sunt generis.

1. Aliquando fulcrum inter pondus & potentiam ponitur. TAB. I. fig. 6.
2. Aliquando pondus inter fulcrum & potentiam applicatur. TAB. I. fig. 7.
3. Sæpe etiam ipsa potentia agit inter pondus & fulcrum. TAB. I. fig. 8.

In omnibus casibus regulæ eadem locum habent, quæ ex iis, quæ de libra dicta sunt (99.) sequuntur, & quæ analogiam inter libram & vectem ostendunt. Vectis primi generis est quasi statera Romana ad elevanda pondera accommodata.

Actio

120. *Actio Potentiae, & ponderis resistentia, crescunt in ratione distantiae à fulcro* (99.) ; ideoque ut Potentia valeat ad sustinendum pondus, requiritur, ut distantia puncti in vecte, cui applicatur, sit ad ponderis distantiam, ut pondus ad Potentiae Intensitatem (103.), quæ si paululum adaugeatur, pondus elevabitur. A F, est ad FB, ut potentia M ad pondus P. (Exp.)

121. *Vectis compositus ex variis vectibus junctis formatur*; in hoc casu loco Potentiae, adhibito secundo vecte, movetur primus; secundus tertio potest agitari, & sic ulterius si libuerit, ultimo vecte tandem applicatur Potentia, quæ est ad pondus in ratione composita ex rationibus Potentiarum ad pondera in singulis vectibus, quando separatim adhibentur. (Exp.)

Vecte etiam sœpe utuntur operarii ad pondera vehenda, & hujus usus vectis variis dantur casus digni qui notentur, & quorum demonstratio ex dictis facile deducitur.

122. Circa omnes casus generaliter observandum, Intensitatem Potentiae, aut Intensitates Potentiarum juntas, quando plurimæ dantur, æquipollere debere gravitati ponderum vehendorum, aut sustinendorum. Quia in translatione hac Potentiae & pondera æquales percurrunt vias.

Etiam ad hoc attendendum, pondera singula considerari debere, quasi integra darentur in punctis quibus applicantur (98.). Quod & ad Potentias referri debet.

123. Si duabus Potentiis sustineri aut vehi debeat TAB. I. pondus, inter Potentias collocandum erit, & di-
fig. 9. stantiae Potentiarum ab utraque parte à pondere debent esse in ratione inversa Potentiarum Inten-
sita-

sitatum. Potentiae duæ M, m, junctæ valent pondus P; & est AC ad CB, ut m ad M. Actiones Potentiarum in æquilibrio sunt circa punctum C, ita ut tota harum vis coacta sit in hoc punto, quod solum trahitur pondere P. (Exp.).

Quando unâ Potentiâ duo Pondera sustinenda 124. *sunt, Potentiam inter Pondera poni necesse est,* & tunc quæ de duabus Potentias dicta sunt, ad pondera applicari debent. (Exp.)

Plurima Pondera sæpe unâ aut plurimis potentiis sustinentur aut vehuntur. Carea quod notandum, *omnia pondera, in quo cunque situ* 125. *posita, habere commune centrum gravitatis;* quod centrum tale est, ut si ab utraque parte unumquodque pondus multiplicetur per suam distantiam ab isto punto, summa productorum ab utraque parte sit eadem (102. 106).

Potentiae etiam utcunque dispositæ commune habent gravitatis Centrum; possunt enim per pondera repræsentari (88.), & hic Intensitas uniuscujusque Potentiae per suam distantiam à centro multiplicari debet, & summæ productorum erunt ab utraque parte æquales: ut autem potentiae ad pondera sustinenda valeant, requiritur ut Potentiarum & Ponderum idem sit gravitatis centrum. Tunc enim viribus æquilibus (122.) commune hoc Centrum gravitatis ad partes oppositas trahitur, ideoque ipsæ se mutuo destruunt (63.).

Ex dictis explicatio figuræ satis patet, in TAB. I. qua C denotat Centrum gravitatis & ponde- fig. 10. rum & potentiarum. (Exp.)

126. Prædicta etiam locum habent, si Vectis ab utraque parte Potentiis trahatur, juxta directiones oppositas agentibus, sive horizontaliter, sive juxta aliam directionem quamcumque. (Exp.)

Vectis inservit ad elevanda Pondera ad parvam altitudinem; quando altitudo major est, Axis in Peritrochio usu venit.

DEFINITIO 2.

127. *Axis in Peritrochio vocatur, Rota cum Axe volubilis.*

Potentia in hac machina applicatur peripheriae Rotæ, cuius motu funis, cui affixum est Pondus, Axi circumvolvitur, quo Pondus elevatur.

128. Sit ab Rota, de Axis, p Pondus elevant TAB. I. dum, m Potentia; hujus actione moveatur fig. 11. Rota, puncta b & d arcus similes eo motu describunt; arcus illi sunt Viæ percursæ eodem tempore à Potentia & Pondere, quando agitantur, & sunt inter se ut cb ad cd, id est ut Rotæ diameter ad Axis diametrum, ex quo sequens regula deducitur.

129. *Potentia eo plus valet, quo major est Rota, & illius actio crescit in eadem ratione cum Rotæ diametro. Pondus eo minus resistit, quo Axis diameter minor est, & illius resistentia in eadem ratione cum Axis diametro minuitur. Et ut detur æquilibrium inter Potentiam & Pondus, requiritur ut Rotæ diameter sit ad Axis diametrum, in ratione inversa Potentiae ad Pondus (82.) (Exp.).*

Notandum, Axis diametro funis diametrum esse addendum.

Potentia potest etiam Scytalæ applicari, & tunc distantia puncti, cui applicatur, à centro, pro Rotæ semidiametro habenda est.

Eodem cum hac Machina nituntur fundamento Rotæ dentatæ; respectu Axis in Peritrochio sunt, quod est Vectis compositus respectu Vectis simplicis.

Si Axis A Rotæ sit dentatus, valet ad mo- TAB. I.
vendam Rotam R, cujus peripheria dentes ha- fig. 12.
bet, & cujus Axis tertiae Rotæ motum com-
municare potest, & sic ulterius. In hoc casu,

Ratio Potentiarum ad Pondus, ut equipolleat, 130.
est ratio composita ex ratione diametri Axis ultimæ Rotæ ad diametrum primæ; & ratione circumvolutionum ultimæ rotæ ad circumvolutiones primæ, eodem tempore, (Exp.).

Cujus regulæ demonstratio ex comparatione Viarum percursarum à Pondera & Potentia deducitur.

Multis in occasionibus Axis in Peritrochio ad elevanda Pondera inservire nequit; Trochleis in iis casibus utendum, & Machina, quæ ex ipsis formatur, est admodum compendiosa, & facillime de loco in locum transfertur.

Quid sit Trochlea, jam ante dictum (92).

Si pondus P Trochlearum conjunctum fit TAB. II.
ita, ut cum ea trahatur, utraque extremitas fig. 1.
ef, cd funis ductarii sustinet partem dimidiæ ponderis. Quando ergo extremitas una, 131.
unco alligata aut aliter fixa est, Vis movens al-
teri extremitati applicata, quæ dimidium Pon-
deris valet, ponderi equipollit. Potest funis
extremitas cd circumire Trochleam fixam
C 2 ad

ad directionem mutandam (93.), & Pondus M huic extremitati applicatum sustinet Pondus P duplum & motu ponderis M, aut potentiae cujuscunque in M applicatae elevatur P; cavendum enim, dum pondus hoc cum orbiculo O conjungitur, ne rotatio Orbiculi circa Axem impediatur. (*Exp.*)

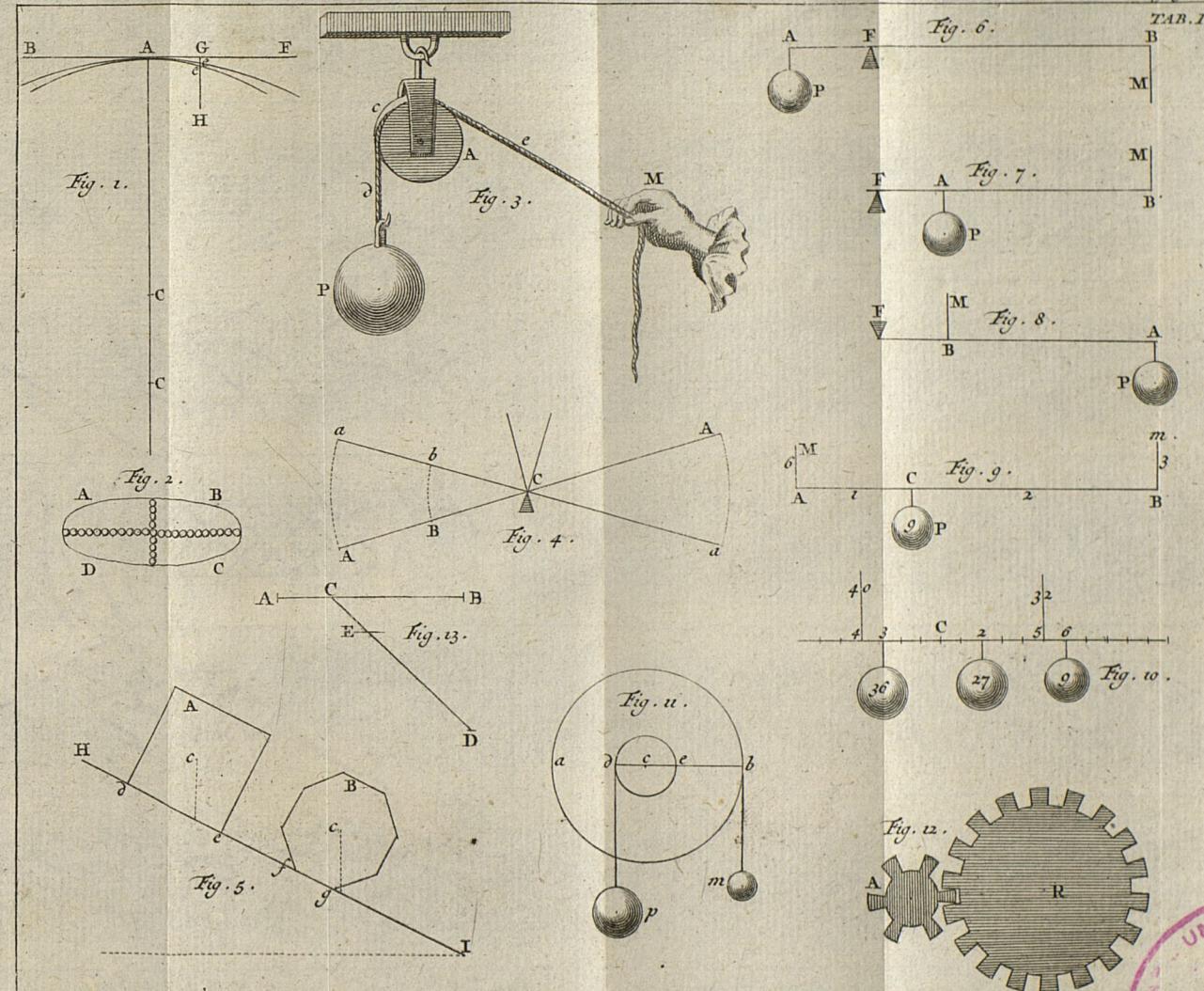
- Plurimi Orbiculi utcunque conjungi possunt, & Pondus his annexi; si tunc unum extremum funis fixum sit, & funis circumeat omnes Orbiculos illos, & tot alias fixos quantum necesse est, parvâ potentia magnum pondus elevari potest; in hoc casu *quo numerus Orbiculorum Ponderi conjunctorum major est,* (*fixis enim actio potentiae non mutatur (93.) eo minor Potentia valet ad sustinendum pondus;* & *Potentia, quæ est ad Ponens, ut unitas ad duplum numeri Orbiculorum, Ponderi equipollat.* (*Exp.*)

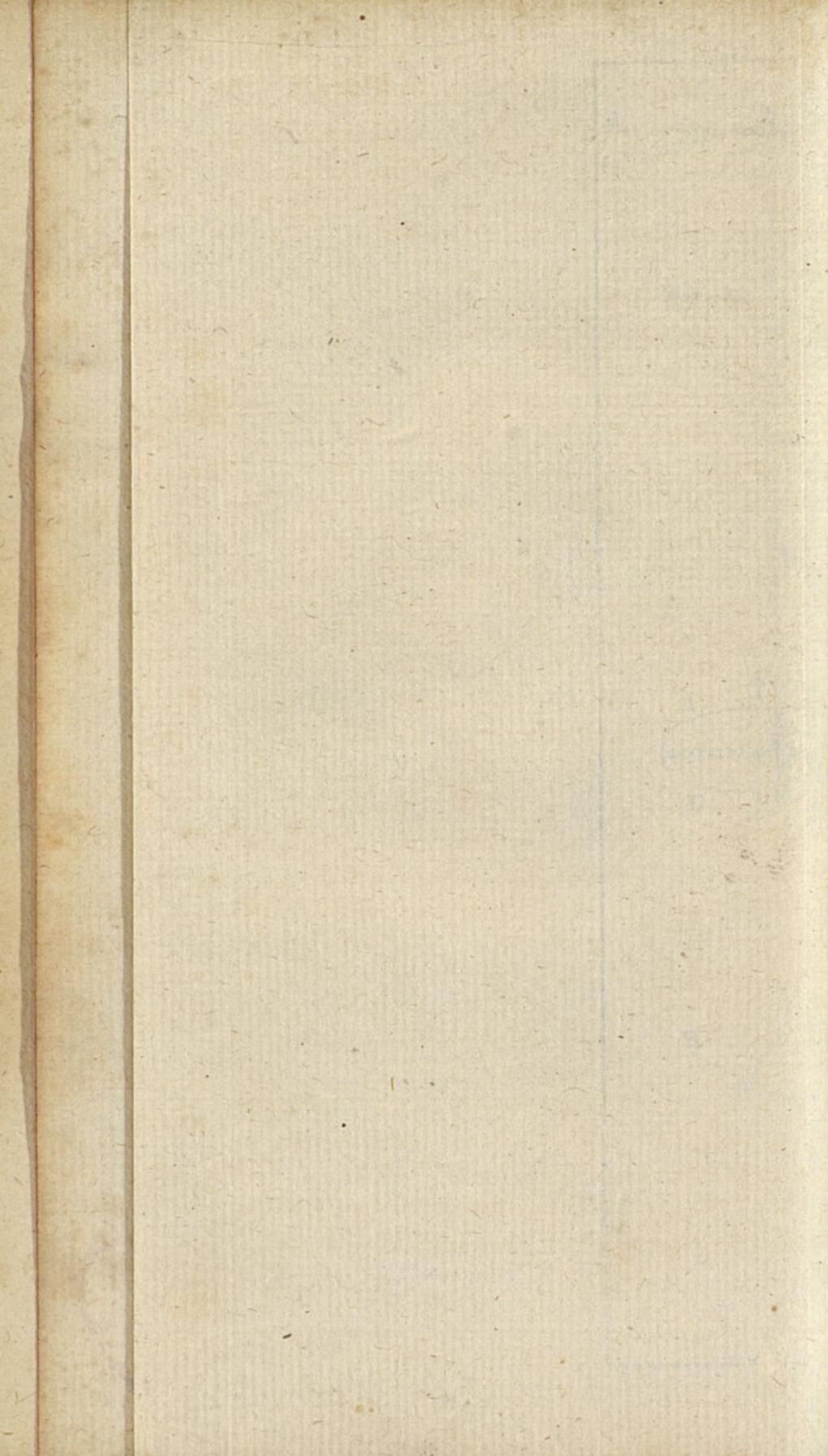
Ratio est, quod ille sit numerus funium, quibus Pondus sustinetur, & unico funi Potentia applicetur.

133. Quando extremitas funis ductarii annexitur Ponderi aut Orbiculis mobilibus, Potentia est ad Pondus, ut unum ad duplum numeri Orbiculorum Ponderi affixorum unitate auctum. Tot enim dantur funes, quibus Pondus sustinetur. (*Exp.*)

134. Plurimi Orbiculi separati & mobiles, habentes unusquisque suum funem peculiarem, TAB. II. fig. 2. si ita disponantur, ut in Fig. multo magis Actionem Potentiae augent. Actio enim duplicatur pro unoquoque Orbiculo, ita ut pro duobus sit quadrupla, pro tribus octupla, & sic de cæteris. (*Exp.*)

Sæ-





Sæpius memorata regula, scilicet spatia percursa à Potentia & Pondere, quando æquipollent, esse inter se inverse, ut Potentia ad Pondus, in omnibus prædictis locum habet.

Hic semper funes paralleli ponuntur; quid funium obliquitas discriminis adferat, in sequentibus videbimus.

Ex prædictis jam satis patet, quomodo ope parvæ Potentiæ pondus magnum sustineri aut elevari possit. Ad hosce usus non restringitur Ars Mechanica: Potentiæ intensitate exiguae ad magnas quascunque resistentias superandas adhiberi possunt. Exemplum pulcherrimum suppeditat *Cuneus*, Instrumentum findendo ligno, pluribusque aliis usibus, inserviens.

D E F I N I T I O 3.

Cuneus est Prismæ non admodum altum, cuius bases sunt Triangula æquicrura; horum unum videtur in cbe.

135.
TAB. II.
fig. 3.

D E F I N I T I O 4.

Altitudo Trianguli est Cunei altitudo; ut db. 136.

D E F I N I T I O 5.

Trianguli basis vocatur etiam Cunei Basis; ut ce.

D E F I N I T I O 6.

Acies Cunei est linea recta, quæ conjungit Triangulorum vertices; id est, punctum b cum vertice opposito.

Ligno findendo aut corporibus separandis Acies Cunei applicatur, & ictibus Mallei saepe loco Pressionis Cuneus intruditur.

Quando totus Cuneus intruditur, spatium a punto d, cui ictus Mallei applicantur, per-

C 3 cur-

cursum est altitudo Cunei db , quæ ideo pro spatio à Potentia percurso haberi debet; spatiū vero, per quod, eodem tempore, corpora quæ separantur a se mutuo recedunt, est basis Cunei. Unde sequitur,

139. *Potentiam, se habere ad Corporum separandorum Resistentiam*, quando cum hac æquè pollet, *ut basis Cunei, ad hujus altitudinem* (82.). (Exp.)

Quando agitur de ligno findendo, regula hæc locum non habet; quia non per æqualia spatiā ligni partes variæ cedunt. Paulum intricata est determinatio actionis cunei in hoc casu; quem in Scholiis Elem. examinamus, ubi sequentes demonstramus propositiones.

- TAB. II. Detur lignum, cujus partes jam separatæ effigient angulum EFL; sit hoc ulterius findendum ope cunei cbe , cujus basis est ce , & cujus altitudinem mensurat bd .

Ubi partes, quantumvis parum separantur, omnis tollitur resistentia; antequam autem separantur partes in F, puncta E, L, paulum moveri debent, id est augendus est angulus EFL; & agitur de vi qua angulus hic augeri potest.

140. Per punctum baseos medium d linea ducatur db , ad latus cb Cunei perveniens in b , & cum FE laterc ligni separato, continuato, angulum efficiens rectum. Hæc linea db se habet ad bd altitudinem Cunei, ut Vis qua Cuneus intruditur ad Ligni Resistentiam, quando neutra alteram vincere potest, auctâ paulum potentia separantur Ligni partes.

141. Quando Ligni partes non separantur, nisi quo

quo usque Cuneus intruditur, lineæ *b c* & *EF* conveniunt, & angulus *dhb* est rectus, ideoque similia sunt triangula *bhd*, *bdc* (8. El. VI.); & *dh* ad *db*, ut *dc* ad *cb*; in hoc casu ergo, est *Vis* qua Cuneus intruditur ad ligni Resistentiam, ubi æque pollent, ut semi basis Cunei ad hujus latus.

Magnam cum cuneo affinitatem habet *Cochlea*. Ex duabus partibus hæc constat.

DEFINITIO 7.

Prima, quæ vocatur *Cochlea interior*, est 142. *Cylindrus* ad formam helicis sulcatus, ut A.B. TAB. II.

DEFINITIO 8. fig. 4.

Secunda, quæ vocatur *Cochlea exterior*, & 143. cuius figura differt pro vario usu Machinæ, est solidum cylindrice excavatum, cuius superficies cava eodem modo sulcata est, ita ut hujus eminentiæ cum alterius cavitatibus congruant, ut D.E.

Hæ duæ partes in se mutuo moveri possunt, quod in usu hujus Machinæ requiritur. Infervit præcipue ad comprimenda corpora, quæ jungi & firmiter connecti debent; in hac enim Machinâ Potentia minima quam arctissimè corpora comprimit. Potest etiam cochlea ad elevanda pondera adaptari.

In unaquaque revolutione hujus Machinæ 144. quiescente parte una, altera protruditur ad distantiam æqualem intervallo inter duas proximas spiræ conversiones. Potentia, qua Cochlea movetur, applicatur Manubrio aut Scytalæ, & Potentia est ad Compressionem, quam generat, ut prædicta distantia, inter duas proximas spiræ conversiones, ad periferiam circuli, a

puncto Manubrii aut Scytalæ, cui Potentia applicatur, percursi (82.). Via enim a puncto aut plano, quod comprimitur, percursa, illam ad viam Potentiae rationem habet. Foret Via hæc paululum major, si potentia applicatur juxta directionem parallelam spiræ, sed hoc sœpe foret difficile; ideo in praxi potentia fere semper agit in plano ad axem Cylin-
dri, qui cochleam interiorem format, perpen-
diculare, & hicce est casus quem nos confide-
ravimus.

Ulterius hoc observandum, quando Poten-
tia cum Pondere, aut Resistentia, æquè pol-
let in Machina quacunque, si Potentia parte
quantumvis exiguâ augeatur, hanc præpolle-
re, Machinâ omnium partium attritu caren-
te; quando vero attritus datur, hic etiam a
Potentia superari debet: quantum verò ad hoc
requiratur, ratiocinio Mathematico determi-
nari non potest.

146. *In Cochleis Attritus admodum est sensibilis,*
& etiam magni usus; nam eo Machina in si-
tu suo servatur, & Actione Corporum, quæ
comprimuntur, aut gravitate Ponderum, quæ
elevantur, cessante actione Potentiae, motu
contrario non ad pristinum situm reddit.

C A P U T XI.

De Machinis compositis.

Jam vidimus, quomodo Machina ex pluri-
mis vechibus (121.), aut plurimis rotis
(130.)

(130.), componi possit, & quomodo in istis machinis *Potentia*, ut cum *Resistentia æque* 147. polleat, sit ad *Resistentiam*, in ratione *composita ex omnibus rationibus*, quas in singulis Machinis *Potentiae* ad *Resistentias* haberent, si separatis adhiberentur; hæc eadem regula in omnibus aliis Machinis compositis obtinet.

Non modo plurimæ machinæ ejusdem generis possunt jungi, ex machinis diversis, variis modis machina componi potest; quod exemplo uno & altero patebit.

Exempl. 1. Axi in Peritrochio funis ductarius 148. Trochlea jungitur, & *Potentia* rotæ applicatur, si adhibitâ solâ Trochleâ quinques vis augentur, & diameter axis sit pars decima sexta diametri rotæ, ratio *Potentiae* ad *Pondus* componitur ex rationibus 1. ad 5. (133.) & 1. ad 16. (129.), est ergo ut 1. ad 80.; & ideo uncia una sustinebit pondus quinque librarum.
(*Exp.*)

Exempl. 2. Axis in Peritrochio Cochleâ moveri potest, adhibitâ Rotâ dentatâ cuius dentes sint inclinati. *Cochlea* & *Rota* fixæ sunt, & Rotæ dens unus & alter cavitatibus cochleæ inseritur, ita ut circumvolutione cochleæ Rota circummagatur. Hoc in casu *Cochlea Perpetua* dicitur, & magni usus est; tot enim pro una Rotæ revolutione requiruntur Revolutiones *Cochleæ*, id est, manubrii, quo *Cochlea* movetur, quot dentes rota habet; augendo autem Viam à *Potentia* percursam, augetur in eadem ratione hujus actio. (80.) Si huic Rotæ & alia Rota dentata addatur, *Potentiae* Actio magis augetur. (*Exp.*)

Innumeræ aliæ Machinæ compositæ construi possunt, quarum Vires computatione determinantur ope Regulæ memoratæ (147.), aut etiam comparatione Viæ percursæ a Potentia cum Via à Pondere, aut alio quocumque Impedimento, percursâ; harum enim ratio est ratio inversa Potentiae & Ponderis aut Impedimenti, quando æquilibrium datur (82.).

Pressiones, quæ contrarie agentes æquè pollent, semper sunt æquales (63), si ergo Potentia Intensitate minor est impedimento, respectu Viæ percursæ hoc superare debet, & quidem toties, quoties ab illo intensitate superatur; nullo enim alio respectu Potentiarum Actiones differre possunt, etiam nulla alia compensatio dari potest.

C A P U T XII.

De Potentiis obliquis.

150. Potentia directe trahere punctum dicitur, quando trahit juxta directionem quam punctum sequitur si cedat.

151. In omni alio casu potentia dicitur obliqua. Huc usque directas actiones consideravimus, potentiasque Machinis applicavimus, in iisdem lineis agentes, sed contrarie, cum viribus, quæ puncta Machinarum quibus applicabantur, retinebant, id est horum motum impiedebant.

De Viribus obliquis nunc agendum.

152. Detur punctum A, quod tribus potentiis ^{TAB. II.} applicatis per AB, AE, & AD, trahi fig. 5. tur, quiescit hoc, si potentiae fuerint inter se ut

*ut latera trianguli formati lineis juxta directio-
nes potentiarum positis; id est, si Potentiæ fue-
rint inter se ut latera trianguli A D b, produc-
tâ B A ad b, & ductâ D b parallelâ ad A E.
In quo casu positis A B, A E & A D, re-
spectivè ut pressiones per has lineas agentes,
si duabus ut A D & A E formetur paralle-
logrammum, patet tertiam B A continuatam
fore parallelogrammi diagonalem & A B,
A b, æquales esse inter se.*

Punctum autem A in hoc casu quiescere ut 153.
demonstremus, concipere debemus, sepositâ
potentiâ per A B, pressiones per A E &
A D destrui, punctumque quiescere, actione
quacunque, & in hanc actionem inquiren-
dum est.

Sint lineæ minimæ A d, A e, inter se ut
A D, A E, id est, ut pressiones juxta hasce
lineas agentes; æquali tempore punctum A
si esset corpus quod sibi permitteretur, per
hasce lineas minimas posset transferri, si Po-
tentia singulæ solæ agerent & non destrue-
rentur (71.); cum punctum quiescat, inte-
gras suas actiones ambæ simul in hoc exer-
runt, & datur conamen ad motum per ambas si-
mul lineas eodem tempore; si autem per ambas
simul transfrereretur daretur in b, in diagonali
A b, ductis e b ad A d, & d b ad A e paral-
lelis; nam si translata A d per A e ita, ut
singula puncta eodem modo moveantur, interea
punctum de quo agitur ipsam percurrat linea-
lam A d, agitatur motu proprio, ut & motu
ipsius lineæ cum qua transfertur, ad cuius ex-
tremitatem pertingit, ubi linea ipsa ad situm

e b pervenit, estque *b* extremitas hæc, propter æquales *A d*, *e b* (34. El. 1.): ambabus ergo potentiis conatur punctum *A* lineam *A b* percurrere, eo tempore, quo posset percurrere

154. *A e* aut *A d*; duæ ergo memoratæ potentia simul agentes, ad unicam per *A b* agentem reducuntur, & est hæc potentia ad reliquias duas ut *A b* ad *A d* & *A e*, id est, ut *A b*, aut *A B*, ad *A D* & *A E*. Idecirco, si ut ante posuimus punctum *A* trahatur per *A B*, potentiam proportionali huic lineæ, amborum reliquarum actionem destruet, & punctum quiescat.

Nota est triangulorum proprietas, latera esse inter se ut sinus angulorum oppositorum;

155. sunt ergo in æquilibrio potentiae tres, quæ sunt inter se ut sinus angulorum directionibus potentiarum oppositarum formatorum. Id est, potentia quæ per *A E* agit, est ut sinus anguli *B A D*, hic enim eundem habet sinum cum suo complemento ad duos rectos *D A b*, qui lateri *D b*, æquali *A E*, opponitur.

156. Quando quatuor potentiis punctum trahitur, dabitur æquilibrium, si reductis duabus potentiis ad unicam (154.), hæc potentia nova, cum duabus reliquis, sit in conditione n. 152.; id est, si hisce reliquis etiam ad unicam reductis, potentia ex iis orta æqualis sit, & contrarie agat, cum potentia nova ex primis formata.

TAB. II. Punctum *A* trahitur quatuor filis, versus
fig. 6. *D, E, F & G*, Potentiis lineis *A D*, *A E*,
A F, & *A G* respective proportionalibus.
Formato triangulo *A F b*, aut parallelogram-

mo

mo AF b G , potentiae praeditae per AF , & AG reducuntur ad unicam agentem per Ab , & quæ huic linea proportionalis est (154.) daturque æquilibrium , si tres potentiae per AD , AE , & Ab relationem habeant pro tribus potentiis determinatam (152.) ; in quo casu si potentiae per AD & AE etiam ad unicam AB reducantur , AB & Ab erunt æquales & in eadem linea.

Quæ de quatuor potentiis dicuntur , de quinque & pluribus dici potuerint ; ex quinque enim si duæ ad unam reducantur , incidimus in exemplum præcedens . Punctum A quinque TAB. II. que trahitur potentiis juxta directiones AB , fig. 7. AD , AE , AF & AG , & quarum intensitates sunt hisce lineis proportionales .

Potentiae per AD & AE ad unicam Ac reducuntur ; potentiae agentes per AF & AG ad unicam reducuntur per Ab ; tandem haec duæ novæ potentiae , per Ac & Ab , ad unicam reducuntur per Ab , quæ quintæ per AB æqualis est , & cum ea in eadem linea , sed contrarie , agit .

Ex memorata propositione n. 152. deduci- 158. mus ulterius , actionem potentiae posse resolvi in actiones duarum aliarum potentiarum , & illud quidem innumeris modis , propter innumeræ triangula , quæ formari possunt servato eodem latere .

Non interest utrum corpus trahatur juxta TAB. IV. AB potentiam , cuius intensitas per hanc lineam exprimitur , an duabus potentiis per AD & AE , aut Ae & Ad quarum intensitates hisce lineis respectivè sunt proportionales ; & resolu-

lutio hæc unius potentia in duas, arbitraria quidem est, sed tantum respectu unius; si enim una detur, determinatur secunda: triangulum enim datis duobus lateribus, & angulo his contento, determinatur.

159. Hac actionis resolutione possimus *in omnibus Machinis reducere potentiam oblique agens ad directam*, & proportionem inter directam & obliquam determinare; quod exemplis sequentibus patebit.

160. Vecti AB, applicatur in B pondus P, & TAB. II. in A potentia oblique agens per AD, aut fig. 8. Ad; concipiatur linea DE vecti in situ horizontali parallela, & AE ad illam & vectem perpendicularis; si potentia obliqua sit ad potentiam, quæ directè applicata per AE pondus sustineret, ut AD ad AE, æquilibrium dabitur.

Directio motus puncti A ex motu vectis est vecti perpendicularis, tendit ergo juxta lineam EA prolongatam; distantia FA cum maneat semper eadem, impeditur A ne magis accedat ad F, & quasi repellitur per directionem FA, quando obliqua potentia per AD trahit; quando vero trahit per Ad, recessus puncti A ab F cohibetur, & A quasi trahitur versus F. Ulterius punctum A potentia trahitur D aut d versus, tribus ergo potentias in utroque casu trahitur hocce punctum, quarum directiones sunt parallelæ lateribus trianguli AED, aut AE d; & quæ ergo, ut detur æquilibrium, sunt inter se ut ista latera (152.).

Eodem modo determinatur potentia obliqua

qua axi in peritrochio applicata.

Pondus P funibus AD & AE , ei annexis, sustinetur, potentissimis duabus inæqualibus. TAB. II.
in hoc casu punctum A tribus potentissimis trahitur. Formetur triangulum ADB , ductis Ab perpendiculari ad horizontem, & D_b ad AE parallelâ, per punctum D , ad libitum in linea AD notatum. Dabitur æquilibrium, si, dum pondus repræsentatur per Ab , potentia, quæ juxta AD agit, per hanc lineam repræsentetur, D_b designante alteram potentiam.

Hic observandum, ex datis inclinationibus $162.$ funium AD & AE ad horizontem, rationem inter Pondus & Intensitates Potentiarum, ex tabulis Trigonometriæ posse determinari. Si in triangulo ADB concipiatur linea De , per punctum D ad horizontem parallela, & illa habeatur pro radio circuli, DA erit secans, & eA tangens anguli, quem efficit DA cum horizonte; & D_b erit secans, & eb tangens anguli inclinationis filii AE ad horizontem: unde patet Intensitates Potentiarum proportionales esse prædictis secantibus, & pondus P proportionem sequi summæ memoratarum tangentium.

Vis qua corpus super plano inclinato descendere conatur, per ea, quæ de punto, quod tribus potentissimis trahitur, dicta sunt, determinatur.

DEFINITIO I.

Planum inclinatum vocatur, quod cum horizonte efficit angulum obliquum. $163.$

CB repræsentat lineam horizonti parallelam, fig. 10.

iam, AB cum illa efficit angulum obliquum ABC & planum inclinatum repræsentat. Ab extremitate superiori plani dimittitur perpendicularis linea AC ad horizontem.

DEFINITIO 2.

164. *Longitudo AB vocatur Longitudo Plani.*

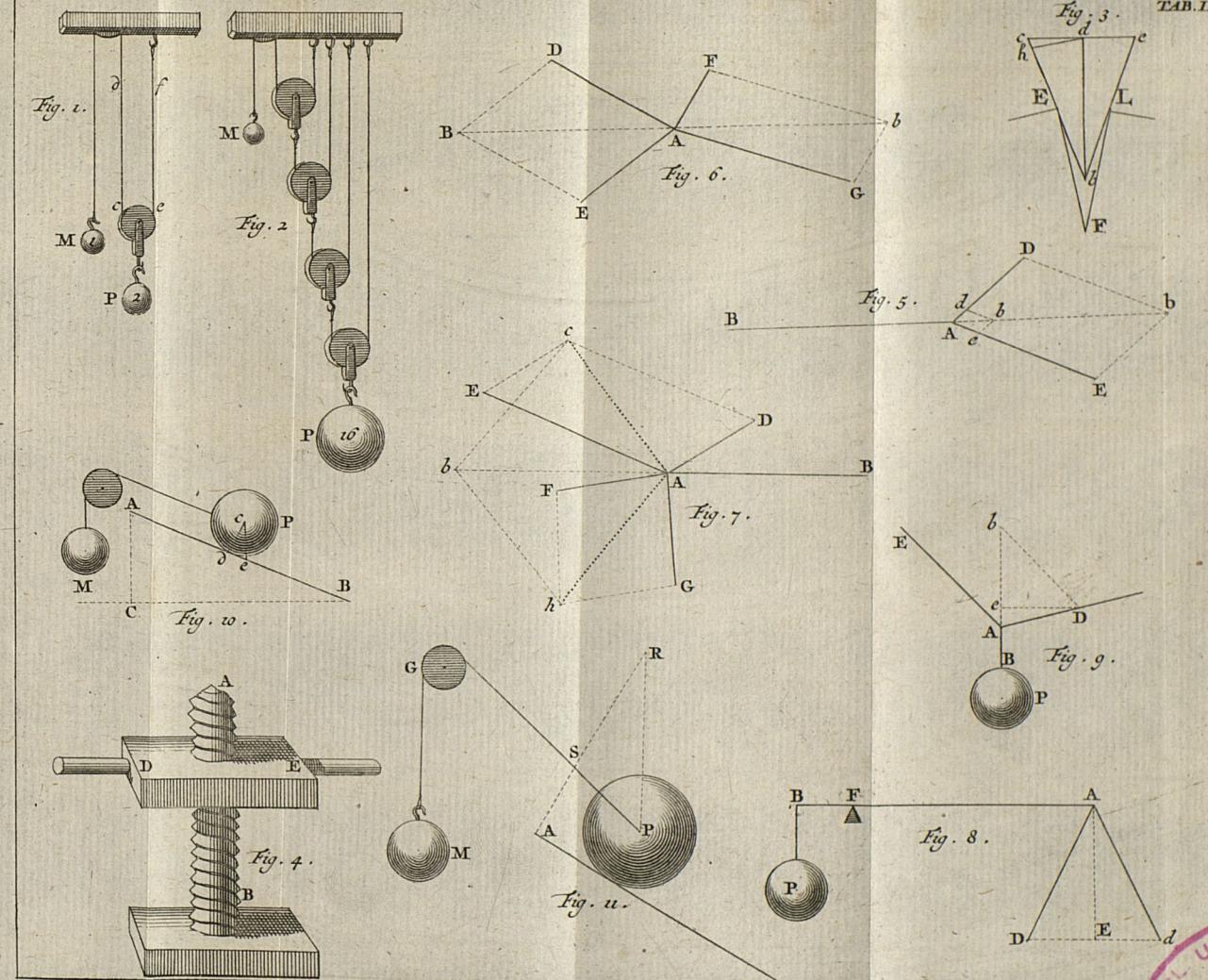
DEFINITIO 3.

165. *Linea AC vocatur Altitudo Plani.*

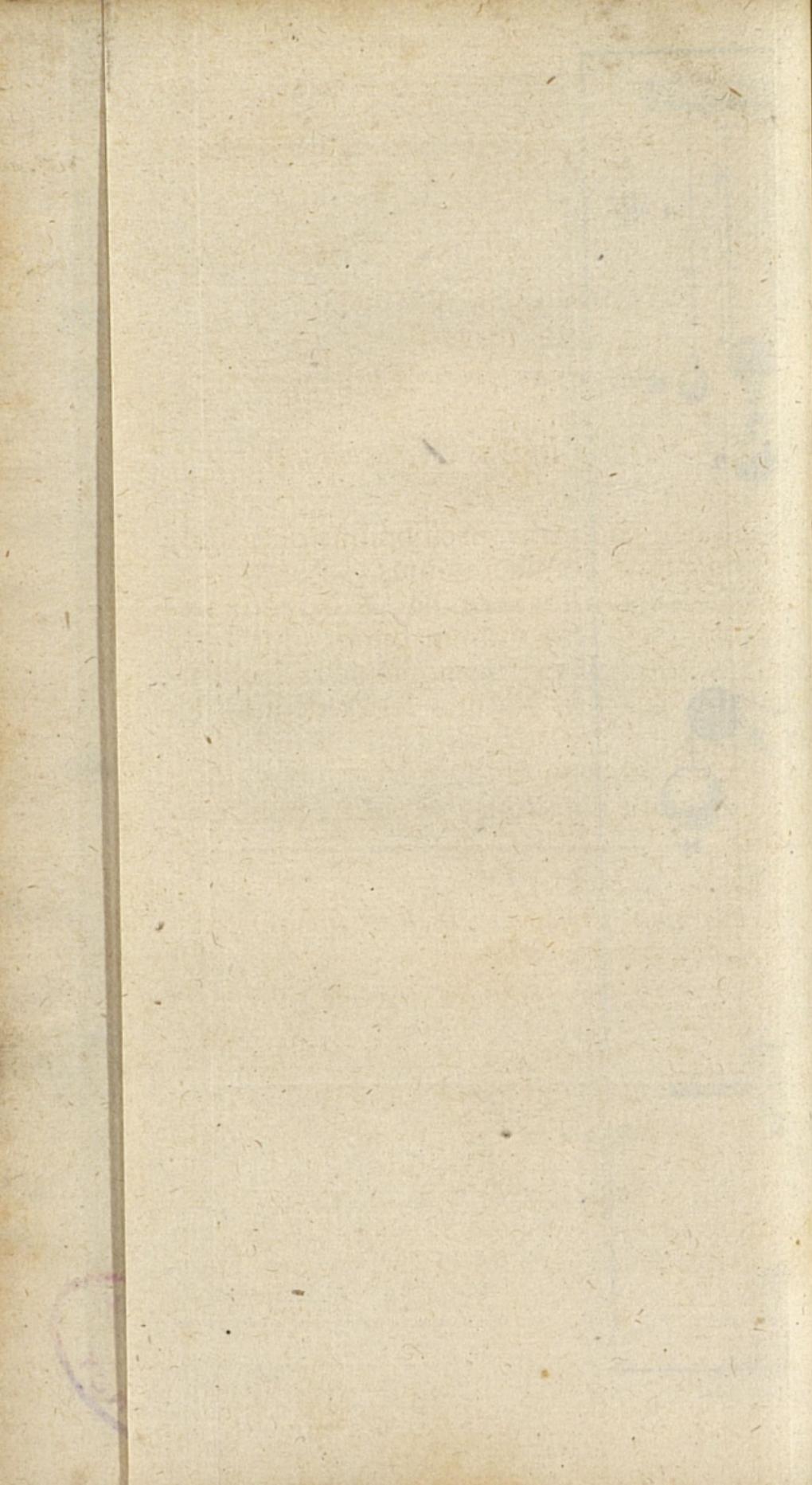
Corpus P plano AB impositum juxta directionem AB super Plano conatur descendere; ponamus filo huic lineæ parallelo retineri ut quiescat, plano sustinetur, id est, quasi pellitur, juxta directionem *dc* plano perpendiculari, tandem gravitate verticaliter per *ce* conatur descendere. Corpus ergo P tribus trahitur potentiis, quarum directiones lateribus trianguli *cde* parallelæ sunt, sed corpus quiescit, sunt ideo potentiæ inter se ut

166. latera hujus trianguli (152.). Ideo, *vis qua corpus super plano conatur descendere est ad vim qua verticaliter Gravitate premitur, pondus nempe Corporis, ut de ad ce, aut ut AC ad AB, id est, ut altitudo plani ad hujus longitudinem, sunt enim similia triangula cde, ABC, rectangula, & habentia angulos æquales ced, CAB, (29. El. 1.). (Exp.)*

167. Corpus P plano inclinato impositum, quod TAB. 2. quiescit, dum retinetur filo PS, cuius direc-
fig. 11. Etio cum plano angulum quemcunque efficit, trahit filum vi quæ se habet ad corporis pondus, ut SP ad RP (152.) ductis nempe PR verticali, & ASR perpendiculari ad planum inclinatum. (Exp.)



UNIV.
NANCY



LIBRI I.

Pars III. de Motibus, Potentiarum Actionibus, variatis.

CAPUT XIII.

De Naturæ legibus Newtonianis.

Pressiones contrariis pressionibus destructas
huc usque consideravimus. Nunc pres-
siones in corpora sibi permissa, & in motu per-
severantia, agentes examinabimus; hic ut in
omnibus Physicis ex Phænomenis ratiocinan-
dum est, & ex iis Naturæ leges deduci de-
bent.

Tres a Newtono traduntur, quibus, quæ
nobis de motu nota sunt, explicari posse cre-
dimus.

LEX I.

*Corpus omne perseverat in statu suo quiescen- 168.
di vel movendi uniformiter in directum, nisi
quatenus a viribus impressis cogatur statum il-
lum mutare.*

Videmus Corpus suâ naturâ esse iners & 169.
incapax sese movendi, unde, nisi caufâ extra-
nâ transferatur, in quiete semper necessario
manet.

Corpus etiam semel motum in motu secundum eandem rectam lineam eadem cum
velocitate continuare quotidiani Experi-
D tis

tis plenissime constat ; nullam enim unquam mutationem in motu observamus nisi aliqua ex causa.

170. Corpus *Vi insita* transfertur , & *Vis* hæc , ut ex lege hac sequitur , non mutatur nisi *actione causæ extraneæ*.

LEX II.

171. *Mutatio motus* sequitur proportionem vis motricis impressæ , & sit semper secundum rectam lineam , qua vis illa imprimitur.

172. Quando in corpus motum agit vis , juxta primi motus directionem , motus celerior fit.

Quando nova impressio motui corporis contraria est , retardatur motus.

Si oblique agat nova impressio , viam suam mutat corpus.

Et in genere omnes mutationes in motu fiunt secundum directiones , & pro magnitudinibus impressionum , effectus causis respondent.

173. Sit Corpus in A motum per A E celeritate , quam per hanc ipsam designamus lineam ,

TAB. IV. fig. 2. agat in A impressio , juxta directionem A D , quæ corpori (ut diximus agitato) juxta hanc directionem communicat celeritatem A D. Corpus duobus nunc agitatur motibus , quibus lineæ A E & A D eodem tempore percurruntur ; hi duo motus sese mutuo non turbant , sed motu ex ambobus composito , secundum hanc legem , quæ ex Phænomenis fuit deducta , corpus fertur.

Ut motum hunc compositum determinemus , concipiamus lineam A D , dum hanc cor-

corpus percurrit, motu parallelo transferri, celeritate qua corpus movetur juxta directionem lineæ A E, quam in hoc motu punctum A percurrit. Id est, concipimus singula puncta lineæ A D lineas ad A E parallelas, velocitate A E, percurrere, quare Corpus, ubicunque in illa linea detur, eodem motu cum hac ipsa gaudet; ponimus præterea corpus motu proprio per hanc ipsam lineam ferri, & sic duplii motu subjici.

Translata jam sit linea in *ad*, corpus erit in *b*, ita ut A E, ad A D, ut A *a* ad *ab*; quia & motum lineæ, & corporis in hac, æquabilem ponimus. Absoluto parallelogrammo A D B E, & ductâ diagonali A B, clare patet punctum *b* in hac diagonali dari, & Corpus versari in B, ubi linea A D pervenit ad E B; *Motu ergo Composito corpus percurrit 174.*
diagonalem parallelogrammi formati lineis, situ directiones & longitudinibus celeritates motuum designantibus; diagonalis autem celeritatem motus compositi exprimit.

In sequentibus videbimus & legem respectu Vis insitæ locum habere, id est, Vim insitam corpori, per diagonalem A B moto; æqualem esse viribus primæ per A E, & secundæ quæ corpori juxta A D communicatur. Si nempe vis secunda non pro parte cum prima contrarie agat, quod contingit quando Angulus E A D est obtusus, in quo casu nova impressio pro parte in minuenda prima Vi impenditur.

LEX III.

175. *Actioni contraria semper & æqualis est Reacio; id est nulla in Corpus potest dari Actio sine Resistentia ipsi æquali, & corporum duorum Actiones in se mutuo semper sunt æquales, & in partes contrarias diriguntur.*

176. Omnis Actio Resistentiam requirit, tolle hanc, & illa evanescet; quis enim Actionem sine obstaculo concipere potest?

Si Actio major sit Resistentiæ, pro parte sine obstaculo aget illa, quod fieri non potest.

Si Resistentia major ponatur, cum hæc sit Actio contraria, in eandem incidimus conclusionem; & contrarias Actiones necessario æquales esse satis clare patet. Sed & evidentius sequenti examine hoc patebit.

177. Detur Vis quæ in Obstatulum agat, si hoc non cedat, retinetur vi quadam, & datur pressio quæ cum prima contrarie agit, hancque destruit, quare ipsi æqualis est (63.). Digo lapidem loco fixum premo, premitur æqualiter digitus à lapide.

178. Si cedat Obstatulum, resistit inertiam suam (13.). Trahatur Corpus fune, et si hoc liberamente agitari possit, funis tamen tensus erit, & utramque partem versus æqualiter, quod oppositarum Actionum æqualitatem indicat: Corpus vero cedit, quamvis resistat, vi æquali illi qua trahitur, quia non resistit quamdiu quietit, sed dum motum acquirit (13.).

Currus trahitur, in initio motus inertiam, postea rotarum attritu, & propter obstatula, minora quidem, sed tamen continuo in via occurrentia, resistit, & resistentia hæc

ab

ab equo superatur , dum proprio motu cur-
rus progreditur (168.). Lora in hoc motu
partem utramque versus æqualiter distendun-
tur , quod æquales esse Actionem & Reactio-
nem demonstrat ; insequitur tamen equum
currus , quia hic tantum resistit dum insequi-
tur illum , & resistit quia sequitur.

Corporis agitati motus destruitur , eodem
modo ac quiescenti communicatur ; quare ut
in hoc casu Actioni æqualis est Resistentia ,
sic & in illo.

Tandem videmus & in illis motibus , qui ad 179.
Attractionem referuntur (39.) , legem de qua
agimus locum habere.

Magnes ferrum ad se trahit , trahitur æqua-
liter a ferro (*Exp.*.)

Sedet quis in cymba , cymbam aliam æqua-
lem , & æqualiter onustam , fune trahit ; am-
bæ cymbæ æqualiter moventur , & in medio
distantiæ primæ concurrunt : si una cymba al-
tera sit major , aut magis onusta , pro diversis
quantitatibus materiæ in singulis celeritates
erunt diversæ.

Sed perfectam motuum æqualitatem demon-
strat corporum quies , ubi ad se invicem per-
venere ; nam quamvis in se mutuo premant ,
& quantumvis facile cedere possint , neutrum
oppositum ex loco removet.

Si ante concursum interponatur obstacu-
lum , quod concursum quidem , non mutuam
actionem impedit , cum corporibus quiescit
hoc , quamvis nulla vi retineatur , & obstacu-
lum æqualiter ab utraque parte premi dum cor-
pora ad se mutuo tendunt , manifestum est.

Generaliter ergo in omnibus corporum actionibus in alia corpora lex, de qua agimus, locum habet.

C A P U T . X I V.

*De Acceleratione & Retardatione
Gravium.*

DEFINITIO I.

180. **M**otus acceleratus, est cuius celeritas singulis momentis major fit.

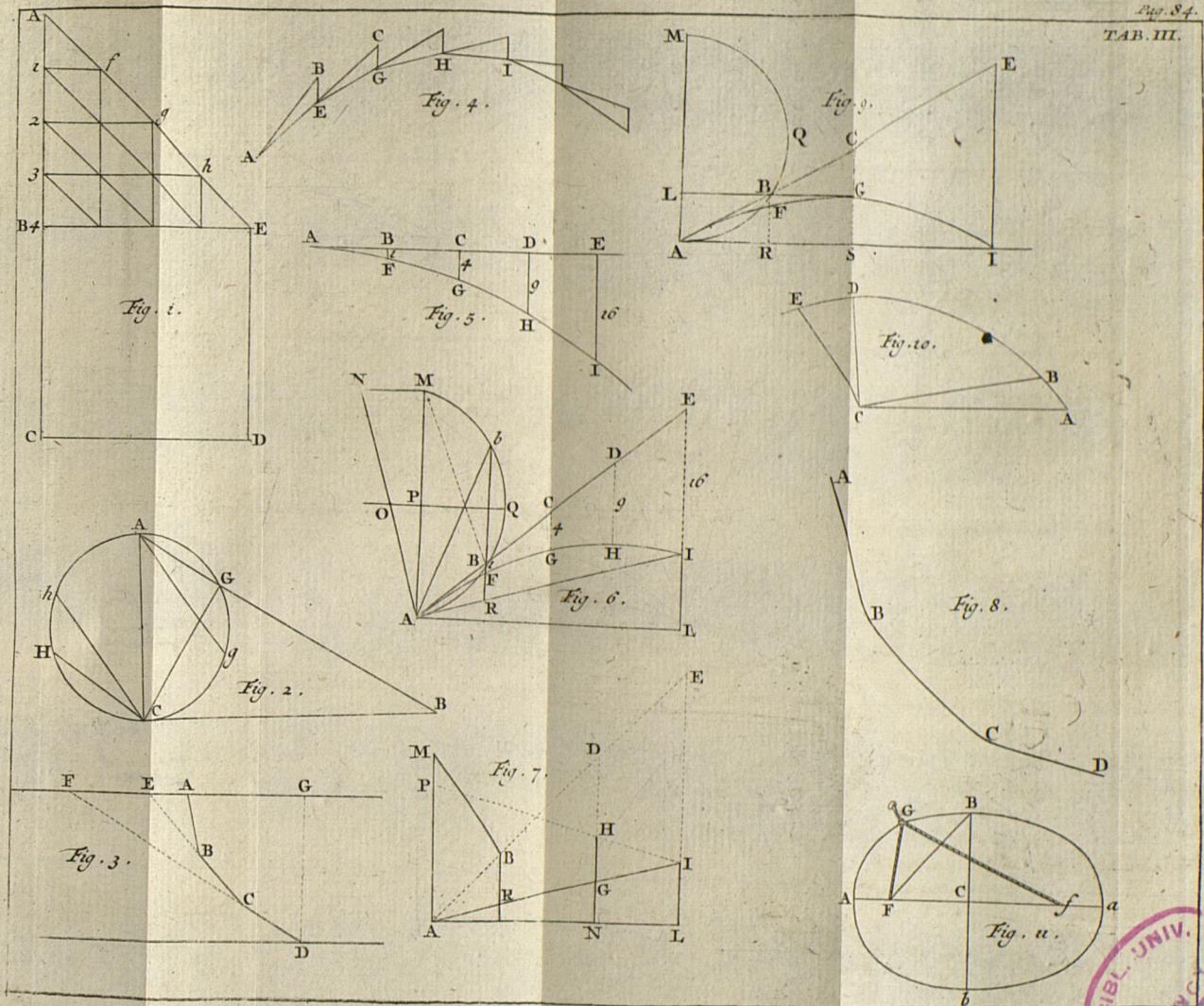
DEFINITIO 2.

181. **M**otus retardatus, est cuius celeritas singulis momentis minuitur.

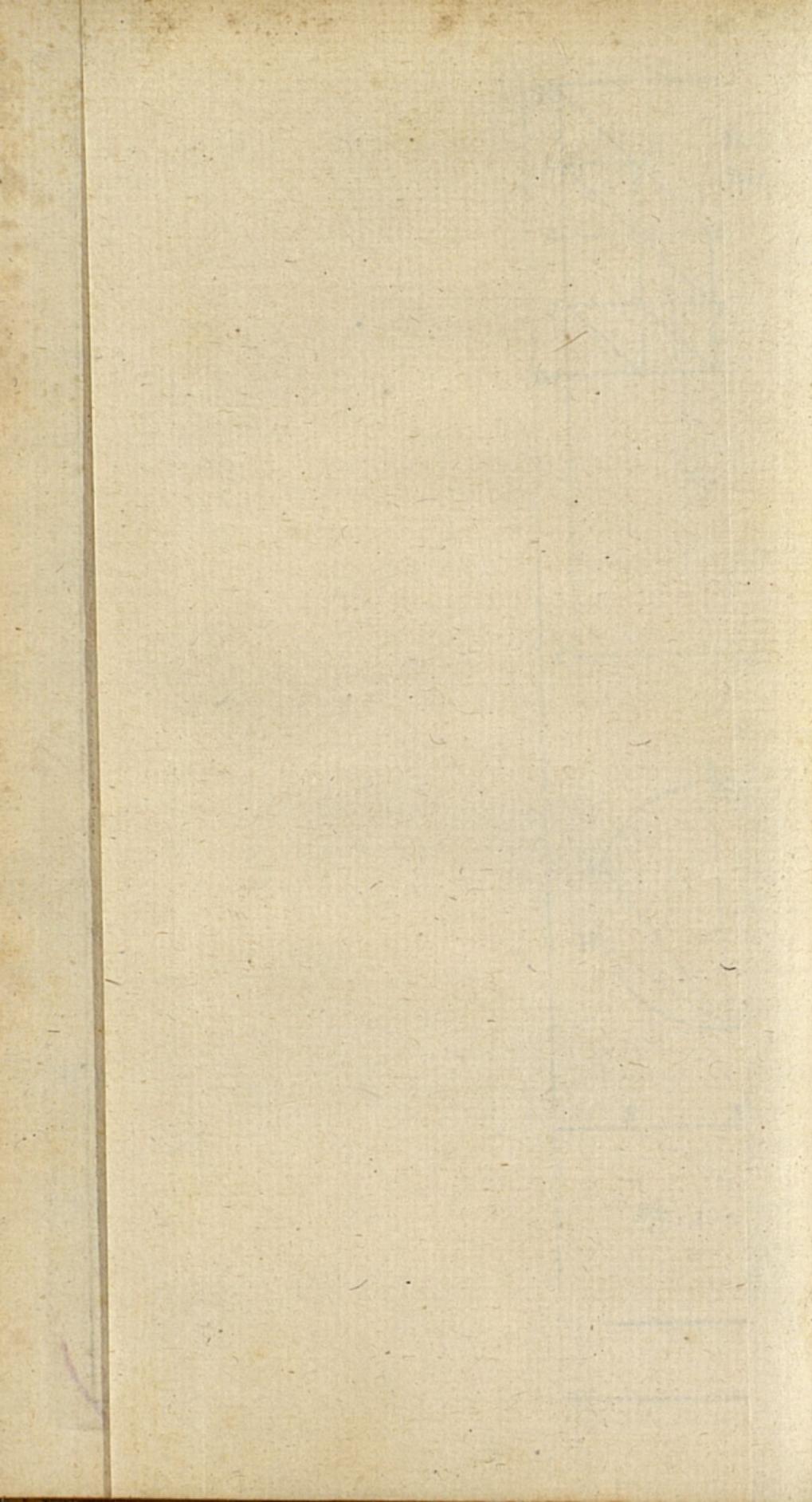
Vis gravitatis in omnia corpora pro quantitate materiæ continuò agit, & quæcunque fuerint, eodem modo gravitate moventur (89.); quando corpus libere cadit, impressio primi momenti in secundo momento non destruitur; ergo ei superadditur impressio secundi momenti, & sic de cæteris; motus igitur corporis libere cadentis est acceleratus, & ex Phænomenis constat motum æquabiliter in temporibus æqualibus accelerari.

183. Unde sequitur, Gravitatem eodem modo agere in corpus motum ac in corpus quiescens; quia celeritates æquales, in momentis æqualibus, corpori communicantur.

184. Celeritas ergo inter cadendum acquisita, est ut tempus, per quod corpus cecidit. Velocitas ex. gr. in certo tempore acquisita erit dupla,



BIBL. UNIV.
NANCY



si tempus fuerit duplum; & tripla, si tempus triplum, &c.

Designetur tempus per lineam A B, & initium temporis sit A. In triangulo A B E, TAB. III. lineæ 1st, 2nd g, 3rd h, quæ parallelæ ad basin, fig. 1. per puncta 1, 2, 3, ducuntur, sunt inter se ut A 1, A 2, A 3, ipsarum distantiaæ ab A id est, ut tempora, quæ per illas distantias designantur; & velocitates corporis libere cadentis post illa tempora denotant. Si pro lineis Mathematicis aliæ adhibeantur cum minima latitudine, unicuique æquali, non eo mutatur proportio; & hæ minimæ superficies æque prædictas velocitates denotant. In tempore minimo velocitas pro æquabili haberi potest, & ideo spatium in eo tempore percursum velocitati proportionale est (58.). In unaquaque minima superficie memorata, si latitudo superficiei pro tempore habeatur, superficies ipsa spatium percursum designabit. Totum tempus A B constat ex talibus temporibus minimis; & area trianguli A B E formatur ex summa omnium superficierum minimarum hisce temporibus minimis respondentium: area ergo hæc spatium tempore A B percursum designat. Eodem modo area trianguli A 1. f repræsentat spatium tempore A 1. percursum; triangula hæc sunt similia, & areæ illorum sunt inter se ut quadrata laterum A B, A 1. aut 186. B E & 1. f (19. El. vi.), id est, *spatia ab initio casus percursa sunt inter se, ut quadrata temporum per quæ corpus cecidit; aut ut quadrata velocitatum inter cadendum acquisitarum.*

Diviso tempore A B in partes æquales, A 1, TAB. III. fig. 3.

1. 2, 2. 3, 3. B; ducantur per divisiones lineæ ad basin parallelæ; *spatia percursa* in illis partibus temporis, id est, *in primo, secundo, tertio, &c. momento, positis momentis æquilibus*, sunt inter se ut area A I f, 1 fg 2, 2 g b 3, 3 h E B; quæ areae, ut ex inspectione figuræ patet, *sunt inter se ut numeri impares 1. 3. 5. 7. 9. &c.*

Si corpus, postquam cecidit per tempus A B, non ulterius acceleretur, sed celeritate B E, eo casu acquisita, uniformiter motum continuet, per tempus æquale B C, spatium eo motu percursum designatur per aream B D

188. duplam areae trianguli A B E; & ideo *corpus ab altitudine quacunque libere cedens, eam cum celeritate, quam cadendo acquisivit, in tempore æquali tempori casus, motu æquabili, spatium duplum prædictæ altitudinis percurret.*

189. Motus corporis in altum projecti eodem modo retardatur, quo corporis cadentis motus acceleratur, per legem 2. (171.) in hoc casu vis gravitatis cum motu acquisito conspirat, in illo contrarie agit; cum vero vis gravitatis omnibus momentis celeritates æquales corporibus communicet, *motus corporis projecti in altum, æqualibus temporibus, etiam æqualiter minuitur, aut retardatur.* (183.)

Vis eadem gravitatis generat motum in corpore cadente, & destruit in corpore adscendente, etiam in corpus motum ut in quiescens agit (183.): æqualibus ergo temporibus celerita-

tes eadem generantur, & destruuntur. *Corpus in altum projectum adscendit, donec totum mo-*

motum amiserit; ergo adscendit per tempus, in quo corpus cadendo potest acquirere velocitatem, æqualem velocitati, cum qua in altum projicitur.

Si BA repræsentet tempus, in quo corpus 192. adscendit, & BE celeritatem, cum qua in TAB. III. altum projicitur; adscensus ceslat, ubi celeritas corporis nulla est, ideo lineæ parallelæ ad basin in triangulo ABE repræsentant celeritates in momentis temporis, quibus respondent (190.), & area trianguli ABE spatium adscendendo percursum designat, ut ex demonstratione circa corpora cadentia data (185.) potest deduci. Cum autem BE sit velocitas, quæ tempore AB destruitur, eadem est, quam corpus cadendo per tempus AB potest acquirere (191.), & triangulum hoc ABE idem est, quod spatium cadendo percursum repræsentat, dum corpus inter cadendum hanc ipsam celeritatem BE acquirit (185.). Unde sequitur, corpus in altum projectum adscendere ad eandem altitudinem, a qua cadendo potest acquirere velocitatem, cum qua projicitur. 193.

Et altitudines, ad quas corpora cum diversis 194. velocitatibus projecta possunt adscendere, esse inter se ut quadrata illarum velocitatum (186.).

CAPUT XV.

De Descensu Gravium super Plano inclinato.

- V**is, qua corpus super Plano inclinato descendere conatur, ex Gravitate oritur, & ejusdem est naturæ cum Gravitate, aut potius est ipsa Gravitas imminuta, quia Corpus pro parte à plano sustinetur: ideo vis illa, omnibus momentis, & in omnibus Plani partibus, æqualis est (87.), & agit in corpus motum
- 195.** eodem modo ac in corpus quiescens (183.): eadem de causâ *motus corporis*, *super plano libere descendantis*, ejusdem est naturæ cum motu corporis libere cadentis; & quæ de hoc dicta sunt, de illo etiam affirmari possunt. *Est igitur motus æquabiliter acceleratus in temporibus æqualibus* (182.); & propositiones num.
- 196.** 183. 184. 186. 187. 188. 189. 190. 193. & 194. si pro descensu, & adscensu directo, motus super Plano inclinato ponatur, hic etiam locum habent.
- 197.** Celeritates, quibus corpora duo descendunt, quorum unum liberè cadit, & alterum super plano inclinato devolvitur, si eodem tempore cadere incipient, in singulis momentis eandem inter se habent rationem quam in principio casus (182. 195.); ergo spatia eodem tempore percurrunt, quæ sunt in ratione longitudinis Plani ad illius altitudinem (166. 71.).

In

In *plano AB* spatium a corpore percursum, dum aliud libere cadit per altitudinem plani *AC*, determinatur, *ducendo ad AB*^{198.} TAB. III.
perpendicularem CG: tunc enim *longitudo plani AB* est ad *bijus altitudinem AC*, ut *AC ad AG* (4. 8. El. VI.). Si circulus describatur diametro *AC*, punctum *G* erit in peripheria circuli; quia angulus in semicirculo, ut *AGC*, semper est rectus (31. El. 111.); & ideo punctum ut *G*, pro *plano utcunque inclinato*, semper est in eadem illa peripheria: unde sequitur, chordas omnes, ut *AG* esse inter se ut vires, quibus corpora super his descendere conantur (166. 198.); & has percurri a corporibus devolutis, in tempore in quo corpus, libere cadendo, potest percurrere diametrum *AC*; & tempora devolutionum per has chordas sunt æqualia.

Unicuique chordæ ut *HC* per *C* ductæ parallela duci potest alia per *A*, quæ æqualis erit, & æqualiter inclinata; igitur *in semicirculo*, ut *AHC*, *Vires quibus corpora juxta chordas, in puncto infimo terminatas descendere conantur, sunt inter se ut hæ chordæ*; & quan-^{199.} do *corpus sibi permittitur eodem tempore, ad punctum infimum semicirculi perveniet, sive libere cadat juxta diametrum, sive descendat super chordâ HC quâcunque.*

Tempus devolutionis per totum planum AB^{201.} *potest conferri cum tempore descensus per plani altitudinem AC*; nam hocce tempus est æquale tempori devolutionis per *AG*; & quadrata temporum sunt inter se ut *AB ad AG* (196. 186.);

186.) ; sed AB est ad AC, ut AC ad AG (198.) : quadrata igitur linearum AB & AC sunt inter se, ut AB ad AG (20. El. vi.) ; & ideo istæ lineæ AB & AC sunt inter se, ut tempora descensus per AB, & AG, aut AC, id est, tempora, in hoc casu, sunt ut spatia percursa.

202. In eodem casu velocitates in fine descensus sunt æquales ; nam post tempora æqualia, quando corpora sunt in G & C, velocitates sunt in eadem ratione quam in principio casus (182. 195.). id est, ut AC ad AB (166.). Quando corpus descendit a G ad B, crescit velocitas ut tempus (195.) ; & velocitas in G est ad velocitatem in B, ut AC ad AB (201.); velocitates ergo in B & C eandem rationem habent ad velocitatem in G, & sunt æquales.

203. Ex hisce deducimus corpus eandem acquirere velocitatem, cadendo a certa altitudine, sive directe cadat, sive per planum inclinatum devolvatur. Et, cum angulus inclinationis nullam adferat mutationem, potest corpus devolvi per plurima plana varie inclinata, & etiam per curvam, (quæ ut ex innumeris planis diverse inclinati formata considerari potest) & celeritas semper erit eadem, quando altitudo est æqualis.

TAB. III. Non enim interest, utrum Corpus fig. 3. descendat per AB an per EB, in B eadem erit celeritas & eodem modo corpus movebitur per BC ; ideoque habebit in C velocitatem, quam devolvendo per EC potuisset acquirere, & in D velocitatem, quam cadendo per GD habuisset. (Exp.)

204. Observandum autem, transitum de Plano in Pla-

Planum debere sine impactione fieri, hac e- TAB. III.
nim velocitas corporis minuitur, ut suo tem- fig. 8.
pore dicetur, idcirco Plana diversa curvis jun-
genda sunt.

*Corpus ea cum celeritate, quam cadendo per 205.
superficiem quamcunque, sive planam, sive cur-
vam, acquisivit, per aliam superficiem similem
ad eandem altitudinem, eodem tempore, adscen-
dere potest (193. 196.). Nam velocitas in ad-
scensu destruitur, ut in descensu acquiritur.
(Exp.)*

*Corpus ea cum celeritate, quam cadendo a 206.
certa altitudine acquisivit, ad eandem altitudi-
nem per curvam quamcunque adscendere potest
(205. 203.). (Exp.)*

Ex demonstratis hoc Capite (203.) deducimus 207.
Methodum confirmandi per Experimenta, quæ
de velocitate corporum cadentium antea sunt
demonstrata (186.) (Exp.)

C A P U T XVI.

De Oscillatione Pendolorum.

DEFINITIO.

Grave, filo tenuissimo suspensum, & cum fi- 208.
lo, circa fili punctum fixum, mobile voca-
tur Pendulum.

Motus penduli est vibratorius, seu oscilla-
torius.

Quando pondus, filo extenso, ab una par-
te elevatur, gravitate descendit, & cele-
ritate acquisita ad eandem altitudinem a-
liam

liam partem versus adscendit (205.) ; gravitate deinde iterum reddit, & sic vibrationes continuat.

Rotationem circa punctum suspensionis liberrimam hic ponimus, & nullam dari aëris resistentiam ; quæ in majoribus pendulis admodum est exigua.

- TAB. IV.** In motu suo corpus P describit portionem circuli PBG ; si loco hujus motus *corpus* de-
fig. 3. scenderet per chordam PB, & iterum adscenderet per chordam BG, & *vibrationes suas per chordas perageret* ; descensus fieret in tempore, in quo corpus cadendo potest percurrere diametrum circuli PBG (200.) ; id est, longitudinem duplam longitudinis penduli : in tempore æquali, adscendit per chordam BG (205.) ; in tempore ergo integræ vibrationis, *corpus cadendo posset percurrere quatuor diametros* (186.) ; id est, *longitudinem octuplam longitudinis penduli*. Et omnes vibrationes per chordas, sive magnas, sive exiguae, sunt æquè diuturnæ. In vibrationibus exiguis, harum durationes, dum in circulo movetur corpus, cum durationibus vibrationum in chordis constantem rationem habent ; illam nempe, quæ datur inter circuli peripheriæ quadrantem & diametrum. Idecirco ejusdem penduli vibrationes exiguae, licet inæquales, ad sensum sunt æquæ diuturnæ. (Exp.).

Hæc autem æqualitas plenius explicanda est, & quare vibrationes in circulo ad vibrationes per chordas quam dixi rationem habeant.

- 211.** Rotetur circulus FEB super lineâ AD
TAB. IV. donec punctum B in A ad lineam hanc per-
fig. 4. ve-

veniat; hoc motu punctum B describit curvæ portionem BPA: eodem modo similis curvæ portio BD describitur, totaque curva ABD vocatur *Cycloïs*, *circulus FEB generator* dicitur.

Dividatur curva in duas partes æquales in 212. B, portionesque BA & BD disponantur, ut puncta A & D jungantur in C; punctum vero B cum punctis A & D lineæ AD coincidat. Juxta harum portionum curvaturam laminæ metallicæ inflectantur, ita ut filum penduli in C suspensi, motu suo vibratorio, ab utraque parte sese laminis istis applicet, & eandem curvaturam cum istis adipiscatur. Nunc posita longitudine penduli CB, corpus P in vibrationibus suis describet cycloidem ABD, ut in scholiis Elem. demonstramus, ita ut filum longitudinis BC æquale fit curvæ CA; quare tota curva ABD dupla est lineæ CB; 213. & quadrupla axis FB.

In scholiis etiam demonstramus. Tangentem ad curvam in punto, ut P, parallelam esse chordæ EB, in circulo FBE ductæ ad punctum infimum B ex punto E, in quo circulus secatur à lineâ PE parallela ad basim AD & per P transeunti: Ut & portionem 215. PB curvæ æqualem esse duplæ chordæ EB.

Cum autem in singulis curvæ punctis corpus in curva descendat juxta directionem tangentis ad curvam, sequitur corpus in punto 216. quocunque curvæ ut P, conari descendere cum vi, cum qua juxta chordam respondentem EB descenderet (214.) & quæ proportionalis est huic chordæ (199.), aut huic duplicatae, id

id est, portioni curvæ inter hocce punctum P & curvæ punctum infimum B. (215.).

217. Unde patet, si duo pendula ut CP ab altitudinibus diversis, eodem momento, dimittantur, celeritates, quibus cadere incipiunt, esse inter se, ut spatia percurrenda, antequam ad B perveniant: si ergo istis celeritatibus solis, motu non accelerato, agitarentur, eodem temporis momento ad B pervenirent (58.); eodem modo ubicunque dentur in secundo momento, velocitatibus hoc momento acquisitis, etiam ad B eodem momento pertingunt; idemque ratiocinium pro momentis sequentibus procedit; & semivibrationes ex omnibus celeritatibus junctis utcunque inæquales, ut & vibrationes integræ, iisdem temporibus peraguntur.

218. Ulterius in scholiis demonstramus. Tempus unius ejusque vibrationis esse ad tempus casus verticalis, per semilongitudinem Penduli, ut peripheria circuli, ad diametrum.

In Cycloïde pars infima cum circuli arcu exiguo ad sensum coincidit; & hæc est vera ratio, quare in circulo tempora vibrationum exiguarum, utcunque inæqualium, sint æqualia, & ad tempus casus per semilongitudinem Penduli dictam rationem habeant, circumferentia circuli ad Diametrum. Sed hoc tempus casus per semilongitudinem Penduli est pars quarta temporis casus per longitudinem octuplam ipsius penduli (186.); quod tempus æquale est durationi vibrationis per chordas (209.). Idcirco duratio vibrationis per arcum ad durationem vibrationis per chordas, ut pe-

peripheria circuli ad quatuor diametros, aut ut quadrans circumferentiæ circuli ad diame-
trum, ut jam monuimus, id est proxime ut
11. ad 14. & celerius per arcum quam per chor- 219.
das vibrationes peraget Pendulum.

Durations vibrationum pendulorum inæqua- 220.
lum possunt inter se comparari. Quando ar-
cus sunt similes, deviationes respectu chorda-
rum sunt etiam similes, & tempora vibratio-
num per arcus sunt ut tempora vibrationum
per chordas; hæc vero ut tempora descensus
per longitudines octuplas longitudinum Pen-
dulorum (209.); & quadrata durationum sunt
ut istæ longitudines octuplæ (186.); five ut
ipsæ longitudines Pendulorum. (Exp.)

Quando vibrationes sunt exiguae, hæc ra-
tio etiam locum habet, quamvis pendula non
per arcus similes vibrationes peragant. (210.).

Velocitates Penduli in punto infimo, in vi- 221.
brationibus inæqualibus, sunt inter se, ut sub-
tensæ arcuum, quos corpus descendendo descri-
bit. Velocitas corporis P, cadentis per ar- TAB. IV.
cum PB, est ad ejus velocitatem quando de- fig. 3.
scendit per DB, ut chorda PB ad chordam
DB.

Nam ductis lineis horizonti parallelis Pf, 222.
Dd & junctis P & A, triangula PfB, BPA
sunt similia (31. El. III. 8. El. VI.): ideo
Bf, BP, BA sunt in continuâ proportione
(4. El. VI.); & quadratum chordæ BP valet
productum diametri per Bf (17. El. VI.): eodem
modo quadratum chordæ BD æquale est
producto diametri per Bd: ergo quadrata
chordarum sunt inter se ut producta hæc, quæ
funt

sunt ut lineæ fB , dB (1. El. vi.). Quadra-ta prædictarum velocitatum sunt etiam ut istæ lineæ fB , dB (203. 186.); ergo velocitates ut chordæ.

223. In omnibus quæ hucusque de Pendulis di-cta sunt, non interest quantum ponderet corpus quod agitatur, aut utrum corpora diversorum Pendulorum inæqualiter ponderent, tandem an ex diversa dentur materia. Cum vis Gravita-tis proportionalis sit quantitati materiæ in o-mnibus corporibus (90.), omnia corpora, in iisdem circumstantiis, Gravitate æque celeri-ter moventur. (*Exp.*).

224. TAB. IV.
fig. 5. Sæpe loco fili virga ferrea tenuis sed rigida adhibetur, & aliquando etiam pondera duo aut plura ei annexuntur, & vocatur *Pendulum compositum*; in hoc casu demonstrata huc usque locum non habent; sed talia pendula ad simplicia revocantur, determinando in iis pun-ctum, in quo si pondera forent juncta, vibra-tiones essent æquè diuturnæ cum vibrationi-bus penduli compositi. Hocce punctum vo-catur *Centrum oscillationis*. In scholiis Elem. methodum hujus determinandi explicamus, post demonstratam sequentem hujus centri pro-prietatem.

225. Si Pondus unumquodque per suas distantias a centris suspensionis & oscillationis multiplicetur, summae productorum ab utraque parte hujus cen-tri erunt æquales. Producta hæc, pro ponde-ribus, quæcum virgâ supra centrum suspen-sionis continuatâ junguntur, non in unam summam debent colligi cum productis pon-derum inter centra oscillationis & suspen-sionis

nis dispositorum, sed jungenda sunt cum productis ponderum infra centrum oscillationis Pendulo applicatorum.

Corpus cujuscunque figuræ potest suspen-
di, & circa punctum, aut potius axem, vi-
brari; in eo etiam potest determinari centrum
oscillationis.

Quando linea recta, ponderis æquabilis ut 226.
C A, qualis est filium ferreum, aut æneum cir- TAB. IV.
 ca extremitatum alteram vibratur, centrum fig. 6.
 oscillationis O distat a punto suspensionis C du-
 bus partibus tertii longitudinis fili. ut etiam in
 scholiis demonstramus. (*Exp.*).

Vibrationes pendulorum, ut diximus, licet inæquales, sunt æquè diurnæ (210), & hæc pendulorum proprietas maximi usus est in horologiis, quibus motus æquabilis, pen-
dulo adjuncto, communicatur.

Horologiis in diversa loca translatis, vim 227.
 Gravitatis non ubique terrarum æqualem es-
 se, enotuit, ex eo quod vibrationes ejusdem
 penduli, in diversis regionibus, respectu tem-
 poris, inæquales repertæ sunt, & hæc gra-
 vitatis diversitas per pendula mensuratur.

Dentur duo pendula, CP, cp, quorum lon- 228.
 gitudines sint inter se, ut vires gravitatis qui- TAB. IV.
 bus agitantur; si per arcus similes excurrant, in fig. 7.
 punctis respondentibus gravitates eandem sem-
 per habebunt rationem inter se, & generabunt
 celeritates in ratione arcuum percurrendorum,
 (quia arcus similes sunt ut pendulorum lon-
 gitudines) qui ergo æqualibus temporibus per-
 currentur (53.), id est, *vibrationes erunt æ-
 quæ diurnæ.*

229. Si ad eandem longitudinem reducantur mutato pendulo $c p$, cuius longitudo fiat $c q$, æ qualis C P; quadratum durationis vibrationis penduli $c q$ est ad quadratum durationis vibrationis penduli $c p$, aut C P (228.), ut $c q$, aut C P, ad $c p$ (220.), id est, ut gravitas, quæ in pendulum C P agit, ad gravitatem, quæ pendulum $c p$ agitat. Sunt ergo quadrata durationum pendulorum æqualium, inverse ut gravitates in pendula agentes.
230. Et in genere quadrata durationum vibrationum pendulorum sunt directe, ut pendulorum longitudines (220.), & inverse ut gravitates quibus moventur (229.).
231. Ergo Gravitates sunt directe, ut longitudines Pendulorum (228.), & inverse ut quadrata durationum vibrationum (229.).
- Occasione motus Penduli observavimus, celerius corpus a puncto ad punctum per arcum descendere quam per lineam rectam (219.). His addam Corpus etiam breviori tempore quam per circuli arcum descendere posse; Et in scholiis Elem. demonstramus,
232. Lineam celerrimi descensus, à puncto ad punctum, magis depresso, & non cum primo in eadem verticali positum, esse Cycloidem inversam, verticalem, cuius punctum extreum cum superiori puncto coincidit, & quæ per punctum inferius transit. (Exp.)

CAPUT XVII.

De Projectione Gravium.

Si in corpus motum potentia agat, mutatur 233. motus (171.) ; si *corpus projiciatur* per TAB. III. AB, in tempore , in quo potest percurrere fig. 4. AB, vi Gravitatis , fertur Terræ centrum versus per BE, & ita , motu composito ex istis duobus , movetur per AE (174.) ; & hoc motu secundo momento percurreret EC, ipsi AE æqualem , nisi secundo momento eadem vi gravitatis ferretur per CG , ita ut motus in secundo momento sit per EG; eodem modo , motus tertii momenti est per GH , & quarti momenti per HI; cum vero vis gravitatis continuo agat , illa temporis momenta minima sunt , & ubique dabitur motus aliter compositus , id est , directionis inflexio ; corpus ergo moveatur in linea curva.

Hic *motus corporis ex Projectione* magis sim- 234. pliciter considerari potest in omnibus Projectionibus , quæ a nobis fieri possunt ; quia omnes lineæ , quæ in spatio , per quod corpus transit , ad terræ centrum tendunt , pro parallelis haberi possunt ; quare directio Gravitatis non mutatur ; unde motus ex projectione ex duobus tantum motibus constat , primo æquabilis per lineam projectionis , secundo Terram versus accelerato.

Projiciatur corpus per lineam AE ; horizon- 235. ti parallelam ; temporibus æqualibus , illo TAB. III. mo- fig. 5.

motu, percurret partes æquales A B, B C, C D, D E. Ex gravitate fertur motu ad horizontem perpendiculari, directione B F, C G, D H, aut E I, quæ lineæ parallelæ ponuntur; motus hic est acceleratus; & ideo si post primum momentum corpus sit in F, post secundum erit in G, post tertium in H, post quartum in I: ita quidem, ut posito B F unum, C G sit quatuor, D H novem, & E I sedecim (186.). Corpus percurret curvam transeuntem per omnia puncta, quæ eodem modo ac F, G, H, I determinari possunt; vocatur *Parabola*. (Exp.).

236. Quæ de curva a corpore horizontaliter projecto dicta sunt, etiam pertinent ad projectionem quamcunque.

TAB. III. Projiciatur corpus per A E, & sint A B,
fig. 6. B C, C D, D E, æquales; corpus percurret curvam A F G H I, ita ut verticales lineæ B F, C G, D H, E I sint inter se, ut 1. 4. 9. & 16; in quo casu etiam curva *Parabola* vocatur.

DEFINITIO

237. Sit A I planum quod per A transit, si curva memorata hoc secet in I; A I vocatur *Amplitudo jactus*.

Motus corporum, quæ eadem celeritate projiciuntur, cum directionibus diverse inclinatis, possunt inter se comparari:

238. Potestque corpus celeritate data in plano dato ad distantiam determinatam projici,

TAB. III. Sit celeritas data illa, quam corpus acquirit cadendo ab altitudine M A, quam horizonti A L perpendicularē concipimus, &

COR-

corpus in plano inclinato A I in I projiciendum sit. Ductâ MN horizonti parallelâ, erigatur AN normalis plano AI, secans MN in N; centro O puncto medio linea AN per A describatur circulus, qui etiam per M transibit; sit AR pars quarta linea AI; per R ducatur, horizonti perpendicularis, id est parallela linea AM, linea R b, quæ circumflexum fecat in B & b; si corpus projiciatur per AB aut Ab cadet in I. Quia methodo etiam directio jactus determinatur, si punctum I sit in linea horizontali per A transeunti (in quo casu M & N coincidunt), aut infra lineam hanc horizontalem.

Motu æquabili celeritate, cum qua projectio fit, corpus potest percurrere AE, dum cadit per EI. Quia corpus projicitur velocitate per MA cadendo acquisita, eodem motu æquabili potest percurrere duplam MA in tempore in quo ab altitudine MA cadit (188). Spatia, velocitate eadem & æquabili percursa, sunt ut tempora in quibus percurruntur (59.); ergo tempus casus per MA ad tempus casus per EI, ut dupla MA ad AE. Ideo $\frac{2}{3}$ MA q ad AE q ut, MA ad EI (186.); Quam ergo proportionem si demonstremus dari in constructione præcedenti, directionem benè fuisse determinatam constabit.

Ducatur MB, & habemus angulum BAR a tangente AR, est enim perpendicularis radius AO, & a linea circumflexum secante AB formatum æqualem anguloAMB in segmento opposito (32. El. III.); anguli etiam alterni RBA, MAB sunt æquales (29. El. I.); er-

go sunt æquiangula triangula ABR, AMB (32. El. I.), & lineaæ MA, AB, BR, proportionales (4. El. VI.); ergo AMq ad ABq ut MA ad BR (20. El. VI.); ideo $2MAq$ ad $2ABq$, aut ACq , ut MA ad BR , multiplicando consequentia per quatuor, habemus $2MAq$ ad ACq multiplicatum per quatuor, id est $2ACq$, aut AEq . ut MA ad $4BR$ aut EI, quod demonstrandum erat.

Demonstratio similis est, si corpus per Ab projiciatur. Unde sequitur *corpus per duas directiones posse projici ut in idem punctum cadat, si autem distantia sit omnium maxima ad quam corpus, data velocitate, in plano dato, potest projici, unica est directio per quam projiciendum est corpus*, punctis B & b coincidentibus in Q, punto medio arcus MQA, a quo puncto semper æqualiter distant puncta B & b.

241. Si AI sit horizontalis arcus AQM est semicirculus, & in hoc casu *amplitudo*, manente celeritate, cum qua projectio fit, *est omnium maxima, quando directio projectionis cum horizonte efficit angulum semirectum.*

Si celeritas mutetur, & corpus secundum eandem directionem projiciatur, amplitudo mutatur, in eadem ratione cum altitudine AM; id est, *amplitudines, manente eadem directione, sunt ut altitudes ex quibus corpora cadendo velocitates quibus projiciuntur acquirere possunt: sunt ergo ut quadrata celeritatum* (186.).

243. Sit iterum MA altitudo aqua cadendo cor-
TAB. III. pus acquirit velocitatem cum qua projicitur
fig. 9. per

pet AB; punctum altissimum viæ percursæ determinatur, si descripto semicirculo cuius diameter est AM, per punctum B in quo a directione projectionis secatur ducatur horizontalis linea LBG, & fiat BG æqualis BL; punctum quæsitum erit G.

Hujus patebit demonstratio si ad sequentia 244. attendamus; ductâ AI horizontali, corpus ut dictum projectum cadet in I, positâ AI quadrupla LB aut AR (238.).

Dum corpus per AB projicitur motus hicce coincidit cum dupli motu horizontali & æquabili uno, verticali altero (174.). Ultimo motu corpus adscendit & descendit, tempusque adscensus æquale est temporis descendens; ideò adscensus terminatur ubi corpus motu horizontali dimidium AI, id est LG, percurrit; punctum ergo altissimum datur in verticali linea SC quæ per G transit. Dantur IE verticalis, AB continuatam secans in E, ut & verticalis BR; quia LG dupla est LB, id est AS dupla AR; est etiam CS dupla BR, id est CG æqualis GS: Sed AI dupla est AS; ergo EI dupla CS, & quadrupla CG; etiam AE dupla AC. Dum Corpus motu projectio percurrit AE, cadit per EI; dum percurrit AC, cadendo quartam partem EI, id est, CG percurrit (186.); transit idcirco in motu suo per punctum G, quod est punctum altissimum cum hoc detur in linea CS.

Si detur curvâ à corpore percursâ, velocitas 245. quam habet corpus in puncto quounque ut F, illa est, quam Corpus potest acquirere cadendo

à linea horizontali per M ducta ad punctum F.
 Nam Corpus per planum quodcunque ex A, velocitate qua projicitur, adscendere potest ad horizontalem hanc lineam (206.), si nunc planum detur ad F usque cum ipsa corporis projecti via congruens, in F autem sursum deflexum, corpus in F illam habebit velocitatem qua juxta planum hoc ad horizontalem memoratam pervenire potest, id est quam cadendo ab ipsa horizontali ad F usque acquirere potest (206.).

246. Sit corpus ex A projiciendum per punctum TAB. III. H in I, positis tribus hisce punctis in eodem fig. 7. piano verticali, & puncto medio supra lineam quæ reliqua duo jungit. Sit AL horizontalis & per tria puncta data ad hanc normales LE, ND, AM. Ex I per puncta A & H ducantur lineæ IA, IH, quarum ultima secat AM in P; fiat GD æqualis AP, & habetur AD directio jactus. Celeritas detegitur si sumtâ AR quartâ parte AI; & ductâ verticali RB, quæ AD secat in B, ducatur BM ita, ut angulus ABM æqualis sit angulo ARB, velocitas quæsita est quam corpus acquirit cadendo ex M in A.

Corpus projectum æquabili percurrit velocitate AE & AD, dum cadit per EI & DH: ut ergo demonstremus corpus per hæc puncta transfire, demonstrandum AEq se habere ad ADq, aut EIq ad DGq, ut EI ad DH (186.).

In triangulis similibus IHG, IPA, AI ad AG, ut AP, aut DG, ad DG minus GH, id est HD. Sed in triangulis similibus

bus AEI, ADG; AI ad AG, ut EI ad DG; ergo EI ad DG, ut DG ad HD; idcirco E Ig ad DGq, ut EI ad HD. Quod demonstrandum erat. Velocitatem autem rite esse determinatam constabit ex collatione fig. 7. cum 6.; si ad puncta B, M, attendamus, quæ in utraque figura iisdem literis designantur.

CAPUT XVIII.

De Viribus Centralibus.

Corps in motu motum in linea recta continuat (158.) & ab ea non recedit, nisi impulsu novo agitetur; post impulsum motus est compositus, ex duobus nascitur tertius etiam in linea recta (174.). Si ergo corpus movetur in curva, omnibus momentis novo impulsu agitatur; curva enim ad rectas lineas revocari non potest, nisi concipiatur divisa in partes infinite parvas. Exemplum talis motus habemus in projectione gravium (233.); aliud habemus in omnibus motibus circa punctum quasi Centrum.

Corpus quod continuo Centrum aliquod versus pellitur, si projiciatur secundum lineam quæ per illud Centrum non transit, curvam describit: & in omnibus punctis conatur ab illa curva recedere secundum directionem curvaturæ, id est, tangentis ad curvam; ita ut si vis illa subito ab actione cessaret, corpus in recta linea per tangentem illam motum continuaret.

La-

Lapis fundæ impositus , & in gyrum agitatus , curvam describit , quia funda manum versus omnibus momentis quasi retrotrahitur ; si sibi relinquatur per curvæ tangentem recedit.

DEFINITIO 1.

249. *Vis qua corpus in casu prædicto a Centro recedere conatur , qualis est Vis qua funda agitata distenditur , vocatur Vis centrifuga.*

DEFINITIO 2.

250. *Vis autem qua corpus Centrum illud versus trahitur aut pellitur , vocatur Vis centripeta.*

DEFINITIO 3.

251. Nomine communi Vires hæ vocantur *Vires Centrales.*

252. *In omni casu Vis centrifuga & Vis centripeta sunt æquales inter se ; Prima enim est Corporis Resistentia dum hoc a Vi centripeta trahitur ; hic applicanda sunt , quæ de resistentia ex Inertia dicta sunt (178.).*

Vi centripetâ corpus retinetur in curva , & centrifugâ conatur ex hac recedere. Funda agitata æqualiter utramque partem versus distenditur (175.) , & lapis ea cum vi a manu conatur recedere , cum qua retinetur ; idest , manum versus trahitur.

Virium centralium maximus usus est in Philosophia Naturali ; Planetæ omnes in gyros moventur , & plerique , si non omnes , circa axes rotantur.

De Viribus Centralibus fuse agimus in scho- liis Elementorum ; propositionum autem ibi demonstratarum præcipuas feligam & hic explicabo.

Quan-

Quando corpus plano impositum, cum isto planō, æquali in tempore, circa commune centrum revolvitur, & circulum describit; si vis centripeta, qua corpus, omnibus momentis, centrum versus trahitur aut pellitur, agere cesse, & planum eadem celeritate motum continuet; corpus a Centro recedere incipit, respectu plani, per lineum quæ per centrum transit. Corpus quidem per tangentem conatur recedere (248.); sed punctum circuli, cui respondet eadem velocitate, cum corpore movetur, & motus, per tangentem circuli quiescentis, est, in primo momento, motus per radium circuli eadem velocitate cum corpore agitati.

Concipiamus globum funi tenui cohærentem, cujus extremitas altera fixa est in centro Orbis circa centrum agitati, & cui Globus est impositus ita, ut eodem tempore cum illo circumrotetur; respectu Orbis quiescit Globus, & in eo situ solo fune, centro Orbis alligato, retinetur; nullam ergo impressiōnem in illo plano patitur, nisi qua funis distenditur, id est, cujus directio per centrum Orbis transit; & sic, si fibi relinquatur, non potest in illo plano, in primo momento, secundum aliam directionem moveri. (Exp.).

Corpus projectum & Vi Centrum versus 254. tendenti agitatum, movetur in plano, quod transit per lineam juxta quam corpus projicitur & per Centrum Virium.

Quando corpus circa Centrum movetur, si inter movendum magis ad hoc accedat, acceleratur illius motus; retardatur contra, si a Centro recedat. (Exp.).

Acceleratio hæc & Retardatio sequenti legi
subjiciuntur.

256. *Corpus, quod Vi Centrum versus tendenti in curva retinetur, describit areas, circa illud Centrum, temporibus proportionales.*

TAB. III. TAB. III. fig. 10. *Corpus detur curvam A B D E percur-
rens, in qua Vi Centrali ad C tendenti reti-
netur, si lineaæ ducantur ad libitum ut A C,
B C, D C, E C, Area trianguli mixti A C B
se habebit ad aream D C E, ut tempus in quo
A B a corpore percurritur ad tempus in quo
percurritur D E.*

Hujus propositionis inversa etiam constat;

257. *Corpus quod movetur in linea aliqua curva in
plano, & describit areas circa punctum quod-
dam temporibus proportionales, a recta linea de-
torquetur & urgetur Vi tendente ad idem pun-
ctum.*

De Viribus Centralibus inter se conferen-
dis nunc agendum, quod ut fiat consideran-
dum est Vim Centripetam esse pressionem,
quæ in corpus agit. Cum in singulis punctis
a linea recta detorqueatur corpus, in singulis
momentis deflectio a linea recta est effectus
immediatus Pressionis, ita ut, quæ de Actioni-
bus Potentiarum in Obstacula sibi permisla a-
gentium demonstrata sunt, hic applicari possint
(66.).

258. *Quo major est quantitas materiæ in aliquo cor-
pore, eo major est hujus Vis centrifuga, cæteris
paribus; quia propter majorem Inertiam diffi-
cilius centrum versus trahitur.*

259. *Si Fluida, quorum volumina æqualia inæ-
qualiter ponderant, in spatio determinato in-
clu-*

cludantur ita, ut graviora a Centro non possint recedere, quin leviora ad illud accedant, & disposita sint, ut pondere suo graviora ad Centrum accedant, in motu circa hoc leviora Centrum versus feruntur, & graviora Centrum fugiunt. (*Exp.*).

Si solidum cum Fluido spatio determinato 260. includatur; si Fluido levius fuerit, ad Centrum accedit, si gravius, ab hoc recedit. Quæ omnia ex majori vi centrifuga in graviori corpore deducuntur. (*Exp.*)

Vires centrales non modo respectu quantitatis materiae differunt, sed etiam distantia a centro mutationem affert, ut & celeritas cum qua circumvolvit corpus; præter hæc nihil in ipsis viribus datur, ex quo differentia inter illas oriri possit, & in comparandis hisce hæc sola consideranda sunt.

DEFINITIO 4.

Tempus periodicum, est tempus in quo corpus circa Centrum revolutum integrum revolutionem peragit; id est, si curvam describat, quæ in se redit, tempus lapsum inter recessum a puncto & accessum ad idem punctum; si curva in se non redeat, pro puncto linea per centrum transiens sumenda est.

Tempus periodicum pendet a corporis celeritate, & ideo in comparandis viribus centralibus tempus hocce loco celeritatis considerari potest.

Quando tempora periodica sunt æqualia, & distantiae æquales a centro, Vires centrales sunt ut quantitates materie in corporibus quæ revolvuntur (70.). (*Exp.*)

Quan-

264. *Quando quantitates materiæ in corporibus circumrotatis sunt æquales, & tempora periodica æqualia, Vires centrales sunt ut distantiae à Centro (71.). (Exp.)*
265. *Quando tempora periodica sunt æqualia, sed distantiae a Centro & quantitates materiæ in corporibus revolutis differunt, Vires centrales sunt in ratione composita, quantitatam materiæ, & distantiarum; quod ex duabus ultimis propositionibus sequitur. Ut hanc rationem compositam determinemus, quantitas materiæ in unoquoque corpore per suam distantiam a centro multiplicanda est, & producta quæsitam inter se rationem habent (23. El. vi.). (Exp.)*
- Differentiæ virium centralium, ex differentiis distantiarum a centro & quantitatum materiæ oriundæ, sese mutuo possunt compensare; & positis quantitatibus materiæ in corporibus circumactis in ratione inversa distantiarum a Centro, Vires centrales erunt æquales; quantum vis una alterâ major est respectu quantitatis materiæ, tantum hæc illam superat propter majorem distantiam. (Exp.).*
266. *Casus hujus propositionis exstat, quando duo corpora filo juncta circa commune Centrum gravitatis revolvuntur. Distantiæ enim ab hoc Centro sunt in ratione inversa ponderum corporum (109. 103.), & ergo Vires centrales æquales. Vi qua corpus unum a Centro conatur recedere, alterum ad Centrum trahitur; & propter Virium æqualitatem sese mutuo retinent & motum continuant; si circa aliud punctum revolvantur, motum non continuant, & corpus, cuius Vis centrifuga præpollet, a cen-*

centro recedit, & corpus aliud secum fert.
(Exp.)

Differentia virium centralium ex differentia temporis periodici etiam determinatur.

Quando quantitates materiæ in corporibus circumrotatis, & distantiaæ a Centro, sunt æquales, vires centrales sunt in ratione inversa quadratorum temporum periodicorum, id est, directe ut quadrata revolutionum eodem tempore peratarum. (Exp.)

Quomodo cunque inter se vires centrales differant, ex jam dictis inter se possunt conferri; nam sunt in ratione composita, ex ratione quantitatum materiæ in corporibus revolutis (263.), & ratione distantiarum a Centro (264.), ut & ratione inversa quadratorum temporum periodicorum (268.). Multiplicando quantitatem materiæ in unoquoque corpore per distantiam a centro, & dividendo productum per quadratum temporis periodici, quotientes divisionum erunt in dicta ratione composita, id est, ut vires centrales. (Exp.)

Quando quantitates materiæ sunt æquales, distantiae ipsæ per quadrata temporum periodicorum dividuntur, ad determinandam proportionem inter vires centrales.

In hoc casu, si quadrata temporum periodicorum fuerint inter se ut cubi distantiarum, quotientes divisionum erunt in ratione inversa quadratorum distantiarum; & in hac ratione etiam vires centrales.

Si corpora sint inæqualia, sed in hæc agant vires centrales ejusdem naturæ cum gravitate,

non interest quæcunque sint massæ corporum, aut quomodo cunque moveantur, deflectuntur Centrum versus in momentis æqualibus per spatia, quæ sunt proportionalia ipsis viribus (89. 183.), & propositio ultima etiam in corporibus inæqualibus obtinet.

Varias potest Corpus Vi Centrali curvas describere.

Ellipsin vocant Geometræ lineam ovalem,
TAB. III. cujus hæc est descriptio; sit Aa, recta: C
fig. II. punctum ejus medium; F, f, puncta a C
æqualiter distantia; FGf filum, cujus extre-
mitates in F & f fixæ sunt, quod æquale est
lineæ Aa. Tenso filo, clavo G in plano in
quo datur Aa Ellipsis describitur. Si plano
conus aut cylindrus securit, sectio sæpe talis
est linea. Puncta F, f, vocantur foci; C
centrum; Aa, axis major; minor axis Bb per
centrum transit, perpendicularis est ad ma-
jorem, & ab utraque parte curvâ termina-
tur.

Ponamus Vim, de qua in ultima proposi-
tione locuti sumus, quæ in corpora mota ut
in quiescentia agat, quæ æqualis sit ad distan-
tias æquales a Centro, in diversis vero inversè ut
quadratum distantiae; hac poterit corpus percur-
rere Ellipsin, cujus focorum alter cum Centro
virium coincidit; ita ut corpus describat cur-
vam in se redeuntem, & in singulis revolu-
tionibus semel accedat ad Centrum Virium,
& semel ab hoc recedat. In recessu minuitur
corporis celeritas (255.), & quidem ita, ut
Vis centralis, quamvis ipsa minuatur, viam
corporis flectat, & hoc ad centrum accedere

cogat. Accessu augetur celeritas ita, ut, licet Vis augeatur, corpus iterum a centro recedat.

Circulus ad hoc genus curvarum pertinet, coincidentibus focus cum centro. Et posito 275. corpore quod, ut diximus, Ellipsin describit, aliud eadem vi circa idem Centrum in circulo retinebitur, si hoc justa velocitate perpendiculariter ad lineam, qua per Centrum transit, projiciatur. Si Circuli diameter æqualis sit axi majori Ellipseos, ea agitabitur corpus velocitate, qua gaudet corpus in Ellipsi eo momento quo per extremitatem unam aut alteram axeos minoris transit, & æqualibus temporibus corpora hæc ambo revolutiones peragent.

Corpus potest tali celeritate projici, ut in 276. recessu a centro Vis, quæ aucta distantiâ minuitur, non valeat ad viam ita infleßendam, ut corpus redeat; percurrit in hoc casu corpus aliam ex sectionibus conicis Parabolam aut Hyperbolam.

Si vis centralis juxta aliam proportionem 277. quamcumque in recessu a Centro decrescat, non poterit corpus lineam in se redeuntem, & a circulo parum aberrantem, describere.

Sed si vis decrescat juxta proportionem parum 278. ab hac aberrantem, poterit curva a corpore descripta referri ad Ellipsin mobilem, cuius nempe axis, in plano, in quo corpus revolvitur, movetur motu angulari, manente foco in Centro virium. Motus autem axeos in eandem 279. partem dirigitur cum motu corporis, si vis celerius decrescat aucta distantiâ quam pro ratione inversa quadrati distantiæ: Si vero vis 280.

tardius, id est minus, decrescat in recessu a Centro, motus Ellipseos in contrariam partem dirigitur.

281. Corpus etiam Ellipsin describit, si vis centralis, in recessu a Centro, crescat, & sit ubique in ratione distantiae a Centro, quod in hoc casu cum centro Ellipseos coincidit. (Exp.)
282. Si etiam vis juxta aliam rationem crescat, curva non in se redit, sed potest saepe ad Ellipsin circa centrum in plano mobilem referri (Exp.). Unde sequitur, si ad n. 277. attenderimus, nullâ vi centrali, ad æquales distantias æqualiter agenti, curvam posse describi in se redeuntem, excentricam, id est cujus centrum cum centro virium non coincidit, & a circulo parum aberrantem, prater Ellipsin, in cuius focorum altero Centrum virium datur, vimque centralem, in hoc casu, sequi rationem inversam quadrati distantiae.
284. Circulum autem, cujus centrum cum Centro virium coincidit, posse describi vi juxta rationem quamcunque crescentem aut decrescentem, si modo ad distantias æquales æqualiter agat, facile patet.

LIBRI I.

Pars IV. De Viribus insitis, & Collisione Corporum.

C A P U T XIX.

De Viribus Corporibus motis insitis.

Vi insitâ corpus de loco in locum transferri diximus (12.). De Virium comparatione nunc agendum; quod ut ordine fiat, primum de harum genesi, dein de ipsarum destructione agendum.

Vidimus antea Corpus ex loco moveri, si Pressio, contraria Pressione non destruenda, in illud agat (65.); quod ergo obtinebit, si *Corpus nullo obstaculo retineatur*: quacunque 285. celeritate Corpus cedit, hanc in perpetuum servabit, quamdiu causâ extraneâ non destruitur (168.). Si continuetur Pressio in corpus, augetur celeritas jam acquisita, illudque *quam diu corpus premitur*.

Nulla unquam datur Pressio sine reactione 286. ipsi Pressioni æquali (175.); ubi non contraria Pressione destruitur, sed obstaculum movet Pressio, Vimque generat, ex obstaculi Inertiâ oritur resistentia, aut reactio (178.).

Pro parte sæpe contrariâ Pressione destruitur pressio, quod supereft in hoc casu movet

obstaculum, & Vim generat ; sic navis quæ fune trahitur, ab aquâ patitur resistentiam, quamdiu hæc minor est Pressione illâ, qua funis trahitur, augetur navis celeritas, & reactio, quæ actioni æqualis est, cum utramque partem versus funis æqualiter distendatur, pro parte Inertiæ navis tribuenda est. Ubi, autâ celeritate, eo usque resistentia aquæ crevit, ut sola actionem destruat, qua navis protrahitur, motu æquabili, Vi insitâ, progeditur hæc ; duabus Pressionibus in hanc agentibus sese mutuo destruentibus, ut de curru antea observavimus (178.)

287. *In omni casu in quo Pressione obstaculum movetur, aut hujus motus augetur, non contraria Pressione in totum destruitur Pressio, quare Vis generatur.*

288. Pressio in instanti infinite exiguo, velocitatem infinité exiguam corpori tantum communicare potest ; unde deducimus vim esse effectum integrum Pressionis, quæ per tempus finitum in corpus egit : Pressio autem ipsa, singulis momentis infinite exiguis destruitur, & quando de ejus magnitudine agitur actio in uno instanti considerari tantum potest.

289. Ergo *Pressio omnis respectu Vis insitæ est infinite exigua.*

290. Idcirco *Vis minima maximam potest superare Pressionem..*

Qui conati sunt experimentis Pressionem cum Vi insitâ conferre, effectum Pressionis considerarunt, in quo corpus fuit contractum, aut partes intropressæ, quod sine motu locali, ideoque genesi Vis insitæ (287.), fieri non

potuit, cujus Vis insitæ effectus, cum effetu aliis Vis fuit collatus.

In his omnibus non agitur de Pressione infinite magna, quæ tempore finito Vim generat infinite magnam.

Quando Pressio Vim generat non in acceleratione æquales gradus velocitatis æquali actione communicantur; ut enim æquales gradus velocitatis corporibus æqualibus, quorum unum quiescit, alterum movetur, æqualibus actionibus communicentur; requiritur ut illud quod in corpora agit, respectu utriusque eandem habeat relationem; id est, desideratur ut causa movens eadem velocitate cum corpore moto feratur, in quod tunc poterit agere ut in corpus quiescens: actio autem qua causa movens transfertur superaddenda est actioni hujus ipsius, ut habeamus actionem integrum qua corpus moveatur. Utraque enim actio ad corpus movendum impenditur. Hinc deducimus difficultius corpus accelerari quam moveri.

Sint Elastræ infinite parva *e*, *e*, *e*, *e*, &c. 294. juncta inter se, & flexa, quæ, si ad pristinam TAB. IV. redeant figuram, illam acquirant, quæ in E fig. 8. repræsentatur, & per spatiū infinite exiguum sese expandant. Elastrorum hæc est proprietas, si, dum se expandunt, in corpus sibi relictum premant, huic Vim integrum, cum qua se expandunt, communicant, si ad partem oppositam obstaculo immobili insistant. Elastrum E communicat corpori P gradum velocitatis infinitè exiguum. Ut Elastrum sequens corpori æqualem gradum velocitatis communicet, desideratur ut Elastrum, dum

sese expandit, ea velocitate feratur, quam corpus jam acquisivit, aliter non ageret in corpus motum, ut E in corpus quiescens egit (291.); præterea requiritur, ut in hoc motu insistat Elastrum translatum obstaculo, quod partem oppositam versus cedere nequeat; id est propellendum est ea Vi, qua hoc propellit corpus; quod obtinebit, si Elastro simili sese expandente propellatur. Duo ergo Elastræ eodem momento sese expandentia requiruntur, ut secundus gradus celeritatis corpori communicetur, id est, vis desideratur dupla illius, qua primus gradus corpori communicatur. Simili demonstratione patebit, tria Elastræ, eodem momento sese expandentia, aut vim triplam requiri, ut communicetur tertius velocitatis gradus & sic de cæteris. Positis nempe gradibus velocitatis infinite exiguis, aut potius infinites infinite exiguis in infinitum (23.), ne in singulis gradibus varii gradus dentur, & positis Elastris sine inertia, ne ad hæc transferenda Vis quedam consumatur, quæ ut Mathematica sit demonstratio ponenda sunt. In corpore quod propria elasticitate movetur, pars inflexa haberi potest pro congerie innumerorum infinite exiguum Elasteriorum, quorum inertia considerari non potest, quia ab inertia ipsius corporis non differt.

Patet ex his vim, qua gradu infinite exiguo corporis celeritas augetur, eo majorem desiderari, quo corpus majorem jam acquisivit celeritatem, viisque hanc in ratione celeritatis jam acquisitæ augeri; unde sequitur

corpus accelerationi resistere in ratione veloci- 295.
tatis suæ.

Etiam patet, corporis, quod velocitate finita 296.
fertur, id est, quod habet gradus velocitatis in-
finitè exiguos infinito numero, velocitatem
gradu infinitè exiguo non posse augeri, nisi actio-
ne in infinitum superante actionem, qua æqua-
lis gradus infinite exiguus communicari posset
corpori quiescenti. (295.).

Et ne quis objiciat demonstrationem locum 297.
non habere, si successiva non detur, qualem
posuimus, Elastrorum relaxatio; sed veloci-
tatem communicari corpori quiescenti pro-
portionalem numero illorum quæ simul rela-
xantur. Resp. Talem quidem esse velocita-
tem Elasterii primi sepositâ, ut fecimus, ho-
rum inertiam, & sepositâ omni actione in cor-
pus; positâ autem hac, negamus velocitate ta-
li moveri elasterium primum, quod non cor-
pore celerius moveri potest; hujus autem ce-
leritatem ex præcedenti demonstratione dedu-
ci debere liquet, quia relaxatis simul elaste-
riis, corpus tamen successive omnes gradus
velocitatis suæ acquirit ita, ut demonstrata de
diversis elasteriis referri debeant in hoc casu
ad successivam partium relaxationem in Elas-
tris.

Ex præcedenti demonstratione (294.) etiam
deducimus, juxta quam rationem, auctâ cor-
poris velocitate, augeatur Vis corpori insita.
Elasteria sese expandentia agunt in corpus,
eui nullum resistit obstaculum; ideo integrum
qua se expandunt Vim corpori communicant
(292.); Corpus enim in hoc casu resistit, quia

movetur, & nulla datur alia resistentia; inter
 298. gra ergo hæc a Vi, *quam corpus acquirit,*
oritur, quæ Vis ideo ipsam valet resistentiam,
& actioni qua ipsa Vis communicatur æqualis
est (175.): cùm autem in his agatur de Elas-
 teriis æqualibus vires sunt ut numeri Elas-
 teriorum, quorum expansione Corpori impri-
 muntur.

299. Corpus expansione Elasteriorum non potest
 celeritatem acquirere, nisi motu accelerato,
 ita ut per singulos gradus minores velocitatis

TAB. IV. transeat. Sit AF celeritas corporis; Ab,
 fig. 9. bc, cd, &c. gradus infinitè exigui celerita-
 tis, Ab primus, bc secundus, &c. per quos
 omnes transit corpus antequam acquirat cele-
 ritatem AF. Parallelogramma Abbhe, bcf,
 cdhg, &c. sunt inter se respectivè, ut nume-
 ri Elasteriorum, quibus gradus velocitatis pri-
 mus, secundus, tertius, &c. acquiruntur;
 ideoque areæ Adle, AFGe, sunt inter se
 ut numeri Elasteriorum, quibus velocitates
 Ad, AF acquiruntur, id est, sunt hæc areæ
 300. inter se ut vires ejusdem corporis, aut duo-
 rum corporum æqualium, hisce velocitatibus
 motorum; cum autem agatur de continua
 acceleratione, ita exiguae sunt lineæ Ae, eb,

TAB. IV. bf, fi, &c. ut areæ Adle, AFGe a trian-
 fig. 10. gulis similibus Adl, AFG non differant,
 aliter acceleratio per saltus fieret; sunt autem
 hæc triangula inter se ut quadrata laterum ho-
 mologorum (19. El. VI.), aut velocitatum
 Ad, AF.

Vires esse inter se ut quadrata velocitatum,
 alijs demonstrationibus, quæ ex principiis que-
 nil

nil inter se, neque cum his, quæ hic ponuntur, commune habent, deductis, in sequentiibus etiam demonstrabo, ubi de viribus obliquis, & de resistentia fluidorum, agam.

Sunt ergo *Vires*, quas *corpus cadendo acquirit*, ut *altitudines*, quas *cadendo percurrit*, ab *initio casus*; hæ enim sunt ut quadrata velocitatum in fine deicensus (186.). Unde sequitur *gravitatem*, quæ æqualibus temporibus æquales corpori communicat gradus celeritatis, (182.) non eidem æquales gradus *Vis communicare*, (295. 300.) sed illud, quo *corpus ad Tellurem tendit*, cum ipso corpore moveri (291.), dum in *corpus motum agit*, ut in quiescens (183.).

Si corpora fuerint inæqualia, æqualibus velocitatibus mota, *Vires insitæ* sunt inter se ut quantitates materiae in singulis; Vis enim corporis est summa Virium omnium particularum ex quibus constat, & singulæ particulæ minimæ æquales Vires habent æquales, si velocitate eadem ferantur; idcirco in corporibus æque velocibus sunt Vires, ut numeri particularum æqualium materiae in singulis.

Vires corporibus motis insitæ non possunt differre nisi respectu quantitatis Materiæ in corpore aut velocitatis qua hoc fertur, unde universalem comparandarum Virium deducimus regulam; sunt enim in ratione composta Massarum, & quadratorum velocitatum.

Quare æquales sunt Vires si velocitatum quadrata fuerint inversæ ut massæ.

Tales etiam sunt velocitates quæ actionibus æqualibus, (quales sunt elasteriorum æ-

qualium, similium, & æqualiter inflexorum, relaxationes, quando elasteriorum inertia corporum inertia non differt) corporibus inæqualibus communicantur. (*Exp.*).

306. *Si velocitates fuerint inversè ut Massæ, Vires erunt ut velocitates, id est, inversè ut Massæ.*
307. *Si agatur de corporibus cadentibus, Vires cadendo acquisitæ sunt in ratione composita Massarum (303.) & altitudinum (301.).*
308. *Quare si hæ sint inversè ut Massæ, erunt Vires æquales.*
309. *Ut Pressio auget velocitatem ideoque Vim, sic etiam hanc Pressione minui posse, fatis manifestum est; Vimque superare actionem contrariam dum consumitur: quæ Resistentiæ destrutio vocatur effectus ipsius Vis.*
310. *Ut autem quæ effectus virium spectant terminemus, considerandum, Vim insitam illud esse (quocunque hoc fuerit) quod datur in corpore moto, & non datur in corpore quiescente, id est, illud quo corpus motum, in obstaculum incurrens, in hoc agit; Corpus autem ipsum dum agit, nullam patitur actionem, exceptâ reactione ex obstaculi resistentiâ, quæ reactio cum actioni æqualis sit (175.), sequitur corpus pati quantum agit; & actionis effectum in obstaculum sequi rationem ipsius Vis amissæ, diminutio enim ipsius Vis est effectus reactionis; unde deducimus, Vires integras proportionales esse effectibus quibus consumuntur, quod etiam aliâ consideratione evidens est.*

Quo major est resistentia quam patitur corpus,

pus, eo ipsius actio instantanea major est, & eo citius integrum amittit Vim, effectum tamen æqualem edit; nam Vis quæ resistentia destruitur, proportionem sequitur ipsius resistentiae, & temporis per quod egit, id est Vis amissa sequitur rationem compositam resistentiae & temporis; quam eandem rationem sequitur actio corporis, & effectus quem edit;

Ita ut iterum pateat *Vim amissam effectui*, 312.
quem edit dum destruitur, proportionalem esse, sive breviori sive longiori tempore destruatur.

Vidimus superius Vim æqualem esse actioni qua communicatur (298.) ex his autem patet etiam æqualem esse Vim actioni qua consumitur; Unde deducimus, *eadem actione gradum queracunque Velocitatis tolli qua communicari potest*. Äequali actioni qua corpori quod novem habet gradus velocitatis decimus superadditur, si decem haberet ad novem reducetur.

Ex quibus sequitur *Corpus difficilis accelerari quam retardari*. Si corpus decem habeat gradus velocitatis, facilius tollitur decimus quam communicatur undecimus (295. 313.).

Actio Pressionis est indeterminata, & manente intensitate sequitur rationem temporis per quod egit. *Vis autem corpori insita, datis ipsius Massâ, & velocitate, determinata est, & determinatum tantum edere potest effectum*, quod breviori aut longiori præstatur tempore; pro majori aut minori, quam patitur, resistentia (312.).

Quando corpus cavitatem formando in corpore 316.

- pore molli*, cujus partes similes sunt & æquales
 liter cohærent, motum amittit, superat Pressionem qua partes inter se cohærent, & resistentiâ, quam hanc superando pressionem patitur corpus motum, Vis hujus minuitur, & tandem in totum destruitur; effectus ergo Vis in hoc casu, dum corpus amittit motum, est separatio partium corporis mollis dum juxta se invicem hæc moventur, qui effectus proportionem sequitur numeri particularum motarum, & spatii ab his in motu juxta se invicem percursi, & sive hoc lentius sive celerius fiat, cohaesio superanda eadem est, unde evidentissimum est, *Vires esse æquales quæ formando in eodem corpore molli cavitates æquales, & similares, consumuntur.*
317. Tales poterunt Corpora formare cavitates si quadrata Velocitatum fuerint inversè ut Massæ (305.). (*Exp.*)
318. Ita hoc eodem casu si infleßendo partes corporum elasticas Vires corpora amittant, & Elasteria fuerint similia & æqualia, inflexiones erunt æquales (312.). (*Exp.*)
319. Dum cavitâs formatur singula augmenta minora sunt inter se ut numeri particularum quæ cedunt, & ut spatia per quæ inter alias moventur, id est, augmenta hæc sunt ut vires quas corpus hæc augmenta formando amittit (316.): ideoque augmentorum summa, id est *integra cavitas*, sequitur proportionem summæ virium amissarum, id est, *Vis amissæ in formatione integræ cavitatis.*

Cum universalissima sit hæc demonstratio,
 321. sequitur, *cavitates quæ in corpore molli uniformi,*

mi, (id est, cujus partes similes sunt inter se & æqualiter cohærent, de tali enim in his agitur), a corporibus formantur, quæ Vires integras his actionibus consumunt, esse inter se in ratione composita Massarum corporum, & quadratorum velocitatum, quamcunque cavitates figuram habeant. (Exp.)

Hanc autem habebunt rationem inter se, numeri 322. cavitatum a diversis corporibus formatarum, si corpora varias forment cavitates æquales inter se. (Exp.)

Experimenta quæ ultimum memoratas confirmant propositiones, etiam quæ de tempore antea dicta sunt (312.) illustrant; sed & hæc clarius sub oculos ponuntur, si idem corpus bis eadem velocitate motum, in idem corpus molle incurrens, Vim amittat, diversas formando cavitates; longiori enim tempore efficitur illa, quæ magis profunda est, quia de eadem velocitate agitur, ambæ tamen sunt inter se æquales. (Exp.)

Circa tempora, quibus cavitates diversæ in eodem uniformi corpore molli impactu corporum duriorum formantur, in genere hæc duo indicabo.

Quando cavitates sunt similes utcunque inæquales, Cubos temporum sequi rationem directam Massarum inversam velocitatum corporum quibus formantur.

Si varia corpora terminentur figurâ formatâ revolutione ejusdem Parabolæ circa axem, & corpora hæc duriora incurvant in idem uniforme corpus molle, superficie plana terminatum, dum ipsa juxta axeos Parabolæ directio-

nem

nem feruntur, temporum quadrata, quibus Corpora cavitates formando amittunt vires, sunt ut ipsorum Massæ; id circa idem corpus quacunque velocitate feratur, positis memoratis circumstantiis, æquali tempore motum amittit.

C A P U T X X.

De Collisione Corporum.

DEFINITIO 1.

326. Celeritas, qua duo corpora ad se mutuo accedunt, aut separantur, vocatur celeritas respectiva.

327. Quando corpora ambo ad eandem partem tendunt, ad se invicem accedunt, aut separantur, velocitate, quæ æqualis est differentiæ velocitatum absolutarum. Velocitas autem respectiva est summa velocitatum absolutarum, si motuum directiones sint contrariæ.

DEFINITIO 2.

329. Impactio duorum corporum aicitur directa, junctis hisce tribus conditionibus, si directio motus, aut motum, quando ambo moventur, transeat per singulorum gravitatis centra; si hæc eadem linea, quæ per ambo centra gravitatis transit, fecet partes superficierum quæ in se mutuo incurruunt; tandem si hæc superficies, quæ in se mutuo incurruunt ad lineam, quæ per centra gravitatis transit, sint perpendicularares.

DEFINITIO 3.

330. In omni alio casu ictus dicitur obliquus.

Quan-

*Quando corpus motum in aliud incurrit, in 331.
hoc agit, actioque rationem sequitur resisten-
tiae quam patitur (311.) ; & quantum agit tan-
tum ex vi insitâ amittit (312.).*

Non hic agam de corporibus perfectè du- 332.
ris, talia nulla novimus ; si autem darentur,
in collisione confringerentur, ut ex horum
definitione (33), & numero sequenti 334.
facile deducitur.

*Omnia corpora nobis nota constant ex par- 333.
tibus inter se cohærentibus, vi cuius effe-
ctum novimus, & cuius causa nos latet (38.):
Sed verâ Pressione partes inter se cohærere,
cuicunque causæ hanc tribuamus, in dubium
nemo vocabit.*

Nulla datur pressio, quæ minimâ insitâ vi
superari non potest (290.); ergo nulla datur 334.
*corporum collisio sine quadam partium introces-
sione,*

De collisione corporum in genere hoc ca-
pite agam ; explicandum ideo quid obtineat in
corporibus non elasticis ; nam & hoc ipsum in 335.
elasticis locum habet, in momento in quo corpo-
ra concurrunt, antequam partes intropressæ ad
pristinam figuram redeant.

Hac figuræ instauratione corpora elastica se- 336.
se mutuo repellunt ; idcirco post ictum sepa-
rantur Nulla autem talis datur actio si omni 337.
elastico destituantur ; ergo post impactum direc-
tum non separantur ; nam in impactione hac,
directio mutari non potest, & ideo in eâdem
lineâ ambo motum continuant, in qua ante
ictum movebantur, & in qua a se invicem non
repelluntur.

Dum partes corporum intropremuntur destruitur vis (309.) quæ pressionem qua cohærent (333.) superat; Ergo *corpus in aliud incurere non potest, aut duo in se mutuo, sine diminutione summæ Virium* (334.); si nempe corporum detur collisio.

In corporibus elasticis partes ictæ ad pristinam redeunt figuram, & redeuntes premunt in corpus, cuius actione introcessere, hac pressione nova generatur vis, sed de hac nondum agimus, in ipsis corporibus elasticis datur, ante figuram instauratam, diminutio virium, de qua hic agimus.

340. Non tamen in omni motu corpori impresso partium datur introcessio, quando enim *corpus*, non ictu aliis corporis, sed *Pressione* movetur, si hæc minor sit illa qua partes cohærent, sine partium introcessione corpori motus communicatur.

341. Nulla in corporum mutua actione Vis destruitur, præter illum, qua partes intro premuntur. Quod in duobus casibus, ad quos omnes referri possunt, demonstrabimus.

342. Ponamus primo corpora ad eandem partem tendere, antecedens necessario tardius alio movetur, & ictu acceleratur, consequens vero quia in aliud agit ex vi sua amittit. Effectus vis amissæ est augmentum vis in antecedente, & introcessio partium, & effectus hic valet vim amissam à consequente (331.). Sed illa, quam acquisivit antecedens, non est vis destruta, ergo sola hæc destruitur, qua partes introcedunt.

343. Secundo, tendant corpora in partes con-

trarias. Corpus quod incurrit in obstaculum molle & fixum, totam intropremendo partes vim amittit; nullum enim aliud edit effectum: & totam intropremendo partes amittit vim; quia obstaculum satis resistit.

Non minor est resistentia quando obstaculum non est fixum, sed ipsum motu contrario ad corpus accedit; quare corpus in hoc casu non minorem intropremendo partes exerit effectum, totamque etiam vim hac actione consumit.

Duobus autem datis corporibus, in contrarias partes lati, utrumque est obstaculum respectu aliis, & utrumque intropremendo partes vim consumit. Si vero unum ante aliud totum amittat motum; eo momento in casum jam examinatum incidimus, & universalis est demonstratio.

Paradoxam autem hanc propositionem, *Vim nunquam immediate Vim destruere*, experientis extra dubium ponimus. (Exp.)

Motu duobus corporibus communi corpora haec in se mutuo agere non possunt, pendet ergo ictus a velocitate respectivâ, qua manente, intensitas impactionis eadem erit, quomodo cunque celeritates absolutæ varient; ab intensitate hac pendet partium introcessio, quæ ergo semper eadem erit, si duo corpora eadem velocitate respectivâ in se mutuo incurvant, quibuscunque velocitatibus moveantur. (Exp.)

Vires æquales consumuntur in formandis cavitatibus æqualibus (320.); nulla Vis perit nisi quæ in cavitatibus formandis consumitur (341); ergo quomodo cunque duo corpora mo-

veantur, si eadem fuerit velocitas respectiva, eadem vis iectu destructa erit (346.). (Exp.) Hanc idcirco determinabimus in omni concursu duorum corporum, manente velocitate respectivâ, si hoc fiat in uno casu.

348. Si corpora duo, sive æqualia, sive utcunque inæqualia in contrarias partes lata, in se mutuo incurvant, potest, datâ velocitate respectivâ, ita componi horum motus, ut quod libuerit alium post iustum secum ferat, unde sequitur, casum dari, in quo post iustum quietescunt.

In hoc casu summa Virium absolutarum vallet Vim in omni casu, positâ eadem velocitate respectivâ, destruetam (347.). In hoc eodem casu summa hæc est, servatâ velocitate respectivâ omnium minima: si enim summa minor daretur, minor Vis iectu periret, quod impossibile (347.).

349. Sumimam autem hanc esse omnium minimam, si positis directionibus contrariis, celeritates fuerint inversè ut massæ, & in hoc casu solo esse minimam, in scholiis Elem. demonstramus.

- Quod etiam ex sequenti demonstratione sequitur, qua constat in eo solo casu corpora in contrarias partes lata, & in se mutuo incurrentia, post iustum quiescere, si velocitates fuerint inversè ut massæ (Exp.).

Concipiamus corpora duo in contrarias partes lata & in se mutuo direcťe incurrentia; consumunt vires intropremendo partes, dum aut plana fiunt, aut unum in aliud penetrat ita, ut post primum contactum quodam

dam spatum corpora percurrent; partibus lateraliter interea recendentibus.

Non per totum hocce spatium cohæsio superanda æquabilis est, sed si spatium hoc in spatiola minima divisum concipiamus, in singulis resistentia superanda, per totum spatiolum pro æquabili haberi poterit, & unumquodque corpus, particulas lateraliter inter vicinas movendo ex resistentia hac superabit pro ratione partis spatioli ab ipso percursæ: duo autem corpora in contrarias partes lata simul quidem integrum percurrunt spatiolum, sed hujus partes a singulis percursæ sunt ut velocitates (58.), in qua eadem ratione sunt cohaesione resistentiæ superatæ, quæ sunt ut corporum actiones (175.), aut ut Vires amissæ (312.).

Idecirco in omni collisione duorum corporum, 351. motibus contrariis in se invicem incurrentium, decrementa Virium, in singulis momentis infinite exiguis, sunt ut velocitates corporum in his ipsis momentis.

Quæ regula locum habet donec unum e corporibus integrum vim amiserit; quod ab alio tunc repellitur & vim novam acquirit. Si autem eodem tempore vires ambo amittant eodem momento quiescunt, & est hicce casus quem examinare debemus.

Ponamus duo corpora, in contrarias partes lata, & in se mutuo incurrentia velocitatibus quæ sunt inverse ut Massæ; Vires erunt etiam inversè ut Massæ, id est, ut velocitates (306.).

In primo momento postquam sese mutuo
G 3 su-

superficies tetigere, Virium decrementa, quæ sunt ut velocitates (351.), sunt ut ipsæ Vires; & vires superstites ut vires primæ (19. El. v.), id est, inverse ut Massæ; in qua eadem ratione sunt velocitates superstites (306.).

Potest idem ratiocinium ad secundum, & sequentia momenta, applicari; & in singulis Virium decrementa sunt ut ipsæ Vires, quæ ergo eodem tempore consumuntur, quare eodem momento corpora quiescunt, quod in hoc solo casu obtineri, in quo velocitates oppositæ sunt ut Vires eadem evincit demonstratio.

Constat ergo corpora inæqualia in contrarias partes lata non quiescere concursu mutuo, nisi Vires habeant inæquales; circa quam Virium inæqualitatem experimenta notatū digna institui possunt. (Exp.)

Si dato casu in quo corpora post ictum quiescunt Vis minor augeatur, ita tamen ut Vim 353. alterius corporis nondum æquet, *corpus*, cuius Vis minor erit, *corpus* majori Vim motum regredi coget. Experimenta etiam si necesse sit, evincent Vim corporis Vici, alterius Vim superare. (Exp.)

Corpus celerius motum, quamvis majori Vi præditum, breviori tempore introprenendo partes Vim consumit, & ab alio, quod Vim superstitem habet, repellitur.

354. *Quando duo corpora in se mutuo incurruunt, duæ dantur actiones, & duæ reactiones, utraque actio sua reactioni æqualis est.* Ut corpora quiescant post ictum, requiritur ut utrumque corpus patiatur resistentiam talem, qua data agendo possit

possit vim suam consumere , quod ubi corpora sunt inæqualia , nisi Vires sint inæquales contingere non potest.

Ex demonstratis deducimus , datis corporibus , & horum velocitate respectiva , *Vim iictu destructam determinari* , determinatā 355. summā Virium , positis , eādem velocitate respectivā , motibus contrariis , & velocitatibus in ratione inversa massarum (347. 350.). Hanc autem summā dari in scholiis Elem. demonstramus , *Si productum massarum per quadratum velocitatis respectivæ multiplicetur , & per summam massarum dividatur.* (Exp.)

Ex demonstratis de corporibus post iictum quiescentibus , deducimus regulas , quibus in omni casu corporum velocitates post iictum determinantur.

Moveantur corpora , aut eandem partem versus (fig. 11.) aut in partes contrarias (fig. 12.) TAB. & fint massæ ut A B & B C ; sit hujus velocitas B E ; illius B N : velocitas respectiva erit EN (327. 328.). Dividatur hæc in I ita , ut IN sit ad IE , ut BC ad BA , & erit BI velocitas , qua ambo corpora post iictum feruntur ; id est *mutationes in velocitatibus sunt in ratione inversa massarum* , BC acquirit EI dum A B amittit NI . Si enim concipiamus navem translatam velocitate BI , & in hac moveatur corpus B C velocitate I E a prora ad puppim , habet velocitatem absolutam B E ; & corpus A B feratur a puppi ad proram velocitate I N , habebit hoc velocitatem absolutam BN ; hæc corpora , cum in nave ferantur

tur directionibus contrariis, & velocitatibus, quæ sunt inversè ut massæ, post ictum, in nave quiescent (350.), id est eadem cum nave velocitate translata erunt.

Determinatur BI regulâ faciliter, quam ut detegamus, sint rectangula BM, BF producta massarum per suas celeritates, & absolvantur parallelogramma AO & CD; ductâ DO, secat hæc BN in I; nam triangula DIE & INO sunt similia, & IN ad IE, ut NO, aut BC, ad DE, aut AB. Per I ducatur HL, parallela ad AB, & complementa IM, IF, erunt æqualia (43. El. I.).

357. ergo corporibus tendentiōis ad eandem partem,
fig. 11. si ex summa productorum BM, & BF, massarum per suas velocitates subtrahamus MI, & ejus loco substituamus IF, prædicta summa æqualis erit rectangulo AL, quod si dividatur per AC, summam massarum, quotiens divisionis dabit AH, aut BI, velocitatem corporibus communem post ictum (Exp.)

358. Si corpora tendant in partes contrarias, &
TAB. IV. ex producto majori BM subtrahamus MI,
fig. 12. & substituamus IF, habemus BM æquale gnomoni AHLFEB; ex quo si subtrahamus productum BF, habemus HC differentiam productorum massarum per suas velocitates; si autem hanc dividamus per summam massarum AC, quotiens erit velocitas quæsita BI, quæ dirigitur ad eandem partem cum BN: id est ambo corpora, velocitate detectâ, feruntur eandem partem versus cum corpore, cuius productum massæ per velocitatem aliis productum simile excedit. (Exp.)

Sic corpus unum quiescat, ex utraque regula sequitur corporis moti productum velocitatis per massam dividere debere per massarum summam. (Exp.)

In hisce demonstrationibus velocitates consideravimus respectivas, & conclusiones ad velocitates absolutas applicavimus, etiam in n. 347. ad vim in collisione destructam determinandam actionem tantum consideravimus respectivam. Ratiocinia hæc procedunt quia mutari non potest velocitas respectiva, quin eadem in velocitatibus absolutis detur mutatione, has ambas nempe considerando. Etiam vis quæ consumitur intropremendo partes est diminutio vis absolutæ, quamvis ab actione respectiva pendeat, & sequatur hujus actionis rationem.

In cæteris *actio respectiva ab absoluta distincta* 360. guenda est, nam eadem mutatione respectiva dat Virium mutationes diversas pro diversis Viribus absolutis ante concursum, quod & rationi & experientiæ est consentaneum. (Exp.)

Corpus in motu alii corpori sine impactione 361. *motum communicare potest, in hoc tantum pressione agendo; in quo casu si pressio qua partes cohærent inter se superet pressionem corporum mutuam nulla datur partium introcessio, & nulla Vis destruēta* (341.): ideoque summa virium ante & post actionem eadem est.

Ut autem demonstremus quomodo corpora TAB. IV. figura mota, pressione in alia, his sine impactione motum communicare possint, concipiendum est corpus Q, quod formatur revolutione figuræ abcd (quæ semicirculo &

duobus quadrantibus terminatur) circa axem
ac.

Quiescat hoc, quamvis demonstratio etiam corpori moto applicari possit; concipiamus ulterius duo corpora P, P; duo concipimus ut actio in corpus Q sit directa; moveantur hæc, velocitatibus æqualibus, directionibus parallelis inter se, & axi corporis Q, moveantur etiam ita, ut, ubi ad Q perveniunt, corporis Q superficies tangat corpora P, P, in punctis in quibus hæc ipsa superficies parallela est ipsi directioni motus; Corpora ergo P, P, in corpus Q nullam exerunt actionem, ubi ad hoc perveniunt. Dum motum continuant juxta superficies excavatas ad, ab, in corpus Q premunt, quod cum non retineatur cedit (285.), &, dum Pressio continuatur, acceleratur Q: donec corpora P, P, hoc deserant, quod semper fiet ubi corpora P, P, ad puncta b & d perveniunt.

Hæc Pressio nullum exserit effectum præter motum quem corpori Q communicat; ideoque corpora P, P, ex viribus tantum amittunt, quantum acquirit corpus Q (311.). In hisce attritum seponimus, qui sine quadam partium introcessione dari non potest; ideoque sine Virium destructione. In scholiis autem Elem. ipsos motus post concursum determinamus.

362. Si corpus ut P simili actione premat in ob-
TAB. IV. staculum, quod hac Pressione non movetur,
fig. 14. & cujus partes satis arctè cohæreant, ut huic actioni non cedant, corporis velocitas non mutabitur; in hoc casu corporis Pressio in ob-
sta.

staculum resistentiâ obstaculi , quidem destruitur , sed cum nulla detur partium introcessio , neque vis communicata , non minuitur Vis corporis P ; sic corpus , quod super plano inclinato descendit , eodem modo acceleratur ac corpus quod libere cadit , si ad eandem profunditatem ambo descendant (203.) ; licet illud in planum premat . In hisce occasionibus illud , quod obstaculum in loco retinet , corporis actionem destruit & corpori Vim communicat æqualem illi quam actione sua corpus amittit , quare ipsa corporis Vis non mutatur , quantum ad quantitatem ; in se autem si consideretur revera mutatur , dum directio variatur , motus enim juxtâ certam directionem non est motus juxta aliam directionem . Dum corpus P curvam percurrit , in singulis punctis exiguae partem suæ Vis amittit , æqualemque juxta aliam directionem acquirit ; ubi autem , continua inflectione , mutata directio cum prima angulum rectum efficit , nil corporis motus cum primo motu commune habet , totamque amisit & novam priori æqualem acquisivit Vim .

Ex his sequitur *Corporis Vim ideoque velocitatem non minui , sine obstaculo , aut partium hoc componentium translatione , ex corporis actione oriunda .* 363.

C A P U T X X I.

De Congressu Corporum Elasticorum.

Corpora elastica, post ictum, ut jam notavimus, separantur (336.), sed Vi diversa in circumstantiis similibus; nám in variis corporibus Elasticitas differt.

DEFINITIO.

364. *Elasticitas dicitur perfecta, quando partes ictæ ad pristinum situm redeunt, Vi æquali illi, cum qua fuere ictæ.*

De perfecta agimus elasticitate, licet nulla corpora tali elasticitate prædicta nobis nota sint; regulæ enim generales nisi quoad perfectam elasticitatem tradi non possunt; quo magis ad hanc corpora accedunt, eo magis exacte motus horum cum regulis congruunt.

- Nulla Vis in collisione corporum perit, nisi quæ intropremendo partes consumitur (341.); ideo si corpora sint elastica tota impenditur in inflexione partium elasticarum, sed æquali vi ad pristinam figuram hæ redeunt; ergo Vis destruxa iterum instauratur; & summa Virium corporibus insitorum post ictum æqualis est summa Virium ante ictum; quæ demonstratio universalis maximè est, & collisionibus quibuscunque applicari potest.

366. Hinc sequitur *Corpus elasticum in obicem firmum elasticum impingens, eâdem celeritate redire qua accessit. Si directio perpendicularis fit ad obicem etiam in eâdem lineâ redibit, cum non*

non magis unam quam aliam partem versus possit defletri.

In reliquis de directa impactione tantum in hoc capite ago.

Elasterium flexum, possum inter duo cor- 367.
pora quiescentia, dum sese expandit ambo mo-
vet corpora; si Pressio qua partes corporis co-
haerent, superet Pressiones quas Elasterium in
corpus hoc exerit, tota Elasterii actio, cum
nulla detur partium introcessio, in movendis
corporibus consumitur, & summa Virium cor-
poribus communicatarum valet Vim qua Elaste-
rium fuit flexum. Sed dum Elasterium haec
movet corpora duas exerit actiones, quarum
unaquaque æqualis est reactioni quam patitur
(175.) id est, utraque actio æqualis est resi-
stantiæ quam ad partem oppositam patitur.
Resistantiæ haec sunt ut quantitates materiae in
corporibus (13.) ergo actiones in eadem ra- 368.
tione ad partes oppositas; id est, sunt in ra-
tione inversa corporum motorum, in qua eadem
ratione sunt velocitates corporibus communicatae
(306.).

Casus hic exstat, si duo corpora elastica in se 369.
mutuo incurvant velocitatibus quæ sunt inversè
ut massæ; nam positis his non elasticis, post
ictum quiescunt; ergo in ipso momento con-
cursus, ante figuram instauratam, datur Elas-
terium flexum inter duo corpora quiescen-
tia. Separantur ideo haec velocitatibus quæ
sunt inversè ut massæ (368.), id est, veloci-
tates post ictum in eadem sunt ratione in qua
ante ictum erant; unde sequitur corpus utrum-
que redire eadem velocitate quam ante ictum
ha-

habuit, nam si minuatur in uno, non servabitur ratio nisi & in altero minuatur, quare summa Virium minor erit, quod impossibile (365.), demonstratio eadem est si quis unius corporis auctam velocitatem dicat. (*Exp.*)

Quæ de Elasterio, inter corpora quiescentia sese expandente, demonstrata sunt, ad Elasterium inter corpora, eādem cum his velocitate translatum, & respectu corporum quiete scens, referri debent; si ergo in nave duo corpora elastica velocitatibus, quæ sunt inverse ut massæ, in se mutuo impingant, velocitatibus iisdem in nave redibunt.

371. Positis quæ in n. 356. dicta sunt, in nave, TAB. IV. quæ velocitate BI fertur, corpora non elas-

fig. 11.12. stica post ictum quiescunt, & mutationes in velocitatibus sunt inversè ut massæ, destruetis velocitatibus quibus in nave ad se invicem accessere; si fuerint elastica, in nave a se mutuo recedunt iisdem hisce velocitatibus quibus in nave ad se mutuo accessere (370.), id est secunda in velocitatibus datur mutatio æqualis primæ, quare utrumque corpus duplam

372. patitur in velocitate mutationem, & velocitas respectiva post ictum æqualis est velocitati respectivæ ante ictum. In fig. 11. corpus motum velocitate BN, in nave ante ictum habebat velocitatem IN, hanc amisit, & huic æqualem in contrariam partem acquisivit IG, habet ideo velocitatem BG. Corpus aliud cuius velocitas erat BE in nave ante ictum redibat, id est, lentius ipsa nave movebatur quantitate IE post ictum æquali velocitate in contrariam partem id est celerius ipsâ nave fertur, velo-

velocitasque est BP, positis IE & IP æqualibus.

Eodem modo in fig. 12. Corpus quod habebat velocitatem BN, amisit velocitatem IN, quam in nave habebat, & velocitate, huic æquali, IG nunc in nave redit, id est velocitate BG post ictum fertur; corpus aliud cuius velocitas erat BE, in nave redibat velocitate IE, nunc mutato motu velocitate huic æquali IP in nave a puppi ad proram fertur, & ipsius velocitas absoluta est BP.

Ex hisce deducimus regulas duas quibus corporum elasticorum velocitates post ictum determinamus.

REGULA I.

Si corporis velocitas, positis corporibus non elasticis in se mutuo impingentibus, ictu augeatur, augmentum duplicatum priori velocitati est addendum, ut celeritas post impactum determinetur, si corpora fuerint elastica. (Exp.)

REGULA II.

Duobus corporibus non elasticis in se mutuo impingentibus, si corpus ex velocitate amittat, pars amissa duplicanda est, quando elastica sunt corpora; & a priori velocitate subtrahenda, ad determinandam celeritatem post percussionem. (Exp.)

Circa secundam regulam observandum, corpus quod redit, non modo primam quam habuit amisisse velocitatem, sed & pro velocitate amissa habendam esse illam quam in contrariam partem acquisivit: quare in hoc casu ambarum summa duplicanda est & ex priori velocitate subducenda. Quando autem ex mi-

minori velocitate major subducitur, excessus in contrariam partem sumendus est. (Exp.)

376. Ex hisce regulis deducimus corpora æqualia elasticæ permutatis velocitatibus, motum continuare, si eandem plagam versus ferantur (Exp.), & permutatis velocitatibus singula redire, si directiones fuerint contraria. (Exp.)

377. Si corpus in corpus æquale quiescens incurrat, & permutent corpora velocitates, motum corpus post ictum quiescit & alterum cum prioris velocitate movetur. (Exp.).

378. In corporibus elasticis subita admodum est elateris actio: (Exp.) Ideo si varia corpora elasticæ sint contigua, & ultimum percutiatur, omnia sequentia agitantur quasi essent separata, id est sola actione vicini corporis movetur corpus quocumque, & in vicinum tantum agit, partibus elasticis redeuntibus antequam actio sequenti corpori communicari possit. (Exp.)

C A P U T XXII.

De Motu composito.

TAB. IV. Vidimus quomodo corporis motus mutetur
fig. 15.16. actione novâ in hoc agente (173.174). Quæ

17. directiones & velocitates in hisce casibus spe-
ctant examinavimus: de Viribus nunc agendum.

Si corpus moveatur per A D, celeritate, quam hac lineâ designamus, & Vis nova hoc pellat per A E, celeritate, quam hac linea,
de-

designamus, corpus, duabus celeritatibus latum, movetur per AB (174). Non tamen 379. in singulis hisce casibus impressione æquali æqualis communicatur velocitas lateralis; ponimus AB & AE in tribus figuris respectivè æquales. In fig. 16. motus secundus, pro parte cum motu primo conspirat, ita ut in hoc motu contineatur acceleratio motus per AD. Eodem modo retardatio velocitatis per AD continetur in motu per AE in fig. 17. Idcirco impressiones, quibus corpora per AE pelluntur, ut velocitatem hac lineâ designatam corporibus singulis communicent, non sunt æquales inter se (314.), neque impressioni, qua corpori quiescenti hæc posset communicari velocitas (295.).

In solo casu fig. 15., in quo angulus EAD 380.
TAB. IV.
fig. 15.
est rectus, motus lateralis neque conspirat neque contrarie agit cum motu per AD, & impressio, qua corpus movetur, in corpus agit quasi quiesceret; idcirco in hoc casu vis corpori communicata proportionalis est quadrato suæ velocitatis (300.), & cum impressio non possit vim per AE minuere, corporis vis integra proportionalis est ambobus quadratis linearum AD & AE, quod congruit cum demonstratis: nam fertur corpus celeritate AB (174.), cuius quadratum valet memorata duo quadrata (47. El. 1.).

Ex his virium mensura, si hæc ignota es-
set, detegi posset. Corpori, quod habet vim
quærespondet celeritati AD, communicatur
vis quæ velocitati AE respondet, quæ cum
corpori communicetur quasi quiesceret, vim

primam mutare non potest; valet ideo corporis vis integra summam harum virium, dum ipsius velocitas est AB ; ergo vis quæ huic respondet velocitati, memoratæ summae æqualis est. Quod fieri non poterit in omni casu nisi quadratis velocitatis vires proportionales sint (47. El. I.).

Deducimus ex his non interesse neque respectu impressionum, quibus corpus agitatur, neque respectu virium, neque velocitatum, utrum corpus per AB feratur celeritate AB , an per AD & AE celeritatibus hisce lineis proportionalibus, quæ inter se angulum resp. 382. continent. Quare motus per AB , juxta directionem ut AD , nil continet præter motum velocitate AD .

383. Deducimus etiam motum corporis resolvi posse in duos alios innumeris modis, quod fiet, si linea, in directione motus dati posita, & longitudine celeritatem designans, sit hypotenusa trianguli rectanguli; nam hujus reliqua duo latera situ motuum questorum directiones dabunt, & longitudinibus suis respective velocitates horum expriment: eruntque vires juxta has directiones quadratis velocitatum proportionales.

384. Ut nunc determinemus, qua vi corpus per TAB. IV. AE fit agitandum, ut ei communicetur cefig. 16. leritas AE , in casu in quo motus hic cum primo motu pro parte conspirat; motum per AE in duos resolvo (174.) per Af & Ag , angulum rectum continentem, & duco Bb parallelam ad Af . Per Af tantum corpori vis communicanda est, qua corpus si quiesceret

hac

hac celeritate posset ferri, & quæ proportionalis est quadrato Af (380. 300.) ; per Ag autem vis communicanda est , qua celeritas AD quantitate Ag augeatur , id est fiat Ab , quæ vis proportionalis est differentiæ quadratorum Ab , AD (300.). Hæ vires simul communicandæ erunt juxta AE ut corpus hac celeritate possit ferri ; & vis integra corporis proportionalis est quadrato lineaæ AD , differentiæ quadratorum linearum Ab & AD , & quadrato Af ; primis duabus ex hisce tribus quantitatibus in unam summam collectis , habemus quadratum lineaæ Ab , cui si addatur quadratum lineaæ Af , aut hB , habemus quadratum lineaæ AB ; cui proportionalem esse vim corpori insitam ex ante demonstratis sequitur (300.), cum constet corpus celeritate AB ferri (174.).

Si motum per AE eodem modo in duos 385.
resolvamus per Af & Ag (174.), motu hoc TAB. IV
secundo retardatur motus per AD ; unde se- fig. 17.
quitur , ut corpus per AE , celeritate hac linea designatâ feratur , illi communicandam esse vim , quæ proportionalis sit quadrato Af , & impressionem , qua agitatur , ulterius tan- tum valere debere , ut quantitate Ag possit minuere velocitatem AD . In hoc casu cor-
pus juxta directionem AD tantum supersti-
tem habebit vim proportionalem quadrato Ab
(300.), cui si addatur vis proportionalis qua-
drato Af (380.), habemus vim proportiona-
lem quadrato AB ; quod iterum cum ante de-
monstratis congruit (174. 300.).

Propositionem hanc , vim sequi propria- 386.

nem quadrati velocitatis, non posse referri ad illam cum qua alia in eadem linea agit, facile ex ante demonstratis sequitur, hac de causa ubi vim in duas resolvimus, hæ quadratis velocitatum proportionales non erunt, nisi ambarum directiones angulum rectum continent ne aliter pro parte conspirent aut contrarie agant (380.). Ex quibus deducimus vim resolutam non iterum posse resolvi.

TAB. IV. motus per A B resolvitur in duos motus ejusdem

fig. 15. corporis per A D & A E, & vires quadratis velocitatum sunt proportionales; sed si motus per A E iterum in duos per A F & A G angulum rectum continentates separetur, non erunt hæ ultimæ quadratis velocitatum proportionales, & non poterit hic applicari n. 383. in quo agitur de viribus, quæ non modo inter se non conspirant, neque contrarie agunt, sed quæ cum tertiam nil commune habent. Hic autem ipse motus corporis per A B in tres motus resolvitur per A D, A F & A G, in quibus A F & A D pro parte conspirant, A D & A G partim contrarie agunt; & resolutio quæ ad velocitates potest applicari, cum demonstratio n. 174. eadem sit, siue motus in resolutione conspirent, siue contrarie agant, ad vires non posse referri ex ante demonstratis clarum est (293. 314.).

387. In n. 384. 385. motum per A B composi-
TAB. IV. tum habemus ex duobus, quorum unum in
fig. 16. 17. alios resolvimus, sed ita, ut post resolutionem omnes motus darentur in duabus lineis, angulum rectum continentibus: quare motus in singulis lineis, separatim considerari potuer-

re,

re, quod nunquam fieri potest ubi motus vari in pluribus quam duabus lineis dantur, tunc enim quidam necessario motus pro parte conspirant, aut contrarie agunt; de his nihil demonstravimus, ex eadem tamen theoria vi-
trium deduci possunt.

CAPUT XXIII.

De Percussione obliqua & composita.

DEFINITIO 1.

Angulus incidentie vocatur angulus quem directio motus corporis, ad aliud accendentis, efficit cum perpendiculari ad superficiem hujus in puncto, in quo percutitur.

DEFINITIO 2.

Angulus reflexionis est angulus, quem cum eadem perpendiculari efficit directio motus corporis post percussionem.

Si Corpus elasticum P in obicem firmum elasticum FG incurrat, oblique juxta directio-
nem Pa, redibit per ap ita, ut angulus inci-
dentiæ PaB, æqualis sit angulo reflexionis
Bap. Motus per Pa, quam longitudine ce-
leritatem corporis designare ponimus, potest
resolvi in duos, quorum unius directio paral-
lela sit lineaæ Ba, alterius huic perpendiculara-
ris; & corpus in obicem incurret in a, quasi
celeritatibus Ca, Ba, & juxta hasce directio-
nes, ad hoc accederet (383.). Motus per Ca
ictu non mutatur & celeritate aE corpus mo-
tum continuat positis Ca, aE æqualibus;

motu per B_a directe in obstaculum incurrit, & per eandem lineam ea celeritate, qua accessit, redit (366.), id est per aB ; hisce autem duobus motibus latum corpus redit per ap , diagonalem rectanguli lineis aE , aB formati (174.). Triangula autem BP_a & B_aP sunt æqualia & similia, unde constat propositum.

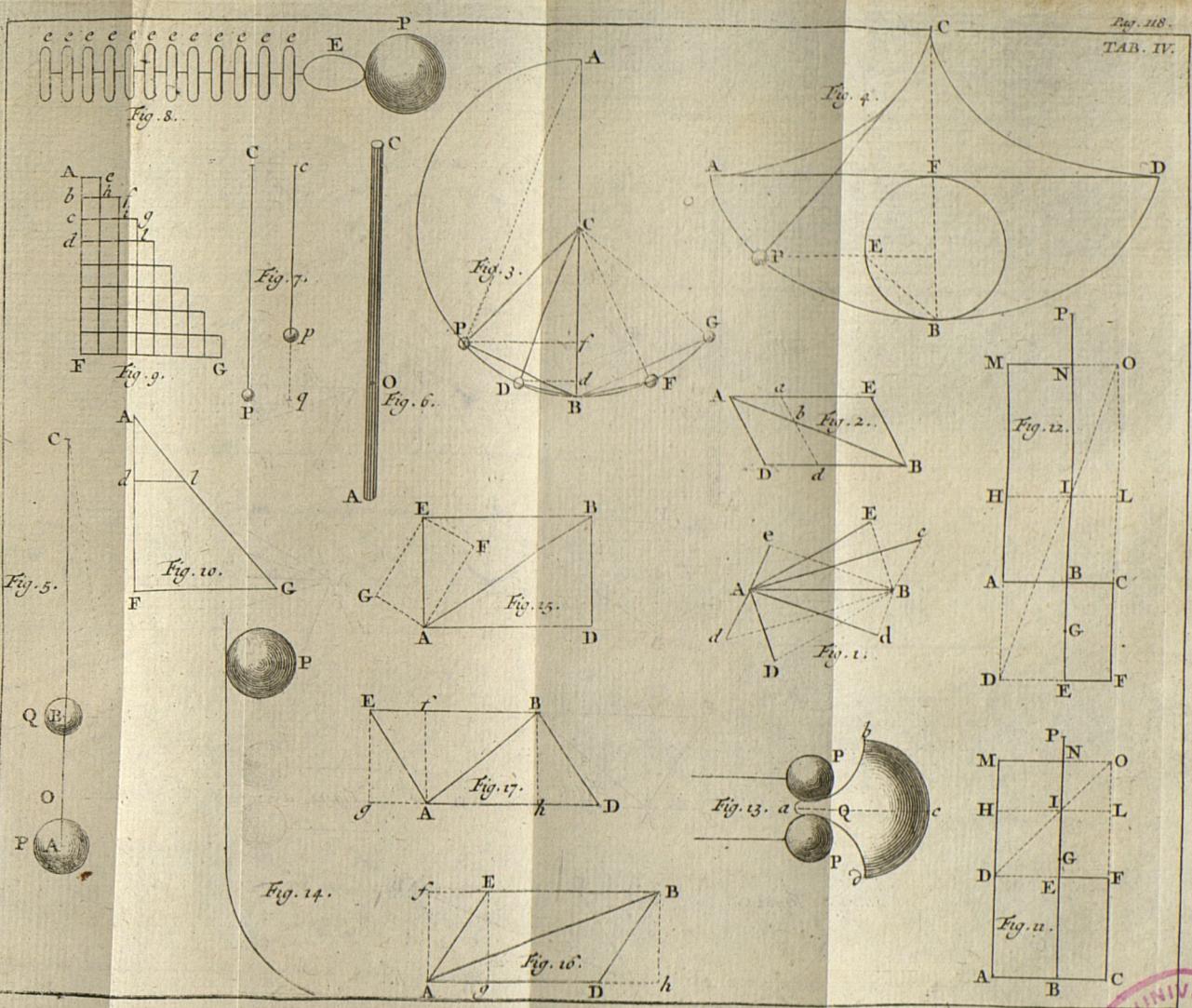
Ex eadem motus resolutione in duos alios determinatur motus corporum oblique in se mutuo incurrentium.

TAB. V. Corpus Q quiescit, corpus P, directione

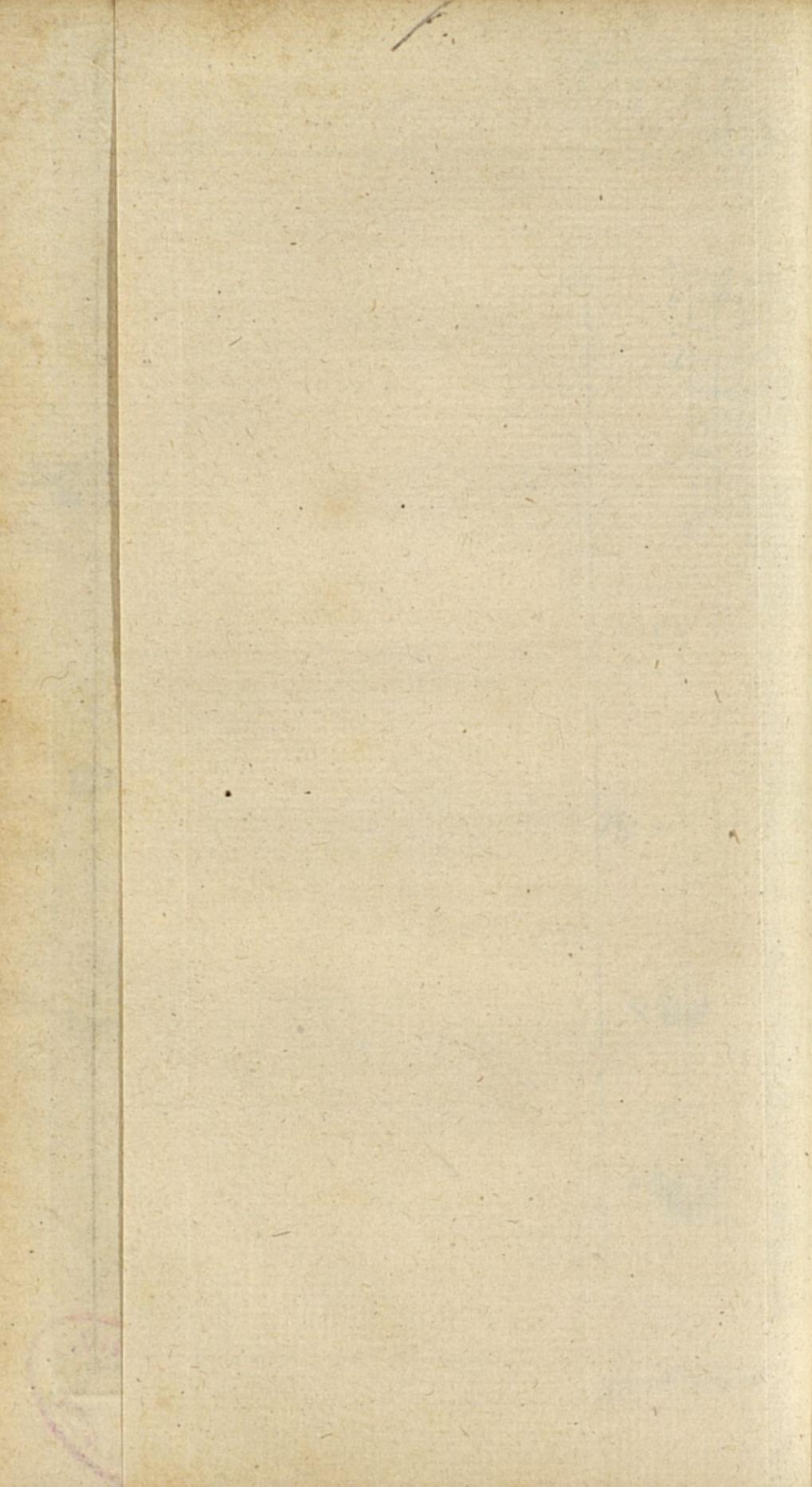
fig. 2. & celeritate PA , in illud impingitur. Per centra amborum corporum, cum P ad A pervenerit, ducatur linea DB , & ad illam perpendicularis PB , & absolvatur parallelogrammum $ABPC$; motus per PA resolutur in duos alios per PB & PC , aut BA , CA (383.); motus per CA corpus P non agit in corpus Q; actio ergo oritur ex solo

391. motu per BA , id est, corpus P, *impactione obliqua per PA celeritate PA, in corpus Q agit, eodem modo ac si directe in illud impingeretur per BA celeritate BA.* Et sic motus corporis Q ex illa actione, sive corpora sint elastica, sive non, determinatur ex iis quæ de impactione directa dicta sunt.

392. Motus corporis P post impactum ex iisdem principiis deducitur; motus per CA non mutatur; ergo motu illo cum æquali celeritate corpus P fertur directione AE ; sit ideo AE æqualis CA . Mutatio in motu BA determinatur respectu corporis P, eodem modo ac motus corporis Q, peream quæ de collisione directa explicata sunt; sit celeritas il-



UNIV.



lius motus A D; ex isto motu & motu per A E oritur motus compositus per diagonalem A p, quæ situ & longitudine directionem & celeritatem corporis P post impactum denotat (174.).

Quando corpora sunt aequalia & elastica, totus motus per B A ex percussione destruitur (377.), & solus motus per C A superest, qua directione tunc etiam fertur corpus P. In illo casu semper post impulsum corpora ambo, quocunque modo corpus P ad aliud accedit, separantur directionibus angulum rectum continentibus Exp.)

Eodem etiam fundamento nititur determinatio motus duorum corporum post percussiōnem, quando ambo moventur, quomodo cunque in se mutuo ferantur. Casus omnes eodem modo solvuntur.

Corpus P moveatur directione & celeritate P A; corpus Q directione & celeritate Q a; ducatur linea B b, transiens per amborum corporum centra ubi se se mutuo tangunt; ad hanc sint B P & Q b perpendiculares, & absolvantur parallelogramma P B A C & Q b a c. Motus corporis P resolvitur in duos alios, quorum celeritates & directiones designant C A, B A. Motus, in quos resolvitur motus corporis Q, designantur per c a, b a; motibus per C A & c a corpora non agunt in se mutuo; non mutantur ergo hi motus, & post occursum designantur per A E & a e, ipsis A C & a c aequales; percussio ex motibus per lineas B A, b a, est directa, & determinatur in precedentibus; sit motus corporis P ver-

394.
TAB. V.
fig. 3. 4.

fus D , & ejus celeritas A D ; corporis Q motus *d* versus , & ejus celeritas *a d*. Post occursum ergo motus corporis P componitur ex motibus per A E & A D , & movetur per diagonalem A p . Corporis Q motus post impactum componitur ex motibus per *ae* & *ad* , unde corpus illud fertur per diagonalem *aq* ; & longitudines illarum diagonalium celeritates corporum post occursum denotant. In Fig. 3. corpora non elastica ponuntur. in fig. 4. idem casus , positis corporibus elasticis , repræsentatur.

Percussionis compositæ unicum casum memorabo.

395. Quiescat corpus P , in hoc , eodem momento , velocitatibus æqualibus , directe incurvant corpora Q , Q corpori P æqualia , directionibus Q q , Q q : continuuntur hæ directiones , & sint in his continuationibus P b , P b , celeritatem corporum Q , Q ante iniunctionem designantes ; formetur Rhombus P d p d ita , ut ductis ex p ad P d , P d continuatas si necesse fuerit perpendicularibus p a , p a , puncta b , b sint media inter d , a & d , a Corpus P post iictum directione P p & celeritate huic lineæ proportionali feretur , corpora vero Q , Q , directionibus servatis movebuntur celeritate b d aut b a ; motum continuabunt si angulus , quem directiones corporum Q , Q continent , fuerit acutus , redibunt si idem angulus fuerit obtusus. (Exp.)

Qui plura de Percussione desiderat Elem. nostra Physica & præcipue horum scholia audeat.

CAPUT XXIV.

De Legibus Elasticitatis.

Quid sit *Elasticitas*, & unde oriatur, jam vidimus (46.) ; etiam quid ex eo in congressu corporum, sive directe, sive oblique, in se mutuo impactorum eveniat; supereft ut ipsius *Elasticitatis leges* examinemus, illudque ex Phænomenis.

Omnia corpora, in quibus *Elasticitatem* observamus, constant ex filamentis tenuibus, aut saltem quasi ex talibus constantia considerari possunt; in hoc enim casu corpus in fila divisum concipi potest; illaque fila, ad se mutuo apposita, corpus formare; ut ergo in casu omnium minime composito *Elasticitas* examinetur, chordæ considerandæ sunt, & quidem metallicæ; chordæ enim ex intestinis ovium spiram formant, & non ut fibræ, ex quibus corpora formantur, considerari queunt.

Fibrarum Elasticitas in eo sita est, quod extendi possint, & sublata vi, qua producuntur, iterum ad pristinam longitudinem redeant. 396.

*Fibræ nullam habent Elasticitatem, nisi certa cum vi tensæ sint; ut patet ex chordis parum tensis & quarum extremitates fixæ sunt, quæ si a situ paululum removeantur, ad illum sponte non redeunt: quisnam vero sit gradus tensionis, in quo *Elasticitas* inchoetur, Experimentis nondum fuit determinatum.* 397.

598. *Quando nimia cum vi fibra tenditur, Elasticitatem amittit; & neque gradus hicce tensionis notus est; illud constat tensionem fibra rum, quæ Elasticitatem constituit, certis limitibus terminari.*

599. Ex hisce patet differentia corporum elasticorum & non elasticorum; quare corpus elasticum Elasticitatem amittat, & quomodo Elasticitate destitutum proprietatem hanc acquirat. Lamina metallica, repetitis mallei ictibus, fit elastica, calefacta vim hanc amittit.

Lex quæ in producenda fibra locum habet inter limites quibus Elasticitas terminatur, Experimentis investiganda est, quæ ut jam monuimus cum chordis metallicis tentanda sunt; cum verò, etiam superadditis majoribus ponderibus, parum producantur hæ, non direcťe productiones, ipsas mesurando, facile inter se conferuntur; alia ergo ineunda via est.

TAB. V. Sit corda horizontalis A B, certa vi tensa; cuius extremitates in A & B fixæ sunt; pondere in medio chordæ appenso inflectatur chorda, ut situm A C B acquirat.

DEFINITIO.

400. *Linea, ut Cc, a puncto medio chordæ post inflexionem, ad punctum medium in situ naturali, vocatur chordæ Sagitta.*

Sit ce circuli portio, centro B, & radio Bc, descripti. Inflexione dimidia pars chordæ producta fuit quantitate Ce, quæ quantitas cum sagitta Cc certam relationem habet: sunt enim in inflexionibus de quibus hæ agitur, productiones quamproxime ut quadrata

drata sagittarum. Pondus etiam, quo chorda inflectitur, certam cum vi, qua fibra producitur, id est, per BC trahitur, relationem habet; & ita comparando in variis Experimentis sagittas CC, & pondera quibus chordæ inflectuntur, productionum proportiones determinantur.

Pondere ad libitum tendatur chorda, & minori quoconque inflectatur, mutatis hisce ponderibus utcunque, si in eadem ratione mutentur, non variatur sagitta, si nempe hæc sit exigua centesimalis longitudinis fibræ partem non superans. (Exp.)

Etiam manente eadem tensione, sagittæ minime sunt inter se ut vires inflectentes. (Exp.)

Chordæ etiam quæ utcunque differunt, si sint ejusdem longitudinis & æqualiter tendantur, æqualibus viribus æqualiter inflectuntur. (Exp.)

Hæc omnia magni usus sunt in quibusdam explicandis Phænomenis ut videbimus, sed ad legem ipsam Elasticitatis determinandam Experimenta hæc non conducunt. Explicamus enim quare hæc ipsa quæ diximus Experimentis detegantur & in his, non ad ullam Elasticitatis legem attendimus, quæ ad libitum, immutatis ipsis Experimentis, variari potest.

Sit chorda tensa AB: & variis vicibus inflexa in A c B, A c B, A C B. Ponamus c B TAB. V. tensionem repræsentare; cum in his agatur de fig. 8. sagitta minima lineæ, c B, c B, C B, vix superant c B, & productiones sunt insensibiles; quare posita lege Elasticitatis quacunque, exiguae admodum vires hasce dabunt productio- nes:

nes: Error ergo non erit sensibilis si in hisce dicamus cB, cB, CB, repræsentare respecti-
ve tensiones fibræ, in hisce singulis inflectio-
nibus. Tensio autem fibræ in situ ut ACB,
est vis quæ punctum C per CB & CA trahit,
& duplicata sagitta repræsentat vim, quæ idem

405. punctum deorsum trahit (161.) quæ est *vis inflectens*. Hæc igitur, quamdiu sagitta est exigua, ad vim tendentem ante inflectionem il-
lam habebit rationem, quæ datur inter sagittam
duplicatam & dimidiatam chordam; Unde
tria memorata experimenta (401. 402. 403.)
sequuntur.

Experimentis autem legem elasticitatis de-
tegimus si inflexiones augeantur ita ut harum
proportio sensibiliter a ratione inter pondera in-
flectentia recedat, quod ut fiat, chorda ut sit in in-
strumentis musicis firmando est, aut ope cochlear
non pondere tendenda: quæ si justa adhibita cura

406. præstentur, detegimus; mutatis utcunque gra-
dibus tensionis, quamdiu de eadem fibra agitur,
hanc eadem quantitate produci, si eadem vis
producens tensioni superaddatur. Quod com-
putatione elicetur ex Experimentis quæ primo
intuitu non ita simplicem regulam polliceri
videntur (Exp.)

407. Unde sequitur ejusdem fibræ productiones
diversas esse inter se ut vires producentes. (Exp.)

408. In chordis ejusdem generis, crassitiei, & æ-
qualiter tensis, sed diversæ longitudinis, produc-
tiones, quæ ex superadditis æqualibus ponderi-
bus oriuntur, sunt inter se ut chordarum longi-
tudines. Ex eo hoc patet, quod chorda in
omnibus punctis sit æque tensa; productio
ergo

ergo integræ chordæ est dupla productionis dimidiæ partis, aut chordæ dimidiæ longitudinis.

Quod ad inflexionem talium chordarum TAB. V.
attinet, sint A B, ab, chordæ ejusdem ge- fig. 9.
neris, & crassitiei, sed diversæ longitudinis,
æque tensæ, si æqualibus ponderibus flectan-
tur, erunt sagittæ exiguae duplicatæ ut chordæ
dimidiatae (405.); quare & ipse sagittæ mini- 409.
mæ c C, D d sunt ut chordarum longitudines;
quod igitur, cæteris paribus, in chordis inæ-
qualibus & æqualibus ponderibus inflexis sem-
per obtinet. (Exp.)

*Si chorda uteunque tensa A B inflectatur, ut 410.
figuram A C B acquirat, & sibi relinquatur, TAB. V.
ex elasticitate ad primam figuram redit, & in fig. 7.
eo casu motus puncti C est acceleratus; nam
in situ A C B chordæ, punctum C movetur,
cum vi qua in illo situ retineri potest; motus
hicce non destruitur, & ei superadditur, in
omnibus punctis sagittæ, vis qua punctum C
in illis retineri posset; celeritas omnium ma-
xima est in c, & ea punctum C ulterius fer-
tur, deinde redit, variasque vibrationes pera-
git, in quibus punctum C nisi parva spatia
non excurrit; qua de causa vis, qua in omni-
bus distantiis a c agitatur punctum C, est ut
hæc distantia (402.). Et quia causa movens
est Elasticitas chordæ, transfertur causa hæc 411.
cum ipsa fibra, ita ut hanc licet agitatam pre-
mat quasi quiesceret; quare vis hæc est ejus-
dem generis cum gravitate (183.). Congruit
ergo motus hicce cum motu corporis in
Cycloïde vibrati (216.), & vibrationes licet
inæ-*

inæquales sunt æque diuturnæ (217.).

412. *Positis duabus chordis similibus & æqualibus, sed inæqualiter tensis, vires inæquales requiruntur, ut æqualiter inflectantur; ergo vibrationes temporibus inæqualibus peragunt.*

Motus chordarum harum conferri possunt cum motibus pendulorum in Cycloïdibus vibratorum (411.), & similes Cycloïdes, viribus diversis, describentium; quæ vires sunt inverse ut quadrata temporum vibrationum (229.): in chordis ergo etiam quadrata temporum vibrationum sunt inter se inverse, ut vires quibus æqualiter inflectuntur; quæ sunt ut pondera quibus chordæ tenduntur (401.).

413. *Quando chordæ sunt similes, æque tensæ, sed TAB. V. diversæ longitudinis, harum motus cum motu fig. 9. pendulorum etiam confertur. Quando de diversis gravitatibus in motu pendulorum agimus, attendimus ad velocitates in similibus circumstantiis corporibus communicatas, & quia velocitates hæ sunt ut ipsæ vires, ideo proportionem Virium memoramus, quod etiam ad præcedentis numeri demonstrationem referri potest.*

In præsenti autem casu debemus ad velocitates in similibus circumstantiis generatas attendere, & rationem velocitatum cum ratione diversarum gravitatum conferre.

Chordæ, A C B, ad b, quæ ponderibus æqualibus inflectuntur, agitantur ut corpora in quibus gravitates agerent, quæ forent inter se ut ab, ad A B; in hac enim ratione sunt velocitates infinitè exiguæ, quæ viribus æquilibus hisce corporibus communicantur (76.).

Chor-

Chordæ etiam hæ moventur ut pendula, quorum longitudines sunt ut cB ad Db , aut AB ad ab . ergo quadrata durationum vibrationum, quæ sunt inverse ut vires, & directe ut longitudines pendulorum (230.), sunt in ratione composita ex inversa ratione ab ad AB , id est, AB ad ab , & directa ipsius AB ad ab ; quæ ratio composita est ratio quadratorum longitudinum; chordarum igitur longitudines sunt ut vibrationum tempora.

Simili ratiocinio comparantur tempora vibrationum chordarum diversæ crassitiei, positis chordis æqualibus, & æqualibus ponderibus tensis; hæ æqualibus ponderibus æqualiter inflectuntur, & ideo agitantur ut pendula æqualia, in quæ agunt gravitates (76.), quæ sunt inverse ut quantitates materiae in chordis, id est, inverse ut quadrata diametrorum; quæ ratio iterum invertenda est ad habendam proportionem quadratorum durationum vibrationum (229.); Ideo diametri ipsæ sunt ut durationes.

Datis chordis ejusdem generis quibuscumque, 415. vibrationum durationes inter se possunt comparari; sunt enim in ratione composita, ex ratione inversa radicum quadratarum ponderum, quibus chordæ tenduntur (412.), ratione longitudinum chordarum (413.), & ratione diametrorum (414.). Multiplicando diametrum per longitudinem, dividendo productum per radicem quadratam ponderis, quo corda tenditur, & pro variis chordis operationem hanc ineundo, quotientes divisionum erunt inter se ut vibrationum tempora.

416. Lamina elastica pro congerie chordarum haberi potest: quando lamina inflectitur, fibræ quædam producuntur, & productiones inæquales sunt in diversis laminæ punctis, & ex iis, quæ de chordis dicta sunt (406.). curva, quæ a lamina inflexa formatur, detegitur.
417. Comparando inter se varias *ejusdem laminæ inflexiones*, hæ proportionales sunt viribus, qui TAB. V. bus lamina flectitur. (Exp.). Sit lamina A B, fig. 10. cujus extremitas A fixa est, duabus inflectatur viribus, quibus perveniat ad *ab* & *ab*; si una fuerit alterius dupla, *bb* & *bB* erunt
418. æquales; & ideo in vibrationibus motus *laminæ* eodem modo acceleratur ac motus chordæ (402.), & motus ponderis in Cycloïde (216.); & hæ *vibrationes* sunt æque diurnæ (217.).
419. Quæ de inflexione laminarum dicta sunt, TAB. V. ad laminam curvam A C B transferri possunt; fig. 11. si illa duobus ponderibus gravetur ut situs *acb*, *acb*, acquirat, & pondera sint inter se ut unum ad duo, distantiæ *cc* & *cC* erunt æquales (417.); introcessiones igitur puncti C sunt ut pondera, quibus lamina gravatur: quod etiam referri potest ad introcessiones plurimorum laminarum junctorum.
420. Non tamen in Globo A C B, ex materia TAB. V. elastica, qui quasi ex variis laminis constans fig. 12. considerari potest; introcessiones puncti ut C erunt proportionales viribus, quibus corpus comprimitur, Nam si introcessio duplicetur, dupla vis quidem requiritur propter duplam laminarum inflexionem, sed augenda ulterius est.

est vis propter majorem numerum laminarum inflexarum, & experimentis constat, hac de causa vim duplicandam esse, ita ut vis quadruplicia requiratur: etiam in genere experimentis constat, quadratum introcessionis sequi eandem proportionem cum vi, qua globus comprimitur, id est, si ipse globus in obicem firmum incurrat, sunt introcessiones ut velocitates, quibus in hunc impingitur (300.).

Impingatur, variis vicibus, punctum C glo- TAB. V.
bi A C B E in planum quocunque, & pun- fig. 13.
ctum C introcedat ad d, d, & D, veloci-
tates in ictibus erunt inter se ut lineæ Cd,
Cd, CD; in primo ictu pars aCb plana fit,
in secundo pars aCb, in tertio pars ACB:
cum hic semper agatur de arcubus minimis,
arcus, id est, diametri superficierum plana-
rum ex ictibus, sunt inter se ad sensum ut
chordæ Ca, Ca & CA; ergo ipsæ super-
ficies ut quadrata harum chordarum (2 El.
XII.), in qua etiam ratione, ex natura
circuli, sunt lineæ Cd, Cd, & CD (222.),
quæ sunt inter se ut velocitates (420.).

*In Sphæra igitur elastica superficies planæ ex 421.
ictibus eandem cum velocitatibus, quibus
in obicem incurrit, proportionem sequuntur.*
(Exp.).

Cum autem in hisce agatur de segmentis
minimis, quæ sunt inter se ut quadrata linea-
rum Cd, Cd, CD; sunt ipsa segmenta quæ 422.
intropremuntur, ut quadrata velocitatum qui-
bus globus impingitur, id est, ut vires
I que

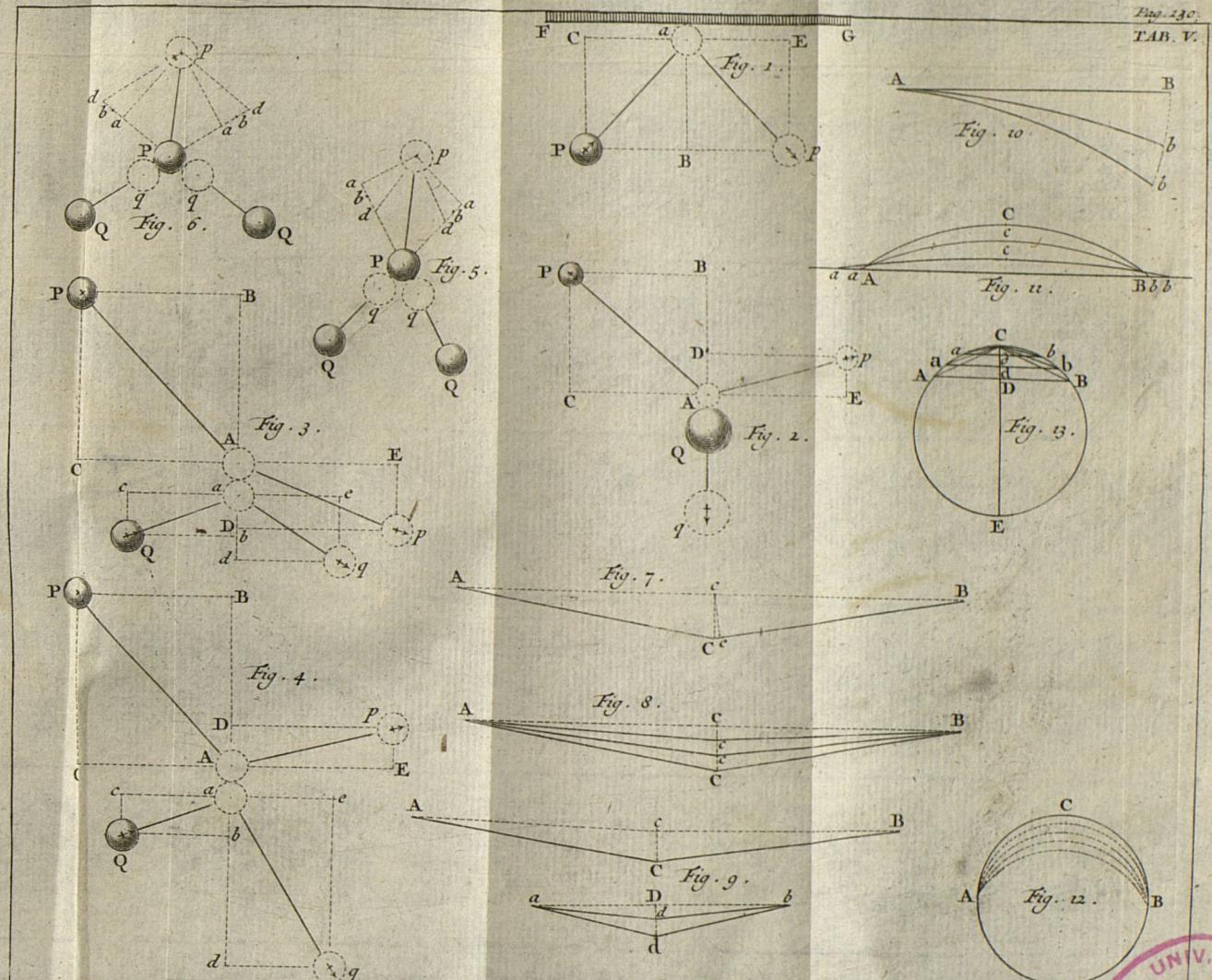
130 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

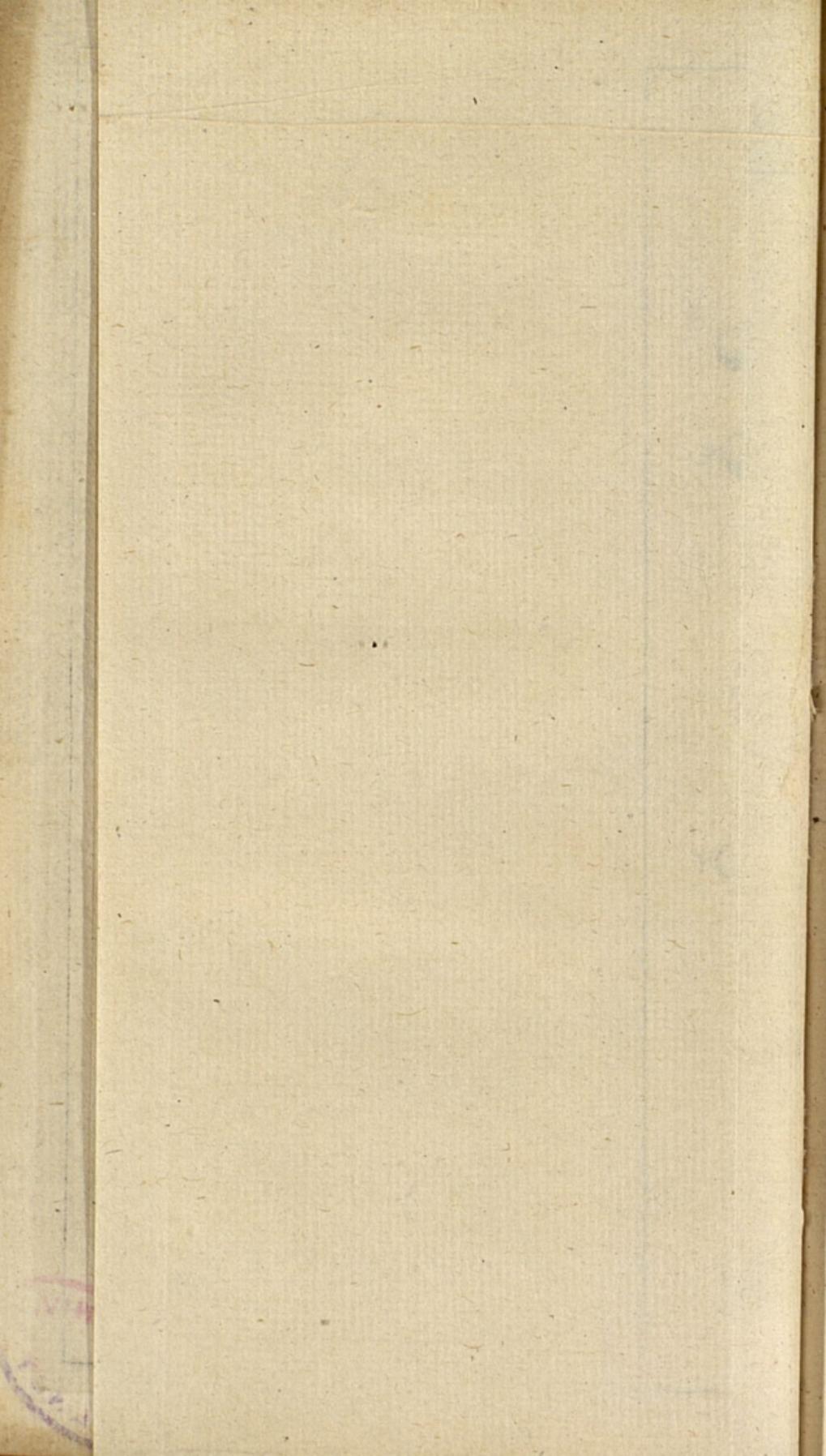
quæ hæc intropremendo consumuntur (420)
quod analogum est cum iis, quæ de corpori-
ribus molibus fuere demonstrata (320.).

FINIS LIBRI PRIMI.



PHI





PHILOSOPHIÆ
NEWTONIANÆ
INSTITUTIONES.

LIBRI II.

Pars I. de Gravitate, & Pressione
Fluidorum.

CAPUT I.

De Gravitate partium Fluidorum, & il-
lius Effectu in ipsis Fluidis.

Fluidum vocatur corpus, cuius par-
tes impressioni cuicunque cedunt,
& cedendo facilime moventur in-
ter se (35.). Unde sequitur fluiditatem ex eo oriri, quod partes non
arcte inter se cohærent, & quod motus non
impediatur inequalitatibus in partium superfi-
ciebus, ut sit in pulveribus.

Particulæ autem, ex quibus fluida constant, ejusdem sunt naturæ cum aliorum corporum particulis, easdemque proprietates habent; fluida enim sœpe in solida convertuntur, quando magis arcta inter partes cohæsio datur, ut glacies: metalla contra liquefacta exemplum solidi in fluidum mutati præbent.

424. Fluida & eo cum corporibus solidis congruunt, quod constent ex particulis gravibus, gravitatem materiæ quantitati proportionalem, ubicunque posita, habentibus. Si in ipso fluido gravitas sensibilis non sit, ex eo hoc oritur, quod partes inferiores superiores sustineant, hasque descensu arceant (*Exp.*); ipsam vero gravitatem eo non destrui liquet; quod vase contentum fluidum pro sua quantitate gravet libram, cui vas appenditur.
425. Ex hac gravitate sequitur, superficiem fluidi, vase inclusi ne effluat, si superne illud non prematur, aut æqualiter prematur, quod nullam mutationem adfert, planam fieri, & horizonti parallelam. Cum enim impressioni cuiuscunque particulæ cedant tam diu gravitate moventur, donec descensui locus non amplius detur.
426. Particulæ inferiores superiores sustinent & hisce premuntur, pressioque hæc sequitur proportionem materiæ incumbentis, id est, altitudinis fluidi supra particulam pressam, cum vero superficies suprema fluidi sit ad horizontem parallela (425.), singula puncta superficiei cujuscunque, quæ concipitur in fluido ad horizontem parallela, æqualiter premuntur.

Si ergo in aliquo loco talis superficieⁱ pressio 427.
detur, minor quam in ceteris punctis, fluidum,
quod impressioni cuicunque cedit, ibi move-
bitur, id est, adscendet donec pressio fuerit æ-
qualis. (Exp.)

Pressio in particulas inferiores, quæ oritur ex 428.
gravitate fluidi superioris, actionem suam exe-
rit omnes partes versus, & quidem æqualiter.
(Exp.). Quod ex natura fluiditatis sequitur;
nam hujus partes impressioni cuicunque ce-
dunt, & facillime moventur; gutta ergo quæ-
cunque locum, quem occupat, non serva-
bit, si, dum a fluido superiori premitur, ab
omni parte non æqualiter prematur; moveri
vero non potest propter guttas vicinas, quæ
eodem modo & eadem cum vi a fluido su-
pereminenti premuntur; quiescit idcirco gut-
ta prima, & æqualiter ab omni parte, id
est, juxta directionem quamcunque premi-
tur.

Ex hisce sequitur fluidorum particulas singu- 429.
las ab omni parte æqualiter premi & ideo quie-
scere; illasque non continuo inter se moveri,
ut a multis statuitur.

In tubis communicantibus, sive æqualibus, 430.
sive inæqualibus, sive rectis, sive obliquis, flu-
idum eandem adipiscitur altitudinem; id est,
omnes superficies supremæ sunt in eodem pla-
no horizonti parallelo; quod facile ex dictis
deducitur. Sit vas A, tubus verticalis C B, TAB. VI.
& tubus inclinatus E D; communicationem ^{fig. 1.}
habeant ope tubi C E; detur in his fluidum,
& concipiatur superficies horizonti parallela
f g h; si altitudines, f i & g l fuerint inæqua-
les,

les, fluidum adscendet ubi minor est (427.). Ex eadem ratione, nisi pressiones in g & h fuerint æquales, fluidum non quiescet; sunt vero æquales, quando l & n sunt in eodem plano horizontali; nam cum pressio oriatur ex gravitate partium, quæ tendit Telluris centrum versus, altitudo fluidi prementis juxta illam directionem mensurari debet, id est, erit $h m$; obliquitas vero columnæ $h n$ nullam mutationem adfert; quia ad eandem profunditatem ubique pressio omnes partes versus æqualis datur (428.). (Exp.)

Non omnia fluida sunt æque gravia, id est, non eandem materiæ quantitatem in spatiis æqualibus continent, in singulis tamen prædicta locum habent.

431. *Quando fluida diversæ gravitatis eodem vase continentur, gravius locum infimum occupat, & premitur a leviori, illudque pro altitudine hujus.* (Exp.).

C A P U T II.

De Actione Fluidorum in fundos, & latera vasorum quibus continentur.

432. *Fundus & latera vasis, quo fluidum continetur, a partibus fluidi illa immediate tangentibus premuntur, & propter actioni æqualem reactionem (175.), æqualem etiam particulæ istæ pressionem sustinent. Cum verò pressio in fluidis omnes partes versus sit æqualis, fundus & latera æque premuntur ac partes fluidi*

vicinæ; *actio ergo hæc ad instar altitudinis fluidi crescit* (428. 426.), & ubique ad eandem profunditatem est æqualis, penderque ab illa altitudine, & nullo modo a fluidi quantitate. Manente igitur fluidi altitudine & magnitudine superficiei quæ premitur, æqualis semper erit actio in hanc superficiem, utcunque mutetur vasis figura. In omni casu *pressio*, quam 433. *superficies quæcunque patitur, valet pondus columnæ fluidi, cuius basis est ipsa superficies, & altitudo in singulis punctis distantia verticalis supremæ superficiei fluidi ab his punctis,* (Exp.).

Talem esse in vase prismatico, cuius basis 434. est A B, & in quo altitudo fluidi est A C, TAB. VI. fig. 2. non facile in dubium quis vocabit; nam totum fluidi pondus & nil præterea sustinet fundus. Sed servatæ altitudine fluidi & basi vase, non mutatur pressio in fundum, licet, figuræ mutataæ, vas minorem aut majorem fluidi copiam contineat, ut in fig. 3. & 4. Quod quantumvis paradoxum ex natura fluiditatis sequitur.

Gutta quæcunque quæ quiescit, omnes partes versus æquali cum vi conatur recedere (428.); si ergo ab una parte prematur, illam partem versus, propter æqualem actioni reactionem, eadem cum vi recedere conabitur, & cum hac eadem vi omnes partes versus ipsa premet: In fig. 3. fluidum, quod funduntur, & tubo respondet, sustinet pondus columnæ fluidi, tubo contentæ, & ad fundum usque continuatæ, & tali cum vi fundum premit, ut & fluidum vicinum, quod cum et

fluere non possit in fundum, & fluidum sibi vicinum cum hac eadem vi agit, qua & ulti-
rius propagatur pressio; quare in singula fun-
di puncta datur pressio æqualis pressioni in lo-
co in quem fluidum tubo contentum gravat;
& ideo fundus gravatur eodem modo ac si flu-
di columna, ejusdem altitudinis cum fluido
in tubo, & cujus basis esset ipse fundus, huic
imponeretur.

436. In fig. 4. concipiatur vas prismaticum A B
d c, simile vasi fig. 1., eo fluidum exterius a
fluido in prisme contento separatur, hocque
solum in fundum premit, fundusque hoc to-
tum sustinet. Fluidum in prisme premit in
latera hujus, fluidum exterius premit in su-
perficiem exteriorem prismatis, & superficies
exterior eodem modo premitur ac interior,
pressionesque in puncta opposita sunt æquales;
ita ut, si superficies tolleretur, pressiones ha-
sese mutuo destruerent; non interest igitur an
talis superficies detur nec ne, & ea sublata,
id est, sublato prisme, non mutatur actio
in fundum.

437. Prædicta omnia a gravitate fluidorum pen-
dunt, haec tamen actiones ab ipso fluidorum
pondere distingui debent, quod semper quan-
titati materiæ est proportionale (424.)

Pressionem lateralem, & ea quæ sursum
dirigitur, æquales esse pressioni in fundum,
positâ eâdem profunditate infra superficiem
supremam fluidi, ex actione fluidi omnes
partes versus æqualiter agentis deducitur; quæ
ergo ex mutatâ vasis figurâ etiam non va-
riant. (Exp.)

CAPUT III.

De Solidis Fluidis immersis.

Diversam corporum gravitatem, sive solidorum, sive fluidorum, ex eo oriri, quod in spatio æquali majorem aut minorem materiæ quantitatem contineant, ex ante dictis sequitur (90.).

DEFINITIO 1.

Materiæ quantitas in corpore, considerata cum relatione ad volumen corporis, id est, ad spatiū ab hoc occupatum, vocatur corporis Densitas.

Corpus dicitur habere Densitatem duplam aut triplam, &c. Densitatis alterius corporis, quando, positis voluminibus æqualibus, continet materiæ quantitatem duplam, aut triplam &c.

DEFINITIO 2.

Corpus Homogeneum dicitur, quod in omnibus partibus ejusdem est densitas. 439.

DEFINITIO 3.

Heterogeneum, cuius in variis partibus in æqualis est densitas. 440.

DEFINITIO 4.

Gravitas corporis, considerata cum relatione ad volumen, vocatur corporis Gravitas specifica. 441.

Gravitas specifica dicitur dupla, quando manente volumine pondus est duplum.

Gravitates ergo specificæ & Densitates cor- 442.

porum, in corporibus homogeneis, in eadem sunt ratione; & sunt inter se ut pondera corporum æqualium quantum ad volumen.

443. *Si corpora homogenea fuerint ejusdem ponderis, volumina eo sunt minora, quo densitates sunt majores, & manente pondere, minuitur volumen in eadem ratione, in qua densitas augetur; sunt ideo in hoc casu volumina inversè ut densitates.*

Ex his deducimus, quomodo, in homogeneis corporibus, si duæ ex tribus rationibus dentur, ponderum, voluminum, & densitatum, tertia detegatur.

444. *Pondera sunt in ratione composita voluminum & densitatum.*
445. *Volumina sunt directè ut pondera, & inversè ut densitates.*
446. *Tandem densitates sunt directè ut pondera, & inversè ut volumina.*
447. *Quando solidum fluido immersum, a fluido ab omni parte premitur, pressioque hæc in ratione altitudinis fluidi supra solidum crescit. Ut illud ex dictis in capite præcedenti sequitur, ac etiam directis Experimentis probatur. (Exp.).*

Quando solidum ad magnam profunditatem fluido immersum, pressio in superiore partem a pressione in inferiorem vix differt; un-

448. *de corpora alte immersa ab omni parte quasi æqualiter premuntur; quæ pressio, à corporibus mollibus sine figuræ mutatione, & ab admodum fragilibus sine disruptione, sustineri potest. (Exp.).*

449. *Ne quidem guttæ cujusvis aye fluidi figura,*

*pressione alterius fluidi ab omni parte æquali,
mutari potest.*

Sit gutta figuræ irregularis A , quæ alio flui- 450.
do ab omni parte æqualiter prematur.

Direc^{tio} pressionis in singulis punctis est
perpendicularis ad superficiem , quod si nege-
tur , resolvenda erit pressio in duas (158) ,
quarum una perpendiculariter agat ad superfi-
ciem , alia juxta directionem superficie^{TAB. VI.}
parallelam , quæ secunda cum in superficiem non
agat , premitur gutta illâ solâ , cujus direc^{fig. 5.}
tio perpendicularis est ad superficiem .

Prematur punctum B ; particula pressa qua-
quaversum æquali cum vi premit , particulæ
singulæ pressæ eodem modo premunt , ita ut
pressio statim per integrum guttam disperga-
tur , quare particula ut D , quæ in gutta ab
omni parte æqualiter premitur , conatur cede-
re per D E , cum vi qua premitur , id est , cum
vi qua externe premitur particula B , sed æ-
quali vi ponimus per E D premi particulam
D ; non poterit ergo hæc moveri ; eadem de-
monstratio poterit applicari punto F , & alii
puncto cuicunque superficie , quare nullus
motus in gutta dari poterit .

*Solidum fluido specificè gravius , ad quam- 451 .
cunque altitudinem fluido immersum , descendit .*
Superficies inferior corporis premit superficiem
fluidi , quæ ab hac parte corpus tangit ; pres-
sioque hæc valet pondus columnæ constantis
ex ipso corpore & fluido superincumbenti , &
hac vi corpus deorsum fertur . Pondus co-
lumnæ similis , sed quæ tota ex fluido constat ,
est vis cum qua corpus a fluido sursum pre-
mi-

mitur (447. 428.) Cum vero solidum ponatur fluido specificē gravius, vis hæc minor est illā, & ab eadem superatur.

452. Simili ratiocinio, solidum fluido specificē levius, & immersum, ad supremam fluidi superficiem adscendere debere, probatur.

453. Positū vero eādem solidi cum fluido gravitate specificā, neque adscendet, neque descendet, sed ad quāmcunque altitudinem in fluido suspensum manebit, & fluidum integrum corpus sustinebit; in quo casu, propter æqualitatem gravitatum specificarum, fluidum sustinet pondus æquale ponderi quantitatis fluidi, quæ impleret spatiū a corpore occupatum. Fluidum autem eodem modo agit in omnia solida æqualia ad eandem profunditatem immersa, & æqualiter illa sustinet; a-

454. mittit ergo corpus immersum quodcunque partem gravitatis suę, æqualem ponderi fluidi quod spatiū ab illo occupatum posset imple-re. (Exp.).

Non quidem corpus amittit partem ponderis quæ a fluido sustinetur, sed descendit in fluido aut funem, quo sustinetur, trahit, quasi revera pondus imminutum foret.

DEFINITIO 5.

455. Pondus, quod corpus fluido immersum servat, vocatur illius Gravitas respectiva.

456. Hæcque gravitas respectiva est excessus gravitatis specificæ solidi super gravitatem specificam fluidi (454.).

457. Ex hisce sequitur, omnia solida æqualia, licet diversæ gravitatis specificæ, quando eodem fluido immerguntur, pondus æquate amittere (454.).

Unde

Unde sequitur, quomodo eunque inter se dif- 458.
ferant densitates corporum inæqualium, si eodem
fluido immergantur, pondera ab iis amissa esse
in ratione voluminum. In ea enim ratione sunt
spatia ab iis in fluido occupata.

Idecirco corpora ejusdem ponderis, sed 459.
diversæ densitatis, partes inæquales ponde-
ris amittunt, quando eodem fluido immer-
guntur, propter voluminum inæqualitatem.
(Exp.).

Quando solidum, fluido specifice gravius,
in fluido suspenditur, fluidum, ab omni par-
te, in illud solidum, pro altitudine sua, agit
(447.), & solidum æqualiter in illud reagit;
actiones illæ sunt igitur eadem, ac si spa-
tium, a solido occupatum, ipso fluido im-
pleretur; & ita non interest, respectu gravita- 460.
tis fluidi, utrum in eo solidum specifice gravius
suspendatur, an affundatur ejusdem fluidi quan-
titas, quæ æquale spatium cum solido occupat.
(Exp.).

Ex collatione n. 454. & 460. patet, fluidum 461.
acquirere pondus, quod solidum immersum a-
mittit, Vis gravitatis semper proportionalis
est quantitati materiæ, & non mutatur immer-
sione solidi in fluidum; ideo summa ponde-
rum solidi & fluidi, & ante & post immersio-
nem, non differt. (Exp.)

Corpus, fluido specifice gravius, & quod 462.
in hoc descendit, majori cum vi deorsum fer-
tur quam sursum premitur, ut antea explicat-
um (451.); quarum virium differentia est cor-
poris gravitas respectiva. Vis prima pro par-
te constat ex pondere fluidi corpori superin-
cum-

cumbentis; & corpus ad talem potest immergi profunditatem, ut hocce pondus æquale sit memoratæ gravitati respectivæ; si in eo casu fluidum hoc superincumbens tollatur, sustinebitur corpus a pressione fluidi inferioris.

463. (*Exp.*). Si ad majorem profunditatem corpus immergatur, & etiam fluidum cohibetur, ne in superficiem corporis supremam premat, cum pressio, qua corpus sursum pellitur, cum profunditate ad quam immergitur crescat (447.), majori cum vi in altum fereatur corpus quam gravitate descendet, quare, si libere moveri in tubo possit, adscendet. (*Exp.*).

464. *Idem solidum, quod fluidis diversæ densitatis immergitur, diversam ponderis sui partem amittit* (454.); ideo quando duo corpora, ejusdem densitatis & ponderis, fluidis diversæ densitatis immerguntur, destruitur inter illa æquilibrium. (*Exp.*)

465. *Solidum fluido levius, & immersum, adscendit, & supremam fluidi superficiem versus hæret* (452.); ita ut pro parte tantum immergatur; pro majori tamen gravitate specifica in fluidum magis descendit, & corpus non quiescit, nisi pars immersa tale spatium in fluido occupet, ut fluidum, quod idem hocce spatium impleret, ejusdem ponderis cum toto corpore sit. In alio enim casu solidum non eadem cum vi in partes vicinas fluidi agit, cum qua fluidum ageret, si corporis locum occuparet, in quo tamen casu solo quies fluidi (429.) & ipsius corporis dari potest.

466. Sequitur ex hac propositione, corporum, in
su-

superficie ejusdem fluidi natantium, partes immersas esse inter se ut corporum pondera. Idcirco, si, superaddito pondere, corporis gravitas mutetur, in eadem ratione augetur pars immersa; & partes, quæ variis ponderibus in fluidum descendunt, sunt inter se ut hæc pondera. (Exp.)

In n. 462. & 463., vidimus, quomodo 468. corpus fluido gravius natare possit; simili methodo corpus fluido levius in fundo retineri potest; in illo casu pressio fluidi superincumbentis tollitur, hic tollenda est pressio fluidi inferioris, qua corpus sursum pellitur. (Exp.).

C A P U T IV.

De comparandis Corporum densitatibus.

De fluidorum densitatibus primò agam. Comparando corporum æqualium pondera detegimus illorum densitates (442.). Si ergo 469. vas quodcumque exactè fluido repleatur, & fluidum hoc ponderetur, idemque fiat cum aliis fluidis, pondera erunt ut densitates. Sed methodus hæc in praxi variis obnoxia est difficultatibus.

Quando duorum fluidorum pressiones sunt æquales, materiæ quantitates, id est, pondera in columnis, æquales bases habentibus, non differunt (426.); quare volumina, id est, columnarum altitudines, sunt inversè ut densitates (443.); quo methodus hasce comparandi de-

deducitur, si enim in tubis communicantibus fluida diversa dentur, & quiescant, pressiones erunt aequales, & mensuratis fluidorum diversorum altitudinibus ratio inter horum densitates detegitur. Altitudines autem eadem sunt, licet tubi inæquales diametros habeant.

(*Exp.*)

471. Adhibito solido immerso etiam comparantur fluidorum densitates, si enim solidum, fluidis comparandis levius, variis fluidis immergatur, partes immersæ erunt inversè ut fluidorum densitates; nam, quia idem solidum adhibetur, portiones variorum fluidorum, quæ singulis casibus spatiū a parte immergia occupatum possent implere, sunt ejusdem ponderis (465.); ergo volumina illarum portionum, id est, ipsæ partes immersæ, sunt inversæ ut densitates (443.) (*Exp.*)

472. Methodus omnium optima est, adhibito solo fluido graviore. Quando idem corpus variis fluidis immergitur, pondera ab illo, in his amissa, sunt inter se ut horum densitates (454. 442.) (*Exp.*).

473. Solidorum densitates detegimus ponderando hæc in fluido quoconque; in omnibus corporibus homogeneis densitates sunt in ratione composita, ex directa ponderum, & inversa voluminum (446.); & ideo dividendo pondera per volumina dantur densitates, id est, dantur numeri, qui sunt inter se ut hæ densitates.

- In omnibus corporibus, adhibitâ librâ, pondera comparantur; volumina deteguntur

474. ponderando corpora in eodem fluido; pondera enim

ab iis amissa sunt ut ipsorum volumina (458.).
(Exp.).

Annectendo corpus , cujus densitas quæritur , 475.
& quod fluido gravius est , corpori fluido leviori , etiam pondus in fluido amissum detegitur . Nam pars hujus corporis , quæ appenio illo immersitur , proportionalis est ponderi , quo gravatur corpus fluido levius (467.) ; id est , proportionem sequitur ponderis corporis , cujus densitas quæritur , fluido immersi ; ita ut hac methodo detegi possit pondus corporis in fluido ; ideoque pondus in fluido amissum (Exp.). Exactius tamen pondus hoc amissum adhibita bilance detegitur.

Varios usus habet collatio densitatum corporum , unicum memorabo .

Si ex metallis duobus notis mixtum detur , 476. poterit determinari quantum utriusque contineat , si metallorum & mixti densitates dentur .

Sint metallorum densitates A B , A D ; mixti densitas A C . Sint etiam A L & L I , ut TAB. VI. fig. 6. volumina metallorum primi & secundi in mixto . Ponamus formatum rectangulum ABEI , ductasque lineas CG , DH , FL , lateribus parallelas .

Pondus primi metalli in mixtura rectangulo A F repræsentari potest (444.) ; repræsentatque in hoc casu rectangulum LH pondus metalli secundi , estque gnomon ABFMHIA pondus integri mixti ; hoc etiam rectangulo ACGI exhibetur (444.) ; quod idcirco gnomoni memorato æquale est .

Subtracto utrumque gnomone commu-

- ni AC NM HI, restant æqualia rectangula BN, NH, ductaque DE transfibit hæc per punctum N (43. El. I.) Ergo DH, aut AI, ad NG, aut LI, ut HE ad GE; id
 477. est, *volumen mixti ad volumen secundi metalli in mixto, ut differentia densitatum metallorum primi & secundi ad differentiam densitatum metalli primi & mixti.*
 478. Pondus autem totius mixturæ est ad pondus metalli secundi in mixto, in ratione composita densitatum mixti & secundi metalli, & ratione voluminis mixti ad volumen secundi metalli in mixto (444.), id est, *ut productum densitatis mixti per differentiam densitatum metallorum ad densitatem secundi metalli ductum in differentiam densitatum primi metalli & mixti.*

L I B R I I I.

Pars II. De Motu & Resistentiâ Fluidorum.

C A P U T V.

De Celeritate Fluidi, ex Pressione Fluidi superincubentis.

Fluidum inferius a superiori premitur, & quidem æqualiter omnes partes versus hæc pressio dirigitur (428.), & æqualiter omnes

par-

partes versus fluidum conatur recedere (175.): idcirco si pressio ab una parte tollatur, ad hanc partem movetur fluidum; & non interest a quacunque parte pressio tollatur, eadem celeritate movetur; quod Experimentis in capite de fluidis profluentibus memorandis confirmatur.

Ad eandem profunditatem celeritas est etiam ubique eadem, propter pressionis æqualitatem (426. 427.) mutata vero profunditate mutatur celeritas.

Hanc dicimus pressione communicari velocitatem, non autem particulas hanc cadendo acquirere: primæ enim particulæ quæ exeunt, non lentius illis, quæ sequuntur, moventur. Præterea non tantum exeunt quæ descendunt, sed & quæ lateraliter adfluunt; moveturque particula pressione omnium particularum circumambientium exceptis illis quæ in motu præcedunt, & ita particula, quæ descendit, non tam a superincumbentibus a quibus statim separatur, cum ipsis velocius debeat agitari, sed præcipue lateralium pressione velocitatem acquirit, duratque pressio hæc, donec particula à reliquis separetur, & aliæ locum quem occupabat impleverint, & non ulterius; ab insequentibus enim, eadem velocitate agitatis, accelerari non potest. Unde sequitur actionem fluidi in particulam, qua actione velocitas particulæ communicatur, pendere a tali descensu particularum quo locus a particula occupatus impletur. Descensus autem TAB. VI. hicce, si A sit particula mota, cujus diameter sit *de*, quomodounque concipiatur, va-

let descensum totius columnæ BC ad profunditatem *de*, positâ C in superficie fluidi; & vis in hoc descensu acquisita tota consumitur actione in particulam motam, cui ergo vis communicatur æqualis illi quam columna hæc BC in descensu hoc per *de* acquirit, estque hæc æqualis illi quam particula acquireret cädendo ab altitudine CB (308.).

481. Hinc sequitur *fluidum pressione fluidi superincubentis*, (ab hac enim pendet etiam pressio lateralis) ex foramine ea profilire velocitate, quam corpus acquirit cädendo à suprema fluidi superficie ad foramen usque (Exp.); tali enim velocitate singulæ particulæ moventur: seposita nempe, ut in hac demonstratione, partium cohæsione, quæ licet exigua sit, in fluidis plerisque tamen observatur; qua cohæsione particulæ exēentes retinentur; ideoque retardantur. Sed & præter hanc retardationem, quæ ab ipso fluido pendet, ex variis aliis causis extraneis velocitas fluidi minuitur, de quibus in capite sequenti agam.

482. *Sepositis retardationibus*, quadrata velocitatum, quibus fluidum ex variis foraminibus exit, sunt inter se ut altitudes fluidi supra foramina (481. 186.). Experimentis etiam constat retardationes parum admodum hanc proportionem turbare quamdiu altitudes non excedunt pedes 30. aut 35. In minoribus altitudinibus proportionem hanc Experimento ante oculos ponimus. (Exp.).

CAPUT VI.

De Fluidis profilientibus.

Fluidum verticaliter ex foramine profiliens, 483.
ea velocitate in altum adscendit, qua ad
altitudinem supremæ superficie fluidi pervenire
potest (481. 193.), nunquam tamen ad hanc
altitudinem pertingit, variis ex causis, præ-
ter partium cohæsionem supra memoratam
(481.).

1. Celeritas, qua fluidum in altum adscen-
dit, omnibus momentis minuitur, & columnæ
fluidi profilientis constat ex partibus, ad varias
altitudines, celeritate diversa motis: columnæ
ubique ejusdem crassitie partes omnes neces-
sario eadem celeritate moventur; prædicta co-
lumna fit ergo latior omnibus momentis, dum
fluidi celeritas minuitur; quod ex impetu flu-
idi insequentis oritur, & ex natura fluidi im-
pressioni cuicunque cedentis, & facile omnes
partes versus moti; ex hoc impetu motus
ubique retardatur.

2. Minuitur & hicce motus ex fluido, quod,
cum totum motum amisit, hæret in superiori
parte columnæ, & fluido insequenti sustine-
tur per momentum temporis, antequam ad
latera defluat, quo fluidum hoc in sequens re-
tardatur, quæ retardatio toti columnæ com-
municatur.

3. Attritu juxta latera foraminis minor est
fluidi profilientis celeritas; qui attritus auge-
tur,

tur, quando per tubos & epistomia fluidum
deducitur.

4. Tandem aëris resistentia motui fluidorum
remoram facit.

Causam primam retardationis memoria-
tam corrigi minime posse nemo est qui non
videt.

Secunda corrigitur paululum inclinando
fluidi directionem, ut per se patet; hac de
484. causa, fluidum, directione paululum ad hori-
zontem inclinata, altius quam verticaliter ad-
scendit (Exp.)

Circa tertiam causam retardationis notan-
dum, eo majorem, servata proportione, da-
ri attritum quo foramen minus est; circum-
ferentia enim, in qua attritus datur, crescit
ut diameter, & ipsum foramen augetur ut qua-
dratum diametri (2. El. XII.); augeturque
magis fluidi profidentis quantitas quam attri-
tus. Etiam auctâ celeritate attritum augeri
485. clarum est, quare foramina cum altitudine flu-
idi profidentis sunt augenda, ut dum ex una
causa attritus augetur, ex alia minuatur.

Extremitates tuborum, ex quibus aqua pro-
filit, vulgo figuram coni truncati habent; in
qua extremitate magnum aqua attritum pati-
tur & irregulariter movetur, motuque irre-
486. gulari in altum exit. Corriguntur hæc obte-
gendo extremitatem tubi laminâ planâ & poli-
tâ, in qua foramen datur, cuius latera admo-
dum polita etiam desiderantur; altius tunc a-
qua profilit; &, quia motu omnino regulari
adscendit, perfecte est translucida.

487. Tubi, per quos aqua ex receptaculo deduci-
tur,

tur, latissimi, respectu foraminis, requiruntur; ut lente aqua in hisce tubis moveatur, & sensibilis attritus non detur. Etiam epistomiorum aperturæ latissimæ desiderantur, ut attritus minuatur.

Resistentia aëris sensibilem in motu fluidorum 488. exerit effectum. Ut corpora omnia motui resistit, daturque fluidi profilientis in particulas aëreas actio, & harum reactione minuitur fluidi motus (331.).

Præter hanc resistentiam, datur & alia minime contemnenda aëris actio in fluidum profiliens. Fluidorum proprietates aërem habere, in Parte sequenti videbimus. Circumdat fluidum hoc totam columnam fluidi salientis, motuique hujus, quo ad latera sese expandit dum latior fit, resistit, & major vis fluidi subsequentis requiritur, quam si resistentia hæc sublata esset; resistit ergo aër etiam pressione laterali.

Resistentia ex fluidi iectu in aërem crescit cum superficie impingenti, id est, si maneat celeritas, augetur cum foramine, in qua etiam ratione crescit quantitas materiæ motæ, & hujus respectu non interest cujuscunque magnitudinis fuerit foramen.

Pressio lateralis sequitur proportionem superficie columnæ; materia mota, quæ manente celeritate sequitur rationem ipsius vis insitæ (303.), ad instar totius columnæ, id est, quadrati superficie hujus mutatur: magis ergo, si foramen augeatur, crescit vis fluidi quam ipsa causa retardans; in majoribus 489. ideo fluidorum profilientium altitudinibus, ut

pressio lateralis , quæ , cum diutius agat maiorem actionem exerit , melius superari posse , *majora desiderantur foramina* ; quod in eodem casu & ex alia causa desiderari antea diximus (485 .) : in quo loco ut & hic majora foramina in majoribus tantum altitudinibus necessaria ponimus , licet demonstrationes probent hæc foramina , in majoribus altitudinibus maxime necessaria , in genere esse anteponenda .

490. Magna foramina etiam motui obstant ; nam 1. Major datur superficies , cui incumbit fluidum altissimum , quod totum motum amisit , ibique diutius hæret antequam ad latera defluat . 2. Fluidum non tantum illud ex foramine exit , quod huic respondet , sed , ut fluxus continuus detur , fluidum vicinum continuo adfluit , quod oblique movetur , & dum proflit motu composito agitatur , quo motus fluidi profilientis turbatur ; & in majoribus foraminibus major est perturbatio ex hac causa oriunda .

- In minoribus foraminibus prævalent retardationes , quæ , aucto foramine , corriguntur ; ita tamen potest augeri foramen , ut hæ prævaleant retardationes , quæ aucto foramine crescunt . Quare datur in omnibus altitudinibus certa foraminis mensura , per quod fluidum ad maximam quam potest adscendit altitudinem . Regulæ tamen de determinando foramine dari nequeunt , quia latitudo tuborum , per quos aqua deducitur , horumque inflexiones & inæqualitates , illud mutant , ita ut variatio infinitum detur .

Notandum autem altitudinem, ad quam fluidum adscendere potest, ut & foraminis magnitudinem, limites habere, quos excedere vetitum.

Nam aucta nimium fluidi celeritate, tanta vi in aërem impingit, ut in guttas dispergatur; in quo casu minuendo celeritatem altitudo ad quam adscendit fluidum augetur, & altitudo omnium maxima ad quam fluidum adscendere potest in diversis fluidis differt; hæcque in aqua proflienti, vix centum pedes superat. Diameter foraminis, quod huic maximæ altitudini respondet, vix excedit pollicem cum quarta parte.

Fluida, quæ oblique profluent, non ex tot causis, neque tantum, quam verticaliter proflentia retardantur. Secunda retardationis causa, antea memorata (483.), hic locum non habet, & effectus primæ minor est; de cætero ad hos motus referre debemus, quæ de solidis oblique projectis dicta sunt in capite 17. lib. I.; & *Fluidum ut innumera solida ſeſe mutuo inſequentia & eandem viam percurrentia considerari potest.* In motu fluidi via percurſa sensibilis est, & quæ de solidis oblique projectis dicta sunt ope fluidorum ad Experimentum vocantur; ad quod hydrargo utendum, propter hujus fluidi, præ cæteris, gravitatem specificam. (*Exp.*).

Simili methodo, qua per circulum determinatur distantia, ad quam corpora oblique projecta cadunt (241.), detegitur distantia, ad quam fluidum ex foramine in latere vasis profluit, quando vas plano horizontali imponitur;

diversa est hæc distantia pro varia foraminis altitudine, manente superficie superiori fluidi.

495. *Sit AB vase fluido repleti altitudo; secetur TAB. VI. hæc in duas partes æquales in C; centro C fig. 8. & radio CA semi circulus describatur; detur foramen in E: tandem ducatur ad AB perpendicularis ED in semi-circuli circumferentiâ terminata in D. Proficiat fluidum ex E ad F in piano horizontali, distantia BF erit dupla perpendicularis ED.*

496. Quod ut demonstretur, considerandum fluidum, motu æquabili, celeritate qua ex foramine exit, in tempore in quo corpus cadere potest ab E ad B, percurrere spatium BF (234.). In omni motu, spatium percursum sequitur rationem compositam celeritatis & temporis (59.); & hoc per illam multiplicando datur spatium percursum; id est, si pro variis motibus hæc instituatur operatio, dantur quantitates, quæ spatiorum percursorum proportionem exprimunt. Si cum quadratis celeritatum & temporum computatio ineatur, dabitur ratio quadratorum spatiorum percursorum. AE hic designat quadratum celeritatis (482.); EB autem quadratum temporis (186.); harum linearum productum exprimit ergo quadratum spatiï percursi BF. Hocce autem productum est quadratum lineæ ED (13. 17. El. vi.); quæ idcirco, mutato foramine, crescit & minuitur in eadem ratione cum distantia BF. Posito foramine in centro C, distantia BG, ad quam fluidum profilit, sepositis omnibus retardationibus, ipsi

BA æqualis est (481. 188.), & est dupla perpendicularis, quæ in C ad AB in semi-circulo duci potest; quod ergo in omnibus foraminibus obtinet, & ED erit dimidium ipsius BF.

Ex hisce sequitur fluidum ex foramine in 497. centro C ad distantiam omnium maximam profilire. (Exp.)

Ex dictis ulterius sequitur ex foraminibus 498. E & e æque distantibus a centro C fluidum ad TAB. VI. eandem profilire distantiam, quia in eo casu fig. 8. perpendiculares ED, e dsunt æquales. (Exp.)

C A P U T VII,

De Fluido ex Vasis profluente, & Irregularitatibus in hoc Motu.

Fluidi quantitas, quæ in dato tempore, ex 499. dato foramine, fluit, ad instar fluidi exeuntis velocitatis crescit: pendet hæc ab altitudine fluidi supra foramen, & non intereat quamcunque partem versus motus fluidi dirigatur (479.); & sepositis retardationibus, quadrata quantitatuum effluentium sunt in ratione altitudinum fluidi supra foramina (482.).

In tempore in quo corpus libere cadendo 500. percurrit altitudinem fluidi supra foramen, exit ex foramine, sepositis retardationibus, fluidi columnna longitudine duplum altitudinis hujus æquans (481. 188.). Foramen ipsum est basis columnæ, & datur: si altitudo fluidi supra foramen nota sit, datur tota columnæ;

mna; tempus etiam facile Experimentis determinatur (218.): detecta autem quantitate, quæ in tempore noto exit, quid, in tempore quocunque dato effluat, non latet.

501. Quantitas autem fluidi, quæ hac computatione detegitur sensibiliter admodum excedit illam, quæ revera exit: & quod maxime no-

502. tabile est, *Experimenta quæ circa velocitates, & illa, quæ de quantitatibus fluidorum, certo tempore ex foraminibus fluentium, insti-tuuntur, minime reciprocantur;* & non potest quantitas hæc ex nota velocitate determinari.

503. Fluidum quod juxta foraminis latera exit, attritum patitur & retardatur, quam retardationem non patitur fluidum illud quod ex foraminis centro irrumpit; retardatur quidem hoc a fluido lateralı cum quo cohæret; sed fluidi partes facile moventur inter se, & retardatio hæc exigua est respectu alterius, idcirco parum etiam acceleratur fluidum laterale a medio, & hoc continuo celerius illo movetur; non tamen a medio fluido separatur laterale, nam quamvis facile juxta se invicem fluidorum partes moventur, difficilius à se invicem divelluntur; fluidum ergo medium, fluxu suo continuo, secum fert laterale, quod licet lentius motum, ad eandem distantiam aut altitudinem cum medio pertingit.

Judicium autem de velocitate, nisi ex distantia aut altitudine fertur; velocitas verò quæ sic determinatur, paululum deficit a velocitate qua fluidum ex medio foraminis exit, quia hoc in toto motu suo a laterali fluido,

&

& aliis causis, retardatur. Sed multo magis velocitas sic determinata excedit lateralis fluidi velocitatem, ut ex explicatis sequitur; si quis ergo toti fluido exeunti mensuratam tribuat velocitatem, quantitatem fluidi, certo tempore exeuntis, determinabit veram excedentem; minus tamen veram excedet quam si in determinanda velocitate omnes retardationes seponat, & juxta regulam, in n. 500. indicatam, computationem ineat.

Experimentis autem constat quantitates aquæ 504. ex æqualibus foraminibus, determinato tempore, exeentes, si per latiores tubos aqua deducatur, & per foramen in lamina exeat, rationem sequi a subduplicata altitudinis aquæ supra foramen parum differentem; & poterit hæc subduplicata ratio in computationibus sine errore sensibili adhiberi: si prævium quoddam experimentum circa quantitatem aquæ effluentem institutum computationis sit fundamentum. Cum tamen hæc ratio non sit exacta, locum non habet regula, si nimium altitudines differant.

Si foramina differant & altitudo maneat, 505. quantitas fluidi quæ determinato tempore exit, ipsius foraminis rationem sequitur, si in omnibus punctis foraminis æuali velocitate fluidum feratur; quod quamvis non obtineat, parum tamen a memorata ratione aberrare quantitates, quæ revera exeunt, experimentis cum aqua institutis constat.

Cæteris paribus, quantitates quæ effluunt, 506. esse ut tempora clarum est: sunt ergo quantitates hæc generaliter in ratione composita tem-

temporum, foraminum (505.), & radicum quadratarum altitudinum fluidi supra foramina (504.).

In vasis, in quibus fluidi adfluxus non datur, hujus celeritas dum effluit continuo mutatur, ad quod attendendum in comparatione temporum in quibus vasa diversa evanescuntur.

Vasa cylindricâ hic consideramus, & dicta, ad vasa quæcunque eandem juxta integrum altitudinem capacitatem servantia, referri poterunt; ponimus fluidum per foramen in fundo effluere.

507. *Tempora, in quibus vasa cylindrica, ejusdem diametri & altitudinis, evacuantur, fluido ex foraminibus inæqualibus fluente, sunt inter se inverse ut hæc foramina.*

Vasa hæc, planis ad basin parallelis, concipiuntur divisa in partes æquales minimas; & divisiones utriusque vasis non differant inter se; cum agatur de partibus minimis, concipi potest celeritatem in evacuatione unius partis non mutari. Fluidi quantitas, quæ ex foramine fluit, si altitudo non mutetur, crescit cum foramine & eo breviori tempore evacuatione determinata fluidi quantitas, quo foramen majus est; & minuitur tempus hoc in ratione qua foramen augetur. Dum partes respondentes in vasis evacuantur altitudines sunt æquales; partes etiam ipsæ, & ideo quantitates fluidi quæ effluunt, sunt æquales, ergo tempora in inversa ratione foraminum; quod cum in singulis partibus respondentibus locum habeat, ad tempora evacuationum integrum

grorum vasorum etiam referri debet (12. El. v.).

*Quando vasa cylindrica sunt inæqualia & æ- 508.
que alta, per foramina æqualia, in temporibus,
quæ sunt ut cylindrorum bases, evacuantur. Vasa
iterum in partes æquales minimas, & numero
æquali in utroque vase, divisa concipientur:
ex partibus respondentibus per foramina æ-
qualia, fluidum fluit, elevato hoc ad ean-
dem altitudinem in utroque vase; quantitates
ergo quæ effluunt sunt ut tempora; & ideo in
hac temporum ratione sunt ipsæ partes respon-
dentes, quæ sunt ut cylindrorum bases: tem-
pora autem integrarum evacuationum sunt ut
tempora in quibus partes respondentes eva-
cuantur (12. El. v.).*

*Dentur tandem duo vasa cylindrica EI, AD, 509.
quorum bases sunt æquales, altitudines vero di- TAB. VI.
versæ, ex. gr. ut 1. ad 4. & evacuentur hæc
per foramina æqualia: concipientur etiam hæc
vasa planis ad basin parallelis in partes minimas
æquales divisa, quales sunt Hi, Cd; fitque idem
numerus partium in utroque vase, & partes
erunt inter se ut ipsa vasa, id est, ut 1. ad 4.
Partes singulæ motu æquabili evacuantur,
quia de minimis agitur: celeritates in partibus
respondentibus sunt ubique ut 1. ad 2. (481.),
quia altitudines harum partium supra bases
sunt ut vasorum altitudines, quæ sunt ut ho-
rum numerorum quadrata. Unde sequitur,
tempora, in quibus partes respondentes eva-
cuantur, etiam esse inter se ut unum ad duo;
quia in tempore duplo, celeritate dupla, quan-
titas quadrupla evacuatur. Cum autem tem-
pora sint in eadem ratione pro singulis parti-
bus.*

fig. 9. 10.

bus respondentibus, tempora, in quibus integra vasa evacuantur, sunt etiam ut unum ad duo. Si vasa sint ut 1 ad 9. tempora, ut demonstratione simili evincitur, erunt ut 1. ad 3.; & in genere tempora sunt ut celeritates, quibus partes respondentes evacuantur, quarum celeritatum quadrata sunt *ut vasorum altitudines*, (482.) in qua ratione ergo etiam sunt quadrata temporum. (Exp.).

510. *Tempora, in quibus vasa cylindrica quæcunque evacuantur, sunt in ratione composita basium* (508.), *inversa foraminum* (507.), & *radicum quadratarum altitudinum* (509.).

TAB. VI. TAB. VI. *Dividi ita potest, vas cylindricum, ut partibus inter divisiones interceptæ æqualibus tempore, 9.* ribus evacuentur, quod fiet, si divisionum a basi distantiae fuerint ut numerorum naturalium quadrata; tempora enim evacuationum vasorum, quorum altitudines hanc sequuntur proportionem, sunt ut numeri naturales (509.), & temporum differentiæ æquales.

Tempus in quo vas cylindricum evacuatur est ut celeritas cum qua fluidum effluere inchoat (482. 509.); celeritas ergo, dum fluidum in vase descendit, in eadem ratione minuitur, cum tempore evacuationis fluidi in

512. vase superstitis; & motus fluidi, ex vase cylindrico fluentis, est retardatus æqualiter in temporibus æqualibus.

513. *Si ex cylindro, & alio vase ejusdem altitudinis, & fluidum semper ad eandem altitudinem continent, per foramina æqualia fluat fluidum, in tempore in quo evacuatur cylindrus, ex vase memorato fuit dupla fluidi quantitas quam*

ex cylindro. Nam, propter altitudines vasorum æquales, celeritates in principio sunt æquales; fluidi, quod ex vase semper repleto exit, celeritas est æquabilis; celeritas fluidi, ex cylindro tacentis, est æquabiliter retardata (§ 12.). Idcirco ex isto vase, dum cylindrus evacuatur, fluet dupla aquæ quantitas quam ex cylindro. Si enim duo corpora eadem celeritate propellantur, & primum motu æquabili progrediatur, secundum autem motu æquabiliter retardato, & moveantur donec hoc totum motum amiserit, primum in eo tempore percurret spatiū duplū spatiū a secundo percurſi (188. 190. 191.); hic fluidum, quod effluit, pro spatio percurso haberi potest, quia foramina sunt æqualia.

Notavimus supra partium cohæsionem motum fluidorum retardare, contrarium etiam in multis occasionibus observamus; & licet velocitas ex pressione oriunda, quascunque partes versus eadem sit, omnium tamen celerime movetur fluidum, dum verticaliter descendit; hoc in motu suo cadendo continuo acceleratur, cum in sequenti cohæret & hoc secum quasi trahit, velocitatemque fluidi ex vase profluentis auget.

Circa aquam quædam observabo, quia cum hac experimenta fuere sumta, quamvis hæc ipsa etiam ad alia fluida applicari possint, magisque in fluidis glutinosis hæc sensibilia forent de quibus tamen hic non agitur.

Motus ex vase, cum quo in inferiori parte tubus conjungitur, acceleratur. Sit vase

L tale

TAB. VI. tale Z æquale & simile vasi X, & quod cum
 fig. 9. 10. 11. tubo altitudinem habeat vasis Y; habeat tubus
 aperturas ambas æquales foraminibus in fundis vasorum X & Y; impleantur aquâ vasâ
 X, Y, & Z. In principio motus, ex vasis
 X & Z æquali celeritate aqua fluit, quia ex
 tubo non major fluere potest aquæ quantitas,
 quam quæ tubum per aperturam superiorem
 intrat, quem major aquæ quantitas ingredi
 nequit, quam quæ ex vase X fluere potest.
 Sed aqua quæ per tubum descendit acceleratur,
 & cum integrum tubi capacitatem replete,
 magis aquam insequentem secum trahit quam
 sublato tubo, tunc enim tenuior fit continuo
 columnâ aquæ effluentis. Aqua autem quæ
 per tubum fluit, dum insequentem accelerat,
 ab hac retardatur; quare aquæ quantitas, quæ
 certo tempore ex vase Z effluit, est media in
 ter aquæ quantitates, quæ ex vasis X & Y,
 eodem tempore fluere possunt. (*Exp.*)

516. *Maneat apertura superior tubi, qua cum va
 se tubus communicationem habet; augeatur a
 pertura inferior, major aquæ quantitas effluet,
 & magis accelerabitur aqua, quæ tubum in
 trat; fatisque potest augeri hæc apertura, non
 mutata tubi longitudine, ut ex ipsa major a
 quæ quantitas fluat quam ex vase Y. In hoc
 casu, per aperturam tubi superiorem ad par
 vam infra aquæ superficiem profunditatem,
 major fluit aquæ quantitas quam ex apertura
 æquali ad profunditatem quadruplam. Ad
 hibito longiori tubo, idem præstari pote
 rit, licet non augeatur tubi apertura inferior.*
 (*Exp.*)

Et alia notabilia in motu aquarum a cohæ-^{517.}
sione pendentia observantur. Aqua agitata
non confunditur cum aliis quæ diversam di-
rectionem sequitur, quamvis juxta se invicem
ferantur, & ad se invicem comprimantur, dum
singulae per angustiores viam transeunt in eo
loco ubi conveniunt.

Sint tubi duo A B, D E, sese mutuo ad TAB. VI.
angulos rectos secantes, ita tamen, ut axis unius ^{fig. 12.}
tangat circumferentiam cavitatis aliis, quare
pro parte cavitates confunduntur in C. Aqua
recta via per singulos tubos eodem tempore
transit. (*Exp.*)

Imo etiam si viæ ubi se mutuo hæ interse-^{518.}
cant confundantur utraque aqua in motu jux-
ta aliam viam suam flectit, & tamen non sen-
sibilis datur aquarum permixtio.

Quando tuborum A B, D E, cavae in
C confunduntur, positis amborum tuborum
axis in eodem plano, si aqua eodem tem-
pore velociter per A & D tubos intret, vias
sequitur ACE, DCB. (*Exp.*)

C A P U T VIII.

De Cursu Fluminum.

D E F I N I T I O 1.

Flumen vocamus aquam in canali, superius ^{519.}
aperto, propria gravitate fluentem. Ut AE. TAB. VII.

D E F I N I T I O 2.

Flumen in eodem statu manere, aut in sta-^{520.}
tu manente, dicitur, quando aqua uniformiter

L 2 fluit,

fluit, ita ut in eodem loco semper sit ad eandem altitudinem.

DEFINITIO 3.

521. Sectio Fluminis vocatur planum Flumen sequens perpendiculariter ad fundum, & ad aquæ directionem in medio, ut p o n q.

Quando Flumen a lateribus terminatur, planis inter se parallelis, & ad horizontem normalibus, & fundus etiam est planum, sive horizontale, sive inclinatum, sectio Fluminis cum tribus hisce planis angulos rectos efficit, & est parallelogrammum.

522. In omni Flumine in statu manente, eadem aquæ quantitas per singulas sectiones eodem tempore fluit. Nisi enim in loco quocunque eadem aquæ quantitas adfluat, quæ ex eo defluit, in eodem statu Flumen non manebit, & demonstratio hæc locum habet, quæcunque fuerit alvei irregularitas, ex qua, alio respectu, multæ in Fluminis motu mutationes oriuntur; attritus ex. gr. major est pro majore alvei inæqualitate.

Irregularitates in Fluminis motu in infinitum variari possunt, & regulæ circa illas tradi nequeunt; sepositis ergo irregularitatibus omnibus Fluminum cursus examinandus est; nisi enim in hoc casu motus leges notæ fuerint, de nullo judicium, vero fundamento nixum, ferri poterit.

523. Ponimus ergo aquam fluere per canalem regularem, sine sensibili attritu; canalem terminari ad latera planis parallelis inter se & verticalibus; fundumque etiam planum esse & ad horizontem inclinari.

Sit canalis A E; ex receptaculo majori aqua in illum fluat, maneatque in receptaculo semper ad eandem altitudinem, ut Flumen sit in statu manenti. Aqua juxta planum inclinatum descendit & acceleratur (195.); quo, propter aequalē aquae quantitatē per singulas sectiones fluentem (522.), altitudo aquae, 524. recedendo a Fluminis initio, continuo minuitur, & aquae superficies adipiscitur figuram iqs.

Ad determinandam aquae in variis locis velocitatem, concipiamus canalis aperturam A D C B piano claudi; si perforetur planum, eo celerius ex foramine profiliat aqua, quo magis hoc distabit a superficie aquae hi; eandemque habebit aqua celeritatem, quam corpus, cadendo a superficie aquae ad profunditatem foraminis infra illam, acquirit (481.); quod ex pressione aquae superincumbentis oritur. Datur eadem pressio, id est, eadem vis motrix, quando impedimentum in A C tollitur; ponimus enim capax adeo receptaculum, ut & in hoc casu pressio lateralis agat in aquam que canalem intrat.

Hunc nunc ingreditur unaquaque particula aquae ea celeritate, quam corpus acquirit, cadendo ab aquae superficie ad particulæ profunditatem. Particula hæc, juxta planum inclinatum, in canale movetur, & hujus motus acceleratur; & quidem eodem modo ac si verticaliter cadendo motum continuasset ad eandem profunditatem infra superficiem aquae in origine Fluminis (203.).

Si ducatur horizontalis linea it, particula

- in r habebit celeritatem quam corpus cadendo per i C & devolvendo per C r potest acquirere; quæ est celeritas, casu per tr, a corpore acquisita.
- Ubique ergo mensuratur particula celeritas, ducendo ab hac perpendiculari rem ad planum horizontale, quod per superficiem aquæ in origine Fluminis concipitur, & velocitas, quam corpus per hanc perpendiculari rem cadendo acquirit, erit particula celeritas, quæ major est pro majori perpendiculari longitude, & non augetur pressione aquæ super incumbentis, quæ non potest augere celeritatem aquæ, quæ aliunde majorem habet quam quæ ex hac pressione oriri potest: eodem modo ac corpus insequens in antecedens celerius motum agere non potest.*
528. In puncto quounque r ad Fluminis fundum ducatur perpendicularis rs, Fluminis altitudinem mensurans; cum non horizontalis sit rs, si a variis hujus linea punctis ad it perpendicularares ducantur, eo hæ breviores erunt, quo magis ab r distabunt, omniumque brevissima erit sv; ideoque particularum, in linea rs, celeritates eo minores sunt,
529. quo magis hæ ad superficiem Fluminis accedunt, & aqua inferior celerius superiori movetur.
530. *Harum tamen æquarum in progressu fluminis ad æqualitatem continuo magis accedunt celeritates. Nam celeritatum harum quadrata sunt ut rt ad sv, quarum linearum differentia, recedendo a fluminis origine, continuo minuitur, propter imminutam altitudinem rs (524.), dum linea ipsæ augentur. Quod cum in*

in quadratis obtineat, multo magis in ipsis celeritatibus locum habet, quarum differentia ergo etiam minuitur, dum ipsæ crescunt.

Si fundi inclinatio in principio fluminis mutetur ut sit yZ , & major aquæ quantitas in canalem fluat, altior erit ubique in flumine, sed non mutatur celeritas aquæ in loco quoque. Hæc enim celeritas non ab altitudine aquæ in flumine pendet, sed, ut demonstratum, a distantia inter particulam motam & planum horizontale per aquæ superficiem in origine fluminis transiens; quæ distantia perpendiculari ut rt aut sv menitur; hæc autem adhuc aquæ non variantur, si modo maneat aquæ superficies in receptaculo.

*Claudatur canalis pars superior obstatu*lo ut 532.
X, quod quantumvis parum infra aquæ superficiem descendat; aqua omnis quæ adfluit perfluere non poterit, adscendet idcirco; sed eo celeritas aquæ infra cataractam non augetur (531.), continuoque accumulatur aqua adfluens; quæ ergo ita adscendit ut supra impedimentum aut ripas fluminis defluat. Si vero ripæ eleventur & impedimentum continuetur, supra lineam it aquæ altitudo excreset, antea enim hujus celeritas augeri nequit: in quo casu totius aquæ in receptaculo altitudo augebitur; cum enim ponamus flumen in statu manenti, necesse est, ut aliunde continuo in receptaculum tantum aquæ adfluat, quantum ex illo in flumen defluat; imminuta vero aquæ defluentis quantitate, necessario altitudo in receptaculo augetur, donec celeritas aquæ infra obstatulo fluentis ita augeatur, ut eadem

aquæ quantitas infra hocce obstaculum transcat, quæ ante positam cataractam per hanc fluminis sectionem fluxit.

Hæc omnia, ut jam monuimus, sepositis irregularitatibus omnibus, vera sunt, & quo irregularitates sunt minores, eo magis cum dictis motus veri congruunt; de quibus ut judicium feratur, necesse est ut Experimentis velocitates aquarum possimus comparare, & ipsas velocitates ita determinare, ut spatia in certo tempore percursa detegantur; hæc autem detegere poterimus, si in subsidium vocemus, quæ in Capite x. de fluidorum actionibus demonstrantur.

533. Sit circuli quadrans A C B in gradus divi-
TAB. VII. sus; in centro ei annexitur filum, cuius ex-
fig. 2. tremitas altera cum globo P, aquâ graviori, cohæret.

Aquâ fluenti globus immergitur, servato latere C A quadrantis in situ verticali; globus actione aquæ ita sustinetur, ut filum P C cum latere C A angulum P C A constitut, cuius ope aquæ in globum impingentis celeritas detegitur.

Globus in aqua quiescens tribus potentissimis trahitur; gravitate sua verticaliter descendere conatur; ex fluidi actione juxta motus aquæ directionem fertur; & tandem filo per P C trahitur. Formetur triangulum E F G, in quo E F lineam verticalem designat, cum hac constitut linea F G angulum E F G, æqualem angulo a directione motus fluminis cum linea verticali formato, tandem sit angulus G E F æqualis angulo P C A. Trianguli

guli EFG latera parallelæ sunt directionibus trium memoratarum potentiarum, potentiae ipsæ idcirco sunt ut hæc latera (152.); si ergo EF globi gravitatem respectivam designet, FG exprimet actionem aquæ in globum. Si pro variis Experimentis, eodem adhibito globo, variis in locis institutis, talia triangula delineantur, latere EF manente, (gravitatem globi respectivam, quæ non mutatur, designante) latera ut FG inter se proportionem actionum aquæ in globum servabunt. Hæ autem sunt ut quadrata velocitatum aquarum in locis in quibus Experimenta instituta sunt ut in cap. x. videbimus.

Actio aquæ in globum cum pondere con- 534.
ferri potest, est enim ad globi pondus respe-
ctivum ut FG ad EF.

Pondusque hac proportione detectum est pondus cylindri aquei, cuius baseos diameter est globi diameter, & cuius altitudo valet duas ter- tias partes illius a qua cadendo in vacuo corpus acquirit velocitatem qua aqua in globum incur- rit; ut hoc etiam in cap. x. demonstramus. Data nunc hac altitudine, dabitur (si duratio vibratio- nis penduli cujuscunque, cuius longitudo nota est, determinata fuerit) spatiū, quod ab aqua in tempore noto potest perecurri (218. 186. 188.), & sic etiam aquæ quantitas quæ per lo- cum magnitudine datum, in fluminis sec-
tione, in dato tempore, fluit.

Notandum hanc velocitatis aquæ determi- 535.
nationem non bene procedere in aquæ super-
ficie; quia actio aquæ in globum ibi irregularis
est. Potest hæc celeritas detegi immersendo

aquâ corpus , aquâ paululum levius , quod superficiem versus hæreat , & non satis hanc excedat , ut motu venti affici possit ; cum gravitates specificæ aquæ & corporis vix differant , & hoc pro toto immerso haberi possit , eadem celeritate cum aqua movebitur , & mensurari tempus , ope penduli , poterit , dum corpus spatium ante mensuratum percurrit . Quando vento aquæ superficies agitatur , non bene Experimentum procedet , propter motum undarum , quo in corporis motu irregularitas datur .

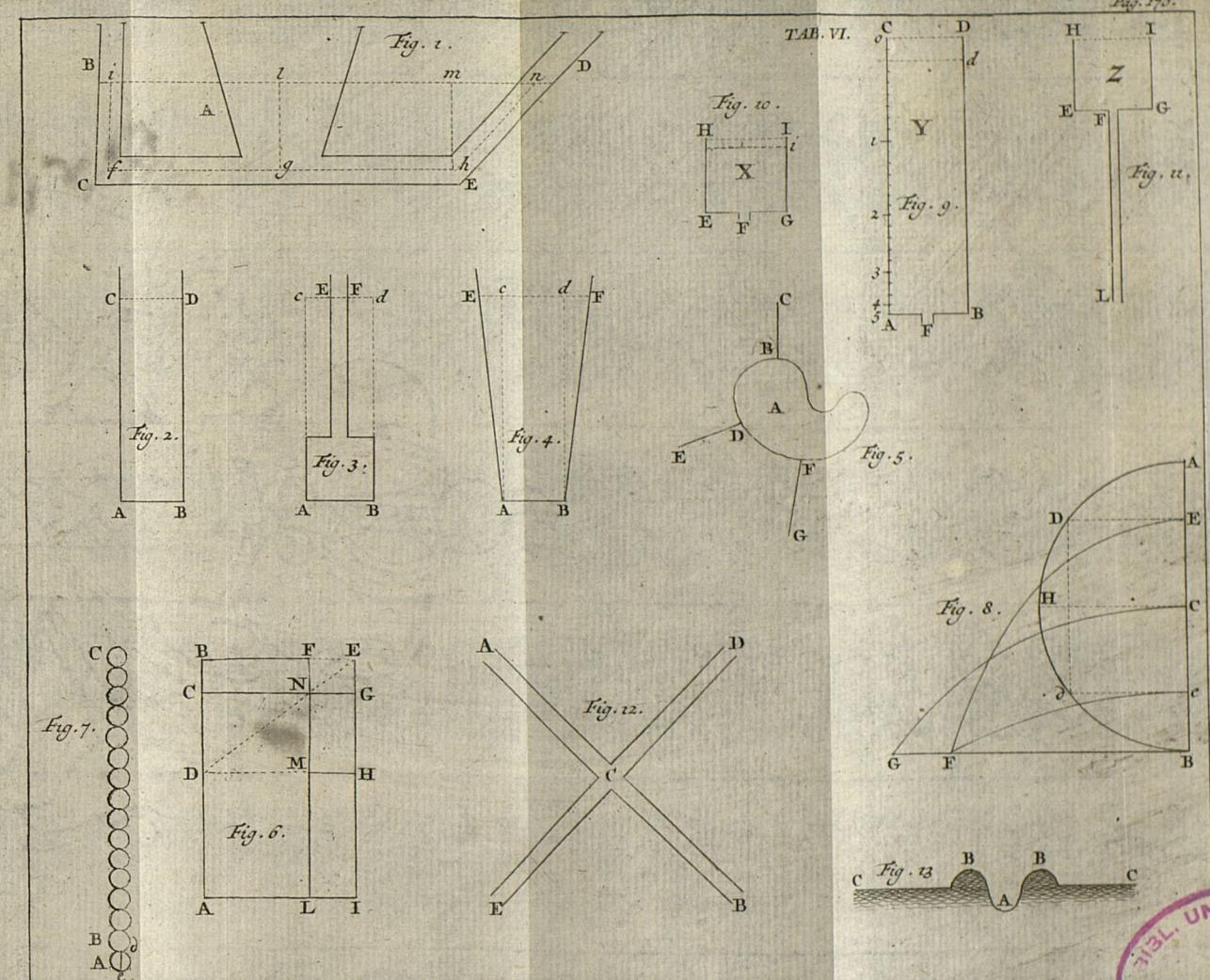
C A P U T I X.

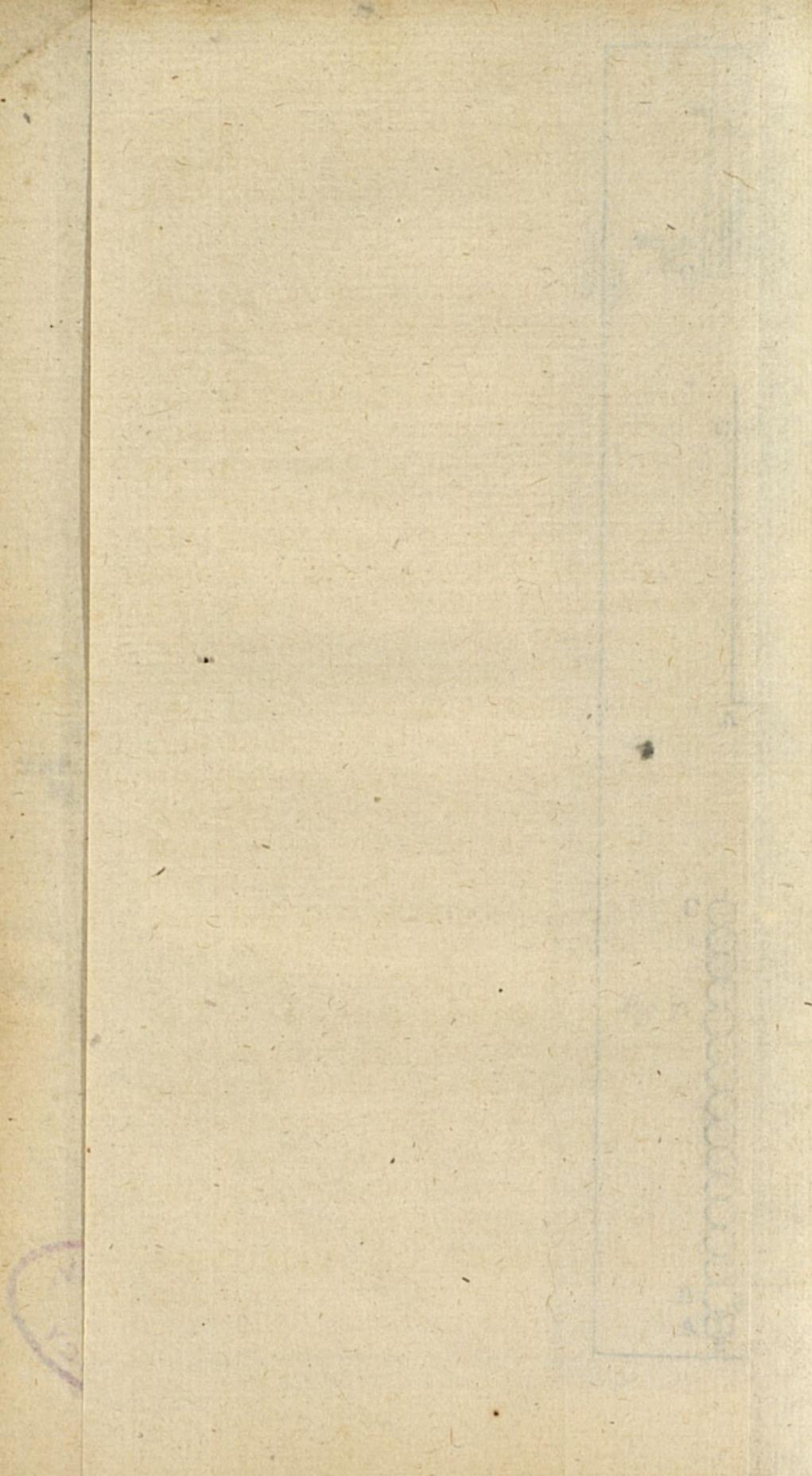
De Motu Undarum.

536. TAB. VI. A quæ quiescentis superficies plana est & ad fig. 13. horizontem parallelæ (425.) ; si aliqua ex causa hæc cava fiat in A , circumdatur hæc cavitas elevatione B B : elevata hæc aqua gravitate descendit , & celeritate descendendo acquisita cavitatem novam format , quo motu aqua ad latera hujus cavitatis adscendit , & implet cavitatem A , dum nova elevatio C versus formatur ; hæc dum deprimitur , de novo aqua eandem partem versus adscendit ; unde motus in aquæ superficie oritur , & cavitas , præ se elevationem ferens , ab A , C versus movetur .

DEFINITIO I.

537. *Cavitas hæc cum conjuncta elevatione vocatur Unda.*





DEFINITIO 2.

Latitudo Undæ est spatum ab unda in superficie aquæ occupatum & mensuratum juxta motus undæ directionem.

Cavitas ut A ab omni parte elevatione circumdatur: & motus memoratus omnes partes versus se expandit; Undæ ideo per circumlum moventur.

Detur obstaculum AB, in quod Unda, cuius origo est in C, incurrat; examinandum, quam in punto quounque ut E mutationem patiatur Unda, quando in hoc punto ad obstaculum pervenit. In omnibus locis, per quæ Unda transit, dum hæc latitudinem suam percurrit, aqua elevatur, cavitas deinde formatur, quæ iterum impletur; quam mutationem dum superficies aquæ subit, hujus particulae per parvum spatium eunt & redeunt. Directio hujus motus est per CE, celeritasque hac ipsâ linea repræsentari potest; concipiatur hicce motus in duos alias resolutus per GE & DE, quorum celeritates per hasce lineas respective repræsentantur (383). Motu per DE particulae in obstaculum non agunt, & eadem celeritate post impactum, juxta hanc directionem motum continuant, motusque hic repræsentatur per EF, positis EF & ED inter se æqualibus. Motu per GE particulae directe ad obstaculum accedunt, & aqua, quæ ultra obstaculum progredi nequit, & ab insequenti propellitur, cedit illam partem versus, in qua minima resistentia datur, id est, adscendit; hæcque major quam in cæteris locis elevatio ex motu per GE oritur; quia huc

TAB. VII.
fig. 3.

hoc motu solo ad obstaculum particulæ accedunt. Descensu aqua eam acquirit velocitatem, cum qua fuit elevata, & eadem cum vi particulæ aqueæ ab obstaculo juxta directiō nem EG repelluntur, cum qua ad obstaculum accessere. Ex hoc motu, & motu memorato per EF, oritur motus per EH, cuius celeritas lineâ EH, æquali lineæ CE designatur, & reflexione celeritas undæ non mutatur, redditque hæc per EH, eodem modo ac sublato obstaculo per Eb motum continuasset. Si a C perpendicularis CD ad obstaculum, producatur, fiatque Dc æqualis CD, linea HE continuata transfibit per c; & cum hæc demonstratio in omnibus punctis obstaculi procedat, sequitur

541. Undam reflexam eandem habere figuram ad hanc partem obstaculi, quam sublato obstaculo ultra hoc habuisset.

542. Si obstaculum ad horizontem inclinetur, aqua super illo adscendit & descendit, & attritum patitur, quo Undæ reflexio turbatur, & sæpiissime in totum destruitur. Hæc est ratio quare plerumque fluminum ripæ Undas non reflectant.

543. Quando in obstaculo ut BL foramen datur ut I, pars undæ, quæ per hoc transit, motum directe continuat, & QQ versus sese expandit, novaque unda formatur, quæ per semicirculum movetur, cuius centrum est ipsum foramen. Nam pars Undæ elevata, quæ primo transgreditur foramen, statim paululum ad latera defluit, & deinde descendendo cavitatem format, quæ ab omni parte ultra foramen

men elevatione circumdatur, quæ omnes partes versus, eodem modo, ac de genesi primæ Undæ dictum (539.), movetur.

Unda, cui opponitur obstaculum ut AO, ^{544.} inter O & N. motum continuat: sed R versus per portionem circuli, cujus centrum non multum ab O distat, sese expandit.

Ex hisce facile deducitur motus Undæ, quæ ^{545.} in utraque extremitate obstaculi, ut MN ad posticam hujus partem sese expandit.

Undæ sèpe producuntur ex motu corporis tre-^{546.} mulo, quæ etiam per circulum sese expandunt, licet per lineam rectam corpus eat & redeat; aqua enim agitatione elevata descendendo cavitatem format, quæ ab omni parte elevatio-
ne circumdatur.

Undæ variæ sese mutuo non perturbant, dum ^{547.} juxta varias directiones moventur. Cujus effectus ratio est, quod, quamcunque ex motu undæ figuram adepta fuerit aquæ superficies, in hac elevatio & depresso dari possint, ut & motus qualis in undæ motu requiritur.

Qui unquam undarum motum attente consideravit, hæc omnia cum Experimentis congruere vidit.

Celeritas undarum ut determinetur, motus TAB. VII. aliis cum harum motu analogus examinandus ^{fig. 4.} est. Detur fluidum in tubo cylindrico curvo ^{548.} EH, superetque altitudo fluidi in crure EF altitudinem in alio crure quantitate i.e., quæ differentia in duas partes æquales secunda est in E. Gravitate sua descendit fluidum in crure EF, dum æqualiter in tubo GH adscen-
dit;

dit; quando superficies fluidi pervenit ad E, ad eandem in utroque crure datur altitudinem, & in hoc situ solo fluidum potest quiescere: sed celeritate descendendo acquisita motum continuat, adscenditque in tubo GH, ad dum in EF deprimitur ad i usque, nisi quatenus attritu motus minuitur. Fluidum in tubo GH magis elevatum etiam gravitate descendit, & fluidum in tubo it & redit, donec ex attritu totum motum amiserit.

Quantitas materiæ movendæ est totum uidum in tubo; vis motrix est pondus columnæ ei; hoc fluidum premens eodem motu cum reliquo fluido in tubo cietur, ita ut hujus respectu quiescat, premit ergo toto suo ponde-
re in fluidum inferius (183.). Altitudo fluidi prementis semper est dupla distantia inter superficiem fluidi & punctum E; quæ ergo distantia cum hac vi motrice in eadem ratio-
ne crescit & minuitur. Distantia autem hæc est spatium a fluido percurrendum, ut perve-
niat ad situm in quo quiescere potest; quod ergo spatium semper est ut vis quæ continuo in fluidum agit: sed ex hac causa demon-
stravimus penduli in cycloidi oscillati vibra-
tiones omnes esse æque diuturnas (217.); ideo & hic, quæcumque fuerit agitationum in-
equalitas, æquali semper tempore fluidum it aut
redit.

549. *Tempus in quo fluidum sic agitatum adscen-
dit aut descendit est tempus in quo vibratur
pendulum, cuius longitudo, id est, distantia
inter centra oscillationis & suspensionis,
æqualis est semi-longitudini fluidi in tubo, sive
semi-*

semi-summæ linearum E F , F G , & G H : longitudo hæc in axe tubi mensuranda est.

Vibretur hocce pendulum in cycloide methodo superiorius (212.) explicata. Pendulum TAB. VII.
PC & arcus A D ejusdem sunt longitudinis (213.) ; in puncto A directio curvæ ad horizontem perpendicularis est, & corpus toto suo pondere juxta curvam descendere conatur: hoc autem pondus est ad vim in corpus agentem, posito hoc in P , ut A D , aut PC , ad P D (216.). Sit nunc fluidum in eo situ , ut e E (fig. 4.) æqualis sit P D ; pondus totius materiæ movendæ , id est , totius fluidi , est ad pondus e i , quod est vis in hoc situ in fluidum agens , ut longitudo fluidi in tubo ad lineam e i , in qua ratione etiam sunt harum quantitatum semisses , id est , P C , ad P D (fig. 5.). In pendulo ergo pondus materiæ movendæ est ad vim in hanc agentem in P , ut in tubo pondus materiæ movendæ ad vim in hanc agentem in situ e b . Æqualibus viribus ideo corpus pendulum & fluidum in hac occasione propelluntur , & illud ubique obtinet , ubi spatia a fluido in agitatione & a corpore in vibratione percurrenda sunt æqualia ; idcirco in hoc casu agitatio & vibratio eodem tempore peraguntur , & non modo in hoc casu , sed semper (548.). Cum vero vibrations exiguæ in circulo a vibrationibus in cycloide non differant , etiam ad illas demonstratio referri debet.

Ut ex dictis determinemus undarum celeritatem , variæ undæ æquales & se se mutuo imme TAB. VII.
fig. 6.

mediate in sequentes considerandæ sunt ut A B, C D, E F, quæ ab A ad F moventur. Unda A B percurrit latitudinem suam, quando cavitas A pervenit ad C; quod fieri non potest, nisi aqua in C ad altitudinem undarum culminum adscendat, iterumque ad profunditatem C descendat; in quo motu aqua infra lineam *hi* sensibiliter non agitatur: congruit ergo hicce motus cum motu memorato in tubo, & aqua adscendit & descendit, id est, unda latitudinem suam percurrit, dum pendulum longitudinis dimidii B C duas peragit oscillationes (549.); aut dum pendulum longitudinis B C D, prioris quadruplicæ, semel vibratur (220.).

Pendet igitur celeritas undæ a longitudine lineaæ B C D, quæ pro majori undarum latitudine, & pro majori profunditate, ad quam in motu undarum aqua descendit, maior est.

In undis latioribus, quæ non alte elevantur, linea ut B C D a latitudine undæ vix differt, & in eo casu unda latitudinem suam percurrit, dum pendulum huic latitudini æquale semel oscillatur. In omni motu æquabili multiplicando tempus per celeritatem datur spatium percursum (59.); unde sequitur celeritates undarum esse ut radices quadratas latitudinum: nam cum in hac ratione sint tempora, quibus latitudines suas percurrunt (220. 552.), eadem in harum celeritatibus requiritur, ut producta temporum per celeritates sint ut undarum latitudines, quæ sunt spatia percursa.

Hæc omnia tantum pro quamproxime veris habenda sunt, quia undarum motus a motu in tubo paululum differt; qui error pro parte tamen compensatur ex eo quod penduli longitudine mensuretur juxta lineas inclinatas BC & CD.

CAPUT X.

De Resistentia Fluidorum.

Omne corpus quod in fluido movetur resistit 554.
stentiam patitur, & quidem ex duplice
causa.

Quamvis fluidorum partes parum admodum cohæreant; illas tamen vi quadam cohærere extra dubium est (41.), hanc autem *corpus, dum 555.* in motu suo separat fluidorum particulas, superrare debet cohaesionem; hæcque est prima resistentie causa.

Actio hæc similis est illi, qua corporum mol- 556.
lium partes separantur, dum in ipsis cavitatis for-
matur, quam formari vidimus actione, quæ
sequitur proportionem ipsius cavitatis formatæ (320.); *quæ demonstratio ad corpus in fluido*
motum etiam potest applicari; in hoc autem
motu corpus cavitatem format proportiona-
lem spatio percurso, quamvis cavitas hæc sin-
gulis momentis affluxu fluidi iterum implea-
tur. Unde deducimus corpus ex hac prima 557.
causa, resistentiam pati proportionalem huic
spatio percurso; quæ idcirco ad instar veloci-
tatis augetur & minuitur (58.).

M

Dum

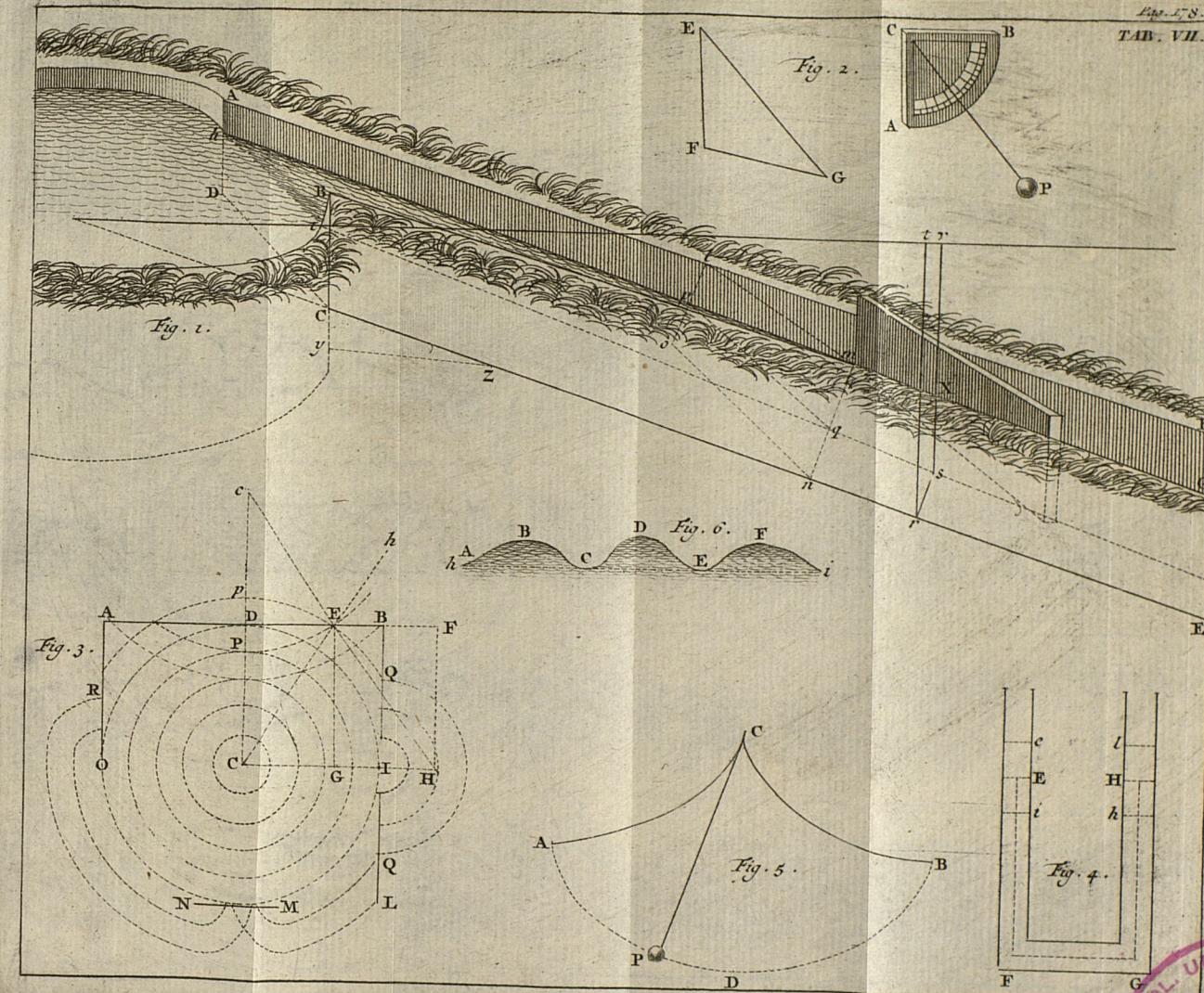
558. Dum corpus in corpore molli cavitatem format, partes immediatâ tantum actione corporum in se mutuo, transferuntur; qua cefante actione cessat particularum motus. Hac de causa in formanda cavitate tantum confunditur vis qua partium cohæsio superatur, postfuntque corpora integras in formandis cavitibus vires insitas amittere.

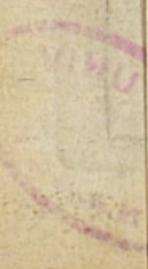
Corpus autem in motu per fluidum non tantum transfert particulas actione immediata, dum sibi viam inter has aperit, in qua translatione immediatè cohesionem superat; sed & præterea ipsis particulis vim communicat, qua, post cessatam corporis actionem, inter se

559. moventur: *reactio* verò particularum, dum ipsis motus hicce imprimitur, ex harum iner-
tia oriunda (178.), est secunda causa resisten-
tie.

Ut clarius concipiamus quæ resistentias has
560. spectant, ad hoc attendere debemus. Mu-
tuam actionem corporis & fluidi eandem esse,
sive corpus certa velocitate in fluido quiescente
moveatur, sive, quiescente corpore, eadem velo-
citate fluidum in hoc incurrat. Actio enim
hæc a motu respectivo pendet, qui in hisce
casibus non variat.

Si nunc sepositâ partium cohæsione ad mo-
tum fluidi attendamus, & hoc consideremus
dum in corpus quiescens incurrit, facile vide-
561. bimus fluidi actionem esse pressionem, particu-
lasque non impingere in corpus sed juxta hoc
aut juxta particulas fluidi, quæ corpus tan-
gunt, moveri & interea illas premere corpus,
eodem modo ac corpus premit planum super
quo





quo movetur, quales pressiones ex viribus oriundas superius (361. 362.) indicavimus.

Pressio hæc a vi insitâ particularum oriunda, est, ut hæc vis, id est, ut quadratum velocitatis (300.), quod clarissimum patet, si ad hoc attendamus analogiam dari inter pressionem hanc & vim centrifugam, quæ ceteris paribus etiam est ut quadratum velocitatis (268.). Augentur etiam Pressio, de qua hic agimus, ut numerus particularum determinato tempore incurrentium, qui numerus velocitatis sequitur proportionem. Tandem pressio hæc sequitur rationem temporis per quod singulæ particulæ in determinatam partem superficie premunt, quod tempus eo minus est quo velocitas est major, sequiturque rationem inversam velocitatis; quare ultimæ duæ rationes sese mutuo destruunt superstitemque habemus solam rationem quadrati velocitatis; quam idcirco sequitur resistentia ex secunda causa.

Ut autem concipiamus, quomodo ambæ resistentiæ causæ simul agant in casu in quo corpus quiescere, fluidum vero moveri, ponimus, debemus particulas considerare, quæ post TAB.VIII actionem in corpus, ut A, ad latera defluunt ^{fig. 1.} in B & D, ubi sepositâ partium cohæsione cessat ipsarum actio in corpus; positâ autem cohæsione hac, particulæ hæ laterales secum insequentes particulas trahunt, & has in C separant, quod sine actione in corpus fieri non potest.

Resistentias illas quas indicavimus (557. 563.) sequi proportiones cum experimentis congruit. (Exp.)

565. *Quando corpora similia, similiter, & velocitatibus æqualibus, per idem fluidum, moventur, deducitur ex ante demonstratis (556. 562.), resistentiam utramque augeri & minui, ut augetur & minuitur numerus particularum fluidi ex loco motarum eodem tempore, id est, sequitur resistentia integra rationem quadratorum laterum homologorum (20. El. VI.), &, si de globis, cylindris, aut conis, agatur, rationem quadratorum diametrorum (2. El. XII.). (Exp.)*
566. *Resistentia ex prima causa non mutatur pro diversa corporis figura, si modo cavitas formata in motu eadem sit (556. 320.) ; quare in cono & cylindro juxta axeos directionem motis, ut & in globo, si horum corporum diametri fuerint æquales, & agatur de eodem fluido, & eadem velocitate, resistentia eadem est. (Exp.)*
567. *Resistentia autem ex secunda causa variat pro diversa corporis figura; nam licet fluidum quiete sens quaqua versum æquali vi premat, hoc ad pressionem ex motu oriundam non debere referri facile patet, quæ juxta unicam tantum directionem agit, & non tota sustinetur nisi a plano ad hanc directionem perpendiculari.*
568. *Demonstramus in scholiis Elem. resistentiam cylindri se habere ad coni resistentiam, si ambo fuerint recti, & eadem velocitate, juxta axium directiones, in eodem fluido, moti, ut linea in coni superficie, à vertice ad punctum quodcumque baseos ducta, ad semidiametrum baseos.*

Cylindri autem recti & globi resistentias esse 569.
inter se ut tria ad duo, si diametri fuerint æ-
quales, & ille juxta axeos directionem feratur,
in iisdem scholiis demonstramus.

Unde sequitur resistentiam globi se habere ad 570.
resistentiam coni recti, juxta axeos directionem
moti, & cujus baseos diameter æqualis est dia-
metro globi, ut duæ tertiae partes lineæ, in su-
perficie coni ad punctum baseos ductæ, se habent
ad semidiametrum baseos. (Exp.)

Observandum coni verticem in motibus
hisce præcedere; si enim basis resistentiam pa-
teretur, clarum est hanc a resistentia cylin-
dri ejusdem diametri non differre.

Resistentia ex prima causa in variis fluidis 571.
differt, hancque differentiam nisi experi-
mentis determinari non posse facile etiam
patet.

In motibus velocioribus, si fluida glutinosa 572.
excipiamus exigua est resistentia ex cohæsione
partium, collata cum resistentia ex secunda
causa; quod ex diversis rationibus, secundum
quas augentur, sequitur. Centies ex. gr. au-
ctâ velocitate qua datâ æquales sunt resistentiæ
hæ, prima erit ad secundam ut unum ad
centum.

Resistentia autem ex secundâ causâ in variis 573.
fluidis sequitur rationem particularum ex lo-
co motarum; pendet enim a materia inertia,
quæ materiae quantitatis rationem sequitur (13.):
est ergo resistentia hæc ceteris paribus ut fluidi
densitas.

Computatio de resistentia ex secunda causâ
iniri potest, nullo instituto experimento, de-

terminando pondus quod hanc resistentiam valet.

574. Sit corpus cuius superficies A B resistentiam
TAB.VIII. tiam patitur, dum motus directio ad hanc su-
fig. 2. perficiem perpendicularis est; ponimus autem ut superius, corpus quiescere, dum fluidum movetur, quo actio fluidi in corpus non mutatur (560.).

Sit superficiei A B æqualis superficies CD in fundo vasis, continentis simile fluidum ad altitudinem EF; ponamus præterea pressionem quam patitur pars CD fundi, æqualem esse actioni, quam patitur AB, seposita partium cohæsione.

Plana hæc duo æqualia, cohibent singula motum fluidi; & propter actionum suarum æquilitatem, æquales motus cohibent. Ideoque sublatiis ipsis planis, fluidum in locis in quibus plana agebant eadem velocitate fertur, id est, fluidum, quod in superficiem A B agit, movetur velocitate qua fluidum per foramen in CD exire potest, id est velocitate, quam corpus acquirit in vacuo cadendo ab altitudine EC (481.); seponimus enim cohæsionem partium & omnem attritum. Ergo actio, quam patitur superficies A B, dum fluidum in hanc agit, valet pondus columnæ fluidi, cuius basis est CD, aut A B, & altitudo EC; hæc est enim pressio quam patitur CD (433.).

575. Unde patet Prismatis recti, juxta directio-
 nem ad basim perpendiculararem, in fluido moti,
 resistentiam valere pondus columnæ ejusdem fluidi,
 cuius basis æqualis est basi prismatis, &
 cuius altitudo illa est, à qua corpus in vacuo

cadendo acquirit velocitatem qua prisma in fluido fertur. (Exp.)

Demonstratio hæc tantum locum habet ubi 576. superficies, quæ resistentiam patitur, ad motus directionem perpendicularis est (567.), ubi de aliis superficiebus agitur ad demonstrata de his (568. 569.) attendendum est.

Quare si de globo agatur, resistentia valebit duas tertias partes ponderis cylindri ex fluido cuius diameter æqualis est diametro globi, & cuius altitudo illa est a qua cadendo in vacuo corpus acquirit velocitatem, cum qua in fluido movetur (575. 569.). (Exp.)

Altitudo a qua corpus cadendo acquirit velocitatem, qua si in fluido feratur, resistentia ex secunda causa ponderi ipsius corporis æqualis sit, ex his facile detegitur. Si de prismate agatur, *densitas fluidi se habebit ad prismatis densitatem, ut hujus altitudo ad altitudinem quæsitam* (575. 443.).

Si de globo agatur densitas fluidi se habebit ad globi densitatem, ut altitudo cylindri ejusdem ponderis cum globo & diametrum æqualem globi diametro habentis, quæ altitudo valet duas tertias partes diametri, ad duas tertias partes altitudinis quæsitæ (575. 569. 443.), id est *ut diameter ad altitudinem quæsitam.*

Pondus quod resistentiam valet, ideoque 579. ipsa resistentia ex secunda causa, sequitur rationem baseos prismatis, densitatis fluidi, & quadrati velocitatis corporis (575. 186.). Quod cum ante demonstratis (565. 573. 563.) congruit.

In cap. 19. lib. I. diximus, nos in hoc ca-

580.
M 4 pite

pite tradituros demonstrationem ab illa diversam, quæ in n. 299. datur, de virium mensura, quas in eodem corpore quadratis velocitatum statuimus proportionales (300.). Demonstratio hæc est.

A nemine in dubium vocatur fluidi velocitatem, ex pressione fluidi superincumbentis oriundam, sequi rationem subduplicatam altitudinis fluidi (482.); demonstravimus in hoc capite (574.), resistentiam ex secunda causa sequi hujus altitudinis rationem; ideoque rationem duplicatam velocitatis; sed etiam vidimus resistentiam eandem sequi rationem cum vi insita particulis singulis fluidi (562.); quare vis hæc etiam est ut quadratum velocitatis. Q. D. E.

C A P U T XI.

De Retardatione Corporum in Fluidis motorum.

581. *Vidimus corpus in fluido motum resistentiam pati* (554.), *darique pressionem motui contrarium, qua corpus retardari manifestum est* (309.).

Cum duplex detur resistentia, corpus etiam *ex duplice causa* a motu suo amittit.

582. Natura utriusque *resistentiae* cum diversa sit, generant hæ retardationes diversas, *in ipsis illis casibus, in quibus pressiones, quas in corpus exerunt, sunt æquales, sed pressiones non sunt ejusdem generis.*

In

In casu in quo corpus quiescit, dum fluidum 583. movetur, causæ, quæ, moto corpore, hoc retardant, nunc ipsi motum communicant, & est hæc velocitas acquisita, æqualis ipsi retardationi, quam patitur corpus quando, quiescente fluido, corpus movetur ea velocitate, quam in casu primo fluidum habuit (560.).

In casu autem hoc, in quo fluidum movetur, 584. cohæsio partium immediate nunquam motum corpori potest communicare, sed tantum medianente motu aliarum particularum, ut explicavimus (564); quod non itidem ad secundam causam resistentiæ applicari potest, quæ immediate corpori motum communicat: quare ex 585. principiis omnino diversis, quæ retardationes ex hisce diversis resistentiis oriundas spectant, deducenda sunt.

Quando corpus quiescit, & fluidum move- 586. tur, particulæ quæ ad latera defluunt cohæsionem superant, & hæ ex vi sua amittunt, quæ actio consideranda foret ad determinandam velocitatem ex hac corpori communicatam, & difficilior est hujus celeritatis determinatio, quam tamen in scholiis Elem. explicamus. In quibus etiam scrupulos quosdam tollimus.

Præstabit hæc retardationem determinare quam patitur corpus in casu, in quo hoc movetur, & fluidum quiescit.

Vidimus resistentiam ex prima causa ejus- 587. dem esse naturæ cum resistentia corporum mollium, dum in his cavitas formatur (556.).

*Vidimus etiam cavitatem hanc ipsum vis
M 5 in*

in hac formanda amissæ proportionem sequi (320.) ; cavitas autem quam corpus in fluido 588. format, dum per hoc movetur, *spatio percurso* proportionalis est: ergo & huic spatio vis, ex hac *resistentia ex primâ causâ amissa*, proportionalis est.

Corpus quod in vacuo verticaliter in altum projicitur, in adscensu suo amittit continuo vim proportionalem spatio percurso (301. 193.) ; sequitur igitur retardatio in hoc adscensu eandem rationem quam sequitur retardatio corporis oriunda ex *resistentia de qua agimus*; sed retardatio corporis adscendentis est æquabilis (190.) ; ergo & talis est retardatio quam examinamus.

590. *Quamdiu ergo idem corpus, eodem modo, per idem fluidum movetur, quacunque velocitate feratur, sepositâ resistentiâ ex secundâ causâ, æqualibus temporibus, æquales gradus velocitatis amittit;* & percurrente spatium determinatum (589.), quod quadrato velocitatis in initio proportionale erit (590. 190. 194.), in tempore ipsi velocitati huic proportionale (590. 190. 191. 186.), integrum amittet motum.

591. Hinc videmus corpora in fluido mota tandem quiescere, quod communi admissa opinione, de viribus ipsis velocitatibus proportionalibus, difficulter admodum explicari poterit, si queat; nam nisi tempore infinito tota velocitas consumi posset.

592. Retardatio ex secunda causa determinatur, ponendo corpus quiescens, & fluidum in hoc incurrens; quia facilius determinatur velocitas, quæ corpori quiescenti a fluido communi-

natur, quam retardatio quam corpus patitur; præstabit ergo velocitatem hanc considerare, quæ ab ipsa retardatione, corporis agitati per fluidum quiescens, non differt (583.).

Pressio, quam in corpus quiescens exerit 593. fluidum, immediate corpus potest transferre, sequitur igitur velocitatem infinite exiguum, momento infinite exiguo constanti, communicari, proportionalem ipsi spatio, per quod corpus hoc quiescens actione fluidi immedia-
te transfertur, quod spatium ipsi pressioni pro-
portionale est (71.), quæ ipsa rationem se-
quitur quadrati velocitatis (563.).

Diminutiones idcirco velocitatis, quas cor- 594.
pus in fluido motum, momentis infinite exiguis,
æqualibus, ex resistentiâ ex secundâ causâ, pa-
titur, sunt ut quadrata velocitatum ipsius cor-
poris.

Ex qua demonstratione sequitur nunquam 595.
corpus ex solâ resistentiâ ex secundâ causâ inte-
gram posse amittere velocitatem.

Patet etiam in omni casu retardationem, ex 596.
hac resistentia, eandem cum ipsa rationem se-
qui, quamdiu corpus motum eandem materiae
quantitatem continet, ubi autem haec est diver-
sa, retardatio est cæteris paribus, inversè ut 597.
haec materiae quantitas (76.). Ex quibus fa-
cile videmus, quomodo positis demonstratis
in capite præcedenti retardationes pro variis
corporibus, & variis fluidis, inter se conferri
possint.

Si de sphæris, cylindris, aut conis similibus, 598.
Ex. gr. agatur, positis cylindris, & conis jux-
*ta axium directiones motis, erunt retardationes
ex*

ex secunda causa directè ut quadrata diametrorum (596. 565.) *ut quadrata velocitatum* (594.), *ut densitates fluidorum* (596. 573.); & *inverse ut densitates corporum* (597.), & *cubi diametrorum* (597.). Sed ratio directa quadratorum, & inversa cuborum diametrorum, ad inversam ipsarum diametrorum reducitur; Idcirco, junctis rationibus ultimâ & primâ, sunt retardationes inverse *ut diametri.*

599. Numeri in harum rationum ratione composita deteguntur, multiplicando pro singulis corporibus fluidi densitatem per quadratum velocitatis corporis, & dividendo productum hoc per diametrum ductam in densitatem corporis, divisionumque quotientes exprimunt retardationum relationes.

600. Hæ etiam deteguntur si pro singulis corporibus pondus, quod valet resistentiam (575.) dividatur per corporis pondus; quotientes enim sunt ut retardationes (596. 597. 75.).

Dum corpus in fluido retardatur, singulis momentis, cum mutata velocitate, mutatur retardatio, unde varia circa motum corporis, in fluido continuatum, deducuntur, quorum quædam in scholiis, Elem. demonstramus; horum pauca hîc indicabo.

601. Sepositâ, ut in ultimis propositionibus, resistentiâ ex partium cohæsione, moveatur corpus per fluidum, percurret hoc spatio æqualia, temporibus inæqualibus, quæ erunt in progressione geometrica; in qua eadem progressione, sed inversâ, sunt velocitates in initiis horum momentorum.

*Si globus aut cylindrus rectus, juxta axeos 602.
directionem moveantur per fluidum, cylindri
longitudo, aut globi diameter, se habebunt ad
spatia, quibus percurrendo corpora hæc respecti-
vè dimidium velocitatis amittunt, in ratione
composita densitatis fluidi ad densitatem corpo-
ris, & numeri 10000. ad 13863.*

*Corporis autem, quod in fluido movetur, re- 603.
tardatio ab utraque causa resistentiae pendet, &
est pro parte æquabilis (590.), pro parte ut qua-
dratum velocitatis (594.).*

Quod etiam ad corpora adscendentia & de-
scendentia applicari potest.

*Corpus fluido specificè gravius, quod adcen- 604.
dit, aut fluido specificè levius, quod descendit,
præter retardationem ex inertia fluidi oriun-
dam (594.) aliam æquabilem patitur, non
modo ex cohæsione (590.), sed est præterea,
in primo casu, ex gravitate respectiva (455.,
in secundo, ex vi qua in fluido sursum pel-
litur (452.).*

E contra Si corpus, specificè fluido quo im- 605.
mergitur gravius, descendat, aut fluido levius,
adscendat, continuo acceleratur vi quæ valet
differentiam gravitatum specificarum corporis
& fluidi (456.), quæ acceleratio, à gravitate
oriunda, æquabilis est (182.), minuitur hæc
retardatione a cohæsione oriunda, sed æqua-
biliter (590.), & est adhucdum æquabilis ac-
celeratio. Cum autem retardatio ex secundâ
causâ cum velocitate crescat, minuitur conti- 606.
nuò acceleratio; & corpus magis ac magis acce-
dit ad velocitatem quandam maximam deter-
minatam, ad quam tamen nunquam pertingere
potest. Illa

607. Illa verò est velocitas maxima in qua retardatio accelerationi æqualis est ; si enim talem acquirereret corpus , æquabiliter motum continuaret , pressionibus oppositis sese mutuo destruentibus , quod contingit ubi resistentia ponderi respectivo æqualis est , seposita partium cohæsione.

608. Corpus cylindricum hanc acquirit velocitatem maximam in vacuo cadendo ab altitudine quæ se habet ad cylindri longitudinem , si hic juxta axeos directionem in fluido descendat , aut si de globo agatur , ad hujus diametrum , ut differentia densitatis corporis in fluido moti cum fluidi densitate ad hanc fluidi densitatem (575.) , si nempe seponamus retardationem ex partium cohæsione oriundam , qua autem posita minor erit altitudo aqua in vacuo cadendo corpus acquirit velocitatem de qua agimus maximam.

Relictis nunc motibus , in lineis rectis pauca etiam addam de motu pendulorum.

609. Sit ABD arcus cycloidis in quo pendulum vibratur ; B punctum infimum. Acceleratio ex gravitate in punto quocunque ut E est ut EB (216.) ; sed hæc a cohæsione minuitur æquabiliter (590.) ; sit hæc diminutio ut BF , acceleratio erit nunc ut EF , & in A erit ut AF. Adscensu corporis , retardatio in G a gravitate oriunda , erit ut GB , a cohæsione erit ut BF & ex his causis conjunctis est ut GF ; & in tota vibratio ne sepositâ aliâ resistentiâ , corpus respectu puncti F movetur ut in vacuo agitatur respectu B.

Vocabimus ideo descensum motum penduli usque

usque ad F, & adscensum motum ultra punctum hoc; agam enim de pendulis a parte A descendantibus.

Ut autem demonstremus quæ obtinent, ^{610.} quando pendulum etiam resistentiâ ex secunda causa retardatur, fingam resistentiam quæ retardationem generat in ratione velocitatis, quasdamque, hac positâ, propositiones demonstrabo, quibus expositis facilius patebunt quæ locum habent quando retardatio est ut quadratum velocitatis.

Positâ igitur retardatione in ratione ipsius ^{611.} *velocitatis, & pendula duo, omnino similia, in cycloide oscillata, inæquales peragant vibratores, eodemque momento cadere incipient; moveri inchoant velocitatibus quæ sunt ut arcus descensu describendi (216.)*; si hæ impressiones primi momenti solæ considerentur, post tempus quodcunque celeritates erunt in eadem ratione ac in principio; nam retardationes, quæ sunt ut ipsæ velocitates, harum proportionem immutare nequeunt; ratio enim inter quantitates non mutatur, additione, aut subtractione, quantitatum in eadem ratione. Temporibus igitur æqualibus, utcunque inter movendum ex resistentia mutetur corporis celeritas, spatia percurruntur quæ sunt ut velocitates in principio (58.), id est, ut arcus descensu describendi; idcirco post tempus quodcunque corpora sunt in horum arcuum punctis respondentibus. In hisce autem punctis accelerationes sunt in eadem ratione quam in principio (216.); & ratio inter celeritates, quæ ex resistentia non variatur, ex acceleratione

tione etiam nullam mutationem patitur. In adscensu motus corporum retardatur, sed in punctis respondentibus retardationes sunt in eadem ratione in qua sunt in descensu accelerations. Ubique ergo in punctis respondentibus celeritates sunt in eadem ratione. Cum autem iisdem momentis corpora sint in hisce punctis respondentibus, sequitur motum amborum eodem momento destrui, id est, hæc *iisdem temporibus vibrationes absolvunt*. Spatia in integris vibrationibus percursa, cum æqualibus temporibus percurrentur, & cum in singulis momentis velocitates sint inter se eadem ratione, sunt quoque in hac ratione; id est,

612. *arcus integralium vibrationum sunt ut arcus descensu descripti*, quorum dupla sunt arcus in

613. *vacuo describendi*. Ergo *Defectus arcuum in fluido descriptorum ab arcibus in vacuo describendorum sunt differentiæ quantitatum in eadem ratione, & sunt ut arcus descensu descripti*.

614. *Crescat nunc retardatio in ratione duplicata velocitatis, & vibrationes inæquales peragat corpus pendulum; maiores erunt magis diuturnæ, propter resistentiam magis crescentem quam in casu n. 611.*

615. *Celeritates tamen, positis arcibus non admodum inæqualibus, in arcuum descriptorum punctis respondentibus, sunt ubique quam proximè in eadem ratione, & quidem ratione arcuum descensu descriptorum*. Si retardatio esset in ratione celeritatis, hæc proportio obtineret, nunc vero turbatur propter majorem resistentiam in majori vibratione, qua motus in

in hac magis minuitur. Sed dupli ex causa magis acceleratur. 1. Vibratio hæc major diutius durat (614.), corpusque diutius hæret in certo spatio quam in spatio respondenti in vibratione minori, & per longius tempus acceleratur. 2. Defectus arcus descripti, ab arcu in vacuo describendo, major est, servata proportione, in vibratione majori; quia in hac retardatio magis differt a retardatione in minori vibratione; quam in n. 613. Puncta ergo respondentia, servata proportione, magis a puncto F in arcu majori quam in minori distant, quamdiu in hoc corpus descendit; major ideo, servata proportione, in illo datur acceleratio, quia acceleratio est ut corporis distantia a puncto F. Datur ergo compensatio, & memorata proportio instauratur. In ascensu corporis, duratio retardationis concurrit cum ipsa retardatione ad hanc turbandam proportionem, sed nunc minus in majori arcu puncta respondentia, servata proportione, a puncto F distant, quam in minori, & ex gravitate minor, servata proportione, retardatio datur; & ita jam, servata proportione, crevit differentia distantiae punctorum respondentium a puncto infimo, ut ex hoc solo facile compensatio detur.

Retardationes quæ sunt ut quadrata celeritatum, sunt igitur ubique in punctis respondentibus, ut quadrata arcum descensu descriptorum; cum harum singulæ in punctis respondentibus eandem servent rationem, in ea etiam erunt ratione summæ omnium, id est, retardationes integræ, quæ sunt *differentiæ in-* 616 *ter*

ter arcus descensu & adscensu proximo descripsos. Hæ ergo differentiæ, si vibrationes non fuerint admodum inæquales, sunt quam proxime ut quadrata arcuum descensu descriptorum. Hoc etiam cum Experimentis satis exacce congruit. (*Exp..*)

LIBRI II.

Pars III. De Aere & aliis Fluidis Elasticis.

CAPUT XII.

Aerem Fluidorum Proprietates habere.

De Aëre sæpius locuti sumus, cum in hoc vivamus, & hoc semper circumdemur, in multis Experimentis, ut monuimus, ad illius effectum attendendum fuit, nunc autem ipsius proprietates singulatim examinandæ veniunt.

617. Aërem vocamus Fluidum quod Telluris superficiem obtegit, ipsamque Tellurem ab omni parte cingit.

Fluido autem Tellurem circumdari constat, observamus enim corpore hanc obtegi quod grave est, cujus partes impressioni cuicunque cedunt, & facillime moventur inter se, quod premit pro altitudine sua, & cujus pressio omnes partes versus est æqualis.

DE-

DEFINITIO I.

Omnis Aër, quo Terra circumdatur, simul 618.
consideratus, vocatur Telluris Atmosphæra, aut
simpliciter Atmosphæra.

DEFINITIO 2.

Aëris altitudo supra Terræ superficiem voca- 619.
tur Atmosphæræ altitudo.

Ubique in Telluris superficie corpus dari, 620.
quamvis ipsius partes plerumque visum fugiant,
experimento constat (16.)

Hoc impressioni cuicunque cedere, & ipsius 621.
partes facile moveri, a nemine in dubium vo-
cari potest.

Grave esse probatur, quia in ceterorum flui- 622.
dorum superficies premit, hæcque in tubis
sustinet.

Detur tubus vitreus A B, longitudinis cir- 623.
citer trium pedum, & cuius cavitatis diame- TAB.VIII.
ter sit quartæ partis unius pollicis; si extre-
mitas A obturetur, & tubus mercurio replea-
tur, alteraque extremitas vase V mercurium
continenti immergatur, mercurius sustinebi-
tur ad altitudinem circiter viginti novem pol-
licum (Exp.)

Tribuendus est hicce effectus pressioni Aë-
ris in superficiem mercurii in vase, quæ ubi-
que æqualiter premi non potest, nisi in tubo,
cui aër nullus inest, mercurii columnna detur,
quæ æqualiter cum aëre exteriori premat
(427.). Tubus hic Torricellianus dicitur; a
primo qui hoc exp. demonstravit Torricelli.

Ne mutetur hæc pressio, quando tubus in- 624.
clinatur, eandem Mercurius servat altitudi-
nem verticalem (430.). (Exp.)

625. Hæc eadem aëris pressio sustinet aquam in vitro , quod aquâ immersitur & hac repletur , deinde extrahitur , orificio manente immerso. (*Exp.*)
626. Eodem modo aqua sustineretur , licet vitri altitudo triginta & duos pedes æquaret . Hydrargyrum enim gravitate sua specifica fere decies & quater superat aquæ gravitatem specificam , & columna aquæ , triginta & duos pedes excedens , æqualiter cum mercurii columna viginti novem pollicum premit , quæ pressio Atmosphæræ pressioni æquipolleat.
627. *Pressionem Aëris ab hujus altitudine pendere* , ex dictis facillimè deduci potest ; sed immediate probatur , transferendo tubum cum mercurio memoratum in locum elevatum , nam circiter octavâ parte unius pollicis descendit mercurius pro altitudine centum pedum , ad quam Machina elevatur.
628. *Aërem omnes partes versus æqualiter premerre* ex eo patet , quod a corporibus mollibus hujus pressio sine figuræ mutatione , & à fragilibus sine diruptione , sustineatur ; quamvis hæc valeat pressionem mercurii ad altitudinem viginti novem pollicum , aut aquæ ad altitudinem triginta duorum pedum (626.) nil , præter pressionem æqualem ab omni parte , memorata corpora intacta servare posse , quis non videt ; hanc autem pressionem illud præstare constat (448. 449.). Sublato aëre ab una parte , pressio in partem oppositam sensibilis est. (*Exp.*)

CAPUT XIII.

De Aëris Elasticitate.

Ceterorum fluidorum proprietates Aërem habere vidimus; præter has peculiarem ^{629.} habet, potestque locum majorem aut minorem occupare, prout vi diversa comprimitur: & statim ac vis hæc minuitur, sese expandit. Propter analogiam hujus effectus cum corporum elasticitate, hæc aëris proprietas hujus elasticitas dicitur.

Aërem posse comprimi Experimento jam me- ^{630.} morato constat (16.).

Illum posse dilatari sequenti probatur.

Detur tubus A B clausus in A, infundatur mercurius ita, ut in tubo aër relinquatur, qui in statu aëris exterioris occupet spatium Al; si tubi extremitas B mercurio immergatur, descendet mercurius ad g, ibique hæredit. Altitudo ig multum differt ab altitudine mercurii in tubo aëre omnino vacuo. (Exp.)

Differentia hæc ponderi aëris, in tubo inclusi, non est adscribenda, nimium exiguum est hocce pondus, ut sensibilem differentiam in altitudine mercurii producat: aëris expansio hujus effectus causa est.

Ex hoc Experimento hanc deducimus regu- ^{632.} lam, *Aërem sese ita dilatare, ut spatium ab hoc occupatum sit semper inverse ut vis qua comprimitur..*

633. Vis, qua aër comprimitur in statu aëris exterioris, est pondus totius Atmosphæræ, quod æquale est ponderi columnæ mercurii altitudinis hf (Fig. 4.) ; vis ergo hæc comprimens hac altitudine potest exprimi; spatium occupatum ab aëre in tubo (Fig. 5.), quando tali vi comprimitur, est $A\ell$. At pressio Atmosphæræ duos exerit effectus, sustinet columnam mercurii ig , & aërem in tubo reducit in spatio gA ; si vis, qua mercurius ad altitudinem gi sustinetur, subtrahatur ex pressione totius Atmosphæræ, id est, si altitudo gi ab altitudine hf auferatur, supereft vis, qua aër in superiori parte tubi comprimitur. Hæc autem differentia altitudinum mercurii hf & gi est semper ad hf , ut cavitas $A\ell$ ad cavitatem Ag : id est, vires sunt inverse ut spatia. (*Exp.*)

634. Hæc eadem regula in aëre compresso obtinet.

TAB.VIII. Detur tubus curvus ABCD, apertus in fig. 6. A, clausus in D, pars BC mercurio impletur ita, ut pars CD aërem contineat in eodem statu cum aëre exteriori: vis ergo comprimens est columna mercurii, cuius altitudo est hf , (Fig. 4.) & per hanc altitudinem hæc vis ut in præcedenti Experimento designatur; spatium autem ab aëre occupatum est CD. Tubo AB mercurius infundatur ut ad g pertingat, aër reducetur in spatio eD : vis comprimens nunc valet columnam mercurii altitudinis fg , ut & pressionem aëris exterioris in superficiem g mercurii; vis hæc designatur per summam altitudinum fg in hac figura & hf

hf in fig. 4. Hæc summa est semper ad *hf* (fig. 4.) ut *C D* ad *e D*; iterumque vires sunt inverse ut spatia. (*Exp.*).

Aëris elasticitas est ut hujus densitas; hæc 635. enim est inverse ut spatum ab aëre occupatum (443.); & ideo ut vis aërem comprimens (632.); quæ æqualis est illi qua aër conatur sese expandere (175.); hæc autem est hujus elasticitas.

Ex hisce sequitur, aërem in quo vivimus, 636. ad illam, quam in Telluris vicinis habet, densitatem reduci ex pressione aëris superincumbentis, illumque magis aut minus comprimi pro majore aut minore Atmosphæræ pondere; ex qua etiam causa in apice montis minus densus est aër quam in valle, a minori enim pondere comprimitur.

Vis, qua particulae aëreæ sese mutuo fugiunt, 637. crescit in ratione in qua distantia inter centra particularum minuitur, id est, vis illa est inverse ut hæc distantia.

Quod ut demonstretur, considerentur duo 638. cubi æquales A & B, inæquales aëris quantitates continentes; sint distantiae inter centra TAB.VIII. fig. 7. particularum ut unum ad duo; in eadem ratione sed inversa erunt numeri particularum in lineis *d e* & *h i*. numeri particularum agentium in superficies *d g* & *h m* sunt ut unum ad quatuor, nempe ut quadrata numerorum particularum in lineis æqualibus; & ut horum numerorum cubi, scilicet ut unum ad octo, sunt aëris quantitates in cubis contentæ; in qua etiam ratione sunt vires comprimentes aërem in cubis (632.). Vires agentes in superficies N 4

ficies æquales dg & bm sunt ut vires quibus
aër comprimitur (175.): sunt etiam in ratio-
ne composita numerorum particularum agen-
tium, & actionum singularum particularum;
hæc ergo ratio composita est ratio unius ad octo:
rationum componentium prima, ut dictum,
est unius ad quatuor, quare necessario secun-
da est unius ad duo, quæ est ratio inversa di-
stantiæ inter particulas. Hæcque demonstra-
tio generalis est, nam unum & octo cubos
quoscunque, unum & quatuor quadrata ra-
dicum cuborum, & tandem unum & duo ipsas
radices in genere designare possunt.

Hæc demonstratio probat actionem, quam
particulæ continuo ab omni parte patiuntur,
augeri in ratione in qua distantia inter centra
particularum minuitur.

Non tamen in particulas ad distantiam ad-
modum sensibilem remotas alias particulas a-
gere Experimenta demonstrant, quibus con-
stat posita eadem aëris densitate, non ibi ma-
jorem dari elasticitatem, ubi major aëris quan-
titas.

639. *Effectus elasticitatis aëris similes sunt effe-
ctibus gravitatis;* aërque inclusus elasticitate
eodem modo quam non inclusus pondere suo
agit.

640. Aër, a totius Atmosphæræ pondere grava-
tus, omnes partes versus premit ex ipsa na-
tura fluiditatis (428.), & vim quam exerit ab
elasticitate nullo modo pendere liquet; quia,
hac positâ aut sublatâ, vis illa, quæ a pon-
dere Atmosphæræ oritur, & huic æqualis est,
minime mutari potest. Cum vero Aër sit
ela-

elasticus, pondere Atmosphæræ in tale spatiū redigitur, ut elasticitas, qua renititur in pondus comprimens, hocce pondus æquet (175.). Elasticitas autem crescit & minuitur cum diminuta aut aucta distantia particularum (637.), & non interest utrum pondere Atmosphæræ, an quocunque alio modo, aër in certo spatio retineatur, in utroque casu eadem cum vi sese expandere conatur, & omnes partes versus premit. Idcirco si in Telluris viciniis aër, servata hujus densitate, includatur, inclusi pressio valebit totius Atmosphæræ pondus. (*Exp.*)

Manente eadem aëris constitutione, prædicta semper locum habent; sed non immutabilis est hæc constitutio; augetur saepe aut minuitur vis repellens particularum, licet distantia inter harum centra non mutetur; de hac mutatione quædam in capite sequenti dicam, in libro sequenti etiam videbimus calore augeri Elasticitatem, frigore minui.

C A P U T XIV.

De aliis Fluidis Elasticis.

Varia dantur Fluida, in quibus circa aërem memoratam detegimus proprietatem, Elasticitatem.

Inter hæc vapor notabilem occupat locum, de hoc agimus in Libro 3. Capite 3.

*Fermentatione, Effervescentia, Putrefactio-*ne, & *Combustione a corporibus Fluida sepa-*

rantur elastica, diversa pro corporum differen-
tia. (Exp.)

644. *Ex innumeris corporibus tale exit fluidum
ubi pressio Aëris externi minuitur aut tollitur.* (Exp.)

645. *Quod etiam in quibusdam observatur, ubi
tantum madefacta sunt.* (Exp.) Quæ tamen Fluidi Elastici generatio, cum illa quæ sublata Aëris pressione observatur, semper ad quan-
dam ex memoratis (643.) generalioribus causis
referri potest.

Fluida hæc omnia quantumvis diversa in-
ter se, eodem nomine Aëris, si forte vapo-
rem excipiamus, designantur plerumque. Cum

646. vero Aër sit fluidum hoc, *quo Telluris tota su-
perficies obtegitur, hic proprie loquendo est
mixtum ex variis fluidis elasticis, in quo na-
tant corpuscula innumera varii generis.*

Corpuscula hæc pro diversa gravitate spe-
cifica ad varias adscendunt altitudines (452.
453.). Etiam diversorum corporum exhalationes

647. quæ fluida sunt Elastica ad diversas ele-
vantur altitudines: Unde deducimus, *Aërem
in loco elevato non tantum densitate differre cum
Aëre inferiori.*

648. Fluida elastica diversa diversas proprietates
habere, in dubium non facile vocari potest,
quod etiam experimentis constat; effectus enim
diversarum exhalationum differunt inter se.

649. *Dum partes quæ post separationem a corpori-
bus Fluida formant elastica in corporibus ha-
rent, ad Fluida elastica non referri possunt,
cohærent tunc partes inter se aut cum aliis cor-
porum partibus & vi repellente destituuntur.*

Hac

Hac de causa partes hæ spatiū exiguum admodum occupant, collatum cum spatio quod replet, ubi elasticitatem acquisivere, præcipue si parum comprimatur Fluidum elasticum.

Hæc clare patent in illis corporibus quæ 650. integra in Fluidum elasticum convertuntur. Glacies corpus solidum cuius partes cohærent primum in aquam, in qua cohæsio minor est, deinde in vaporem Fluidum elasticum convertitur, quod spatiū occupat ad minimum decies & quater millies superans spatiū ab aqua ante conversionem occupatum, & hoc quidem dum vapor a pondere totius Atmosphæræ comprimitur, & in ipsis illis locis ex quibus aërem excludit; hanc autem expansionem in immensum posse augeri, sublata atmosphæræ pressione, quis non videt?

De Aqua quædam alia observabo; ab hac 651. sine sensibili hujus voluminis diminutione separari potest Fluidum elasticum; quæ calore, frigore, aut sublata Atmosphæræ pressione, fit separatio, hancque admodum subitaneam observamus; si subito omnis pressio tollatur.

(Exp.)

Fluidum hoc elasticum ab Aëre, quo Telluris superficies obtegitur, differt, licet magnâ copiâ in aëre detur, & plerumque pro Aëre habeatur.

Si enim phiala repleatur aquâ, ex qua igne, aut aliter, omne fluidum elasticum fuit expulsum, &, relicta exigua aëris bullâ, invertatur phiala, aperturaque immergatur aquâ, vase quocunque contentâ, bullâ hæc aërea, in

in tempore aliquot dierum, tota intrabit in aquam, & successive eodem modo variæ bullæ aquam intrant. Sed respectu singularum hoc observandum, primo die parte in multo majorem bullæ quam diebus sequentibus intra-re.

654. Ex hoc Experimento sequitur dari partes in Aëre, quæ facilius in aquam intrant, ibique hærent, quam reliquum Aëris.

Unde sequitur, dum aqua Aëri aperto exposita est, in ipsam majori copia penetrare illius materiæ, quæ facilius intrat, & aërem, qui intravit, ab ipso aëre externo differre. Observamus etiam magis hocce fluidum imminuta pressione sese dilatare quam juxta regulam n. 632. Hujus autem fluidi expansio immensa est.

655. Observavi bullam hujus fluidi cuius elasticitas trecenties tantum fuit imminuta, dum ipsa decies & quinque millies fuit expansa (*Exp.*)

656. Spatium autem admodum exiguum in ipsa aqua occupat, nam ut superius monui sine sensibili voluminis aquæ diminutione sit separatio, & memorat Mariotte experimentum, in quo elastica hæc materia, quæ calore ex aqua fuerat expulsa, ubi refrigerata erat, & pondus totius atmosphæræ sustinebat, occupavit spatium decuplum spatii ab ipsa aqua, qua contenta fuerat, occupati.

657. Collatis hisce quis non videt, materiam hanc variis centenis millibus vicium dilatari posse.

658. Ex quibus deducimus, *Fluidorum elasticorum*

rum particulæ non esse ejusdem naturæ cum cæteris corporibus elasticis; nam non possunt particulæ singulæ centum millies, & quod excedit, sese expandere servata superficie, omni inæqualitate, aut angulo, experta; in omni enim expansione partes facile moventur inter se: unde sequitur particulæ sese mutuo non tangere, quamvis sese invicem repellant, quallem particularum proprietatem superius jam memoravimus (40.).

C A P U T XV.

*De Antlia Pneumatica, & quibusdam
Machinis quarum Effectus ab Aëre
pendent.*

Aëris elasticitas fundamentum est constru- 659.
ctionis Machinæ, qua aër ex vase exha-
ritur. *Antlia Pneumatica* vocatur, quæ va-
riis modis construitur. In omnibus pars præ-
cipua est cylindrus metallicus cavus, ab inte-
riori parte politus; in hoc movetur embolus,
exactissime cum cylindri superficie interiori
congruens, ne aëri transitus ad latera detur.
Fundo cylindri embolus applicatur, deinde
elevatur, quo ex cylindri cavitate aër omnis
excluditur. Si cum vase quocunque, per tu-
bum in fundo cylindri, cavitas hæc commu-
nicationem habeat, aër in vase sese expandet,
& pro parte cylindrum intrabit ita, ut in cy-
lindro & vase eandem habeat densitatem. Clau-
datur communicatio inter vas & cylindrum,
aër-

aëris ex cylindro ejiciatur, & embolus fundo applicetur. Si secunda vice embolus elevetur, referatā communicatione inter cylindrum & vas memoratum, iterum aëris densitas in vase minuetur; & repetito emboli motu tandem aër in vase ad densitatem minimam reducetur. Aër tamen omnis hac methodo nunquam exhaustiri potest: singulis enim vicibus aër sese ita expandit, ut eandem in cylindro densitatem habeat ac in vase, in quo ideo semper aër quidam supereſt.

660. Postquam autem quantum potest, repetitis operationibus Elasticitas imminuta est, non ex hac de densitate judicium ferre debemus, ut in minoribus dilatationibus (632.) Hæc quæ Aëris superstitionis elasticitas non omni tempore eadem est, & dilatatione ipsius non sensibiliter minuitur. (*Exp.*)

Antliæ omnes prædicta communia habent, in multis tamen differunt. Sed satis est hic explicasse quomodo ope antliæ ex vase aër exhaustiſtatur.

661. Varia ope hujus machinæ experimenta instituuntur, quibus quæ de aëris proprietatibus dicta sunt confirmantur & dilucidantur; ipsum pondus aëris vase inclusi determinatur: multaque alia circa aërem, notatu dignissima, deguntur, & sub oculos ponuntur. (*Exp.*).

Multarum machinarum effectus ab aëre pendunt, quorum explicatio ex dictis facile deducitur, quod uno aut altero exemplo illustrasse sufficiat.

662. Tubus curvus, cuius extremitas una aquâ immersitur, dum extremitas altera, extra vase aquam

aquam continens, infra aquæ superficiem descendit. Si fugendo aut quocunque alio modo aëre evacuetur tubus, fluet aqua. Hæc machina *siphon* vocatur.

Hujus effectus ex pressione aëris oritur; qui aquam in siphonem pellit, premens in superficiem aquæ vase contentæ; premit etiam Aër in aquam exeuntem, illamque sustinet; pressiones hæ sunt æquales, & in superiori parte siphonis contrarie agunt, ibique valent Atmosphæræ pondus, dempto pondere columnarum aquearum, quæ a pressionibus sustinentur. Columna aquæ in crure externo altitudine oppositam columnam superat; ergo ab hac parte magis aëris pressio minuitur, & pressio opposita hanc vincit, fluitque aqua. (*Exp.*)

Antliæ vulgares constant ex duobus tubis, 663. valvula separatis ita, ut aqua ex inferiori in superiorem possit adscendere, non vero descendere; superior tubus brevis est & in hoc movetur embolus corio circumdatus, in quo valvula similis datur.

Fundo cylindri admoveatur embolus, huic superinfundatur aqua, ut aëris transitus cohibetur; si aquâ immergatur extremitas tubi inferioris, & elevetur embolus adscendet aqua in cylindrum aut tubum superiorem, ex quo descendere nequit; quare per embolum transit, quando hic descendit. Elevato iterum embolo novâ aquâ cylindrus repletur; & prima in vas cum cylindro superiori cohærens elevatur, ex quo per tubum fluit. (*Exp.*)

C A P U T XVI.

*De Aëris Motu Undulatorio, ubi
de Sono.*

664. *Si aër quocunque modo agitetur, particulæ motæ e loco recedunt, vicinasque in minus spatum reducunt; & aër dum in uno loco dilatatur in vicino comprimitur. Aër compressus cum se iterum expandit ad pristinum non modo statum redit, sed ipse dilatatur, particulis motu acquisito, ultra pristinam distantiam a se invicem recessentibus.*

Hoc motu aër primo dilatatus in primum statum redit, aërque alias partes versus comprimitur. Hoc iterum obtinet dum aër ultimo compressus sese expandit, quo nova datur compressio. Oritur ergo ex agitatione quacunque motus analogus cum motu Undæ in aquæ superficie (536.); eodem nomine datur, & vocatur aëris Unda Aër compressus cum in sequenti dilatato (537.).

Aër compressus omnes partes versus semper dilatatur, & motus Undarum est motus sphærae sese expandentis, eodem modo ac in superficie aquæ Undæ per circulum moventur (539.).

666. *Dum Unda in aëre movetur ubiunque transit, particulæ e loco moventur & ad hunc redeunt, spatiuumque brevissimum itu & redditu percurrunt.*

Ut hujus motus leges pateant, concipiamus par-

particulas aëreas ad distantias æquales in linea TAB.VIII
reda esse dispositas, *a*, *b*, *c*, *d*, &c. *f*; moveatur ^{fig. 8.}

Unda per hanc lineam; ponamus autem illam
pervenisse inter *b* & *p*; aërem dilatari inter *b* &
b, comprimi vero inter *b* & *p*; ut hæc omnia
in linea *i.* repræsentantur.

Densitas maxima datur in m, loco medio in- 667.
ter b & p, & maxima dilatatio inter b & b
in medio e.

Ubiunque particulæ vicinæ non æque distant, 668.
actio ex elasticitate datur particularum minus
distantium magis distantes versus (637.); hæc-
que actio sola, seposito omni motu acquisi-
to, examinanda est.

Inter b & e datur Pressio a b versus e, id 669.
est, cum motu undæ conspirans; quæ etiam da-
tur inter m & p.

Pressio autem contraria est inter e & m, & 670.
ab m versus e dirigitur.

In m & e, ubi harum actionum directiones 671.
mutantur, nulla ex elasticitate datur actio, quia
particulæ vicinæ ad distantias æquales inter se
positæ sunt.

*In locis *b*, *b*, & *p* omnium maxima est di-* 672.
stantiarum particularum vicinarum differen-
tia; ideoque omnium maxima elasticitatis a-
ctio.

Deducimus ex his particulam, pro vario in 673.
Unda situ, variam ab Elasticitate pressionem
pati, qua illius motus generatur, acceleratur,
minuitur, aut destruitur; idcirco directio mo-
tus particulæ, ex sola directione memoratae
actionis, determinari nequit, & cum hac di-
rectione non semper congruit illa, singula-
rum-

rumque particularum motus omnibus momentis mutatur.

674. Particulæ omnes inter b & p translatæ sunt, juxta ordinem litterarum. Particulæ inter b & p juxta hanc directionem motum continuant, ceteræ inter b & b versus b redeunt, ut in sequentibus dicetur.

Perseverant hæ in motu quo regrediuntur, donec Pressione ex elasticitate, cuius directio in puncto e mutatur, motus acquisitus de novo destruatur; in quo casu particula ut b ad quietem & pristinum situm redit. In momento sequenti particula c in situ pristino quiescit, p vero ad q accedit, ut in linea 2; & successive, in momentis æqualibus, adipiscitur unda omnes situs, qui hæc in lineis 1. 2. 3. &c.

675. 13. videntur; & dum Unda a situ in linea 1. ad situm in linea 13. pervenit, totam percurrit latitudinem suam.

Particula p in hoc motu it & redit, hujusque motus in hac figura sensibilis est, &, ut clare patet, particula hæc successive per omnes situs particularum in Unda transit.

676. Singulæ particulæ successive simili motu agitantur; & diviso tempore in tot partes, quot particulæ dantur in latitudine Undæ, particula unaquæque datur in illo situ, in quo momento precedentifuit particula sequens, quæ per unum momentum tale diutius fuit in motu.

677. Motus cujuscunque particulæ, ut p , in itus & reditu suo, analogus est cum motu penduli vibratorio, dum duas peragit oscillationes; id est, semel it & redit. Pendulum in oscillatione descendit, motusque acquisitus cum gra-

vitatis actione conspirat & hac acceleratur, donec ad punctum areus describendi infimum, id est medium viæ percurrendæ, pervenerit; pergit motu acquisito, qui actione gravitatis, cuius directio in hoc punto mutatur, destruitur, dum corpus per alteram arcus describendi partem adscendit: corpus hoc iisdem legibus redit.

Particula p ex elasticitate movetur, motusque acceleratur ex elasticitatis actione, donec ipsa ad situm particulæ m in linea 1. pervenerit (669.), qui situs in linea 4. videtur, in qua particula p occupat punctum medium spatiī itū & reditu percurrendi. Motu acquisito, quamvis elasticitas contrarie agat (670.), in motu perseverat, donec hac actione totus motus sit destrutus; quod sit percurrendo spatium æquale illi in quo fuit generatus; datur tunc particula p in situ, in quo videtur in linea 7., qui respondet cum situ particulæ b in linea 1. Ex elasticitate tunc particula redit & acceleratur, donec situm particulæ e in linea 1. adepta sit (670.), ut in linea 10.; id est, donec iterum, ut in linea 4, versetur in punto medio viæ percurrendæ. In reditu suo continuat particula donec actione ex elasticitate, cuius directio iterum mutatur (671.), totus motus destruatur; tuncque particula ad pristinum situm, ut in linea 13., redit, & ibi, cùm nova actione non agitetur, quiescit. Quæ omnia ex demonstratis in scholiis Elem. profluunt. Idcirco cessante motu corporis tremulo, 678. quo aër agitatur, novæ Undæ non generantur, numerosque Undarum a numero agitatio-

num ipsius corporis non differt.

679. Si in pendulo post duas vibrationes gravitatis actio cessaret, ut in aëre, post itum & redditum particulæ, elasticitatis actio in hanc particulam cessat, in omnibus motus particulariæ aëreæ cum motu corporis penduli congrueret. In puncto medio arcus oscillatione percurrenti nulla datur gravitatis actio, hujusque directio mutatur; in puncto medio spatii a particula p , itu & redditu, percurrenti, in quo datur in linea 4. & 10., congruit hujus particulariæ situs cum situ particularum m & e in linea 1., in quibus punctis nulla elasticitatis actio datur, & hujus directio mutatur (671.). In pendulo quo magis corpus oscillatum a puncto infimo, aut medio, arcus describendi distat, eo magis vis gravitatis in illud agit; quo magis etiam particula p a puncto medio spatii percurrenti distat, eo major in illam est elasticitatis actio, & in lineis 1. 7. & 13., in quibus maximè à puncto memorato distat particula, situs hujus congruit cum punctis b , b ; & p , in linea 1., in quibus elasticitatis actio est omnium maxima (672.).

680. Qua lege hæc elasticitatis actio, cum aucta a saepius memorato puncto medio distantia crescat, determinatur ex lege ipsa elasticitatis aëris, cuius particulariæ se se mutuo fugiunt cum vi quæ est inversè ut distantia inter particularum centra (637.): & demonstramus in schooliis Elem. elasticitatis actionem, in particulam ut p , ad instar distantiae a puncto spatii percurrenti medio augeri aut minui.

681. Qua de causa particulae singulæ, in motu suo,

suo, eunt, & redeunt, juxta legem corporis in cycloïde oscillati (216.).

In scholiis etiam demonstramus, Undæ velocitatem æqualem esse illi, quam corpus acquirit cadendo a semialtitudine, quam Atmosphæra haberet, si manente aëris quantitate, ubique illam haberet densitatem, quam habet in loco, in quo unda movetur. Et demonstratio locum habet quæcunque fuerit Undæ latitudo, & sive per majus aut minus spatiū particulæ in itu & reditu excurrant; unde constat, Undas omnies æquali celeritate moveri..

Locum hoc habebit quamdiu altitudo Atmosphæræ, positâ hac ubique ejusdem densitatis, non mutatur, mutata autem hac, celeritas undarum mutatur; & sequuntur quadrata celeritatum rationem altitudinum (682. 186.).

Mutatur autem sæpe altitudo hæc, nam manente elasticitate aëris densitas sæpe variat: & mutari potest elasticitas densitate manente: tandem ambæ simul mutationi sæpiissime obnoxiae sunt.

In primo casu, manente nempe elasticitate, dum densitas variat, positâ Atmosphærâ ubique ejusdem densitatis, altitudo mutatur, quantitas vero aëris comprimentis non variat: quia hujus pondus æquale est elasticitati (175.); & est altitudo ut spatiū ab aëre occupatum; ideo inversè ut densitas (443.), quare Undarum celeritatum quadrata sunt inversè ut densitates (684.).

Quando densitas manet, sed mutatur elasticitas, altitudo Atmosphæræ mutatur, ut pondus comprimens, id est, ut elasticitas. (175.) Ergo

quadrata celeritatum Undarum sunt ut elasticitatis gradus (684.).

687. *Si & elasticitas & densitas differant, quadrata velocitatum Undarum erunt in ratione composita directæ elasticitatis, (686.), & inversæ densitatis (685.).*

688. *Si densitas & elasticitas crescant, aut minuantur, in eadem ratione, inversa ratio densitatis directam elasticitatis destruet, & non mutabitur Undarum celeritas.*

Ultimus hic casus exstat in aëris compresione ex aëre adfluente (632.), quo etiam, si de cetero maneat aëris constitutio, altitudo Atmosphæræ, positâ hac ubique ejusdem densitatis, non mutatur; nam pro ratione ponderis superadditi in minus spatum redigitur.

689. Idcirco ex mutata altitudine columnæ mercurii, quæ ex Atmosphæræ pressione in tubo Torricelliano sustinetur (623.), quod pondus, quo aër in terræ viciniis comprimitur, mutatum indicat, non debemus Undarum celeritatem mutatam dijudicare.

690. Eadem de causa Undæ æquali celeritate in apice montis & in valle moveantur; nisi aëris constitutio differret pro majori elevatione (641. 647.).

691. *Undas aestate celerius quam hieme moveri ex aëris elasticitate calore aucta aut densitate imminuta (641.) deducitur.*

692. Altitudo Atmosphæræ, positâ hac ubique ejusdem densitatis, detegitur, si mensuretur altitudo columnæ Mercurii, quæ in tubo Torricelliano cum pressione Atmosphæræ æquiponderat (622.), & comparando aëris densitatem cum densitate Mercurii; quod ponde-

rando aërem fieri potest. Detectâ verò Atmosphæræ altitudine, celeritas, quam corpus a dimidia hac altitudine cadendo acquirit, per experimenta pendulorum determinatur (218. 220.).

Aëris motus, de quo in hac computatione 693. agitur, a sola elasticitate pendet, & exacta es-
set computatio, si particulæ ipsæ ad interstitia
inter has sensibilem rationem non haberent;
si verò ponamus dari hìc rationem sensibilem,
velocior erit undarum motus; propagatur e-
nīm per corpora solida in instanti, quod etiam
referri debet ad corpuscula heterogenea in aëre
natantia.

Consideravimus autem particulas aëreas, qua- 694.
si essent puncta, & celeritates, quæ in hac hy-
pothesi deteguntur, augendæ sunt pro ratione
quam habet materia ad interstitia, ut veræ de-
tegantur velocitates.

Quare quamdiu idem Aër suam servat densi- 695.
tatem; eandem cum ipsa velocitate rationem se-
quitur hujus augmentum.

Si vero densitas mutetur, augmentum non 696.
modo sequitur rationem velocitatis, sed &
rationem, materiæ ad materiam in eadem li-
nea, quæ est ratio radicis cubicae densita-
tis.

Si de diverso Aëre agatur, hæc regula non 697.
procedit, nam ipsæ particulæ, servata aëris
densitate, diversam densitatem habere possunt,
& mutabitur ratio diametrorum particularum
ad interstitia.

Undarum in Aëre motus Sonum producit; de 698.
quo ante quam agamus, pauca de sensationi-

bus in genere præmittenda sunt.

699. Adeo arctum est Mentis & Corporis vinculum, ut quidam motus in hoc cum certis in illa ideis quasi cohæreant, & separari nequeant. Ex nervorum motu singulis momentis ideæ novæ in mente excitantur, talesque sunt rerum omnium sensibilium ideæ; nihil tamen commune inter motum in corpore & ideam in mente percipimus. Nexus qui hic datur perspicientiam nostram fugit, neque ullum possibilem esse concipimus. Innumera in rerum universitate nos latent, quæ ne quidem ideis attingimus. Hicce etiam nexus ad Physicam non spectat.

700. Ubi ergo in Physicis sensatio explicanda est, debemus demonstrare quomodo motus in corpore quod sensationis causa est, agitat in corpore nostro nervum.

701. Corpora quæ sonum producunt, tremulo partium motu Undas in aëre generant; Aëris motus undulatorius agitat tympanum auris, quo aëri, hoc organo contento, motus communicatur, qui ubi in nervum auditorium est translatus, soni idea in mente excitatur. Sed hæc peculiarius sunt examinanda.

Auris structura mirabilis est, & interna, & externa; sed de motu aëris agimus.

702. Diximus *hunc esse vehiculum Soni*; hoc Experimentis constat. (*Exp.*)

Ex eo solo quod aër sit vehiculum Soni, & quod sine aëris translatione Sonus per illum

703. moveatur, clare sequitur *in Sono motum Aëris undulatorium dari, ideoque Sonum ex motu corporum tremulo oriri*. Hoc etiam extra omne du-

dubium est, in chordis aut nervis tensis, ex quibus agitatione tremula Sonus elicetur. In campanis majoribus & in multis aliis corporibus motus hicce tremulus admodum sensibilis est; in campana vitrea Sonum edente, Experimento visibilis fit. (Exp.)

Non tamen immediate ab hoc motu visibili 704. pendet Sonus, sed ab alio motu tremulo, quo, in motu memorato, particulæ minores afficiuntur. (Exp.).

Corpus percussum per aliquod tempus post 705. ictum Sonum edit; nam fibra agitata per aliquod tempus ex elasticitate vibrationes continuat (410.).

Sonus etiam, subsistente motu tremulo, cessat 706. (678.).

Sæpiissime videmus, corpus Sonum edere, licet aër ab eo agitatus nullam cum aëre exteriori communicationem habeat; ex quo sequitur Aëris agitatione fibras, ex quibus corpora constant in quæ Undæ incurvant, moveri; qui motus in aërem exteriorem transferuntur.

Hæc Soni translatio ex fibrarum motu tremulo maxime notabilis est. (Exp.)

Ut per solida corpora, sic & per fluida propagatur Sonus, in quo tamen casu admodum debilitatur. (Exp.).

Celeritas Soni eadem est cum celeritate undarum, quæ aërem percutiunt, & quæ de harum celeritate dicta sunt (682. 683. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 694. 695. 696. 697), huc referri debent. Circa n. 682. notandum Soni celeritatem computatione minime

posse determinari (692.) ; ignota enim est proportio inter diametros particularum & interstitia inter has ; ut &c , quantum spatum particulae heterogeneæ in aëre occupant , non constat. Immediate Experimento detegitur Soni celeritas.

710. Nocte accendatur ignis cum strepitu conjunctus , ad quamcunque ab hoc igne antea mensuratam distantiam detur spectator , qui breviori pendulo mensuret tempus inter lumen visum & Sonum auditum , quo datur Soni celeritas ; luminis enim motus , saltem in spatio in quo hoc Experimentum institui potest , est momentaneus.

711. Tali Experimento in Gallia enotuit Sonum percurrere pedes Gallicos mille & octoginta , id est , Rhenolandicos mille & centum & septemdecim , in spatio temporis unius minuti secundi : sed non constans est hæc celeritas (691.).

712. Si eodem tempore , in quo hac methodo determinatur Soni velocitas , detegatur spatum percursum ex Elasticitate (682. 692.) , dabitur Soni acceleratio ex crassitie particularum & materia heterogenea.

713. *Soni celeritas est æquabilis* (683.) ; in majori nihilominus spatio aliquando acceleratur aut retardatur (686.) , ex diversis elasticitatibus & densitatis gradibus , qui in variis locis , sœpe dantur (641.).

714. *Soni celeritas parum variat ex vento cum illius motu conspirante , aut in contrarium flante.* Vento certa aëris quantitas de loco in locum transfertur ; acceleratur Sonus , quamdiu per illam aëris partem movetur , si Soni direc-

ctio cum venti directione eadem fuerit; cum autem Sonus celerrime moveatur, in tempore brevissimo percurrit aërem a vento agitatum, & non diu acceleratio durat; quæ de cetero non admodum est magna: venti enim violentissimi, quo arbores eradicantur, & ædificia subvertuntur, celeritas se habet ad Soni velocitatem, circiter ut unum ad triginta tria. Eodem argumento exiguam ex vento dari in soni motu retardationem probatur.

Spatium a particulis itu & reditu percursum a vento augeri aut minui potest; idcirco *ad 715.* *majorem aut minorem distantiam Sonus auditur pro venti directione.*

Intensitas Soni pendet ab ictibus aëris in n^r 716. vum auditorium; & sunt hi ut vires particulis percutientibus insitæ.

Vires hæ sunt ut numeri particularum eodem tempore in tympanum incurrentium, & ut quadrata celeritatum quibus incurruunt (304.).

In determinanda soni intensitate, consideran- 717. *da ergo sunt, aëris densitas, soni velocitas, spa-* 718. *tium itu & reditu a particulis percursum, &* *numerus undarum certo tempore in aurem in-* *currentium.*

Cæteris manentibus si mutetur tantum pon- 718. *dus quo aër comprimitur, non eo mutabitur* *spatium itu & reditu a particulis percursum,* *quod tantum aucta, aut imminuta, agitatione* *tremula partium corporis variat; neque nu-* *merus Undarum, hæ etiam a corpore tremulo* *pendent; non etiam mutatur Soni velocitas* (689.), *seposita acceleratione de qua in n.* 694. lo-

locuti sumus, quæ h̄ic non consideranda est, quia agitur de velocitatē qua singulæ particulae feruntur; sola ergo variat densitas (717.), id est, solus mutatur numerus particularum certo tempore incurrentium, & in hac ratione mutatur soni intensitas (716.), id est, in ratione ipsius densitatis, quæ ponderis compimenti rationem sequitur (632. 443.). (Exp.)

719. Si cetera maneant, vis autem qua particulae sese mutuo repellunt augentur, in eadem ratione cum aucta hac minuitur densitas, & demonstramus in scholiis, Elem. soni intensitatem cæteris paribus augeri in ratione in qua 720. dix quadrata densitatis minuitur. Unde sequitur Æstate, cæteris paribus, soni intensitatem majorem esse quam Hieme. (Exp.)
721. Datur etiam differentia in Sono ex numero vibrationum fibrarum corporis Sonum edentis, id est, ex numero Undarum certo tempore in aëre productarum; pro diverso enim numero percussionum in aurem, sensatio diversa in mente datur.
722. Ab hoc vibrationum numero pendet Tonus musicus, qui eo magis acutus dicitur, quo magis crebri sunt recursus in aëre; eo vero gravior, quo minor est Undarum numerus.
723. Gradusque acuminis diversorum Tonorum sunt inter se ut Undarum numeri, quæ eodem tempore in aëre dantur.
724. Tonus ab intensitate Soni non pendet, & chorda agitata eundem edit Sonum, sive per maius sive per minus spatium eat, & redeat (411. 722.).
725. Consonantiae oriuntur ex convenientia inter

*varios motus in aëre, qui eodem tempore ner-
vum auditorium afficiunt.*

*Si duo corpora tremula, temporibus æquali- 726.
bus, vibrationes peragant, nulla inter Tonos
datur differentia, & consonantia hæc omnium
perfectissima Unisonus dicitur.*

*Si vibrationes fuerint ut unum ad duo, con- 727.
sonantia vocatur Octava, aut Diapason.*

*Positis vibrationibus ut duo ad tria, id est, 728.
Si unius corporis vibratio secunda cum tertia
alterius semper concurrat, consonantia dicitur
Quinta, aut Diapente.*

*Vibrationes, quæ sunt ut tria ad quatuor, 729.
dant consonantiam, quæ vocatur Quarta, aut
Diatestaron.*

*Ditonus nominatur, si aëris recursus fuerint 730.
ut quatuor ad quinque.*

*Et Sesquiditonus dicitur consonantia ex con- 731.
cursu quintæ vibrationis unius corporis cum sexta
alterius.*

*Consonantiæ ex agitatione chordarum, si 732.
hæ fuerint ejusdem generis, ex notis harum
dimensionibus ut & tensione, facile determinan-
tur; minimarum enim partium agitationes
ab integrarum chordarum agitationibus pen-
dant.*

*Ceteris paribus, si duarum chordarum lon- 733.
gitudines fuerint ut numeri recursuum in con-
sonantia, datur hæc inter Tonos quos chordæ e-
dunt (413.).*

*Idem obtinet, si ceteris paribus diametri præ- 734.
dictam proportionem habent (414.).*

*Etiam si ceteris paribus proportio vibrationum 735.
in consonantia detur inter radices quadratas ten-
sionum (412.). Et*

736. Et generaliter, positis chordis ejusdem generis quibuscumque, si ratio composita ex directa longitudinum, & diametrorum, & inversaradicum quadratarum tensionum, sit ratio inter numeros vibrationum eodem tempore peractarum in consonantia quacunque, datur hæc ex agitatione chordarum (415.)

Hæc omnia a Musicis fuere Experimentis confirmata.

Notarunt hi circa hasce chordas Phænomenon admodum notabile, cuius casus variis digni sunt qui explicentur.

737. Dentur chordæ quæcumque tensæ, vibrations suas æqualibus temporibus peragentes; agitetur una, movebitur & altera. Singulæ aëris Undæ ex illius chordæ motu tremulo impingunt in hanc, motumque minimum huic communicant; ex motu quantumvis exiguo variis vicibus it & reddit corda (410.), moveturque ex prioris Undæ ictu, dum secunda accedit, cuius motus cum chordæ motu conspirat (411.), & hunc accelerat. Quæ de secunda unda dicuntur, etiam ad sequentes referri debent, & acceleratio dabitur donec ambarum chordarum motus fuerint fere æquales.

738. Ex eadem demonstratione sequitur chordam agitatam motum communicare alteri, quæ duas aut tres peragit vibrationes dum prior semel vibratur.

739. Si autem corda agitata varias peragat vibrationes, dum corda ex aëre movenda unicam peragere potest, ex præcedenti demonstracione sequetur motum peculiarem huic communicatum iri. Qui ut detegatur, notandum;

du-

durationem vibrationis & chordæ longitudinem reciprocari ita, ut, ceteris manentibus, determinata longitudo a determinata duratione vibrationis separari neutiquam possit. Si ergo chorda quæcunque variis ictibus percutiatur, quibus huic motus communicatur, & ictus magis crebri sint, quam qui longitudini chordæ convenient, hujus pars, cuius longitudo cum duratione communicatarum vibrationum respondet, tantum agitabitur, & motus quasi undulatorius chordæ communicabitur; & longitudo undarum in chorda penderbit a duratione vibrationis communicatæ, id est, a tempore inter ictus.

Dentur duæ chordæ, quarum una bis vibratur dum altera semel, & illa agitetur, duratio vibrationum, quæ ex aëris motu huic chordæ communicantur, competit chordæ semi-longitudinis hujus (413.), & talis est longitudo undarum in hac ipsa. Idcirco ex motu communicato dividitur chorda in duas partes æquales, punctumque medium quiescit. Experimento hoc confirmatur jungendo chartæ frustum chordæ; cui motus communicatur, quod si in punto medio ponatur quiescit, in omni alio loco motu tremulo afficitur.

Si chorda agitata, ut ex hujus motu altera moveatur, tres peragat vibrationes dum chorda movenda semel vibratur, ex motu communicato dividetur hæc in tres partes, & duo dabuntur puncta quietis, quod eodem modo Experimento confirmatur. Alii casus motus communicati, qui a Musicis observantur, facile ex predictis deducuntur.

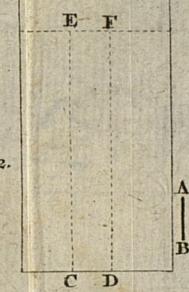
Quæ

742. Quæ de reflexione & inflexione undarum in aqua dicta sunt (541. 543. 544. 545.), ad harum reflexionem in aëre referri possunt, elasticitate in hoc casu eundem effectum cum pressione aquæ elevatæ in illo exserente.
743. *Ex Soni reflexione sœpissime oritur Soni repetitio, quæ Echo vocatur.* Si ejusdem Undæ, per sphærām sese expandentis (665.), partes variæ in varias superficies impingant ita, ut reflexæ concurrant, fortior ibi est aëris motus, & Sonus auditur. *Variis vicibus sœpe idem Sonus repetitur*, ex variis ejusdem Undæ partibus ad varias distantias reflexis, & quarum quædam successive in eodem loco concurrunt. Talis repetitio etiam aliquando datur ex repetita reflexione.
745. *In tubo per reflexionem augetur Sonus*; ut in tubis stentoreis observatur. Figura omnium perfectissima, quæ tali tubæ dari potest, est parabolæ, circa lineam axi ad distantiam quartæ partis pollicis parallelam circumrotatæ, Si enim quis in tali tuba loquatur, ponendo os in axe machinæ & in foco parabolæ, Undæ ita reflectuntur, ut singulæ harum partes motum, axi machinæ parallelum, acquirant; quo Undæ vis & etiam Sonus multum augetur. Tubæ extremitas major, ex qua Sonus exit, ad formam labiorum inflectitur, ut facilius Unda quaquaversum sese dispergat. (*Exp.*)

FINIS LIBRI SECUNDI.

a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s	t	r'	u	x	y	z	a	b	c	d	e	f	
i	b					e			h	m			p	q															
2		c																											
3			d																										
4				e			f																						
5					g		h																						
6								i																					
7									l																				
8										m																			
9											n																		
10												o																	
11													p																
12													q																
13													l'																

Fig. 2.



A

E

F

B

G

Fig. 3.

A

E

F

B

G

A

l

j

Fig. 5.

A

j

Fig. 6.

A

f

Fig. 4.

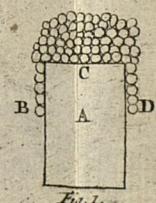


Fig. 1.

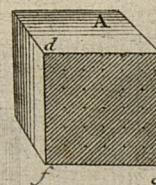


Fig. 7.

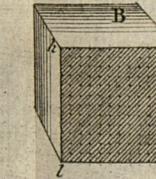


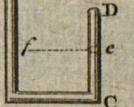
Fig. 8.



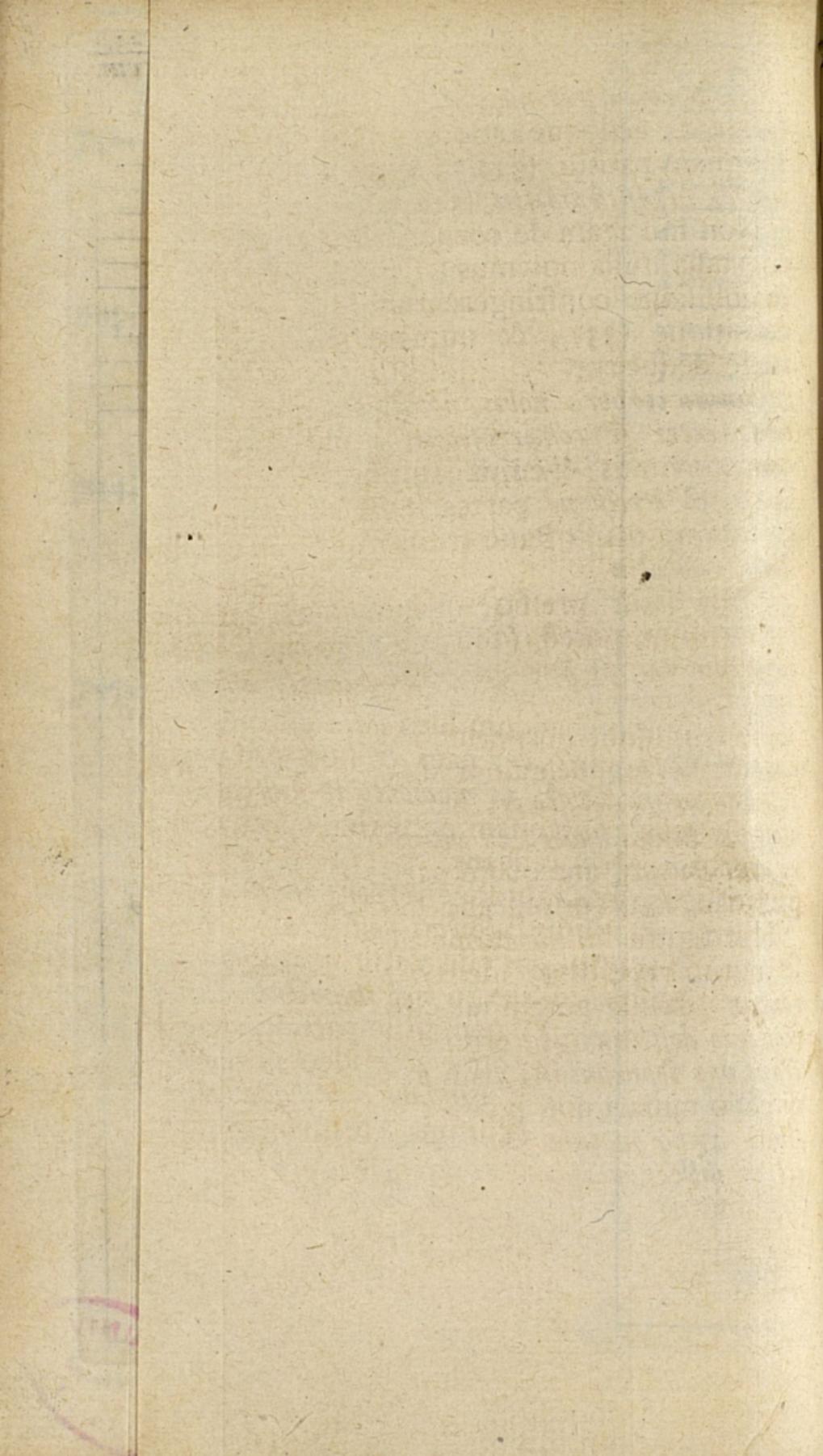
B



C



D



• ODE
EL MISTERIUM

MI TUA

1520

1500

1400

PHILOSOPHIÆ
NEWTONIANÆ
INSTITUTIONES.

P A R S I I.

PHILOSOPHIAE
NEWTONIANÆ
INSTITUTIONES.

LIBRI III.

Pars I. De Igne.

CAPUT I.

De Ignis Proprietatibus in genere.

 auca de Igne norunt Philosophi, multa ipsos latent. Hypotheses non fingam, generaliora quæ ex Experimentis deduci posse mihi videntur, illa, quo potero meliore ordine, dicam.

*Intima Ignis natura ignota est; sed ibi illud 746.
quod Ignem vocamus adesse dicitur, ubi Ca- 747.
lorem aut Lumen observamus.*

Inquirendum igitur in Ignis proprietates, illa examinando corpora, in quibus præsentia
Ignis criterium unum aut alterum detegimus.

P

Non

748. Non enim ubique ambo hæc simul detegimus ; in calidis variis corporibus lumen nullum percipimus , dum in lucidis aliis calor nullus sensibilis nobis est. An vero revera hæc separatio detur in sequentibus (772.) examinabimus.

Videbimus etiam , si non plenissimè demon-
749. strari possit , *calorem & lumen eidem causa ef- se tribuenda* , hoc tamen vix in dubium vocari posse.

750. *Ignis in corpora omnia quantumvis densa & dura penetrat* , dum calor ipsis etiam in interioribus communicatur.

751. *Ignis corporibus sese jungit* ; cum his enim transfertur etiam ille qui in superficie hæret.

752. Videbimus quoque & *Ignem ad certam di- stantiam a corporibus attrahi*.

753. *Corpora præterea nulla novimus quæ Ignem non continent*.

754. Non tamen *Ignis æque facile corpora omnia intrat* ; quod variis causis , non omnibus notis , tribendum : densitatem auctam , calorem imminutum ingressum difficiliorem facere Experimenta demonstrant.

755. *Ignis corporibus contentus in his a corporibus circumambientibus retinetur*.

756. *Ignem moveri jam indicata demonstrant* , illum autem motu celerrimo affici posse , in corporibus actione ignis violentissime agitatis manifestum est.

757. *Corporum quorum calor augetur etiam au- getur volumen* ; igitur *actione Ignis ipsa dilata- tur*. Aucta autem dilatatione sæpe partes quæ-

quædam a corporibus separantur, quæ dum actione Ignis sese mutuo repellunt fluidum 758. formant elasticum, in quod sæpe, actione Ignis, integra convertuntur corpora.

Si verò motus hic in corporibus quo dilatantur, augeatur, effectus hujus mutatur, & violentiori motu corporum fluidorum partes nondum separatae sensibiliter agitantur, & corporum solidorum partes, etiam minus subtile, a vicinis divelluntur.

Qui motus tamen sæpe tribuendi sunt actio- 760. ni particularum subtiliorum Igne agitatarum, & in poros corporum penetrantium.

Partes enim subtiliores corporum, ab ipso Igne 761. distinguendas, hujus actione in corpora penetrare, pondus quorundam corporum actione Ignis auctum evincit: Cum ipse Ignis pondus 762. sensibile non habeat.

C A P U T II.

Generalia de Calore & Lumine.

Calorem & Lumen Ignis præsentis criteria esse observavimus (747.) ; de his ideo sæpius dicendum erit, quare generaliora ad ipsa spectantia, ante omnia, observanda sunt.

Calor in Corpore calido distinguendus a Ca- 763.
lore quem percipimus, ille enim est actio Ignis in corpus quod calidum dicitur, qua hujus partes motu quodam afficiuntur, quo partibus quibusdam corporis nostri motus communicatur, qui cum Caloris perceptione conjungitur.

764. *Calor verò nostri respectu nil est præter illum perceptionem*, in corpore autem Calido nil datur præter motum ex Ignis actione.
765. *Lumen ex corporibus per lineas rectas emittitur*, illa autem ex quibus emittitur Lucida vocantur.
766. Ubi Lumen oculos nostros intrat, fibras minimas in fundo oculi agitat, qua data agitatione mens nostra Lumen percipit, hæc autem perceptio nostri respectu Lumen est, respectu corporum est Lumen illud quod in oculos nostros immittunt.
767. Ad Calorem autem & Lumen illa etiam referenda sunt, quæ superius (699. 700.) de sensationibus in genere fuere observata.
768. Motum per lineas rectas in Lumine dari, posito obstaculo, quo illud intercipitur facile probamus.
769. *Motum autem hunc in Calore non desiderari*, & Ignem per varias lineas agitatum majorem excitare Calorem, hic ipse auctus indicare videtur, dum corporum partes diversis motibus subjiciuntur.
770. Non omnia corpora calida lucere, quotidie observamus, sed inde Lumen non adesse concludere minime possumus. Sæpe enim Lumen imminutum, quod non percipimus, alios viyide afficit, quod a constitutione oculorum pendet; unde sequitur Lumen posse adesse quamvis non percipiatur, si ex corpore Lucido minori copia emittatur.
771. Eodem modo Calor ita potest in Corpore minui ut nobis sensibilis non sit, nam illum sæpe

sæpe non percipimus, qui, quamvis imminutus, in nos alio tempore sensibiliter admodum agit; nullum ergo adesse Calorem in corporibus lucidis in quibus illum non percipimus afferere minime possumus.

Inter incerta ergo ponimus utrum Calor & Lumen unquam separentur.

Hæc verò sæpiissime conjungi nemo in du-
bium vocabit. Utrum vero ambo hæc Calor & Lumen recte dicantur Ignis præsentis esse criteria, id est, an merito ad eandem causam diversa hæc duo referamus Phœnomena, non ut jam monuimus, ita, ut omnis omnino removeatur scrupulus, determinari potest; hoc tamen non immerito fieri sequentia duo indicare videntur.

Primo. *Multa corpora calida, si Calor augeatur, lucent, & ut luceant nil præter augmentum Caloris desideratur, & hoc imminuto cefsat Lumen.*

Secundo. *In radiis solaribus intime admodum Calor cum Lumine conjungitur.* Corpora quæ magna copia Lumen reflectunt, lente incalescunt; illa autem in quæ Lumen penetrat majori copia, citius Calorem acquirunt, & Lumen dum in corpus penetrat, non huic Lumen sed Calorem communicat.

Raro contrarium contingit, ut in lapi-
de Bononiense, cui a Radiis solaribus Lu-
men communicatur; Lapis enim hicce, ubi
desideratam subivit præparationem, post-
quam solari Lumini fuit expositus, in lo-
co obscuro lucet, quod continuo decrescit,
& tandem perit, Lumen; sed nova radiorum

solarium actione instauratur, & hoc variis vi-
cibus.

Non verò inde sequitur Caloris & Luminis
distinguendas esse causas; lapis enim a Sole
cum Lumine Calorem acquirit, qui imminuitur
& sensibilis vix est dum illud adhuc percipi-
tur; cum Corpora alia, eādem solaris Lu-
minis actione, Calorem sine Lumine sensibili
acquirant.

777. Sed in *Lunari lumine*, quod a Sole pro-
cedit; *nulla arte Calor detegi potest*; neque ta-
men inde aliquid de distinguendo Lumine a Ca-
lore deduci potest. Solare Lumen quod a Lu-
na repercutsum ad nos pervenit, ad minimum
centum millies, & forte decies magis immi-
nutum est, mirà tamen oculorum nostrorum
constructione adhucdum percipitur, quis au-
tem Calorem eodem modo imminutum sen-
sibilem unquam effectum edere posse dixe-
rit?

C A P U T III.

De Dilatatione ex Calore.

778. **C**orpora calore dilatari diximus, cum vero
Dilatatio hæc semper aucto calore au-
geatur, & hoc imminuto minuatur novum
ipsa format præsentis Ignis criterium, quod
ante memoratis (747.) magis certum est; Di-
latationem enim ad mensuram possumus vo-
care, dum variæ perceptiones luminis aut ca-
loris vix inter se conferri queant.

Cor.

Corpora calore dilatari Experimentis constat, lamina metallica, sive attritu, sive ad moto Igne, calefacta sese expandit. (*Exp.*)

Fluida eodem modo ac solida calore dilatari, in Thermometris, instrumentis notissimis, quotidie observari potest. (*Exp.*)

Circa quæ instrumenta observandum, hæc quidem indicare calorem mutatum, sed an caloris gradum demonstrent incertum est; id est, ignotum est, quænam relatio detur inter mutationem in expansione & mutationem in calore; ut, ex comparatis dilatationibus, gradus caloris possint conferri inter se.

Si subito incalefacat Thermometri globus G, aut cylindrus C, statim fluidum in tubo descendit, sed immediate post ascendit. Ex calore subito citius vitrum ipsum incalefecit quam fluidum in vitro contentum, ideo dilatato ex calore vitro, & eo auctâ hujus capacitate, descendit fluidum, sed immediate post calor liquido communicatur, quod ideo ascendit.

Ex corporum expansione patet, *particulas*, ex quibus corpora constant, ex actione Ignis acquirere vim repellentem, qua a se mutuo recedere conantur, & quæ cum vi, qua particulæ sese mutuo petunt (38.), contrarie agit. Quamdiu hæc vis illam superat, particulæ cohærent minus aut magis pro diverso caloris gradu. Quando vis repellens fere adæquat vim attrahentem, particulæ antea intimè junctæ vix cohærent, & impressioni cuicunque cedunt, & facile moventur inter se, si hoc non aliâ causâ impediatur; unde videmus corpus solidum calore in fluidum mutari; quod in omnibus

bus corporibus, quæ calore liquefiunt, observatur, imminuto vero calore ad pristinum statum redeunt.

785. Quæritur an non fluiditas omnis a calore pendat? quod determinari non potest, quia corpus omnino Igne destitutum nullum novimus; illud certum est, calorem non modo causam esse fluiditatis in metallis, cerâ, & similibus corporibus, liquefactis, sed multa corpora, quæ vulgo inter fluida referuntur, a calore solo fluere; sic aqua est glacies liquefacta, sublato enim pro parte aquæ calore coalefcit.
786. Calor ita potest adaugeri, ut in quibusdam corporibus tota vis attrahens superetur a virpellente, in quo casu particulæ sese mutuo fugiunt; id est fluidum formant elasticum (658.) in quò etiam elasticitas calore augetur. Formationem talem observamus in fumo & vaporibus.
788. Ad actionem Ignis etiam possumus referre separationem partium, quæ in putrefactione, fermentatione, & effervescentia, fluidum constituunt elasticum, nam cum calore aucto separationem fieri experimenta demonstrant, quod in ipsis effervescentiis frigidis observatur, nam dum Thermometrum immersum calorem imminutum indicat, alio, supra superficiem materiæ effervescentis pœsto, quod tamen hanc non tangit, calorem ibi auctum constat, ubi aliud instrumentum fluidum generari elasticum demonstrat. (*Exp.*)
789. Quantam autem vapor actione Ignis elasticitatem acquirat, patet in Æoli Pila: vocatur hoc nomine globus, cui jungitur tubus, cuius

jus apertura vigesimam pollicis partem vix æquat. Globo pro parte aquâ impleto super Igne ponatur, eo momento, quo aqua in vapores mutabitur, exhibunt vapores per foramen, si autem calor augeatur ita ut violenter ebulliat aqua, vapores compressi in superiore parte globi ab omni parte elasticitate sua recedere conantur & violento motu per tubum ex-eunt. (*Exp.*)

Magis sensibilem effectum vis elasticæ va- 790.
porum habemus. Si aucto foramine, hoc
claudatur, & globus Igne imponatur, donec
aqua violenter ebulliat; si tunc globus rotis
jungatur, ut facile super plano horizontali
moveri possit, & foramen aperiatur, exibit va-
por violenter unam partem versus, dum to-
ta machina partem oppositam versus feretur.

(*Exp.*)

Vapor violenter compressus conatur omnes 791.
partes versus recedere & quidem æqualiter,
ideoque pressiones oppositæ sese mutuo de-
struunt, aperto vero foramine vapor qui exit
non premit; tollitur ergo pressio quædam
ab una parte & contraria prævalet, & corpus
movetur.

Tubuli, pulvere nitrato repleti, accensi, 792.
in altum feruntur; quia pulvis accensus elas-
ticitatem acquirit, & hujus partes quaqua-
versum conantur recedere: cùm ab una par-
te tubus sit apertus, pressio in tubum minor
datur hanc partem versus; contraria ideo præ-
valet.

C A P U T IV.

De Igne Corporibus contento.

793. **O**mibus Corporibus nobis notis Ignem contineri diximus. Hoc inde deducimus quia ubique Ignem detegimus; corpora enim nulla dantur solida quæ attritu ubicunque in Telluris viciniis dentur non incandescent: sed clarus ubique in Telluris viciniis Ignem dari evincunt, quæ in capite sequenti demonstrantur, nempe calorem a corpore calidiori minus calido, & vicino, communicari; Unde sequitur si corpus sine Igne, ideoque sine calore ullo, daretur, hoc statim a corporibus vicinis calorem accepturum.

Varia observamus Phœnomena, notabilia admodum. Igni corporibus contento adscribenda, horum quædam hic sunt memoranda: inter hæc dantur, quæ cum Electricitate connexionem notabilem habent, qua de causa de his ipsis Electricitatis phænomenis agendum etiam erit.

DEFINITIO.

794. *Electricitas est hæc corporum proprietas qua, si attritu calefiant, trahunt, & repellunt, corpora leviora ad distantiam sensibilem.*

795. Dentur duo frusta crystalli montanæ, agitantur hæc juxta se mutuo, statim lucida in totum fiunt, licet ex attritu calorem sensibilem non acquirant. Lumen autem majus datur in punctis, in quibus ambo frusta sese mutuo tangunt. (*Exp.*).

Tu-

Tubus vitreus longitudinis circiter quindecim aut octodecim pollicum & diametri unius pollicis, si linteo aut panno quocunque in loco obscuro atteratur, lumen emittit. (*Exp.*)

Idem hicce tubus attritu calefactus Electricitatem sensibilem admodum habet; si enim corpora levia, ut frusta folii aurei tenuissimi, & fuligo, plano imponantur, & admoveatur tubus, agitantur hæc corpora; a tubo attractantur & repelluntur variisque motibus afficiuntur. Et exerit tubus hunc suum effectum ad varias distantias pro varia aëris constitutione, aliquando ad distantiam unius pedis; vapores in aëre effectum minuunt. (*Exp.*)

Circa hoc experimentum notatu dignum, & explicatu difficillimum, est quod spectat directionem attritus; manu extremitas tubi tenetur, dum manu altera atteritur, quod si fiat recedendo a manu tenente, effectus sensibilis non est; contrarium observatur, si attritus ab extremitate tubi libera dirigatur illam versus quæ manu tenetur. Hæcque indiscriminatim obtinent, quando cum tubo ab una parte clauso ab altera aperto experimentum instituitur, sive tubi extremitas clausa, sive altera extremitas manu teneatur. Circa quod tamen observandum non omne vitrum æqualem habere Electricitatem, si hæc validior sit, quod notavimus de directione attritus locum non habet; ideo in vitro Anglicano non observatur, nisi aliquando illis diebus, in quibus, propter aëris constitutionem, languida est electricitas.

Globus vitreus aëre vacuus, diametri circa

796.
797.
798.
799.

citer octo aut novem pollicum, si celerrime in loco obscuro circumrotetur, dum manu globo applicata attritus datur, totus quasi lucidus fit ab interiori parte, lumenque majus est in locis, in quibus manus vitrum tangit. (*Exp.*).

800. Si autem globus aërem contineat, & eodem modo agitetur, & manus applicetur, nullum in interiori aut exteriori globi superficie lumen apparet; corpora vero ad exigua a globo distantiam, ex. gr. quartæ partis unius pollicis, aut minorem, lucida fiunt, siveque solæ partes manus applicatae, quæ terminant, aut potius circumdant, partes immediate tangentes globum, lucidæ sunt. (*Exp.*).

801. Globus hic idem agitatus, & attritu calefactus, sensibilem & externe & interne Electricitatem, exerit. Ut patet filis, quæ sola Electricitate partem superficie calefactam versus diriguntur. (*Exp.*)

802. Extracto aere, Electricitas nulla, neque interna, neque externa, observatur. (*Exp.*)

Si ad omnia præcedentia attendamus experimenta, sequentes conclusiones ex illis deduci posse videntur, quas non ut certas tradimus, sed ut valde probabiles; certum a probabili rite semper distinguendum.

803. Vitrum in se continere, hujusque superficiem circumdari atmosphærâ quadam, quæ attritu excitatur (797. 801.), & motu vibratorio agitur; trahit enim & repellit corpora levia (797.): partes minimæ vitri attritu agitantur, & propter harum elasticitatem, motus hicce est vibratorius, qui atmosphæræ memoratæ

ratæ communicatur ; ideoque atmosphæra eo ad majorem distantiam actionem exerit, quo ex majori attritu partes vitri magis agitantur.

Ignis vitro contentus actione hujus atmosphæra expellitur, saltem cum haec atmosphæra movetur ; dum enim corpora levia ad distantiam a vitro agitantur, corpora etiam ad distantiam lucida fiunt (801. 800.).

Atmosphærā, & Ignem, facilius moveri in vacuo etiam patet : si enim globo aër extrahatur, nullum lumen, neque Electricitatis actio, ab exteriori parte observari possunt (799. 802.). pars vero globi interior maxime lucida apparet, Ignisque majori copia in hoc experimendo quam in statim memorato (800) sensibilis est.

Electricitatis autem actio extracto aëre etiam ab interiori parte cessat (802.), quo everti videtur quod de facilitiori motu atmosphæræ in vacuo dictum. Minime tamen probabile est atmosphærā sèpius memoratam in hoc casu nullibi moveri. Videtur e contra illam eandem cum Igne viam sequi & illam partem versus moveri, ad quam minor datur resistentia ; & cessationem actionis Electricitatis tribuendam esse ipsi privationi aëris, quo mediante ab atmosphera fila moventur ; eodem modo, ac Ignis, qui liberrime omnia corpora penetrat, mediante aëre aut vapore violenter in illa agit (790.).

Missis conjecturis, nixis licet experimentis, ad cætera, quæ Ignem spectant, redeamus.

Si in loco aëre vacuo globus vitreus agitetur ita, ut ex attritu incalescat, globus lumen 808. cet (*Exp.*), unde sequitur *Ignem vitro contentum ut appareat aëre non indigere*, incalescit enim & lucet sublato aëre & interno & externo.

Innumeris aliis experimentis, attritu in vacuo lumen dari, constat.

809. Mercurium Ignem continere experimentis patet. Si enim Mercurius probe depurgatus in vitro agitetur lucidus apparet. (*Exp.*). Sed melius si vitrum aëre fuerit vacuum. (*Exp.*)

810. Notissima datur chemica præparatio ex urina, Phosphorus Urinæ dicta, in aqua servatur; si ex illo stilus formetur & litteræ super charta scribantur, in loco obscuro, igneæ apparrebunt. Phosphorus ipse aquâ extractus statim incalescit & fumum emittit; quæ omnia Ignem magnâ copiâ Phosphoro contineri probant. (*Exp.*)

811. In hoc Experimento *sensibilem observamus aquæ actionem in Ignem Phosphoro contentum*; illa enim hunc retinet ita, ut minimè ex Phosphoro, quamdiu aquâ circumdatur, exire possit, sublatâ autem aquâ calor & fumus statim indicant Ignem a Phosphoro recedentem.

CAPUT V.

De Motu Ignis.

Triplinem in Igne motum observamus. 812.

Primum quo calor communicatur & corpora dilatantur, non separatis partibus, aut turbato harum ordine. 813.

Secundum, qui a primo gradu tantum differt, quo corporum partes dissolvuntur, aut inter se agitantur. 814.

Tertium tandem per lineas rectas, quem in lumine detegimus. 815.

Corpus calidum minus calido calorem communicat, ubi corporum mutua datur applicatio, ipsum autem ex calore amittit. 816.

Hinc deducimus motum Ignis dari donec æquilibrium detur inter vicinorum corporum actiones: & in hoc casu gradus caloris dicimus æquales. 817.

Ex hoc æquilibrio sequitur quomodo cunque inter se differant corpora vicina, hac eodem modo in Thermometrum applicatum agere, & fluidum hoc contentum eodem modo dilatare quando Thermometrum ipsis applicatur. (Exp.) 818.

Non vero hoc æquilibrium inter actiones Ignis diversis corporibus contenti datur nisi post tempus. 819.

Ex hoc æquilibrio ulterius deducimus calorem æquabiliter dispergi per totam massam corporis cuiuscunque. 820.

Etiam videmus, quare corpora separata & aëri 821.

aëre aut fluido alio quocunque circumdata, per quod æquabiliter calor dispergitur, æquales gradus caloris acquirant. (*Exp.*).

822. Patet etiam quare aqua bulliens cum vapore, supra ipsius superficiem vase inclusa, eundem gradum caloris habeat: & quare calor non augeatur accumulato vapore, & non minuatur quamvis data apertura magna copia Ignis cum vapore calido exeat.

823. Diximus (818.) corpora æque calida eodem modo in Thermometrum agere, hoc fit quia propter exiguum fluidi in Thermometro copiam, actiones hæc non sensibiliter corporum calorem mutant.

824. *In multis autem aliis occasionibus non eodem modo in idem corpus agunt corpora æque calida.*

825. In corporibus variis eodem fluido, æqualiter ubique calido, circumdatis non æquali tempore calor æqualis fit calori ipsius fluidi. (*Exp.*)

826. Unde sequitur *difficilius corpora quædam aliis incallescere*, & quidem ex dupli causa. Non enim æque facile corporum omnium partes agitantur, & in quædam difficilius Ignis quam in alia penetrat.

827. In calore quandam desiderari partium corporis agitationem manifestum est, aucto enim calore hæc sensibilis fit: corporum autem partes diversæ sunt, & in diversis corporibus non tantum densitate differunt, sed etiam cohæsione; unde non æque facile eadem ipsis communicatur agitatio, quare inæquales Ignis actiones desiderantur ad æquales gradus caloris

ris communicandos; & calor non sequitur pro- 828.
portionem quantitatis Ignis.

Observamus hoc, si duo corpora omnino si- 829.
milia, æqualia & æque calida, imponantur
aliis corporibus, unum Ex. gr. ligno, alterum
marmori positis ligno & marmore æqualibus
quantum ad volumen & æque calidis, sed mi-
nus duobus aliis: Corpus enim quod marmo-
ri imponitur plus ex calore amittet & marmo-
ri minorem gradum caloris communicabit,
gradu illo quem acquirit lignum a corpore
hujc imposito, quod minus ex calore amittit.
(Exp.)

Etiam Experimentis constat, Ignem non a- 830.
que facile in corpora omnia penetrare. Hoc
jam superius observavimus (754.) ut & in cor- 831.
pus facilis Ignem penetrare si magis calidum il-
lud sit. Speculum causticum minorem edit ef- 832.
fectum, id est, minori copia Ignem repercutit
ubi calor ipsius auctus est, quod indicat majo-
rem copiam Ignis accedentis in ipsum specu-
lum penetrare & ibi hærere.

Effectus hujus speculi etiam minuitur, si ra- 833.
dii solares per aërem, his radiis antea calefa-
ctum transeat, quod demonstrat Ignem ma-
jori copia in partes aëreas calidas penetrare
quam in alias.

Corpora quæ difficilius incalefcunt etiam diu- 834.
nius calorem servant, dum calorem vicinis, &
minus calidis, communicant.

Quando corpus vicinis corporibus calorem 835.
communicat, partes in superficie ex calore
amittunt, ad quas Ignis partibus internis con-
tentus tunc accedit, quare successiva datur

caloris diminutio , & centrales partes omnium
diutissime calorem servant.

836. Hinc videmus corporis calorem diu posse conservari , si hoc aliis corporibus involvatur , & corpora diutius calorem servare , aut breviori tempore hunc amittere pro diversis quibus involvuntur corporibus.
837. Constat hoc quotidianis experimentis , & sensibiliter observatur in aqua calida , in qua calor aëre circum ambiente servatur. (Exp.)
838. Hoc etiam videmus in ligno lucido. Lignum datur , quod in terra putrefactum , si terrâ extrahatur lucet. Terra quæ lignum circumdat retinet Ignem, sublata hac, Ignis exit, & per aliquot dies lucidum manet , in vacuo cito perit Lumen , & admisso aëre non instauratur.
839. Dum Ignis quaquaversum sese expandit & corporum vicinorum minus calidorum calorem auget , non æquali facilitate ad partes omnes tendit (830.) ; si autem motus ad partes quasdam difficilior fiat , augetur partes alias versus , ut hoc in lamina , aut cylindro ferreo , observamus , cuius extremitas una candens est , cum alia sensibilem non habeat calorem; si enim extremitas candens aqua frigidâ immergatur statim incalescit extremitas altera. (Exp.)
840. Ignis , qui in corpora intrat , horum partes agitat (827.) , partes motæ agunt in Ignem contentum , hujusque motum augent; ideo , quando Ignis extraneus in corpus agit hujus calor augetur , non tantum actione Ignis advenientis , sed etiam quia augetur motus Ignis antea

antea in corpore contenti; hoc confirmant majora incendia, quæ id ipsum in omni combustionē obtinere demonstrant; nam de iis quæ in minoribus motibus locum habent ex iis quæ, ipsis auctis, sensibilia fiunt judicium ferre possumus.

De hoc motu aucto nunc peculiarius est agendum.

Ipsius effectus est conversio solidi in fluidum & hujus in fluidum elasticum: ut vidi-
mus (787.). Ubi autem fluidi Calor au-
getur antequam in fluidum elasticum mute-
tur actione Ignis, partes ipsius corporis
violentissime agitantur inter se ita, ut ebulliat: ad quod eo minor actio ignis desideratur quo
minus fluidum comprimitur: aqua tepida im-
minuta aëris pressione violenter ebullit.
(Exp.) Quomodo compressio aucta diffici-
liorem faciat ebullitionem satis clarum est.

Gradusque Caloris maximus quem fluidum acquirere potest, ab eadem compressione pen-
det, ut ex Exp. ante memorato (§37.) dedu-
ci potest.

Non omnium corporum partes minores ta-
les sunt, ut imminuta cohæsione in fluidum convertantur, quarum tamen actione Ignis da-
tur separatio.

Corporum solutio quando fluida fiunt vo-
catur fusio. Conversio in fluidum elasticum vocatur evaporatio. Et tertia quam memo-
ravimus (845.) partium separatio vocatur cor-
porum combustio, aliquando calcinatio.

De fusione & evaporatione superius egimus
(784. 787.), dicta etiam ad combustionem, &
cal-

calcinationem possunt referri, differentia autem ipsorum corporum constitutioni tribuenda est.

- §48. Ipsa autem quæ spectant combustionem, & calcinationem ex iis quæ de calore diximus (783. 827.) deducuntur, aucto partium motu has tandem debere dissolvi quis non videt.
- §49. In plerisque corporibus, quæ comburuntur, partes, quæ separantur, sunt terrestres, aquosæ, & oleosæ aut spirituosæ.
- §50. Terrestres vocamus partes quæ, post Ignem solutum corpus, supersunt, cineres nempe, qui calefieri quidem possunt non comburi.
- §51. Partes aquosas vocamus illas, quæ actione Ignis, in vaporem mutatae expelluntur; sed quæ collectæ, imminuto calore, in aquam convertuntur.
- §52. Oleosas tandem & spirituosas vocamus partes, quæ sole sunt pabulum Ignis, cuius actione solvuntur, dum ipsæ hanc actionem augent.
- §53. Partes hæ violentiori Ignis actione solvuntur ita, ut ex his non iterum corpus combustibile formari queat; tunc hæ consumi dicuntur:
- §54. Si vero minor in has detur Ignis actio solvuntur quidem in fluidum elasticum crassius, quod fumum vocamus, hic combustibilis est, & collectus molle format corpus quod etiam comburi potest.
- §55. Ubi ita augetur harum partium calor ut consumantur, lucent, & dum a corpore separantur flamمام formant, quare fumus & flamma gradu caloris tantum differunt, potestque aucto

aucto calore fumus in flammam converti, in quo casu consumitur. (*Exp.*)

Circa flammam observandum, hanc in aëre 856: esse pyramidalem: ratio hæc est; levior est ipso aëre ideo adscendit, sed continuo partes, quæ ipsam formant, violentissima agitatione disperguntur, quare ipsa continuo minuitur, & paucæ partes ad flammæ superiorem extremitatem perveniunt, quæ ideo tenuissima est.

Hac de causa flamma admodum extendi potest, 857. si dum circumdatur dissipatio hæc cohibeatur, aut saltem minuatur. (*Exp.*)

Si imminuta hac dissipatione, flamma tamen sibi permittatur, hæc ut omnia fluida, ad 858. sphæricam figuram tendit, quod in flamma quæ flammâ aliâ ab omni parte circumdatur observamus. (*Exp.*)

Ad illa quæ spectant Ignis actionem in corpora nunc redeundum.

In corporibus quæ calcinantur, deficiunt, 859. aut exigua tantum copia adsunt, partes illæ quæ pabulum sunt Ignis, quare continuata desideratur in hæc corpora Ignis extranei actio antequam dissolvantur.

Ignem autem immediate non tantam in corpora exferere posse actionem, qualem in combustionē & calcinatione observamus, multa indicare videntur.

In combustionē Ignis sese jungit innumeris 861. minimis, quæ nullo modo percipi possunt, particulis; hæ quaqua verū moventur, maximâ copiâ ex illis locis ubi flamma adest. Has, dum cum Igne moventur, in poros aliis corporis penetrare vix in dubium vocari pot-

§62. est; videmus enim in multis occasionibus actione Ignis corporum pondus augeri.

Hoc enim ponderis augmentum non me-
§63. rito, a quibusdam ipsi Ignis tribuitur, Ignis
enim Pondus, si detur, nobis non est sensibile.
(Exp.)

§64. Actionem corporis subtilioris, extranei,
cum Igne juncti, hujus in combustionē actionē
juvare, etiam quæ in loco Aëre vacuo
instituuntur Experimenta confirmant.

§65. Sublato Aëre, corpora accensa statim ex-
tinguuntur, id est, magna copia exit Ignis, &
qui supereft ex motu amittit, ut in capite se-
quenti videbimus.

§66. In hoc casu non consumuntur corpora nisi
continua Ignis extranei actione, & tunc len-
tius, flammā & violentiori partium agitatione
cessantibus. (Exp.)

§67. Etiam in Pyritæ calcinatione, quæ, si cha-
lybe percutiatur Pyrites, habetur nullum lumen
percipimus, si aër non adfit. (Exp.)

§68. Tertium motum Ignis observari in lumine
diximus, motumque hunc esse per lineas re-
ctas superius demonstravimus (768.), & de
hoc ipso in integris ambabus partibus sequen-
tibus hujus libri tantum agitur, hac de causa
unicum de hoc motu hic observabo; nempe
quæri utrum sit successivus an instantaneus; id
est utrum eodem, quo corpus lucere inchoat,
momento lumen ad distantiam quamcunque
sensibile sit, an vero successive lumen ad loca
magis ac magis distantia perveniat

§69. Ex observationibus variis astronomicis clare
sequi videtur, motum hunc esse successivum,
&

& diu de eo non dubitarunt Philosophi ; quibusdam tamen recentioribus observationibus conclusiones ex primis deductæ labefactantur, & quid ignotum circa motum luminis dari sat cogimur.

Motus de loco in locum non successivus contradictionem involvit , & *lumini motum* ^{870.} *de loco in locum esse tribuendum vix in dubium vocari potest.* Observamus enim translationem Ignis in vaporibus & in fumo ; in quibus casibus ignis secum fert corpora , quibus adhæret & sæpe tamen celeriter movetur ; si Ignis subtilitas consideretur , facile patebit illum in immensum retardari a corporibus , quibus adhæret , & liberatum velocitate maxima debere transferri.

CAPUT VI.

De Extinctione Ignis & de Frigore.

Ignis extincio est cessatio motus illius in cor- ^{871.} *pore quo pabulum Ignis (852. 853.) consu-*
mitur.

Ignem ubi nullum hujus pabulum supereft, ^{872.} sed omne Ignis actione consumtum est , necessario extingui evidentissimum est. Sed major difficultas datur in explicatione extinctionis , quando post hanc pabulum adhucdum supereft.

Talem sæpe observamus ubi corpus ardens ^{873.} radiis solaribus illustratur (*Exp.*), quod qua actione fiat obscurum admodum est.

- §74. *Absente aëre Ignis quoque extinguitur* (*Exp.*); cujus causa etiam non ita facile detegi potest.
- §75. Nam *non pressioni sublatæ hoc tribuendum esse* experimenta demonstrant, quibus constat Ignem sæpe statim extingui in fluido elastico, quod ut aër in Telluris viciniis integrum Atmosphæræ sustinet pressionem. (*Exp.*)
- §76. Unde sequitur peculiares quasdam particulas desiderari, ne *Ignis extinguatur*, quæ ipsæ actione Ignis aut avolant, aut inutiles fiunt, novum enim continuo in combustionē desiderari aërem constat. (*Exp.*)
- §77. Varii ex modis quibus Ignis extinguitur,
§78. ad aëris absentiam referri debent: Sic *Ignis ab omni parte inclusus brevi extinguitur*; ad quod quoque, ut videtur, fumus accumulatus non parum confert.
- §79. Extinctio hæc plerumque talis est, ut, nisi novo admoto Igne, Ignis extinctus non extitetur; aliquando tamen admisso aëre, sponte reviviscit, quamvis per longum satis tempus omnis communicatio cum aëre externo fuit sublata, in quibus tamen occasionibus sæpe non perfecta est Ignis extinctio, quamvis sensibilis non sit pabuli Ignis consumtio.
- §80. *Ad absentiam aëris etiam referimus actionem aquæ, quando Ignem extinguit.*
- §81. In combustionē illorum corporum quæ a quam ad se trahunt, si hæc quæ, dum nullum pabulum Ignis continet, non potest comburi, ipsis superfundatur, immediate statim ipsis applicatur ita, ut aëris accensus impediatur, quare Ignis

Ignis extinguitur; nisi exigua sit respectu violentiae Ignis aquæ quantitas, in hoc enim casu in vaporem statim mutatur hæc & repellitur.

Quando autem agitur de corpore, cui aqua non 882. immediate applicatur, ut oleum & corpora pinguia, non aqua hæc extinguit, nisi tanta copia affundatur, ut ab omni parte aëris accessum tollat

Fluida etiam quædam, quæ cum aqua miscibilia sunt, accensa aquâ extingui non possunt, quod cum ante dictis (881.) congruere non videtur; sed aqua non potest sese applicare superficie horum fluidorum, & super hæc dispergi, quod desideratur ut aëris accessus cohibeatur.

Actio aquæ in Ignem Phosphoro conten- 884. tum de qua superius (811.) ab actione de qua hic agitur differt, nam ubi bene accensus est Phosphorus non aquâ extingui potest, & absente aëre hujus lumen magis est vividum (Exp.)

Quando Ignis extinguitur calor minuitur, quare cum frigore extinctio hæc relationem habet.

Diminutio enim caloris sæpe, non semper, 885. Frigus vocatur, quod nil est præter hanc diminutionem.

Corpora minus calida illis partibus corpo- 886. ris nostri quibus applicantur, id est, quæ calorem in corpore nostro minuant (816.), frigida vocantur; ut calida dicuntur quæ hunc augent (763.).

Frigus nostri respectu nil est præter sensa- 887.

tionem quam ex imminuto corporis nostri calore percipimus, in corpore autem frigido datur calor (793.) sed minor calor corporis nostri, quare ille hunc minuit (816.)

888. Ex hisce solis considerationibus, vulgaribus admodum, facile dirimitur quæstio; utrum frigus ad absentiam Ignis, aut ad præsentiam materiæ cuiusdam peculiaris debeat referri; ut calor ad præsentiam Ignis. Solam Ignis absentiam sufficere evidentissimum est.

889. Sed hæc alia proponi potest quæstio; utrum unquam diminutio caloris detur, nisi adsit materia quædam cuius particulas frigoris spicula vocare possumus. Respondeo Experimenta non præsentiam hujus materiæ demonstrare, ideoque responsum huic quæstioni dari non posse, nam in obscuris non ex eo solo quid negare debemus, quia contrarium probare non possumus. Sed hoc certissimum semper erit, caloris diminutionem, a quacunque causa pendeat, solam sufficere in frigore.

890. Non inficias ibo dari particulas quasdam subtile, quæ ubi corpus intrant, Ignem, saltem pro parte, ex hoc expellunt. Sed illas semper adesse ubi diminutio caloris datur, hoc est quod nondum constare dixi; nam quamvis dentur particulæ, quæ Ignem, non ut particulæ ex quibus corpora constant attrahunt, sed ipsum repellunt, non inde sequitur ex alia causa non posse calorem minui.

891. In quibusdam autem occasionibus tales adesse particulas experimentum hoc demonstrare videtur, detur nix cum sale permixta vase contenta, & quæ circumdet vitrum aquâ repletum,

si mixtura hæc Igni imponatur, eo momento quo ipsa funditur, id est, quo hujus calor augetur, non ut alia corpora calorem aquæ communicat (816.), sed statim aqua in glaciem convertitur. (*Exp.*)

LIBRI III.

Pars II. De Inflexione, Refra-
ctione, & Reflexione Lu-
minis.

CAPUT VII.

De Inflexione Radiorum Luminis.

Præmissis, in parte præcedenti, quæ Ignem in genere spectant, Luminis proprietates, & phænomena ex iis oriunda ad examen revocanda sunt.

Mira admodum sunt quæ circa Lumen observantur, paucis tamen naturæ legibus pleraque explicantur.

Lumen movetur per lineas rectas (765.), obſtaculo potest intercipi (768.), quod totum illud & quidem ſolum intercipit quod ad obſtaculum accedit.

DEFINITIO.

*Lumen quocunque consideratum juxta dire- 892.
ctionem motus ſui, ſi totum juxta eandem di-
re-*

rectionem feratur, vocatur Radius Luminis.

Tale est Lumen quod a Sole procedens per foramen transit.

Ignis, ut antea dictum, a corporibus attrahitur (752.), cuius attractionis effectus notabiles in combustionē corporum observamus; in Lumine etiam sensibiles sunt; defleūt enim a via recta *Lumen quando juxta corpora transit.*

893. TAB. IX. Sit ICH acies corporis, Radii luminis A B,

fig. 2. E F, inflectuntur per F G, & B D, eo magis quo ad minorem a corpore distantiam trans-eunt. Quod sequentibus Experimentis dete-gitur.

Si inter acies duas cultrorum detur distan-tia circiter decimæ partis unius pollicis, & in cubiculo obscuro, Lumen, quod per foramen intrat, inter has transeat ad distantiam trium pedum a fenestra, si Lumen cadat super char-tā, ad distantiam quinque pedum ab aciebus, ad latera Luminis apparebit, ab utraque par-te, Lumen simile caudæ Cometæ, quod probat Lumen *inflecti* dum *juxta acies transit;* (*Exp.*).

Si magis ad se mutuo accedant acies, ut ex. gr. distantia inter has sit centesimæ partis uni-us pollicis, Lumen memoratum ab utra-que parte mutatur in fimbrias coloratas tres, in situ parallelo ad acies, quæ & magis dis-tinctæ apparent, si foramen in fenestra minua-tur. Unde autem colores hi orientur, in se-quentibus patebit (*Exp.*). Nunc satis erit ex hoc experimento deducere, Lumen *attrahi a corporibus, a quibus Radii inflectuntur;* nisi enim

enim daretur motus corpus versus, per rectam
Radius motum continuaret.

Actione vero corporum, quā in Lumen agunt 894.
ad hoc attrahendum, sese exerit ad distantiam non
insensibilem; nam si inter acies memoratas di-
stantia detur circiter quadringentesimæ partis
pollicis, nullum lumen inter fimbrias memo-
ratas super charta apparebit ita, ut in hoc ca-
su totum Lumen, quod inter acies transit, u-
nam aut alteram partem versus inflectatur, &
formet fimbrias memoratas. Quod clarè in-
dicat chalybem ad minimum ad distantiam o-
ctingentesimæ partis pollicis in Lumen agere.
(Exp.).

Actionem illam cum imminutâ distantiâ au- 895.
geri, etiam probatur; nam si minuatur distan-
tia inter acies, fimbriæ successivè evanescunt,
donec, junctis aciebus, lumen nullum inter
has transeat. Primæ autem fimbriæ quæ eva-
nescunt, sunt quæ Radiis minimè inflexis for-
mantur, ultimæ quæ radiis maximè inflexis;
id est, dum accedunt ad se mutuo acies, um-
bra inter fimbrias ab utraque acie formatas
continuò augetur, donec tandem totum lu-
men ab utraque parte evanescat. Unde clarè
sequitur, eo magis infletti Radios, quo ad
minorem distantiam ab aciebus transeunt, id
est attractionem cum imminutâ distantiâ auge-
ri. (Exp.).

Observandum præterea, attractionem unius 896.
aciei admotâ aliâ augeri. Quod experimen-
to clare patet, nam in accessu acierum ad se
mutuo inflexio radiorum continuo major est
(Exp.).

C A P U T VIII.

De Luminis Refractione & hujus Legibus.

DEFINITIO I.

897. **O**mne quod Lumini transitum dat, vocatur Medium.

Vitrum, Aqua, ipsum Vacuum, sunt media.

Dum Radius ex uno medio in aliud penetrat, s^epe a linea recta deflectitur.

DEFINITIO 2.

898. Inflexio hæc Refractio dicitur.

899. Ut detur Refractio desideratur, ut media densitate differant, & ut Radius cum superficie, media dirimente, angulum obliquum efficiat.

900. Oritur Refractio ex eo, quod Radii a densiori medio magis quam a rariori attrahantur, a qua attractione, quæ in capite præcedenti probatur, omnia, quæ Refractionem spectant, deducuntur.

901. Sit EF mediorum separatio; sit X versus TAB. IX. medium densius, Z versus medium rarius.

fig. 3. Singulæ materiæ particulæ vi attractivâ gaudent (38.), hæcque vis respectu Luminis locum habet (893.). Sit distantia, ad quam actionem suam particulæ exerunt, illa, quæ datur inter lineas EF & GH. Lumen ergo, quod inter has lineas datur, a medio X attrahitur.

Ad distantiam, ad quam datur linea GH, solæ

solæ particulæ extremæ medii X in lumen agunt; in distantia minore cum his & aliæ agunt ita, ut vis attrahens crescat quando distantia minuitur, ut ante jam observatum (895). Detur in medio densiori X, linea IL ad eandem ab EF distantiam, ad quam in medio Z datur GH. Intret Lumen medium X, ab omni parte attrahetur a particulis medii, quarum distantiae a Lumine minores sunt distantia inter EF & GH; ad hanc enim distantiam Lumen a particulis medii X attrahi ponitur.

Quamdiu Lumen versatur inter lineas EF & IL, vis attrahens versus IL prævalet, quia majori numero particulæ hanc partem versus trahunt; crescente autem numero particularum in contrariam partem agentium, id est, crescente distantia ab EF minuitur vis IL versus, donec in ipsa linea IL omnes partes versus æqualiter attrahatur Lumen, quod ubique in medio X ultra IL etiam obtinet.

Accedat Radius Luminis A & oblique incidat in superficiem dirimentem media, aut potius in superficiem GH, ubi datur initium actionis, qua Lumen medium X versus pellitur; Quando Radius pervenit ad a, detorquetur a linea recta per vim, qua a medio X attrahitur; id est, qua juxta directionem, ad hujus medii superficiem perpendicularrem, hoc versus pellitur. Et quidem in omnibus punctis deflectitur Radius a linea recta, quamdiu datur inter lineas GH & IL, inter quas memorata attractio agit; ideoque inter has lineas Radius curvam ab describit, eodem modo ac de gravibus projectis dictum (233.). Ultra li-

lineam IL cessat actio Radium deflectens, recta ergo pergit per bB, juxta directionem curvæ in puncto b.

Distantia inter lineas GH & IL est ex 903. gua; quare in Refractione ad partem incurvatam Radii non attendimus, Radiusque consideratur quasi constans ex duabus lineis rectis AC, CB concurrentibus in C, nempe in superficie media dirimenter.

Per C ad superficiem EF detur perpendicularis NCM.

DEFINITIO. 3.

904. Pars AC Radii memorati vocatur Radius incidentis.

Angulus ACN est Angulus incidentia (388.).

DEFINITIO. 4.

905. Pars CB radii dicitur Radius refractus.

DEFINITIO. 5.

906. Angulus BCM vocatur Angulus refractio- nis.

907. In hoc casu, ubi Lumen è medio rario in densius penetrat, Angulus refractionis minor est Angulo incidentia, ex inflexione Radii; æquales enim forent hi anguli, si Radius AC per CD recta viâ motum continuaret. Accedit autem Radius CB magis ad perpendicularem CM; quare Refractio dicitur fieri perpendiculariarem versus. (Exp.).

908. Contra, si Radius e medio densiori in rarius transeat, recedet a perpendiculari, quia attrac- tio medii densioris in Radium eadem est, si- ve Radius ex rario in densius, sive e densio- ri in rarius penetret. Idecirco si BC sit Radius in-

incidentiæ, CA erit Radius refractus, id est, per easdem lineas movetur Radius, a quacun- 909. que parte procedat.

Ideoque, si duo Radii, unus e medio densiori 910. in rarius, alter e rariori in densius, penetrant, angulusque refractionis hujus æqualis sit angulo incidentiæ illius, reliqui duo anguli incidentiæ & refractionis erunt æquales inter se (Exp.).

Ex quibus sequitur, directionem Radii non 911. mutari, si moveatur trans medium terminatum duabus superficiebus parallelis inter se, quantum enim in ingressu aliquam partem versus defle- gitur, in tantum exactissime dum exit par- tem oppositam versus inflegitur. (Exp.)

Si Radius perpendiculariter cadat in superfi- 912. ciem, qua duo media separantur, a recta via non deflectetur attractione medii densioris; a- ctione hac cum Radii motu in eadem direc- tione in hoc casu agente. (Exp.).

In dictis hic usque, tantum consideravimus attractionem medii densioris, quia hæc præ- valet, non tamen contemnenda est actio me- dii rarioris, quia hæc minuit actionem medii densioris, quæ eo minor erit in Lumen, quo media inter se minus densitate differunt. Id- circo nulla datur refractio, ubi densitates me- 913. diorum sunt æquales, & eo major est, quo hæ densitates magis inter se differunt.

Refractionis leges ex acceleratione, quam generat attractio, deducuntur.

Inter plana, quæ lineis GH & IL repræ- sentantur, attractio obtinet, non ultra (900.).

D E F I N I T I O 7.

Hac de causa spatium his planis terminatum, 914.

R

90-

vocamus spatium attractionis.

Et in scholiis Elem. demonstramus, quamvis corporis actio in Lumen perpendiculariter dirigatur ad superficiem, accelerationem Luminis, in motu ex medio rario in densius, aut retardationem in motu contrario, eandem esse juxta quamcunque directionem Lumen 915. feratur, & constantem, ideo, dari rationem inter velocitates Luminis in duobus mediis datis.

Acceleratio, aut retardatio quidem minor est in motu magis obliquo, sed diutius durat, unde compensatio.

916. Sit Z medium rarius, X medium densius,
TAB. IX. separentur plano E F; detur Radius Luminis
fig. 4. A C oblique in superficiem E F incidens; designet A C celeritatem Luminis in medio Z, fitque hæc linea A C constans; id est, maneat quæcunque fuerit Radii inclinatio. Centro C semidiametro C A describatur circulus; detur N C M ad E F perpendicularis; ex A ducantur perpendiculares A O ad N C, & A Q ad E F.

Motus per A C concipiatur resolutus in duos alios, unum juxta A O, aut Q C, alterum juxta A Q aut O C (383.); designabit linea O C radii celeritatem perpendiculararem superficie E F, quæ celeritas sola ex attractione medii augetur (900.).

Celeritas per Q C non mutatur, & est C V quam æqualem ponimus ipsi Q C, & ducta ad E F perpendiculari V B; in tempore æquali illi quo Lumen percurrit A C, accedet ad hanc perpendicularem; quare motus erit per CB

CB , si CB fuerit ad AC , ut velocitas in medio X ad velocitatem in medio Z .

Linea CB secat in T circulum semidiametro CA descriptum; a punctis B & T perpendiculares BS & TR ducantur ad CM : propter triangula similia CBS , CTR , BC erit ad TC , aut CA , ut BS ad TR ; quæ ergo lineæ, propter constantes BC & CA , eandem semper rationem habebunt, quicunque fuerit angulus incidentiæ. TR est sinus anguli refractionis TCR ; & BS æqualis CV , æqualis AO , est sinus anguli incidentiæ ACO .

In omni ergo Radii incidentis inclinatione constans, & immutabilis, datur ratio inter sinus angularum incidentiæ & refractionis.

Cum autem BC & CA , quæ sunt ut memorati sinus, etiā designent celeritates Luminis in mediis X & Z , sequitur sinus hos esse inversè ut sunt celeritates in ipsis mediis.

Si medium Z sit aér & X aqua, sinus prædicti sunt ut 4. ad 3., & celeritas Luminis in aëre ad hujus celeritatem in aqua, ut 3, ad 4. Si vero manente Z aëre, X sit vitrum, sinus sunt ut 17. ad 11.; circa omnia media illud unico experimento determinasse sufficit.

Ratio quæ datur inter sinus angularum quorumcunque est inversa secantium comp. ut in hac figura patet, concipiendo circulum semidiametro CQ , aut CV , ductum: tunc enim AC , æqualis CT , & CB sunt secantes angularum ACQ & BCV , complementorum angularum incidentiæ & refractionis, & sunt

*inversè ut BS, æqualis A O, & TR, quæ
in circulo ENT sunt sinus angulorum inci-
dentiæ & refractionis.*

920. In hisce Radium è medio rariori in densius intrantem consideravimus, sed eadem constans sinuum proportio, in n. 917. memorata, in motu Radiorum contrario obtinet; anguli ACN, MCB non mutantur, quicunque sit Radius incidens, sive AC sive BC (909.). In hoc casu si BC sit celeritas Radii incidentis, CA erit celeritas Radii refracti: eodem enim modo, ex attractione medium X versus, motus Radii ex X in Z transeuntis retardatur, ac in motu contrario acceleratur.

C A P U T IX.

De Luminis Refractione, quando Media Superficie planâ separantur.

D E F I N I T I O 1.

R adii ab eodem punc̄to, quasi centro, proce-
dentes & continuo magis a se mutuo rece-
dentes, dicuntur divergentes.

D E F I N I T I O 2.

922. Magis divergentes sunt, qui majorem angu-
lum inter se formant.

D E F I N I T I O 3.

923. Punctum, a quo Radii divergentes procedunt,
dicitur punctum Radians.

924. Quo magis Radii sunt divergentes, positâ eâ-
dem inter hos distantia, eo minus distat pun-
ctum Radians & contra.

Saepe

Saepe refractione, aut reflectione, Radii ita 925.
moventur, quasi a puncto Radiante procede-
rent, licet revera a tali puncto non procedant;
id est, si Radii continuarentur, partem versus
a qua procedunt, in unum punctum concur-
rerent. In hoc casu etiam divergentes Radii
dicuntur.

DEFINITIONES 4. & 5.

Radii qui in unum punctum concurrunt, aut 926.
continuati concurserent, vocantur convergen-
tes; & magis convergentes, qui majorem an- 927.
gulum formant.

DEFINITIO 6.

Punctum concursus Radiorum convergentium 928.
vocatur Focus.

DEFINITIO 7.

Punctum, in quo Radii convergentes, & ante 929.
concursum intercepti aut deflexi, continuati con-
curserent, vocatur Focus imaginarius; quo no-
mine etiam datur punctum, ex quo fluere con-
cipiuntur Radii divergentes, qui ex puncto Ra-
diante non procedunt (925.).

Quo magis Radii convergunt, positâ eâdem 930.
inter hos distantia, eo minus distat Focus sive
verus sive imaginarius. 931.

Si Radii parallelî transeant è medio quocun-
que in aliud alterius densitatis, post refractio-
nem etiam sunt parallelî: quia omnes æquali-
ter inflectuntur, in toto enim hoc capite agi-
tur de mediis superficie planâ separatis.

Dentur media X & Z, hoc rarius, illud 932.
verò densius, piano ES separata, procedant à TAB. IX
puncto R radii divergentes RC, Ro, Rn,
mediumque densius intrent: inter hos sit RC,

perpendicularis ad superficiem ES; hic a via non deflegetur (913.), & per CG motum continuat. Radii Ro, Rn refractionem patiuntur perpendicularares versus, quæ in punctis o & n ad superficiem ES concipiuntur (907.). Hi Radii, si non nimium dispergantur, in medio densiori ita moventur, quasi procederent omnes a Foco imaginario r, magis a superficie distanti, quam ipsum R; quod tamen non mathematicè est intelligendum, per punctum enim spatium exiguum, quod alter punctum physicum vocatur, intelligimus. (Exp.)

Uthanc demonstremus propositionem, considerandum est, angulum RoC esse complementum anguli incidentiæ ad angulum rectum, & angulum roC esse etiam complementum anguli refractionis ad angulum rectum; ideoque lineas Ro, ro esse secantes comp. angularum incidentiæ & refractionis, posito semidiametro oC; inter quas secantes constans datur ratio (919. 917.). In dispersione exigua Ro & RC, ut & ro, & rC, sensibiliter non differunt; ideo inter RC & rC constans datur ratio; id est r æquè fixum est ac R, licet inclinatio Radii mutetur: idecirco Rn ita etiam refringitur per n A quasi ab r procederet, & est rC ad CR, ut sinus anguli incidentiæ ad sinum anguli refractionis (919.).

933. Si nimium dispergantur Radii, hæc demonstratio locum non habet, & locus concursus r pro puncto haberi non potest; in hoc casu circellus ibi concipiendus est, in quem omnes Radii concurrunt, qui eo major erit, quo majorem

angulum Radii divergentes formant.

Si Radii quidam ex R procedentes non admodum dispergantur, sed oblique incident in superficiem ES, refringuntur quasi procederent ex punto eo magis a punto r remoto, quo magis obliqui sunt Radii. 934.

Radii qui ut An, Bo, GC convergentes ex medio densiori X in rarius Z transeunt, citius concurrunt, quam concurrerent, si in medio densiori motum continuarent. id est, magis convergentes fiunt, & Focus verus minus quam imaginarius distat (930.). In hac figura Focus imaginarius est r, focus autem verus R (909.). Propositio hæc proprie est inversa propositionis n. 932. quare & hic, ex nota ratione sinuum angulorum incidentia & refractionis, dato r detegitur R. 935.

Quando Radii convergentes, ut HD, Ip, 936. Lq, habentes Focum imaginarium f, è medio rario Z in densius X penetrant, minus convergentes fiunt (907.), & in Focum F, magis distantem a superficie ES (930.), concurrunt, ut patet hic applicando demonstrationem datam in n. 932. ex qua etiam deducitur methodus determinandi F. (Exp.)

Radii ex punto F procedentes, & ex medio densiori in rarius penetrantes, magis divergentes fiunt, & moventur quasi ex f procederent (909.), quæ propositio est inversa præcedentis. 937.

C A P U T X.

*De Refractione Luminis, positis Mediis
Superficie sphæricâ separatis.*

TAB. IX. **S**int Media densitate differentia X & Z,
fig. 6. hoc rarius, illud densius; separentur su-
perficie sphæricâ ES, cuius centrum est C,
& cuius convexitas est ad partem medii rario-
ris.

938. Ut casum simplicissimum ante alios exami-
nemus, ponamus raaios parallellos ut BO &
An, ex medio rarioi in densius penetrantes,
in memoratam convexam superficiem incidere;
deturque inter hos BO, qui continuatus per
centrum C transit, & perpendiculariter ca-
dit in superficiem ES; ideoque a recta non
deflectitur (912.). Radii omnes non nimium
ab hoc distantes ad hunc refractione medii den-
sioris accedunt, & in unum punctum F colli-
guntur. Sit ex. gr. Radius An, qui refringi-
tur per nF; per punctum n ducatur ad cen-
trum C semidiameter Cn continuata ad p;
cum haec perpendicularis sit ad superficiem
media dirimentem, angulus incidentiae est
Anp, æqualis angulo nCO (29. El. i.);
angulus refractionis est CnF. Si arcus
nO fuerit exiguus, anguli hi sunt ut horum
sinus, quorum ratio est constans (917.). In
eadem ergo ratione crescunt & minuuntur
hi anguli nCO & CnF, ut & horum differen-
tia (19. El. v.) angulus nFO (32. El. i.);
qui igitur sequitur proportionem arcus nO,

men-

mensuræ anguli nCO : Quamdiu arcus nO est exiguus, manente F , angulus nFO in eadem ratione cum hoc arcu sensibiliter augetur & minuitur; ideoque omnes radii inter An & BO , refractione, sensibiliter in punctum F concurrunt. Si detur ratio inter sinus angulorum incidentiæ & refractionis, nota erit ratio inter Sinuum differentiam, & sinum anguli incidentiæ, quæ ratio datur inter angulos nFO , nCO , qui cum exigui sint, sunt inverse ut OF ad OC ; ergo ut semidiameter superficie ad Foci a superficie distantiam (Exp.).

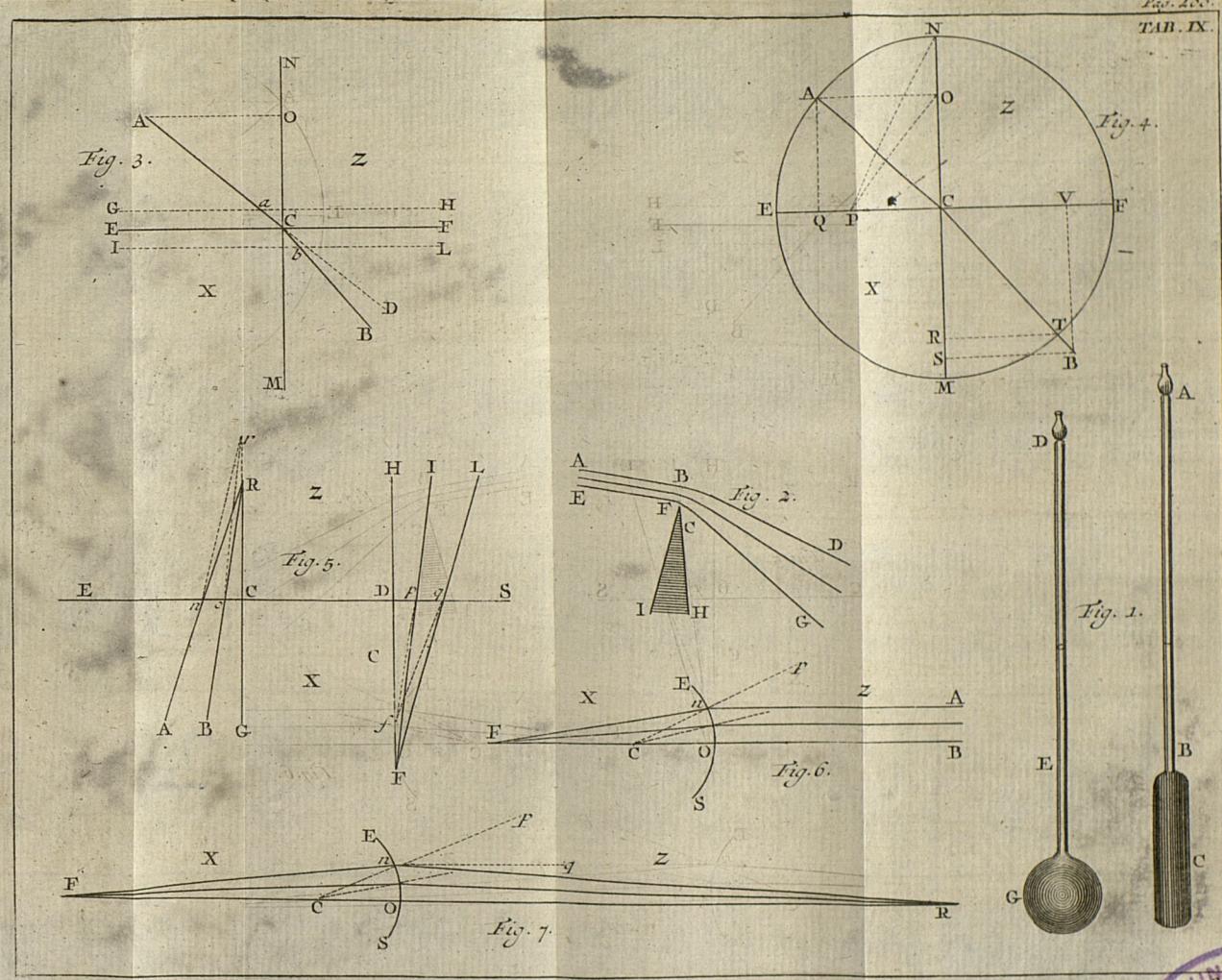
Detur iterum X medium densius, Z rarius, TAB. IX. separantur superficie sphærica ES, cujus censum est C, & cujus convexitas est ad partem medii rarioribus; Ex puncto Radiante R procedant Radii, & in medium densius per membranam superficiem penetrant, ita ut inter hos Radius RO continuatus per centrum C transeat; hic non refringitur, & ad hunc refractione reliqui omnes accedunt, & quando parum disperguntur in unum punctum, ut F, colliguntur, eodem modo ac de Radiis parallelis dictum; cum hac differentiâ, quod focus F in hoc casu magis distet. (Exp.)

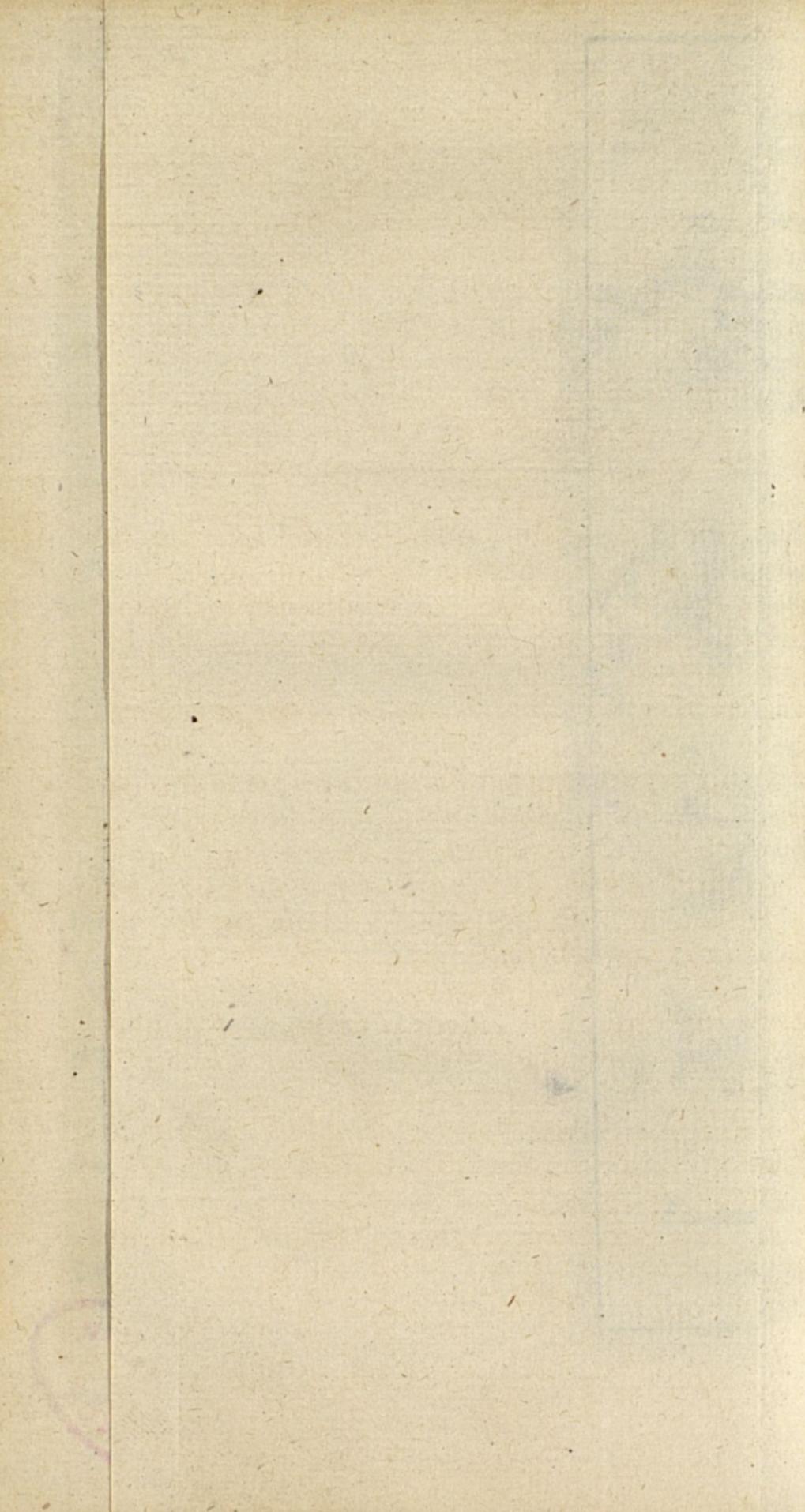
Eadem etiam demonstratio hic locum habet quam circa Radios parallelos dedimus, quæ hoc fundamento nititur, quod angulus incidentiæ, cum arcu nO in eadem ratione crescat, quod & hic obtinet, si arcus nO parvus sit.

Detur Radius Rn , per n ex centro C ducatur Cnp : angulus Rnp erit angulus incidentiæ: dividatur hic in duas partes lineâ

nq , parallelâ lineâ ROC; pars $p n q$ æqualis est angulo nCO , qui arcu nO mensuratur, & qui ideo cum hoc arcu eandem sequitur proportionem; quam etiam, posito hoc exiguo, sequitur angulus nRO , æqualis secundæ parti anguli incidentiæ, qui igitur in totum etiam cum arcu nO in eadem ratione crescit & minuitur; quæ enim ratio in singulis partibus locum habet, respectu totius etiam obtinet (12. El v.).

940. Similis demonstratio potest applicari Radiis quibuscumque divergentibus, aut convergentibus, qui in quocumque casu in superficie sphærica refringuntur, & qui ut hac demonstratione constat, in exigua dispersione, Focum habent aut verum, aut imaginarium, aut paralleli sunt inter se. Quod in genere hic notasse sufficiat.
941. Focus E, Radiorum ab R procedentium accedente R recedit & vice versa. Accedente puncto Radiante, si maneat punctum n , augetur angulus incidentiæ, quo crescente, augetur etiam angulus refractionis $F n C$, & nF ad majorem distantiam interfecat R C. (Exp.).
942. Ita potest admoveri punctum Radians ad superficiem media dirimentem, ut Focus ad distantiam infinitam recedat, id est, ut Radii refracti paralleli sint. (Exp.).
943. Si magis accedat punctum Radians R, divergentes fient Radii refracti, minus tamen divergentes quam incidentes; (Exp.).
944. Si Radii, qui ex medio rariori in densius per superficiem convexam intrant, convergentes sint, & ad centrum superficie dirigantur, nullam patiuntur refractionem (912.) Si aliud





punctum versus dirigantur, cùm perpendicularē versus refringantur (907.), ita inflectuntur Radii, ut Focus Radiorum horum convergentium semper detur inter centrum superficie media dirimentis, (ad quod perpendicularē omnes diriguntur), & punctum quod versus Radii incidentes tendunt Id est, si Focus imaginarius incidentium detur ad minorem distantiam quam centrum, minus convergentes sunt Radii refracti: si ultra centrum detur hicce Focus imaginarius, magis convergentes erunt Radii refracti. (Exp.)

Ex hucusque dictis, quæ in motu Radiorum 946. contrario obtinent, facile determinamus (909.); id est, motum Radiorum ex medio densiori in rarius, manente superficie convexâ ad partem medi rorioris.

Radii paralleli post refractionem in Focum concurrunt (942.).

EIAM in punctum aut Focum conveniunt Radii 947. ex punto Radiante manantes, (939.) & accedente hoc recedit illud, & contra (941.).

Ita potest disponi punctum Radians, ut Focus 948. ad distantiam infinitam detur, id est, ut Radii refracti paralleli sint. (938.).

Si ulterius accedat punctum Radians, refra- 949. eti divergentes sunt; minus divergentes quam incidentes, si punctum Radians magis distet à superficie quam centrum (945.).

Si autem punctum Radians detur inter super- 950. ficiem & centrum, Radii refracti magis divergentes erunt (945.).

Si Radii fuerint convergentes, magis in omni 951. casu

casu fiunt convergentes, quod ex refractione a perpendiculari (908.) sequitur, & etiam deducitur ex n. 943.

952. Ponamus iterum Radios ex medio rariori Z TAB. IX. in densius X intrare, cavitatem autem superficiei sphæricæ ES, media separantis, dari ad partem medii rarioris. Si Radii fuerint paralleli, ut BO, An; BO, qui per centrum C superficiei ES transit, nullam patitur refractionem; An verò ad perpendiculararem Cp per nG refringitur (907.), & Z versus continuatus intersecat BCO in f, quod etiam respectu Radiorum inter BO & An obtinet (940.); fiunt ergo hi Radii *divergentes*, habentes Focum imaginarium f in medio rario, quem regulâ in n. 938. traditâ determinari posse facile patet. (*Exp.*).

953. Si à puncto Radiante R in CB ultra C, Radii emanant, minuitur angulus incidentiæ AnC, & idcirco etiam angulus refractionis Gnp; id est, radii *refracti magis divergentes* fiunt, & ad C accedit Focus imaginarius f (924.); donec accessu puncti Radianis tandem hoc coincidat cum Foco imaginario in C; in hoc enim casu Radii nullam patiuntur refractionem (912.). (*Exp.*)

954. Si ulterius accedat punctum Radians inter C & O, magis distat Focus imaginarius ab O, quam punctum Radians, inter hoc enim & C semper ille datur, propter angulos refractionis minores angulis incidentiæ (907.).

955. Si Radii fuerint convergentes, & punctum concursus detur in medio densiori, in viciniis su-

superficiei media separantis, refracti Radii etiam, sed minus, convergunt quam incidentes. (Exp.).

Si ab O magis ac magis recedat Focus imaginarius Radiorum incidentium, id est, si hi 956. minus convergant, etiam minus convergent Radii refracti donec, recessu Foci imaginarii, refracti paralleli sint.. (Exp.).

In ulteriori recessu Foci imaginarii divergentes 957. fiunt refracti Radii. (Exp.).

Radii, qui e medio densiori in rarius pene- 958. trant, manente superficie cavâ ad partem hujus medii, iisdem fere legibus subjiciuntur.

Radii paralleli refractione divergunt (956. 910.).

Si à puncto Radianti procedant, magis sunt 959. divergentes (955.).

Et cum accessu puncti Radiantis continuo magis ac magis divergunt (956.).

Convergentes Radii, qui ad centrum superficie sphærica tendunt, nullam subeunt mutatio- 961. nem (912.).

Si magis aut minus convergant, Focus ima- 962. ginarius incidentium semper datur inter centrum superficie media separantis, & Focum refractorum (953. 954.), qui potest in infinitum recedere, ita ut Radii refracti paralleli sint (952.).

Ex propositionibus his, determinamus u- 963. trum Focus sit verus an imaginarius, in hoc casu Radians & Focus ad eandem partem superficie media separantis dantur, in illo super-
ficie hac separantur. In scholiis autem Elem.
de-

demonstrationem damus universalem quæ singulis casibus superius memoratis applicari posse.

964. *test, qua constat, distantiam inter Radians & Focum, sive verum sive imaginarium, Radiorum parallelorum a contraria parte venientium se habere ad distantiam inter Radians & superficiem, ut distantia inter eundem Focum parallelorum & superficie centrum additam Foci quæsiti, sive veri sive imaginarii, a superficie.*

Huc usque consideravimus Radios parum ad superficiem media separantem inclinatos; nam de incidentibus egimus, inter quos datur Radius ad separationem mediorum perpendicularis, & qui parum disperguntur, ad quos solos regula de determinando Foco applicari

965. potest, de cætero, in Radiis obliquis fere eadem propositiones locum habent, in hoc tamen casu omnes inflectuntur, quod in directis non æquè; Radius enim ad superficiem perpendicularis non inflectitur. In obliquis etiam omnes majorem patiuntur refractionem, id est,

- magis ad se mutuò aut à se mutuò Radii inter se vicini inflectuntur, quam in directis, positis iisdem circumstantiis.

TAB. X. Sit Z medium rarius, X densius, E S superficies, (cujus centrum C) quæ media separat, Radii A n, B m parallelí concurrunt in F. Radii, qui procedunt ex punto Radiante R, concurrunt in Focum f.

TAB. X. Si convertatur superficies, ut cavitas sit ad partem medii rioris, Radii A n & B m parallelí habebunt Focum imaginarium inf; hujus

ius autem distantia a superficie E S, ut & memoratorum Focorum F & f in fig. 2. minor est, quam si Radii forent directi.

Corporis lucidi singula puncta sunt puncta 967.
Radiantia & habent singula suum Focum; qui si omnes in planum album incident, corpus lucidum, candelam ex gr., depingunt (*Exp.*)

Repræsentatur candela in situ everso; quia 968.
Radii, à diversis punctis procedentes; refra-
gii sese mutuo intersecant. Ex qua eadem cau-
sa, si duæ dentur candelæ in repræsentatione
situm mutant.

Omnes mutationes in Lumine, de quibus in 969.
hoc capite actum, eo magis sunt sensibiles, quo
superficies media dirimens est magis curva, id
est, minoris sphæræ portio.

C A P U T XI.

De Motu Luminis trans Medium densius,
ubi de Lentium affectionibus.

Vitrorum frequens usus est, aëre densiora 970.
sunt, & ex aëre in aërem trans vitrum ra-
dii penetrant. Pro variis superficiebus, qui-
bus terminatur vitrum, diversas in hoc motu
Lumen mutationes subit, quæ ut determinen-
tur, vitra, aut media quæcunque medio ra-
riori circumdata, & variis superficiebus ter-
minata, examinanda sunt. Considerando so-
las superficies planas & sphæricas, sex Clas-
dantur.

I. Medium hoc planum est ab utraque par-
te.

te. 2. Ab una parte planum ab altera convexum. 3. Ab utraque parte convexum. 4. Ab una parte planum ab altera cavum. 5. Cavum utrimque. 6. Terminatur superficie cava, & opposita convexa est.

DEFINITIO I.

971. Si de vitro agatur, & crassitatem non magnam habeat, in quinque ultimis casibus vitrum tale *Lens vitrea* dicitur.

In secundo & tertio casu *Lens* dicitur convexa; si tamen hi casus distinguendi sint, in secundo casu dicitur *plano-convexa*. Eodem modo in quarto casu dicitur *plano-cava*; licet & hicce casus, cum quinto sequenti, ad *cavas lentes* generaliter referatur. *Lens* autem *cavo-convexa* ad *cavas* aut *convexas lentes* refertur, pro illa aut hac superficie prævalente; prævalet autem cuius curvatura major est, id est, quæ minoris sphæræ portio est.

DEFINITIO 2.

972. In omni *Lente*, aut medio quocunque ut dictum terminato. *Axis* vocatur linea recta, quæ ad ambas superficies perpendicularis est. Quando ambæ superficies sunt sphæricæ, per ambarum centra transit axis; positâ verò alterâ superficie planâ, perpendiculariter ad hanc per alius centrum procedit.

In transitu Luminis per medium, duabus superficiebus planis terminatum, Radiorum directio non mutatur (911.): qui casus in vitris planis extat.

974. Lentium convexarum quarumcunque proprietas est, quod Radii in transitu versus se mutuò

inflectantur; cù magis, quo major est convexitas: Cavarum autem quod Radii à se mutuo defle- 975. ctantur; magis pro majori cavitate. Nam per vitrum planum Radiorum directio non mutatur (973.), inflectendo autem unam aut ambas superficies, alia datur Radiorum directio: magis Lentis axem versus inflectuntur ex convexitate superficieis vitri, & excavando superficiem ab axe deflectuntur; ut clare patet in omni casu, comparando inflexionem in superficie plana ad axem perpendiculari, cum inflacione in superficie sphærica. Et differentia inflexionum, id est, directionis Radiorum mutatio, cum distantia ab axe crescit; & in quaunque Radiorum directione locum habet; æquè in Radiis obliquis, quàm in directis; sed in Radiis obliquis propter maiores angulos in- 976. cidentiæ mutationes maiores sunt. Ex quibus Lentium proprietates sequentes deducimus.

Radios parallelos, transiendo per Lentem con- 977. vexam, in Focum concurrere (Exp.).

Radios divergentes aut minus divergere, aut 978. parallelos fieri, aut tandem convergere; in quo casu recedente puncto Radiante accedit Focus, & vice versa: Casus autem hic extat; quando punctum Radians à Lente magis removetur, quàm ab hac distat Focus Radiorum parallelorum. (Exp.)

Tandem Radios convergentes magis in egressu Luminis convergere. (Exp.).

Hæc etiam obtinent in Radiis obliquis; circa 980. quos notandum distantias Focorum radiorum ex- euntium, minores esse quàm in Radiis directis, & reliquas mutationes magis sensibiles esse (976.).

¶ Exp.

S

Hæc

Hæc eadem omnia ex examine duplieis refractionis in ingressu & egressu Luminis deducuntur. Hæc autem duplex refractio in casu quocunque sub oculos ponitur, in experimentis quibus Lentium convexarum affectiones memoratæ confirmantur.

981. Singula puncta corporis lucidi, ut antea memoratum (967.), sunt puncta Radiania, & posita justa distantia à convexâ Lente, singula Focum suum habent (978.).
982. Detur candela lucens, à Lente convexâ remota ultra Focum radiorum parallelorum, ad oppositam Lentis partem super plano albo, per Focos punctorum flammæ, hæc representabitur, & quidem inversa, propter radiorum intersectionem in transitu per Vitrum. (*Exp.*)
983. *Lentes convexæ sunt etiam Vitra uistoria*, quia colligunt Radios solares (977.), qui, propter Solis immensam distantiam, pro parallelis habentur. Radii vero in Foco collecti, propter Ignem antea dispersum, nunc collectum, & propter Ignis motum juxta varias directiones, violenter urunt. (*Exp.*)
984. Quando propter Lentis magnitudinem non satis exactè colliguntur Radii, antequam ad Focum perveniant, per secundam minorem convexam Lentem transmittuntur, quo in minus spatium rediguntur, ita ut magis violenter comburant.
- Quæ, spectant Lentes cavas, & harum proprietates ex dictis (975.) facile deducuntur.
985. *Radii paralleli divergentes sunt, per Lentem*

cavam transendo. (Exp.).

Divergentes magis divergunt. (Exp.) 986.

Convergentes , aut minus convergunt ; aut paralleli fiunt ; aut quod in minus convergentibus obtinet , divergentes lentem exeunt. (Exp.)

Quæ omnia , æquè in obliquis Radiis , ac in directis locum habent , in illis tamen magis sensibiliter (976.) (Exp.)

Circa determinationem Focorum , (positis 988. Radiis directis , parum dispersis , & Radiante in Axe Lentis ,) hanc , generali demonstratio- ne , universalem pro omnibus Lentibus propo- sitionem in scholiis Elem. demonstramus . Ut 989. distantia inter Radians & Focum , sive verum sive imaginarium , Radiorum parallelorum , a contraria parte procedentium , se habet ad di- stantiam hujus Foci a Vitro , ita distantia inter Radians & Vitrum ad distantiam quæstam Fo- ci quæsti a Vitro . Qui Focus imaginarius est , & ad eandem partem Vitri cum puncto Ra- diante datur , in iis casibus in quibus Radios post refractionem divergere diximus .

C A P U T XII.

De Visu , ubi de Oculi constructione.

Quas Luminis proprietates refractionisque leges explicavimus , mirandum , in ob- jectis menti nostræ repræsentandis , usum ha- bent .

His legibus objecta in fundo Oculi pulcher- rimè , propriis suis coloribus ornata , depin-

S 2 gun-

guntur; hæcque pictura ut in sequentibus dicam (999.), occasio est idearum, quæ in mente circa res vias excitantur.

Quomodo autem hæc pictura in Oculo detur explicari non potest, nisi examinata nondum memorata Luminis proprietate; radiorum nempe divisibilitate captum nostrum superante.

DEFINITIO.

990. *Corpus, quod non est lucidum & Lumen intercipit, vocatur opacum.*

991. *Corpora pleraque inter hæc opaca omnia, exactissimè polita, ut & perfectè nigra, excipias, si quæ dantur, dividendi Luminis proprietatem habent; repercutiunt Lumen ita, ut à singulis punctis Radii percussi dividantur, & omnes partes versus recedant, & singula puncta corporis sint quasi puncta Radiancia, ex quibus Lumen ad omnes partes dispergitur.*

992. Unde deducimus Methodum de pingendorum objectorum in plano albo; singula enim puncta corporis illuminati & remoti, ex quibus Radii ad Lentem convexam perveniunt, post Lentem Focum suum habent (978. 980.), Objectorum distantium, licet inæqualiter, Foci sensibiliter eandem ad distantiam à Lente dantur; hisce in eodem. plano, objecta hæc, repræsentari possunt; quæ repræsentatio inversa est, propter Radiorum intersectionem trans-eundo per Vitrum; & sensibilis, est in loco obscuro, in quo Lumen per solam Lentem intrat, & quidem illud solum quo objecta de pinguntur.

Hæc obtinent, ubicunque Lens ponatur, & quidem circa omnia objectorum puncta, Lu-

mi-

minis Radiis illustrata, à quibus lineæ rectæ non interruptæ ad Lentem duci possunt; ita ut eodem Experimento probetur divisibilitas memorata in Lumine, & dividendi Luminis capacitas in corporibus Lumen repercutientibus.

In loco obscuro foramen detur, cui varia 993. respondeant objecta, ad distantiam ad minimum quinquaginta pedum, & majorem. In hoc detur Lens convexa, quæ colligit Radios parallelos ad distantiam quatuor aut quinque pedum; si ad distantiam paululum majorem post lentem detur planum album, in hoc objecta memorata pulcherrimis coloribus depinguntur. Notandum lentem in situ ad planum parallelo ponendam esse; & motu plani aut lentis detegi distantiam ad quam Objecta exactissimè repræsentantur. (*Exp.*)

Hæc objectorum repræsentatio magnam cum illa, qua in fundo oculi objecta viſa de- 994. pinguntur, affinitatem habet, ut ex Oculi constructione patebit.

Oculi figura, si capite extrahatur, præter- 995. propter est sphærica: nihilominus pars anterior est paululum magis convexa.

Oculi ſectio in hac figurâ repræsentatur.

Pars magis convexa A A, est translucida TAB. XI.
& Tunica cornea vocatur. fig. 4.

Totum Oculi integumentum, Corneâ exceptâ, vocatur Sclerotica B A A B; pars Sclerotica anterior quæ Corneâ adjacet, tenui tunica, Adnatâ dictâ, obtegitur; hæc quoque, propter colorem, album Oculi vocatur.

Ab interiori parte Cornea obtegitur tunicâ Uva dictâ, hæc paululum a Cornea distat, & in-

278 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ
medio foramen habet *pp*, quod nominatur *Pupilla*.

Uvea constat ex fibris circularibus concentricis, ad angulos rectos per rectas fibras intersectis. Si primæ inflentur, relaxantur secundæ, & Pupilla minuitur; augetur motu fibrarum contrario.

In medio Oculi, magis tamen partem anteriorem versus, datur corpus molle translucidum CC, lenti convexæ simile, cuius superficies posterior convexitate anteriorem superat. Vocatur *Humor crystallinus*. Axis hujus cum Oculi axe, per centra Pupillæ & totius Oculi transeunte, coincidit.

Sustinetur crystallinus Humor filis, quæ in singulis punctis circumferentiaæ hujus cohærent, & interiori parti Oculi annexuntur: informam arcus inflectuntur, & musculi sunt, nominantur *Ligamenta ciliaria*, duo videntur in IC, IC. Omnia inter se cohærent, & cum crystallino separationem in oculo formant, huncque in duas cavitates, unam anteriorem *pp*, alteram posteriorem SS, dividunt.

Anterior cavitas repletur fluido aquæ simili, dicitur *Humor aqueus*.

Cavitas posterior repletur humore translucido, ejusdem circiter densitatis cum Humore aqueo, sed non æquè fluido; *humor vitreus* vocatur.

Superficies posterior & interior Oculi tunica obtegitur, *Choroides* dicta, quam iterum obtegit membrana tenuissima, cui nomen *Reticula* datur.

Nervus opticus NN, ad posteriorem bulbi

bi Oculi partem, paululum ad latus, datur, & ita cum Oculo jungitur, ut hic sit quasi expansio nervi optici, Tunicæ enim nervi expansæ Choroidem & Scleroticam formant; Fibræ autem, ex quibus Retina constat, concurrent & medullam nervi formant.

Oculus in capite movetur variis musculis cum Sclerotica cohærentibus; de his hic non agitur; Oculi constructionem cum relatione ad motum Luminis considero, de omnibus cæteris loqui consultò abstineo.

*Radii à puncto quoconque procedentes, & qui 996. per Pupillam Oculum intrant, ex medio rario-
ri in densius per superficiem sphæricam trans-
eunt, ideoque posita justâ puncti distantia ab
Oculo, Radii post refractionem convergunt (939.);
quare positis Corneâ & Humore aqueo, dubi- 997.
tur pictura inversa objectorum in Oculo (991.
992). (Exp.)*

Pictura memorata in Oculo, ad nimiam di-
stantiam à Corneâ, & ultra fundum Oculi,
cadit; minuitur distantia ope Humoris crystalli- 998.
ni, densioris mediis illum circumdantibus;
Radii enim convergentes in Humore aqueo
trans Crystallinum in Humorem vitreum pene-
trant; id est, ex medio rario trans densius,
duabus superficiebus sphæricis convexis termi-
natum, in rarius; quo motu convergentes
Radii magis convergentes fiunt (979.); & ci-
tius concurrunt, ita ut pictura memorata intra
Oculum cadat. (Exp.)

*Objecta, quæ ut explicavi in fundo Oculi de- 999.
pinguntur, in Retinâ delineantur; & motu Lu-
minis fibræ tenuissimæ, ex quibus Retina con-*

stat, agitantur; qua agitatione ideæ objectorum in oculo depictorum, in mente excitantur. Nexus inter ideas & motus quibus excitantur, ut ante dictum (699.), nos latet: in causis sensationum determinandis, non ultra nervorum agitationes penetrare possumus (700.).

1000. *Quo pictura memorata magis est exacta, eo objecta distinctius apparent.*

1001. *Quando Radii ab eodem puncto manantes non exactè in Retinâ junguntur, illius pictura non est punctum sed macula, quæ confunditur cum picturis punctorum vicinorum in quo casu visio confusa est.*

1002. *Cùm autem, pro variâ puncti Radiantis distantia, hujus Focus magis aut minus removatur (941.), necesse est, ut mutatio detur in Oculo, ne locus in quo pictura est exacta, ante aut post Retinam cadat, & visio confusa sit.*

1003. *Quænam autem hæc sit mutatio, difficulter admodum determinatur, variæque dantur Philosophorum sententiae; circa quas in genere notabo, minime probabile esse totius Oculi figuram mutari, ad removendam aut admoveundam Retinam, & in interiori Oculo mutationem quærendam esse.*

Nam si figura Oculi mutaretur, cùm in omnibus Animalibus æquè necessaria sit mutatio, de qua agitur, in omnibus animalibus Oculi figura easdem subiret mutationes; ejusdem enim effectus causas varias in rerum natura non deprehendimus. In Balenâ vero Sclerotica nimium est dura, ut variationi obnoxia sit. Ulterius, si talis detur mutatio in

toto Oculo, orietur hæc ex muscularum extenorū pressione, quæ pro vario Oculi situ diversa erit, & tantum regularis in unico Oculi situ.

Si nunc Oculum in interiori examinemus, 1004. mutationem in Crystallino necessario dari patet, qui translatione in Oculo, aut mutatione figuræ, desideratum effectum præstabit, Radii enim Retinam ante concursum secantes, in Retinâ concurrent, si convexior fiat crystallinus humor (974.), aut si servatâ hujus figurâ, ipse magis anteriorem oculi partem versus feratur.

Crystallini humoris situm facile mutari, il- 1005. *lumque ad Retinam accedere & ab hac recede-* re, manente illius axe, ex eo liquet, quod Ligamina ciliaria musculara sunt: quando hi musculi inflantur, & breviores sunt, minuitur cavitas, quæ ex intexione horum Ligaminum formatur in C₁, C₂; quo comprimitur humor vitreus, qui ipse in humorem crystallinum premit & hunc propellit, hujusque distantiam à Retinâ auget,

Aliam præter hanc in Oculo mutationem 1006. dari, ex experimento, in sequentibus memo rando (1035.), demonstratur, quæ cum hac contrariè agit; quod unde deductum fuerit dicetur. Mutatio autem secunda etiam ad ipsum Crystallinum referenda est; hic quando à Ligamentibus ciliaribus trahitur, quo à fun- 1007. do Oculi recedit, etiam planior fit, quod ubi objecta remota sunt desideratur (941.) & ut 1003. magis Crystallini figura mutetur, quam si situm immutabilem haberet, necesse est: quod

usum suum habere videbimus (1016.).

Quare autem mutationi figuræ Humoris crystallini & non hujus translationi distinctam visionem tribuam in n. 1011. dicam.

1009. Limites suos habent hæ mutationes in Ocu-
lo, inde etiam *objecta tantum distincta appa-*
rent inter certos limites, ad varias distantias
1010. *pro variis Oculis positos; & sèpissimè in eodem*
homine, non pro singulis Oculis idem limites
dantur, quod ejusdem ferè est utilitatis, ac si
pro ambobus Oculis limites magis inter se di-
starent; unico enim Oculo objectum distin-
ctè videri sat est. In quibusdam etiam, pro-
ximus limes respectu unius Oculi, magis di-
stat quàm maximè remotus respectu alterius,
in hoc casu objecta propinqua & valdè re-
mota distinctè videntur, intermedia confusa
apparent.

1011. Aliquando tamen, quod raro admodum contingit Oculi tanta est flexibilitas, ut ad ob-
jecta admodum propinqua & longinqua distin-
cte videnda idem Oculus sese constituere pos-
fit, quod Crystallini figuræ mutationi tribuen-
dum: si enim hoc ad translationem Crystal-
lini referamus, maxima quæ in Oculo possi-
bilis est ad phænomenon explicandum non suf-
ficiet.

1012. Pictura in fundo Oculi, ut dictum (997.),
est inversa; unde quæsitum, quare objecta
erecta appareant? Quæstione aliâ respondemus,
an quis melius concipiatur nexus inter ideam
in mente, & figuram erectam, quàm inver-
sam? nexus nos nullum percipere fatemur;
experientia autem docet, dari nexus inter pi-
ctu-

eturam inversam in Oculo & objecti erecti ideam; & præterea nihil novimus.

Ambobus Oculis si idem objectum intueamur, 1013.
unicum apparet; illudque in eo casu solo,
quando objectum in punctis respondentibus
Retinæ depingitur; quod probabiliter ex con-
cursu nervorum opticorum sequitur. Obser-
vatur enim in omnibus animalibus, quæ idem
objectum ambobus Oculis vident, nervos opti-
cos concurrere, antequam ad cerebrum per-
veniant, ad quod iterum separati pertingunt;
in animalibus verò quæ singulis Oculis diversa
objecta intuentur, nervi optici ab oculis ad
cerebrum usque separantur.

Unicum tantum punctum eodem tempore di- 1014.
stinctissimè videri potest, quod nempe in axe
Oculi repræsentatur; si ambobus Oculis pun-
ctum quis intueatur, ita sunt dirigendi Oculi,
ut axes amborum Oculorum continuati in illo
concurrant; quod obtinet, quando in aliquod
punctum intentos Oculos habemus.

Hæc ipsa axium directio in judicio circa distantiam objectorum visorum usum habet: situs enim diversus Oculorum pro vario angulo ab axibus formato datur, & pendet hic ab objecti distantia: unde, ne quidem ad illud attendendo, usū facultatem acquirimus, de distantia dijudicandi, *ex axium directione; quæ 1015.* nobis sensibilis est, quia à motu Oculi, nobis sensibili, pendet. Videmus ergo usum duorum Oculorum ad certam à se mutuo distantiam positorum; *quædiu hæc Oculorum di-*
stantia sensibilem rationem habet ad objectorum
distantiam, de hac judicium satis certum est.

De

1016. *De minoribus distantiis etiam unico Oculo di-judicamus*; quia in variatione exiguae distan-tiæ mutatio in Oculo (1005. 1008.) sensibilis est.
1017. *De magnis distantiis*, si de objectis notis a-gatur, *judicium ex magnitudine apparente & colore fertur*.
1018. *De maximis impossibile est judicium, nisi ex diversis locis idem objectum ob-servetur*.
1019. *Magnitudo apparet objecti*, pendet à ma-gnitudine picturæ in fundo Oculi, quæ ipsa pendet ab angulo, sub quo objectum videtur, id est, qui formatur à lineis ab extremitatibus ob-jecti ad Oculum ductis.
1020. *Magnitudo hæc apparet distingueda est à magnitudine, quam mens nostra tribuit objecto viso*, quæ ultima judicio nititur, quod non solam apparentiam pro fundamento habet. Notum est unicuique, objectum eo minus appa-rere, quo magis distat, unde *pro majori distan-tiâ objecti*, si nota sit, magnitudo apparet objecti augetur in judicio à mente lato, quod fit ne quidem ad illud attendendo. Ideò idem objectum, ad eandem distantiam, diversæ ap-paret magnitudinis, si judicium de distantiâ fuerit diversum.
1021. Exemplum notabile habemus in Sole & Lu-nâ, majoribus apparentibus propè horizontem, quam ad majorem altitudinem; licet, ut A-stronomis notum, pictura Solis in fundo oculi sit eadem in utroque casu, & Lunæ pictu-ra minor sit, quando propè horizontem ma-jor apparet; de distantiâ judicium ferre non possumus (1018.), sed major, ex interposi-tis

tis campis & cœlo , hæc videtur propè horizontem. Per tubum si intueamur corpora memorata , distantia apparenſ evanescit , & cum hac magnitudo quæ ex ipſâ deducitur. Ab infantia continuo , & adhucdum omnibus momentis , ideam distantiæ cum augmento in magnitudine apparente jungimus , (quod ad verum de magnitudine judicium ferendum necesse est ,) quo hæ ideæ ita intimè junguntur , ut separari nequeant , ne quidem in illis casibus , in quibus novimus illas nos in errorem ducere. Quot errores tribuendi fint ideis ita junctis norunt Logici.

CAPUT XIII.

*De Visione trans Vitra , & corrigendis
quibusdam Oculorum Vitiis.*

Objectum visibile est , quia singula hujus puncta sunt quasi puncta Radiantia (996. 997. 998.) : Punctum ergo apparet in illo loco , 1022. ex quo Radii divergentes emittuntur.

Si Radii utcunque inflexi divergentes Oculum intrent , dabitur punctum visibile in Radiorum Foco imaginario ; planè enim eodem modo Radii hi oculum intrant , ac Radii directè ex illo Foco procedentes ; idemque , ut in Retinâ concurrant , Crystallini situs requiritur : ita ut respectu spectatoris non intersit , utrum illi Radii refracti , an hi directi Oculum intrent , & idem motus detur in Oculo , cùm se constituit ut visio sit distincta (1002. 1005. 1006.).

Pun-

1024. *Punctum eo magis illuminatum appareat, quo plures Radii ab hoc procedentes Oculum intrant.*

1025. *Objecta visa trans Vitrum planum, superficiebus inter se parallelis terminatum, ad minorem distantiam, quam nudis Oculis apparent.*

TAB. X. Sit A punctum visibile; Radii ex hoc procedentes, & Oculum intrantes, dantur inter Ab, & Ab; hi refracti in vitro VV mouentur per bc, bc; & exeunt per cd, cd parallelas lineis Ab, Ab (911.): quia autem bc, bc ad perpendicularē refringuntur (907.), cd, cd, inter bA & bA cadunt; id est, se-
se mutuō secant in a minus distanti quam A; Foçus ergo imaginarius Radiorum Oculum intrantium est a, in quo punctum A apparet (1023.).

1026. *Punctum hoc etiam magis illuminatum apparet, visum trans vitrum memoratum.* Nam omnes Radii inter Ab & Ab Pupillam intrant inter d & d; cùm verò lineæ Ab, Ab sint parallelæ lineis cd, cd & hæ dentur inter il-
las, Ab & Ab continuatæ ultra d & d ca-
derent; ideoque sublato Vitro, Radii qui nunc Pupillam intrant majus spatium occuparent,
& non omnes Oculum intrarent.

1027. *Magnitudo apprens objecti augetur interpo-*
TAB. X. *sito Vitro piano; Objectum A ē nudo Ocu-*
fig. 6. *lo videtur sub angulo AdE; posito verò Vi-*

tro VV, ob refractionem per Abcd & Ebcd,
videtur sub angulo cdc, qui præcedente ma-

1028. *ior est. Non tamen pro ratione auctæ ma-*
gnitudinis apparentis objectum majus videtur
(1020.); nam ad minorem distantiam appa-
ret (1025.).

Augmentum magnitudinis apparentis eo maius est, quo magis differunt anguli $A d E$ & $c d c$; quorum differentia *crescit* cum accessu intersectionum linearum $A d$ cum $b c$ & $E d$ cum $b c$, puncta b & b versus; quod obtinet in accessu objecti ad vitrum; ideoque omnium maxima est, quando objectum vitrum tangit; quod probat objecta in ipso vitro etiam amplificata apparere.

Et in genere, posito Oculo in medio rariori, 1030. *objectum quod in medio densiori superficie planâ terminato, videtur, majus apparere, quod etiam refractione appropinquatur* (937). Confirmantur hæc quotidiana experientia, respectu objectorum in aquâ visorum.

Detur punctum A trans lentem convexam 1031. *V V visum, Radii Ab, Ab in cd, cd minus TAB. X.* divergentes exeunt, quasi nempe ex a procederent (978); ideoque punctum hoc ad majorum distantiam appareat (1023.). *Etiam magis illuminatum* 1032. *nam transeundo per Vitrum ad se mutuo accedunt Radii*, (974.) & in minus spatium rediguntur, quare etiam majori numero Pupillam intrant.

Magnitudo apparentis objecti etiam augetur; 1033. *id est, Objectum sub majori angulo trans vitrum convexum* videtur, quod ex inspectione figurarum patet: *Objectum AE nudis oculis* videtur sub angulo $A d E$, nunc autem sub angulo majori $c d c$; nam (in fig. 8.) Radii $A b$, $E b$ convergentes, magis convergunt ex lente exeuntes (979.): aut (in fig. 9.) divergentes, convergentes ad Oculum perveniunt (978.) *Idcirco objectum amplificatum appetret,*

- ret, & ex remotâ apparentiâ (1031. 1020.),
 & ex auctâ hujus magnitudine apparente ideo
 1034. non sequitur magnitudo, quam objecto tribui-
 mus, eandem proportionem cum magnitudine
 apparente; quare non inhæremus in explican-
 dis quæ hanc spectant. Hanc tamen propor-
 tionem in Schol. Elem. determinamus.
1035. Non semper objectum per Vitrum conve-
 xum visibile est ut in n. 1039. videbimus.
 In ipsis etiam casibus, in quibus objecta sunt
 visibilia, non semper distinctè apparent.
1036. Nam, ut punctum distinctum appareat, re-
 quiritur, ut Radii à punto procedentes diver-
 gentes Oculum intrent (1022.); & ut Focus ima-
 ginarius horum Radiorum detur, respectu spe-
 ctatoris, inter limites distinctæ visionis (1023.
 1009.).
1037. Si objectum removeatur ultra Focum Radio-
 rum parallelorum, Radii à punto objecti ma-
 nantes convergentes Oculum intrant (978.);
 qui casus nudis Oculis impossibilis est: in hoc
 visio semper confusa datur, & Oculus sepe dis-
 ponit, ut visio omnium minime sit confusa;
 ex hac dispositione de distantiâ dijudicamus,
 ut in omni casu in quo unico Oculo de hac
 judicium fertur (1016.).
1038. Hæc autem distantia non semper eadem vi-
 detur, unde deducuntur, quæ de duplice mu-
 tatione in Oculo dicta sunt (1006.). Si enim,
 posito Crystallino fixo, figuram mutabilem ha-
 beat, in omni objecti & Oculi situ, in quo Ra-
 dii ex punto manentes convergentes Oculum
 intrant, minimâ dabitur confusio, si Crystal-
 linus quantum potest planus fiat; quare in omni
 casu

casu eadem daretur Oculi dispositio, & idem judicium circa, distantiam; quod ut dictum, experientiae adversatur: si autem dum planior sit Crystallinus, etiam a Retina recedat, mutationes dantur in Oculo, quæ congruunt cum variis judiciis circa distantiam in vario objecti & Oculi situ.

Si in casu ultimo, in quo Radii à puncto convergent, ita removeatur Oculus, ut concurrant Radii antequam ad Oculum perveniant, dantur in singulis punctis, in quo Radii concurrunt, puncta Radiantia; nempe Foci singulorum punctorum objecti, quibus objectum inversum in plano albo repræsentatur (992.); & qui sunt puncta visibilia respectu Oculi, ad quem Radii post intersectionem pervenire possunt (1022.). In hoc casu objectum inversum apparet, quia objectum ipsum non videmus, sed hujus representationem post vitrum, quam inversam dari diximus (992.).

Nudis Oculis dixi casum impossibilem esse, 1040. in quo Radii a puncto convergentes Oculum intrant; ideoque visionem talem semper confusam esse; quia nempe ad casum impossibilem Oculorum constructio non adaptatur: aliquando tamen, sed raro, & in hoc casu objecta distinetè videntur, quod cum ex vitio Oculi oriatur, quo omnis distincta visio nudis Oculis tollitur, ad has exceptiones regulæ generalis attendendum non esse credidi.

Plerorumque senum vitium in Oculis est, 1041. quod nisi objecta longinqua distinetè non videant, propinqua confusè; quod, interpositâ Lente convexâ, vitium corrigitur. Radii, à pun-

puncto propinquuo manantes, ultra Retinam concurrunt; per Vitrum convexum minus divergent, dum Oculum intrant, & in Oculo citius concurrunt; id est, ad Oculum perveniunt quasi à puncto remotiori, quod à Sene distinctè videtur, procederent.

1042. *Trans Lentem cavam objecta minus distantiæ, minus illuminata, & minora, apparent.*

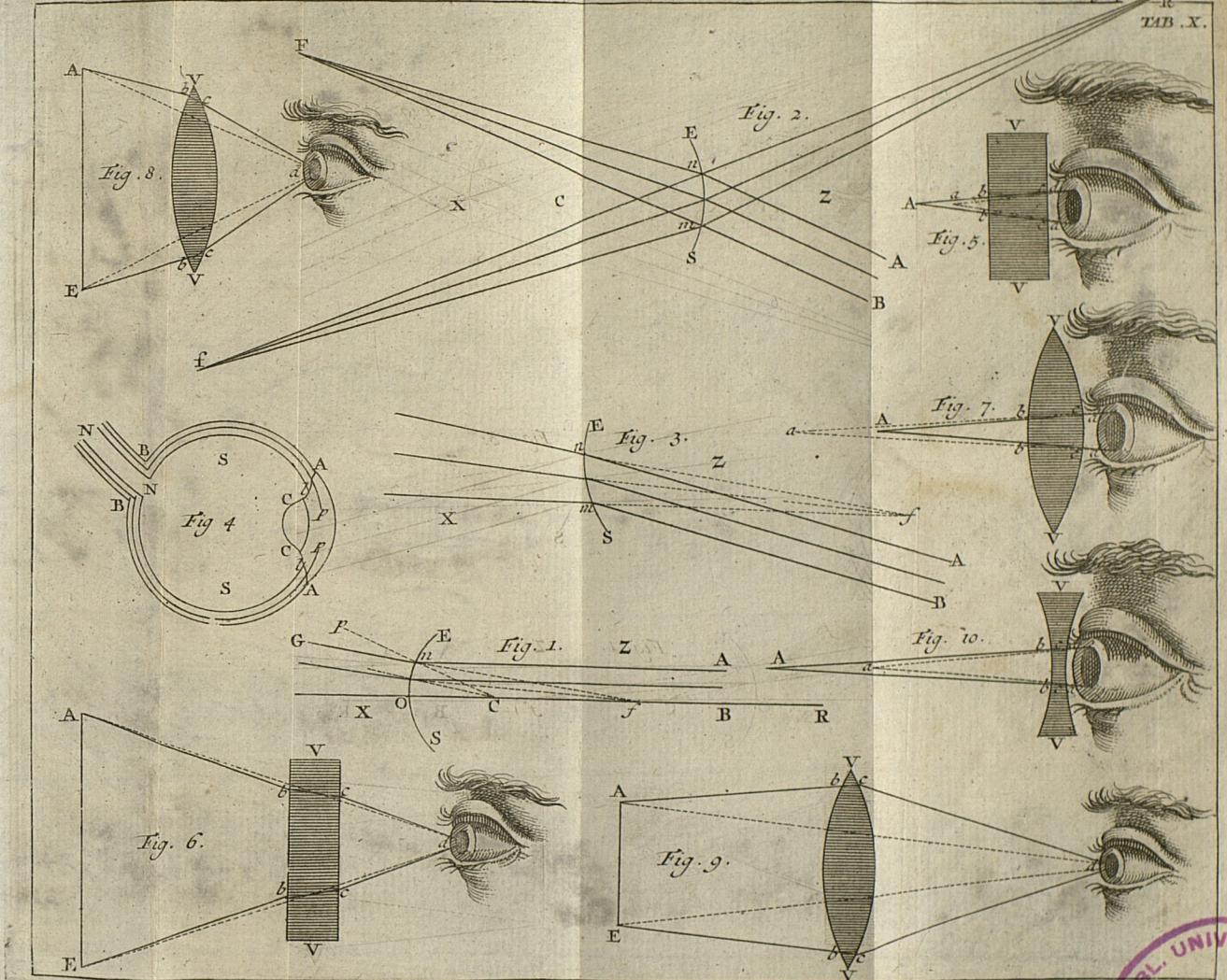
TAB. X. Radii $A b$, $A b$, & omnes intermedii, transfig. 10. eundo Lentem cavam magis divergentes fiunt (986.), & Oculum intrant quasi a puncto minus distantiæ & procederent (924.), in quo punctum A apparet (1023.).

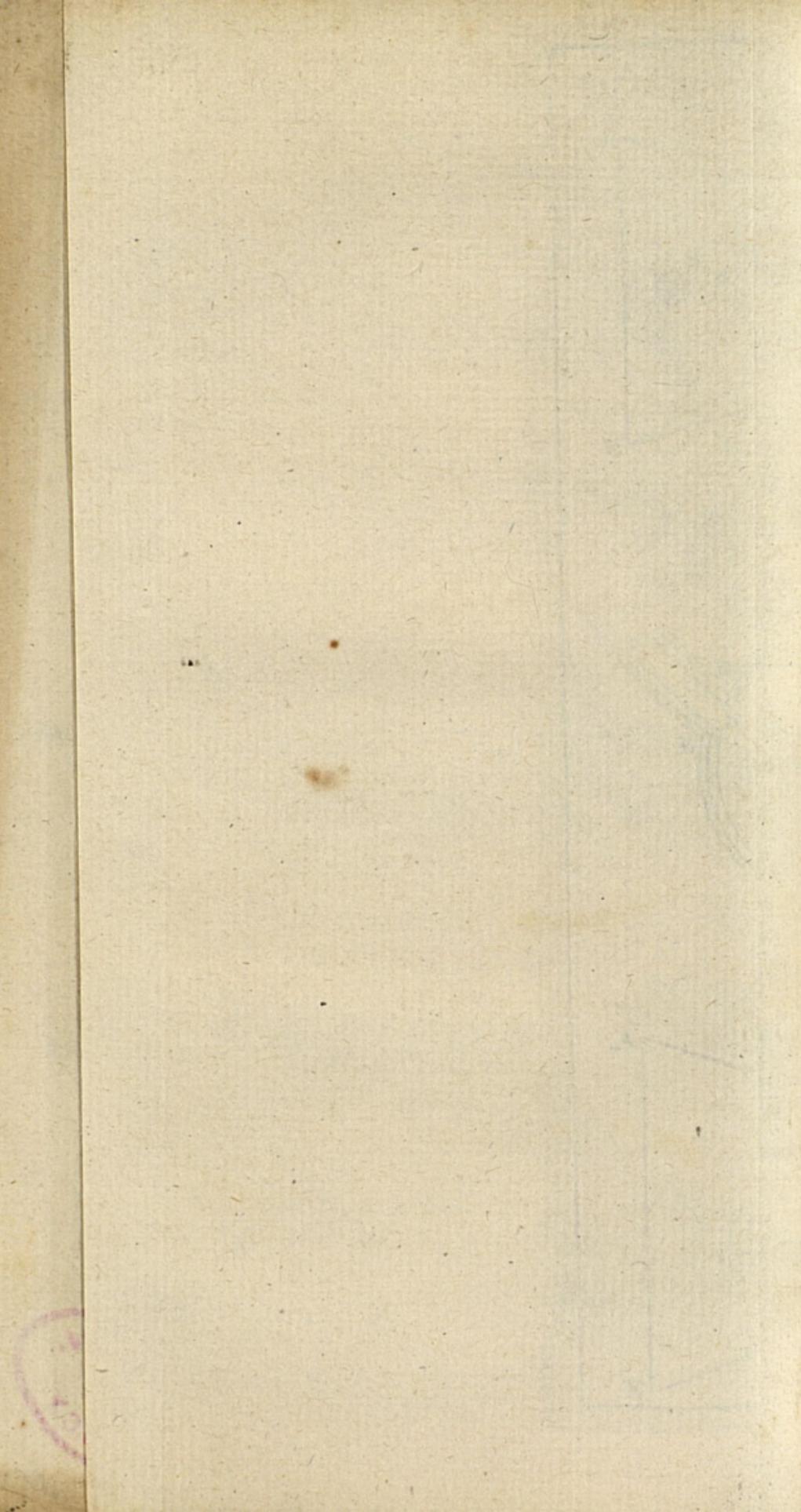
Ex radiorum divergentiâ auctâ magis disperguntur Radii, & minori numero Oculum intrant, quod minuit puncti illuminationem (1024.).

TAB. XI. Minuitur etiam magnitudo apparet, quia Radii $A b$, $E b$, quibus extremitates objecti videntur, minus convergentes ad Oculum perveniunt (987.); ideo angulus $c d c$, sub quo trans Lentem objectum videtur, minor est angulo $A d E$, sub quo nudis Oculis apparet; quare & ex imminutâ distantiâ & ex imminuto angulo memorato, imminutum apparet objectum (1020.).

1043. *Illis inservit Lens cava, qui objecta propinqua tantum distinctè vident; Myopes vocantur; trans hanc Lentem puncta remota approximantur (1042.); & Radii, qui ante Retinam concurrebant, magis divergentes Oculum intrantes, in Retinâ concurrunt.*

Vitra dantur unicâ superficie planâ ab una parte terminata, ad aliam variis superficiebus pla-





planis, angulos inter se formantibus, per has Radii, ab eodem puncto procedentes, diversas patiuntur refractiones; & pro singulis superficiebus Oculum intrant juxta diversam directionem, & quasi à puncto diverso procederent: id est, format idem punctum varios Focos imaginarios; & idcirco multiplicatum apparet: videtur nempe in singulis Focis imaginariis (1023.): quod cum obtineat respectu singulorum punctorum objecti, per talem Lentem polygonam objectum multiplicatum 1044. apparet. (Exp.)

C A P U T X I V.

De Microscopiis & Telescopiis.

Vitrorum, sphæricis superficiebus terminatorum, usus, in corrigendis Oculorum Serum & Myopum vitiis, vidimus {1041. 1043.}. Quantum valeant, in minimis objectis detegendis, & in longè distantibus quasi sub Oculos ponendis, dicendum est.

Vitra convexa objecta amplificare diximus 1045. (1033.); quæ amplificatio pendet à refractione Radiorum, transeundo Lentem convexam; unde sequitur illam augeri, si servatis iisdem conditionibus, refractio augeatur; quem effectum obtainemus, augendo convexitatem Lentis; quæ è convexior est, quo superficies, hanc terminantes, sunt portiones minoris sphæræ; quod nisi in exiguis Vitis locum habere non potest.

DEFINITIO I.

1046. Tales Lentes exiguae *Microscopia* vocantur.
 1047. *Microscopio exigua objecta in immensum amplificantur* ita, ut quæ nudis Oculis detegi non possunt, hoc mediante, distinctissimè videantur.

DEFINITIO 2.

1048. *Spatium per Microscopium visum, id est, circulus in quo objecta per Microscopium visibilis sunt, vocatur Microscopii Campus.*

TAB. XI. Per Microscopium V si intueamur objectum
 fig. 2. exiguum A E, in ae amplificatum apparebit
 (1031. 1033.) (Exp.)

1049. Dantur & Microscopia composita, ex duabus aut tribus lentibus constantia; quo fundamento nitantur, explicatione illius, quod ex duabus Lentibus constat, satis patebit.

1050. Detur Lens exigua, admodum convexa,
 TAB. XI. V V, ad talem ab hac distantiam detur ob-
 fig. 3. ectum A E, ut singula illius puncta post len-
 tem Focum suum habeant (978).; admo-
 veatur ita objectum, ut Foci removean-
 tur ad ae (978.), dabitur ibi objecti repræ-
 sentatio, admodum amplificata, quæ super
 plano albo si recipiatur sensibilis fiet (992.).
 (Exp.).

Puncta singula repræsentationis ae sunt
 puncta Radiantia, & visibilia (1022. 1039.);
 quæ per Microscopium majus V V visa, au-
 etiam repræsentationem ae exhibent in ae
 (1047.); id est, Radii ab objecto A E pro-
 cedentes, post refractionem per ambas Lentes
 V V, V V, Oculum intrabunt, quasi ex ob-
 jecto

jecto in a e procederent.

Objectum itaque inversum, & multò magis 1051. amplificatum, per hoc Microscopium compositum appareat, quām per Microscopium simplex.

DEFINITIONES 3. & 4.

In hoc Microscopio Lens minima objectō vicina vocatur Objectiva, alia Ocularis dicitur.

Ne hæc nimium sit exigua requiritur: nam 1053. puncta repræsentationis a e, licet sint puncta Radiantia, non tamen omnes partes versus Lumen emittunt; Radii soli, qui Lentem objectivam transeunt, sese mutuò interfecant in singulis punctis repræsentationis a b; quæ ergo per Lentem ocularem visibilis non erit, nisi Radii, Lentem objectivam transeuntes, ad Lentem ocularem perveniant. *Cam- 1054. pus ideo pendet à magnitudine hujus Lentis,*

Oculus etiam ita disponendus est, ut omnes 1055. Radii, qui ad Lentem ocularem pertingunt, hanc transeundo, ad Oculum perveniant; quod obtainemus, disponendo Oculum in d, puncto, in quo Radii à centro Lentis objectivæ provenientes, ocularem transeundo, colliguntur.

Per Microscopia objecta satis illuminata apparent; quia parum à Vitro distant, & ita Radii iidem exiguam Lentem transeunt, qui ad distantiam majorem, nisi per majus foramen, non transirent. *Sæpe tamen, in maxi- 1056. mis amplificationibus, necesse est, ut objecta il- luminentur Radiis, transeundo Lentem con- vexam, collectis.*

Magnam cum Microscopio composito affinitatem habet Telescopium Astronomicum.

DEFINITIO. 5.

1057. *Telescopia* vocantur, *Instrumenta ad objecta longinqua videnda adaptata*.
1058. De quo nunc agimus, vocatur *Astronomicum*, quia rebus terrestribus videndis minimè est aptum, objecta enim inversa repræsentantur; de situ autem apparentiæ minime solliciti sunt *Astronomi*.

Telescopium hoc *constat ex duabus Lentibus convexis*, unâ objectivâ, quæ objecta versus disponitur, alterâ oculari, quæ ad partem Oculi datur. Ope primæ, objecta longinqua ad certam distantiam posit Lentem repræsentantur (992.), ut in *Microscopio composito* objecta propinquæ. Per Lentem ocularem si observetur hæc repræsentatio, amplificata & inversa apparet, ut de *Microscopio* dictum.

1059. *Campum* etiam in hoc casu, ut in *Microscopio*, à magnitudine Lentis ocularis pendere, claram liquet; ut & situm Oculi eodem modo pro *Telescopio*, quam pro *Microscopio*, determinari (1055.): differt enim *Telescopium Astronomicum* à *Microscopio composito* in eo solo, quod in hoc Lentes sint magis convexæ, quæ objectis longinquis videndis minimè sunt aptæ, præcipue quantum ad Lentes objectivas. In *Microscopio* Lens objectiva ocularem convexitate superat; in *Telescopio* contrarium obtinet.

1061. *Telescopia*, quantumvis longa, sideribus obseruandis apta sunt, quæ viginti pedes excedunt, ad objecta, in terræ superficie, videnda nullius usus sunt; propter aëris continuam agitationem, in tantâ objectorum amplifi-

plificatione nimium sensibilem.

Brevius autem *Telescopium Astronomicum*, 1062. rebus terrestribus videndis, adaptatur, additis duabus Lentibus convexis, quæ etiam oculares dicuntur; tres autem oculares similes sunt, & minus convexæ quam in *Telescopio Astronomico*, servatâ eâdem Lente objectivâ.

Detur Lens objectiva V V, quæ objectum 1063. longinquum inversum repræsentat in ea: Den- TAB. XI.
tur ulterius Lentes oculares tres D D, ^{fig. 4.} D D, D D. Prima disponitur, ut Radii, a punctis repræsentationis e a procedentes, paralleli Lentem exeant (978.): in hoc casu Radii, qui à puncto medio Lentis objectivæ procedunt, colliguntur in G (978.); secunda Lens disponitur, ut Radii hi in G collecti, ibique sese mutuo intersecantes, & quasi ex illo punto procedentes, paralleli exeant (978.); quibus positis, Radii à vitro objectivo ad e pervenientes, ibique sese mutuo intersecantes, & punctum hoc repræsentationis objecti formantes, per primam Lentem refracti, per G paralleli inter se moventur; per secundam Lentem refringuntur juxta directionem De & in e colliguntur (977.) ita, ut hoc punctum sit punctum novæ repræsentationis. Eodem modo puncto a primæ repræsentationis respondet punctum a secundæ repræsentationis; quod cum etiam locum habeat respectu punctorum intermediorum, datur objecti repræsentatio in a e. (Exp.).

Si repræsentatio a e videatur per tertiam 1064. Lentem ocularem, posito Oculo in o, in quo colliguntur Radii paralleli a D, e D, amplifi-

*catum, appropinquatum & erectum, objectum
apparet; videtur enim sub angulo D o D, dum
nudis Oculis sub angulo exiguo apparet; etiam
objectum appropinquatum habemus, quia, li-
cet ultra a e videatur, distantia tamen, ad quam
apparet, relationem sensibilem non habet ad
objecti longinqui distantiam. (Exp.).*

1065. *Singula etiam objecti puncta magis illuminata apparent; Radii enim qui, ab aliquo punto ad singula Lentis objectivæ puncta advenientes, in puncto representationis sese multò intersecant, propter exiguam Lentis ocularis ab hac representatione distantiam, parum disperguntur, antequam ad Oculum perveniant; ita ut omnes hunc intrent. Est itaque illuminatio, per Telescopium, ad hanc, nudis Oculis, ut superficies Lentis objectivæ, quam Radii transeunt, ad Pupillæ superficiem (1024.).*

1066. *Construuntur etiam ex duabus Lentibus Telescopia, per quæ objecta, illuminata, & amplificata, apparent. Breviora hæc sunt, nam propter arctum campum, si longitudine pedem unicum excedant, fere nullius usus sunt.*

1067. *Sit V V Lens objectiva; representatione in TAB. XI. verfa objecti distantis datur in e a (992.); Lente
fig. 5. cavâ D D intercipiuntur Radii ita, ut qui à centro Lentis V V procedunt, inflectantur quasi à puncto f procederent (986.); eâdem refractione Radii concurrentes in a, divergentes fiunt (987.), habentes Focum imaginarium in a; quod idem in singulis punctis representationis e a obtinet, & loco hujus datur representatio imaginaria, erecta, in a e; id est, Ra-*

dii Oculum intrant , quasi ex obiecto in aë procederent.

Radii , omni respectu , divergentes ex Lente oculari exeunt ; ideo quantum potest *Oculus* 1068. huic *Lenti* admovendus est .

Campus in hoc *Telescopio* pendet à magnitu- 1069. dine *Lentis* *objectivæ* ; Radii enim , qui à puncto obliquè ad centrum hujus *Lentis* perveniunt , sæpe Oculum non intrant , dum Radii ab eodem puncto , qui *Lentem* peripheriam versus transeunt , ad Oculum pertin- gunt .

C A P U T X V .

De Reflexione Luminis.

Lumen à corporibus opacis repercuti vidi- 1070. mus , & quidem in omnibus punctis omnes partes versus (991.) In causâ est inæqualitas superficierum , quæ constant ex innumeris planis minimis , quæ , in omnibus punctis sensibilibus , omnes partes versus diriguntur ; quod fieri posse videbimus , si concipiamus minimas illas superficies ubique exigua quasi hemisphæria formare . Hoc revera sic se habere deducimus , ex reflexione Luminis , à superficie politâ , id est , cujus æqualitates 1071. sunt sublatæ ; quæ ad unicum tantum partem in singulis punctis Lumen reflectit ; quod æquè in curvis ac planis superficiebus locum habet . Etiam , à superficiebus minimè politis Lu- men maximâ copiâ reflecti illam partem ver- sus ,

sus, ad quam, si politæ forent, in totum reflecteretur, quotidianis experimentis extra dubium est.

AB. XI. Sit Radius Iuminis AC, obliquè in superficie planam impingens; sit ad hanc perpendicularis CO, & reflectatur radius per CB.

DEFINITIO.

1072. Radius CB, vocatur *Radius reflexus*.

Angulus OCB est *angulus reflexionis*.

(389.).

1073. *Radius reflexus est cum incidente in eodem plano perpendiculari ad planum reflectens.*

1074. Hujus enim plani actio, qua Lumen repercutitur, perpendiculariter dirigitur ad hoc planum, quod sibi simile ponitur in omnibus punctis.

1075. *Angulus reflexionis æqualis est angulo incidentiæ; ut Experientia docet. (Exp.)*

1076. Si Radius reflexus fiat Radius incidens, id est, si Lumen accedat per lineam BC, redibit per CA, id est, *primus incidens fiet reflexus*, ut patet ex æqualitate angulorum BCO, OCA.

Ex hac æqualitate angulorum incidentiæ & reflexionis, ulterius deducimus, *Lumen eadem cum vi à corpore post impactum recedere, qua accessit.*

Resolvatur motus per AC, in duos motus per AO & OC (383.), positis AO ad planum reflectens parallelâ, & OC ad hoc perpendiculari; continuetur AO; motus juxta hanc directionem non mutatur ex plani actione: sint ideo AO & OB æquales; si Lumen recedat à plano ea cum vi, cum qua accessit, motus ex repulsione representatur per CO; & in hoc casu radius refle-

xus transit per B (174.) ; id est , angulus OCB æqualis est angulo OCA , (4. El. 1.) quod cum Experimento congruit.

Circa Luminis reflexionem notatu dignissimum est , *Lumen non incurrere in partes solidas corporum , dum ab his reflectitur , sed ibi reflecti , ubi liberrimè pertransire potest.* Variis hoc probabo Experimentis , quibus aliæ miræ reflexionis proprietates deteguntur.

Quotidianum est Experimentum à nemine non observatum , *Lumen dum per medium quocunque movetur , ex. gr. vitrum , aquam , aërem , sensibilem & regularem non pati reflexionem : ibi autem reflecti , ubi media duo diversæ densitatis separantur , sic in superficie aquæ aut vitri reflectitur.*

An tantâ copiâ lumen , ubi media separantur , in horum particulas potest incurrere , dum per utrumque per spatium magnum in has non incurrendo movetur ? An tales particulae majori numero in superficie dantur quam alibi ?

Lumen etiam majori copia reflectitur , in densiori medio , incurrendo in superficiem rarioris , quam contra in rariori , impingendo in superficiem densioris. Si in loco obscuro , in quo Lumen per foramen intrat , detur prisma triangulare vitreum , & Lumen prisma intret ; si in prisme ad latus perveniens efficiat angulum incidentiæ majorem grad. 40. in totum reflectitur , & nihil in aërem penetrat ; Lumen autem in aëre a vitro nunquam in totum reflectitur . (*Exp.*).

Si verò reflexio fiat ex impactu Luminis in par-

partes solidas corporum , plures tales dantur partes in aëre , quām in vitro ; nam si ab ipso vitro in hoc Lumen reflecteretur , ad separationem mediorum Lumen nunquam pertingeret : ex vitro etiam Lumen posse exire , ubi reflectitur , in Exp. memorandis probatur . In viciniis idcirco vitri tot requiruntur partes in aëre , ut Lumini via non detur , ita ut in totum in vitrum reflectatur ; tales tamen non dari patet , quia per aërem juxta omnes directiones ad vitrum usque pervenit Lumen & vitrum intrat . Etiam in eodem loco superficie , separantis vitrum & aërem , Lumen ab unâ parte accedens reflectitur , dum quod à parte oppositâ advenit , transmittitur . Quod clarè probat Lumen ibi reflecti , ubi pertransire potest .

1083. Si in experimento memorato minuatur Luminis obliquitas , pro parte in aërem transit . (*Exp.*). Quis concipiet Lumen , quod ex vitro in aërem transit & in partes solidas non incurrit , illud totum , si paululum augatur obliquitas , incurrere in tales partes ; cùm in utroque medio , ut dictum , meatus juxta omnes directiones dentur .

1084. Si quando Lumen in totum in vitro reflectitur , loco aëris aqua vitrum tangat , Lumen , quod in aërem impingendo , in totum reflectebatur , nunc in aquam incurrens , pro parte in hanc penetrat , & pro parte tantum reflectitur . (*Exp.*). Quod experimentum cum reflexione , ex impactu in partes solidas , minimè congruit .

In parte tertiatâ hujus libri etiam videbimus ,
te-

tenues laminas, quæ Lumen reflectunt, illud transmittere, si crassiores fiant.

Probat etiam Exp. ultimò memoratum vim 1085. reflectentem eo esse majorem, quo media, quæ à superficie reflectente separantur, magis densitate differant, vitrūm enim & aër, magis quam illud cum aquâ, densitate differunt.

In hoc Experimento etiam videmus reflexionem fieri ex eadem vi, qua Radii refringuntur, quæ in diversis circumstantiis varios edit effectus. Radius, qui ex medio densiori in rarius transit, attractione illius medii à perpendiculari recedit (908.) ; si incidentis obliquitas augeatur, augetur & refracti obliquitas, donec tandem hic, in ipsa superficie media dirimente, moveatur. Quod obtinet, quando sinus anguli incidentiæ est ad sinum totum, ut sinus incidentiæ in medio densiori, ad sinus refractionis in riori ; in hoc enim casu angulus refractionis est rectus. Si ulterius incidentis Radii obliquitas augeatur, Radium in rarius non posse penetrare clare patet ; hicce est casus, in quo Lumen in totum reflectitur ; quæ reflexio pendet ab attractione, qua Radii refringuntur. Nam Radius, dum per spatum attractionis movetur, incurvatur medium densius versus (902.) ; si in denso medio detur & ita incurvetur, ut antequam per totum penetraverit spatum attractionis, tangens ad curvam parallelâ sit superficie media separanti, curva continuata regreditur, ideoque Radius reflectitur ex attractione medii densioris. hæcque curvæ continuatio similis & æqualis est primæ portioni,

&

& efficit angulum reflexionis æqualem angulo incidentiæ; quia per eandem partem spatii attractionis Lumen reddit, & eadem vires attrahentes in punctis respondentibus portionum curvæ in Lumen agunt. Sic corpus projectum, in ascensu & descensu, curvas similes & æquales describit.

1087. Cum nunc reflexio Luminis in hoc casu evidentissime tribuenda sit ipsi causæ refractionis, quis suspicari poterit, imminuta inclinazione, ita ut Radius pro parte transeat, aliam causam esse quærendam (7), quamvis hæc eodem modo agere non possit. Ita ut clarum

1088. sit, non omnem reflexionem ab hac attractione eodem modo pendere; ne quidem in totum ex riori medio in densius penetrat Lumen; nam & in hoc casu, in quo attractio quam maximè reflexioni opponitur, quidam Radii reperiuntur.

1089. Reflexionem tamen, in omni casu, cum vi refringente relationem habere, in dubium vocari

1090. non potest. Ubi Lumen sine refractione transfit, ibi non reflectitur (899. 1079.) ubi autem refractio maxima est, ibi etiam reflexio fortior (913. 1085.); quod non modo obtinet, quando Lumen, in medio densiori motum, in radius impingit, ut in n. 1084. sed idem observatur, quando Lumen in densius medium impingit; sic posito Lumine in aëre, superficies vitri fortius reflectit, quam aquæ; adamantis superficies iterum fortius. Immersis aquâ, vitro & adamante, in separatione horum corporum cum aquâ vis refringens minor est quam in viciniis aëris & eorundem corporum

rum (913.) ; minus etiam fortiter in aquâ , quâm in aëre , reflectunt Lumen hæc corpora . Ex hac relatione vis reflectentis cum vi refringente deducimus , *Lumen reperi ad certam distantiam à corporibus* , eodem modo ac vis refringens ad certam à corpore distantiam agit ; confirmatur hæc propositio ex demonstratis circa reflexionem , quæ non pendet ab impactu in partes solidas corporum ; & plenissimè evincitur si consideremus , *corpora posita regulariter Lumen reflectere* , quod in speculis observamus , licet in horum superficiebus innumeræ dentur rasuræ : nam pulveris attritu poliuntur , & quantumvis sint exiguae hujus particulæ , respectu Luminis rasuras magnas in superficie relinquunt ; unde in ipsâ superficie reflexio necessario irregularis est ; si autem ad exiguum à superficie distantiam reflexionem fieri concipiamus , minuantur , & ferè in totum tolluntur irregularitates , ut attendendo facile liquet .

C A P U T X V I .

De Speculis planis.

Sit *b* e superficies Speculi plani ; A punctum TAB. XI.
Radians ; continuetur planum Speculi , & fig. 7.
ad hoc à Radiante *A* dimitatur perpendicularis *AC* ; si continuetur hæc , & fiat *Ca* æqualis *CA* , a erit Focus imaginarius reflexorum 1093.
radiorum ex *A* procedentium . Sit *A b* Radius
incidentis ; *bf* Radius reflexus , continuetur hic
ultra

ultra Speculum; propter angulos incidentia & reflexionis æquales inter se (1075.), æquantur etiam horum complementa anguli $A b C$, $f b d$; huic æqualis est oppositus ad verticem $a b C$ (15. El. 1.). Triangula $A b C$, $a b C$ rectangula habent latus commune $C b$ & angulos æquales $C b a$, $C b A$; in omnibus ergo conveniunt, & sunt æquales inter se $C A$ & $C a$ (26. El. 1.): quæ demonstratio omnibus aliis Radiis, ex A profluentibus, competit, in quoque plano perpendiculari ad planum Speculi concipientur. Idcirco ubicunque Oculus detur, si ad hunc Radii reflexi perveniant, Oculum intrabunt quasi ex a procederent; & in hoc puncto apparebit punctum

1094. A (1023.); hujus autem puncti apparentia eundem situm habet respectu Speculi, ad partem posticam, quam habet ipsum punctum Radians ad partem antican.

1095. Quod si applicetur ad singula puncta objectum, patebit, objectum post Speculum apparere, in eo situ, in quo reverâ datur ante Speculum.

C A P U T XVII.

De Speculis sphæricis.

1096. O mnis superficies sphærica considerari potest, quasi formata ex innumeris superficiebus planis minimis; planumque, sphæram in punto quoque tangens, est quasi continuatio talis plani exigui.

1097. Specula sphærica sunt aut cava aut convexa.

Pri-

Prima formantur ex portione sphæræ cavæ & politæ.

Secunda sunt portiones sphærarum ab exteriori parte politarum.

Radius in Speculum quodcunque sphæricum 1098.
impingens, cum suo reflexo, dantur in plāno,
quod continuatum per sphæræ centrum transit
(1073.), *est enim tale planum ad superficiem*
sphæræ perpendicularē. *Linea, quæ per cen-* 1099.
trum sphæræ & punctum incidentiæ ducitur,
continuata, cūm Radio incidente & reflexo an-
gulos æquales format (1075.)*; nam linea hæc*
est perpendicularis ad superficiem, & hi sunt
anguli incidentiæ & reflexionis: ideoque Ra- 1100.
dius per centrum transiens, aut qui continuatus
per centrum transiret, reflexus in se rēdit.

Sit *b e* portio Speculi convexitatis, cujus convexitatis centrum est *C*; punctum Radians *A*; sint *Ab*, *Ad*, *Ae*, Radii incidentes, reflexi erunt *bf*, *dg*, *eh*. Si à puncto Radian- 1101.
te A ducatur tangens ad Speculum, Radius reflexus erit continuatio incidentis, aut potius in puncto contactus terminatur Radiorum reflexio.

Si Radii à Speculo convexo reflexi *bf*, *dg*, 1102.
eh continentur, cūm omnibus intermediis, intersectionibus suis formant curvam *aa*, quam omnes hi Radii tangunt, & Radii vicini sese mutuo intersecant in ipsa peripheria curvæ; ita ut semper Oculum intrent quasi à puncto quodam peripheriæ procederent; in qua ideo punctum *A* semper apparet (1023.), quamdiu reflexi ad Oculum pervenire possunt, & Oculus movetur in plāno, quod per centrum

TAB. XI
fig. 8.

sphæræ transit : remoto verò Oculo ex hoc
plano, in aliâ curvâ apparet Radians, quia
tales curvæ dantur in singulis planis, quæ per
A & C concipi possunt.

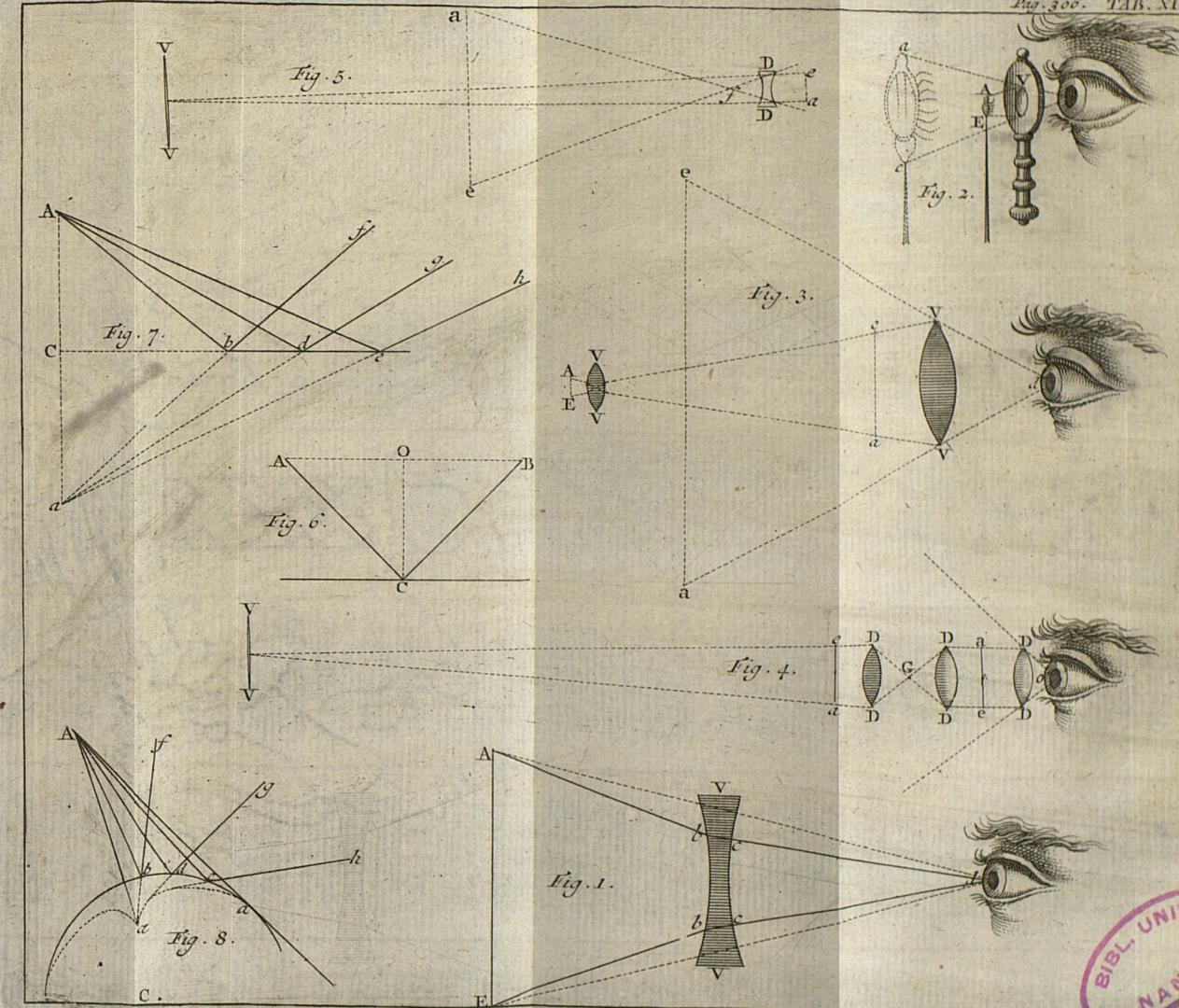
Cum omnes hæ curvæ & quidem integræ
1103 dentur post Speculum, *omnia etiam objecta post
Speculi superficiem apparent.*

1104. *Objecta etiam apparent erecta.* Nam si pun-
ctum A moveatur circa Speculum, eodem
motu fertur tota curva $\alpha\alpha$; quod probat,
quantum ad situm erectum aut inversum, pun-
cta repræsentationis eandem inter se habere
relationem, quam ipsius objecti puncta.

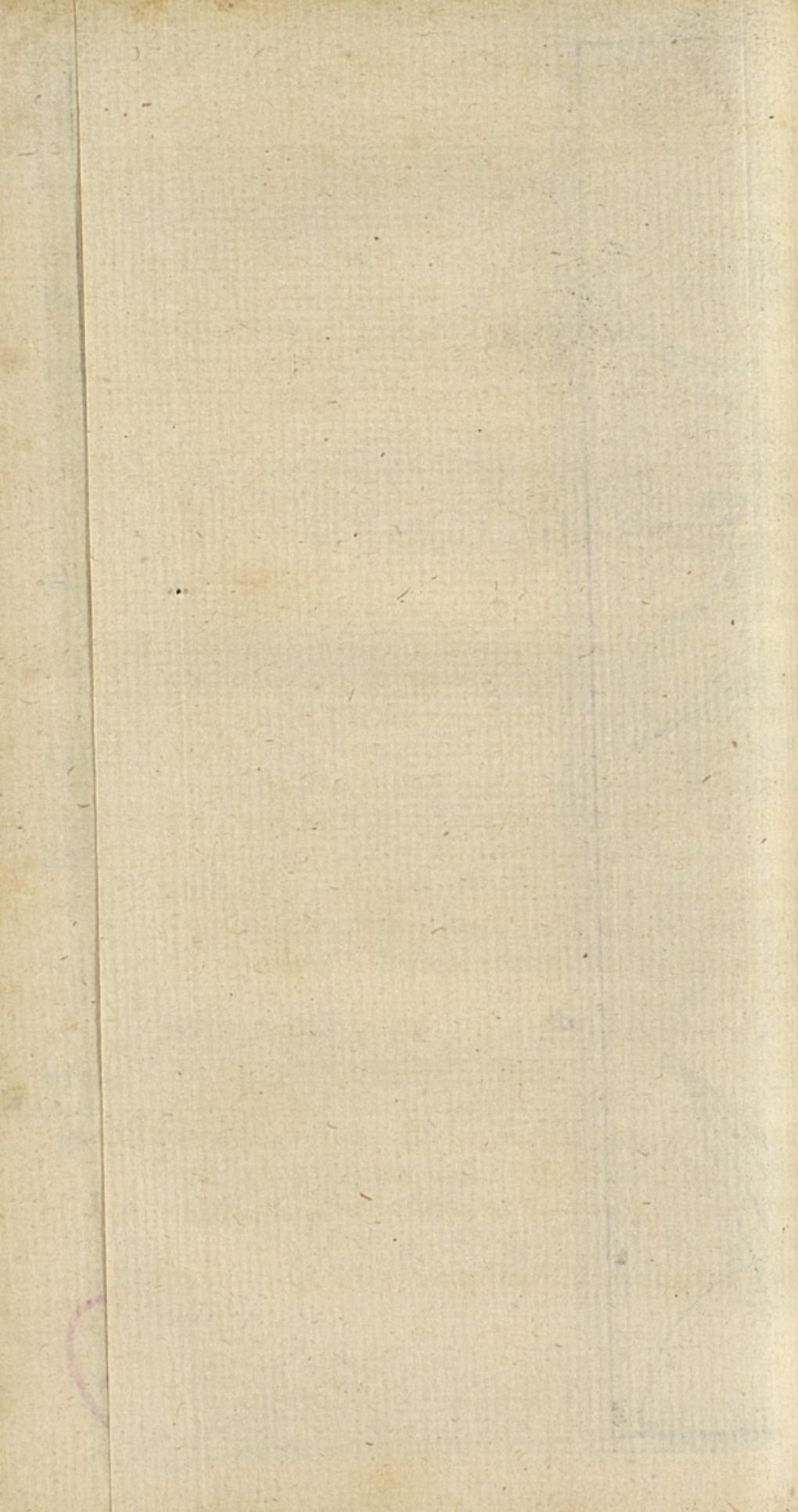
1105. Recedente puncto A à Speculo, recedit &
tota curva motu contrario; posito autem A
ad distantiam infinitam, punctum curvæ, à
superficie maximè remotum, ab hac distabit
quarta parte diametri, ut in scholiis Elem. de-
monstramus. Unde sequitur *imminuta appa-
rere objecta*; repræsentationes enim omnes in-
ter arctos limites continentur.

1107. *Si moveatur Oculus, movetur & objecti appa-
rentia, cuius figura etiam mutatur:* singula e-
nim puncta per suas curvas moventur, & qui-
dem inæqualiter pro diverso Oculi situ, respe-
ctu singularum curvarum, unde necessario fi-
gura mutatur. (*Exp.*)

1108. Sit b d Speculum cævum, portio sphæræ cu-
TAB. XII. jus centrum est C; cædant in Speculi superfi-
fig. 1. ciem Radii parallelî, inter quos detur Cd pe-
centrum transiens; reflexione hic in se redit
(1100.), & Radii vicini, reflexi, convergen-
tes fiunt, & cum hoc concurrunt in Focum
F, punctum medium inter d & C. Sit A
Ra



BIBL. UNIV.
NANCY



Radius parum à Cd distans ducatur semidiameter Cb ; angulus incidentia erit $A b C$, cui æqualis est angulus reflexionis CbF (1099.), ut & angulus alternus bCF (29. El. I.); est ergo illosceles triangulum bFC , & latera FC & Fb sunt æqualia (6. El. I.): propter exiguum $b d$, Fd & Fb sensibiliter non differunt; ideo FC & Fd sunt æquales: quæ demonstratio omnibus Radiis à Cd parum distantibus competit.

Si Radii paralleli magis à Cd distent, in F 1109. non convenient; omnes tamen in circellum exiguum concurrunt, si Speculi diameter non excedat sextam aut quintam partem diametri sphæræ, cujus portio est Speculum.

Hoc fundamento nituntur *Specula istoria*, 1110; quæ *Radios solares* parallelos in *Focum colligunt*. Detur Speculum concavum, ex metallo, aut vitro Hydrargyro à posteriori parte induito. Exposito Speculo Radiis solaribus ita, ut Radius, qui ad Speculi punctum medium pertingit, ad superficiem sit perpendicularis; cum omnes alii huic sint paralleli, colliguntur in Focum, ad distantiam à Speculo quartæ partis diametri sphæræ, ibique violenter urunt. (Exp.).

Si considereremus Radios à Cd remotos & huic parallelos, si vicini fuerint, reflexi se se mutuo interfecant, antequam ad Cd perveniant; & in hoc casu, id est, ubi incidentes 1111. paralleli obliquè in Speculum impingunt, pa- rum dispersi reflexione in unum punctum colli- guntur.

Si Focus, in quo Radii paralleli à Speculo ca- 1112.

vo colliguntur, fiat punctum Radians, Radii parum dispersi, reflectuntur paralleli inter se (1110. 1076.).

1113. Ex hisce Speculi cavi proprietatibus deducimus methodum repræsentandi objecta in loco obscuro, similem illi, de qua antea, adhibitâ lente convexâ (992.)

TAB. XII. Detur foramen F in pariete; sit ab Spec. fig. 2. culum cavum ita dispositum, ut colligat in F Radios parallelos, & ad parietem perpendicularares: juxta hanc directionem Radii ex F procedentes reflectuntur (1112.), quales sunt Radii, qui, ab objectis repercussi, in F sese mutuò interfecant.

Sint A F Radii à punto objecti longinqui manantes; reflectuntur hi à Speculo perpendiculariter ad parietem; & quia Radii ex punto longinquo, per exiguum foramen transeuntes, pro parallelis haberi possunt, colliguntur hi, post reflexionem, in punctum a, ad distantiam parietis (1111.), id est, in superficie hujus; ubi idcirco punctum repræsentatur. Eodem modo Radii per B F, à punto profluentes, colliguntur in b, quod cum respectu omnium punctorum objecti locum habeat, datur hujus repræsentatio in pariete; qui si albus fuerit, & objectum Solis Radiis illustratum, vividis coloribus depictum objectum erit. (Exp.).

1114. Sit Speculum cævum b e; centrum cavitatis TAB. XII. C; punctum Radians A, ultra centrum C à fig. 3. Speculo distans; Radii incidentes A b, A d, A e, quorum reflexi b f, d g, e h, cum inter mediis, mutuis intersectionibus, formant cur-

vam *a a*, quam omnes tangunt; Punctum ideo A in hac curvâ apparet (1022.), & moto Oculo in plano curvæ apparentia per hanc curvam transfertur. In singulis autem planis quæ per C A concipi possunt talis datur curva, omnes concurrunt in linea C A, nempe in *a*.

In hoc puncto *a* ergo maximâ copiâ colliguntur 1115.

Radii reflexi, quod ideo vocatur Focus Radiorum ex A profluentium. Vice versa A est Focus, posito Radiante in *a* (1076.)

In hac figura pars curvæ, quæ ab unâ parte lineæ A C datur, tantum delineata est; pars similis ad aliam partem concipi debet; ambæ junguntur in Foco puncti Radiantis.

Recedente puncto Radiante ad speculum accedit curva. 1116.

Accidente Radiante recedit à Speculo curva & ipsum Radians versus movetur; donec in centro C concurrant; in quo si detur Radians, omnes Radii reflexi cum incidentibus coincidunt (1100), & tota curva quasi coacta est in ipso centro.

Si ulterius accedat Radians, ut inter centrum & Speculum detur, magis etiam recedit curva, quæ tunc ultra centrum datur, & in curvâ omnium maximè recedit punctum, in quo omnes curvæ quæ in variis planis concipiuntur concurrunt, id est, Focus puncti Radiantis, qui ad distantiam infinitam datur, quando Radians distat à Speculo quarta parte diametri sphæræ (1108. 1112.). Tuncque curva in infinitum extenditur & duæ partes quæ in Foco Radiantis concurrunt separantur; talis pars separata videtur in *a a*; si magis accedit curva. 1119.

TAB.XII. dat Radians, magis à se mutuo declinant curvæ partes, quia Radii ut $A b$ cum vicinis reflexi curvam non tangunt, sed divergentes sunt; id est, reflexi ultra Speculum continuati sese mutuo intersecant, & formant novam curvam post Speculum, quæ constat ex duobus curribus, quorum unum videtur in aa ; concurrunt in linea CA continuatâ, nempe in a , & recedendo à Speculo in infinitum porringtonur.

1121. Daturque ab utraque parte, puncti Radians, in superficie punctum ut d , quod separat Radios formantes curvas aa & aa ; cuius puncti determinationem in scholiis Elem. demonstramus.

1122. Radiusque $A d$ reflexus in dg neutram curvam tangit, si utramque partem versus g, g , in infinitum continuetur, licet continuo magis ad utramque curvam accedat.

1123. Si tota sphæra absolveretur, respectu partis oppositæ sphæræ, ultra centrum distaret Radians, & Radii reflexi formarent curvam, de qua antea (1114.), qua conjungerentur crura separata ut aa . His præmissis phænomena Speculorum concavorum explicanda sunt.

1124. Si corpore lucido illuminetur Speculum, Radii à singulis punctis corporis manantes reflexi, curvas formant, sed maximâ copiâ in horum

1125. punctorum Focis colliguntur (1115.); si ideo Foci hi in superficie plani albi dentur, dabitur ibi corporis lucidi repræsentatio, ut in n. 982. & quidem inversa, nam linea quæ jungit punctum Radians cum suo Foco, transit per centrum

trum sphæræ (1115.) ; in quo idcirco omnes tales lineæ sese mutuo intersecant ; & hæc interse^ctio, datur inter punctum Radians & Focum (1118.) , in quo punctum repræsentatur. Accidente autem ad Speculum corpore lucido , recedit apparentia (1116.) , quæ in eo casu major est. (Exp.). De determinanda hujus distantia in scholiis Elem. agimus , in quibus etiam varia habentur , quæ memoratas spectant curvas.

Objecta , ultra centrum posita , inter specu- 1126.
lum & centrum apparent , nam singula puncta TAB. XII.
in curvâ ut a a apparent (1114.) ; etiam im- fig. 3.
minuta & inversa sunt objectorum idola : nam 1127.
in arctum spatum rediguntur ; & in descensu
puncti A adscendit repræsentatio hujus ; linea
enim a a eundem servat situm respectu A C a
rotatae circa centrum C. (Exp.).

Repræsentatio puncti , in centro sphæræ positi , 1128.
cum ipso puncto Radiante coincidit , & ab hoc
quasi absorbetur (1117.).

Posito Oculo in hoc centro nullum objectum 1129.
ab hoc poterit videri ; soli enim Radii ab Ocu-
lo provenientes ad ipsum reflectuntur (1100.).
(Exp.)

Si objectum detur inter centrum & punctum , 1130.
in quo Radii parallelí reflexi colliguntur ; ap-
paret etiam objectum extra speculum , ad ma-
jorem distantiam à speculo , quam ipsum obje-
ctum (1118.). Inversa est repræsentatio , quod
eodem modo probatur ac in n. 1127. ; & am-
plificatur , quia hæc magis removetur à cen-
tro , quam ipsum objectum ab hoc distat ; in
infinitum enim à centro recedit repræsentatio ,

dum objectum quartam partem diametri sphæræ percurrit. (Exp.)

- 1131.** Si objectum non distet à Speculo quarta parte TAB. XII. diametri sphæræ, pro diverso Oculi situ, aut fig. 4. ante aut post Speculum objectum apparet. Posito Oculo, ut Radii reflexi ad hunc perveniant, qui formant curvam $\alpha\alpha$, ut f versus, videbit objecti apparentiam ultra Speculum (1120.), amplificatam; quia curvæ ut $\alpha\alpha$, quæ ad varia puncta pertinent divergentes sunt. (Exp.).

- 1132.** Si ad Oculum perveniant Radii formantes curvam $\alpha\alpha$, objectum extra Speculum apparet: & in utroque casu repræsentatio est erecta; ascendente enim aut descendente punto A, eodem motu curvæ $\alpha\alpha$, $\alpha\alpha$, in quibus repræsentatur, agitantur. (Exp.).

- 1133.** Si Oculus detur in punto, in quo Radii reflexi pertinentes ad utramque curvam se mutuo intersecant, ut in O , duplex dabitur objecti apparentia. (Exp.) Et duobus Oculis quadruplicatum apparebit objectum. (Exp.).

- 1134.** Facile patet in omni casu, apparentiæ puncta non eandem inter se habere relationem quam habent objecti puncta; ideoque Speculum cavum nunquam objectum exactè repræsentare: maximè tamen irregularis repræsentatio est, quæ datur in lineis ut $\alpha\alpha$.

- 1135.** Dantur & Specula cylindrica convexa & cava, uno respectu sunt plana, alio respectu sphærica; idcirco objectorum repræsentatio admodum irregularis est, quæ irregularitas, cum à regulari figurâ pendeat, determinari potest, & figuræ delineantur, quæ dum re-

revera irregulares sunt, in tali Speculo, in determinato Oculi situ, regulares videntur. (Exp.).

L I B R I III.

Pars III. De Opaco & Coloribus.

C A P U T XVIII.

De Corporum Opacitate.

D E F I N I T I O.

Corpora quæ Lumen transmittunt vocantur **pellucida** 1136. Talia sunt omnia media (897.), vacuo excepto, quod non est corpus.

Nullum datur corpus, cuius partes **minimæ** 1137. non sint pellucidæ; hoc in dubium nemo vocabit, qui microscopiis sæpe usus est: partes quædam metallicæ, quæ licet exiguae, Lumen non transmittunt, si in menstruis dissolvantur, id est, in partes multò minores dividantur, translucidæ fiunt.

Partes corporum omnium **minimæ**, id est, 1138. quæ ultimos aut mitimos poros separant, sunt perfecte solidæ, de hisce hic non agitur; sed ex partibus his relictis interstitiis partes formantur majores, quæ relictis majoribus interstitiis conjunguntur, & ex quibus forte majores partes formantur, quæ iterum formationi ma-

jorum inservire possunt, & sic ulterius crescentibus ipsis partibus & interstitiis inter has. Quando de partibus minimis loquimur intelligimus partes admodum exiguae quarum pori certam non superant magnitudinem, & per poros intelligimus interstitia poris ipsarum partium majora quæ inter ipsas has partes habentur.

1139. Facili etiam Experimento probatur, Lumen per pleraque corpora opaca transire posse. In cubiculo obscuro, in quo Lumen solare per foramen intrat, si obtengatur foramen laminatum corporis opaci, per hanc transibit Lumen; lignum crassitie decimæ partis pollicis Lumen omne non intercipit. (*Exp.*) Hoc autem Experimento perfecta partium transluciditas in corporibus opacis non probatur, talis enim in minimis partibus tantum obtinet.

1140. *Opacitas non oritur*, ut vulgo creditur, ex eo, quod viæ, per quas Lumen transire posset, obturentur à materiae particulis, per singulas enim corporis partes minores Lumen transit; inutilis etiam ad opacitatem talis est Luminis interceptio; ad opacitatem requiritur Luminis reflexio & deflexio à linea rectâ, ad quod separatio duorum mediorum tantum requiritur (913. 1090.)

1141. Concipiamus corpus constans ex particulis minimis, perfectè translucidis, quales sunt particulæ ex quibus corpora constant (1137.), poris inter se separatis; interstitiaque aut vacua dari aut repleta medio densitate differente cum ipsis particulis; Lumen si intret hoc corpus, omnibus momentis incidet in superficiem media, densitate differentia, separantem; in-

numeris ergo patietur reflexiones & refractio-
nes in illo corpore (899. 1085.), ita ut per-
transire non poterit. Videmus ergo Opacita- 1142.
tem à poris pendere; Repletis enim poris, me-
dio ejusdem densitatis cum particulis ipsis corpo-
ris, nullam in corpore Lumen patietur refle-
ctionem, aut refractionem, sed rectâ transfi-
bit (1137. 913. 1090.); & corpus erit trans-
lucidum.

Licet non possimus Experimenta instituere,
in quibus pori exactissimè medio ejusdem den-
sitatis cum particulis repleantur, sequentia ni-
hilominus, satis clarè doctrinam Newtonia-
nam, de opacitate, evincunt.

Charta, si aquâ madefiat, magis fit trans- 1143.
lucida; hæc implet poros & minus quam aér
densitate cum particulis chartæ differt. Oleum
eundem edit effectum. (*Exp.*)

Variæ laminæ vitreæ, quæ, ad se mutuo 1144.
applicatæ, omnes simul crassitie duos pollices
non æquant, minus erunt translucidæ, pro-
pter aërem interjectum inter laminas, quam
frustum ejusdem vitri, cuius omnes partes
cohærent, & quod crassitie duos pollices ex-
cedit. (*Exp.*).

Dentur, ex eodem vitro, duodecim lati- 1145.
næ, quantum fieri potest ejusdem crassitiei;
sex & sex ad se invicem applicentur, ex du-
bus hisce congeriebus si minus translucida a-
quâ immergatur, extracta, transluciditate,
aliam vincet; quia aqua, quæ in hoc casu in-
terstitia inter plana replet, densitate cum vitro
minus differt quam aér. (*Exp.*).

Confirmantur ulterius, & extra omne du-
biūm

- bium ponuntur, quæ de Opacitate dicta sunt,
 1146. innumeris experimentis, quibus *corpora perfectè translucida, separatione partium, non interveniente corpore ullo opaco, opaca fiunt.*
1147. Agitetur liquidum quodcunque, perfectè translucidum, quod in spumam potest converti, donec in bullas extensum sit, statim opacum erit, ex interstitiis aëre repletis. (*Exp.*).
1148. Resina terebinthina, & aqua, sunt corpora translucida; commixta corpus formant opacum. (*Exp.*).
1149. Aqua & oleum commixta sunt opaca; licet separata sint translucida. (*Exp.*).
1150. Vitrum quantumvis translucidum, si in pulverem redigatur fit opacum. Etiam ex rimis in vitro hoc opacum est. (*Exp.*).
1151. In hisce omnibus clarè videmus opacitatem dari, quia inter partes translucidas interjacet medium diversæ densitatis; quod etiam in nubibus observatur, quæ opacæ sunt ex aëre inter aquæ particulas interposito.
1152. Si hisce addamus, quæ de tenuium laminarum coloribus in capite 23. sequenti dicuntur; nova habebimus experimenta, quibus solis plenissimè probatur corpora Lumen intercipere, quia ex particulis tenuibus, medio, densitate cum ipsis particulis differente, circumdati, constant.
1153. Corpora quædam opaca exiguum Luminis copiam reflectunt, reliquum Lumen, innumeris divisionibus, quas in reflexionibus & refractionibus memoratis patitur, in corpore
 1154. extinguitur; talia sunt *corpora nigra*; si perfec-

Et nigra darentur, nullum reflecterent Lumen;
corpus enim omne, si nullo illustretur Lu-
mine, & ita nullos Radios reflectat, nigrum
apparet.

Corpora reliqua opaca coloribus variis in-
 duta videntur, quædam etiam translucida co-
 loribus tinguntur: Unde hi oriantur, exami-
 nandum nunc est.

C A P U T X I X.

De diversâ Radiorum solarium Re- frangibilitate.

Corpora variè colorata apparent, licet iis-
 dem Radiis solaribus, qui ab illis reflectun-
 tur, illuminentur: multa præterea lucis phæ-
 nomena, circa Colores, minimè negligenda
 dantur.

In his ad tria attendendum est: 1. Ipsi Radii 1155.
 examinandi sunt. 2. Animadvertenda est Ra-
 diorum reflexio. 3. Inquirendum in consti-
 tutionem superficierum corporum diversè co-
 loratorum.

Quod Radios spectat, prima harum pro-
 prietas hic notanda est, non omnes Radios, 1156
 in circumstantiis similibus, eandem pati refra-
 ctionem.

DEFINITIO I.

Radii, qui tales diversam refractionem pa- 1157.
 tiuntur, diversæ Refrangibilitatis dicuntur, &
 magis refrangibiles, qui magis refractione in-
 flectuntur.

DE-

DEFINITIO 2.

1158. *Homogenei Radii dicuntur, qui Refrangibilitate inter se non differunt.*

DEFINITIO 3.

1159. *Heterogenei, qui non omnes æqualiter, in iisdem circumstantiis, refractione inflectuntur.*

1160. Sit inter A B & C D Radius solaris, ex in-

TAB. XII. numeris aliis, inter se parallelis, formatus;

fig. 5. non omnes hi æqualem patiuntur refractionem, si enim obliquè in superficiem B D mediæ densioris incident, quidam inter B E & D G refringuntur, & juxta hanc directionem in densiori medio moventur; alii magis inflectuntur, & inter B F & D H, juxta harum linearum situm, motum dirigunt; nulla denique directio concipi potest intermedia juxta quam Radii quidam non moventur, in singulis punctis inter B & D: ita ut Radius quantumvis exiguus refractione in innumeros alias dividatur; quia omnis Radius, ut à Sole profluit, quantumvis exiguus heterogeneus est, constans ex innumeris minoribus Radiis diversè refrangibilibus juxta omnes gradus Refrangibilitatis.

Radii memorati paralleli, incidentes in superficiem planam, refractione moventur inter B E & D H; quæ lineæ divergunt inter se, & continuatæ magis ac magis separantur; ita ut Radii memorati refractione dispergan-

1161. tur. In n. 931. Radios consideravimus homogeneos, ut ubique in tota parte præcedenti; satis est exigua differentia Refrangibilitatis in Radiis solaribus, ut in præcedentibus negligi potuit. Quid in homogeneis Radiis obtineat etiam

etiam prius fuit examinandum, & quid ex diversa Refrangibilitate in propositionibus mutandum sit unusquisque facile videbit.

Ut hæc radiorum Refrangibilitas diversa ad 1162: oculum pateat, augenda est divergentia memorata; quod fit, si Radii memorati incident in superficiem EH, medium densius terminantem, & hoc à rariori separantem, quæ cum superficie BD angulum quemcunque format, & ad hanc ita inclinatur, ut in illam Radii magis refrangibiles obliquius incident, quam minus refrangibiles; ita ut illi, transiendo in medium rarius, ex dupli causa, majori Refrangibilitate & majori inclinatione, magis detorqueantur, & ab aliis magis divergant. Radii minus refrangibiles inter BE & DG, secundo refracti inter ER & GL motum continuant; alii inter FM & HV: in quo casu, si, ad distantiam quindecim aut viginti pedum, in plano hi Radii cadant, sensibiliter maximè & minime refrangibiles separantur, & totum intermedium spatium radiis, mediâ refrangibilitate præditis, illuminatur.

Sub oculos hoc ponitur adhibito prismate 1163: triangulare vitreo. Lumen ad prisma perpendiculariter ad axem accedit & transmittitur, ut in hac fig. demonstratur, in qua BD & EH latera prismatis designant; ad quorum utrumque æqualiter inclinatur Lumen: quod si, ad distantiam quindecim aut viginti pedum, cadit in tabulam, chartâ albâ obtectam, Radii divergentes ad tabulam perveniunt & in hac formant imaginem oblongam in RV deli- TAB.XII. neatam, terminatam, ad latera, lineis paral. fig. 6. le-

Ielis, in R & V verò semicirculis. (Exp.)

1164. Radii solares, per foramen rotundum trans-euntes, si ad certam distantiam in planum ca-dant, in hoc videtur macula illuminata ro-tunda; eo major, quo planum magis à for-a-mine distat; quod oritur ex Radiis à lateribus Solis provenientibus, cum illis, qui à centro ad foramen perveniant, angulum formanti-bus, & in foramine hos interfecantibus, ita ut in plano quasi imago Solis detur.

Si Radii per prisma non transirent, & ad di-stantiam tabulæ in planum caderent, Solis imago haberet diametrum æqualem latitudini imaginis R V; quæ latitudo refractione non mutatur; quia Radii, perpendiculariter ad a-xem, prisma intrant, & ad hoc, respectu la-titudinis imaginis, non inclinantur. Cum

1165. autem alio respectu *oblonga* sit *Solis imago*, clarè inde sequitur, non omnes Radios æqua-liter fuisse refractos; Radiis homogeneis rotundam, licet refractis, dantibus Solis ima-ginem. Semicirculis in R & V terminatur tota imago; quia *ex circularibus imaginibus tota constat*: inter R & V autem dantur ima-gines circulares innumeræ, ex Radiis Refran-gibilitatum intermediarum omnium possibi-lium; aliter ad latera non lineis rectis imago terminaretur. (Exp.)

1166. Si ad foramen, per quod Lumen cubiculum intrat, applicetur lens objectiva Telescopii sedecim aut viginti pedum; ad distantiam, ad quam Radii paralleli à lente colliguntur, Sol exactissimè repræsentatur, & hujus imago cir-cinatis limitibus terminatur. Nam Radii à fin-gulis

gulis punctis Solis, qui, propter hujus immensam distantiam, pro parallelis haberi possunt, ad talem distantiam in unum punctum colliguntur.

Si nunc hi Radii per prisma transmittantur, singulæ imagines ex Radiis homogeneis, positâ tabulâ ad justam distantiam, exactè terminantur: ut & imago oblonga RV, quæ ex omnibus illis imaginibus formatur. (*Exp.*)

Procedit eodem modo hoc experimentum, 1167. si Radii transeant per prisma cujuscunque materiae aëre densioris. (*Exp.*)

Si spectator ad distantiam quindecim, aut 1168. viginti pedum, intueatur foramen, per quod Lumen in cubiculum intromittitur, rotundum illud apparet; si prisma triangulare ex materia aëre densiori ante oculos ponatur ita, ut Radii à foramine procedentes, post refractiones, similes illis quas lumen in experimentis memoratis patitur, ad Oculos perveniant, foramen oblongum apparebit. Situs prismatis detegitur, si, posito hoc in situ horizontali & acie superne, paululum circa axem agitetur, quo motu adscendit & descendit imago foraminis, & prisma retineatur in situ, in quo foramen maximè depresso apparet. (*Exp.*)

Probat hoc Experimentum, æquè ac præ- 1169. cedentia, diversam radiorum refrangibilitatem; nam, Radiis homogeneis unius cujusque Refrangibilitatis, foramen apparet in Focus imaginariis radiorum à singulis punctis foraminis procedentium (1023.), quæ imago rotunda est; Radii, qui variam patiuntur refractionem, juxta varias directiones oculos intrant,

trant, & imagines dantur diversæ, quæ omnes imaginem oblongam, quæ reverâ videtur, formant.

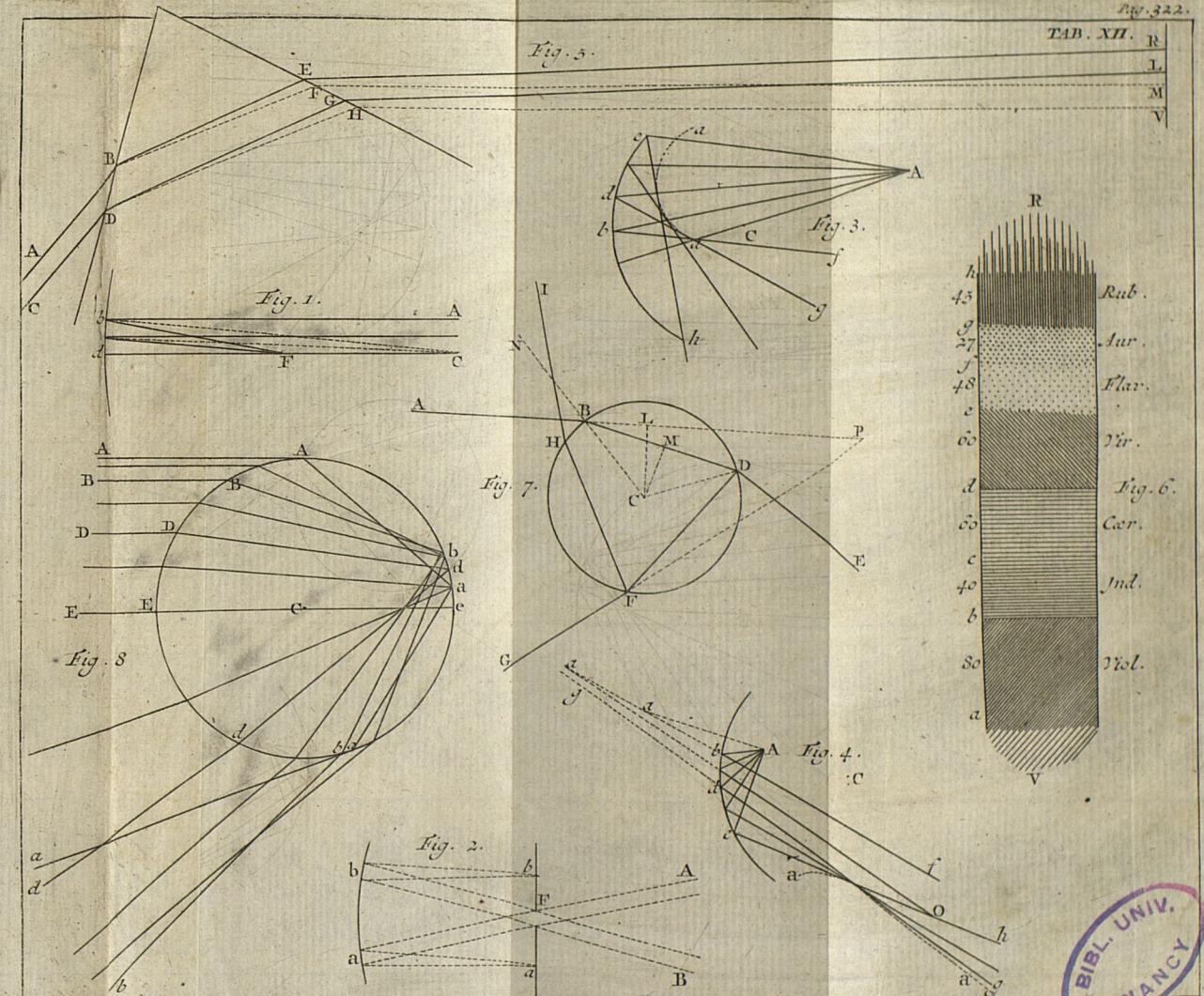
1170. Hanc autem diversam Refrangibilitatem non à medio refringente pendere, sed ab ipsorum Radiorum constitutione, ex eo probatur, quod Radii, qui in uno casu maximam patiuntur refractionem, in refractione quacunque à via maximè deflestantur. Detur prisma secundum, cūjus axis angulum formet rectum cum plano per axem prioris transeunti, & in hoc secundum prisma cadat imago oblonga memorata ita, ut Radii eodem modo per hoc prisma ac per primum refrangantur; in hoc casu non eodem modo disperguntur, quod quadratam formaret imaginem, sed manente hujus latitudine, inclinatur, Radiis iis maximè ex viâ deflexis, qui in refractione per primum prisma maximam refractionem passi sunt. (Exp.).

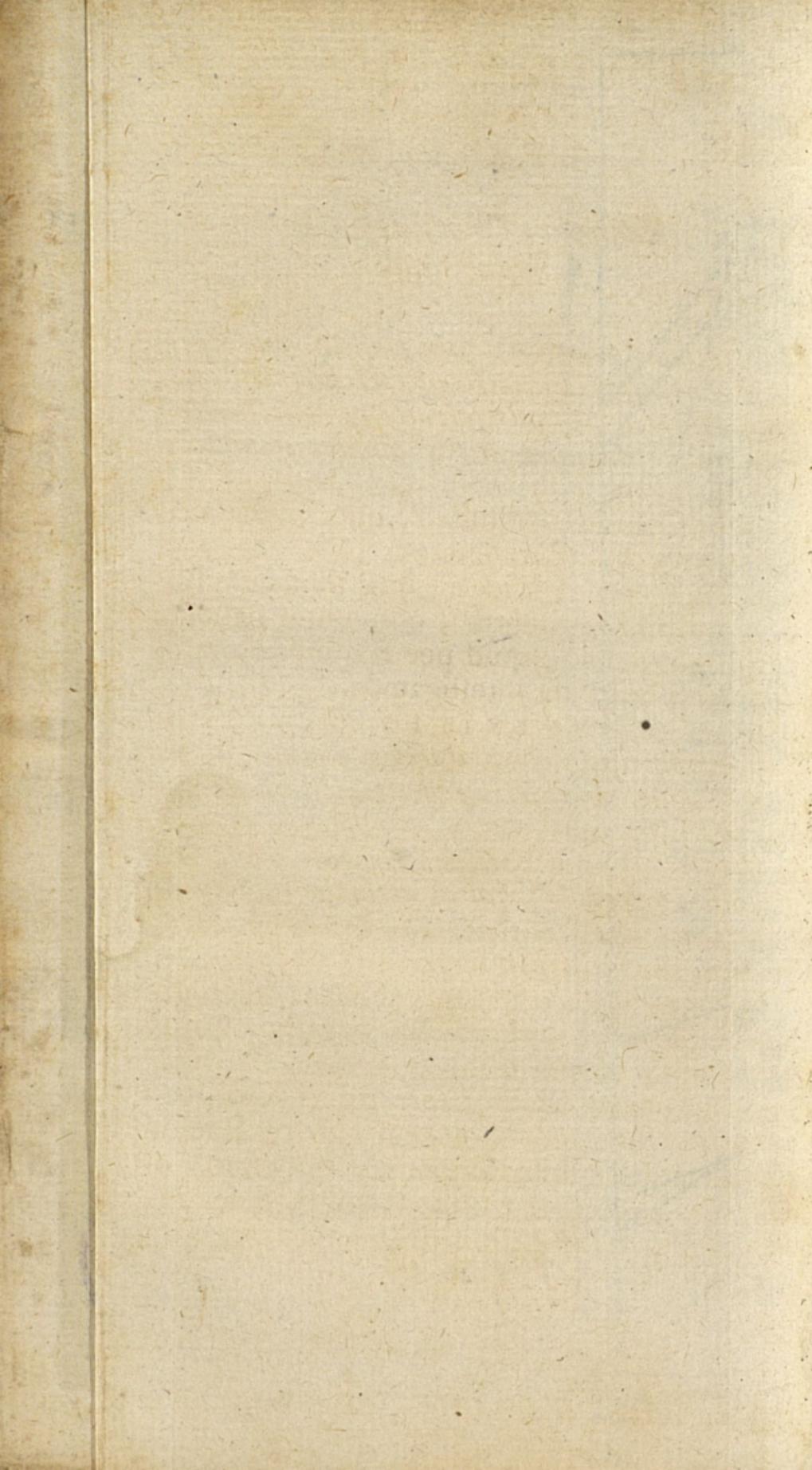
1171. Demonstratio, antea data (916.), de constanti ratione inter sinus angularum incidentie & refractionis, ad Radios quoscunque homogeneos referri debet, positâ verò diversâ Refrangibilitate, proportio hæc variat, ut ex Experimentis hujus capititis clarè sequitur.

1172. Refrangibilitatem autem, in singulis Radiis, omni modo esse inmutabilem Experimentis, in sequentibus memorandis, extra omne dubium erit.

TAB. XII. R
I.
M
V

BIBL. UNIV.
NANCY





CAPUT XX.

*De Radiorum Coloribus & horum
Immutabilitate.*

Diversa Radiorum Refrangibilitas cum diverso Colore conjuncta est; & singuli Radii, prout magis aut minus refractione inflectuntur, Colorem sibi peculiarem, & omnino immutabilem, habent.

Circa Colores notandum, quod circa alias sensations jam fuit notatum (699. 700. 767. 999.); Colores sunt ideae, quae nihil cum Radiis, quibus excitantur, commune habent: definiendum ideo, quid per Radios coloratos & objecta colorata intelligamus.

DEFINITIO 1.

Objectum illo Colore tinctum dicitur, cuius idea, Radiis ab objecto reflexis, in mente excitatur.

DEFINITIO 2.

Radii homogenei, qui in retinam impinges, ideam alicujus Coloris in mente excitant, vocantur Radii illius Coloris.

Dicimus Radios ideam excitare, intelligimus Radios fibras agitare, &, occasione hujus agitationis, ideam in mente dari.

Ex Experimentis in capite praecedenti memoratis, diversum Colorem habere Radios diversæ Refrangibilitatis plenissimè constat; Variis enim Coloribus tincta est imago Solis oblonga.

1177. *Qui Radii minimè refractione à viâ deflectuntur, rubri sunt, reliqui Colores hoc ordine sequuntur, Aureus, Flavus, Viridis, Cœruleus, Indicus, Violaceus, cujus ultimi Coloris sunt Radii maximâ Refrangibilitate prædicti.*

1178. Oblonga memorata Solis imago, ut dictum (1165.), formatur innumeris imaginibus rotundis: si harum diametri minuantur, quod sit interceptis Radiis solaribus ita, ut soli per prisma transeant à centro Solis manantes, non mutantur centra imaginum peculiarium oblongam formantium; idcirco longitudo *a b* imaginis inter lineas parallelas non mutatur; & hæc sola superesset, si infinitè parva daretur imaginis latitudo ita, ut hæc longitudo sola consideranda sit in determinandis Colorum limitibus in ipsâ imagine, hi in hac figurâ litteris *a, b, c, d, e, f, g, h,* notantur, & numerus unicuique Colori adscriptus spatium ab hoc in imagine occupatum designat, dividiâ totâ imaginis longitudine in partes 360.

1179. *Si latitudo imaginis Solis oblongæ minuatur, magis in imagine Colores heterogenei separantur, quia in singulis punctis minori numero confunduntur imagines peculiares, ex Radiis variarum Refrangibilitatum parum inter se differentium.*

1180. *Color cujuscunque Radii, ut & hujus Refrangibilitas, nullis refractionibus, neque reflexionibus, aut permixtionibus quibuscunque mutatur.*

De refractione & reflexione in hoc capite, de permixtione in sequenti, agam.

1181. *Refrangibilitatem refractione non mutari in Exp.*

TAB. XII.

fig. 6.

Exp. n. 1170. probatur; quod & etiam ad Colorem referri potest; hæc eadem Experimento sequenti clarius evincuntur: Circa quod notandum, quod & de sequentibus etiam dicendum est, Experimenta instituenda esse cum prismatibus ex vitro puro venuis immune, his enim irregulariter Lumen in prisme movetur & Radii refractionibus non rite separantur.

Si oblonga Solis imago, adhibitis cautelis 1182. necessariis, quantum fieri potest ex Radiis homogeneis formetur, & hæc intercipiatur, paucis tantum Radiis unius Coloris per exiguum foramen transmissis, hi non alterius prismatis refractione separantur, neque horum Color mutatur; Radiis diversorum Colorum successive transmissis, pro Colore diverso diversa refractione datur, Color autem non mutatur. (*Exp.*).

Refrangibilitatem & Colorem neque reflexione 1183. mutari etiam Experimentis constat.

Radii partem, ex. gr. rubram, imaginis oblongæ coloratae saepius memoratae formantes, à quocunque corpore reflectantur, rubri sunt, id est, omnia corpora in illo Lumine rubra sunt: in lumine violaceo sunt violacea; in viride sunt viridia; & sic de cæteris. Patet hoc, si illud tentetur cum Minio, Auripigmento, Cœruleo montano, panno utcunque tincto, &c. (*Exp.*).

Si duarum oblongarum Solis imaginum, adhibitis duobus foraminibus, & duobus prismatibus, formatarum, & super plano quocunque depictarum, diversi Colores ad latera jun-

gantur, & ad distantiam quindecim aut virginis pedum, per aliud prisma triangulare obseruentur, separati apparebunt; Radiis diversorum Colorum licet reflexis diversas patientibus refractiones. (*Exp.*).

1186. In chartâ albâ ducantur lineæ nigræ, inter se parallelæ, & latæ circiter decimam sextam pollicis partem; illuminentur hæ oblongâ imagine, solis Radiis, a medio Sole provenientibus, formatâ, ut magis Colores sint homogenei (1179.), ita, ut lineæ juxta imaginis longitudinem dirigantur. Detur ulterius Lens convexa, diametri quinque aut sex pollicum, quæ Radios rubros, à puncto Radiante emissos à vitro sex pedes distanti, ad distantiam æqualem colligit. Si Lens hæc detur ad distantiam sex pedum ab imagine memoratâ, partes linearum, quæ in Colore rubro dantur, in chartâ, per Radios à Lente collectos, ad distantiam etiam sex pedum repræsentantur, exactè in imagine rubrâ; admovenda autem est charta circiter tribus pollicibus cum semisse, ut partes linearum, Colore Indico illuminatae, distinctæ appareant, in imagine ejusdem Coloris, Colores intermedii dant imagines ad distantias intermedias; violaceus adeo est debilis, ut lineæ in hoc repræsentari nequeant. (*Exp.*).

1187. Confirmat ergo & hoc Experimentum, reflexorum Radiorum Colorem novâ refractione per Lentem non mutari; ut & Radios maximè refrangibiles, transeundo per Lentem aliis magis inflecti.

Probat etiam Experimentum hoc ultimum,

di-

diversam Radiorum Refrangibilitatem in causa 1188.
esse, quo minus Telescopia sint perfecta. Foci
enim punctorum æquè distantium, ad varias
a Lente distantias dantur, pro vario Colore;
unde etiam inæqualiter, à Lente oculari di-
stant, punctorum representationes; quæ ideo
per hanc non omnes perfectè videri queunt.

Circa reflexionem Radiorum notandum, 1189.
Radios in totum facilius reflecti, qui majorem
habent Refrangibilitatem; nam quo major da-
tur Radiorum refractio, eo minor requiritur
obliquitas ut omnes reflectantur (1084.). Vi-
dimus (1083.); agitando prisma circa axem,
Radios primò transeuntes, auctâ horum in-
clinatione, in totum reflecti; si autem lentè
in hoc casu prisma moveatur, videmus Ra-
dios violaceos ante omnes alios in totum re-
flecti, deinde Indicos; & cæteros alios eo or-
dine, quo in imagine Solis oblongâ, sèpif-
simè memorata, disponuntur: quod patet
si reflexi, prismatis refractione, separentur.
(Exp.).

CAPUT XXI.

De Colorum permixtione, ubi de Albore.

Radiorum Refrangibilitatem, & Colorem,
permixtione Radiorum variæ Refrangibi-
litatis non mutari dictum (1180.); quod ex
Experimentis patet.

Si variarum imaginum oblongarum Solis 1190.
(1153.) Colores diversi confundantur, inde

novus Color oritur. Spectatori tamen qui hos per prisma intuetur, separati apparent Colores, & neque Color, neque Refrangibilitas, hac Colorum confusione mutantur. (Exp.)

1191. Si oblonga colorata Solis imago, cadat in Lentem convexam ad distantiam sex aut septem pedum à prismate dispositam, Radii divergentes, qui imaginem formant, refractione Lentis convergunt, & ad certam distantiam sese mutuo intersecant, si ad majorem distantiam detur tabula, Radii, qui post intersectionem iterum divergunt, dispersi ad hanc pervenient, daturque iterum imago oblonga colorata, sed Colores, propter intersectionem contrario ordine disponuntur, non tamen, permixtione mutantur. (Exp.).

1192. Quibus manentibus, si chartâ nigrâ Radii quidam imaginis ante permixtionem intercipientur, quod permixtionem mutat, quæ hac methodo ad libitum variatur, Radiorum cæterorum iterum separatorum Colores non mutantur. (Exp.).

1193. Si Radii solares, ut ad nos perveniant in totum ab aliquo corpore reflectantur, hoc album appareat; Radii autem hi sunt congeries Radiorum variorum Colorum (1156. 1173.), un-

1194. de deducimus permixtionem Colorum variorum constitutere Albedinem; si enim Colores, qui observantur in oblongâ Solis imagine, saepius memoratâ, eâ proportione, quâ in illâ imagine dantur, inter se confundantur, conflatur Albedo: quod & eo respectu Radios immutabiles probat. A Sole procedentes Radii albi apparent, si separantur horum Colores

res deteguntur, iterum permixti instauratur Albor.

Si in Experimentis duobus in n. 1191. 1192. 1195. memoratis; ponatur tabula, in ipso loco ubi omnes Radii imaginis refractione Lentis convexæ confunduntur, Albedo dabitur; si Color ruber imaginis chartâ nigrâ intercipiatur, evanescit Albedo, & Color ad cœruleum vergit; interceptis verò Radiis violaceis & cœruleis, rubescit Albor, (*Exp.*)

Ope variorum prismatum etiam Colores 1196. imaginis Solis oblongæ confunduntur & permixtio alba est. (*Exp.*)

Si spectator imaginem Solis oblongam 1197. loratam, ad distantiam prismatis, Lumen refringentis, intueatur, rotundam & albam videt imaginem; secundâ refractione primam destruente; quo Radii iterum permixti Oculum intrant, cui in hoc casu imago alba apparet. (*Exp.*)

Non omnium, qui in imagine Solis oblongâ 1198. observantur, Colorum permixtio ad Albedinem conflandam necessaria est, ipse Radiorum solarium Albor paululum ad flavum vergit, Radiis flavis pro parte ex permixtione sublatis Albor datur magis perfectus. Ex quatuor aut quinque Colorum permixtione, justâ servatâ proportione, Albedo nascitur.

Colores, etiam innumeros primarii, id est, 1199. homogenei, permixti generant, ab homogeneis aut primariis, diversos. Sæpe Color homo- geneo similis ex aliorum permixtione conflat; sed quando nudis Oculis inter homogeneum 1200. & permixtum differentia nulla observatur, trans

prisma sensibilis hæc est. Trans prisma obser-
ventur objecta quæcunque exigua, ut litteræ
in chartâ, muscæ & alia similia; si Lumini a-
perto exponantur, confusa apparent; si Lumi-
ne homogeneo, Radiis bene separatis, illu-
minentur, trans prisma visa distinctis limitibus
terminantur. (*Exp.*).

C A P U T XXII.

De Iride.

Peractis quæ Radios, quibus corpora illumi-
nantur, spectant, antequam hanc mate-
riam missam faciamus, explicandum est phæ-
nomenon, nimium notabile & vulgare ut si-
lentio prætereatur.

1201. *Arcus cœlestis*, aut *Iris*, à nemine sæpiissi-
mè non fuit observatus; quibusdam præmissis,
explicandum erit unde oriatur.

1202. *Detur medium densius*, rariori circumdataum,
TAB. XII. circulo BDFH terminatum. *Incident in il-*
fig. 7. lus Radii homogenei paralleli inter se, quorum
unus est AB; ducatur semidiameter CB continua ad N; perpendicularis est hæc ad su-
perficiem media dirimentem; ABN est ergo
angulus incidentiæ; hic æqualis est angulo op-
posito ad verticem CBL, cuius finus est
CL, per centrum ad BL perpendicularis;
refringitur Radius ad perpendiculararem (907),
estque angulus refractionis CBM, cuius fi-
nus est CM, à C ad BD perpendicularis:
pro singulis Radiis, ut AB, datur eadem ra-
tio

tio inter lineas , ut CL & CM (917.).

Radius BD pro parte in medium rarius penetrat juxta DE , pro parte reflectitur per DF ; efficitque angulum reflectionis CDF æqualem angulo incidentiæ BDC (4099.) ; unde BD & DF æquales sunt. Radius DF pro parte etiam ex densiori medio exit per FG , pro parte reflectitur per FH ; qui eodem modo pro parte exit per HI , & pro parte reflectitur ; hanc autem reflexionem , ulterioresque reflexiones & refractiones non consideramus ; nimium debiles sunt , propter varias quas Lumen passum est divisiones.

Radius FG , qui post unicam reflexionem medium densius exit , cum Radio incidente AB efficit angulum GPA , qui variat in diversis Radiis incidentibus ; ideò , licet hi TAB. XII. paralleli fuerint , dispersuntur , post unicam re- fig. 5. flexionem exeuntes , ut ex inspectione figuræ patet.

Radius EE , qui continuatus per centrum C transit , neque reflexione neque refractione à viâ deflectitur (1100. 912.).

Recedendo ab hoc Radio , ad incidentem continuò minus inclinatur Radius , qui redit. Sic Radius DD , qui per dd exit ex medio densiori , & per hanc lineam regreditur , cum dd majorem angulum format , quam , cum suis redeuntibus , & ex medio densiori exeuntibus , efficiunt Radii intermedii inter DD & EE.

Datur Radius ut BB , cuius respectu in- 1203. clinatio hæc est omnium minima , id est , qui efficit angulum ut GPA (fig. 7.) omnium

maximum. Ultra BB, magis ad incidentes inclinantur Radii redeuntes; sic AA per aa redit.

1204. Ex hac Radiorum redeuntium dispersione, recedendo à medio densiori debiliores continuo sunt, & horum *Color non, per totum spatium quod implent, percipi potest*, licet incidentum Color vividus sit. Color, in Radiis redeuntibus, *sensibilis tantum est, ubi Radii vicini paralleli sunt & adjacentes parum admodum divergunt, ita ut ad magnam distantiam satis densi sint, ut percipientur. Hi soli efficaces dicuntur, & dantur, ubi Radii vicini incidentes refracti concurrunt in ipso punto reflexionis.*

1205. Sint AB, ab Radii vicini, paralleli inter TAB.XIII. se, incidentes in superficiem circularem me-
fig. 1. dium densius terminantem; si hi refracti, per BD, bd, concurrant in D, punto reflexio-
nis, reflexi, DF, Df, æquales angulos cum Ff formabunt, ac DB, Db cum Bb; ideoque refracti FG, fg paralleli (910.) & effi-
caces erunt (1204.). In scholiis Elem. de-
monstramus, quomodo, data ratione inter
sinus incidentiæ & refractionis, in hoc casu de-
terminetur angulus ab incidente cum redeunte
efficace formatus, id est, angulus APG, qui
hic est omnium maximus.

1206. Quando ratio inter sinus angulorum inci-
dentiæ & refractionis variat, mutatur angulus
APG; qui ideo diversus est pro variâ Radio-
rum Refrangibilitate.

1207. Si Radiis heterogeneis, ut à Sole profluunt,
illustretur superficies memorata, efficaces diver-
forum

sorum Colorum non angulos æquales cum incidentibus efficiunt, & sic ope hujus refractionis separantur Colores. (Exp.).

Quod autem spectat Radios, qui post duplam in medio densiori reflexionem hoc exeunt, efficaces erunt, si post primam reflexionem paralleli sint: tunc enim FH, fh ad Hb eodem modo inclinantur ac BD, bd, ad Bb; ideoque positis incidentibus AB, ab parallelis, exeuntes HI, hi, etiam paralleli erunt (910.), id est, efficaces.

Etiam in scholiis Elem. demonstramus quomodo in hoc casu determinetur angulus HPB, ab exeunte Radio cum incidente formato; qui angulus in hoc casu omnium similium est minimus, & pro diversâ Radiorum Refrangibilitate diversus. Unde etiam in hoc casu post duplē reflexionē efficaces variorum Colorum, positis incidentibus parallelis, separantur. (Exp.).

Huc usque explicata ad Iridem applicari possunt; ad quod Phænomenon guttæ aquæ in aëre suspensæ requiruntur; ut spectator, adverso Sole inter hunc & guttas collocetur; & ut post guttas nubes detur obscura, quæ sensibiles facit Colores, hi enim vix percipiuntur, si Lumen vividum eodem tempore Oculos intret.

Hisce positis, concipiamus singulas guttas secari planis, per centra gutterum, Solem, & Oculum spectatoris transuentibus, & quæ de medio, superficie circulari terminato, explicata sunt (1204. 1205. 1206. 1207. 1208. 1209. 1210.), ad singulas hasce sectiones poterunt applicari.

Hic

1208.
TAB.XIII.
fig. 2.

1213. Hic autem agitur de Radiis ex aëre in aquam penetrantibus. In Radiis rubris. id est, minime omnium refrangibilibus, ratio inter sinum anguli incidentiæ & sinum anguli refractionis, est 108. ad 81., aut quæ eadem est, 4. ad 3.; cum quibus numeris si computatio ineatur, angulus A P G (fig. 1.) erit 42. gr. 2', & angulus A P I (fig. 2.) erit 50. gr. 57'. si de Radiis violaceis agatur, simum ratio est, ut 109. ad 81.; qui numeri dant angulos A P G (fig. 1.) 40. gr. 17., & A P I. (fig. 2.) 54. gr. 7'.

1214. Sint nunc guttæ per aërem diffusæ, & illu-
TAB. XIII. stratæ Radiis solaribus parallelis inter se &
 fig. 3. lineæ O F, per Oculum spectatoris transeun-
 ti. Concipiantur lineæ *e* O, E O, *b* O, B O;
 & sint anguli *e* O F 40. gr. 17', E O F 42.
 gr. 2', *b* O F 50. gr. 57', B O F 54. gr. 7':
 eadem hæ lineæ cum Radiis incidentibus *de*,
D E, *a* *b*, A' B, angulos efficiunt memoratis
 respectivè æquales; ideo, si guttæ concipian-
 tur in *e*, E, *b*, B, Radii efficaces violacei,
 post unicam reflexionem in gutta *e*, Oculum
 intrant; & ad Oculum efficaces rubri ex guttâ
E perveniunt; itidem post unicam reflexio-
 nem, reliqui Colores intermedii inter *e* & *E*
 observantur, ordine antea memorato (1177.).
 Post duas in guttâ reflexiones ex guttâ *b* Ra-
 dii efficaces rubri ad Oculum perveniunt; &
 violacei efficaces ex guttâ B; inter has guttas
 Colores intermedii apparent, eodem modo
 ac inter *E*, *e*, sed ordine contrario disponun-
 tur, & propter duplē reflexionē etiam
 debiliores sunt.

Con-

Concipiamus lineam ut Oe , circa lineam 1215.
 OF fixam, servato angulo eOF , revolvi,
& conum aut partem superficie coni forma-
re; in omni situ linea eO cum Radiis sola-
ribus, parallelis inter se & linea OF , efficiet
angulum 40. gr. 17'. Si ergo guttae juxta par- 1216.
tem superficie hujus coni five ad eandem five
ad diversas distantias diffusa fuerint, videbit
Oculus arcum violaceum: idem dicendum est
de cæteris coloribus; ideoque, datis guttis,
in aëre suspensis, videt arcum latitudinis eE ,
Coloribus homogeneis, ante memoratis (1177.),
tinctum, eodem ordine dispositis ac in Expe-
rimentis cum prismatibus; quia in guttis æ-
què ac in prisme Radii heterogenii separan-
tur. (1162. 1207.).

Simili ratiocinio patet dari arcum, latio- 1217.
rem, primum circumdantem, in quo Colores
iidem, sed contrario ordine, & debiliores, ap-
parent. (Exp.).

C A P U T XXIV.

De tenui Laminarum Coloribus.

Transimus ad corporum naturalium Colores, 1218
& ante omnia examinandas credimus te-
nues lamellas. Qui vitrum tenue, aut glo-
bos ex aqua cum sapone formatos, attentè
consideravit, varios Colores in illis observare
facillimè potuit.

Radii Luminis, ope laminæ tenuis & trans- 1219.
lucidae, inter se separantur, & pro variâ cras-
sitie

sitie laminæ, Radii quorundam Colorum transmittuntur, aliorum reflectuntur; & eadem lamina tenuissima aliis Coloris est, si Radiis transmissis, quam si reflexis videatur.

1220. Si duo vitra obiectiva, majoribus Telescopiis inservientia, A B & C D, super se mutuo interponantur, & arctè, comprimantur, in medio ubi vitra sese mutuo tangunt datur macula translucida, quæ circulis coloratis circumdatur. TAB. XIII. fig. 4.

Si Lumen reflexum ab aëre, inter vitra interjacente, ad Oculum in O perveniat, macula translucida nigra apparet & Colores, qui à centro recedendo ita disponuntur ut ad varios ordines, propter Colores repetitos, referri possint, sequentes sunt; NIGER, cœruleus, albus, flavus, rubeus: VIOLACEUS, cœruleus, viridis, flavus, rubeus: PURPUREUS, cœruleus, viridis, flavus, rubeus: VIRIDIS, rubeus: qui Colores etiam aliis circumdantur, sed recedendo à centro continuò debiliores. (*Exp.*)

1221. Si Lumen trans vitra ad Oculum O perveniat, macula translucida, omnes transmittens Radios, alba est, & juxta hanc seriem recedendo à centro apparent Colores, qui etiam ad varios ordines referuntur, ordinibus memoratis oppositos: ALBUS, rubeus flavescentes, niger, violaceus, cœruleus: ALBUS, flavus, rubeus, violaceus, cœruleus: VIRIDIS, flavus, rubeus, viridis subcœruleus: RUBEUS, viridis subcœruleus: qui etiam Colores aliis debilioribus circumdantur (*Exp.*)

1222. Lamina tenuis ex aquâ formatur, si hæc pau-

paululum sapone incrassata fuerit, & in bullam intinetur. Obtegatur hæc vitro admodum translucido, ne, aëris agitatione, Colores qui in hac bullâ observantur, motu aquæ, confundantur. Bulla talis, quia aqua continuò omnes partes versus defluit, tenuissima est in supremâ parte, & crassities descendendo continuò augetur, & totius crassities ex eâdem causâ de momento in momentum minuitur. Antequam bulla disrumpatur, summitas ipsius ita tenuis fit, ut omne Lumen transmittat, & nigra appareat. Si in hoc casu bulla hæc reflexo Lumine observetur, dum cœli subalbidioris reflexione illustratur, & Lumen extraneum intercipitur, corpore quo-cunque nigro ultra bullam posito, macula nigra memorata iisdem circulis coloratis circumdatur & eodem ordine dispositis, qui circa maculam nigram in præcedenti experimento observari potuere. Descensu aquæ continuò dilatantur annuli colorati donec frangatur bulla. (*Exp.*).

Si, ubi extremus bullæ circuitus, reflexis 1223. Radiis rubeus apparet, spectator illum, transmissis Radiis, intueatur, cœruleus erit; & in genere Colores, transmissis & reflexis Radiis, eodem modo ac in præcedenti Experimento, sibi mutuo opponuntur.

Ex hisce Experimentis collatis, sequitur augendo tenuissimæ laminæ crassitiem, hujus 1224. Colorem mutari, & quidem mutationes dari successivè easdem, eodem ordine, sive ex rario-ri aut densiori medio formetur lamella; nam in laminâ aëreâ inter vitra, & aqueâ in bulla,

quarum crassities recedendo à medio crescunt,
eodem ordine Colores disponuntur.

1225. *In laminâ tamen densiori minor crassities requiritur, quam in rariori, ut eodem Colore tingantur.*

Iisdem positis quæ in Exp. in n. 1220. memorato; madefactis paululum ab unâ parte vitrorum marginibus, aqua paulatim inter vitra penetrabit; in aquâ non alii, quam in aëre, circulorum Colores observantur, neque horum ordo mutatur, sed circuli contrahuntur: ubi ad centrum pervenit aqua, omnes circulorum portiones in aquâ à portionibus in aëre separantur, & in minus spatium rediguntur. (*Exp.*).

1226. *Laminæ Color ab illius crassitie (1220.), & densitate (1225.), pendet, non à medio circumdante.* Si lamella ex lapide Speculari ita tenuis detur, ut colorata appareat, Colores non mutantur si madefacta fuerit, id est, si loco aëris, aquâ circumdetur lamella. (*Exp.*).

1227. *Eiusdem lamellæ Color est eo magis vividus, quo illius densitas magis differt cum densitate medii circumambientis.* Probatur hoc Experimento; nam Colores laminæ madefactæ languidiores sunt, quam laminæ aëre circumdatæ. Etiam minus vividi sunt Colores in lamine aquæ quæ vitro, quam quæ aëre, circumdatur; minus autem aqua & vitrum densitate differunt, quam aër & aqua.

1228. *Si media densitate æqualiter differant, Colores vividiores erunt, si densius rariori circumdetur:* nam in laminâ vitræ tenuissimâ, quæ Coloribus propter tenuitatem tingitur, aëre circumda-

datâ, Colores magis vividi erunt, quâm in Exper. n. 1220. in quo lamina aërea vitro circumdatur.

Ejusdem densitatis lamina, eodem medio circumdata, eo majori copiâ Lumen reflectit, quo tenuior est. Nimium tamen si minuatur crassities, non reflectit lumen. Patent hæc Experimentis præcedentibus; in quibus circuli colorati minores, qui etiam sunt tenuiores, omnium optimè Lumen reflectunt; in centro verò, ubi lamina est omnium tenuissima, nulla sensibilis datur reflexio; ut illud in n. 1222. clarè patet: in primo datur etiam lamina tenuissima aërea, quæ Lumen non reflectit; nam macula in centro translucida superat magnitudine superficies vitrorum, quæ ex introfessione partium immediate sese mutuo tangunt.

Si dentur laminæ ejusdem medii, quarum crassities sint in progressionе arithmeticâ numerorum naturalium 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. &c. si omnium tenuissima reflectat Radios homogeneos quoscunque, secunda eosdem transmittet, tertia iterum reflectet, & alternis vicibus Radii reflectuntur & transmittuntur: id est, laminæ, quarum crassities in progressionе memoratâ respondent numeris imparibus 1. 3. 5. 7. &c., reflectunt radios, quos transmittunt reliquæ, quarum crassities respondent numeris paribus 2. 4. 6. 8. &c.

Hæc laminarum proprietas obtinet respectu Radiorum homogeneorum quorumcunque: cum hac differentiâ, quod crassities diversæ pro Coloribus diversis requirantur, ut ante

dictum (1220.) ; omnium minima est in Coloris violacei reflexione ; in rubri reflexione omnium maxima ; positis crassitiebus intermediis , Radii refrangibilitatis intermediæ refle-

1233. ctuntur , id est , crescente Radii refrangibilitate etiam minuitur crassities laminæ , quæ illum reflectit .

1234. Instituatur Experimentum in loco obscuro , in quo imago Solis oblonga , saepius memorata , in chartâ repræsentatur . Dentur , ut in n. 1220. duo vitra objectiva , telescopiorum majorum , super se mutuo compressorum , & ita disponantur , ut in his , quasi in speculo , successivè videantur Colores singuli imaginis memoratæ ; id est , vitra successivè illuminentur Radiis homogeneis diversis ; quod obtinetur paululum circa axem agitando prisma , quo Radii in imagine oblongâ separantur . Annuli , in Experimento primo memorati , apparent , sed majori numero , & unius tantum Coloris ; propter Coloris immutabilitatem in Radiis homogeneis (1180.) ; in intersticiis horum annulorum Radii transmittuntur ut in chartâ , dispositâ post vitra , in quam Radii transmissi impingunt , clarè patet ; annuli omnium sunt minimi , quando sunt violacei ; dilatantur successivè considerando Colores sequentes ad rubrum usque . Si , positis annulis Coloris cujuscunque , diametri exactè mensurentur circulorum , qui in medio latitudinis singulorum annulorum concipiuntur , quadrata diametrorum erunt inter se ut numeri impares 1. 3. 5. &c. & eodem modo , mensuratis diametris circulorum , in medio sin-

singulorum interstitiorum inter annulos, illarum quadrata erunt ut numeri pares 2. 4. 6. &c. Cùm autem agatur de vitris sphæricis, crassities laminæ aëreæ, in circulis memoratis, sunt ut numeri pares & impares. (*Exp.*).

D E F I N I T I O.

Color homogeneus, in laminâ medii cujuscunque, dicitur primi ordinis, si lamina fuerit omnium tenuissima, quæ talem Colorem reflectit, in laminâ, cuius crassities tripla est, dicitur secundi ordinis, &c. 1235.

Color primi ordinis est omnium maximè vividus; & successivè, in ordinibus sequentibus, secundo, tertio, &c., minus ac minus vividus est (1229.). 1236.

Quando Radiis heterogeneis illustratur lama
na aërea, inter vitra Telescopiorum, aut la
mina similis ex aliâ quacunque materiâ, ut
in n. 1222. varii ex annulis, in experimen
to in n. 1234. memorato, visis, inter se con
funduntur, & Color videtur, qui ex horum
permixtione conflatur, nam *eadem laminæ* 1238.
*crassities, ad Colores diversos, variorum ordinum, reflectendos, sèpè requiritur: sic lami
na, quæ violaceum tertii ordinis reflectit,
etiam repercutit rubrum secundi ordinis, ut, ad
hoc attendendo, ex ultimo Experimento dedu
citur: ideoque in n. 1220. 1222. violaceus an
nulus tertius cum parte exteriori annuli rubri
secundi confunditur, & Color datur purpu
reus; non tamen omnis ruber Color secundi
ordinis absorbetur; quia annulus ruber viola
ceum latitudine superat.*

*Quo magis augetur laminæ crassities, eo plu
re;* 1239.

res Colores reflectit, varios, ex diversis ordinibus. Lamina violacea decimi ordinis, congruit cum cœruleâ noni ordinis, & flava octavi ordinis, & tandem cum rubrâ septimi ordinis, & Color laminæ ex permixtione horum Colorum conflatur.

1240. *Si in Exp. memoratis in n. 1220. 1222., obliquè spectator intucatur laminas, aëream, & aquam, dilatantur annuli cum oculi obliquitate, id est, in hoc motu oculi laminæ Color in determinato loco mutatur: major tamen*

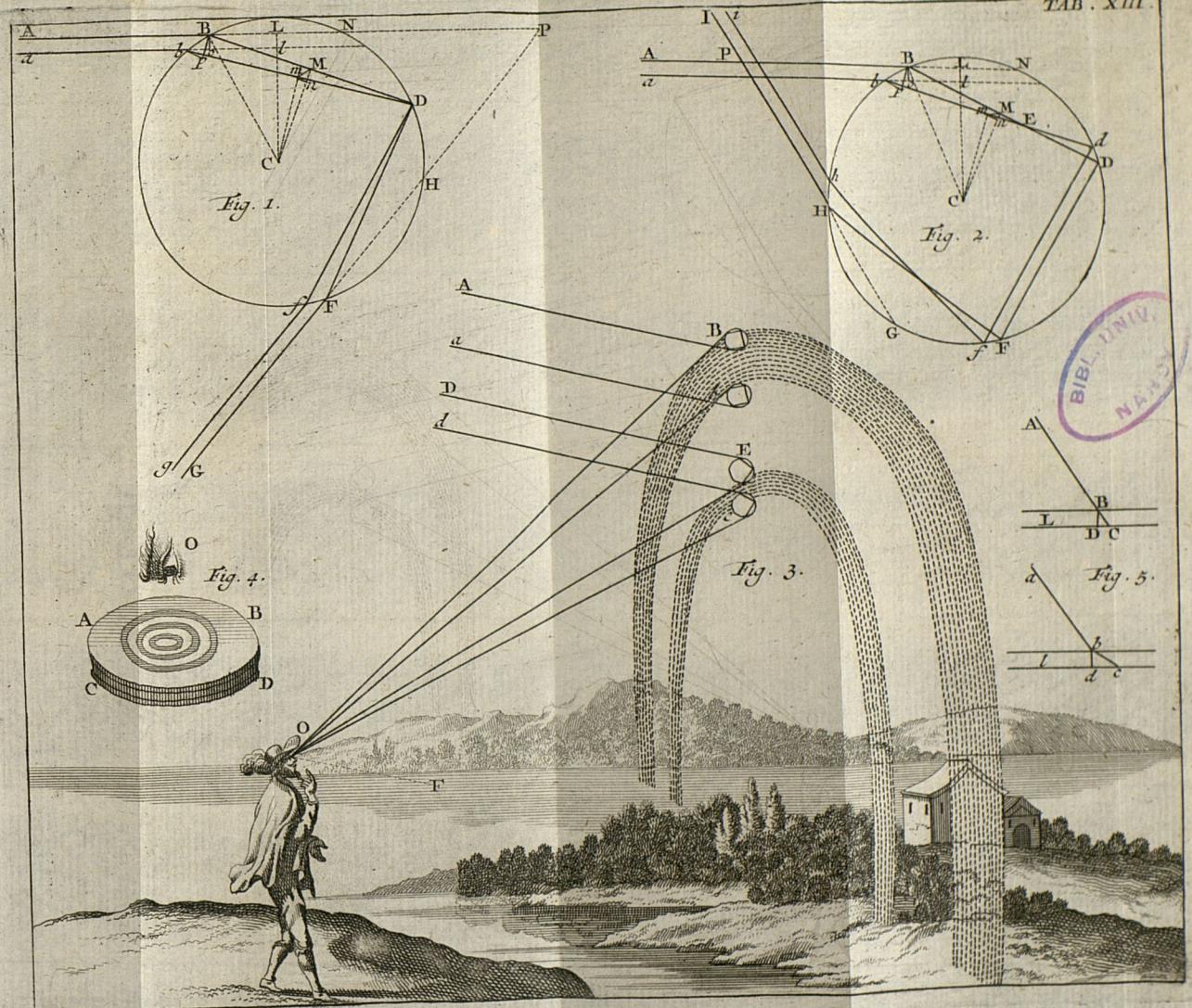
1241. *est in n. 1220. dilatatio; quod probat obliquitate radiorum Colorem magis mutari, si lamina densiori medio, quam si rariori circumdetur.*

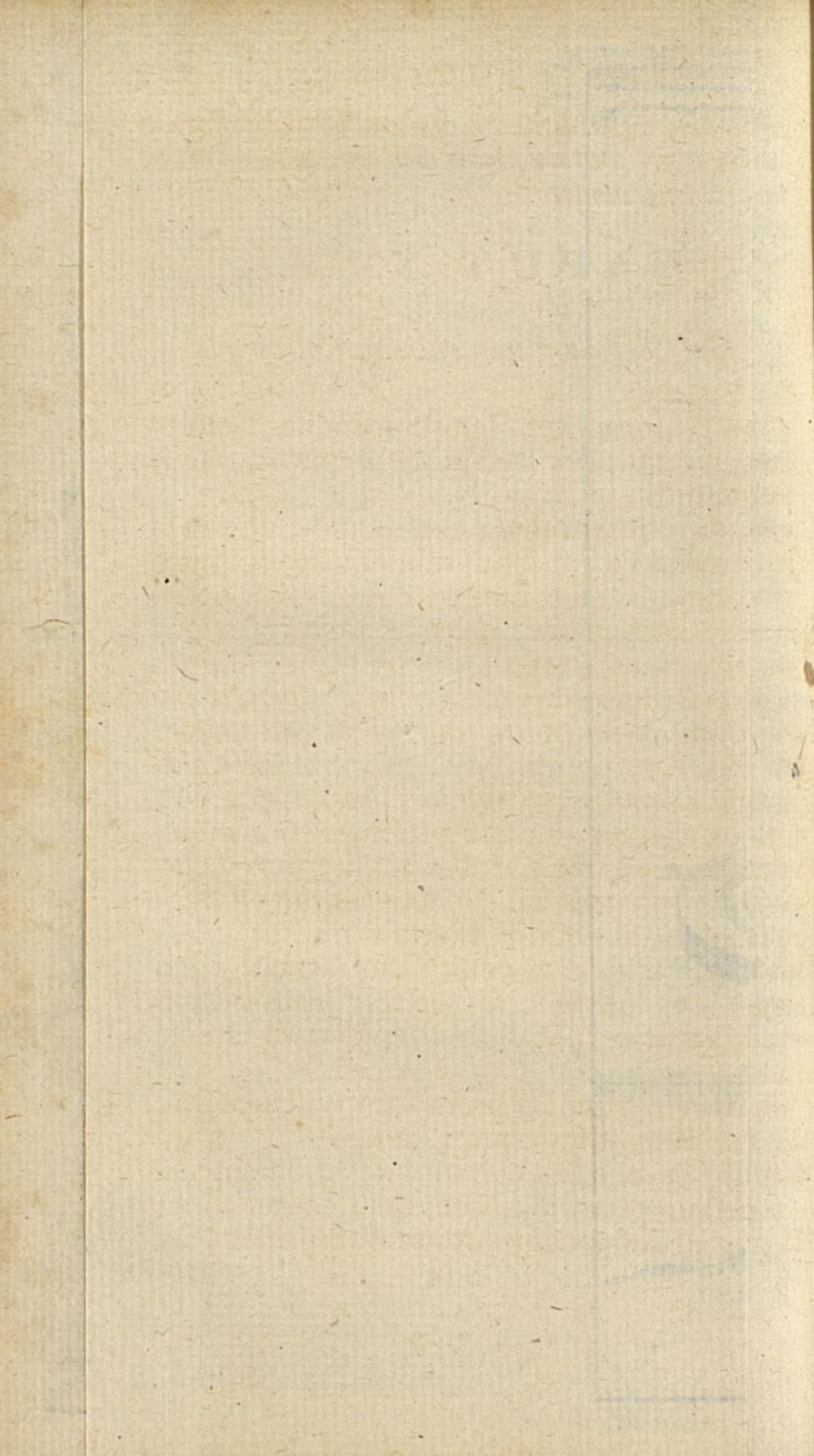
1242. Cujus propositionis demonstrationem ex re-
TAB. XIII. fractionis legibus facile deducimus. Sint L

fig. 5. & l laminæ tenues; hæc medio densiori, illa medio rariori circumdata; sint ambæ ejusdem crassitie: si in has incident Radii A B, ab æqualiter ad laminas inclinati, in L refractio fiet, accedendo ad perpendicularē (907.); in l contra refringitur Radius recedendo a perpendiculari (903.); & licet B D & b d sint æquales, b c longitudine, superat BC, ideoque major datur mutatio in motu lumi-

1243. nis in laminâ l quam in L. *Auctâ densitate laminæ L, manente medio rariori quo circumdatur, minor dabitur differentia inter B C & B D, ideoque minor mutatio Coloris; & si ita*

1244. *augeatur vis refringens laminæ, ut Radii refracti, quæcumque fuerit incidentis obliquitas, sensibiliter inter se non differant, sensibilis non dabitur differentia in Colore laminæ, in quo cunque situ oculus ponatur.*





Ex hisce deducimus, quarundam laminarum 1245.
 Colorem ex mutato Oculi situ variari, aliarum
 Colorem permanere.

CAPUT XXIV.

De Corporum naturalium Coloribus.

Quae Corporum quorumcunque Colores
 spectant, ex hoc usque explicatis facile
 deducuntur.

Radii reflexi primum examinandi, deinde in
 constitutionem superficierum inquirendam erit.

Vidimus Radios lumini Colores sibi pecu-
 liares & immutabiles habere, ita ut reflexione
 non mutentur (1180.)

Ideò Radii à corporibus reflexi, majorem aut 1246.
 minorem Refrangibilitatem habent pro majori
 ut minori refrangibilitate, qua competit Col-
 ori ipsius corporis. In medio chartæ nigræ duo
 frusta quadrata, duorum circiter pollicum,
 vittæ sericæ, unum rubeum alterum viola-
 ceum, junguntur ita, ut se se mutuo ad late-
 ra tangant, disponitur charta nigra, ut à Lu-
 mine per fenestram cubiculum intranti vittæ
 probè illuminentur: si spectator trans prisma
 vittas intueatur, Colores separati apparent.
(Exp.)

Si eadem vittæ sericæ in loco obscuro Ra- 1247.
 diis solaribus illustrentur, ita tamen ne locus
 nimium ab ipsis illuminetur, & ad distantiam
 sex pedum detur lens convexa, de qua in n.
 1191., ad distantiam circiter sex pedum, in

chartâ albâ dabitur repræsentatio vittæ rubræ; ad minorem distantiam aliis repræsentationem exactam habemus. Determinatur ubi repræsentationes sunt exactæ, si fila nigra trajiciant superficiem vittarum, nam hæc fila distincta apparent in exactâ repræsentatione. (Exp.).

1248. *Corporum Colores varios dari, quia Radii diversi à corporibus diversè coloratis reflectuntur, & corpus illius Coloris apparere, qui oritur ex permixtione radiorum reflexorum, non modo ex præcedentibus Experimentis deducitur, sed etiam directis demonstratur.* Dentur duo corpora quæcunque, unum rubrum, alterum cœruleum, illuminentur hæc successivè, in loco obscuro, Coloribus imaginis coloratæ, refractione prismatis formatæ, singuli Colores ab ambobus quidem reflectuntur, sed Radii rubri magnâ copiâ à corpore rubro repercutiuntur, dum paucos ex his reflectit corpus cœruleum, ut ex Collatione Coloris rubri amborum corporum clarè patet; contrarium observatur in Radiis cœruleis, qui à corpore cœruleo magnâ copiâ reflectuntur, dum à corpore rubro pauci tantum, reflexione redeunt. (Exp.).

1249. Radii, qui à corpore non reflectuntur, in hoc penetrant, ibique innumeræ reflexiones & refractiones patiuntur (1141.), donec tandem sese jungant particulis ipsius corporis

1250. (751.). Ideo corpus eo citius incalescit, quo minori copiâ reflectit Lumen (775.). Idcirco 1251. *corpus album, quod fere omnes Radios quibus illustratur reflectit (1193.), omnium lentissime incalescit, dum corpus nigrum, in quod ferè omnes Radii penetrant, quia pauci tantum*

tum reflectuntur (1154.), citius aliis calorem acquirit.

Ut autem determinemus constitutionem superficierum corporum, à qua Color pendet, debemus attendere ad minimas particulas, ex quibus hæ superficies formantur; Particulæ hæ sunt translucidæ (1137.), & separantur medio, densitate differente cum ipsis particulis (1142.); sunt etiam tenues, aliter superficies quasi corpore translucido obtegeretur (1142.), & Color à particulis infra has pendet. In omni ergo superficie corporis colorati dantur laminæ innumeræ exiguae tenues, minuendo autem laminam, servata hujus crassitie, non hujus proprietates, quantum ad Luminis reflexionem, mutantur; nam lamina minima, cum relatione ad Radios Luminis, magna admodum est: Idecirco demonstrata in Capite præcedenti, adhasce laminas in superficiebus corporum applicari poslunt. Unde sequentes deducimus conclusiones.

Pendet color Corporis à crassitie, & densitate partium corporis, quæ in superficie interjacent meatus in corpore (1226.).

Eo magis vividus & magis homogeneus est Color, quo partes sunt tenuiores (1236. 1239.).

Ceteris paribus, partes memoratae crassitatem omnium maximam habent, si corpus fuerit rubrum, omnium minimam, si violaceum (1233.).

Partes corporum densitate medium in interstitiis multum superant (1241. 1243. 1244.).

Densitas hæc minor est in caudis pavonum & in genere in corporibus, quorum Color pro-

diverso Oculi situ variat (1240. 1243.).

1258. *Color corporis obscurior & fuscior est, si medium densius poros intret (1227.) ; tunc enim partes à quibus Color pendet, medio densiori quam ante, circumdantur.*

1259. *Experimur hoc in omnibus corporibus, quæ intimè ab aquâ aut oleo penetrantur: exsiccatis corporibus pristinum recuperant Colorem, nisi in quibusdam occasionibus, in quibus, a-
ctione aquæ aut olei, quædam partes sunt sublatæ, aut quando partes quædam aquæ aut olei, cum partibus corporis ita conjunguntur, ut lamellarum crassities mutetur.*

Ex simili cautâ deducuntur mutationes in Coloribus quorundam liquidorum, ex per-

1260. *mixtione cum aliis liquidis. Sæpe particulae
salinæ, natantes in uno liquido, sese jungunt
particulis salinis natantibus in alio; aut, ex a-
ctione particularum supervenientium, separan-
tur particulae junctæ, quibus omnibus particu-
larum crassities, & cum hac liquidorum Color
mutatur (1224.).*

1261. *Liquidi aliquando diversus est Color, si Radiis
reflexis, quam si transmissis, videatur: unde
hoc oriatur antea vidimus (1220.).*

1262. *Infusio ligni nephritici, non nimium satu-
ra, reflexis Radiis cœrulea apparet, & flava vi-
detur, si inter Lumen oculum detur phiala in-
fusionem continens. (Exp.).*

1263. *Si in infusione ligni nephritici infundatur
spiritus aceti vini, flava apparet quomodo cum-
que videatur. (Exp.).*

1264. *In hoc casu particularum crassities mutatur,
& Radii per singulas particulas transmissi in-
ter,*

tercipiuntur; licet verò liquor inter oculum & Lumen ponatur Radiis reflexis videtur, nam tales Radios ad oculum pervenire ex variis reflexionibus, quas Lumen in liquido patitur, facile concipimus. Hicce autem Color solus sensibilis est, quia Radii directe per liquidum penetrare non possunt.

Ex hoc ipso deducimus, quare *liquidum coloratum, in vitro figuræ coni inversi, si detur inter oculum & Lumen, diversi coloris appareat, in variis vasis partibus;* in inferiori parte non omnes Radii per particulas transmissi intercipiuntur, magis ac magis intercipiuntur, quo majori copiâ liquidum inter Oculum & Lumen detur; donec tandem omnes intercipiantur, & soli à particulis reflexi liquidum penetrant; in quo casu Color coincidit cum Colore liquidi, radiis reflexis visi.

Nubes saepe pulcherrimè coloratae apparent? 1266. constant ex particulis aqueis quibus interjacet aér, pro variâ ideo particularum aquarum crassitie, Color diversus in nube dabitur (1224.).

C A P U T XXV.

De diversa diversorum Corporum Actione in Lumen.

In secunda parte diversam radiorum refrangibilitatem non consideravimus, sed, ad confusione omnem vitandam, de homogeneis Radiis tantum egimus, & observavimus ad ho-

homogeneos quoscunque dicta applicari posse

(1161.). Eadem de causa in secunda & ter-
tia parte quando locuti sumus de actione
Corporum in Lumen ad hoc refringendum,

1267. aut reflectendum, singulas particulas con-
sideravimus quasi eodem modo in Lumen agerent;

ideoque juxta proportionem densitatis auctæ

1268. actionem exerere majorem, quod tantum ve-
rum est quamdiu agitur de particulis ejusdem
generis.

1269. In Aëre, Vitro Antimonii, Selenite, Vitro
communi, Crystallo montana, vis refrin-
gens est satis sensibiliter ut densitas.

1270. Eodem modo in corporibus unctuosis, ut
Camphorâ, oleo Olivarum; oleo Lini, oleo
Terebinthinæ, Succino, vis refringens fere est
ut densitas; & idem de aliis classibus corporum
dicendum foret; & quæ hucusque fuere di-
cta ad singulas classes possunt applicari.

1271. Si vero agatur *de transitu Luminis ex corpo-*
re unius classis in corpus, quod ad aliam per-
tinet, *antea explicata* locum non habent. Hæc
tamen *ad casus quoscunque possibiles applicari*
poterunt, si, quæ de densiori medio dicta fuere,
in genere applicentur ad media quorum actio in
Lumen, ad hoc refringendum aut reflectendum,
major est.

1272. Hæc autem actio sequitur proportionem a-
ctionis qua singulæ particulæ agunt, & nu-
meri particularum in determinato spatio con-
tentarum, qui numerus est ut densitas cor-
poris.

1273. Non autem vim qua singulæ particulæ a-
gunt nisi ex Experimentis circa refractionem
in-

institutis detegere possumus: ipsam Newtonus determinavit pro particulis viginti duorum diversorum corporum; possetque, quam Newtonus in Optica de his dedit, Tabula ad multa alia corpora extendi, si in subsidium Hauksbeana de refractione vocentur Experimenta. Quædam nunc Phænomena memorabo oriunda ex diversa particularum refrangibilitate

Quamvis vitri densitas, collata cum densitate olei Terebinthinæ, fere tripla sit, tamen propter majorem vim qua singulæ particulæ olei in Lumen agunt, exiguum Radii, ex oleo hoc in vitrum dum penetrant, patiuntur refractionem, ad perpendicularē tamen fit refractio.

Si Lens vitrea admodum convexa vase vitro, 1274. planis parallelis terminato, oleum Terebinthinæ continentे ita imponatur, ut axis Lentis ad latera vasis sit perpendicularis, objecta interposito vase visa sensibiliter vix variant posita aut sublata Lente. (*Exp.*)

Si vitri superficies attritu arenæ aspera fiat, 1275. opacum fit vitrum, propter aërem inter prominentes vitri particulas penetrantem (1142.). Si aqua illinita fuerit hæc vitri superficies minuitur opacitas, sed adhibito oleo Terebinthinæ loco aquæ translucidum satis fit vitrum (1271. 1142.). (*Exp.*)

Particulæ aquæ majori vi agunt quam particulæ vitri, sed vitri densitas magis superat aquæ densitatem & tota vitri actio in Lumen superat aquæ actionem; quare & in hoc casu refractio fit ad perpendicularē in transitu Luminis ex aqua in vitrum.

Particulæ autem unctuosorum corporum 1278. ien-

350 PHILOSOPHIAE NEWTONIANÆ

sensibiliter admodum superant actione sua in Lumen particulæ aquæ; &, quamvis aquæ densitas major sit densitate olei Terebinthinæ, inde compensatio non datur, ita ut in hoc casu, in transitu Luminis ex aqua in oleum, id est ex medio densiori in rarius, refractio detur ad perpendiculararem. (*Exp.*)

FINIS LIBRI TERTII.



PHI

PHILOSOPHIÆ
NEWTONIANÆ
INSTITUTIONES.

LIBRI IV.

Pars I. De Mundi Systemate.

CAPUT I.

Idea Generalis Systematis Planetarii.

Spatium nullis limitibus terminari posse (17.) qui attente consideraverit, vix inficias ire poterit, supremam omnipotentem Intelligen-
tiam, quam terricolis arcto in cam-
po demonstravit, sapientiam ubique manife-
stam fecisse. Quem hic arctum dico cam-
pum, in immensum captum nostrum supe-
rat; arctum tamen cum spatio infinito colla-
tum.

Tellus nostra cum sedecim aliis corporibus, 1279.
(non

352 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

(non plura novimus) in determinato spatio mouetur ; non ultra determinatos limites ; neque à se mutuo recedunt ; neque ad se mutuo accedunt hæc corpora ; & immutatis legibus motus horum subjiciuntur.

DEFINITIO I.

1280. Congeries hæc septemdecim corporum vocatur *Systema Planetarium*.

Circa hæc sola ferè tota versatur ars Astronomica ; de his etiam præcipue acturus sum in hoc opere , reliqua Universum constituenta corpora nimium à nobis distant , ita ut horum motus , si moventur , à nobis observari nequeant ; inter hæc nobis sensibilia sunt sola lucida , & quidem insigniora tantum , & quæ à nobis cæteris minus distant : etiam illorum quæ Telescopio deteguntur , plurima oculo inermi visibilia non sunt.

DEFINITIO 2.

1281. Corpora hæc omnia dicuntur *Stellæ fixæ*.

Fixæ vocantur , quia eundem situm inter se sensibiliter servant ; circa hæc peculiaria quædam , in sequentibus , memoranda erunt .

Quod autem Systema Planetarium spectat ;

1282. In hoc septemdecim dari corpora diximus ; omnia sunt sphærica : Unicum proprio lumine lucet ; reliqua sunt opaca , & mutuato lumine visibilia sunt .

1283. Sol est corpus illud lucidum , & omnium in Systemate Planetario longè maximum ; in hujus medio quiescit , saltem exiguo motu tantum agitatur .

DEFINITIO 3.

1284. Reliqua sedecim vocantur *Planetæ*.

Hi in duas classes dividuntur; sex dicuntur Planetæ primarii; decem vocantur Planetæ secundarii. Quando de Planetis, nullâ adjectâ distinctione, loquimur, primarios intelligimus.

Primarii Planetæ motibus suis Solem cingunt, 1285.
 & ad diversas ab hoc distantias, in curvis, in se redeuntibus, feruntur.

Planeta secundarius circa primarium revolvitur; & hunc in motu suo circa Solem comitatur. 1286.

Planetæ in motibus suis lineas Ellipticas 1287.
 (273.), a circulis non admodum differentes, describunt.

Et singulæ lineæ hæ fixæ sunt, saltem, nisi post longum tempus, exigua in situ mutatio observatur.

Ita singulorum Planetarum primiorum orbitæ disponuntur, ut focorum alter cadat in centro Solis; si Ellipsis A B a b repræsentet orbitam Planetæ, centrum Solis est F. 1288.
 TAB. III.
 fig. II.

DEFINITIO 4.

Distantia, inter centrum Solis & centrum orbitæ, vocatur Planetæ Excentricitas; ut F C. 1289.

In singulis revolutionibus Planeta semel ad Solem accedit, & semel ab hoc recedit; daturque ad distantiam omnium maximam in extremitate a axeos majoris orbitæ; & ad distantiam omnium minimam in extremitate oppositâ A. 1290.

DEFINITIO 5.

*Distantia Planetæ à Sole vocatur Media, quæ 1291.
 æqualiter cum maximâ & minima differt. Ad*

hanc datur Planeta in extremitatibus B, b,
axeos minoris.

DEFINITIO 6.

1292. Punctum orbitæ, in quo Planeta à Sole maximè distat, vocatur Aphelium. Ut a.

DEFINITIO 7.

1293. Punctum orbitæ, in quo planeta minimè à Sole distat, vocatur Perihelium. Ut A.

DEFINITIO 8.

1294. Nomine communi puncta hæc vocantur Auges seu Apsides.

DEFINITIO 9.

1295. Linea quæ Apsides conjungit, id est, axis majoris orbitæ, vocatur linea Apsidum.

1296. Orbita unaquæque in plano datur, quod per centrum Solis transit.

DEFINITIO 10.

1297. Planum orbitæ Telluris vocatur Planum Eclipticæ.

Hoc quaquaversum continuatum concipiatur; & ad situm planorum reliquarum orbitarum, respectu hujus, attendunt Astronomi.

DEFINITIO 11.

1298. Puncta in quibus orbitæ secant planum Eclipticæ vocantur Nodi.

DEFINITIO 12.

1299. Linea quæ jungit orbitæ cujuscunque Nodos, id est communis sectio plani orbitæ, cum Plano Eclipticæ, vocatur Linea Nodorum.

1300. Planeta non æquali celeritate in omnibus punctis orbitæ suæ fertur. Quo minus à Sole distat,

eo celerius movetur; & tempora, in quibus arcus varijs orbitæ percurruntur, sunt inter se sitare.

areæ, lineis ad centrum Solis, ductis, formatæ. Arcus AG & GB percurruntur in temporibus, quæ sunt inter se, ut areæ triangulorum minorum AFG, GFB.

Omnis Planetæ eandem partem versus feruntur; & hortum motus, in orbitis suis, est contrarius motui, quem quotidie in omnibus corporibus cœlestibus observamus, quo in uno die Tellurem circumferri videntur, de quo in sequentibus.

DEFINITIO 13.

Motus, qualis est Planetarum in orbitis, dicitur in consequentiâ, & directus.

DEFINITIO 14.

Motus contrarius dicitur in antecedentiâ; aliquando etiam retrogradus.

Quo à Sole magis removentur Planetæ, eo in orbitis lentiū feruntur; ita ut tempora periodica magis distantium majora sint, & ex maiori orbitâ percursâ, & ex lentiori motu.

DEFINITIO 15.

Axis Planetæ dicitur linea, quæ per centrum Planetæ transit, & circa quam hicce rotatur.

Planetæ, saltem plerique, & Sol ipse circa axes revolvuntur: duo dantur circa quos, hujus respectu, observationes instituere non licuit, qui hoc motu probabiliter non delitauuntur.

Motus hicce conspirat cum motu Planetarum in orbitis, id est, est in consequentia.

Axes ipsi motu parallelo feruntur, ita, ut singula axeos Planetæ puncta lineas æquales & similes describant.

DEFINITIO 16.

1310. Axeos extremitates dicuntur Planetæ Poli.
1311. Planetarum à Sole distantias satis accurate
- TAB.XIV. inter se conferunt Astronomi: ita ut totius Systematis ideam habeamus. Orbium dimensiones in hoc schemate repræsentantur, in quo puncta N N, singulorum orbium Nodos designant.
1312. Nondum tamen hujus Systematis dimensiones, cum ullâ mensurâ nobis notâ in superficie Telluris, conferre possumus; observationes enim, circa talem collationem institutas, erroris expertes esse Astronomus non aferret.
1313. Ut autem variæ Systematis partes inter se conferantur, ponimus medium Telluris à Sole distantiam, dividi in 1000. partes æquales, quæ, in mensurandis reliquis dimensionibus, adhibentur.
1314. Sol ☉ in medio Systematis, ut ante dictum, exiguo motu agitatur, circa axem revolvitur in spatio 25 $\frac{1}{2}$. dierum: & axis ad planum Eclipticæ inclinatur, efficiens angulum 87. gr. 30'.
1315. Planetarum omnium minimè à Sole distat Mercurius ♀; Hujus distantia media à Sole est 387: Excentricitas est 80; Inclinatio orbitæ, id est, angulus à plano orbitæ cum plano Eclipticæ formatus, est 6. gr. 52': In tempore 87. dierum, 23. horar. 15'. 38", revolutionem circa Solem peragit.
1316. Insequitur Venus ♀; cuius distantia media à Sole est 723: Excentricitas 5: Inclinatio orbitæ 3. gr. 23': Tempus periodicum 224. dier. 14. hor. 49'. 20": Circa axem rotatur in 23. horis.
- Pla-

Planeta tertius ordine à Sole , est Tellus no- 1317.
stra ♂ , hujus distantia media à Sole est 1000.:
Excentricitas 16, 9°, aut 17. quam proximè.
In ipso plano Eclipticæ movetur. Tempus
periodicum est 365. dier. 6. hor. 9'. 22": Circa
axem in spatio 23. hor. 56'. 4". revolvitur: A-
xis cum plano Eclipticæ efficit angulum 66.
gr. 31'.

Mars ♂ à Sole in mediâ distantiâ remove- 1318.
tur 1524. : Excentricitas est 141. : Inclinatio
orbitæ 1. gr. 52': Tempus periodicum 686.
dier. 22. hor. 29'. Circa axem revolutionem per-
agit in 24. hor. 40'.

Jupiter ♀ Planetarum maximus , à Sole di- 1319.
stantia mediâ remotione 5201. : Excentricitas 250.:
Inclinatio orbitæ , 1. gr. 20': Tempus perio-
dicum 4332. dier. 12 hor. 20'. 9": Circa axem
revolvitur in 9. hor. 56'.

Saturni ⚄ Planetarum remotissimi à Sole di- 1320.
stantia media est 9538. : Excentricitas 547. :
Orbitæ inclinatio 2. gr. 30': Tempus perio-
dicum 10759. dier. 6. hor. 36'.. Hic annulo cir-
cumdatur , qui Planetam non tangit , & hunc
nunquam deserit: nisi adhibito Telescopio vi-
sibilis non est.

Datâ distantiâ mediâ , addendo excentrica-
tem , detegitur maxima distantia ; subtractâ ve-
rò excentricitate ex mediâ distantiâ , determi-
natur distantia minima (1291.).

Tres Planetæ , Mars , Jupiter , & Saturnus , 1321.
qui ultra Tellurem à Sole removentur , di-
cuntur *superiores*. *Inferiores* Planetæ vocan-
tūr Venus & Mercurius.

1322. *Inter primarios Planetas tres secundariis stiptantur.*

Circa Saturnum quinque Planetæ, satellites diæti, moventur: Circa Jovem quatuor: Circa Tellurem unus, Luna nempe.

Planetæ secundarii, Lunâ exceptâ, nudis oculis non deteguntur.

1323. *Satellites circa primarios describunt areâs, lineis ad centra primiorum, ductis temporibus proportionales; ut respectu centri Solis de primariis dictum (1301.).*

1324. *Luna circa Tellurem in Ellipsi movetur, cuius focorum alter occupat Telluris centrum, à quo Lunæ distantia media est semidiametrorum Telluris $60\frac{1}{2}$: Excentricitas mutationi obnoxia est, media est semidiametrorum $3\frac{1}{2}$:*

1325. *1326. Planum orbitæ, cum plano Eclipticæ, efficit angulum circiter 5. gr., sed non constans est*

1327. *hæc inclinatio. In motu Lunæ circa Tellurem, non motu parallelo feruntur, neque linea Apsidum, neque linea Nodorum; sed hæc in antecedentia, illa in consequentia fertur; prima in 9. circiter annis revolutionem peragit, secunda in 19. Annis. Lunæ tempus periodicum, circa Tellurem est 27. dierum & 7. hor. 43': circiter; & exactissimè in eodem tempore circa axem rotatur*

1328. *Planetarum circumjovialium primus seu intimus, à Jovis centro distat diametros Jovis $2\frac{1}{6}$: circa Jovem circumvolvit in uno die 18. hor. 27'. 34'.*

Secundi distantia est diametrorum Jovis $4\frac{1}{2}$: tempus periodicum 3. dier. 13. hor. 13'. 42''.

Ter.

Tertii distantia est $7\frac{1}{6}$. diam.: Tempus periodicum 7. dier. 3. hor. 42'. 36".

Quartus distat $12\frac{2}{3}$. diam.: Revolvitur in tempore 16. dier. 16. hor. 32'. 9".

Primus seu intimus Saturni Satelles, à centro Saturni distat $\frac{39}{40}$. diam. Annuli: Tempus periodicum 1. diei, 21. hor. 18'. 27".

Secundi distantia est diam. Ann. $1\frac{1}{4}$: Tempus periodicum 2. dier. 17. hor. 41'. 22".

Tertii distantia est $1\frac{1}{4}$. diam. Ann. Tempus periodicum 4. dier. 12. hor. 25'. 12".

Quarti distantia 4. diam. Ann.: Tempus periodicum 15. dier. 22. hor. 41'. 14".

Quinti distantia 12. diam. Ann.: Tempus periodicum 79. dier. 7. hor. 48'. 00".

De motu horum, ut & Jovialium Satellitum, circa axes, nil certi hoc usque ex observationibus Astronomicis determinari potest,

Si ad distantias & Tempora periodica Planetarum attendamus, hanc regulam in nostro Systemate, ubicunque plurimæ corpora circa idem punctum revolvuntur, id est, *circa Solem, Saturnum, & Jovem*, obtinere vide mus; *Quadrata Temporum periodicorum esse inter se, ut cubos distantiarum mediарum à centro.*

Dimensionum ipsorum corporum, in nostro Systemate, ideam damus in schémate, in quo omnes Planetæ primarii, ut & Saturni annulus, secundum dimensiones suas, delineantur. Sol, cuius magnitudo omnes alias

360 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ
excedit, repræsentatur circulo, cuius diameter æqualis est linea A.B.

Hæ dimensiones satis exactè proportiones corporum inter se exhibent, si Tellurem excipiamus, quæ, ex ratione jam tradita (1312.), cum cæteris corporibus ita conferri non potest, ut de errore dubium nullum supersit.

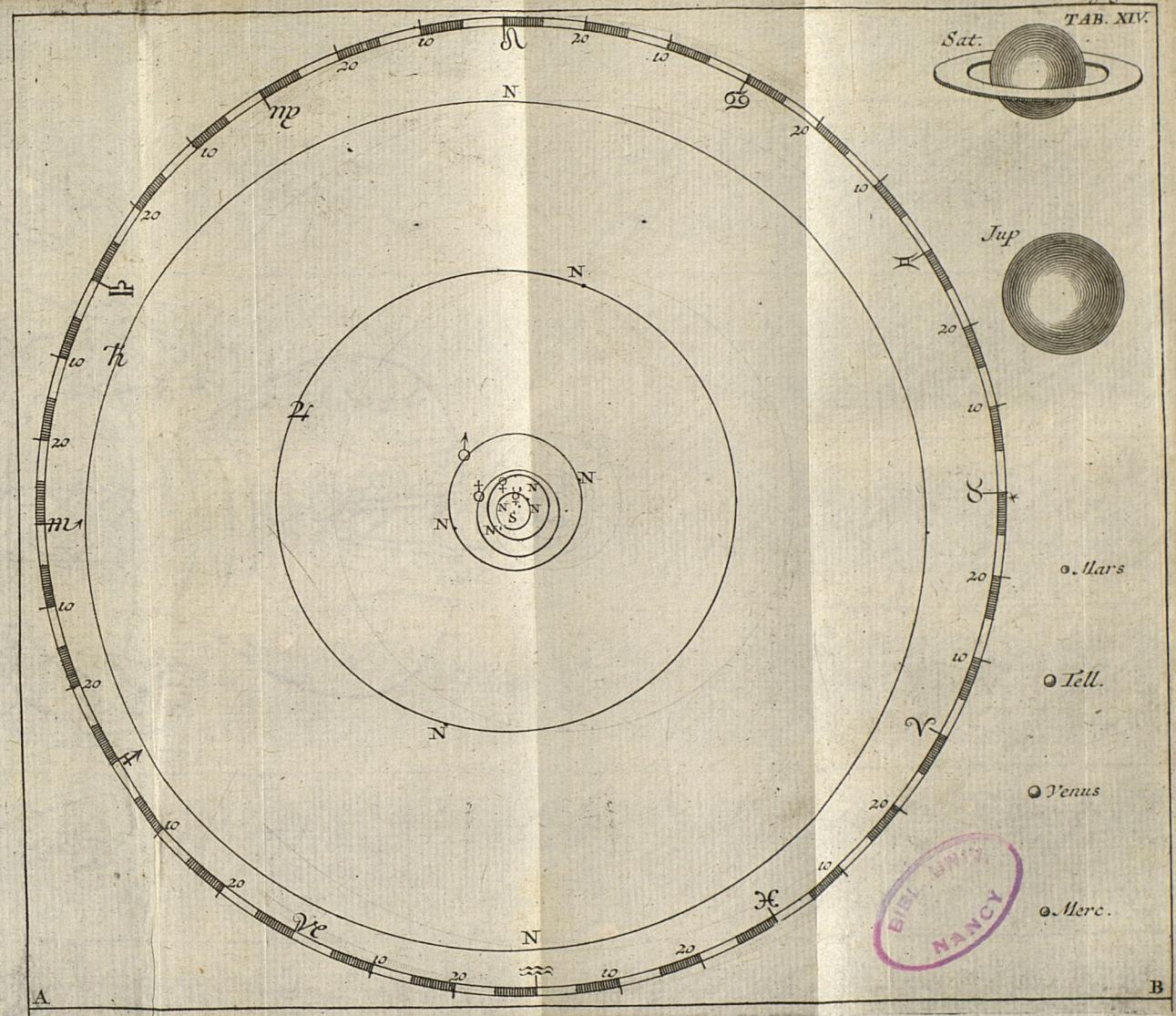
¶333. *Mensuratur tamen Telluris diameter, & est 3386897. perticarum, quarum singulæ continent 12. pedes Rhenolandicos; sed licet inter se, & cum Solis diametro, conferantur cæterorum Planetarum diametri, quot pedes hæ contineant exactè, nisi post, in tempore opportuno, instituendas observationes, determinari non poterit.*

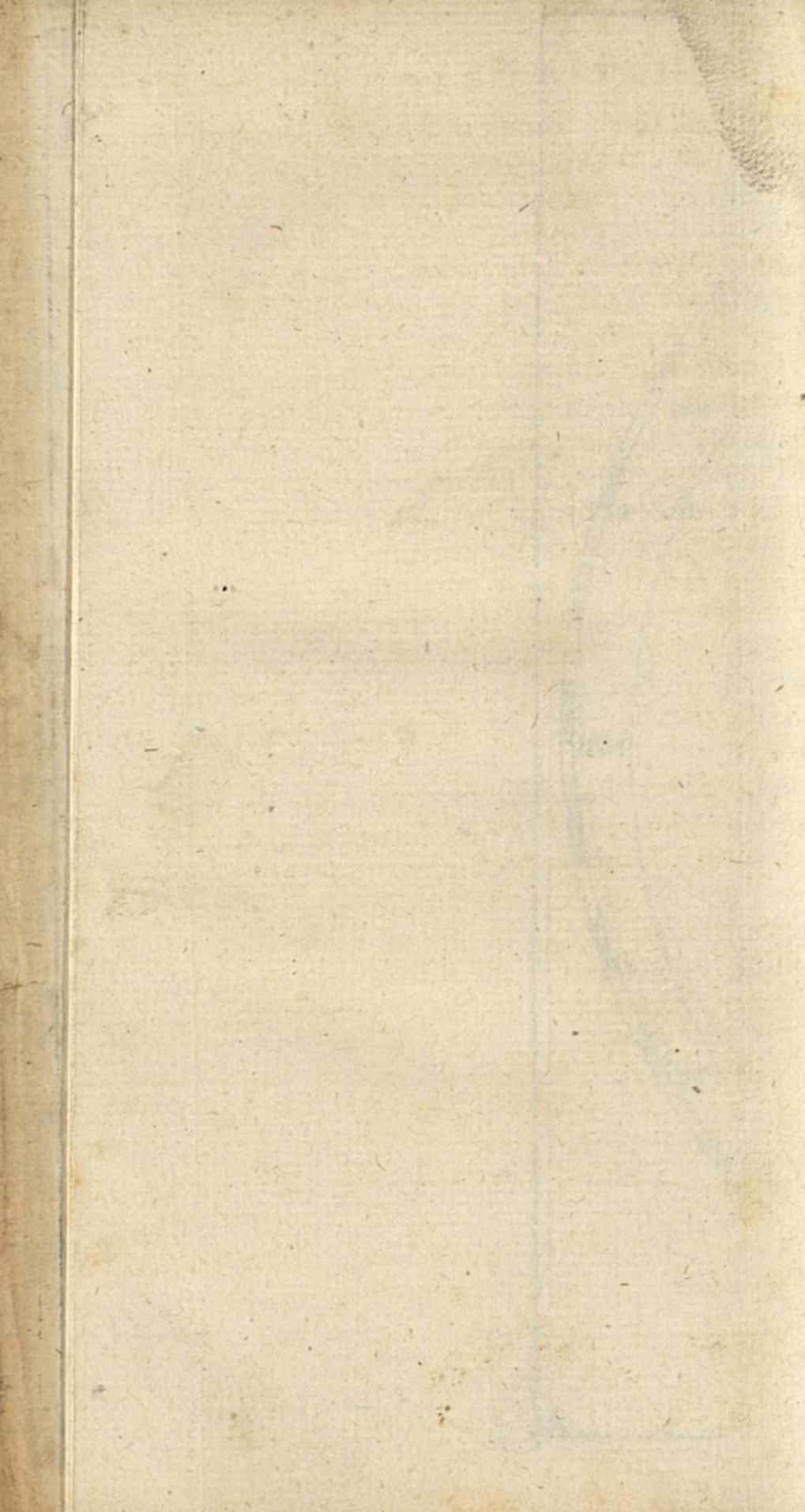
1334. *Inter corpora, Systema Planetarium componentia, sola Luna cum Tellure confertur; hujus diameter est ad Lunæ diametrum, ut 73. ad 20.*

¶335. *Planetæ secundarii reliqui ab Astronomis non mensurantur, quosdam tamen magnitudine Tellurem excedere, in dubium vix vocari potest.*

Præter corpora huc usque memorata, in Systemate planetario, quædam alia per tempus videntur, quæ ad Solem accedunt, deinde ab hoc recedunt, & invisibilia fiunt; Cometae dicuntur. Hi plerumque caudati apparent, & cauda semper à Sole aversa datur. In motu suo describunt areas, lineis ad centrum Solis ductis, temporibus proportionales, ut de Planetis dictum (1301. 1323.).

¶338. *Circa Cometas probabile est, illos in orbitis ellipticis adynqđum excentricis moveri; ita ut in-*





invisibiles sint, quando à Sole remotiorem orbitæ partem occupant, quod ex quorundam periodis satis regularibus deducitur; & ex observationibus constat, *quosdam portiones Ellipsum valde excentricarum, in quarum foco centrum Solis erat, in motu suo descripsisse.*

1339. Quam huc usque ideam Systematis Planetarii dedi, Astronomicis nititur observationibus; &, de huc usque dictis, nulla lis est inter Astronomos, si excipiamus, quæ lineam ellipticam & motum Telluris spectant.

Quidam Planetarum orbitas non esse ellipticas, sed illos, in motu, aliam ovalem describere contendunt. Ex observationibus Tychoonis Brahe deduxit Keplerus; lineas has esse ellipticas; & curvas alias à Planetis non posse describi, in parte sequenti videbimus.

Qui Tellurem quiescere contendunt, nullo Astronomico aut Physico nituntur arguento; id est, ex Phœnomenis non ratiocinantur: neglectâ Systematis simplicitate, & in hoc motuum analogiâ, sententiam suam observationibus non contrariari defendunt; in quo & illos errare, in parte sequenti videbimus,

C A P U T II.

De Motu apparenti.

Qui, lecto capite præcedenti, cœlum intuebitur, illud se, quod ibi exponitur,

Systema contemplari vix credet; & exactior motuum cœlestium consideratio dubium au-
1340, gebit. Nil mirum, *in Cœlis præter falsas mo-*
tuum apparentias vix quicquam observamus.

Variis motibus agitatus spectator, qui se quiescere cogitat, & intuetur corpora, circa quorum distantiam & magnitudinem falsa fert judicia, vulgaris est cœlorum contemplator. Per multa sœcula verum Mundi Systema, cœlum etiam exactius observantes, latuit.

1341. Explicandum autem nobis est, quomodo omnia, quæ circa corpora cœlestia observan-
tur, respectu spectatoris in Tellure, 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.

Motum verum nulla arte à nobis observari posse, extra omne dubium est; solus motus relativus sub sensus 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?

1342. *Motus relativus ab apparenti distinguendus est;* hic enim est mutatio visa in situ corpo-
rum, & pendet à mutatione in picturâ in fun-
do oculi; nam objecta illam inter se relatio-
nem apparentem habent, quæ datur in oculo
inter objectorum repræsentationes; videntur enim ut in oculo depinguntur (999.) ; & mu-
tatio in hac picturâ, ex corporum motu, ferè
semper differt cum mutatione relationis inter
ipsa corpora; ut ex picturæ formatione sequi-
tur.

Cælum nihil est præter spatum immensum, 1343.
quod videri non potest, & nigrum appareret
(1154.) , nisi continuo Radii luminis innume-
ri, à corporibus cœlestibus manantes Atmo-
sphærā penetrarent. Plerique per rectas li-
neas ab illis corporibus ad nos perveniunt,
multi tamen in Atmosphærā varias patiuntur
reflexiones & totam Atmosphærā illuminan-
t; inde de die, etiam absque nubium re-
flexione, corpora illustrantur, ad quæ Radij
solares directè pervenire nequeunt.

Radii hi sunt heterogenei, & quidem albi; nam
corpora dantur hisce Radiis illustrata, quæ alba
apparent; & quæ ita illustrantur, per prismata vi-
sa, ad extremitates coloribus tinguntur; quod in
colore homogeneo non obtinet (1200.), etiam
circulus chartæ albæ, diametri semi pol-
licis, panno nigro superimpositus, si hisce
Radiis illuminetur, per prisma oblongus ap-
paret, & iidem colores, qui in Radiis solari-
bus observantur (1177.), eodem modo hic vi-
dentur; quæ omnia minimè obtinerent, si
aér, ut à plurimis statuitur, foret liquidum
cœruleum, id est, per quod soli Radii cœrul-
ei, saltē maximâ copiâ, transeunt.

Dum Cælum nigrum intuemur, Radii albi 1344.
memorati oculos intrant, unde color cœruleus
cælorum oritur.

Quia adsueti sumus colorem videre, ubi ob-
jectum datur coloratum, etiam ad objectum
refertur color Cælorum; cùm autem hic om-
nes partes versus æqualiter observetur, con-
cipimus superficiem cavam sphæricam, in cuius 1345.
centro ipsi positi sumus; superficiem hanc ut ope-
cam,

cam, ideoque ultra omnia corpora nobis visibilia remotam, imaginamur.

Quando inter planum & oculum datur Corpus, de cuius distantia judicium ferre non possumus, plano applicatum nobis apparet corpus, quæcunque 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.

¶ 346. Inde etiam *omnia corpora cœlestia*, (quorum minimè à nobis distans, Luna nempè, ita removetur, ut judicium de distantia non detur (1918.),) ad sphæram *imaginariam*, memoratam, referuntur; & *omnia æque remota apparent*; & *in superficie sphæræ cavæ moveri videntur*. Sic Luna inter stellas fixas concipiatur, licet illius distantia vix rationem sensibilem habeat ad Saturni distantiam, quæ ipsa evanescit collata cum immensâ stellarum fixarum remotione. Non mirum est igitur, si de magnitudine corporum cœlestium & cœlorum immensitate nil noscat vulgus.

Deducimus ex dictis, quomodo ex dato motu corporis cujuscunque, & noto motu Telluris, motus apparens determinetur.

Sphæram diximus concipi ultra stellas fixas in cuius centro datur spectator (1345.): orbita Telluris adeò est exigua respectu diametri hujus sphæræ, ut ex translato cum Tellure, spectatore, centrum sphæræ sensibiliter non mutetur; Quare *in omnibus superficieis Telluris punctis, & in tempore quoquecumque, eandem Terricolæ imaginantur sphæram, ad quam*

corpora cœlestia referunt; & quam, in sequentibus, nominabimus sphærarum stellarum fixarum.

Hisce positis, si per Tellurem, & corpus, 1348. linea concipiamus, quæ ultra corpus continua-
ta sphærarum memoratam secat, habemus punctum,
ad quod corpus memoratum refertur, & quod
est locus apprens corporis.

Dum corpus, aut Tellus, aut ambo, mo-
ventur, agitatur hæc linea, & motus apprens 1349.
est linea, quam inter stellas fixas describit, ex-
tremitas linea memoratæ, transeuntis per Tel-
lurem & corpus, cuius motus apprens obser-
vatur.

Idcirco eadem apparentiæ ex translatâ Tel- 1350.
lure sequuntur, quæ ex translato corpore, aut
motu amborum deduci possunt.

Si autem Corpus & Tellus ita moveantur, 1351.
ut linea, quæ per hæc corpora transit, motu pa-
rallelo feratur, corpus inter stellas fixas quiesce-
re videbitur; quia spatium, in hoc casu, ab
extremitate linea inter stellas percursum, non
superat spatium à Tellure percursum; linea
autem æqualis toti spatio, quod à Tellure po-
test percurri, ad distantiam stellarum fixarum
remota, nobis sensibilis non est.

Ex motu Telluris circa axem etiam datur mo- 1352.
tus apprens, qui suo tempore, ex fundamen-
tis in hoc capite positis, facile deducetur.

Motum apparentem à relativo differre, &
ex motu spectatoris variari, navigantes quo-
tidie experiuntur.

C A P U T III.

De Phænomenis Solis ex motu Telluris in orbitâ

TAB. XV. **S**it Sol in S; Tellus in orbitâ suâ in T; r s
 fig. 1. sphæra stellarum fixarum; locus apparentis
 1353. Solis est s (1348.). *Dum Tellus in orbitâ transfertur à T in t; Sol moveri videtur, & percurrere arcum sr (1349), qui mensurat angulum r S s, æqualem angulo T St, ita, ut celeritas motus apparentis Solis pendeat, à celeritate motus angularis Telluris, respe-
 tu centri Solis; qui motus ex dupli causa crescit; ex imminutâ distantiâ à Sole, & ex auctâ celeritate Telluris: quæ ambæ causæ 1354. semper concurrunt (1301.); quare motus appa-
 1355. rentis Solis inæqualitas sensibilis est: In integrâ Telluris revolutione, etiam integrum circulum Sol percurrere videtur.*

DEFINITIO I.

1356. *Via hæc apparentis Solis Linea Ecliptica vocatur. Est sectio sphæræ stellarum fixarum cum plano Eclipticæ, ad hanc sphærâ usque continuato.*

Dividitur hæc via in duodecim partes æqua-
 les, quæ singulæ continent 30. gr.; partes hæ
 vocantur Signa, & nominibus dantur. ; A-
 ries $\text{\texttt{A}}$, Taurus $\text{\texttt{T}}$, Gemini $\text{\texttt{G}}$, Cancer $\text{\texttt{C}}$,
 Leo $\text{\texttt{L}}$, Virgo $\text{\texttt{V}}$, Libra $\text{\texttt{L}}$, Scorpius $\text{\texttt{S}}$,
 Sagittarius $\text{\texttt{S}}$, Capricornus $\text{\texttt{C}}$, Aquarius $\text{\texttt{A}}$,

Pisces &c. Unde hæc partes nomina mutuatae
sint, ubi de stellis fixis acturi sumus, videbi-
mus.

*Diutius in percurrentis sex signis primis hæ- 1357.
ret Sol, quam in sex posterioribus, daturque
differentia novem dierum.*

Licet circulus nullum habeat principium aut 1358.
finem, ubi tamen in hoc puncta varia deter-
minanda sunt, quoddam punctum pro prin-
cipio habendum est; hoc, in linea Eclipticâ
est primum punctum Arietis; quomodo deter-
minetur, in sequentibus videbimus. Non est
fixum inter stellas fixas; idcirco orbitæ Pla- 1359.
netarum, quæ adeò parum mutantur, ut pro
immutabilibus haberri possint (1287.), non eun-
dem respectu hujus puncti situm servant.

DEFINITIO 2

*Distantia Solis à primo punto Arietis, in 1360.
consequentâ mensurata, dicitur Solis Longitu-
do.*

*Longitudines cæterorum corporum cœlestium, 1361.
eodem modo in Eclipticâ mensurantur. Ad quam
referuntur, si circulus major per corpus conci-
piatur perpendicularis ad Eclipticam; punctum
enim, in quo hæc ab illo circulo secatur, de-
terminat corporis longitudinem.*

DEFINITIO 3.

*Distantia corporis cœlestis à linea Eclipticâ, 1362.
vocatur illius Latitudo. Est arcus circuli ma-
joris, ad Eclipticam perpendicularis, inter cor-
pus & Eclipticam interceptus.*

DEFINITIO 4.

*Si in centro sphæræ stellarum fixarum, ad 1363.
pla-*

planum Eclipticæ, concipiamus lineam perpendicularē, puncta, in quibus hæc memoratant sphærām secat, vocantur Poli Eclipticæ.

DEFINITIO 5.

1364. Zodiacus est Zona, quæ concipitur in cœlis, quam in duas partes æquales secat linea Ecliptica, & quæ ab utraque parte terminatur circulo linea Eclipticæ parallelo, & ab hac octo gradibus distant. Propter exiguam orbium Planetarum, ut & Lunæ, inclinationem ad planum Eclipticæ, nunquam extra Zodiacum, corpora ulla Systematis Planetarii apparent.

DEFINITIO 6.

1366. Inter hæc, quæ eandem habent Longitudinem dicuntur in Conjunctione.

DEFINITIO 7.

1367. In Oppositione dicuntur, quorum Longitudines differunt 180. gr.

CAPUT IV.

De Phænomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris, motibus in orbitis suis.

1368. TAB. XV. **S**it S Sol; A V B v orbita Planetæ inferioris. Tellus in orbitâ suâ T; a v b portio sphæræ stellarum fixarum; Locus apparet Solis est v (1348.).

Si ex Tellure, ad orbitam Planetæ, ducantur tangentes T A a, T B b, clarè patet, nunquam ad majorem distantiam, quam v a aut b à Sole, in motu apparenti, removeri Pla-

ne.

netam; & hunc illum, in motu apparenti circa Tellurem, quasi comitari.

DEFINITIO I.

Distantia apparet Planete à Sole, dicitur 1369. illius Elongatio. v a aut v b est Elongatio ma- 1370. *xima: hæc ex duabus causis variat; quia nem- pè & Tellus & Planeta in lineis ellipticis re- volvuntur (1287.).*

Planeta, citius quam Tellus, revolutio- 1371. *nem peragit (1305.); ideo in motu suo, inter Tellurem & Solem transit, & deinde ultra So- lem respectu Telluris movetur: ita, ut duobus modis cum Sole in conjunctione sit, nunquam autem in oppositione.*

Ut ideam habeamus motus apparentis Planete, concipere debemus, cum Tellure moveri lineas T B b, T S v, T A a; ita ut puncta A, V, B, & v, dum Tellus revolutionem peragit, orbitam Planete circumrotentur; Planeta verò, qui celerius revolvitur, per hæc puncta successivè iterum atque iterum transit.

Dum ab V in D in orbitâ fertur, inter fi- 1372. *xas ab v, d versus moveri videtur; in hoc ca- su, motus apparet in antecedentiâ & Pla- netæ est retrogradus. In D stationarius dici-* 1373. *tur; quia per aliquod tempus; in eodem loco, inter stellas fixas apparet: hoc obtinet, ubi Planetæ orbita, in loco, in quo Planeta ver- satur, ad orbitam Telluris, in loco in quo hæc datur, ita inclinatur, ut ductâ lineâ t d lineæ T D parallelâ, & parum ab hac di- stanti, D d sit ad T t, ut Planetæ celeritas, in orbitâ, ad Telluris celeritatem; hæc linea-*

Iæ eodem tempore percurruntur (58.) ; & linea , quæ per Tellurem & Planetam ducitur, motu parallelo fertur , quo locus Planetæ apparens non mutatur (1351.).

Inter *d* & *B* magis ad orbitam Telluris inclinatur Planetæ orbita , quare extremitas linea transeuntis per Tellurem & Planetam,

- 1374.** licet Planeta celerius Tellure moveatur , in consequentiâ fertur ; quam partem *etiam* versus dirigitur motus apparens Planetæ (1349.). Cùm tamen motus apparens solis motum apparentem Planetæ superet , elongatio augetur , quæ posito Planetâ in *B* est maxima. Dum arcum *Bv* Planeta percurrit in consequentiâ etiam est motus apparens , & motum Solis apparentem superat , ad quem accedit , & transgreditur , ab hoc recedendo , donec pervenit ad *A*. Inter *A* & *E* motus in consequentiâ continuatur ; sed Sol , cuius motus apparens in hoc casu velocior est , ut de arcu *dB* explicatum , ad Planetam accedit , & minuitur elongatio. In *E*, eodem modo ac in *D*,

- 1375.** stationarius est *Planeta* , inter *E* & *V* iterum retrogradus est.

Planetæ orbita ad planum Eclipticæ inclinatur (1296. 1297.) , ideo non in linea Eclipticâ moveri videtur , sed nunc minus nunc magis ab hac distat , & in curva irregulari ferri videtur , quæ interdum Eclipticam secat.

- TAB. XV.** Sit *NVN* orbita Planetæ ; cuius nodi *N*,
fig. 3. *N* ; sit *S* Sol ; *T t* Telluris orbita in plano Eclipticæ ; *Tellus T* , *Planeta V*. Si *V A* concipiatur per Planetam ad planum Eclipticæ perpendicularis , angulus *VTA* , aut potius arcus

arcus qui hunc mensurat, est latitudo Planetæ (1362.) : vocatur hæc latitudo Geocentrica, ut distinguiatur à latitudine Planetæ & Sole visi, quæ Heliocentrica dicitur, & est in hoc casu angulus V S A ; de illa hic agitur, Phænomena ex Tellure visa examinamus.

Quando Planeta est in Nodo, in linea Ecli- 1376. pticâ apparet, & curva, à Planetâ motu ap- parenti in Zodiaco descripta, secat lineam Eclipticam; recedendo à Nodo augetur Plane- 1377. ta latitudo, quæ etiam pro Telluris situ varia- tur; sic manente Planetâ in V, major est latitudo si Tellus sit in T, quām si foret in t. Si, manente Tellure, Planetam ex V ad v translatum concipiamus, ex dupli causa an- gulus v T B minor erit angulo V T A , ex accessu Planetæ ad nodum, & ex recessu spe- ctatoris.

Si nunc consideremus Tellurem & Planetam continuò moveri, facile concipiems mutari omnibus momentis latitudinem ex utraque causâ. Hæc interdum contrariè agunt, interduim, in augendâ aut minuendâ latitudine, conspirant; unde necessariò oritur motus apparens in curvâ irregulari, ut ante dictum, quæ Eclipticam secat, quoties nodos transgre- ditur Planeta, id est, bis in singulis hujus re- volutionibus; curva etiam hæc, ab utraque parte, non ultra certos limites in Zodiaco ab Eclipticâ recedit.

Telescopio etiam deteguntur Phænomena notabilia Planetarum inferiorum, quæ ab ho- rum opacitate pendent.

Sit S. Sol; T Tellus; A, B, C, v, D, E, F, V, TAB. XV,
A a 2 Pla- fig. 4.

Planeta inferior , Venus ex. gr. , in orbitâ. Hic mutuato à Sole lumine lucet , & hemisphærium Soli obversum tantum illuminatur , hemisphærium alterum invisibile est : Idcirco sola pars hemisphærii illuminati , quæ Telluri obvertitur , ex hac videri potest ; in V Planeta videri non potest , in v rotundus apparet , nisi Radii solares impedirent quo minus videatur.

378. Ex v progrediendo , *Planeta continuò decrescit* , in D habet figuram d , in e & f delineatur , ut in E & F appareat , ulteriusque decrescit , donec evanescat in V ; *deinde iterum crescit successivè mutando figuram* , donec totum hemisphærium illuminatum Tellurem versus dirigatur.

379. *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 , propriè loquendo , Planetam non videmus , sed ubi radios solares intercipiat discernimus.

380. *Quo minus à Tellure distat Planeta* , eo major appareat (1019.) , & magis lucidus , sed dum ad Tellurem accedit , pars lucida visibilis minuitur , ita ut ex unâ causâ crescat lumen , ex aliâ minuatur ; *daturque distantia quadam media* , *ad quam lux reflexa est maxima*.

CAPUT V.

De Phænomenis Planetarum superiorum, ex horum & Telluris Motibus in Orbitis suis.

In multis, cum explicatis circa Planetas inferiores, coincidunt superiorum motus parentes, in multis differunt. Non semper hi ^{1381.} Solem comitantur, sed s^epe in oppositione observantur; in motu tamen, ut de inferioribus dictum, non semper in consequentiâ ferri videntur, ^{1382.} sed s^epe stationarii, s^epe retrogradi sunt.

Sit M Planeta superior, ex. gr. Mars, in ^{1383.} orbitâ; A T H B orbita Telluris. Tempus <sup>TAB. XV
fig. 5.</sup> periodicum Telluris brevius est tempore periodico Martis (1305.) ; ideo inter hunc & Solem in motu suo transit Tellus, in quo casu Planeta in F, inter stellas fixas Soli oppositus, apparet. Per M ducantur lineæ BM, AM, orbitam Telluris tangentes, quæ continuatæ in G & D in sphærâ stellarum fixarum pertingunt. Concipiamus, dum Planeta in orbitâ transfertur, lineas has etiam moveri, ita ut puncta A & B, in quibus lineæ per Planetam transeuntes orbitam Telluris tangunt, in tempore periodico Planetæ revolutionem peragant. Cùm autem Tellus celerius revolvatur, per puncta A & B in motu suo transit. In hoc motu ultra FD & FG à loco Planetæ e Sole viso non removetur locus apprens è Tellure. Sit in hujus orbitâ

Aa 3 pun-

punctum T tale, ut ductâ lineâ t m parallela lineæ T M, T t sit ad M m, ut Telluris celeritas ad Planetæ celeritatem; in quo casu hæ lineolæ eodem tempore percurruntur (58.); interea quiescere videtur Planeta (1351.), & stationarius dicitur. Eodem modo stationarius est, positâ Tellure in H. In motu Telluris inter T & H, Planeta ab E per F in antecedentiâ moveri videtur & retrogradus dicitur, dum reliquam orbitæ suæ partem percurrit Tellus, directus est Planeta.

1384. Phænomena circa latitudinem similia sunt iis, quæ explicata sunt respectu Planetarum inferiorum (1375.).

1385. Jupiter & Saturnus ad magnam distantiam Telluris orbitam cingunt, quare ubique ferè tota illorum hemisphæria, quæ à Sole illuminantur, è Tellure visibilia sunt; ideo semper rotundi apparent hi Planetæ.

1386. Quia minus distat Mars, paululum gibbosus apparet, inter conjunctionem & oppositionem cum Sole.

C A P U T VI.

De Phænomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis. Ubi de Eclipsibus Solis & Lunæ.

1387. Satellites Jovis & Saturni semper in motu primarios suos comitantur, & nunquam ultra certos limites, qui ex horum, à Primariis, stan-

stantiis facilè determinantur, ab utraque parte recedere videntur; alternisque vicibus in antecedentiâ & inconsequentia feruntur. Aliquando omnes ad eandem partem Primarii dantur, aliquando inter ipsos Primarius observatur; omnes semper aut in eâdem lineâ rectâ 1388. disponuntur, aut parum ab hac distant. Quæ omnia ex motu circa Primarios, in planis exiguo inter se, & cum plano Eclipticæ, angulos efficientibus, facile deducuntur.

Non omnes Saturni aut Jovis Satellites semper simul visibles sunt. Quando inter Primarium & Tellurem dantur ab ipso Primario distingui non possunt; aliquando à Primario obteguntur, sæpe in umbram Primarii immunguntur.

DEFINITIONE I.

Talis in umbram immersio dicitur Satelliti Eclipsis. 1390.

Sit S Sol; Tt Telluris orbita, I Jupiter; TAB.XVI.
M m orbita secundarii Jovialis. Dum ab M ^{fig. 1.} ad m movetur secundarius, Eclipse patitur; & à Sole non illuminatus invisibilis est. Positâ Tellure T versus, immersio in umbram facile observatur, emersio contra magis sensibilis est, posita Tellure in t.

Inter Saturni comites annulum dari diximus 1391.
(1320.); circa quem notandum, illum nunquam aspectatore in Tellure nisi parum latiorem vide ri, quam in Tab. XIV. representatur: & aliquando invisibilem esse; quando nempe planetum annuli continuatum per Tellurem transit; annuli enim crassities sensibilis non est. Etiam non videtur annulus, quando hujus

planum continuatum , inter Solem & Tellurem transit ; tunc enim superficies annuli illuminata à Tellure avertitur : in utroque casu Saturnus rotundus apparet , in ultimo tamen , ex Radiis ab annulo interceptis , fascia nigra in Planetæ superficie observatur , similis illi , quæ ab umbrâ annuli pendet.

Telluris Satellitis , Lunæ nempe , Phænomena nostri respectu notabiliora sunt , & peculiariter explicanda.

1392. *Sæpiissimè Soli conjungitur , totiesque huic opponitur , non tamen in singulis revolutionibus Lunæ in orbitâ ; nam dum Luna post revolutionem integrum 27. dier. 7. hor. iterum redit ad locum inter stellas fixas , in quo cum Sole fuit conjuncta , Sol ex hoc loco recessit , & ab hoc circiter distat 27. gr. (1317. 1393. 1353. 1355.) ; itaque conjunctiones vicinæ distant viginti novem diebus cum semisse.*

DEFINITIO 2.

1394. *Mensis Lunaris periodicus , est tempus revolutionis Lunæ in orbitâ .*

DEFINITIO 3.

1395. *Mensis Lunaris Synodicus , seu Lunatio , est tempus , quod Luna impendit inter conjunctiones cum Sole proximas .*

1396. *Invisibilis est Luna in conjunctione cum So-*
TAB.XVI.
fig. 2. *le ; quia hemisphærium illuminatum à Tellure avertitur. Sit Tellus T ; Luna in N*

inter Solem & Tellurem ; hemisphærium illuminatum erit mli , quod in Tellure videri

1397. *Dum Luna , in orbitâ , à conjunctione ad oppositum , fertur , pars illuminata , quæ semper Solem versus dirigitur , con-*
tinu-

tinuò magis ac magis spectatoribus in Tellure
visibilis est ; & in punctis A, B, C, successivè
figuras a, b, c, acquirit Luna. In P, in opposi- 1398.
tione cum Sole, rotunda apparet ; deinde per
D, E, F, transverso decrevit, ut in d, e, f, re-
præsentatur.

DEFINITIO 4.

*Conjunctione Lunæ cum Sole vocatur Novilu- 1399.
nium.*

Post conjunctionem Luna quasi renasci vi-
detur.

DEFINITIO 5.

*Oppositio Lunæ cum Sole vocatur Plenilu- 1400.
nium ; quia Luna pleno orbe lucida apparet.*

DEFINITIO 6.

*Nomine communī oppositio & conjunctione Sa- 1401.
tellitis cum Sole vocantur Syzygiæ.*

In A & F pars Lunæ obscura, Radiis à 1402.
Tellure reflexis, paululum illuminatur ; ideo
videtur à spectatore cui Sol visibilis non est,
id est, in primo casu post occasum Solis, in
secundo ante hujus ortum.

DEFINITIO 7.

*Quando Solis lumen à Lunâ intercipitur ita 1403.
ut in totum, aut pro parte, respectu spectatoris
cujuscunque in Tellure, Sol obtegatur, Sol di-
citur Eclipsin pati.*

Propriè loquendo, hæc est Eclipsis Tellu-
ris, in cuius superficiem cadit Lunæ umbra
aut penumbra.

DEFINITIO 8.

*Lunæ Eclipsis est obscuratio Lunæ ex umbrâ 1404.
Telluris.*

Nunquam Solis Eclipsis observatur, nisi quan- 1405.

do Novilunium celebratur.

1406. *Nunquam Luna deliquum patitur, nisi in Plenilunio.*

1407. *Non tamen in singulis Syzygiis Luminaria deficiunt; quia Luna non in Plano Eclipticæ movetur (1326.), in quo semper dantur Sol & Tellus; quare, propter latitudinem Lunæ, hujus umbra, in Novilunio, sœpe Tellurem non tangit, & ipsa, in Plenilunio, ad latus umbræ Telluris transit.*

1408. *Quando autem Lunæ latitudo aut nulla aut exigua est, id est, quando in Nodo; aut propè hunc, versatur Luna in Syzygiis, Eclipsiis observatur; in hoc casu in Eclipticâ, aut parum ab hac distans, apparet Luna; & inde nomen suum habet hæc linea.*

TAB.XVI. Ut quæ Lunæ Eclipsin spectant clarius p-
fig. 3. teant, sit Lunæ semita O O; planum Ecli-
pticæ R R; in hoc semper datur centrum um-
bræ Telluris (1297. 1296.); Nodus orbitæ
Lunæ est N.

*Si umbra Telluris sit in A, non obscura-
tur Luna, quæ in F transit.*

1409. *Si minus à Nodo distet Luna in Plenilunio,
ut in G, umbra Telluris datur in B, & Lu-
na pro parte obscuratur; hæc Eclipsiis dicitur
Partialis.*

1410. *Si, positâ umbrâ in D, Plenilunium cele-
bretur, in totum tenebris obtegitur Luna in I;
in L in umbram cadit, in H ex hac exit; &
Eclipsiis dicitur Totalis.*

1411. *Centralis vocatur Eclipsiis, quando centrum
Lunæ transit per centrum Umbræ, quod in ipso
Nodo N tantum obtinet.*

De Telluris umbrâ huc usque locuti sumus; quia, quando de Tellure loquimur, cum hac conjunctam etiam intelligimus Atmosphærā, de qua alibi (618.), *de Atmosphærâ umbrâ propriè agitur in Eclipsibus Lunaribus*; ipsius enim Telluris umbra ad Lunam non pertingit.

Sit T Tellus Atmosphærâ FDGGDF TAB.XVII. circumdata. Radii solares B D, B D, Atmosphærā tangentes, rectâ progrediuntur, & Atmosphæræ umbram terminant, extra quam si Luna detur, immediatè à Radiis Solaribus illuminatur, non verò eodem modo, inter B D & B D, illustratur.

Radii, qui obliquè Atmosphærā intrant, refraktionem patiuntur, 1413. (899.) ; & dum ad Tellurem accedunt, continuò in medium densius atque densius penetrant (632. 627.) ; ideoque omnibus momentis inflectuntur (907.) & per curvas moventur. Sic Radii E F, E F, in curvis F G, F G Tellurem tangentibus, Atmosphærā penetrant. Omne lumen inter E F, E F, à Tellure intercipitur, & Radii G A, G A terminant Telluris umbram.

Lumen autem inter E F & B D, ab Atmosphærâ refractum, dispergitur inter G A & B D continuatas, & ultra A, mucronem umbræ Telluris, lumina ab omnibus partibus confunduntur, sed recedendo à Tellure continuò debiliora sunt: ita ut *Umbra Atmosphæræ* 1414. non sit umbra perfecta, sed *lumen debile*, quo Luna in Eclipsi visibilis est.

Atmosphæræ umbra est conica; quia Solis 1415. diameter Atmosphæræ diametrum, quæ vix à Tel-

à Telluris diametro differt, superat; & conus
hicce *ad Martem non pertingit*, ut ex obser-
vationibus immediatis constat: umbræ autem
diameter, in loco, ubi ab orbitâ Lunæ seca-
tur, à Telluris diametro vix quartâ parte su-
peratur.

Simili ratiocinio, quo probavimus Lunam
in Atmosphæræ umbram cadere, quando in
pleniunio Luna in Nodo, aut propè hunc
datur, probatur Lunæ umbram in Tellurem

- 1416.** cadere *in Novilunio*, quando aut in Nodo aut
prope Nodum Luna versatur, ideoque in hoc
casu Solem Eclipsin pati; circa quam varia
sunt notanda.

TAB.XVI. Sit Sol S; Luna T; cadat hujus umbra in
fig. 4. planum quocunque in GH. Umbra hæc pe-
numbrâ circumdatur; nam ultra L & E pla-
num hoc ab integro Solis Hemisphærio illu-
minatur; ab L accedendo ad H, & ab E ad
G, lumen continuò minuitur, & in viciniis
G & H, Radii, ab exiguae tantum parte su-
perficiei Solis, ad planum pervenient.

DEFINITIO 9.

- 1417.** Lux hæc immuta, qua, ab omni parte,
umbra GH circumdatur, vocatur Penumbra.

- 1418.** Simili penumbrâ Telluris umbra, in Eclipsi
Lunari, circumdatur, sed hæc tantum in vi-
ciniis umbræ sensibilis est, & ideo exiguum ha-

- 1419.** bet latitudinem; integra autem potest observari
à spectatore, posito in Plano, in quod umbra
cadit, qui casus in Eclipsi Soleri extat. Spe-
ctor in I aut F semidiametrum Solis tan-
tum videre potest, reliquum diametri à Lunâ
obtegitur; & ab L progrediendo H versus,

Sol

Sol a Lunâ continuo magis ac magis obtegitur, donec in ipsa umbrâ planè invisi-
bilis sit.

Ex hisce sequitur Solarem dari Eclipsin, li- 1420.
cet Lunæ umbra Tellurem non tangat, si modo penumbra ad hujus superficiem perveniat. Etiam non in omnibus locis, in quibus Sol visibi- 1421.
lis est, Eclipsin observari; & in locis, in qui- 1422.
bus observatur, diversam esse, prout umbra,
aut pars varia penumbræ, per locum transit.

Lunæ Eclipsis verò ubique eadem est, ubi 1423.
Luna, durante Eclipsi, visibilis est.

Quando umbra ipsa Lunæ in Tellurem cadit, 1424.
Totalis dicitur Solis Eclipsis; si penumbra tan-
tum pertingat ad Tellurem, Partialis dicitur,
illudque in genere considerando Eclipsin.

Quantum autem ad loca peculiaria, Totalis 1425.
dicitur, in illis locis in quibus umbra transit;
Centralis in illis, in quibus centrum umbræ
transit, id est, in quibus centrum Lunæ obte-
git Solis centrum; tandem Partialis dicitur,
ubi penumbra tantum transit.

Quo umbra GH latior est, eo in pluribus 1426.
locis Eclipsis totalis est, & diutius Sol in totum
obscuratur. Diversa verò est hæc umbræ la-
titudo, pro variâ Lunæ à Tellure, & hujus
à Sole, distantiâ.

Si Solis Eclipsis detur, positâ Tellure in 1427.
Perihelio, & Lunâ in Apogeo, id est, ad di-
stantiam à Tellure maximam, umbra Lunæ
ad Tellurem non pertingit, & Luna integrum
Solem non obtegit; Annularis talis dicitur Ecli-
psis.

CAPUT VII.

De Phænomenis ex Motu Solis, Planetarynum, & Lunæ, circa Axes.

1428. **S**olis motus circa axem, sensibilis est ex maculis, quæ in Solis superficie sæpiissimè observantur; hæ singulis diebus situm suum & figuram mutari, & nunc celerius nunc tardius ferri, videntur; quæ omnia ex motu superficie sphæricæ facile deducuntur: & Sol, qui, si tali motu non agitaretur, semel tantum in integro anno totam superficiem Telluri successivè obverteret, nunc illam integrum, in minori quam unius mensis spatio, Terricolis videndam præbet.
1429. Similia sunt Phænomena ex rotatione Jovis, Martis, & Veneris, circa axes, qui motus, ex maculis in Planetarum superficiebus, sensibiles sunt.

Dum tellus circa axem rotatur, spectator, qui transfertur, se quiescere, omnia vero corpora cœlestia moveri, imaginatur.

DEFINITIO 1.

1430. Puncta, in sphærâ stellarum fixarum, in quibus axis Telluris, ab utraque parte continuatus, pertingit, vocantur Poli Mundi.

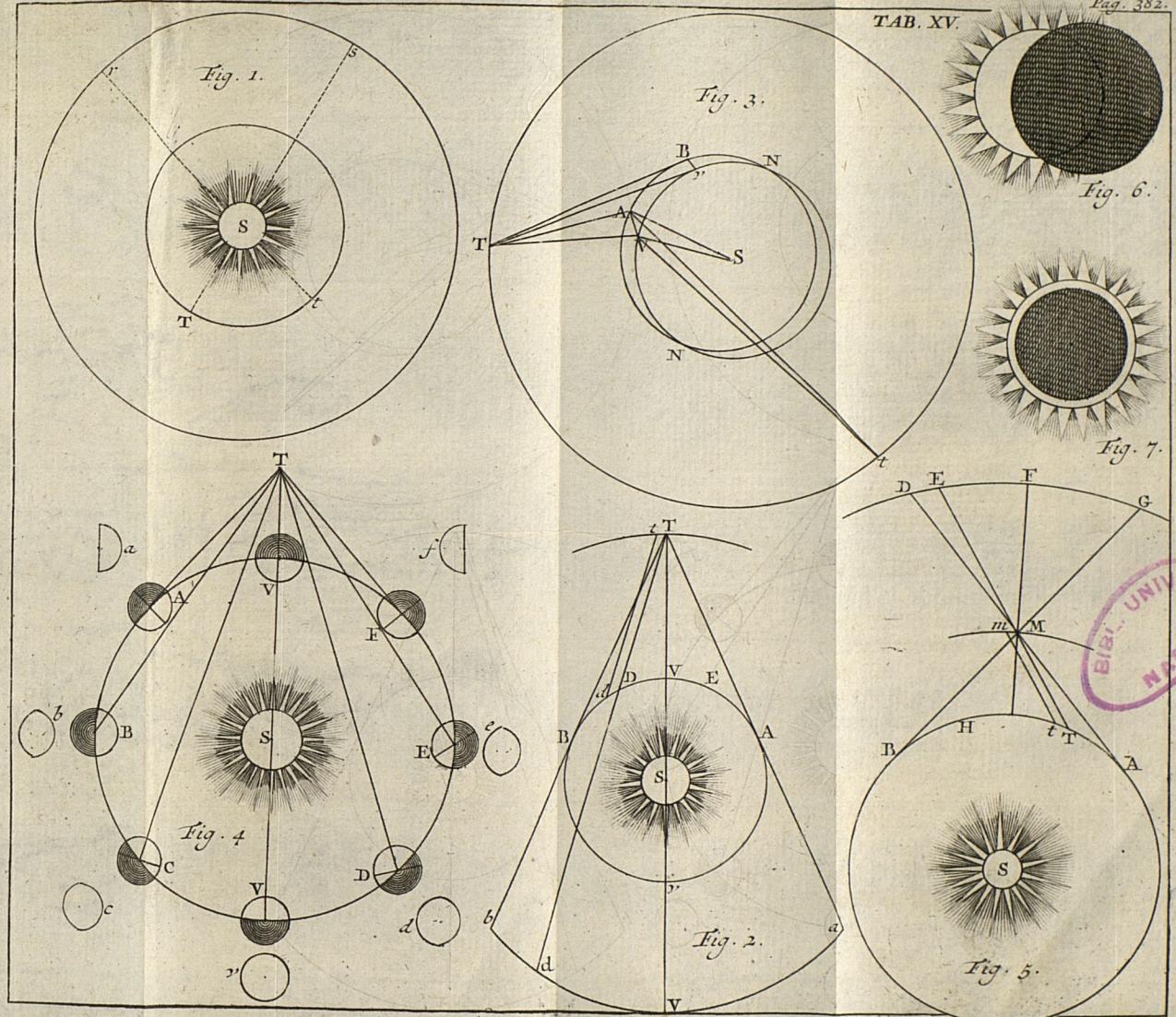
DEFINITIO 2.

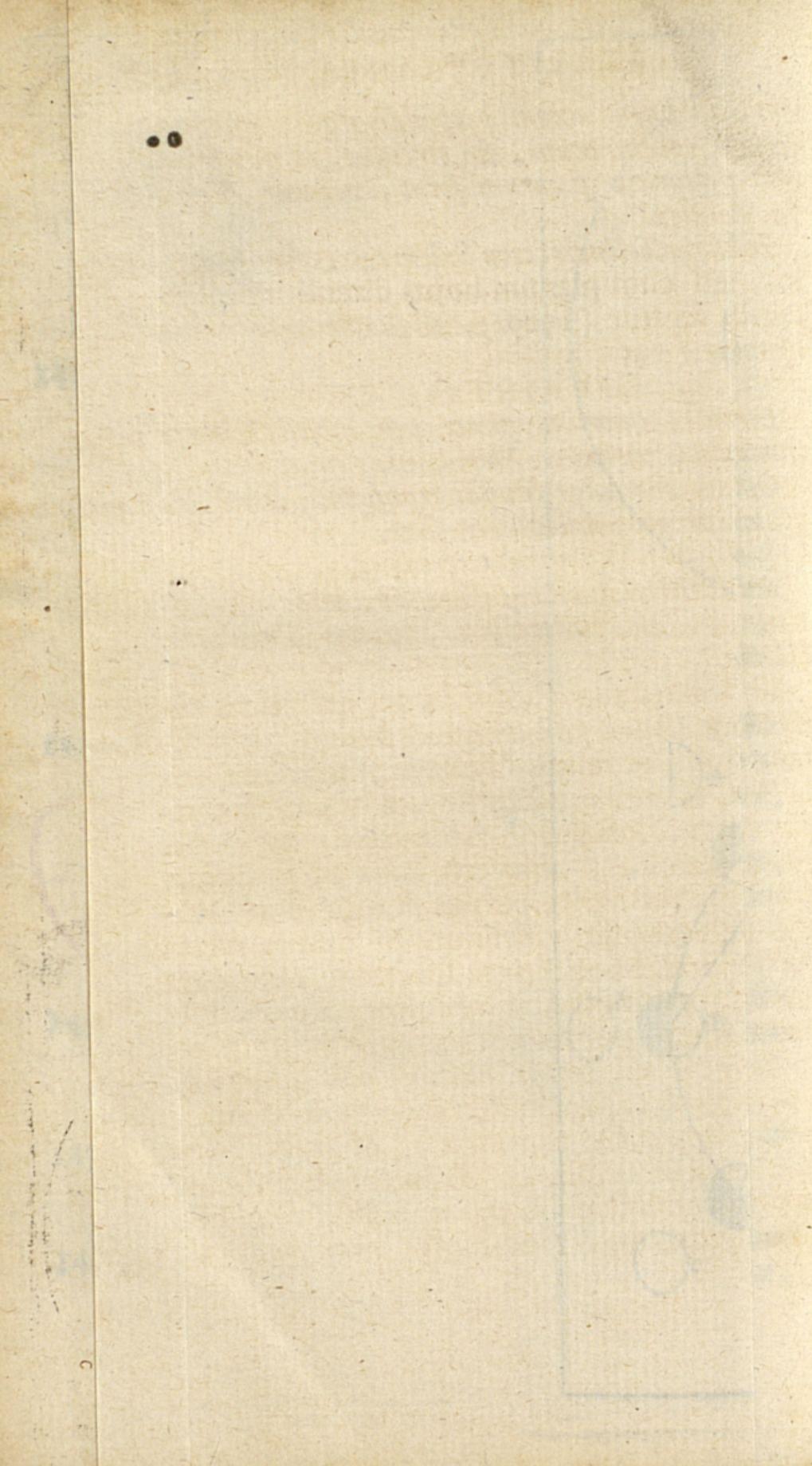
1431. Motus apparenſ, ex motu Telluris circa axem, vocatur Motus diurnus.

DEFINITIO 3.

1432. Concipitur Planum per centrum Telluris transiens,

TAB. XV.





iens, ad hujus axem perpendiculare, quaqua-versum continuatum, & circulus, in quo sphæram stellarum fixarum secat, vocatur *Æquator cœlestis*.

In motu Telluris circa Solem movetur Æquator, 1433. *sed cùm planum hujus circuli motu parallelo feratur (1309.), Æquator cœlestis non mutatur (1351.).*

DEFINITIO 4.

Circuli, quorum plana per axem Telluris 1434. *transcunt, vocantur Meridiani.*

Omnes per polos Mundi transeunt, & ad Äquatorem perpendiculares sunt. 1435.

DEFINITIO 5.

Arcus Meridiani cujuscunque, inter Äquatorem & Sidus interceptus, vocatur Declinatio Sideris. 1436.

Sit, in tellure T, spectator, qui visum dirigit per TA; post aliquod tempus, ubi linea TA, ex 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 integrum 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* 1437. (1431.). 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, 1438. cir-

circa axem Telluris continuatum, rotari videtur, in eo tempore, in quo Tellus revera circa axem rotatur. Motus ergo diurnus communis est omnibus corporibus cœlestibus, nisi quatenus turbatur motibus antea memoratis.

Æquator ab utroque polo æqualiter distat, & dividit cœlum in duo hemisphæria, quorum puncta media sunt Poli, qui ergo à fin-

1439. gulis punctis Æquatoris æqualiter distant; corpora idcirco cœlestia, quæ sunt in Æquatore, motu diurno ipsum Æquatorem describere videntur, circulum omnium maximum, qui 1440. motu diurno describi potest; reliqua corpora circulos Æquatori parallelos describunt.

Axis Telluris ad planum Eclipticæ inclinatur, & efficit angulum 66. gr. 31'. (1317.)

1441. distant idè Poli Mundi, à Polis Eclipticæ, gradibus 23. 29'; & angulum 23. gr. 29'. cum

plano Eclipticæ format planum Æquatoris. Planum utrumque per Telluris centrum transit, cùm autem hoc pro centro sphæræ stellarum fixarum haberi possit (1345. 1347.), sequitur

1442. 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 viâ Solis hisce intersectionibus determinantur (1356.).

1443. Quando Sol est in illis punctis, motu diurno

1444. Æquatorem describere videntur (1349.); dum motu suo apparenti in Eclipticâ transfertur, continuò magis ac magis ab Æquatore recedit, augeturque hujus declinatio, & circulos

de

de die in diem minores describit (1440.); donec ad distantiam maximam ab Æquatore pervenerit, quæ est 23. gr. 29'. (1441.): deinde iterum ad Æquatorem accedit, hunc prætergre- 1445. ditur; etiam 23. gr. 29', ad Polum oppositum accedens.

DEFINITIO 6.

Circuli à Sole motu diurno descripti, ab Æ- 1446. quatore maximè distantes, id est 23. gr. 29',, vocantur Tropici.

Unus tangit Lineam Eclipticam in primo gradu Canceris & dicitur Tropicus Canceris; alter, Tropicus Capricorni nominatus, per pri-
mum punctum signi Capricorni transit, ibique Eclipticam lineam tangit.

DEFINITIO 7.

Polus Mundi Tropico Canceris vicus, voca- 1447. tur Polus Arcticus, & Septentrionalis; oppo-
situs Antarcticus nuncupatur, etiam Australis.

DEFINITIO 8.

Circuli, à Polis Eclipticæ motu diurno de- 1448. scripti, id est, à Polis Mundi 23. gr. 29'. di-
stantes, nominantur Circuli Polares.

Circulus Polaris Arcticus dicitur, qui Po-
lum Arcticum circumdat; a Polo Antartico alter nomen suum mutuatur.

Supereft Lunæ motus circa axem, cuius ef- 1449. fectus est, quod eadem Lunæ facies in perpetuum Telluri obvertatur.

Sit Luna in N, facies Telluri obversa est TAB.XVI.
mni; si Luna circa axem non rotaretur, & fig. 2.
singula puncta per lineas parallelas translata forent, linea *mi* coincideret cum linea *ln* in situ Lunæ in B, & hemisphærium memora-

tum 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.

1450. Axis Lunæ ad planum orbitæ non est perpendicularis, sed paululum ad hoc inclinatur: axis in motu suo circa Tellurem parallelismum servat, ut de Planetis primariis dictum (1309.); idcirco situm suum mutat respectu spectatoris in Tellure, cui nunc unus, deinde alter Lu-

1451. næ Polus visibilis est, unde hæc motu quodam libratorio agitata videtur. Alius etiam in Lunâ observatur motus libratorius; motus circa axem est æquabilis, & in orbitâ celeritate inæquali fertur (1323. 1324.); idcirco versante Lunâ in Perigeo, id est, ad distantiam minimam à Tellure ubi celerrimè in orbitâ movetur (1323.), pars superficiei, quæ, ex motu in orbitâ, Telluri obvertitur, non tota ex motu circa axem avertitur, ideo pars superficiei Lunæ, antea non visa, ad latus detegitur; quæ, ubi Luna pervenit ad Apogaeum, ite- rum invisibilis est.

CAPUT VIII.

*De Phænomenis Telluris Superficiebus,
& peculiares hujus Partes, spe-
ctantibus.*

Phænomena cœlestia, huc usque examinata, explicavimus, Spectatorem considerando agitatum motibus, quibus Tellus reverâ agitatur. Illum nunc superficie Telluris impositum, & per varias hujus partes translatum, consideramus.

Phænomenon primum hic notandum, est *ex interpositâ Tellure, dimidium cœlorum visum 1452. fugere spectatoris, positi in illius superficie.*

DEFINITIO I.

Circulus in cœlis, qui separat partem visibilem ab invisibili, quando Radii, inæqualitatis in Telluris superficie, non intercipiuntur, vocatur Horizon. 1453.

Cùm altitudo, ad quam spectator supra Telluris superficiem possit elevari, admodum exigua sit, relata ad Telluris semidiametrum, oculus spectatoris potest haberi pro posito in ipsâ superficie.

Sit Tellus T; spectator in S; P E p e sphaera stellarum fixarum; si per S concipiatur planum HH Tellurem tangens, erit hoc Hori-zontis planum, cuius sectio cum sphærâ stel-larum fixarum est Horizon. Per centrum Telluris concipitur planum bb, ad HH pa-rallelum; distantia bH insensibilis est, pro-

pter immensam stellarum fixarum distantiam; potest ideo hujus plani sectio cum sphærâ memoratâ pro Horizonte HH usurpari (1351).

DEFINITIO 2.

1454. *Adscensus siderum supra Horizontem, vocatur horum Ortus.*

DEFINITIO 3.

1455. *Descensus infra Horizontem dicitur siderum Occasus.*

DEFINITIO 4.

1456. *Si per centrum Telluris & Spectatorem concipiamus lineam, quæ necessario Horizonti perpendicularis est, inter stellas fixas pertinget in puncto Z, quod vocatur Zenit.*

DEFINITIO 5.

1457. *Punctum, huic oppositum, N vocatur Nadir.*

DEFINITIO 6.

1458. *Sectio plani Meridiani, perspectatorem trans-euntis, cum Horizonte, vocatur Linea Meridiana.*

A Septentrione ad Austrum dirigitur.

DEFINITIO 7.

1459. *Pars cœlorum Orientalis dicitur illa, ad quam corpora supra Horizontem adscendere videmus; & punctum Orientis illud, in quo perpendicularis ad lineam Meridianam, hanc partem versus per spectatorem ducta, sphærām stellarum fixarum secat.*

DEFINITIO 8.

1460. *Punctum huic oppositum vocatur punctum Occidentis, & pars Occidentalis cœlorum Orientali opponitur.*

DEFINITIO 9.

1461. *Amplitudo est arcus Horizontis, inter pun-*
ctum

etum Orientis, aut Occidentis, & punctum, in quo sīdus oritur aut occidit, interceptus. Prima dicitur ortiva, altera occidua: utraque est aut septentrionalis aut meridionalis.

DEFINITIO IO.

Altitudo sideris supra Horizontem, vocatur 1462. arcus circuli perpendicularis ad Horizontem, in cuius centro est spectator, Horizonte & sidere terminatus.

Quando agitur de corporibus remotis, al- 1463. titudo sensibiliter non differt, sive spectator detur in superficie Telluris, sive in hujus centro. Corpora minus distantia altiora apparent posito speciatore in centro.

DEFINITIO II.

Differentia altitudinis sideris, pro diverso 1464. situ spectatoris, in centro, aut in superficie Tel- luris, vocatur Sideris Parallaxis.

Solius Lunæ Parallaxis observationibus deter- 1465. minatur: reliquorum corporum systematis Planetarii distantiae nimiæ sunt, ut cum semidiámetro Telluris conferantur; & Parallaxis pendet à ratione, quam semidiámeter Telluris ad distantiam Planetæ habet; idcirco ipsius Martis, in oppositione cum Sole, Parallaxis 1466. observationes subtilissimas effugit.

Ubi Parallaxis datur, adscensu corporis su- 1467. pra Horizontem minuitur, & in Zenit nulla est.

Altitudo apprens siderum, mutatur etiam ex aliâ causâ, quæ respectu omnium corpo- rum Cœlestium indiscriminatim locum habet.

Ex Atmosphæræ refractione Radii inflectuntur 1468. (1413.), & Sidera altiora apparent (907.); quo 1469.

tamen altiora sunt, eo minor est hæc inflexio
 (917.) ; quia Radii minus obliquè in Atmo-
 sphæræ superficiem incident. In Zenit refrac-
 tio nulla est (912.) ; etiam ad distantiam vi-
 ginti, aut triginta, graduum à Zenit sensibilis
 non est.

1471. Cūm ex hac refractione Sidera eleventur,
 visibilia sunt antequam ad Horizontem perve-
 niunt.

TAB.XVI. Hæc omnia generaliter Telluris superficiem
 fig. 9. spectant, hujus variæ partes nunc sunt ex-
 minandæ : determinantur hæc, referendo ad
 Tellurem varios circulos, quos in cœlis an-
 tea consideravimus ; sic in Tellure considera-
 mus. Äquatorem, Meridianos, Tropicos, cir-
 culos Polares ; quibus circulis eodem modo
 Telluris superficies dividitur, ac, circulis in
 cœlis, sphæra stellarum fixarum : Quare cir-
 culi hi ita sibi mutuo respondent, ut ductâ li-
 neâ ex centro Telluris ad circulum in cœlis,
 hæc per circulum in Tellure transeat. Si poli
 fuerint P, p; Äquator erit E e; Tropici T T,
 tt; circuli polares A A, aa,

DEFINITIO 12.

1473. Meridianus Loci dicitur ille, qui per locum
 ipsum transit.

1474. Hujus planum ad Horizontem est perpendi-
 culare ; quia per centrum Telluris & specta-
 torem transit.

1475. Linea Meridiana in Loco quocunque ducta,
 est pars Meridiani Loci (1458.).

DEFINITIO 13.

1476. Latitudo Loci est hujus distantia ab Äqua-
 tore, id est, arcus Meridiani interceptus in-

ter Locum & Aequatorem.

DEFINITIO 14.

Circuli parallelī ad Aequatorem, vocantur 1477.
Circuli Latitudinis; ut Bb.

Determinatā Latitudine Loci, determina- 1478.
 tur circulus Latitudinis, qui per Locum trans-
 it, ut autem situs variorum Locorum inter
 se conferantur, in singulis circulis Loca no-
 tanda sunt, quod fit concipiendo Meridianum,
 per Locum quemcunque notabilem transeun-
 tem, qui, sectione suā, in singulis circulis
 Latitudinis, punctum determinat, à quo di-
 stantiæ Locorum mensurantur.

DEFINITIO 15.

Meridianus memoratus, ad arbitrium sum- 1479.
tus, vocatur Primus Meridianus.

DEFINITIO 16.

Distantia loci à primo Meridiano, in circulo 1480.
Latitudinis Loci mensurata, vocatur Loci Lon-
gitudō.

Astronomi omnia referunt ad Meridianum 1481.
Loci, in quo observationes suas instituunt.

In explicandis Phænomenis, quæ varias Telluris superficie partes spectant, considerabimus spectatorem à Polo Aequatorem ver-
 sus incedentem; solumque motum diurnum primo considerabimus.

Quando spectator in ipso Polo Telluris T da- 1482.
tur in S, cum Horizonte coincidit Aequator TAB.XVI,
cœlestis E e, & Polus Mundi P est in Ze- fig. 7.
nit; in hoc casu, quia Circuli ad Horizon-
tem parallelī, etiam ad Aequatorem parallelī
sunt, omnia corpora cœlestia motu parallelo
ad Horizontem moveri videntur (1440.), in
 Bb 4 cir-

circulis, qui repræsentantur per lineas Aa, Bb: corpora cœlestia in Hemisphærio E P e nū-
quā occidunt; reliqua nūquā videntur.

1483. Horizon in hoc situ dicitur parallelus, aut sphæ-
ra parallelæ.

1484. Si spectator in Tellure T à polo recedat, &
TAB. XVI. detur in S, Horizon dicitur obliquus, aut sphæ-
fig. 6. ra obliqua; axis Pp tunc inclinatur ad Ho-
rizontem bb, eo magis, quo spectator ma-
gis à polo removetur.

DEFINITIO 17.

1485. Angulus, quem axis Telluris cum Horizon-
te efficit, vocatur Altitudo Poli (1462.).

1486. Hæc Poli altitudo æqualis est Latitudini. Al-
titudo Poli est angulus PTb, cuius mensu-
ra est arcus Pb, latitudo mensuratur arcu,
qui in Tellure respondet arcui ZE in cœlis
(1476.): Hic autem æqualis est arcui Ph;
utriusque enim Complementum, ad quadran-
tem circuli, est arcus ZP.

1487. In hoc situ Spectatoris, quia Æquator ad
Horizontem inclinatur, omnia corpora cœlestia
in circulis ad Horizontem, inclinati lineis
Aa, Bb, repræsentatis, motu diurno feruntur
(1440.).

1488. Quædam corpora cœlestia in singulis Telluris
revolutionibus oriuntur & occidunt, illa nem-
pe, quæ dantur inter parallelos ad Æquato-
rem Bb & bi; quia omnes paralleli, inter
hos, Horizonte secantur.

Plana Æquatoris & Horizontis per Tellu-
ris centrum transeunt; hi circuli ideo se se mu-
tuo secant in duas partes æquales, & dimi-
diūm Æquatoris supra Horizontem datur; Id-
cir-

circo corpora cœlestia, quæ in Aequatore sunt, 1489,
per semirevolutionem Telluris circa axem
(1439.), supra Horizontem versantur; &, pro-
pter æquabilitatem motus circa axem, per æqua-
le tempus invisilia sunt.

Hæc etiam in puncto Orientis oriuntur, & 1499.
in puncto Occidentis infra Horizontem cadunt;
nam sectio planorum Æquatoris, & Horizon-
tis, perpendicularis est ad planum perpendi-
culare ad unum illa plana; hoc autem planum
est planum Meridiani loci (1435. 1474.), qua-
re sectio memorata ad lineam Meridianam,
normalis est (1475.); ideoque per puncta O-
rientis & Occidentis transit (1459. 1460.).

Corpora inter Äquatorem & parallelum Bb, 149,
qui Horizontem tangit, ut in circulo Aa, diu-
tius supra Horizontem, quam infra Horizon-
tem versantur; & differentia hæc est eo major,
quo magis circulus ut Aa, ad Polum, qui su-
pra Horizontem elevatur, accedit; Contra,
ex accessu corporis ad Polum oppositum, minui- 149?
tur morsa supra Horizontem.

Inæqualitas hæc inter moram corporis supra 1493.
Horizontem & moram infra Horizontem, au-
getur, cum auctâ altitudine Poli, propter di-
minutionem anguli ab Æquatore & ejus pa-
rallelis cum Horizonte formati.

*Corpora, quorum distantia à Polo æqualis est 1494.
hujus altitudini, nunquam occidunt, talis enim
est distantia circuli Bb, qui Horizontem tan-
git, & cujus pars nulla infra Horizontem per-
venit. Corpora, à Polo minus distantia, ne
quidem ad Horizontem pertingunt.*

Simili ratiocinio patet, *Corpora*, quorum 1495.
Bb 5 di-

distantia à Polo opposito, non superat altitudinem Poli, nunquam supra Horizontem adscendere, & semper invisibilia esse.

1496. *Per Zenit Z transeunt corpora, quorum distantia EZ, ab Äquatore, æqualis est altitudini Poli; æqualis enim EZ est latitudini loci, cui æqualis Poli altitudo (1486.).*

1497. *Quando spectator S à Polo quantum potest TAB.XVI. recessit, ad Äquatorem pervenit, cuius pun-*

fig. s. Æta æqualiter ab utroque Polo distant (1432. 1472.): Tunc axis Pp in Horizonte datur, cum quo Äquator angulum rectum efficit (1432. 1472.) quare Horizon dicitur Rectus, aut sphæra recta.

Horizon in duas partes æquales secat omnes circulos parallelos ad Äquatorem, qui per 1498. lineas Aa, Bb repræsentantur; ideo omnia corpora cœlestia, singulis Telluris revolutionibus, oriuntur, & occidunt, & per tempora æqualia visibilia sunt & latent.

1499. *Ipse Äquator per Zenit transit; ideoque omnia corpora quæ in hoc dantur.*

1500. *Si, quæ de motu diurno explicavimus, ad corpora applicentur, de quorum aliis motibus apparentibus antea actum, facile determinantur phænomena ex motibus conjunctis. Quæ Solem spectant cæteris notabiliora sunt, & ideo peculiariter explicanda.*

DEFINITIO 18.

1501. *Dies Naturalis vocatur Tempus lapsum inter recessum Solis à Meridiano loci, & accessum sequentem ad eundem Meridianum.*

1502. *Dies hic differt à tempore revolutionis Telluris circa axem; 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 antecedentiâ (1438.) , motu contrario in Eclipticâ movetur (1353) , quo tardius ad Meridianum pertingit.

Cùm autem non singulis diebus Sol spatiū æquale percurrat in Eclipticâ (1354.) , non æqualiter singuli *Dies Naturales* excedunt 1503. revolutionem Telluris circa axem ; ideoque *Dies hi sunt inæquales inter se.*

Etiam aliâ ex causâ dies naturales inæqua- 1504. les sunt , nempe ex inclinatione Eclipticæ respectu Æquatoris , unde sequitur inæqualiter , in variis punctis , ad Æquatorem viam Solis annuam inclinari ; & licet æqualiter in Eclipticâ singulis diebus progrederetur Sol , non æqualiter dies naturales Tempus revolutionis circa axem excederent ; nam resoluto motu Solis in duos motus (383.) , quorum unus parallelus est Æquatori , alter huic perpendicularis , ille solus considerandus erit in determinando excessu memorato , & inæqualem esse ex diversâ inclinatione indicata clarum est.

Hæ duæ causæ inæqualitatis sæpe concur-
runt , sæpe contrariè agunt.

*Dies singuli naturales dividuntur in viginti 1505.
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 , varia- 1506.
re , ex dictis (1503.) , clare patet ; ad æqua-
lita-*

litatem ab Astronomis reducuntur, considerando numerum Horarum in una aut pluribus revolutionibus in Ecliptica, & totum Tempus in tot partes æquales dividendo, quot dantur Horæ; quarum viginti quatuor pro uno die habentur.

DEFINITIONES. 19. & 20.

1507. *Tempus*, cuius partes hac methodo ad æquantitatem reducuntur, vacatur *Tempus medium*; & ipsa reductio vocatur *Temporis Äquatio*.
1508. De diebus & horis *Temporis medii* semper agitur in determinandis periodis motuum cœlestium.

DEFINITIO. 21.

1509. *Dies Artificialis* est mora *Solis* supra Hori-zontem.

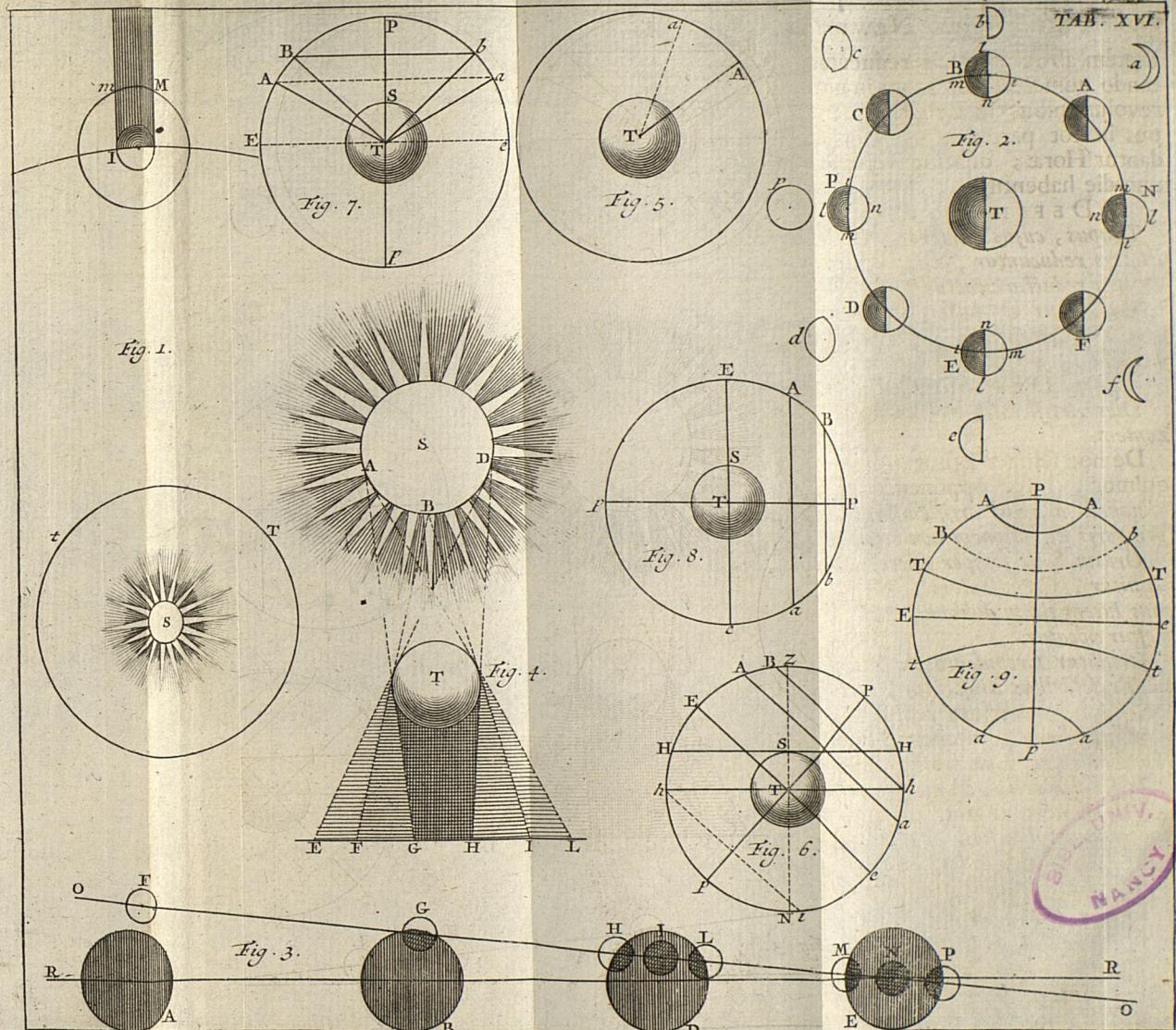
De hoc semper agitur, quando de Die lo-
1510. quimur, hunc opponendo Nocti. In deter-minanda dierum artificialium longitudine ad *Temporis æquationem* non attendemus.

1511. *Ortum Solis* semper præcedit, & occasum in-sequitur, *Crepusculum*; hoc nomine designa-mus lucem illam dubiam, quæ vulgo *Aurora* & *Vesper* vocatur.

1512. *Oriuntur Crepuscula* ex *Atmosphærâ*, quæ Radiis solaribus illustratur, & cuius particulae lumen quaquaversum reflectunt; unde Radii quidam ad nos perveniunt, licet *Sol* octodecim gradibus infra Horizontem deprimatur.

1513. In sphærâ rectâ, id est, pro omnibus, quæ sub Äquatore vivunt (1497.); dies & noctes per totum annum sunt æquales inter se (1498.). nempe duodecim horarum (1505.).

1514. In sphæra obliqua dies majores aut minores sunt,



UNIVERSITÉ
NANCY

o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o

o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o

o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o

o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o
o o o o o o o o o o

Sunt; pro varia distantiâ Solis ab Æquatore, unum aut alterum Polum versus (1491. 1492.); quos versus ab Æquatore recedit 20. gr. 29. (1444. 1445.).

In ipso Æquatore datur circiter 20. Martii, 1515. & 23. Septembris, & dies nocti æquatur (1489.), quod ubique terrarum obtinet, solis Polis exceptis.

DEFINITIO 22.

Puncta Eclipticæ, in quibus ab Æquatore 1519. secatur (1442.) vocantur Æquinoctialia. Quia in his punctis versatur Sol ubi datur æqualitas memorata dierum & noctium.

DEFINITIO 23.

Puncta Eclipticæ, in quibus Tropici circulum 1517. hunc tangunt (1446.), dicuntur Solstitialia. Quia per aliquot dies, quando ad hæc accedit Sol, & ultra transit, sensibiliter declinationem non mutat, & sensibiliter dierum longitudo non variat.

Sub Polis, si dentur incolæ, semel in anno 1518. Solem orientem & occidentem observant, & dies unicus cum unicâ nocte integrum annum absolvunt. Supra Horizontem versatur Sol, dum dimidiâ Eclipticæ partem percurrit (1442. 1482.), per reliquum Tempus sub Horizonte latet. Dies tamen protrahitur ex refractione (1471.), & crepuscula sunt admodum diurna, durant enim quamdiu declinatio Solis Polum latentem versus non superat 18. gr. (1512.).

Respectu Poli Arcticus in sex signis primis, 1520. ab Ariete ad Libram, Sol supra Horizontem versatur; ideo in hoc Polo dies noctem superat

novem diebus naturalibus (1357.), præter diminutionem noctis ex refractione (1519.).

Hisce generalibus, quæ spectant diversos Horizontis situs, expositis, quædam magis peculiaria sunt examinanda.

1521. *Dividitur tota Telluris superficies in quinque Zonas.*

1522. TAB.XVI. *Prima inter duos Tropicos TT, tt, continetur, vocatur Zona Torrida; duæ dantur fig. 9. Temperatæ, & duæ Frigidæ.*

1523. *Temperata Septentrionalis, Tropico Cancri TT, & Circulo Polari Arctico AA, terminatur: Zona Temperata Australis inter Tropicum tt, & Circulum Polarem aa, continentur.*

1524. *Frigidae Zone circulis polaribus circumscriptae buntur, & Poli harum centra occupant.*

1525. *In Zonâ Torridâ elevatio Poli minor est 23. gr. 29'. (1522. 1486.), & distantia Solis ab Æquatore, Polum versus qui supra Horizontem datur, bis in anno æquatur altitudini Poli (1444. 1445.); ideo bis in anno, in meridiæ, per Zenit transit Sol (1496.). Ex qua eadem ratione in ipsis Zone hujus limitibus,*

1526. *sub Tropicis nempe, semel tantum ad Zenit accedit Sol in integro anno (1444. 1445. 1446.).*

1527. *In Zonis Temperatis & Frigidis altitudo Poli minima excedit maximam distantiam Solis ab Æquatore (1444 1523. 1524.); ideo nunquam in hisce per Zenit transit Sol (1496.).*

1528. *Ad majorem tamen altitudinem eodem die ascendet Sol, quo minor est altitudo Poli; quia eo minor etiam est inclinatio circulorum motus diurni ad Horizontem.*

In Zonâ Torridâ, & Zonis Temperatis, fin- 1529.
gulis diebus naturalibus oritur & occidit Sol
(1488. 1494.) ; nam distantia Solis à Polo
semper superat Poli altitudinem (1444. 1522.
1523.). *Inaequales tamen ubique, solo Æqua-* 1530.
tore excepto (1514.), sunt Dies artificiales in-
ter se (1491.), quæ inæqualitas eo major
est, quo minus à Zona Frigida locus distat
(1493.).

In circulis autem Polaribus, in quibus Zo- 1531.
næ Temperatæ à Frigidis separantur, altitudo
Poli æqualis est distantia Solis à Polo, quan-
do datur in Tropico vicino (1446. 1448.) ;
ideoque in hoc casu, id est, *semel in anno,*
integrâ Sol, in motu diurno, peragit revolu-
tionem, in qua infra Horizontem non descen-
dit (1494.).

Ubique autem in Zonâ Frigidâ Altitudo Po- 1532.
li superat distantiam minimam Solis à Polo
(1446. 1524) ; idcirco, *per aliquot revolutiones Telluris*, datur Sol ad distantiam à po-
lo illâ altitudine Poli minorem, & per totum
hocce tempus *non occidit*, ne quidem ad Ho-
rizontem pertingit (1494.). Ubi autem di-
stantia à Polo, in recessu Solis ab hoc, alti-
tudinem Poli, aut loci latitudinem (1486.),
superat, singulis diebus naturalibus oritur &
occidit Sol (1488.) ; deinde *infra Horizontem*, 1533.
motu Polum oppositum versus, eodem modo
*moratur, ac de motu *supra Horizontem* dictum*
(1495.).

Tempora hæc, in quibus Sol integras re-
volutiones supra Horizontem & infra Hori-
zontem in motu diurno peragit, eo majora
sunt,

1534. sunt, id est, dies & nox longissimæ, eo diu-
tius durant, quo locus in Zonâ frigidâ minus à
Polo distat, donec tandem in ipso Polo inte-
grum annum absorbeant. 1513.).
1535. Ex eâdem causâ, obliquitate nempe Ecli-
pticæ respectu Æquatoris, ex qua profluunt,
quæ dierum inæqualitatem, in variis locis di-
versam, spectant, deducimus, etiam diversita-
tem Tempestatum, quæ singulis annis sibi mu-
tuuo succedunt; de his respectu Zonarum Fri-
gidarum & Temperatarum primò, deinde re-
spectu Zonæ Torridæ, agam.
1536. Radii Solares calorem aëri communicant,
non quidem dum directè à Sole procedunt,
sed cùm à corporibus, aut Telluris superfi-
cie, irregulariter reflectuntur (769.). Effec-
tus hic eo major est, quo Radii minus obli-
que in Telluris superficiem impingunt; &
quidem ex dupli causa. 1. Resoluto motu
luminis in duos (383.), quorum unus ad
superficiem parallelus est, alter perpendicular-
aris; hoc solo in corpora lumen agit, & au-
ctâ obliquitate minuitur. 2. In eandem su-
perficiei Telluris partem eo majori nume-
ro agunt Radii, quo magis directè acce-
dunt.
1537. Ex hisce deducimus causas caloris augeri,
dum ex accessu Solis Polum, qui supra Ho-
rizontem datur, versus, Dies crescunt; quia de
die in diem ad majorem altitudinem adscen-
dit Sol; ita ut imminutæ obliquitati fese jun-
gat mora diuturnior Solis supra Horizontem,
quæ ad augendum calorem concurrit; etiam
dum dies crescunt noctes minuuntur, & per
temp-

tempus brevius decrescit calor de die acquisitus.

In Zonis Septentrionalibus, ut ex hisce sequitur, causâ caloris est omnium maxima, cum Sol Tropicum Cancri attingit (1447.). Non tamen, ubi causa caloris est maxima, ipse 1538; calor est maximus; nam hic augetur quamdiu calor, interdiu acquisitus, non in totum de nocte tollitur; licet enim quotidiana augmenta minuantur, quamdiu augmentum datur, crescit calor. Sic etiam frigus maximè inten-1539. sum non est in die brevissimâ, in qua radiorum solarium obliquitas est maxima, & absentia Solis maximè diurnâ; sed frigus crescit, quamdiu diminutio caloris durat; circa quam idem ratiocinium, quam circa caloris augmentum, institui potest.

Dividitur annus in quatuor tempestates; calidissima vocatur Aëtas; maximè frigida Hyems; temperata quæ Hyemem sequitur Ver, Autumnus Aëstatis ab Hyeme separat.

In regionibus Septentrionalibus, in initio Veris, Sol in principio Arietis apparet: in initio Aëstatis Sol ad Tropicum Cancri pertingit. Ubi Sol ad principium Libræ pervenit inchoatur Autumnus: Tropicum Capricorni percurrit Sol motu diurno in initio Hyemis, quæ omnia ex explicatis (1538. 1539.) facile deducuntur.

In regionibus australibus Aëtas cum Hyeme membranata coincidit, Ver cum Autumno, & vice versa.

Causæ generales, à quibus divisio membra pendet, sœpe turbantur causis peculiaria loca spectantibus; præcipue in Zonâ Torridâ, 1542.

de qua separatim agendum diximus. In plerisque hujus Zonæ locis duæ tantum observantur *Tempestates*, *Æstas* & *Hyems*, quæ siccitate & humiditate potissimum distinguuntur.

- 1544.** *Quando Sol ad Zenit alicujus loci accedit*, pluviæ dantur ferè continuæ, unde Calor minoratur; quod *tempus ad Hyemem refertur*. **1545.** *Cedente Sole*, minuuntur pluviæ, calor augetur, & *tempus hoc ad Æstatem refertur*. **1546.** *In medio Zonæ Torridæ duæ dantur Æstas & totidem Hyemes*; quia bis ad Zenit accedit Sol (1525.).

Ad latera hujus Zonæ, licet Sol bis ad Zenit accedat; cum inter accessus breve tempus detur, ambæ Hyemes confunduntur; quare duæ tantum tempestates in integro anno observantur.

C A P U T IX.

De Phænomenis ex Motu Axeos Telluris.

Telluris Axem motu Parallelo transferri dimicimus (1309.); non consideravimus motum exiguum, quo reverâ agitatur, de quo nunc agendum nobis est.

- 1547.** *Axism Telluris, servata inclinatione 66. gr. 31'. ad planum Eclipticæ, in antecedentiâ revolvitur*, id est, successive omnes partes versus dirigitur; & hujus extremitates, *Poli* nempe *Mundi*, circa *Polos Eclipticæ* circulos describunt ab Oriente Occidentem versus. **1548.** autem *revolutio absolvitur circiter tempore*

viginti quinque millium annorum, quæ periodus Annus Magnus vocatur.

Cùm Tellus ab hujus incolis pro immobili habeatur, motus hic ad corpora cœlestia refertur, ut de aliis motibus dictum. Ideò dum Poli mundi in antecedentiâ, circa Polos Eclipticæ, moventur, & successivè per omnia puncta, 23. gr. 29'. distantia ab his Polis, trans-eunt, hæc ipsa puncta, aut potius Stellæ fixæ, quæ in his dantur, successivè ad Polos Mundii accedere, & in consequentiâ ferri videntur, & describere circulos, qui reverâ à Polis Mundii describuntur, circa Polos Eclipticæ, qui, in centris positi, soli quiescunt. Nam cum stellis memoratis & reliquæ, quia omnes eundem situm erga se mutuo servant (1281.), etiam translatae apparent.

Idcirco integrasphæra Stellarum fixarum circa Axem, per Polos Eclipticæ transeuntem, rotari in consequentiâ videtur; & singulæ Stellæ circulos Eclipticæ parallelos, motu appartenenti, describunt; quo motu latitudo Stellarum non mutatur,

Planum Æquatoris cum Axe Telluris angulum efficit rectum; ideò, motu memorato Axeos, rotatur secundio hujus Plani cum Plano Eclipticæ; quare prima puncta Arietis & Librae (1442.), quæ semper opponuntur, in spatio circiter viginti quinque millium annorum totam lineam Eclipticam in antecedentiâ percur-ruunt: pro immobilibus tamen habentur à Terra incolis, qui ipsas stellas fixas in consequentiâ translatas imaginantur (1550.).

C A P U T X.

De Stellis fixis.

Stellas fixas diximus esse corpora lucida, ita remota, ut horum distantiæ cum distantiis ullis, in Systemate Planetario, non conferri possint. *Non enim subtilissimis observationibus Astronomi potuere Polos Mundi translatos observare in motu Telluris annuo; licet circulos orbitæ Telluris æquales in cœlis describant (1309.).*

DEFINITIO I.

1553. Translatio hæc Poli vocatur *Parallaxis annua.*

Distantiam stellarum immensam esse, etiam ex observationibus ope telescopiorum deduci tur. *Si Stella fixa quæcunque, ex maximè lucidis & conspicuis, conspiciatur adhibito Telescopio, per quod diameter Solis diametro orbitæ annuæ æqualis appareret, quasi punctum lucidum, sine sensibili magnitudine, apparebit; minores enim omnes Stellæ per Telescopia, quam nudis oculis, apparent, nam ex sola scintillatione magnitudinem sensibilem habere videntur.*

1555. Ut Stellæ distinguantur, referuntur ad varias figuræ, quæ in cœlis concipiuntur, & Asterismi vocantur.

1556. In Zodiaco duodecim Asterismi concipiuntur, Zodiaci Signa dicti, nominantur ut animalia, aut res quas repræsentant: *Aries, Taurus, Gemini,*

mini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpius, Sagittarius, Capricornus, Aquarius, Pisces. Signa hæc nomina sua dedere, duodecim partibus Eclipticæ de quibus antea (1556.). 1557.

Tempore Hiparchi, sectiones Eclipticæ & Äquatoris sitæ erant inter Asterismos Piscis & Arietis, & Virginis & Libræ, & Asterismi nomina dedere illis Eclipticæ partibus, quæ per singulos Asterismos transibant, & partes 1553. Eclipticæ, ponendo initium Arietis, & Libræ in intersectionibus Äquatoris & Eclipticæ, uti in illo tempore, nomina servarunt, licet hæ intersecciones translatae sint (1551.), unde Sol in Tauro dicitur, quando inter Stellas Asterismi Arietis movetur.

Zodiacus partem Cœli Septentrionalem à Meridionali separat.

In Septentrionali dantur Asterismi, Ursa minor, Ursa major, Draco, Cepheus, Canes Venatici, Bootes, Corona Septentrionalis, Hercules, Lyra, Cygnus, Lacerta, Casiopeja, Camelopardus, Perseus, Andromeda, Triangulum, Triangulum minus, Musca, Auriga, Pegasus, Equuleus, Delphin, Vulpecula, Anser, Sagitta, Aquila, Antinous, Scutum Sobieskianum, Serpentarius, Serpens, Mons Mænalus, Coma Berenices, Leo minor, Lynx. 1559.

In parte Meridionali Cœlorum Asterismi, 1560. quorum multi à nobis videri non possunt (1495.), sunt, Cetus, Eridanus, Lepus, Orion, Canis major, Monocerotes, Canis minor, Argo-navis, Hydra, Uraniae Sextans, Crater, 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, Xiphias* sive *Dorado.*

DEFINITIO 2.

1561. *Stellæ, quæ inter Asterismos collocantur, vocantur informes.*
1562. *Non omnes Stellæ æquè lucidæ apparent, & ab Astronomis ad sex classes referuntur, omnium maximè lucidæ dicuntur Primæ Magnitudinis; aliæ Secundæ, Tertiæ, &c. Magnitudinis, ad sextam usque.*
1563. *Quædam, ne quidem ad hanc ultimam classem referuntur, & Nebulosæ dicuntur.*
1564. *In Cœlis etiam observamus Zonam quandam, non ubique ejusdem latitudinis, quæ totum Cœlum circumdat, & in quibusdam locis separatur, ut dupla sit. Propter colorem via Lætea vocatur. Observationibus, ope Telescopiorum constat, congeriem esse viam hanc Stellarum innumerarum, quæ visum oculi inermis fugiunt, aut quia cæteris Stellis minores sunt, aut quia magis distant.*
1565. *Polum Antarcticum versus duæ Nubeculæ, huic viæ similes, dantur, quæ etiam sunt congeries Stellarum minimarum, nisi per Telescopia visibilium. Præter Stellas, quæ in hisce Nubeculis, & Viâ læteâ, observantur, maximo numero per totum Cœlum, adhibitis Telescopiis, minores Stellæ deteguntur, quæ nudis oculis non apparent. Sæpiissimè Stellarum congeries pro unicâ Stellâ, inermi oculo, habetur.*
1566. *Inter Stellas, quædam per vices videntur,* &

& invisibiles sunt, regularesque periodos obser-
vant; aliæ successivè nunc magis lucidæ, nunc
hebetiori lumine præditæ, & Telescopiis tan-
tum visibiles, apparent; idque statis tempo-
ribus. Non tamen singulis periodis æquè claræ
sunt.

Aliquando subito Stellæ apparuere, lumine 1569;
lucidiores superantes, quæ deinde, successivè de-
crescentes, brevi evanuerunt, & adhuc dum
latent.

Præter Stellas etiam in Cœlo observamus va- 1570.
rias 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 ha-
bentur. Quid autem sint hæ maculæ, deter-
minari non potest, fortè sunt congeries Stel-
larum, quæ cum Stellis Telescopicis illam
habent relationem, quam quæ Viam lacteam
formant, cum illis, quæ nudis oculis dete-
guntur.

LIBRI IV.

Pars II. Motuum Cœlestium Causæ Physicæ.

CAPUT XI.

De universali Gravitate.

Expositis corporum cœlestium motibus, ut
& Phænomenis inde oriundis, quibus le-
gi-

gibus motus hi peragantur explicandum erit
Leges, juxta quas corporum motus diri-
guntur, antea exposuimus (168. 171. 175.). Si hisce unicam addamus, totum patet artifi-
cium, quo ingens Machina, Systema Plane-
tarium, regitur.

1571. Lex, cæteris addenda, hæc est. *Omnia cor-
pora in se mutuo gravia sunt: gravitas hæc ma-
teriæ quantitati proportionalis est: ad inæquales
distantias est inversè, ut quadratum distantiæ.*
Id est, omnia corpora sese mutuo petunt, aut
sese mutuo versus tendunt, vi, quæ singulis
particulis materiæ in singulas particulas com-
petit; & vis, qua corpus in alia agit, for-
matur ex omnibus viribus conjunctis par-
ticularum ex quibus corpus constat; sic vis
hæc crescit in ratione, in qua materiæ quan-
titas augetur; & immutabilis est in singulis
particulis; ad eandem distantiam semper ea-
dem, auctâ autem distantâ decrescit vis, ut
quadratum distantiæ augetur.
1574. *Vim hanc gravitatem nominamus, confide-
rando corpus, quod aliud versus sponte tendit;*
quia eo nomine vis hæc in Telluris viciniis
datur (85.).
1575. *Considerando autem corpus ad quod aliud
tendit, vim hanc vocamus attractionem.* His
nominibus eundem effectum, & nil præter
effectum designamus; nam, cum omnis gra-
vitas sit reciproca (175.), corpora se mutuo
versus gravitare, idem significat, quām cor-
pora sese mutuo attrahere, aut se mutuo ver-
sus sponte tendere.
1576. Effectum hunc pro lege Naturæ habemus
(5.).

(5.), quia nunquam fallit, & hujus causa nobis est ignota, & ex legibus notis minimè deduci potest, ut statim dicetur. Nunc autem talem gravitatem reverâ dari, ex Phænomenis probandum est.

Planetæ primarii singuli in Orbitis suis retinuntur viribus, quæ ad centrum Solis tendunt 1577.
(1301. 257.) ; ideò datur vis, qua Planetæ Solem versus feruntur, & qua Sol reciproce illos singulos versus tendit (175.) : id est, Sol in Planetas, & hi in Solem gravitant.

Eodem modo patet, *secundarios Joviales in Jovem, & Jovem in ipsos; ut & Saturni Satellites in primarium, & hunc in illos gravitare* [1323. 257. 175.] .

Etiam Luna & Tellus in se mutuo graves 1579.
sunt (1323. 257. 175.).

Secundarii omnes in Solem gravitatem habent. 1580.
 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 exiguae, ut respectu solius Lunæ sint sensibles, confirmant hanc Secundariorum gravitatem in Solem; nam irregularitates omnes pendere à mutatâ gravitate Lunæ Solem versus, pro variâ distantiâ. & ex eo quod lineæ, per quas ad Solem tendunt Tellus & Luna, non sint omnino parallelæ, in sequentibus videbimus.

Ex gravitate Secundariorum in Solem, se
1582. quitur *Solem in illos gravitare* (175.).

Circa gravitatem Primariorum inter se, ob-
servarunt Astronomi, Saturnum viam muta-
re, ubi Jovi, Planetarum longè maximo, est
1583. proximus; ita ut *Jovem & Saturnum in se*
mutuo graves esse, immediatis observationibus
constet.

Saturnus etiam in hoc casu, ut Flamstedius
observavit, turbat motum satellitum Jovis,
hos paululum ad se trahens, quod probat, &
1584. hos *Secundarios in Saturnum, & Jovem, in*
ipso gravitare.

1585. Ex quibus omnibus (1577. 1578. 1579.
1580. 1581. 1582. 1583. 1584.) collatis sequi-
tur, septemdecim Systema Planetarium com-
ponentia, corpora in se mutuo gravitare, li-
cet de singulorum in singula gravitate obser-
vationes immediatas instituere non liceat (8.).

Legis pars secunda est (1572.), gravitatem
materiæ quantitati proportionalem esse, id est,
singulis materiæ particulis competere in singu-
las, idèque legem gravitatis universalem es-
se, & singula corpora in alia corpora omnia
gravitare; quod ex Phænomenis etiam dedu-
citur.

1586. Vires gravitatis sunt ut actiones eodem tem-
pore editæ (64.); & hæ actiones si transla-
tiones fuerint æquales, sunt ut materiæ quanti-
tates in corporibus translatis (69. 70.): idcir-
co, cùm corpora inæqualia, ad eandem di-
stantiam à corpore attrahente, æque celeriter
ex gravitate moveantur (1581.) vires gravita-
tis, materiæ quantitatis proportionem sequi,
cla-

clarum est. Idem experimur in omnibus corporibus *in Telluris viciniis*, quæ Tellurem 1587. versus, materiæ quantitati proportionalem, gravitatem habent (90.). *Mutua autem horum omnium corporum gravitas sensibilis non est*; quia respectu gravitatis Tellurem versus admodum est exigua, ideoque motum ex hac turbare non valet; saltem ut sensibilis detur directionis mutatio (174.).

Et aliâ methodo, ex Phænomenis, hanc universalitatem gravitatis, singularum materiæ particulis in alias probari posse, statim dicemus (1589. 1590.).

Pars legis, quam examinamus, tertia est, gravitatem decrescere, quando distantia augetur, & esse inversè ut quadratum distantiarum; quod ex Phænomenis quoque sequitur.

Corpora, in quæ vis gravitatis agit pro 1588. quantitate materiæ, ut in Systemate nostro, eadem, ut diximus, celeritate feruntur, in circumstantiis iidem; 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 distantiarum ab hoc punto, & corpora ad varias ab hoc ipso distantias revoluta fuerint & in circulis retineantur hac vi, quadrati temporum periodicorum erunt inter se, ut distantiarum cubi (271. 272.). Quod æquè in lineis Ellipticis, ad quarum focos diriguntur vires, respectu distantiarum mediarum, obtinet (275.). Hicce autem casus in corporibus circa Solem, Saturnum, & Jovem, revolutis exstat (1331.), unde sequitur, vim gra-

gravitatis, recedendo à centris horum corporum, decrescere in ratione inversa quadratorum distantiarum.

I589. Hoc ratiocinio, posita gravitate materiæ quantitati proportionali, illam in ratione inversâ quadrati distantiae decrescere demonstramus. Ex eodem, positâ gravitatis diminutione juxta hanc rationem, sequitur, gravitatem materiæ quantitati proportionalem esse, ut facilè liquet.

Probamus autem alio argumento, diminutionem gravitatis sæpius memoratam rationem inversam quadrati distantiae sequi; ita ut circa ambas, de quibus agimus, gravitatis leges, nullum dubium superesse possit.

I590. Planetæ moventur in Orbitis quiescentibus (1287.) ; & in his retinentur viribus, quæ ad punctum excentricum diriguntur (1288. 1577.). Constat autem hæc non obtinere, nisi vis centralis decrescat in ratione inversâ quadrati distantiae (283.).

I591. Gravitatem etiam recedendo à Telluris centro, juxta eandem legem decrescere, ex simili ratiocinio sequitur. Luna enim in orbitâ retinetur vi, quæ ad Telluris centrum, id est ad punctum excentricum, tendit (1324. 1323. 257.): & licet linea Apfidum non feratur motu parallelo, agitatio hujus, si singulas consideremus revolutiones, admodum est exigua, ut hic pro quiescente haberi possit: si enim computatio ineatur, quam in scholiis Element. damus, de vi quæ retinet Lunam in orbe ita agitato, diminutionem vis gravitatis respectu Lunæ, parum admodum à ratione inversâ qua-

quadrati distantiae, differre detegimus, differentiamque à Solis actione pendere in sequentibus videbimus.

Nullumque dubium circa hanc diminutionem supererit, si consideremus, *Lunam in orbitâ retineri ex ipsâ vi, qua corpora in Telluris viciniis Tellurem versus feruntur, immunitâ, juxta legem diminutionis sèpissimè memoratam.*

Distantia media Lunæ est semid. Telluris 1592. $60\frac{1}{2}$, id est 60, 500. ponamus ipsam 60, 535, quæ correctio exigua est, si consideremus & hanc, quam nunc ponimus, esse etiam medianam inter diversas medias distantias ab Astronomis diversis determinatas. Diametrum Telluris antea vidimus continere perticas Rhenolandicas 3386897. (1333.) ; unde, ex noto tempore periodico (1327.), facile detegimus, in uno minuto primo temporis Lunam in orbitâ percurrere pedes Rhenolandicos 196462. Hic arcus non est centesima pars unius gradus, & pro ipsis subtensâ usurpari potest ; est ideo orbitæ diameter ad hunc arcum, ut ipse ad suum finum versum ; qui detegitur pedum Rhenol. 15, 6878., & est accessus mutuus Lunæ & Telluris, ex horum corporum mutuâ actione, in uno minuto primo temporis : sed, ut monuimus, Solis actione mutatur Lunæ gravitas in Tellurem, ut in cap. 16. videbimus, & effectus totius actionis coincidit cum diminutione gravitatis, quare ut hoc in schoлиis Elem demonstramus spatium 15, 6878, parte contesima octogesima tertia augeri dbet,

ut

ut tollatur diminutio ex actione Solis, eritque
hoc 15,7740. pedum.

Spatium percursum a corpore, quod gravitate ad aliud accedit, pendet à vi qua ab hoc attrahitur, cuius singulæ particulæ materiæ illud attrahunt; ideo spatia a Luna & Tellure, in mutuo accesu percurla sunt inversè ut quantitates materiæ in his. Ergo ut quantitas materiæ in ambobus corporibus Luna & Tellure simul ad quantitatem materiæ in Tellure, ita spatiū in accesu ad se mutuo ab ambobus percursum, ad viam à solā Lunā percursum. Quantitates autem materiæ in Lunā & Tellure, ut in sequentibus videbimus, sunt inter se ut 1. & 39,31., & est 40,31. ad 39,31., ut 15,7740. ad 15,3827. spatiū à Lunā percursum; quod ergo à corpore quocunque, in spatio unius minutus primi, gravitate Tellurem versus, ad distantiam Lunæ percurreretur (1586.).

Crescente hac vi, in ratione inversa quadrati distantiæ à centro, spatiū eodem tempore percursum ad distantiam unius semidiametri Telluris, id est in hujus superficie, erit $60,535 \times 60,535 \times 15,3827$. pedum; sed quia in omni motu æquabiliter accelerato, ut hic, (nam consideramus vim ad distantiam superficiei Telluris à centro) quadrata temporum sunt, ut spatia cadendo percura (186.), dividendo hunc numerum per 60×60 . id est, 3600, habemus spatiū, in Telluris viciniis, in uno minuto secundo à corpore percursum, ex vi qua Luna in orbitâ retinetur, quod detegitur 15,6387. pedum Rhenolandicorum.

Si nunc examinemus gravitatem, quam quotidie experimur in omnibus corporibus, in Telluris viciniis (84.) ; ex demonstratis circa pendulorum motum (218. 220.), & experimentis, ab Hugenio Parisiis circa pendula institutis, constat, corpus cadendo percurrere in uno minuto secundo pedes Rhenolandicos 15, 6364. Sed Tellus circa axem rotatur & corpora gravitate cadentia vi centrifuga repelluntur, minuiturque Parisiis spatium cadendo in uno minuto secundo percursum 0, 0223. ped. ut in Cap. 17. videbimus, quare spatium integra gravitate percursum in uno minuto secundo est 15, 6587. pedum Rhenolandicorum, & est gravitas hæc ipsa vis quæ Lunam in orbita retinet.

Consideravimus centra corporum in examine legis diminutionis gravitatis, quamvis gravitas singulas corporum particulas spectet; quia mathematicâ demonstratione constat, quam in scholiis Elem. damus, actionem corporis sphærici, in quo ubique partes à centro æquè distantes sunt homogeneæ, constantis ex particulis quas versus gravitas datur, quæ decrescit, recedendo à singulis, in ratione inversâ quadrati distantiae, dirigi ad corporis centrum & recedendo ab hoc minui in eadem ratione inversâ quadrati distantiae: ita ut tale corpus agat, quasi omnis materia, ex qua constat, coacta foret in ipso centro. Unde sequentes deducimus conclusiones.

In superficiebus corporum, in quibus materia homogenea est, ad distantias æquales à centro, gravitates esse directe ut materiae quantitates in cor-

corporibus & inversè ut quadrata diametrorum (1572. 1573.) ; nam in his corporibus distantiae à centro sunt ut diametri.

1597. *In superficiebus corporum sphæricorum, homogeneorum, æqualium, gravitates esse ut corporum densitates*; nam distantiae à centro sunt æquales, in quo casu gravitatis vires sunt ut quantitates materiæ (1572.); quæ, in corporibus æqualibus, sunt ut densitates (442. 90.).

1598. *In superficiebus corporum sphæricorum, inæqualium, homogeneorum, aequè densorum, gravitates sunt inversè, ut quadrata diametrorum* (1573.); quia in harum ratione sunt distantiae à centris: sunt etiam gravitates directè ut diametrorum cubi (1572.); nam in hac ratione sunt materiæ quantitates in sphæris: & ratio composita ex directâ cuborum diametrorum, & inversâ harum quadratorum, est directa ipsarum Diametrorum.

1599. Ideò, si & densitates & diametri differant, gravitates in superficiebus erunt in ratione compositâ densitatum (1597.) & Diametrorum (1598.). Idcirco divisa gravitate in superfi-

1600. cie, per diametrum, detegitur *densitas*, quā ergo sequitur rationem directam gravitatis in superficie & inversam diametri.

1601. *In sphæra homogeneâ, cavâ, ubique ejusdem crassitiei corpus ubicunque positum nullam gravitatem habet*, gravitatibus oppositis sese multo exactè destruentibus, ut in scholiis Elem.

1602. demonstramus. Hinc sequitur, in sphæra homogeneâ, corpus accedendo ad centrum, centrum versus gravitare ex solâ actione sphæræ, cuius semidiameter est distantia corporis à centro,

tro, quæ gravitas decrescit, accedendo ad centrum, in ratione distantiae à centro (1598.); nam omnis materia, quæ ad majorem à centro distantiam datur, sphæram cavam format, in qua actiones in corpus sese mutuo destruunt (1601.)

Gravitatem huc usque, explicatam pro lege naturæ esse habendam diximus, quia hujus causa nos latet, & quia minime pendet ab ulla lege nobis notâ, quod clarè patebit, si ad sequentia attendamus.

Gravitatem requirere præsentiam corporis attrahentis; sic Satellites, ex gr. Jovis, in Iovem gravitant, ubicunque hic detur (1578.)

Manente distantia, celeritatem, qua corpus ex gravitate fertur, pendere à quantitate materiæ in corpore attrahente: Et celeritatem non variari, quæcunque fuerit massa corporis gravitantis (1572.)

Ulterius, si gravitas pendeat à lege motus notâ, ad impactum corporis extranei referri debere, & quia gravitas est continua, impactum etiam continuum requiri.

Si talis materia continuo in corpora impingens detur, necessario est fluida, & quidem subtilissima, quæ penetrat corpora quæcunque; corpora enim in aliis utcunque inclusa gravia sunt.

Videat nunc Mathematicus, an fluidum adeo subtile, ut corporum omnium poros liberrimè permeat, & adeo rarum, ut motus corporum sensibiliter non obsteret, (in loco enim aëre vacuo penduli motus diutissime continuatur) corpora ingentia tantâ cum vi ad se

mutuo possit propellere. Explicit quomodo hæc actio crescat in ratione massæ corporis ad quod aliud tendit (1604.). Tandem , quod omnium mihi difficillimum videtur , dicat , quomodo omnia corpora , in quocunque situ , eadem manente distantia , & corpore quod verius gravitas datur , eadem velocitate ferantur (1605.) , id est , quomodo fluidum , quod nisi in superficies , five ipsorum corporum , five illarum internarum particularum , ad quas accessus ex interpositis particulis non impeditur , actionem suam exercere non potest , communicet istis corporibus motum , qui exactissime sequatur proportionem quantitatis materiæ in his , quod in gravitate ubique obtinere , hoc capite probavimus , & quod directo experimento demonstravimus respectu gravitatis in Telluris viciniis (89.).

Non tamen negamus , ab ullo impactu pendere gravitatem , sed illam *non sequi ex ullo impactu , juxta leges nobis notas agente* , clare patere contendimus , gravitatisque causam nos omnino latère fatemur.

C A P U T XII.

De Materia Cœlesti ; ubi Vacuum dari probatur.

Expositis legibus , quibus totum Systema Planetarium regitur , variâ præmittenda erunt ; antequam ad ipsius Systematis explicatio-

nem

nem Physicam accedamus. De Materiâ cœlesti, id est de medio, in quibus corpora Systema componentia moventur, ante omnia quædam dicenda sunt, quod paucis fieri posset, si inter omnes constaret Philosophos, in rebus *inane* dari.

Probavimus antea vacuum possibile esse (15), nunc illud reverâ dari demonstrandum nobis est.

Ex solâ motus consideratione, vacuum dari 1609.
deducitur, quod tritum & vulgare admodum est argumentum, cuius vis ut pateat, considerandum, non quidem omnes motus, sed plerosque illorum, qui quotidie obseruantur, sine vacuo impossibiles esse, quod longiori discussione plenissimè posse evinci, persuasum habeo; sed sequenti consideratione ita clarè patere mihi videtur, ut plura addere inutile foret.

Non mutabilem figuram habent particulæ 1610.
omnium minimæ; nam constat particula, cuius figura mutatur, ex particulis minoribus, quæ inter se moventur, & ideo, si figuram mutabilem habet, non est ex particulis omnium minimis.

Si autem figura harum particularum sit immutabilis, & corpus inter has possit moveri, sine tali separatione particularum, quæ interstitium vacuum relinquit, pendebit hoc à figurâ particularum, & à relatione, quam habent inter se, quod Mathematicus non negabit: idcirco si hisce servatis (figurâ & relatione) augeantur particulæ, & in hoc casu corpora sine vacuo moveri poterunt.

D'd 2

Videat

Videat nunc quis , auctis particulis minimis , ut magnitudine pedem cubicum æquent , quæcunque fuerit harum figura , & cum cæteris particulis relatio , quas , in eadem ratione , cum primis auctas ponimus , utrum corpora magnitudinis cuiuscunque , inter has particululas possint ferri per rectas lineas , & per curvas quæcunque , nunquam ita separatis particulis , ut spatia vacua inter has dentur.

Particulas subtilissimas conceptu non assequimur , & ideo sèpè his tribuimus proprietates , quæ ex harum figurâ non sequuntur , qui corriguntur errores , si particululas auctas imaginemur.

1611. *Etiam argumento , ex resistentia deducto , vacuum dari probamus.*

Materiam inertem esse diximus (13.) , circa vocem quidam contendunt , rem ipsam nemo negat ; Ex hac sequitur , non posse per fluidum corpus moveri , quin patiatur resistentiam (559.) , ideoque retardationem (581) Resistentia ex materiae inertia , quam hìc solam consideramus , pendet à materiae quantitate ex loco removendæ , quæ eadem est , five partes fluidi sint majores , five minores , si corporis celeritas maneat : unde sequitur , in determinandis , quæ resistentiam spectant , ad subtilitatem fluidi non esse attendendum , quamdiu hoc poros corporum permeare non potest ; si enim ad illam perveniamus partium tenuitatem , ut fluidum pro parte per corpus penetrat , corpori minori copiâ resistet.

Concipiamus nunc Globum quæcunque , per medium ejusdem densitatis cum globo , trans-

translatum, & cui per corporis poros transitus non patet; omnibus momentis retardatur, ita ut ejus velocitas tandem ad dimidium reducatur, quod fit, antequam corpus semel cum semiflē diametri longitudinem percurrat (602.).

Ut propositionem hanc ad motum in fluido 1612, subtilissimo, omnium corporum poros liberimè penetranti, & omnia replente, applicare possimus, concipiendum est, corpus sphæricum, sine poris, quod dari posse, intimè jungendo particulas materiæ, nemo inficias ibit.

Talis corporis resistentiam, in fluido quo-
cunque, à magnitudine partium fluidi non
pendere, & eandem esse, siue fluidi partes sint
æquales, siue utcunque inæquales inter se, patet.

Si omnia sint materiâ plena, nisi per fluidum, ejusdem densitatis cum hoc corpore, poterit hoc moveri; nam incurrit in omnem materiam quæ datur in locis, per quæ transit, & in his materia sine interstitiis, ut in corpore, datur; idcirco amittet dimidium velocitatis, antequam sequidiametrum percurrat.

Augeatur corpus manente materiæ quantitate, & servato hoc homogeneo; id est, denetur pori in corpore, per quos materiæ partes subtilissimæ liberrimè transeant, & sint hi pori æqualiter per totum corpus dispersi. Si corpus sic mutatum moveatur, non in totam superficiem incurrit fluidum subtilissimum de quo agimus, sed tantum in partes superficie, quæ poros interjacent, quæ partes simul sumtæ, quia corpus homogeneum ponimus, valent superficiem corporis in constitutione pri-

mâ, sine poris, aucto enim corpore, superficies non fuit mutata, sed tantum dilatata, interjectis poris: ita ut corpus in utroque casu eandem patiatur resistentiam, ex impactu in superficiem; & resistentia in corpore dilatato major est ex incursu fluidi in particulas internas corporis: quare corpus hoc citius dimidium sui motus in secundo, quam in primo casu, amittet; id est, antequam sequi-diametrum primæ magnitudinis percurrat; & ideo majorem partem velocitatis amittit, dum per diametrum cum semissæ secundæ magnitudinis transfertur.

Hoc autem experientiæ contrarium est; nam globus homogeneus, aureus, plumbeus, &c. multò minus in aquâ & aëre retardantur, unde sequitur, hypothesin, omnia materiâ repleti, falsam esse. Vacuum ergo datur.

1613. *Vacuum dari etiam cum Phænomenis circa gravitatem congruit*, ex quibus sequitur, hanc materiæ quantitati proportionalem esse. Si omnia materiâ replentur, gravitas omnes partes versus æqualis datur, & vires, quæ partes oppositas versus diriguntur, sese mutuo destruunt, & nulla sensibilis gravitas observari poterit, directè contra experientiam.

Hisce præmissis ad Materiam cœlestem trans-eundum.

A motu Materiæ cœlestis, si quædam detur, non pendent corporum cœlestium motus

1614. (1608.) ; quo corruit illorum sententia, qui motu communi cum materiâ, quæ Systema Planetarium replet, corpora cœlestia translata contendunt. Quæ etiam motu Cometarum eventit

titur sententia: si medium in Systemate daretur, quod in motu suo Planetas secum ferret, & etiam secum traheret Cometas, saltem sensibiliter hos in motu turbaret, dum ferè directè ad Solem accedunt, aut ab hoc recessunt, aut in antecedentiâ moventur, id est, motu contrario motui talis materiæ; qui motus cùm non turbari, sed sequi viam quæ à gravitate pendet, obseruentur, clarum est, Materiam cœlestem, si detur & movetur, sensibilem in corpora Systematis Planetarii non exerere actionem; quod etiam ex parvâ hujus resistentiâ deducitur; nam, ex collatis antiquissimis cum recentioribus observationibus sensibiliter in motibus non retardatos Planetas constat. Resistentia tamen in aëre sensibilis est, quare densitas mediæ, in quo Planetæ moventur, ferè in immensum minor est, idcirco, nisi tali medio subtilissimo, non repletur *Systema Planetarium.*

Materiæ verò quantitatem, quantumvis exiguum, per totum Systema posse dispergi, relictis intersticiis minimis, ex materiæ divisibilitate deducitur (24.).

C A P U T XIII.

De Motu Telluris.

PRæter in Capite præcedenti discussam quæstionem, & alia datur examinanda, antequam ad totius Systematis explicationem accedamus.

Ut 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 à spectatoribus in Tellure institutis observationibus, motus cœlestes à nobis determinari queunt, & eadem Phænomena apparent, sive corpora ipsa transferantur, sive spectator moveatur (1350.); ita ut immediatis observationibus non constet, utrum motus Telluris ad corpora cœlestia non referri debeat.

1616. *Tellurem circa Solem circumferri, ex motuum analogiâ deducitur, & ex examine legum naturæ 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, & Sa-

1617. *tumnus: si cum his Tellus rotetur, ubique in Systmate nostro corpora minora circa majora inveniuntur: in hac autem regulâ exceptio dabitur respectu Solis, si ingens hoc corpus, in motu, minimam Telluris massam (1332.) cingat.*

Circa Solem, Jovem, & Saturnum, circa 1618. quos singulos plurima corpora revolvuntur, lentius moventur, quæ magis à corpore centrali distant, & quidem juxta hanc regulam, quadrata temporum periodicorum sequi rationem cuborum distantiarum (1331); quæ regula applicari potest Telluri, si hæc cum ceteris Planetis circa Solem circumseratur, ut

patet, si illius tempus periodicum, (tempus nempe in quo Sol integrum revolutionem peragere videtur,) ut & distantia à Sole, cum cæterorum Planetarum distantiis & 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 motibus subjiciuntur, ut & quinque Satellites Saturni, & quatuor Joviales Planetæ; sola Luna cum Sole, circa Tellurem, proportionem omnino diversam servant & non modo celeritas Solis major est, quam quæ hac regula requiritur, sed & velocitate ad minimum vicies & sexies Lunam vincit, licet ad distantiam maximam, respectu Lunæ distantiæ, à Tellure removeatur: ita ut & hoc respectu motuum cœlestium analogia turbetur.

Hisce argumentis alia addam, quibus, motum Telluris sequelam esse necessariam Legum naturæ, ex Phænomenis deductarum, clare patebit.

Omnia corpora in se mutuo gravia sunt (1571); ideoque Sol & Tellus; sed motus, 1519. 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 curvâ retinetur corpus motum, per vim, quæ ad alijs centrum dirigitur (257): Cum autem actioni semper æqualis sit reactio

(175.), nisi Naturæ leges, quæ ubique constanter iocum habent, in totum evertantur, duo hæc corpora sese mutuo petunt celeritatibus, quæ sunt inverse ut horum masæ (1604.).

Materiæ quantitas in Tellure ferè nulla est respectu quantitatis materiæ in Sole, ut in Capite sequenti videbimus: quare hic lentissimè movetur, dum celerrimè ad hunc accedit Tellus.

Unde sequitur Tellurem circa Solem circumferri, ne in hunc motu illo violentissimo cadat (248.).

1620. Motus hic idem Telluris ex iisdem principiis & alia methodo deducitur.

Duo corpora, quæ vi quacunque ad se mutuo feruntur, tandem concurrent, aut continuo magis à se mutuo recedent, nisi utrumque ita moveatur, ut vim centrifugam habeat æqualem illi, qua aliud versus fertur, cum verò corpora quæ in se mutuo gravitant, præfessionibus æqualibus, sese mutuo petant (175.).

1621. 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, cuius distantia a centro Solis est ad ipsius distantiam à centro Telluris, ut quantitas materiæ in Tellure ad materiæ quantitatem in Sole, ambo moveantur (266. 267.): quod punctum ergo parum admodum à centro Solis distat. Cum autem, quod-

quodcunque 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 dœductis, ratiocinatur.

Probato motu Telluris annuo, & relatâ Tellure inter Planetas, exigua tantum difficultas supereſt respectu motus circa axem, nemo enim qui de illo non dubitat, hunc negat; multi, conſesio motu *circa axem*, Telluris annum motum negant; fatis ergo erit in transitu notare, omnes Planetas, circa quos respectu hujuſ motus observationes instituere licet, circa axes rotari; & motum ſimilem Telluri competere, uniformem motum diurnum corporum, ad distancias quacunque, fatis indicare. Quibus addendum, celeritatem Stellarum fixarum, in minori quam viginti quatuor horarum ſpatio, revolutionem integrum peragentium, vix magis probabilem eſſe, quam à nobis concipi potest.

Etiam cum Naturæ legibus minime congruit motus hic omnium corporum cœleſtium; nam, *ſi hæc rotentur, circulos, quorum centrum Tellus occupat, motu æquabili, ſingulis diebus, percurrunt; id est, describunt aureas lineis ad centrum Telluris ductis temporibus proportionales; & in orbitis retinentur viribus, quæ ad centrum Telluris iunguntur* (257.), & quibus, propter omnis actionis reciprocationem (175.), Tellus etiam continuo illa *corpora* versus trahitur; ita ut *violentissimo*

motu necessario agitari debeat; unde patet motum diurnum non ad ipsa corpora cœlestia referri debere, sed ad Tellurem circa axem rotatam.

1624. Objiciunt, qui Tellurem quiescere contendunt, corpora in Telluris superficie, ex vi centrifugâ, juxta tangentem ad circulum, Aequatori parallelum, debere à Tellure recessere (248.). Respondeamus, corpora eodem motu cum superficie Telluris, in locis in quibus dantur, transferri, & ideo respectu punctorum superficie conari recedere per lineas ad axem perpendicularares (253.); etiam corpora gravitate ad centrum Telluris tendere (1595.); & ideo, motu ex hisce ambobus composito, corpus continuo, aut moveri aut moveri conari (174. 154.); sed quia primus motus respectu secundi est admodum exiguis, parum tantum à directione centrum versus detorquetur grave, & paululum gravitas minuitur, eo magis, quo locus magis à polo distat; quod cum experientiâ congruit: in sequentibus etiam videbimus, ubi de Telluris figura agemus, directionem memoratam gravium, ubique dirigi perpendiculariter ad Telluris superficiem, quæ non est exacte sphærica, Corpus, quod in altum projicitur, non modo motu quo projicitur gaudet, sed etiam fertur motu impresso illi, qui hoc projicit, aut machinæ, ex qua propellitur, id est, motu communii cum superficie Telluris fertur; ideoque in eâdem linea, respectu superficie Telluris translatæ movetur, in qua translatum foret si Tellus quiesceret,

CAPUT XIV.

De Densitate Planatarum.

SUpereft, antequam ad Systematis explicacionem Physicam transeamus, ut quantitates materiæ in quibusdam corporibus, & horum densitates, determinemus; quibus notis effectus legum, quibus hæc corpora reguntur, facilius patebunt.

Quantitates materiæ, in variis corporibus, sunt inter se, ut gravitates ad eandem distantiam ab hisce corporibus (1572.); quæ gravitates sunt inter se inverse, ut quadrata temporum periodicorum corporum revolutorum, circa varia illa corpora, ad eandem illam distantiam (268.). Multiplicando quantitates, quæ sunt in hac ratione, per eandem quantitatem, cubum nempe hujus distantiae, non mutatur ratio harum quantitatuum; quæ ergo sunt inter se, ut quotientes divisionum cubi memorati, per quadrata temporum periodicorum memoratorum: sed detegitur quotiens talis divisionis, pro corpore quocunque, dividendo cubum alterius distantiae cuiuscunque, per quadratum temporis periodici corporis ad hanc distantiam revoluti: quotientes enim tales 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 (1331.). Ex quibus deducimus, quantitates materiæ, in 1625;

cor-

corporibus quibuscumque, in Systemate nostro, esse inter se directe, ut cubos distantiarum ad quas, circa hæc, corpora alia revolvuntur, & inverse ut quadrata temporum periodorum horum corporum revolutorum.

Demonstrantur hæc, seponendo agitatem corporis centralis, cuius materiæ quantitas queritur.

Propter Solis magnitudinem, respectu Veneris ex. gr. quem ex Planetis solum consideramus, vix ex hujus actione agitur ille (1604.). & Venus potest considerari quasi motus circa corpus quiescens.

Satellites Jovis & Saturni, motu quidem communi cum primariis feruntur, sed circa ipsos, quasi circa corpora quiescentia, propter primariorum magnitudinem, transferuntur.

Luna autem satis sensibiliter in Tellurem agit, & hanc agitat; quare antequam, ope regulæ memoratæ (1625.) ; cum motu Lunæ computationem inire possimus. de conferendâ materiæ quantitate in Tellure, cum materiæ quantitatibus in Sole, Jove, & Saturno, determinanda est *distantia, ad quam Luna, circa Tellurem quiescentem, id est actione Lunæ non translatam, revolvi posset, in eodem tempore periodico, in quo revolutionem suam reverâ 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

circa Tellurem & Solem (1621.) sequitur, & Luna, vi qua Tellurem versus tendit, revolvitur in orbitâ, cuius semidiameter est distantia Lunæ à memorato communi centro gravitatis Lunæ & Telluris.

Sit L hæc Lunæ distantia à communi centro gravitatis; T distantia Telluris ab eodem centro; L + T est ergo distantia Lunæ à Tellure, & est $60\frac{1}{3}$ semidiam. Telluris; medianam enim distantiam hic consideramus. Sit D distantia quam quærimus, ad quam, circa Tellurem quiescentem, gravitate suâ Tellurem versus posset moveri Luna, in tempore, in quo revera ad distantiam L, circa communem gravitatis centrum rotatur.

Propter hanc temporum periodicorum æqualitatem, vis, qua Luna ad distantiam D posset in orbitâ retineri, est ad vim, qua ad distantiam L, in orbe suo retinetur, ut D ad L (264).

Sed vis, qua Luna ad Tellurem tenderet, & in orbita retineretur ad distantiam D, est ad vim, qua nunc in orbita retinetur cum à Tellure distat L + T, ut, $L + T^q$ ad D^q (1571.). Ergo.

$$D, L :: L + T^q, D^q$$

Ideoque $D^c = L \times L + T^q$ & $D^c \times L + T = L \times L + T^c$: unde sequentem deducimus proportionem.

$$L + T^c D^c :: L + T, L.$$

Idecirco $L + T, D^c :: L + T$, ad primam ex duabus mediis proportionalibus inter $L + T$ & L.

$$L + T$$

$L + T$ est ad L , ut quantitas materiæ in Tellure & Lunâ conjunctim, ad quantitatem materiæ in Tellure solâ (266. 267.): quæ quantitates materiæ, ut in sequentibus videbimus, sunt inter se, ut $40,31$. ad $39,31$. & prima duarum mediarum proportionalium, inter hos numeros, est $39,984$. ergo $40,31$. est ad $39,984$. ut $60\frac{1}{2}$ ad distantiam quæsitam: quæ detegitur 60 . semidiametrorum Telluris.

Circa hanc operationem notandum est, distantiam D , non detegi, nisi detur ratio inter massam Lunæ & Telluris, quæ determinari non potest, nisi detur ratio inter densitatem Solis & Telluris, ad quam detegendam, ut distantia D nota sit, necesse est. Quare primo tentando detegitur D , & approximando exactè determinatur. Hanc autem esse 60 semidiam. Telluris, constat: quia hac posita detegitur, inter quantitates materiæ Telluris & Lunæ, ratio, quæ datur inter $39,31$. & 1 , ut in sequentibus videbimus: qua adhibitâ proportione detegitur, ut vidimus, hæc ipsa distantia 60 . semidiametrorum.

Hisce præmissis ipsam aggredimur computationem.

1627. Distantia Veneris à centro Solis est 723 . & tempus periodicum $19414160''$ (1316.).

Quartus Satelles Jovis distat à centro Jovis partibus $12,4775$. quarum Venus à Soledi distat 723 .: hujus Satellitis tempus periodicum est $1441929''$. (1328.).

Quartus Satelles Saturni distat à centro Saturni, partibus iisdem $8,5107.5$ & tempus periodi-

riodicum est 1377674". (1329.).

Tandem distantia Lunæ 60. semidiam. Telluris à centro hujus, est partium memoratarum 3,054. Tempus periodicum medium 2360580". (1327.).

Divisis singulis cubis harum distantiarum, 1628. respectivè per suorum temporum periodorum quadrata, dantur in quotientibus numeri, qui sunt inter se, ut materiæ quantitates in dictis corporibus centralibus (1625.): qui quotientes sunt inter se ut numeri sequentes, si Tellurem excipiamus, circa quam correccio adhibenda fuit; quia, ut jam monuimus (1593.), Solis actione gravitas Lunæ in Tellureni parte $\frac{1}{18}\frac{1}{3}$ minuitur; quare quantitas materiæ detecta augenda fuit juxta rationem 182. ad 183. quod fecimus.

Quantitates Materiæ.

1629.

<i>in Sole;</i>	<i>Jove;</i>	<i>Saturno;</i>	<i>Tellure;</i>	<i>Lunæ</i>
10000.	9,305.	3,250.	0,6512.	0,0013.

Ex observationibus astronomicis datur etiam proportio diametrorum horum corporum, & quarum partium Solis diameter continet 10000. Diameter Jovis continet 997. Saturni 791. & Telluris 109.

Si quantitates materiæ memoratae per diametrorum quadrata dividantur, quotientes erunt inter se, ut pondera in superficiebus dictorum corporum (1596.); sunt autem quotientes hi ut numeri sequentes.

Gravitates in superficiebus

1630.

<i>Solis,</i>	<i>Jovis;</i>	<i>Saturni;</i>	<i>Telluris;</i>	<i>Lunæ.</i>
10000.	936.	519.	431.	146.

Ee

Di-

1632. Dividendo hos numeros pér diametros, habemus proportionem densitatum eorundem horum corporum (1600).

Quotientes, hisce divisionibus detecti, sequentium numerorum relationem habent.

Densitates.

1633. *Solis; Jovis; Saturni; Telluris; Lunæ.*
10000. 9385. 6567. 39539. 48911.

Quæ Lunam spectant in capite ultimo determinamus, sed illa hīc adjecimus, ut facilius cum reliquis conferri possint.

Minime probabile est, corpora memorata quatuor homogena esse; unde sequitur densitates non exactè determinari posse, quare

1634. tantum determinantur *densitates mediæ*, id est, quas corpora haberent, si servatâ materiae quantitate & magnitudine corporâ forent homogenea.

1635. Proportio memorata (1633), inter *densitates respectu omnium corporum*, & computaciones reliquæ respectu *Solis, Jovis, & Saturni*, sensibili errore expertes sunt; quantum ad *Tellurem*, in his error forte datur, corrigendus ex observationibus in tempore instituendis: Ponimus enim distantiam *Lunæ*, 60. semi diam., esse partium 3,054. quarum *Venus* à Sole distat 723. id est, quarum *Tellus* à Sole distat, 1000. (1316. 1317.); quæ *Lunæ* distantia detegitur, ponendo *Solis Parallaxin horizontalem* 10°, 30°, quæ tamen pro verâ absolutè haberi non potest, licet ex observationibus exactissimis, de *Martis Telluri* maximè vicini Parallaxi huc usque institutis, deducatur, sed quæ nimium est exigua, ut circ-

circa observationes nulla erroris suspicio superfit (1466.).

Errorem tamen ex malè determinatâ ratio- 1636.
ne, inter semidiametrum Telluris & hujus à
Sole distantiam , non mutare determinatam
Telluris densitatem , ex ipsis computationibus
circa hanc institutis , deducitur.

Ex hisce enim sequitur , densitates corporum
esse inter se , in ratione compositâ ex directâ
cuborum distantiarum corporum quæ circum-
feruntur , & inversâ quadratorum temporum
periodicorum horum ipsorum corporum re-
volutorum (1628): Ut & inversâ cuborum
diametrorum corporum centralium , quorum
densitates quæruntur (1630. 1632.): ratio ex
his composita , est composita ex ratione di-
rectâ fractionis , cuius numerator est cubus
distantiæ corporis revoluti , & denominator
cubus diametri corporis centralis , & ratione
inversâ quadrati temporis periodici corporis
circumacti. Fractio autem talis datur , si no-
ta sit ratio inter diametrum corporis centralis
& distantiam corporis revoluti ab hoc centro ,
licet hæc distantia cum nullâ alia possit con-
ferri ; ratio autem hæc respectu Telluris &
Lunæ , æque ac respectu cæterorum corpo-
rum datur , quare & Telluris densitatis ratio
ad reliquorum corporum densitates exactè
detegitur.

C A P U T X V.

*Totius Systematis Planetarii explicatio
Physica.*

IN parte primâ hujus libri, motus corporum in Systemate Planetario exposuimus, quomodo hi ex legibus Naturæ (168. 171. 175. 1571. 1572. 1573.) sequantur explicandum est; id est, quomodo, corporibus his semel motis, in motibus quos observamus perseverent.

Concipiamus Solem & Mercurium, si sibi 1637. permittantur, ad se mutuo accident (1571.): Si autem projiciantur, poterunt circa commune gravitatis centrum, æqualibus temporibus, revolvi, & Ellipticas lineas immobiles describere (1621. 1573. 274.), & in illo motu perseverare: constat enim mathematicâ demonstratione, quam in Scholiis Elem. damus; in hoc casu, corpora circa commune centrum gravitatis describere Ellipses similes illi, quam unum circa alterum quiescens, iisdem viribus, posset describere: centrum hoc, propter magnitudinem Solis (267), vix ab ipso Solis centro distat.

1638. Concipiamus ulterius, ad majorem à Sole distantiam, Venerem projici, turbabit hic paululum Mercurii motum, qui etiam, actione suâ in Venerem hunc paululum à viâ defleget, & ambo Solem, nunc eandem partem versus, nunc ad partes diversas, trahent; sed omnes has irregularitates insensibiles esse videbimus, si Solis magnitudinem consideremus,

mus; & idē hæc tria corpora tendere ad punctum in viciniis Solis inter hæc corpora; quod ergo parum admodum distat à communī centro gravitatis omnium.

Si successiue Tellus, Mars, & reliqui Planetæ, ad distantias diversas à Sole, projiciantur, idem ratiocinium locum habebit. Unde sequitur *omnes Planetas revolvi circu omnium corporum, Systema componentium, commune centrum gravitatis*, quod parum à Sole distat, & Planetas sese mutuo sensibiliter in motibus non turbare: unde *singuli lineas describunt, quas circa Solem describerent, si quisque solus cum Sole in Systemate Planetario existeret*: id est, Ellipses immobiles: nam has ex vi gravitatis describi constat (1573. 274.) nullaque alias lineas excentricas immobiles, a circulo parum differentes, ex vi centrali ad distantias æquales æqualiter agenti, describi posse vidiimus (283.).

Clarius etiam patebit, omnes Planetas ad punctum in viciniis Solis tendere, si consideremus quantitatem materiæ in Sole, millies & magis, materiæ quantitatem in Jove, Planetarum longè maximo, superare (1629).

Dum Planetæ omnes revolvuntur, licet parum tantum agitent Solem, hunc tamen agitant, & diversè trahunt, pro vario illorum situ inter se, unde motus exiguus in Sole oritur, qui semper pendet à motu jam acquisito, & mutatione in hoc ex actione memorata, quæ omnibus momentis mutatur.

Hujus verò Solis agitationis effectus est, Planetas sese mutuo minus, in motibus Ellipticis

cis circa Solem turbare, quam si Sol in medio Systematis quiesceret. Jupiter, ex. gr. si æqualiter à Mercurio & Sole distet, æquali celeritate ad se trahet hæc duo corpora (1604. 1605.), unde situs respectu Solis minus turbatur, quam si Sol hoc motu non agitaretur, & Mercurius solus ad Jovem tenderet: pro variis Mercurii & Solis à Jove distantias, 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 à Sole distantium actiones, in minus distantes, applicari potest. Quod attinet horum actionem in illos, pro vario situ ad Solem trahunt Planetam, aut hunc à Sole separant, & integrum considerando revolutionem respectivam, id est, motum à coniunctione ad coniunctionem sequentem, turbatio minor est, quam si Sol immobilis staret.

1644. *Magnitudo Solis, cum ceteris corporibus Systematis nostri collati, in causâ est, ut ex ante demonstratis patet, parum Planetas sese mutuo turbare, cùm tamen non infinita sit hæc magnitudo, non in totum actiones mutuæ contempnendæ sunt.*

Diximus observationibus Astronomicis, constare, Jovem viam Saturni mutare, ubi huic est proximus (1583.); quare hæc turbatio præ ceteris sensibilis sit, ex lege gravitatis deducitur.

1645. *Actiones Jovis in Saturnum, quando huic est*

est proximus , & Solis in eundem Planetam ,
 qua hic in orbitâ retinetur , sunt inter se di-
 rectè ut quantitates materiæ in Jove & Sole
 (1572.) , nempe ut 9,205. ad 10000. (1629.)
 & inversè ut quadrata distantiarum Jovis &
 Solis à Saturno (1630) , id est directè ut
 quadrata numerorum 954 , 434; nam distan-
 tiæ, Saturni & Jovis à Sole, sunt ut 954. ad 520.
 (1319. 1320.) ; quare ubi Jupiter Saturno est 1646.
 proximus , distantiaæ hujus à Jove & Sole sunt
 in dicta ratione. Ratio composita ex memora-
 tis duabus est 45. ad 10000 , aut 1. ad 222. ;
 hæc *Jovis actio cum Saturni gravitate in Solem*
conspirat & ideo hanc parte $\frac{1}{222}$ *auget* : un-
 de non mirum turbationem sensibilem esse.

Non consideramus hic vim , qua Jupiter 1647.
 Solem trahit , nam hac orbita Saturni non
 mutatur , & explicandum erat quare Satur-
 ni motum mutatum observent Astronomi ;
 actione tamen Jovis in Solem , magis ad Sa-
 turnum trahitur Sol , & situs respectivus ho-
 rum corporum magis turbatur , quam obser-
 vationibus 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. (1573.) , id est ut
 31. ad 45. , qui numerus exprimit vim , qua
 Saturnus ad Jovem tendit , quando gravitas
 Saturni in Solem exprimitur 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.

1648. ad 3,25. (1572. 1629.) ; quare *accessus mutuus Solis & Saturni*, est ad augmentum hujus *accessus ex actione Jovis interpositi*, ut 10003. ad 76. aut ut 131. , ad 1. Hæc notabilis est, & omnium longè maxima, turbatio in motu Planetæ primarii cujuscunque, hæc etiam in unico tantum caſu locum habet; nam, rece- dente Jove à Saturno, brevi insensibilis est turbatio motus Saturni.

1649. In eodem ſitu Jovis, Saturno proximi, hu- juſ vis licet in hoc caſu fit omnium maxima, non æquè sensibilis est, ad viam Jovis circa Solem mutandam. Actio Saturni ad Jovem trahendum, est ad illius actionem, qua So- lem trahit, 954. quadr. ad 434. quadr. (1573.) celerius ergo Jovem trahit, & cum eandem partem verſus trahantur, differentia harum virium est vis, cum qua ex Saturni actione, Jupiter & Sol à ſe mutuo separantur (327.) ; quæ ideo est ad gravitatem Solis in Satur- num, ut differentia horum quadratorum ad ultimum, id est pro:ime ut 72. ad 19. Hæc autem Solis gravitas in Saturnum est ad gra- vitatem Jovis in Solem, ut 3,25. ad 10000. (1572. 1629.) , & ut 520. qu. ad 954. qu. (1573.) id est ut 19. ad 19509.; est idcirco vis turbans Saturni ad Jovis gravitatem in Solem,

1650. ut 72. ad 19509. aut ut 1. ad 2703; ita ex actione maximâ Saturni, parte tantum ²⁷⁰³ minuitur gravitas Jovis in Solem, quæ tur- batio insensibilis est.

Re-

Reliquæ Planetarum mutuæ perturbationes 1651.
sunt multò minores , ut patebit determinan-
do illam , quæ omnium harum maxima est,
Jovis in Martem , quæ computatione simili
præcedenti detegitur.

Distantiæ Jovis à Marte & Sole , quando 1652.
Mars inter hunc & Jovem in eadem linea dat-
tur , sunt ut 3677. ad 5201. (1318. 1319.) ;
quare vires , cum quibus Jupiter hæc corpora
trahit , sunt inverse ut horum numerorum
quadrata (1573.) , id est proximè 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. (1572. 1629.) & inverse
ut quadrata distantiarum horum planetarum
a Sole , (1573.) & est hæc ratio composita 1.
ad 12512. in qua ergo ratione est vis pertur-
bans Jovis ad gravitatem Martis in Solem .
Quare *Martis gravitas in Solem , parte tantum 1653.*
12512 actione Jovis illi proximi minuitur.

Quantumvis perturbationes hæc , ex actione 1654.
Planetarum in se mutuo sint exiguae , & licet ,
quæ in situ Planetarum diverso locum habent ,
quodammodo sese mutuo compensent , hisce
tamen paululum mutatur proportio , in qua
decrescit vis , quæ Planetas in orbitis retinet ,
ita ut non exactè minuatur in ratione inversa
quadrati distantiae , idcirco licet sensibiliter
quiescant orbitæ , post multas revolutiones fitus
harum orbitalium paululum mutatus observatur
(278. 1287.)

Ex hisce omnibus sequitur Planetas in prin- 1655.
cipio ,

cipio , ad distantias ad quas à Sole mouentur , semel projectos , in motibus , legibus ante expositis , perseverare ; excentricitatemque orbitarum pendere à celeritate , & directione primæ projectionis . Motus autem hi diutissimè conservari possunt , propter materiæ cœlestis exigua resistentiam (1615).

1656. Patet etiam , quare lineis ad centrum Solis ductis describant areas temporibus proportionales ; quia nempe cæteræ gravitates in Syste-
mate exiguae sunt , respectu gravitatis Solem versus (1641) ; ideoque hac solâ in orbitis re-
tinentur Planetæ , unde hæc arearum propor-
tio sequitur (256 .)

1657. Motus etiam in lineis Ellypticis lentissimè translatis , ex lege gravitatis sequitur ; hæ e-
nim immobiles essent , si in Solem tantùm graves essent Planetæ (274 . 1573 .) ex actione
autem mutuâ Planetarum lenta orbium agita-
tio deducitur (1654 .).

1658. Quod autem spectat proportionem , quæ inter cubos distantiarum & temporum perio-
dicorum quadrata observatur , sequitur hæc quoque ex gravitatis lege (271 . 1573 .) ; ita ut
si hisce addamus , quæ de deflectione Saturni
diximus (1533 . 1646 .) , nihil explicandum
superficit , circa motum Planetarum primario-
rum .

1659. *Cometarum motus à lege Gravitatis pendere* ,
etiam ex observationibus deducitur ; & horum
respectu , ut circa Planetas dictum , Solis
gravitas prævalet , & haec gravitate à via recta
deflectuntur (1337 . 257) ; viæ autem curva-
turam ab hac eadem gravitate etiam pendere
ex

ex eo sequitur, quod corpus ex hac gravitate describat aut Ellipsin, aut Parabolam aut Hyperbolam (274. 276. 235.) ; quales lineas descripsisse hos Cometas constat, quorum Trajectoriæ fuere determinatae.

Satellites Jovis & Saturni circa primarios 1660.
iisdem legibus moventur, quibus primarii circa Solem rotantur (1301. 1323. 1331.) ; quare motuum horum explicatio (1655.) ad illos etiam referri potest, nam in tribus hisce casibus, circa Solem, Jovem & Saturnum, dantur corpora minora, ad varias distantias, circa corpus multò majus revoluta.

Dum secundarii circa primarium rotantur, 1661.
omnes motu communi moveri posse, clarum est quo non turbantur motus respectivi, quibus inter se agitantur, quia diversis impressionibus corpus eodem tempore ferri potest (171); Motus primario cum satellitibus suis communis, est motus primarii circa Solem.

Turbantur tamen secundariorum motus ex 1662.
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 exiguae sunt, in satellitibus Saturni & Jovis observari non possunt, licet reverè similes sint illis, quæ in motu Lunæ observantur; minima hujus deviatio nobis admodum est sensibilis; exactissimè autem Lunæ irregularitates ex Theoriâ gravitatis scqui, in capite sequenti patebit.

C A P U T X.

Motus Lunæ Explicatio Physica.

1663. **L**unam & Tellurem semel projectas, circa commune gravitatis centrum in motu perfeverare posse constat (1637.) : Si impressione communi quacunque ferantur, per lineas rectas parallelas inter se, ut de satellitibus Iovis & Saturni dictum (1661.), motus hic non turbabit motum circa centrum commune gravitatis, quod solum directionem hanc sequetur; quia respectu amborum corporum quiete scit. Corpora vero motu composito, ex hac impressione & motu circa commune gravitatis centrum feruntur (174.) ; id est circa hoc translatum girantur, ut circa idem quiescens ante hujus motum. Si omnibus momentis novæ impressiones, communes ambobus corporibus, in haec agant, poterit omnibus momentis mutari via centri gravitatis, quæ mutatio similis erit illi, quam subirent corpora ipsa, si motu respectivo carerent.

1664. 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 agenti, illam esse, quam corpus, eodem modo projectum, circa Solem describere possit.

1665. Unde sequitur Lunam motum Telluris turbare, & centrum commune gravitatis horum corporum describere orbitam, circa Solem, quam
huc

buc usque à Tellure ipsâ descriptam diximus;
quia ad actionem Lunæ huc usque non atten-
dimus; Tellus autem describit curvam irregu- 1666.
larem.

Posito Sole in S; sit in F centrum com- 1667.
 mune gravitatis Lunæ Q & Telluris M, in ^{TAB. XYII}
 Plenilunio: post integrum Lunationem, id ^{fig. 2.}
 est iterum in Plenilunio, sit hocce centrum
 in A; & sit F D A orbita, quam Telluris
 vocamus, & in qua memoratum centrum
 gravitatis reverâ movetur.

Sit Lunatio hæc divisa in quatuor partes æ-
 quales; post primam centrum gravitatis erit
 in E, Luna in P, Tellus in L; Iapſâ secun-
 da temporis parte, in Novilunio, centrum
 gravitatis erit in D, Luna in R, Tellus in I;
 in quadraturâ sequenti, centrum gravitatis e-
 rit 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
 in orbitâ circa Solem movetur.

Videmus ergo Tellurem moveri in curvâ
 M L I H G, quæ in singulis Lunationibus bis
 inflectitur, quæ curva etiam in se non reddit,
 quia inflectiones, in variis revolutionibus circa
 Solem, non coincidunt: quia duodecim Lu-
 nationes cum tertiatâ parte circiter singulis an-
 nis absolvuntur.

Irregularitas hæc motus Telluris, quæ ex 1668.
 legibus Naturæ deducitur, nimium est exigua,
 ut in observationibus Astronomicis sensibilis sit;
 quare sine errore ponimus, centrum ipsum
 Tel-

Telluris orbitam F D A percurrere, nam M F, aut D I, distantia maxima Telluris ab hac orbitâ, est circiter pars quadragesima distantiae M Q, quæ ipsa non est trecentesima pars distantiae F S.

1669. Etiam, in explicandis quæ Lunam spectant, negligimus considerationem motus Telluris, circa sæpius memoratum centrum gravitatis; sed ponimus illam revolvi ad distantiam à centro Telluris 60. semid.; quia, ut ante demonstravimus (1626.), ad hanc distantiam, in suo tempore periodico, revolvi posset circa Tellurem quiescentem, aut translatam in orbitâ, in qua ex Lunæ actione non turbaretur. Multo facilius hac methodo Lunæ irregularitates deteguntur, quæ eadém sunt, ut facile patet, si Luna circa commune centrum gravitatis Lunæ & Telluris, sive circa ipsum Telluris centrum rotetur.

1670. Sit Sol S, Tellus in T; Lunæ orbita TAB. XVII A L B /; Tandem detur Luna in A in quadraturâ; per A S Solem versus tendit, eodem modo, & eadém celeritate, qua Tellus, S versus per T S fertur; quia distantiae A S & T S sunt æquales: repræsentetur celeritas hæc per T S aut A S, poterit motus, quo Luna conatur descendere per A S, resolvi in duos, formatō parallelogrammo A D S T; ita ut Luna conetur moveri per A D & A T, celeritatibus, quæ hisce lineis repræsentantur (154.).

Pressione per A D agenti, Luna eadém celeritate, & eandem partem versus cum Tellure fertur; propter lineas parallelas & æquales

les TS & AD, quare ex hoc motu relatio inter Lunam & Tellurem non mutatur; pres-
fio autem per AT cum gravitate *Lunæ in Tel-* 1571.
lurem conspirat, & augetur gravitas hæc ex
actione Solis quando Luna in quadraturis da-
tur; estque augmentum ad Telluris gravitatem
*in Solem, ut AT, *Lunæ distantia à Tellure,**
*ad TS, *Telluris distantiam à Sole;** Pressiones
autem per AT & TS hisce ipsis lineis repræ-
sentari ex eo facile liquet, quod gravitates sint
pressiones, quæ in corpora mota ut in quie-
scientia agunt (183.) ; quæque ideo singulis
momentis generant augmenta velocitatum in
ratione ipsarum gravitatum (1572. 71.), in
qua eadem ratione sunt ergo velocitates eodem
tempore genitæ.

Manente TS, *Telluris distantia à Sole, cre-* 1672.
scit & minuitur augmentum memoratum gra-
vitatis in ratione lineæ AT, distantia Lunæ
à Tellure.

Manente autem hac Lunæ distantia à Tel-
lure AT, si augeatur TS minor erit AT
respectu AS; ideo licet non mutaretur vis,
qua Tellus & Luna Solem versus cadunt,
augmentum minus erit, & eo minus, quo
major est TS, quæ licet aucta eandem tamen
quantitatem repræsentat; ideo erit inversè ut
TS; vis autem gravitatis non manet, quan-
do TS augetur, sed minuitur; quare & eo
respectu minuitur augmentum memoratum,
& quidem in eadem ratione cum vi gra-
vitatis; ideoque in ratione inversâ quadrati
distantia TS (1573); si hæc diminutio cum
alia memorata conjugatur, videmus augmen- 1673.
tum

tum, de quo agimus, sequi rationem inversam
cubi distantiae Telluris à Sole.

1674. Manente Telluris à Sole distantia, Lunæ gravitas in Tellurem lentius in Quadraturis decrescit, quam pro ratione inversâ Quadrati distantiae à Telluris centro; nam si augmentum, in hoc casu, sequeretur inversam hanc rationem quadrati distantiae quam sequitur gravitas ex Telluris actione (1573.), non turbaretur hæc ratio: augmentum vero crescit, dum gravitas ipsa minuitur; quare augmentum, quando distantia augetur, semper majus est quam requiritur, idèque diminutio minor.

1675. Augmentum hoc determinatur in mediis Lunæ à Tellure & hujus à Sole distantiis: sint A T & T S hæc distantiae mediæ; est augmentum quæsumum ad gravitatem Telluris in Solem ut A T ad T S (1671.); est etiam hæc gravitas Telluris in Solem ad gravitatem Lunæ in Tellurem; (quia corpora hæc hisce gravitatibus in orbitis retinentur) directè ut T S ad T A, & inversè ut quadratum temporis periodici Telluris circa Solem ad tempus Lunæ circa Tellurem (269. 1605.): est idcirco augmentum quæsumum ad gravitatem Lunæ in Tellurem, in ratione compositâ, ex hisce rationibus: *id est*, in ratione memoratâ inversâ temporum periodicorum Telluris & Lunæ, cæteris rationibus sese mutuo destruentibus. Tempora hæc dantur & sunt inversè horum quadrata *ut 1. ad 178, 73.*

1676. Sit nunc Luna in L, in quo situ Sol Lunam & Tellurem, per eandem lineam, ad se trahit, sed non æqualiter; Lunam majori cum

cum vi, quia minus ab illo distat: differentia harum virium est vis, qua Luna à Tellure retrahitur, & qua gravitas Lunæ in Tellurem minuitur.

Vires, quibus Luna in L, & Tellus in T, Solem versus tendunt, sunt inter se ut quadrata linearum ST & SL (1573), & differentia virium, id est vis turbans, ad vim qua Tellus Solem versus descendit, ut differentia horum quadratorum ad quadratum linea L S, id est, quam proximè, ut dupla L T ad LS aut TS; nam hæ linea parum admodum inter se differunt; & differentia quadratorum, ^{1677a} quorum radices parum inter se differunt, est servata proportione dupla illius, quæ inter radices datur.

Si ergo TS, ut antea, repræsentet vim, ^{1678.} qua Tellus Solem versus descendit, L / repræsentabit vim turbantem & gravitatem minuentem, dum in quadraturis vis turbans per AT repræsentatur (1670.).

Detur Luna in l; iterum cum Tellure, per ^{1679.} eandem lineam, à Sole attrahitur; sed quia Tellus minus distat, celerius hæc Solem versus movetur (1573); ita ut detur vis, quæ Tellurem à Lunâ separat, differentia nempe virium Lunam & Tellurem trahentium; quæ vis cum gravitate Lunæ in Tellurem contrariè agit, & hanc minuit; eodem modo as ex majori gravitate Lunæ in Solem, positâ illâ in L, demonstratum fuit. In l etiam vis separans à vi separante in L vix differt; hæc enim ut vidimus proportionalis est differentiæ quadratorum linearum TS & LS, & illa.

ut simili demonstratione evincitur, differentiæ quadratorum linearum l S & T S, quæ differentiæ, propter exiguum L respectu T S, vix inter se differunt; ita ut vis, quæ minuit gravitatem Lunæ in l etiam repræsentetur per L l.

1680. Major tamen paululum est vis perturbans in conjunctione in L, quam in oppositione in l; nam positis differentiis æqualibus inter Radices, quadrata servata proportione, eo magis differunt, quo minora sunt; & sic servatæ proportione magis differunt vires in L & T quam in T & l, quæ etiam minores sunt (1573.).

1681. Concludimus ex his, vim quæ in Syzygiis gravitatem Lunæ minuit, duplam esse illius, quæ hanc auget in quadraturis; nempe ut L l ad A T. 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. (1675.)

1682. In Syzygiis vis perturbans sequitur eandem proportionem cum semipse hujus, id est cum vi perturbante in quadraturis (1281.); est ergo directè ut distantia Lunæ à Tellure (1672.); & inversè ut cibus distantiae Telluris à Sole (1673.).

1683. In Syzygiis gravitas Lunæ in Tellurem, in recessu illius ab hujus centro, magis minuitur, quam juxta rationem inversam quadrati distan-
tiae, ab hoc centro; in hac enim ratione minuere-
tur, si vis ablatitia perturbans illam inversam
sequeretur rationem; cùm autem hæc contra

cre-

erescat, quando distantia augetur (1682.) semper diminutio major est, quam juxta rationem inversam quadrati distantiae.

Tandem sit Luna in F, loco quoconque 1684. intermedio inter Quadraturam & Syzygiam, Solem versus trahitur per FS, à quo cùm minus distet, quam Tellus T, majori cum vi quam Tellus trahitur: Sit vis, quā Luna ad Solem tendit, ad vim, quā 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; & hæ lineæ designant pressiones, quibus Luna per ipsas moveri conatur (158.). 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 admóndum 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, positâ Lunâ in E. Vis ergo perturbans designatur per FN.

1685. Notandum, quando lineæ *E S* sola pars *EF* consideratur, hanc pro parallelâ haberi lineæ *L l*, propter exiguum angulum, quem hælineæ efficiunt.

1686. Ex puncto *N* ducatur perpendicularum *NQ* ad lineam *F T*, continuatam si necesse fuerit, per quam Luna in Tellurem gravitat; & construatur parallelogrammum *F P N Q* rectangulum; concipiamus vim per *F N* resolutam in duas, per *F Q* & *F P* agentes, & hisce lineis repræsentatas (158.): Actione per *F Q*, gravitas minuitur, in casu hujus figuræ, augetur quando punctum *Q* inter *F* & *T* cadit; pressione autem per *F P* Luna in orbitâ trahitur Syzygiam vicinam *L* versus, & acceleratur aut retardatur Lunæ motus, prout vis hæc cum motu Lunæ conspirat, aut contrariè agit.

In vicinijs Syzygiæ minuitur Lunæ gravitas, & linea *F Q*, quæ diminutionis hujus proportionem sequitur, minuitur recedendo à Syzygiâ donec, evanescat, ad distantiam ab hac 54. gr. 44'.; ad majorem Lunæ à Syzygiâ distantiam *Q* inter *F* & *T* cadit, & ex Solis actione gravitas Lunæ in Tellurem augetur.

Vis per *F P* in Syzygiâ *L* nulla est, recedendo ab hac augetur ad octantem usque, punctum medium inter Syzygiam & Quadraturam, minuitur iterum donec in *B* etiam nulla sit.

1687. Inter *B* & *l* aut *l* & *A*, motus perturbantes eodem modo determinantur, ac in parte oppositâ inferiori *A L B* orbitæ; in *E* & *F* æqua-

æqualis est gravitatis diminutio, & in illo situ æquali vi in orbitâ Syzygiam / versus trahitur, quâ in F Syzygiam L versus pellitur.

Ex hisce sequitur, *in motu Lunæ a Syzygiâ 1638.*
ad Quadraturam, inter L & B ut & l & A,
gravitatem Lunæ in Tellurem continuo augeri
& Lunam in motu continuo retardari. *In mo-* 1639.
tu autem à Quadraturâ ad Syzygiam, inter B
& l ut & A & L, minuitur omnibus momen-
tis Lunæ gravitas, & hujus motus in orbitâ
acceleratur.

Determinantur vires à quibus effectus hi-
pendent, conferendo has cum vi notâ, quâ
gravitas in Quadraturis augetur (1675.), &
quæ per Lunæ distantiam à centro Telluris
repræsentatur.

Lineæ M I, H F, S T, ex constructione 1690.
sunt æquales; ideo, cum puncta I & N con-
fundantur, M N valet S T, & M S æqua-
lis est N T. Lineæ M F & S T repræsen-
tant vires, quibus Luna in F & Tellus in T
Solem S versus feruntur; sunt ergo ut qua-
dratum lineæ T S ad quadratum lineæ F S
(1573.); quare, cùm F G sit differentia ha-
rum linearum, differunt inter se F M & T S
duplâ G F (1677.), & addendo G F lineæ
F M, differentia inter G M & T S, id est
M S, erit tripla lineæ F G; quantum ergo
etiam valet N T: F E autem est dupla F G
(1685.); ideo NT ad F E ut tria ad duo.

Continuetur F T, si necesse fuerit, & ad
hanc, ex E, ducatur perpendicularis E V;
triangula E V F, & N Q T, rectangula, e-
runt similia, propter angulos alternos V F E

& Q T N (1685. 29. El. I.): Idcirco N T ad F E, id est, tria ad duō, ut N Q, æqualis F P, ad E V; quæ ergo proportionalis est duabus tertiiis partibus vis, quæ exprimitur per F P; sed E V est sinus anguli E T V ad centrum, dupli anguli E F V ad circumferentiam (20. El. III.), æqualis angulo F T L, distantia Lunæ à

1691. Syzygiâ. Idcirco, *ut radius*, T A, aut T E, ad sesqui-sinum duplæ distantia Lunæ à Syzygiâ, nempè ad F P, ita augmentum gravitatis in quadraturis, quod radio T A designatur, ad vim, quæ motum Lunæ in orbitâ accelerat aut retardat.

Computatio diminutionis gravitatis, &c., in minori distantia: Quadraturis, hujus augmenti, ex iisdem principiis deducitur.

1692. Repræsentatur hæc diminutio lineâ F Q, quæ valet Q T, minus radio, sed ex consideratione triangulorum memoratorum sesqui V F, valet Q T; id è sesqui V T plus dimidio radio designat diminutionem gravita-

1693. tis quæsitam; & Radius est ad summam aut differentiam sesqui co-sinus duplæ distantia Lunæ à Syzygiâ & dimidiis Radii, ut augmentum gravitatis in Quadraturis ad diminutionem, aut augmentum, gravitatis in situ Lunæ de quo computatio initur.

Differentiâ inter co-sinum & dimidium Radium utimur, quando angulus, cuius est co-sinus, angulum rectum superat; quia in hoc casu utimur co-sinu complementi anguli ad duos angulos rectos; quando in hoc eodem casu sesqui co-sinus, quo utimur, semi-radius superat, quantitas detecta est addititia,

id

id est , gravitatem auget , quod ubique inter Quadraturam & 35. gr. 16'. ab hac obtinet.

Vires hæ , quæcunque fuerit orbitæ Lunaris 1694.
figura , exactè determinantur ; nam conferuntur cum augmento gravitatis in Quadraturis , posítâ Lunâ in Quadraturâ ad eandem distanciam à Tellure , ad quam reverâ datur in loco de quo agitur ; augmentum vero hoc in omni Casu detegitur (1675. 1673. 1672.).

Licet extra scopum hujus operis sit , computum , motus Lunæ tradere , necesse duxi breviter exponere , quâ methodo vires , quibus Luna regitur , detegantur ; quia eo facilius effectum generalem virium concipimus , quo exactius ipsas novimus .

Ut nunc motum Lunæ examinemus , singulatim hujus variæ irregularitates perpendendæ sunt , quod ut sine confusione fiat , plerasque in initio hujus examinis removemus irregularitates , & concipimus Lunam in circulo motam circa Tellurem , in quâ curvâ retineri posse ex gravitate constat (284. 1573.).

Ex actione Solis turbatur hic motus , & orbita magis convexa est in Quadraturis quam in Syzygiis. 1696. Nam curvæ , à corpore vi centrali descriptæ , convexitas eo major est , quo vis centralis majori cum vi corpus omnibus momentis ex viâ detorquet ; etiam eo major eit , quo corpus lentius movetur . quia vis centralis diutius agens majorem edit effectum in infligendâ corporis viâ . Ex causis contrariis minuitur convexitas curvæ . Ambæ concurrunt in augendâ orbitæ convexitate in Qua-

draturis (1688.), & hac minuendâ in Syzygiis (1689.).

Ex his sequitur circularem orbitæ Lunaris figuram in ovalem mutari, cuius major axis per Quadraturas transit; ut partes magis con-
1697. vexæ in Quadraturis dentur. Quare Luna minus à Tellure in Syzygiis, magis in Quadraturis distat; & non mirum Lunam ad Tellurem accedere, licet gravitas hujus minuatur; quia accessus non est effectus immediatus hujus diminutionis, sed intlectionis orbitæ Quadraturas versus.

Motus Lunæ, sublatâ Solis actione, non est in circulo, sed Ellipsi, cuius focorum alter cum Telluris centro coincidit (1324. 274. 1573.), nam orbita Lunæ est excentrica & vi gravitatis in hac retinetur.

Demonstrata ergo non exactè ad motum Lunæ applicari possunt; cum autem vires, quæ deviationes explicatas generant in Lunam reverâ agant, Ellipsis, quam Luna sub-
1698. lato Sole describeret, mutatur, &, cæteris paribus, propositiones n. 1696. 1697. ad Lunæ motum applicari possunt. Id est Ellipteos (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 distantiis necessario sequuntur.

1699. In Quadraturis & Syzygiis, vis perturbans cum vi gravitatis Tellurem versus, in eâdem linea agit (1670. 1676. 1679.); ideoque vis quæ

quæ continuo in Lunam agit, & hanc in orbita refinet, ad centrum Telluris dirigitur, & Luna describit areas, lineis ad hoc centrum ductis, temporibus proportionales (256.).

In aliis orbitæ punctis, ut F, præter vim, 1700. quæ in Lineâ FT agit, datur & alia, cujus directio ad FT est perpendicularis (1686.), quæ hic per FP repræsentatur: directio vis ex ambabus composita dirigitur paululum ad latus lineæ FT, & non tendit ad Telluris centrum (154); quare areæ lineis ad centrum Telluris auctis non sunt exacte temporibus proportionales (257.). In octantibus FP est omnium maxima; & vis, quæ per hanc lineam repræsentatur, est ad gravitatem Lunæ Tellurem versus, in hoc punto, in mediis Lunæ & Solis distantiis, ut 1. ad 119, 15. (1691.) quare directio vis compositæ, ex actionibus Solis & Telluris in Lunam, cum linea FT efficit angulum circiter semi gradus.

Variis irregularitatibus aliis subjicitur motus Lunæ, ita ut curvam omnino irregularem describat; quam ut computationibus, quantum fieri potest exactissimis, subjiciant, ad Ellipsin reducunt Astronomi, quam variis 1701. motibus agitatam, etiam mutabilem, concipiunt, ne Luna hanc deserat.

Circa vires centrales notavimus, corpus non describere Ellipsin, si vis centralis, qua in orbita retinetur, in aliâ ratione decrescat, quam in ratione inversâ quadrati distantiæ; curvam tamen saepè posse reduci ad Ellipsin mobilem (278.): quæ circa focum rotatur, & cujus motus aliquando eandem partem versus,

cum motu corporis (279.), aliquando in contraria partem fertur (280.).

Ex hisce sequitur, Lunæ orbitam ad Ellipticam referri non posse, nisi quatuor motibus singulis revolutionibus hanc agitatam concipiamus; id est, nisi linea Apsidum, id est major axis Ellipseos, quæ per centrum Telluris transit, bis progrediatur, & bis regrediatur.

1702. *Progrediuntur Apsides Lunæ in Syzygiis versante* (279. 1683.) aut potius in motu Lunæ, inter puncta à Syzygiis 54. gr. 44'; distantia

1703. (1694.). *In Quadraturis*, & inter puncta ab his distantia 35. gr. 16', *Apsides regrediuntur*, id est in antecedentiâ moventur (280. 1674. 1693.).

1704. *Vires à quibus progressus & regreslus Apsidum pendent sunt vires motum Lunæ turban tes, antea explicatae; ideo, cùm vis turbans in Syzygiis, sit dupla vis turbantis in Quadraturis (1681.) progressus, integrâ consideratâ Lunæ revolutione, regressum superat, ceteris paribus.*

In circulo, cuius centrum in centro virium datur, diminutio vis, in recessu à centro, nullum edit effectum; quia in hac lineâ non à centro recedit corpus; Idcirco effectus diminutionis hujus est eo major, quo à tali circulo magis differt curva, quam corpus describit.

1705. In orbitâ Ellipticâ, cuius Focorum alter cum virium centro coincidit, curvatura in Apsidibus omnium maximè à tali circulo differt, & effectus diminutionis vis in recessu à virium

centro, est omnium maximus. Si orbita hæc 1706.
parum fuerit excentrica, in extremitatibus axeos
minoris parum admodum a circulo memorato
differt Ellipsis, & diminutionis effectus est o-
mnium minimus.

Progressus, & regressus, Apsidum pendent 1707.
à proportione, juxta quam decrescit vis gra-
vitatis recedendo à Telluris centro (279. 280.);
est idem effectus diminutionis vis centralis.

Varias subit mutationes explicatus Apsidum
motus, omnium celerrimè progrediuntur Apsi- 1708.
des, in Lunæ revolutione: posuit Apsidum li-
neâ in Syzygiis (1702. 1707. 1705.); & in hoc
ipso casu omnium lentissimè, in eâdem revolu-
tione remeant (1703. 1707. 1706.); quia, pro-
pter exiguum Lunæ excèntricitatem, parum,
ab extremitatibus axeos minoris orbitæ distant
Quadraturæ.

Posuit linea Apsidum in Quadraturis, omnium 1709.
minimè in Syzygiis in consequentiâ feruntur
Apsides (1702. 1707. 1706.); celerrimè autem
redeunt in Quadraturis (1703. 1707. 1705.);
&, in hoc casu, in integra Lunæ revolutione
regressus progressum superat.

Dum Tellus in orbitâ transfertur, linea A-
psidum successive omnes acquirit situs respe-
ctu Solis; quare plurimis revolutionibus Lunæ 1710.
simil consideratis progrediuntur Apsides (1704.),
& ex observationibus constat, in spatio circi-
ter novem annorum lineam Apsidum integrum
peragere revolutionem.

Orbitæ excèntricitatem etiam inconstantem
esse diximus.

*Augetur corporis excèntricitas, si vis centra- 1711.
lis,*

lis, continuâ diminutione, celerius quam ante decrescat; tunc enim dum corpus ab Apside imâ ad Apsidem summam transfertur, omnibus momentis, minus trahitur, quam si vis minus decreceret, quare magis recedit; augetur etiam eadem orbitæ excentricitas, in eodem casu, in motu ab Apside summâ ad imam, quia in hoc casu, accessu ad centrum, celerius crescit vis; ita ut in utroque casu differentia inter maximam & minimam distantiam à centro virium major fiat, ideoque excentricitas augeatur.

- 1712.** Simili ratiocinio patet excentricitatem minui, quando vis centralis lentius decrescit, quam ante, in recessu à centro.
- Hicce ad motum Lunæ applicatis, patet:
- 1713.** Orbitæ excentricitatem, singulis revolutionibus, varias subire mutationes, augeri dum Luna per Syzygias transit (1633, 1711.) minui dum in
- 1714.** Quadraturis versatur (1674. 1712.). *Est verò excentricitas omnium maxima, posita linea Apsidum in Syzygiis; quia in integra revolutione, causa quæ auget excentricitatem est omnium maxima, & quæ hanc minuit omnium minima; in Apsidibus collatis, celerius decrescit vis centralis quam pro ratione inversa quadrati distantiae (1683.), unde augmentum hoc sequitur (1711.) quod in hoc situ prævallet (1705.). Orbitam verò omnium minime esse excentricam, versante lineâ Apsidum in Quadraturis, prævalente diminutione excentricitatis (1674. 1712.).*

Lunam diximus moveri in planō ad Eclipticæ planum inclinatum; lineam Nodorum rotari in antecedentiâ (1327.), & inconstan-

tem esse Orbitæ inclinationem (1326.) ; effe-
ctus hi ex actione Solis in Lunam etiam de-
ducuntur.

Propter exiguum orbitæ Lunaris inclinatio-
nem , vires quas huc usque in plano Eclipti-
cæ agentes non attendendo ad orbitæ inclina-
tionem consideravimus , sine sensibili errore ,
ad orbitæ planum , referuntur , & Luna , in
hoc , motibus ante explicatis subjicitur : Sed
datur vis , quæ Lunam ex plano orbitæ remo- 1715.
vet ; ita ut hoc planum agitatum concipere de-
beamus , ne Luna orbitam deserat (1701.)

Sit Luna in F ; attendendo ad illa , quæ de 1716.
actione Solis superius dicta sunt (1684.) , li- TAB.XVII.
quet planum parallelogrammi F H M I per ^{fig. 3-}
lineam T S transire , quæ centra Solis & Tel-
luris jungit , & quæ idè in plano Eclipticæ
datur ; ita ut punctum N , ad quod dirigitur
vis F N turbans ex actione Solis , in hoc pla-
no detur.

Repræsentetur hæc eâdem vis per FI ; in 1717.
F ad orbitæ planum detur perpendicularis F R TAB.XVIII.
& concipiatur parallelogrammum F R I i , cu- ^{fig. 4.}
jus latus F i in plano orbitæ detur , & cuius
diagonalis sit FI ; vis turbans per FI resol-
vitur in duas , per F R & F i , quas hæ
lineæ repræsentant (158.) , & quarum hæc in
plano orbitæ agit : ita ut ad hanc debeamus re-
ferre , quæ spectant vim turbantem , de qua
in n. 1684. egimus ; lineæ enim F i & F I
vix differunt , & planum parallelogrammi
F R I i ad planum orbitæ Lunaris est perpen-
diculare.

Determinanda est linea F R , quæ repræ- 1718.
sen-

sentat vim, quæ ad planum orbitæ perpendiculariter agit, & Lunam ex hoc plâno removet; relatio autem lineæ F R aut I i ad radium E T, est ratio vis turbantis, de qua hic agitur, ad augmentum gravitatis in Quadraturis (1670.).

1719. In casu hujus figuræ in quâ linea Nodorum Nn in Quadraturis versatur, detegitur F R; quia IT (quæ est NT fig. 3.) datur (1690), & quia IT ad I i aut F R, ut Radius ad sinum inclinationis orbitæ.

1720. Sed in omni casu determinanda est vis, quæ Lunam ex plâno pellit; ponamus ideo lineam Nodorum translatam ad situm M m, quo, cæteris manentibus, mutatur I i. Ad mM continuatam, si necesse fuerit, dentur perpendiculares i X & IX, quæ angulum efficiunt æqualem inclinationi plani orbitæ.

1721. Ratio inter ET & I i, id est ratio inter augmentum gravitatis in Quadraturis & vim, quam quærimus, quæ Lunam ex plâno 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 distantiæ Lunæ à Quadraturâ triplicatum (1690.); secunda est ratio Radii ad sinum anguli ITX, id est distantiæ Nodi à Syzygiâ; tertia tandem est ratio Radii ad sinum inclinationis orbitæ: & ratio ex his composita, est ratio cubi Radii ad ter productum sinuum distantiarum Lunæ à Quadraturâ, & Nodi à Syzygiâ, ut & inclinationis plani. Ad hanc vim etiam referendus n. 1694.

1722. Vis hæc in Quadraturis nulla est, quia punctum

Etum I cum puncto T , centro Telluris , coincidit , & evanescit linea I i , lineis FI & F i concurrentibus , in plano orbitæ ; quod etiam ex computatione memoratâ (1721.) sequitur ; evanescente sinu distantiæ Lunæ à Quadraturâ ; ideoque toto producتو , quod per sinum hunc multiplicatur.

Evanescit idem hoc productum , & cum hoc 1723. vis , quam repræsentat , evanescente sinu distantiæ Nodi à Syzygiâ , id est , posítâ lineâ 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 .

Vis etiam , quam examinamus , augetur in 1724. accessu Lunæ ad Syzygiam , & in recessu Nodi ab hac . (1721.).

Sit P p planum Eclipticæ ; P A orbita Lunæ ; ubi Luna ad A pervenit , id est paulum à Nodo recessit , ex plano orbitæ removetur , & in secundo momento non per A B , continuationem orbitæ P A , sed per A b feretur ; quia per B b ad planum Eclipticæ accedit ; itaque movetur , quasi ex Nodo magis distante p procederet . Unde patet Nodos re- 1725. TAB.XVII fig. 5.

gredi , dum Lunâ in orbitâ movetur , quamdiu à Nodo recedit : etiam remeant Nodi in accessu Lunæ ad Nodium oppositum ; quia cùm Luna continuò ex orbitâ planum Eclipticæ versus pellatur , continuo ad punctum minus distans dirigitur , & citius ad Nodium pervenit , quâm si tali motu non agitata eâdem celeritate in motu continuasset .

1727. *Integralm considerando Lunæ revolutionem, cæteris paribus, celerrimè in antecedentia moventur Nodi, versante Lunâ in Syzygiis (1724.), deinde lentius atque lentius, donec quiescant, versante Lunâ in Quadraturis (1722.).*

Dum Tellus circa Solem rotatur, etiam non attendendo ad motum statim memoratum

1728. *Nodorum, linea Nodorum successivè omnes situs possibiles acquirit, respectu Solis: &, singulis annis, bis per Syzygias, bis per Quadraturas transit.*

1729. *Si nunc plurimas consideremus Lunæ revolutiones, Nodi in integrâ revolutione celerrimè remeant, versantibus Nodis in Quadraturis (1724.) dein ientius, donec quiescant, posita linea Nodorum in Syzygiis (1723.).*

Hac eadem vi, qua Nodi moventur, mutatur etiam orbitæ inclinatio; augetur in recessu Lunæ à Nodo; minuitur in accessu ad Nodum.

1731. *Angulus enim $b p L$, minor est angulo $A PL$, & eâdem de causâ continuo minuitur, & inclinatio major fit, ubi autem Luna ad maximam distantiam à plano Eclipticæ pervenit, & ad Nodum oppositum accedit, continuò directio motus Lunæ planum Eclipticæ versus inflectitur, & minus ad hoc inclinatur, quam si in orbitâ motum continuaret: sit $N n n$ planum Eclipticæ, curva $N n$ orbita Lunæ; vi qua Luna continuo ex hac removetur, mutatur Lunæ via, & percurrit curvam $N n$, quæ magis ad $N n n$ in N inclinatur, quam in n , ita ut plani orbitæ inclinationem bis mutatam concipere debeamus*

(1724.)

(1725.), dum à Nodo ad Nodum movetur Luna: ideoque quater *in singulis Lunæ revolutionibus; bis minuitur, bis iterum augetur.*

*Positis Nodis N, n, in Quadraturis, vires quæ in unica revolutione augent inclinationem, & hanc minuant, sunt æquales inter se; nam propter æqualem distantiam utriusque Nodi à Syzygiis, vires inclinationem mutantes in ND & n E sunt æquales viribus, in punctis respondentibus, in D n & EN (1721.); illis *inclinatio augetur, his minuitur (1730.): diminutio anguli inclinationis ex primis, secundarum actione instauratur, & hic non mutatur.* In motu memorato (1728.) lineæ Nodorum respectu Solis, qui à situ parallelo lineaæ hujus pendet, Nodus N ad Syzygiam E fertur. Ubi ex. gr. linea Nodorum pervenit ad situm M m, Luna in recessu à Nodis transit per Quadraturas N, n, in quibus vis, quæ inclinationem mutat nulla est (1722.), & in quorum viciniis omnium est minima (1721.): in accessu autem ad Nodos ubique Luna à Quadraturis distat, & vis major in hanc agit (1721.); ideoque *integralm confiderando revolutionem, augmentum anguli inclinationis superat hujus diminutionem (1730.). id est augetur ille angulus, aut quod idem est minuitur inclinatio; quod ubique obtinet in motu Nodorum à Quadraturis ad Syzygias.**

Ubi ad Syzygias pervenere Nodi, inclinatio plani orbitæ est omnium minima; nam in motu Nodorum à Syzygiis ad Quadraturas, magis ac magis continuò inclinatur orbitæ planum; in hoc enim casu in accessu ad Nodum per

Quadraturas transit Luna, in recessu ab his

distant à Quadraturis, & in integrâ Lunæ revolutione, vis, quæ inclinationem auget, superat illam, quæ hanc minuit (722. 1730.) ;

1737. idcirco augetur inclinatio; & est omnium maxima versantibus Nodis in Quadraturis, ubi terminatur diminutio anguli à Plano orbitæ cum plano Eclipticæ formati (1733.).

1738. Omnes, quos explicavimus, errores in motu Lunæ paululum mojores sunt in conjunctione quam in oppositione (1680.).

1739. Determinantur vires omnes perturbantes, degendo harum relationem cum augmento gravitatis in Quadraturis (1691. 1693. 1721.); quare omnes easdem mutationes subeunt cum hoc augmentatione, id est, sunt inversæ, ut cubus distantiae Solis à Tellure (1673.); qua manente, sunt ut distantia Lunæ à Tellure (1672.).

1740. Omnes vires perturbantes simul considerando, prævalet gravitatis diminutio (1681.); quod ex progressu Apsidum (1327. 1710.) immediatè sequitur; nam ex hoc patet, plurimis simul consideratis revolutionibus, effectum diminutionis gravitatis superare effectum augmenti (279. 280.).

1741. Ergo motu Lunæ generaliter considerato, minuitur gravitas Lunæ in Tellurem accessu Solis (1740. 1739.); ideoque, cùm minus à Tellure trahatur, ab hac magis recedit, quam recederet, si talis gravitatis diminutio non daretur; augetur ergo in hoc casu Lu-

1742. næ distantia, etiam tempus periodicum (255.); & tempus hoc maximum est, ut & distantia Lunæ, cæteris paribus, maxima, versante Tel-

*Tellure in Perihelio (1739.), quia omnium
minime à Sole distat.*

CAPUT XVII.

De Planetarum Figuris.

Si ad Planetarum figuras attendamus, talibus illos præditos detegimus, quæ ex ipsis, quibus systema regitur, legibus sequuntur; ordini mirabili, quem ubique observamus, admodum congruum est, nullas in Planetas agere vires ad hos destruendos; id est *illam esse Planetæ, sive primarii, sive secundarii, figuram, quam acquireret, si totus ex materia fluida constaret;* quod cum Phænomenis congruit.

Unde sequitur *Planetas omnes primarios, & secundarios, esse sphæricos;* constant enim ex materia cuius particulæ in se mutuo graves sunt (1571. 1572); ex qua mutua attractione figura sphærica generatur, eodem modo ac gutta fit sphærica ex alia partium attractione (42.).

Figura hæc sphærica Planetarum ex motu circa Solem, aut secundiorum circa primarios. non mutatur; quia singulæ particulæ eodem motu feruntur: motu autem circa axem mutationem figura subit, eo majorem, quo motus hic celerior est.

Sit PP axis Planetæ; Ee diameter Æquatoris, ad axem perpendicularis; detur canalis PCE fluido repletus; pondere suo fluidum

hoc C versus in utroque crure descendit, & non quiescit, nisi pressio in utroque crure æqualis sit. Si Planeta quiescat, altitudo fluidi in utroque crure æqualis est (1744): si vero Planeta circa axem PP rotetur, vi centrifugâ omne liquidum in crure CE à centro conatur recedere (248), quæ vis cum vis gravitatis contrariè agit (253); idèque gravitatem minuit; ita ut æquilibrium non detur, nisi CE superet CP. Tollamus nunc canalem, pressio lateralis fluidi, ex quo Planeta constat, non mutat gravitatem C versus, neque differentiam inter altitudines columnarum CE, CP (432.); altior idcirco ubique est

1747. *Planeta in Äquatore, quam in Polis, & acquirit ex motu circa axem, figuram sphæroidis depresso in Polis; elevatio enim continuò minuitur, accedendo ad Polum; quia vis centrifuga minuitur, propter imminutam distanciam ab Axe (264.).*

Si demonstrata cum Phænomenis conferantur, patebit quare omnia corpora sint Sphærica in Systemate nostro (1282); hanc tamen figuram non esse exactam, & motibus circa axes paululum mutari (1747.), licet in plerisque hoc observari non possit, ex observationibus

1748. *Jovis axem breviores esse diametro Äquatoris observarunt Astronomi; hic licet omnium Planetarum sit maximus, omnium celerrime circa axem rotatur (139.), idèque differentia hæc observari potest.*

1749. *Elevatio Telluris, in Äquatore, à nobis determinatur quamvis forte aliorum Planatarum*

rum incolis, si dentur, non magis est sensibilis, quam nobis elevationes in Marte & Veneri, quas non percipimus.

Ponamus Tellurem tuidam, memoratam 1750. sphæroidem acquireret figuram (1747.); si cohæreant partes centrum versus, non eo situs aliarum mutari potest, neque mutabitur, si in quibusdam locis partes ad superficiem usque cohæreant inter se; ita ut Maris superficies necessario acquirat sphæroidis figuram ad Polos depresso. Cum verò, parum tantum, ubique littora supra Maris superficiem, eleventur, continentem eandem sequi figuram extra dubium est.

Ut nunc hanc masuremus elevationem, id est quantum diameter Æquatoris superet Axem, ad motum Telluris circa hunc in spatio 23. hor. 56' 4". (1317.) attendendum est; & sequenti methodo, positâ Tellure homogeneâ computatio instituitur.

Telluris periferia est pedum Rhenolandico-^{1751.} rum 127683039., ideo in uno minuto secundo temporis, punctum Æquatoris percurrit pedes 1482., cujus arcus sinus versus est pedum 0,05+, spatium quod in talis tempore ex vi centrifugâ à corpore percurri potest.

Gravitate corpus, in uno minuto secundo, ut antea jam vidimus, cadendo percurrit pedes 15,6387.; sed hæc experimenta instituta fure ad distantiam 48. gr. ab Æquatore Ee, in TAB. XVII punto A; vis centrifuga in E est ad vim centrifugam in A, ut CE, aut CA, nam parum admodum differunt hæ lineæ, ad AB (264); sit vis hæc centrifuga Ab; ductâ per-

pendiculari $b\ a$ ad CA continuatam, resolvatur vis per Ab, in duas per Aa & ab (158.) ; illâ solâ minuitur gravitas, & est Ab ad vim illam minuentem, ut CA ad AB; propter similia triangula rectangula, Aba, & ABC, habentia in A angulos oppositos ad verticem æquales (15. El. 1.). Est ideo vis centrifuga in Äquatore, qua corpus in minuto secundo percurrit c,° 54., ad vim, gravitatem minuentem in A, in ratione duplicata Radii AC ad AB, co-sinum latitudinis AE, 43. gr. : ita ut ex hac vi minuente corpus in uno minuto secundo percurrat o,° 242. quare, si Tellus quiesceret, cadendo non percurreret pedes 15,° 6387., sed pedes 15,° 6629. ut hoc jam monuimus (1594.); qua gravitate corpus sub Polis cadit, quia puncta hæc non moventur. Ad Äquatorem vi centrifugâ percurrit corpus o,° 54. & tantum cadit, in eodem tempore ab altitudine pedum 15,° 6989.; unde patet gravitatem sub Polis esse ad gravitatem sub Äquatore, ut 290 ad 289.

Si fig. 6. figuram Telluris repræsentat, pondus columnæ liquidi CE erit ad pondus columnæ liquidi CP, quiescente Tellure, ut 290. ad 289.; aliter enim, motâ Tellure, æquilibrium non dabitur; quia pars columnæ CE vi centrifugâ sustinetur; decrescit enim vis centrifuga accedendo ad centrum in ratione distantie (264.), in qua etiam ratione decrescit gravitas (1602.), ita ut in singulis columnæ punctis eadem pars ponderis sustineatur, quam superficiem versus.

Ex

Ex his deducimus altitudinem CP, Po-1752.
li, esse ad altitudinem EC, *Æquatoris*,
ut 229,7. *ad* 230,7.; positâ enim hac ratione
inter Axem & *Æquatoris* diametrum, si de
gravitatibus in locis P & E, Tellure quie-
scente, computatio ineatur, deteguntur esse
inter se, *ut* 1123. *ad* 1122.; quæ ratio ubi-
que obtinet in punctis respondentibus, id est
quæ distant à centro ut CP ad PE; quia in
utroque crure decrescit gravitas in ratione di-
stantiæ à centro (1602.). Pondus habetur
multiplicando materiæ quantitatem per gravi-
tatem; nam in utriusque ratione crescit pon-
dus: multiplicando 1123. per 229,7. & 1122.
per 230,7. producta sunt inter se, *ut* 289 ad
290; quæ est ratio ponderum ante detecta.

Diameter media Telluris est 3386897. per-1753.
ticarum (1333.) idèò axis PP est 3379682,
& diameter *Æquatoris* EE 3394112. pertica-
rum, quæ Axem superat perticis 14431. par-
tibus nempe $\frac{1}{2367}$. & *Æquator* magis elevatur 1754.
perticis 7215.

Monuimus superius (227.) experimentis con-1755.
stare gravitatem accedendo ad *Æquatorem* mi-
norem fieri; observationes autem exactissimæ
satis bene cum diminutione, quam ex motu
circa axem deducimus, convenient.

Si nunc ad sphæroidem figuram Telluris
attendamus, videmus *gravia non directe ten-* 1756.
dere ad centrum Telluris, nisi in Polis & *Æ-*
quatore, *sed ubique perpendiculariter ad super-*
ficiem Sphæroidis; nam fluidum non quiescit,
nisi suprema superficies cum directione gra-
Gg 4 vium

vium angulum rectum formet (425,); quare sphærodis figura formatur à fluidi quiescentis superficie. Hanc eandem gravium directionem etiam directè deducimus ex vi centrifugâ.

1757. Corpus in A gravitate tendit ad C, vi cen-

TAB. XVII. trifugâ fertur per Ab; vis hæc in puncto A

fig. 6. est ad gravitatem per AC, ut 1. ad 432.: formato parallelogrammo lateribus AC & Ab, positis his inter se, ut 432., ad 1., diagonalis Ac designabit directionem gravium (154.) formantem exiguum angulum cum linea AC. Vis per Ab crescit accessu ad Äquatorem, quo angulus hic augetur, sed minuitur, propter auctum angulum CAB; ita ut in Äquatore, ubi vis centrifuga est maxima, directio gravium cum EC coincidat: in Polo coincidit cum PC, quia vis centrifuga nulla datur.

1758. In hac figurâ sphæroidis determinatur latitudo loci angulo, ut AcE, quem cum piano Äquatoris efficit linea, ex loco ad superficiem perpendicularis. Diviso toto arcu PAE, hac methodo, in partes nonaginta, id est in gradus, fa-

1759. cile patet accedendo ad Polum, gradus in superficie augeri; sed hac adeò exigua est differentia, ut, in mensurandis gradibus non admodum distantibus, detegi non possit; quia error ex fabricâ, & usu instrumentorum, differentiam hanc superat. Inde differunt paullum inter se gradus mensurati ad austrum & boream Galliæ, ut & in Angliâ, & medius est omnium minimus; quare ex mensuris his de Telluris figurâ nil concludi potest.

CAPUT XVIII.

*Motus Axeos Telluris Explicatio
Physica.*

Ltinæ Nodos regredi, id est in antecedentia moveri (1726), & orbitæ inclinationem mutationibus esse obnoxiam (1732), demonstravimus; concipiamus varias dari Lunas, ad eandem distantiam, æqualibus temporibus, circa Tellurem revolutas, in plano ad planum Eclipticæ inclinato; singulas ipsisdem motibus agitari clarum est: concipiamus numerum Lunarum augeri, ita ut se se mutuo tangent; & annulum, cujus partes cohærent, forment, dum annuli pars una trahitur, ut inclinationem augeat, pars altera motu contrario agitatur, ad inclinationem minuendam (1730): Vis major in hoc casu prævalet, id est, in motu linea Nodorum à Quadraturis ad Syzygiis annuli inclinatio minuitur in singulis hujus revolutionibus (1734.); & est omnium minima, versante linea Nodorum in Syzygiis (1735). Contra, angetur inclinatio dum linea Nodorum ex Syzygiis ad Quadraturas transfertur (1736.) ; & est omnium maxima, positâ linea Nodorum in his (1737.). Linea Nodorum continuò in antecedentia transferetur, nisi in Syzygiis ubi quiescit (1726. 1729.).

Si quantitas materiae in annulo minuatur, non mutantur hujus motus; quia à gravitate

pendent, quæ æqualiter in singulas materiæ particulas agit (1572.).

1765. *Si annuli diameter minuatur, in ratione hujus diminutionis minuuntur motus (1739.), sed nullus in totum evanescit; & iisdem motibus agitur.*

1766. *Concipiamus nunc Tellurem sphæricam; & in plano Æquatoris, cum piano Eclipticæ efficiente angulum 23. gr. 29'. annulum dari, in eodem tempore cum Tellure revolutum; minuatur hic ut Tellurem tangat, & cum hac cohæreat; hisce annuli motus memorati non tolluntur; nam cum Tellus nullâ vi in determinato situ retineatur, cedit impressionibus annuli, cujus agitationes tamen minuuntur, ex auctâ materiâ movendâ, dum vis motrix eadem manet.*

Casus hic revera extat, nam Telluris figura est sphærica, annulo in Æquatore circumdata, quo Tellus ad Æquatorem magis elevatur (1754.), cujus annuli linea Nodorum est sectio planorum Æquatoris & Eclipticæ. Unde sequentes deducimus conclusiones.

1767. *In Æquinoctiis inclinatio Æquatoris est omnium minima (1761.); ideoque Axeos inclinatio omnium maxima; nam cum piano Æquatoris angulum rectum efficit (1432.). Au-*

1768. getur inclinatio Æquatoris, id est minuitur Axeos inclinatio, conec Sol in Solsticiis detur, ubi hæc est omnium minima, illa omnium ma-

1769. xima (1762.) Idecirco bis in anno minuitur Telluris Axeos inclinatio, bis instauratur. Et

1770. Sectio plani Æquatoris cum piano Eclipticæ, quæ in Æquinoctiis quiescit, per reliquum tem-

pus in antecedentia movetur (1763.)

Ad planum orbitæ Lunaris etiam inclinatur planum Æquatoris; nam exiguum angulum illud cum Plano Eclipticæ efficit (1226.); ideo eodem modo in annulum agit Luna, quam Sol; & licet illa minor sit, quia Sole multo minus distat, in annulum majorem exerit actionem. Quare etiam *ex actione Lunæ, bis in singulis hujus revolutionibus mutatur, & bis instauratur, Axeos Telluris inclinationis ad Planum orbitæ Lunæ (1769)*; ideoque *ad planum Eclipticæ: & in antecedentia fertur Sectio Plani Æquatoris cum plano orbitæ (1770.)*; ex quo motu translatio sectio-*nis illius plani cum plano Eclipticæ necessario sequitur.*

*Mutationes inclinationis Axeos nimium sunt 1773. exiguae, ut observentur: translatio autem lineæ 1774. Äquinoctiorum, & motus Axeos, qui ex hac sequitur, cum semper eandem partem versus dirigantur, tandem sensibiles sunt; & ex his Phænomena antea explicata (1547. 1548.) se-
quentur.*

C A P U T X I X.

De Ästu Maris.

Ut Ästum Maris ex principiis traditis explicemus, considerandum est, Tellurem, ut & etiam omnia corpora in hujus viciniis, in Lunam gravitare (1571.); ideo particulæ aquæ, in Telluris superficie, quæ centrum Tel-

Telluris versus tendunt, (hic enim negligimus considerationem n. 1756.) cum hac Lunam versus feruntur. Cum etiam solida Telluris massa ad Lunam feratur, juxta leges, quæ locum haberent, si omnis materia ex quâ constat in centro coacta daretur (1595.); potest 1775. runt demonstrata, in capite xvi. de actione Solis in Lunam, Tellurem versus cadentem, dum cum hac Solem petit, applicari ad actionem Lunæ in particulæ aquæ in Telluris superficie, cum Telluris massa non cohærentes, sed hujus centrum versus tendentes, & cum hujus mæstâ, etiam Lunam versus continuo cadentes; qua vi, ut vidimus (1663), Tellus retinetur in orbitâ, circa commune gravitatis centrum hujus & Lunæ.

1776. Sit S Luna; A L B l superficies Telluris, TAB. XVII cuius massa ad Lunam tendit, quasi tota in g. s. i T eslet coacta; ex actione Lunæ particulæ A & B aquæ T versus majorem acquirunt gravitatem (1671.); contra particulæ in L, l, ex gravitate amittunt (1676. 1679).. Unde deducimus, si tota Tellus aquâ obtegatur, æquilibrium non dari, nisi magis elevata sit hæc aqua, in punctis L & l, quam in toto circulo ab his punctis 90. gr. distanti; & ideo 1777. per puncta A & B transeunti. Idecirco, actione Lunæ, aqua adipiscitur figuram sphæroidis, formatam ex revolutione ovalis circa Axem majorem, qui continuatus per Lunam transit.

Ponamus Lunam in Äquatore; omnes Sectiones Telluris parallelæ ad Äquatorem, cum etiam sphæroidis axi parallelæ sint (1777.), sunt

sunt ovales, quarum axes majores per Lunæ Meridianum transeunt; unde sequitur, *Tel-* 1778.
lure quiescente, in circulo quocunque latitudinis, aquam magis elevari in Meridiano in quo Luna datur, & in Meridiano opposito, quam in Locis intermedii.

DEFINITIO.

Dies Lunaris, est tempus lapsum inter recessum Lunæ à Meridiano & accessum sequentem ad eundem. Dies hæc in viginti quatuor horas Lunares dividitur. Superat diem naturalem 50. minutis.

Ex motu Telluris circa axem, singulis diebus Lunaribus, loca singula per Meridianum Lunæ & Meridianum oppositum transeunt, id est bis ibi transeunt, ubi aquâ ex actione 1780. Lunæ elevatur, & bis ubi ex eadem actione deprimitur (1778.); & sic in die lunari Mare bis elevatur, bis deprimitur, in loco quoqueunque.

Ex motu Telluris circa axem, continuo 1781. aqua elevata à Meridiano Lunæ recedit; actione tamen Lunæ, Sphæroidis axis per Lunam transit (1777.); idèò agitatur continuo aqua, ut elevatio, motu Telluris remota, infra Lunam instauretur. Ideò ab A & B continuo L & l versus fluit aqua, dum ex motu Telluris elevatio ab L versus B & ab l versus A fertur; id est, inter L & B, ut & inter l & A, dantur duo motus contrarii, quibus aqua accumulatur; ita ut elevationes maximæ inter hæc puncta ad latus Lunæ & puncti oppositi, dentur. Id est, in locis quibuscumque aqua maximè est elevata, 1782. *dus-*

478 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

duabus aut tribus horis postquam Luna per Meridianum loci, aut Meridianum oppositum, transivit.

1783. *Elevatio ad partem Lunæ paululum excedit oppositam (1775. 1680.). Minuitur ascensus aquarum accessu ad Polum, in quo nulla aquarum agitatio datur.*

Quæ de Lunâ demonstrata sunt, ad Solem applicari possunt; ideo, ex actione Solis, singulis diebus naturalibus, bis elevatur Mare, bis deprimitur (1780.). Agitatio hæc multò minor est, propter Solis immensam distantiam, quam quæ à Lunâ pendet; iisdem tamen legibus subjicitur.

1788. *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 (1779.).*

1790. *In Syzygiis elevationes, ex amborum Luminarium actionibus, concurrunt, & magis elevatur Mare; minus ascendit Mare in Quadraturis; nam ubi aqua Lunæ actione elevatur, deprimitur ex actione Solis, & vice versa.*

1791. *Idcirco, dum Luna à Syzygiâ ad Quadraturam transit, elevationes quotidiane de aie in diein minuntur: augentur contrâ in motu à*

1792. *Quadraturâ ad Syzygiam. In Novilunio etiam, cæteris paribus, elevationes majores sunt, & quæ in eodem die sese mutuò sequuntur, magis differunt, quam in Plenilunio (1783. 1787.).*

1793. *Elevationes maximæ & minimæ non observantur, nisi secundâ, aut tertiatâ, die post No-*

vilunium, aut *Plenilunium*; quia motus acquisitus non statim ex attritu, & aliis causis, destruitur, quo motu acquisito adscensus aquarum augetur, licet minuatur actio quâ Mare elevatur: simile quid circâ calorem alibi (1538.) demonstravimus.

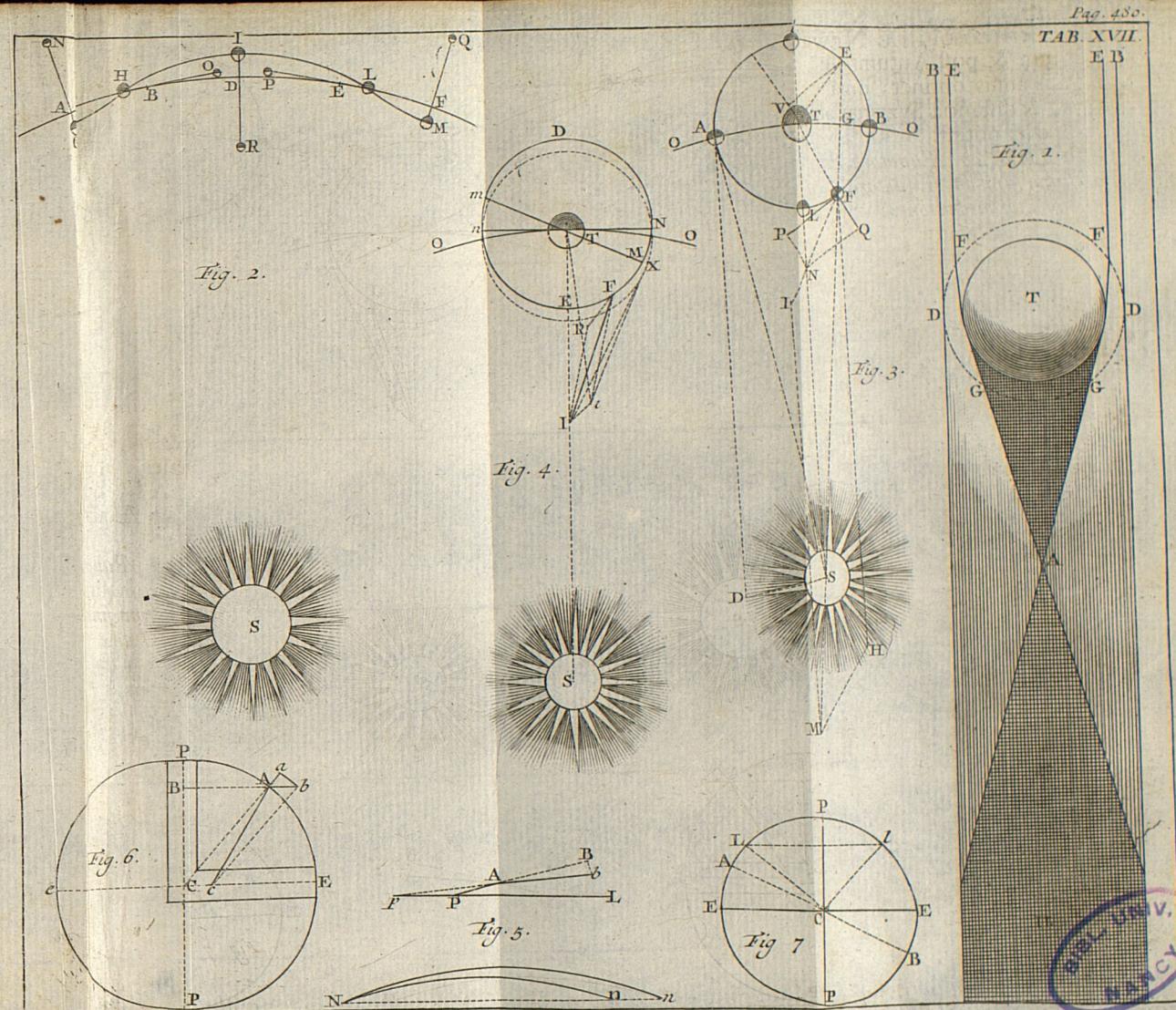
Si nunc Luminaria ex Æquatoris plano recedentia consideremus, videbimus *agitationem* 1794. minui, & minorem dari, pro majori luminarium declinatione. Quod clarè patet si hæc in Polis concipiamus; tunc enim Axis figuræ sphæroidis cum Axe Telluris coincidit; & omnes sectiones ad Æquatorem parallelæ, ad Axem sphæroidis sunt perpendiculares; ideoque circulares. Ita ut aqua, in singulis circulis latitudinis, ubique eandem habeat elevationem; & sic in motu Telluris non mutatur altitudo Maris in locis peculiaribus. Si ex Polo recedant Luminaria agitationem continuò magis ac magis augeri, facile videmus, donec omnium sit maxima, revoluta sphæroide circa lineam ad Axem suum perpendicularem, posito sphæroidis axe in plano Æquatoris.

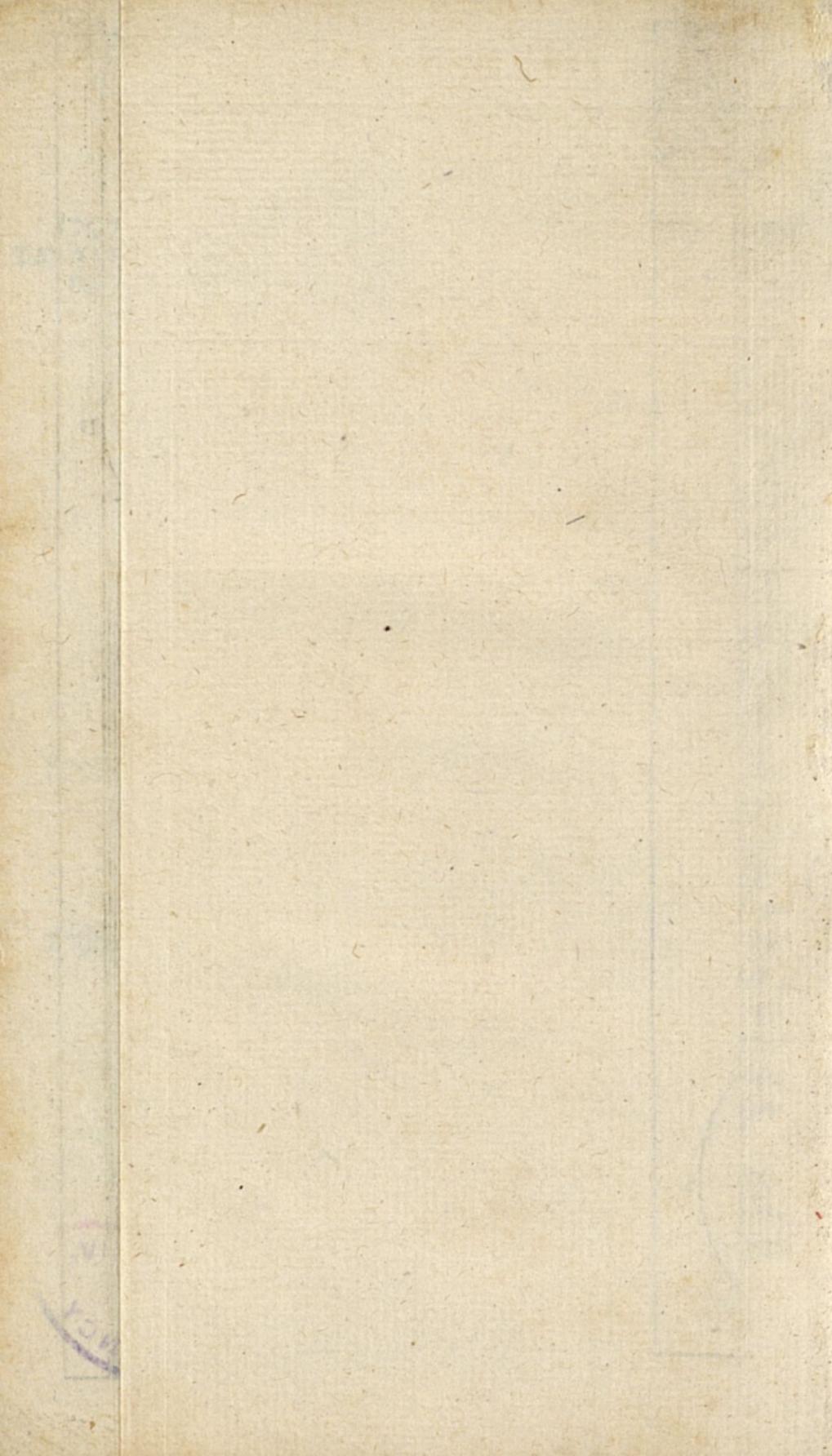
Hinc liquet, quare in *Syzygiis*, prope Æ- 1795. *quinoctia*, Æstus omnium maximi observen- tur, ambobus Luminaribus in Æquatore aut prope hunc versantibus.

Actiones Lunæ & Solis majores sunt, quo 1796. *minus hæc corpora à Tellure distant* (1739. 1775.); cùm autem minor Solis distantia detur, hoc versante in signis australibus, sæpe ambo Æstus maximi Æquinoctiales in illo situ Solis observantur; id est ante Æquinoctium Ver-

Vernum & post Autumnale; quod tamen non singulis annis obtinet; quia ex situ orbitæ Lunaris, & distantia Syzygiæ ab Æquinoctio variatio dari potest.

1797. *In Loci ab Æquatore distantibus, recessu TAB. XVII. Luminarium ab Æquatore, inæquales sunt e-fig. 7. iusdem diei elevationes.* Sit P P Telluris Axis; EE Æquator, L l circulus latitudinis; A B axis sphæroidis figuræ, quam format aqua: quando locus in circulo L l, datur in L aut l, datur in eodem Meridiano cum axe sphæroidis & aqua est maximè elevata, in utroque casu: in L tamen magis quam in l; nam CL superat C l, quæ lineæ altitudines aquarum, id est distantiae à centro, mensurant: æquales hæ forent si AL & Bl distantiæ ab axe sphæroidis forent æquales, minor autem est C l, quia Bl superat AL, quod ex inclinatione Axeos sphæroidis ad Æquatorum oritur.
1798. *Quamdiu Luna ad eandem partem Æquatoris cum loco datur, id est, ad partem lineæ CA continuatæ, aquæ elevatio maxima singulis diebus observatur, post transitum Lunæ per Meridianum Loci, maxima enim datur eleva-*
1799. *tio, ubi locus pervenit ad L; si autem Æquator separaret 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, maxima Maris datur elevatio, post transitum Lunæ per Meridianum oppositum.*
- Omnia quæ hac usque fuere exposita, exquisimè obtinerent, si tota Telluris superficies*





cies Mari obtegeretur; cum autem non ubique Mare detur, mutationes inde oriuntur; non quidem in Mari aperto, ubi satis extenditur Oceanus, ut memoratis motibus subjiciatur. Sed *situs littorum, freta, multaque alia, à peculiari locorum situ pendentia, generales regulas turbant.* Generalioribus tamē observationibus constat, Hēstum leges explicatas sequi. Supereft, ut ipsas vires, quibus Sol & Luna Mareagitant, determinemus, ut pateat has valere ad memoratos edendos effectus, & illorum corporum actiones in pendula & cætera corpora insensibiles esse.

Augmentum gravitatis Lunæ in Quadratu-
ris, ex actione Solis, est ad ipsam Lunæ gra-
vitatem in Tellurem, ut 1. ad 178,73. (1675.)
in qua computatione posuimus, Lunæ distan-
tiam medium à centro Telluris esse 60. semid.
Telluris (1669.); gravitas ergo Lunæ est ad
gravitatem in Telluris superficie, ut 1. ad 60.
 $\times 60 = 3600$ (1573.) Est idcirco augmentum
memoratum ad gravitatem in Telluris superfi-
cie, ut 1. ad 643428., in quâ computatione
error datur corrigendus.

Exacta foret computatio hæc, si augmen-
tum, de quo agitur, esset ad vim, qua Tel-
lus Solem versus descendit, ut distantia Lu-
næ 60. semid. Telluris ad distantiam Tellu-
ris à Sole (1671.); sed est ut vera media Lu-
næ distantia, $60\frac{1}{2}$. semid. Telluris, ad distan-
tiam Telluris à Sole. Quare augmentum de-
terminatum parte $\frac{1}{2}$ augeri debet; & se ha-
bebit ad vim gravitatis in superficie Telluris,

ut $\frac{1}{120}$ ad 643428, aut ut 1. ad 638110.

Augmentum hoc gravitatis Lunæ in quadraturis ex actione Solis, est ad augmentum gravitatis aquæ in superficie Telluris, in locis à Sole 90. gr. distantibus, ex eadem Solis actione; ut $\frac{60}{2}$ ad 1. (1672.) ideo augmentum hoc gravitatis ad ipsam aquæ gravitatem, ut 1. ad 38605679. Diminutio gravitatis sub Sole, & in loco opposito, est dupla hujus augmenti (1681.), ideo est ad gravitatem, ut 1802. 1 ad 19302839, & tota mutatio in gravitate, ex actione Solis, est ad ipsam gravitatem, ut 1. ad 12868560.

1803. Ut actionem Lunæ cum actione Solis comparemus, experimenta sunt instituenda in locis, in quibus, propter angustias, Mare sensibiliter elevatur. Prope Bristoliam tempore Autumnali & Verno, in quo agitatio Maris est maxima (1795.), 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 querimus, si elevationes maximæ & minimæ exactè in Syzygiis darentur, quod non obtinere antea vidiimus (1793.).

Distantia autem Lunæ à Syzygiâ, aut à Quadratura, non semper est eadem in maxima aut minimâ elevatione; nam variat hæc distantia, quia Luna nunc magis nunc minus à Meridiano distat, quando per Syzygiam aut Quadraturam transit. Distantia media Lunæ à Syzygiâ, aut Quadraturâ, ad quam observatio-
nes

nes memoratæ referri debent, est circiter 18.
gr. 30'. ita ut non tota Solis actio, neque cum
Lunæ actione conspiret in Syzygiis, neque
contrariè agat in Quadraturis. Etiam in tali
casu, si in Syzygiâ, ambo luminaria in Æ-
quatore fuerint, in memorata distantia à
Quadraturâ, declinatio Lunæ est plus minus
22 gr. 13.; quo minuitur Lunæ vis ad Ma-
re movendum (1794.). Ulterius, cæteris
paribus, distantia Lunæ à Tellure in Syzygiis
minor est, quam in Quadraturis (1697. 1698.);
unde etiam actio Lunæ in Quadraturis minui-
tur (1796.): ad quæ omnia attendendo dete-
gitur, *vim mediocrem Solis ad Mare movendum* 1804.
se habere ad vim mediocrem Lunæ ad idem agi-
tandum, ut 1. ad 4,4815. Sed vis Solis est
ad vim gravitatis, ut 1. ad 12868560. (1802.);
quare *vis Lunæ est ad eandem vim gravitatis*, 1805.
ut 1. ad 2871485. Ex quibus sequitur, vires
has Lunæ & Solis nimium esse exiguae, ut
in pendulis & aliis experimentis sint sensibiles;
has autem ipsas valere ad Mare agitandum fa-
cile probatur.

Minuendo gravitatem parte $\frac{1}{750}$, Mare ele-
vatur ad altitudinem pedum Rhenolandicorum
86585. (1751. 1753.), perticæ enim singulæ con-
tinent pedes duodecim: unde detegitur (1802.)
ope regulæ proportionum, *Solis actionem mu-* 1806.
tare Maris altitudinem pedibus duobus, & hanc 1807.
ex Lunæ actione mutari pedibus 8,74. (1804.);
ex ambabus actionibus conjunctis agitatio me- 1808.
diocris est circiter undecim pedum, quod cum
observationibus satis congruit; nam in Ocea-
no aperto, pro ut Mare magis aut minus pa-

484 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ

1809. tet, elevatur aqua, ad altitudinem sex, novem, duodecim, vel quindecim pedum; in quibus elevationibus etiam differentia datur pro diversa profunditate aquarum. Elevationes vero, quæ has multum excedunt, locum habent, ubi magna vi Mare freta intrat, in quibus impetus non frangitur, nisi majori adscensu.

C A P U T X X.

De Lunæ Densitate & Figurâ.

1810. **V**ires Solis & Lunæ ad Mare movendum, sunt inter se in ratione compositâ, ex ratione quantitatum materiæ in his corporibus (1572.), (singulæ enim particulæ agunt) & ratione inversâ cuborum distantiarum Solis & Lunæ à Tellure (1775. 1787. 1793.).

Quantitates materiæ sunt in ratione compositâ, ex ratione voluminum, id est cuborum diametrorum, & ratione densitatum (444. 90) quare vires memoratae sunt directè ut densitates & cubi diametrorum, & inversè ut cubi distantiarum.

1811. Diametri apparentes corporum, id est, anguli sub quibus videntur, crescunt ut ipsæ diametri, & minuantur ut distantiae; id est, sunt directè ut diametri, & inversè ut distantiae; idcirco ratio composita ex ratione cuborum diametrorum apparentium Solis & Luna, & ex ratione densitatum, erit ratio virium, quibus hæc corpora Mare movent. Ideoque horum corporum densitates sunt directè ut vires,

res, quibus Mare movent, & inversè ut cubi diametrorum apparentium: & dividendo vires per cubos harum diametrorum, datur ratio densitatum.

Vis Solis est ad vim Lunæ, ut 1. ad 4,4815. (1804.) media diameter apparetens Solis est 32', 12", & media Lunæ diameter apparetens est 31': 16". id est, sunt inter se, ut 3864. ad 3753. Est igitur densitas Solis ad 1812. Lunæ densitatem, ut 10000 ad 48911. : quæ Lunæ densitas cum Jovis, Saturni, & Telluris densitatibus potest conferri (1633), estque Luna Tellure densior.

Quantitates materiæ in duobus corporibus sunt inter se in ratione compositâ densitatum & voluminum (444. 90.), id est, si de sphæris agatur, in ratione compositâ densitatum & cuborum diametrorum.

Lunæ & Telluris densitates sunt inter se, ut 1813. 48911. ad 39539. (1812. 1633.) ; diametri ut 20. ad 73. (1334.) ; ideo quantitates materiæ in his corporibus, ut 1. ad 39,31. Licet densitates detegantur, positis corporibus homogeneis, quantitates materiæ rectè definiuntur, quamvis corpora homogena non sint; nam illam determinamus densitatem, quam corpus haberet, si materia, ex qua corpus reverâ constat, per hoc æqualiter dispergeretur.

Gravitates in superficiebus Telluris & Lunæ 1814. determinantur, multiplicando densitates per diametros (1599.) id est sunt inter se, fere ut 3. ad 1., aut ut 431. ad 146. qui numerus etiam exprimit relationem gravitatis in superficie

486 PHILOSOPHIÆ NEWTONIANÆ
facie Lunæ, cum gravitate in superficiebus So-
lis, Jovis, & Saturni (1631.).

1815. *Centrum commune gravitatis Lunæ & Tel-*
luris, circa quod ambo corpora moventur,
determinatur; nam hujus à Telluris centro
distantia, est ad distantiam intra centra ambo-
rum corporum, ut quantitas materiæ in Lu-
nâ ad quantitatem materiæ in ambobus cor-
poribus (266 267.) itaque 40,31. ad 1, ut Lunæ
distantia à Tellure ad distantiam quæ sitam cen-
tri gravitatis à centro Telluris, quæ detegitur
2541644. perticarum, ut ex notis Telluris
diametro (1333.), & Lunæ distantiadedu-
citur.

1816. Ut Lunæ figuram determinemus, exami-
nanda est figura, quam, si fluida foret, ac-
quireret (1743.). Si Lunam solam considere-
mus quiescentem, sphærica erit (1744.).
Si actionem Telluris in Lunam considere-
mus, acquireret Luna figuram sphæroidis,
cujus axis per Tellurem transiret (1777.).
Vis Telluris ad Lunæ figuram mutandam est
ad vim Lunæ in Tellurem, ut 39,31. ad 1.
(1813. 1572.) & ut diameter Lunæ ad Tel-
luris diametrum (1775. 1739.), quæ sunt in-
ter 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 (1805.); quæ gravitas in Telluris
superficie est ad gravitatem in superficie Lu-
næ, ut 431. ad 146. (1814.) aut ut 2871485,
ad 973166.; quare actio Telluris ad mutandam
1817. Lunæ figuram, ad gravitatem in superficie Lu-
næ, ut 10,77. ad 973166., aut ut 1. ad 90359.
mu-

mutatâ gravitate , in Telluris superficie parte $\frac{1}{2871485}$, aqua elevatur pedibus 8,74. (1805. 1807.) ; ideò , si gravitas parte $\frac{1}{50359}$ mutaretur , elevatio foret pedum 278. ut regulâ aureâ detegitur : si , servata hac diminutione gravitatis , de corpore minori agatur , minuenda est hæc altitudo in ratione diametri ; ideò , ex actione Telluris , elevatio in Lunâ est per- dum 76,13. : & aequilibrium non dabatur , si 1818. Luna sit homogenea , nisi axis sphæroidis su- ret diametrum ad hunc perpendicularem pedi- bus 152,27.

Unicâ proportione detegitur , ex notâ ele-
vatione Maris ex Lunæ actione , elevatio in 1819.
Lunâ ex Telluris actione ; nam sunt hæc eleva-
tiones in ratione duplicatâ inversâ gravitatum
in superficiebus illorum corporum .

Si , posîtâ hac Lunæ figurâ , partes cohæ-
rere concipiamus , aequilibrium inter Lunæ par- 1820.
tes non dabatur , nisi axis sphæroidis ad Tellu-
rem dirigatur ; unde videmus , quare Luna
eandem faciem semper Telluri obvertat ; nam
continuâ agitatione , qua sphæroidis axis ad
Tellurem dirigitur , Luna tandem acqui-
vit motum circa alium axem , de quo motu 1821.
anteq[ue] egimus (1327. 1449.): qui motus eodem
tempore peragitur , in quo Luna circa Tellurem
revolvitur ; nam ex actione memoratâ , s[ic] ad
celeritatem talem necessariò constituit : si enim
major foret celeritas , vi , quâ eadem facies ad
Tellurem semper dirigitur , continuò retardar-
etur ; acceleraretur continuò , si minor foret .
Vis tamen hæc non est satis magna , ut in fin-

gulis revolutionibus æquabilitatem motus ac-
 1822. quisiti circa axem sensibiliter turbet: Ideò mo-
 tus circa axem æquabilis est, licet motu inæ-
 quali in orbitâ moveatur Luna (1323.). Si-
 tus etiam axis Lunæ, non vi memoratâ ita
 potest mutari, ut ad Planum orbitæ, dum hu-
 jus inclinatio mutatur (1730.), semper per-
 1823. pendicularis sit, idcirco ad Planum orbitæ
 aliquando inclinatur axis Lunæ, ut antea vi-
 dimus (1450.).

FINIS LIBRI QUARTI.



INDEX RERUM.

Denotat p. paginam, & n.
numerum in margine.

A.

- A**cceleratio gravium. p. 54. n. 182. &
seq.
— corporum super plano inclinata
devolventium. p. 58. n. 195. &*seq.*
Actiones pressionum aut potentiarum. p. 19. n.
62. &*seq.*
Æoli Pila. p. 232. n. 789. &*seq.*
Æquatio Temporis. p. 396. n. 1507.
Æquator. p. 383. n. 1433. p. 390. n. 1472.
Æquilibrium libræ p. 27. n. 101.
— potentiarum obliquarum. p. 42. n. 152.
Æquinoctia. p. 397. n. 1515. 1516.
horum præcessio. p. 403. n. 1551.
motus hujus explicatio. p. 473. n. 1761. &*seq.*
Aér. p. 194. n. 617.
hujus proprietates. p. 195. n. 621. &*seq.* p. 197.
n. 630. &*seq.*
est vehiculum soni. p. 216. n. 702.
Aëris actio in ignem. vide Ignis.
Æstus Maris vide Mare.
Albor. p. 328. n. 1193. &*seq.*

INDEX

- corpus album tardius aliis incalescit.* p. 344. n.
1251.
- Altitudo siderum.* p. 389. n. 1462.
— *Poli.* p. 392. n. 1485.
- Amplitudo siderum.* p. 388. n. 1461.
— *jactus.* p. 70. n. 237.
- Angulus incidentiae.* p. 117. n. 388.
— *Reflexionis.* *ibid.* n. 389.
— *Refractionis.* p. 256. n. 906.
- Annulus Saturni.* p. 357. n. 1320. p. 375. n.
1391.
- Antlia Pneumatica.* p. 205. n. 659.
- Antliae vulgares.* p. 207. n. 663.
- Aphelia Planetarum.* p. 354. n. 1292.
- Apsides Planetarum.* p. *ibid.* n. 1294.
- Apsidum linea.* *ibid.* n. 1295.
- Aqua est glacies liquefacta.* p. 232. n. 786.
- Arcus cœlestis.* *Vide Iris.*
- Asterismi.* p. 404. n. 1555. & seq.
- Atmosphæra.* p. 195. n. 618.
- hujus umbra.* p. 381. n. 1414. 1415.
- Attractio.* p. 13. n. 39.
— *hujus leges.* *ibid.* n. 40.
— *ex gravitate.* p. 408. n. 1575.
- Attractionis spatium* p. 257. n. 914.
- Auges.* *vide Apsides.*
- Axis Planetæ.* p. 355. n. 1306.
- Axeos Telluris motus.* *vide Hæquinoctiorum præcessio.*
- Axis in Peritrochio.* p. 34. n. 127. & seq.
— *libræ.* p. 26. n. 95.
- B.
- B**ilanx. *vide Libra.*

C.

R E R U M.

C.

- Calcinatio. p. 243. n. 846. & seq. p. 245. n.
859. & seq.
- Calor. p. 227. n. 763. & seq. p. 239. n. 816.
& seq.
- Camera obscura. p. 277. n. 993. p. 308. n. 1113.
- Cavitates in corporibus molibusformatæ. p. 93.
n. 316. & seq.
- Tempora quibus formantur. p. 95. n. 324. &
seq.
- Celeritas. vide Velocitas.
- Centrum libræ. p. 26 n. 96.
- gravitatis. p. 28. n. 109. & seq.
- oscillationis. p. 66. n. 224. & seq.
- Centrales vires. p. 75. n. 247. & seq.
- Centrifuga vis. p. 75. n. 249.
- Centripeta vis. p. 75. n. 249.
- Chordarum consonantiæ. p. 221. n. 733. & seq.
- motus aliis communicatus. p. 222. n. 737.
& seq.
- Cochlea. p. 39. n. 142. & seq.
- perpetua. p. 41. n. 149.
- Cœlum p. 363. n. 1343. & seq.
- Cohæsio partium. p. 13. n. 38. & seq.
- Collisio. vide Percussio.
- Colores corporum. p. 343. n. 1246. & seq.
- Radiorum. p. 223. n. 1173. & seq.
- tenuium lamellarum & harum affectiones.
p. 335. n. 1219. & seq.
- Combustio corporum. p. 243. n. 846. & seq. p.
245. n. 860. & seq.
- Cometæ p. 360. n. 1336. & seq.

I N D E X

- Cometarum motus explicatio. p. 442. n. 1659.
Coniunctio corporum cœlestium. p. 368. n. 1366.
Consonantia. p. 220. n. 725. & seq.
Corporis proprietates. p. 4. n. 9. & seq.
Corpus durum. vide Durum.
— elasticum. vide Elasticitas. vide etiam.
— p. 128. n. 420. & seq.
— fluidum. vide Fluidum.
— molle. vide Molle.
Crepescula. p. 396. n. 1511. & seq.
Cuneus p. 37. n. 135. & seq.
Cycloïs p. 62. n. 211. & seq.

D.

- D eclinatio Sideris p. 383. n. 1436.
Densitas p. 137. n. 438.
Denstatum comparatio. p. 143. n. 469. & seq.
Denstites Planetarum p. 444. n. 1633.
Dies artificialis. p. 396. n. 1509.
— Lunaris. p. 477. n. 1779.
— naturalis. p. 394. n. 1501.
Dilatatio ex Calore. p. 230. n. 778. & seq.
Directio motus. p. 18. n. 60.
Ditonus. vide Consonantia.
Divisibilitas Materiæ. p. 4. n. 11. p. 8. n. 20. & seq.
Durum corpus. p. 12. n. 33.

E.

- Echo. p. 224. n. 743. 744.
Eclipsis Luna. vide Luna.
Ecli-

R E R U M.

Eclipsis Satellitis. p. 375. n. 1390.

— Solis. vide Sol.

Ecliptica linea. p. 366. n. 1356.

Eclipticæ planum. 354. n. 1297.

Elasticitas p. 15. n. 46.

— perfecta. p. 108. n. 364.

Elasticitatis leges. p. 121. n. 396. & seq.

Elasticitas ex calore. p. 232. n. 788.

Electricitas, p. 234. n. 794. p. 235. n. 797. 798.

— p. 236. n. 801. & seq.

Ellipsis. p. 82. n. 273.

Elongatio Planetarum. p. 369. n. 1369.

— maxima. ibid. n. 1370.

Evaporatio. p. 232. n. 787. p. 243 n. 846.

Excentricitas Planetarum. p. 353. n. 1289.

Extensio. p. 4. n. 9 p. 5. n. 15.

Extinctio Ignis. p. 247. n. 871. & seq.

F.

Fibrarum elasticitas. p. 121. n. 395. & seq.

— motus. p. 125. n. 410. & seq.

Figurabilitas corporis. p. 5. n. 14.

Flamma. p. 244. n. 855.

— quare pyramidalis p. 245. n. 856.

Fluidum. p. 12. n. 35.

Fluida elastica. p. 201. n. 642. & seq.

— — — quomodo producantur. ibid n. 643.
& seq.

— — — constunt ex particulis separatis. p.
204. n. 658.

Fluida, in quo cum solidis congruant. p. 132. n.
424.

— proflientia verticaliter. p. 149. n. 483. &
seq.

Flu-

I N D E X

- Fluida profilientia oblique. p. 153. n. 493. & seq.
— ex vasis profluentia. p. 155. n. 499. & seq.
Fluidorum proprietates. p. 320. n. 424. & seq.
— actiones in fundos & latera vasorum. p.
134. n. 432. & seq.
— ebullitio actione Ignis. p. 243. n. 840.
— motus. p. 147. n. 479. & seq.
— — intubo curvo. p. 173. n. 548. & seq.
— Resistentia. p. 177. n. 554. & seq.
— Retardatio. p. 149.
Fluiditas, unde oriatur. p. 131. n. 423.
— an à calore pendeat? p. 232. n. 785.
Flumen p. 163. n. 519.
hujus cursus. p. 164. n. 522. & seq.
hujus velocitas mensuratur. p. 168. n. 533. & seq.
Focus. p. 261. n. 928.
— Imaginarius. p. 261. n. 930.
Frigus. p. 249. n. 885. & seq.
Fusio. p. 231. n. 784. p. 243. n. 847.

G.

- G**radus latitudinis accedendo ad polos augen-
tur. p. 472. n. 1759.
Gravia non ad centrum Telluris tendunt p. 471.
n. 1756.
Gravitas. p. 24. n. 84. & seq. p. 408. n. 1571. &
seq.
— respectiva. p. 140. n. 455.
— specifica. p. 137. n. 441.
— universalis est. p. 408. n. 1571. & seq.
— in superficiebus Planetarum. p. 433. n.
1631.
Gutta fit sphærica. p. 14. n. 41.

H.

R E R U M.

H.

Heterogeneum *corpus*. p. 137. n. 440.

Heterogenei *radii*. vide Radius.

Homogeneum *corpus*. p. 137. n. 439.

Homogenei *radii*. vide Radius.

Horizon. p. 387. n. 1453.

I.

Ignis proprietates. p. 226. n. 750. & seq.

— ubi detur. p. 225. n. 747.

— criteria. p. 225. n. 747. p. 230. n. 778.

in Ignem Aëris actio. p. 242. n. 837. p. 248.
n. 874. & seq.

Impactio. vide Percussio.

Immersa corpora. p. 137. n. 447. & seq.

Inertia corporis. p. 5. n. 13.

In infinitum spatium. p. 7. n. 17.

Infinitorum classes. p. 9. n. 23.

Intensitas Pressionis. p. 20 n. 68.

Iris. p. 333. n. 1211. & seq.

Judicium de magnitudine Solis & Lunæ prope
Horizontem. p. 284. n. 1021.

Jupiter. p. 357. n. 1319.

bujus densitas. p. 434. n. 1633.

— figura. p. 468. n. 1748.

— Phænomena. p. 373. & seq. p. 382. n.
1429.

— pondus. p. 433. n. 1629.

— vis in Martem. p. 441. n. 1653.

— vis in Saturnum. p. 439. n. 1646.

gravitas in bujus superficie. p. 433. n. 1631.

L.

I N D E X

L.

- Lamina elastica. p. 128. n. 416.
Luius motus. ibid. n. 418.
Lapis Bononiensis. p. 229. n. 776.
Latitudo corporis cœlestis. p. 367. n. 1362.
— loci. p. 390. n. 1476.
Latitudinis circulus. p. 391. n. 1477.
Leges Naturæ. p. 3. n. 4. p. 13. n. 38. p. 49. n.
168. p. 50. n. 171. p. 52. n. 175. p. 233. n. 1193.
Et seq.
Lens vitrea. p. 272. n. 971.
— objectiva. p. 293. n. 1052.
— ocularis. ibid.
Lentium affectiones. p. 272. n. 974. Et seq. vide
Visio.
Libra. p. 26. n. 94. Et seq.
Lignum lucidum. p. 242. n. 838.
Liquefacta corpora. vid. Fusio.
Locus. p. 17. n. 50. Et seq.
— relativus. ibid. n. 52.
— verus. ibid. n. 51.
Longitudo corporis cœlestis. p. 367. n. 1360. Et
seq.
— loci. p. 391. n. 1480.
Lucidum corpus. p. 228. n. 765. p. 229. n. 774.
Lumen. p. 228. n. 765. Et seq. p. 251. Et seq.
Luminis Celeritas in variis mediis. p. 258. n.
915.
— inflexio. p. 252. n. 893. Et seq.
— motus. p. 246. n. 868. Et seq.
— Radius. vide Radius.
— Reflexio. vide Reflexio.
— Refractio. vide Refractio.

Luna

R E R I U M.

- Luna p. 358. n. 1324. & seq. p. 360. n. 1334.
p. 376. n. 1392. & seq.
Lunæ densitas. p. 485 n. 1812.
— Eclipsis. p. 377. n. 1404. & seq.
— Figura. p. 487. n. 1818
— Gravitas in superficie. p. 485. n. 1814.
— Lumen p. 230. n. 777.
— motus explicatio Physica. p. 444. n. 1663.
& seq.
— Phænomena. p. 376. n. 1392. & seq. p. 385.
n. 1449. & seq.
— Pondus p. 485. n. 1813.
Lunatio p. 376. n. 1395.

- Machinæ simplices. p. 31. n. 118. p. 34. n. 127.
p. 36 n. 132 p. 37 n. 135. p. 39. n. 142. 143.
— compositæ p. 41 n. 147. & seq.
— variae, quarum effectus ab aëris actione
pendent. p. 206. n. 662. & seq.
Maculæ albicantes in cœlis. p. 407. n. 1570.
Magnitudo apparet. vide visus.
Maris Æstus. p. 477. n. 1779. & seq.
— — — ab actione Lunæ & Solis deriva-
tur. p. 476. n. 1775. & seq.
Mars p. 357 n. 1318.
hujus Phænomena. p. 373. & seq. p. 382.
n. 1429.

- Materia cœlestis est subtilissima p. 423 n. 1615.
— — — non movet corpora p. 422. n. 1614.
Materiæ quantitates in Planetis p. 433. n. 1629.
Medium Luminis. p. 254. n. 897.
Mensis Lunaris Periodicus. p. 376. n. 1394.
— — — Synodicus. ibid. n. 1395.
Mercurius. p. 356. n. 1315.
hujus Phænomena. n. 308. & seq.

INDEX

- Meridiani. p. 383. n. 1434. & seq. p. 390. n. 1472.
& seq.
- primus Meridianus. p. 391. n. 1479.
- Meridiana linea. p. 388. n. 1458.
- Molle corpus. p. 12. n. 34.
- Mobile est corpus. p. 4. n. 12.
- Motus. p. 17. n. 49.
- acceleratus. p. 54. n. 180.
- apparenſ. p. 362. n. 1342. p. 365. n.
1348. & seq.
- compositus. p. 51. n. 174. p. 113. n. 379.
& seq.
- continuatio. p. 49. n. 168.
- directio. p. 18. n. 60.
- diurnus. p. 382. n. 1431. p. 383. n. 1437.
& seq.
- fluidorum. vide Flaidum.
- gravium. p. 54. n. 182. & seq.
- in antecedentia. p. 355. n. 1304.
- in consequentiā. ibid. n. 1303.
- Leges. p. 49. n. 168. p. 50. n. 171. p. 52.
n. 175.
- Luminis. vid. Lumen.
- relativus. p. 17. n. 53.
- resolutio. p. 114. n. 383.
- retardatus. p. 54. n. 181.
- verus p. 17. n. 53.
- Microscopium. p. 292. n. 1046. & seq.
- compositum magis amplificat. p. 293. n. 1051.
- Myops. vide Oculus.
- N.
- Nadir. p. 388. n. 1457.
- Nigra corpora citius cæteris incalescunt. p. 344.
n. 1251.
- Nodi Planetarum. p. 354. n. 1298.
- Nodi

R E R U M.

Nodi, linea Nodorum. p. 354. n. 1299.

Novilunium. p. 377. n. 1399.

Nubeculae duæ in Cœlis. p. 406. n. 1566.

O

Occasus Siderum. p. 388. n. 1455.

Occidens. p. ibid. 1460.

Octava. vide Consonantia.

Oculi explicatio. p. 277. n. 995.

Mutationes in Oculo p. 280. n. 1002. & seq.

Vitium Myopum corrigitur. p. 290. n. 1043.

Vitium Senum corrigitur. p. 289. n. 1041.

Opacitas. p. 314. n. 1140. & seqq.

Opacum corpus. p. 276. n. 990.

Oppositio corporum cœlestium. p. 368. n. 1367.

Oriens p. 388. n. 1459.

Ortus Siderum. p. 388. n. 1454.

P

Paralaxis Siderum. p. 389. n. 1464. & seq.

— annua. p. 404. n. 1552. 1553.

Partium subtilitas. vide Subtilitas.

Pellucida corpora. p. 313. n. 1136.

Pendulum. p. 61. n. 208.

— compositum. p. 66. n. 224.

Pendulorum motus. p. 62. n. 209. & seq.

Penumbra. p. 380. n. 1417.

Percussio corporum. p. 96. n. 326. & seq.

— corporum durorum. p. 97 n. 332.

— corporum Elasticorum p. 108. n. 365. & seq.

— corporum mollium. p. 98. n. 341. & seq.

— composita. p. 120. n. 395.

— directa. p. 96. n. 329.

— obliqua. p. 96. n. 330 p. 117. n. 390. & seq.

Perihelia Planetarum. p. 354. n. 1293.

Phænomena Naturalia. p. 1. n. 2.

Phosphorus urinæ. p. 238. n. 810. & seq.

IN D E X

- Phosphorus *in vacuo*. p. 249 n. 884.
- Physica. p. 2 n. 3.
- Planetæ. p. 352. n. 1284. & seq.
- Inferiores. p. 357. n. 1321.
- Phænomena. p. 368 & seq.
- Primarii. p. 353. n. 1285. 1287. & seq.
- Secundarii. *ibid.* n. 1286. p. 258 n. 1323. & seq.
- Phænomena p. 374. n. 1387. & seq.
- Superiores. p. 357 n. 1321.
- Phænomena p. 373. & seq.
- Planetarum distantia. p. 356 n. 1315 & seq.
- dimensiones. p. 359. n. 1332. & seq.
- figura determinuntur. p. 467. n. 1743. & seq.
- motuum explicatio Physica. p. 436 n. 1637 & seq.
- secundariorum distantia &c. p. 358. n. 1324. 1328. 1329.
- horum motuum explicatio p. 446. n. 1670. & seq.
- Platum inclinatum. p. 47. n. 163. & seq.
- descensus super plano inclinato. p. 58. n. 195. & seq.
- Plenilunium. p. 377. n. 1400.
- Polus Antarcticus. p. 385. n. 1447.
- Arcticus. *ibid.*
- Poli Eclipticæ. p. 367. n. 1363.
- Mundi. p. 382. n. 1430.
- Planetæ. p. 356. n. 1310.
- Circuli Polares. p. 385. n. 1448. p. 390. n. 1472.
- Pondus Corporis p. 24 n. 86.
- Potentia p. 18. n. 61. & seq.
- obliqua. p. 42. n. 151. & seq.
- Præcessio Äquinoctiorum vide Äquinoctia.
- Pressio. vide Potentia, vide etiam p. 86. n. 287. & seq.
- Pro-

R E R U M.

Projectio gravium. p. 69. n. 233. & seq.

Puncta quietis in chordis agitatis p. 223. n. 740. 741.

Q.

Quarta. vide Consonantia.

Quinta. vide Consonantia

R.

Radians punctum p. 260. n. 923.

Radius luminis. p. 251. n. 892.

Radii convergentes. p. 261. n. 926.

— divergentes. p. 260. n. 921.

— Heterogenei. p. 318. n. 1159.

— Homogenei. p. 318. n. 1158.

— per curvas in aere moventur. p. 379 n. 1413.

Radius incidens. p. 256. n. 904.

— reflexus. p. 298. n. 1072.

— refractus. p. 256. n. 905.

Reactio. p. 52. n. 175. & seq.

Reflexio Luminis p. 297. n. 1010. & seq.

— Soni. p. 224. n. 742. & seq.

— Undæ. 171. n. 540 & seq.

Refractio Luminis. p. 254. n. 898. & seq.

Siderum Refractio. p. 289. n. 1468. & seq.

Refrangibilitas diversa in variis radiis p. 317. n. 1156.

— in singulis constans est p. 322. n. 1172.

— quo major est, eo radii facilius reflectuntur p. 372. n. 1189.

— diversa est in particulis diversorum corporum. p. 348. n. 1268 & seq.

Regulæ philosophandi. p. 3. n. 6. 7. & 8.

— de collisione corporum elasticorum. p. 111 n. 373.

374.

Repulsio partium. p. 14 n. 40. p. 15. n. 45.

Res Naturales. p. 1. n. 1.

Resistentia. vide Reactio.

— fluidorum. vide Fluida.

I N D E X

- Retardatio gravium. p. 56. n. 189. & seq. p. 61. n. 205. & seq.
— corporum in fluidis motorum p. 184. n. 581. & seq.
— corporis in fluido adscendentis aut descendenteris. p. 189. n. 604. & seq.
— penduli in fluido. p. 190. n. 609. & seq.

Rotæ dentatæ. p. 35. n. 130.

S.

- Sagitta chordæ flexæ. p. 122. n. 400.
Satellites. vide Planetæ Secundarii.
Saturnus. p. 357. n. 1320.
bujus densitas. p. 434. n. 1633.
— gravitas in superficie. p. 433. n. 1631.
— Phænomena. p. 373. n. 1381.
— pondus. p. 433. n. 1629.
— vis in Jovem. p. 440. n. 1650.
Sectio fluminis. p. 164. n. 521.
Sesquiditonius. vide Consonantia.
Signa Zodiaci. vide Zodiacus.
Sipho. p. 205. n. 662.
Sol. p. 356. n. 1314.
bujus densitas. p. 434. n. 1633.
— Eclipsis. p. 377. n. 1403. 1405. p. 378 n. 1407. p. 380 n. 1416. & seq.
— gravitas in superficie. p. 433. n. 1631.
— Phænomena. p. 366. n. 1353 & seq p. 382. n. 1428.
— pondus. p. 433. n. 1629.
Soliditas Materiæ. p. 4. n. 10. p. 6. n. 16.
Solstitia. p. 397. n. 1517.
Sonus. p. 215. n. 698. & seqq.
bujus celeritas. p. 217. n. 709. & seq.
— intensitas p. 219. n. 717. & seqq.
Spatium. vide Vacuum.
Specula cylindrica. p. 312. n. 1135.
— plana. p. 303. n. 1093. & seq.

Spe-

R E R U M.

- Specula sphærica. p. 304. n. 1096. & seq.
— sphærica cava. p. 306 n. 1108 & seq.
— sphærica convexa. p. 305. n. 1101. & seq.
Sphæra obliqua. p. 392. n. 1484.
— parallela. ibid. n. 1482. & seq.
— recta p. 394. n. 1497.
Stellæ fixæ p. 352. n. 1281. p. 404. n. 1554. & seq.
— informes. p. 406. n. 1561.
— nebulosæ. ibid. n. 1563.
Subtilitas partium p. 10. n. 25. & seq.
Suspensionis puncta p. 26. n. 97.
Systema Planetarium. p. 352. n. 1280. & seq.
hujus explicatio physica. p. 436. n. 1637. & seq.
Syzygiæ. p. 377. n. 1401

T.

- Telescopium p. 294. n. 1057. & seq.
— Astronomicum. ibid. n. 1058. & seq.
— rebus terrestribus videndis aptum p. 295. n. 1062
p. 296. n. 1066.
quare minus sunt perfecta Telescopia p. 327. n. 1188.
Tellus p. 357. n. 1317.
hujus diameter p. 360 n. 1333.
Phænomena ex hujus motu. p. 366. n. 1353. & seq p. 383
n. 1433. & seq.

Tempestates annuae. p. 401. n. 1540. & seq.

Tempus p. 17 n. 54 & seq.

— medium. p. 396. n. 1507.

— relativum. p. 17. n. 56.

— verum ibid n. 55.

Tonus p. 220. n. 721. & seq.

Trochlea. p. 25 n. 92. p. 35. n. 131. & seq.

Tropici p. 385. n. 1446 p. 390 n. 1472.

Tuba Stentorea p. 224. n. 745.

Tubi communicantes. p. 133. n. 430.

V.

Vacuum possibile est. p. 5. n. 15. 16.

Va-

INDEX RERUM.

- Vacuum *hujus proprietates*. p. 7. n. 17. 18.
— *datur*. p. 419. n. 1609. & seq.
Vapor. p. 203. n. 650. p. 232. n. 789. & seq.
Vectis. p. 31. n. 118. & seq.
Velocitas. p. 18. n. 57.
— *respectiva*. p. 96. n. 326. & seq.
Venus. p. 356. n. 1316.
hujus Phænomena p. 368. & seq. p. 382. n. 1429.
Via lactea. p. 406. n. 1564. & seq.
Vibrationes Pendulorum. *vide Pendulum*.
— *chordæ tensæ* p. 125. n. 410. & seq.
— *Laminæ Elasticae*. p. 128. n. 418.
Vis insita. p. 4. n. 12. p. 50. n. 170. p. 85. & seq.
Virium comparatio p. 90. n. 300. & seq.
— *destructio* p. 92. n. 309. & seq. p. 98. n. 338. & seq.
Visus. p. 279. n. 999. & seq.
judicium de distantia. p. 283. n. 1015. & seq.
magnitudo apprens. p. 284. n. 1019.
judicium de magnitudine. *ibid*. n. 1020.
Visio per vitra p. 286. n. 1025. & seq.
Vitra uistoria. p. 274. n. 983.
Vitrum lucidum ex attritu p. 234. n. 796. 799. p. 235. n.
800.
Unda in fluidi superficie. p. 170. n. 537.
hujus latitudo. p. 171. n. 538.
— *montus*, *reflexio* &c. p. 171. n. 139. & seq.
— *in aere*. p. 208. n. 664. & seq.
Unisonus. *vide Consonantia*.
- Z.
- Zenit. p. 388. n. 1456.
Zodiacus. p. 368. n. 1364.
— *hujus signa*. p. 404. n. 1556.
Zonæ p. 398. n. 1521. & seq.

F I N I S.







