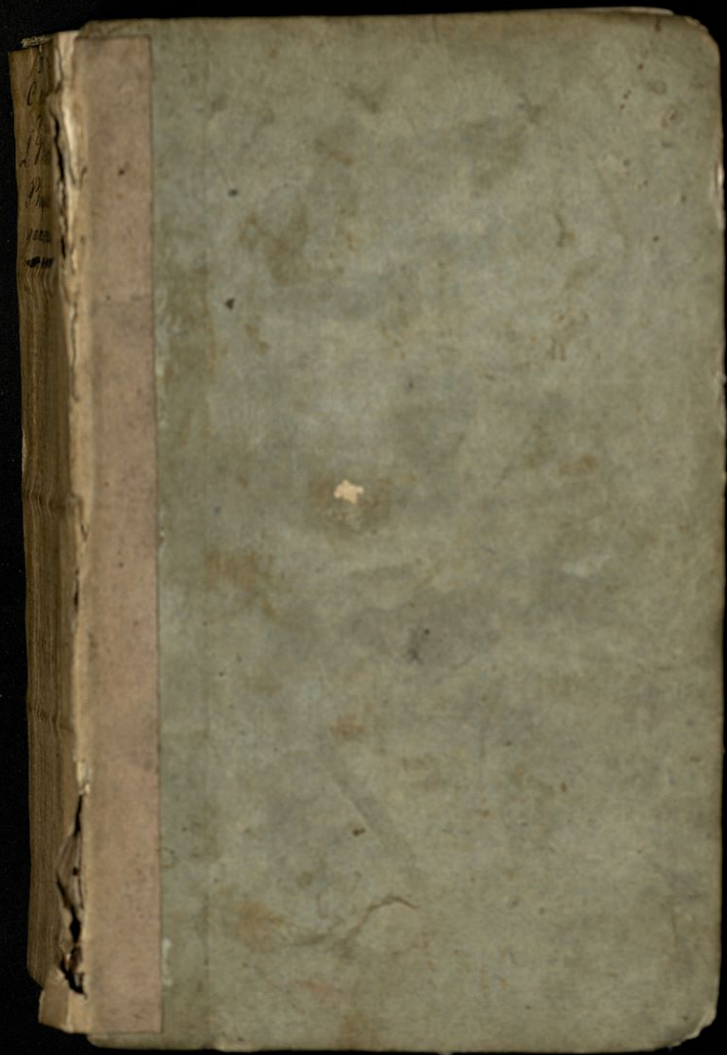




8188. IV. C. 2. 2A.

✓

PHYSICA GENERALIS.

QVAM

AVDITORVM
PHILOSOPHIAE VSIBVS

ACCOMODAVIT

LEOPOLDVS BIWALD

E SOCIETATE IESV,

PHYSICAE

IN

VNIVERSITATE GRAECENSI

PROFESSOR PVBLICVS,

ET ORDINARIVS.



GRAECII,
TYPIS HAEREDVM WIDMANSTADII.

1 7 6 7.

ASSERTIONES
EX
UNIVERSA PHILOSOPHIA,

QUAS AUTHORITY, ET CONSENSU
Reverendissimi, & Magnifici Domini
UNIVERSITATIS RECTORIS,
Perillustis, ac Doctissimi Domini Cæs. Regique
Inclytæ Facultatis Philosophicæ

PRÆSIDIS, ET DIRECTORIS,
Admodum Reverendi, Religiosissimi, Doctissimi,
ac Spectabilis

PATRIS DECANI,

Ceterorumque Dominorum Doctorum ejusdem
Inclytæ Facultatis Philosophicæ,

IN ALMA, AC CELEBERRIMA

UNIVERSITATE GRÆCENSI,
Anno M. DCC. LXVII. Mense Augusto, die
publice propugnandas suscepit

Prænobilis, Perdoctus Dominus

CAJETANUS PRIEBLING,
Stirus Græcensis,

EX PRÆLECTIONIBUS

Admodum Reverendi, & Clarissimi

P. LEOPOLDI BIWALD, e S. J. AA. LL.
& Phil. Doct. ejusdemq. Prof. Publ. & Ordinarii.

Admodum Reverendi, & Clarissimi

P. FRANCISCI LOSCANI, e S. J. AA. LL.
& Phil. Doct. ac Ethices Prof. Publ. & Ordinarii.

Admodum Reverendi, & Clarissimi

P. CAROLI TAUPE, e S. J. AA. LL.
& Phil. Doct. ac Matheseos Prof. Publ. & Ord.



EX PHILOSOPHIA.

I.

Logica nomine ea disciplina venit, quæ mentem in suis cogitationibus dirigit, quaque cetera scientiæ velut instrumento in vero recte cognoscendo ordinateque explicando utuntur. II. Exstat apud homines scientia, eaque multiplex. III. Veri a falso discernendi criterium est evidentia. IV. Metaphysica contemplatur res a materia seu natura sua, seu cogitatione nostra abstractas. Mundus conformis est fini, quem in eo condendo Deus intendit, adeoque in genere suo perfectus. V. Leges naturæ, quæ in hoc universo obtinent, libere a Deo latæ sunt; subjacent illius dominio; dari proinde possunt vero sensu miracula. VI. Mens humana est substantia spiritualis, natura sua immortalis. VII. Inest in anima homini libertas, quam Leibnitziani tam angustis passim finibus coarctant, ut verbo relinquere, re quidem certe tollere videantur. Contra hos asserimus, objecta duorum bonorum equalium specie fieri posse, ut voluntas alterutrum præferat, tametsi externa incitamenta pari utrinque contentione animum adliciant. VIII. Commercio anima cum corpore neque per systema causarum occasionalium Malebranchii, neque per harmoniam præstabilitam Leibnitzii exponi potest; reponendum videtur in eo, quod duæ hæc substantiæ in actionibus suis mutuo abs sese dependeant. IX. Brutis tribuendi sunt motus spontanei, itemque vis cognoscendi; nulla vero, nec quidem imperfecta ratiocinia, aut quidpiam rationis vicarium. X. Existere Deum adeo est evidens, ut incredibile videatur, fuisse unquam Atheos Theoreticos. Spectabilis hæc universitas rerum, imprimis autem vita, ac fata mortalium assidue Dei providentia administrantur; nullo igitur modo audiendi sunt Philo-
phi

pbi illi, qui contendunt res humanas Deo cura non esse. XI. Principia cor-
 porum sunt molecula minima quadam variis viribus in diversis inter se di-
 stantiis prædite, quibus aut mutuo attrahuntur, aut repelluntur. XII. Vi-
 res istæ in natura existentes ad certam aliquam, eamque unicam naturæ le-
 gem revocari possunt. XIII. Hanc virium legem apte representat curva unica
 continua. Ejus vero ope præcipue corporum proprietates: impenetrabilitas
 extensio, cohesio, figura sensibilis, mobilitas &c. exponi possunt. XIV. At-
 tractivas corporum vires præ aliis evincunt phaenomena gravitatis, quæ ne-
 que per materiæ subtilis pressionem rectilineam, neque per ejusdem oscillatio-
 nes continuas, neque per vorticem sive unum, sive plures exponi possunt.
 XV. Dicendum igitur, gravitatem haud differre ab attractione universali in
 distantis paulo majoribus agente in ratione reciproca duplicata distantiarum;
 qua posita phaenomena omnia corporum gravium recte explicantur. XVI. Ad-
 missa ejusmodi attractionis lege sequitur primo: punctum extra sphaeram in æqua-
 libus saltem a centro distantis homogeneam situm, in ejus centrum perinde gra-
 vitare, ac si tota ibidem illius massa existeret. XVII. 2do. Punctum collo-
 catum intra sphaeram vel Ellipsoidem cavam in æquilibrio esse. 3tio Attra-
 ctionem punctorum intra sphaeram positorum esse in ratione directa distanti-
 arum a centro. XVIII. Vires repulsivas in natura existere probant corpora
 elastica, tam solida, quam fluida, quorum phaenomena per solam attractio-
 nem explicari nequeunt. XIX. Virium alternationes ostendunt præcipue
 phaenomena guttularum aquearum, quæ in diversis distantis sese attrahunt,
 distantis vero tantisper auctis, ingentes vires repulsivas nanciscuntur. Idem
 probant varia experimenta Chémica, quæ per notas mechanicæ leges nulla-
 tenus explicari possunt. XX. Ad investigandas diversas corporum affectio-
 nes summe necessaria est doctrina de motu. In motu æquabili $S = CT \& Q$
 $= MC$. Mobile impulsus duabus viribus, quarum directiones sunt ut latera
 cujusdam parallelogrammi, describit diagonalem. XXI. Spatia motu æqua-
 biliter accelerato confecta sunt ut quadrata temporum, vel celeritatum, atque
 si ab initio motus computentur, progrediuntur ut quadrata numerorum natura-
 lium; si vero spatia singulis temporibus confecta considerentur, progrediuntur

ut numeri impares. XXII. Si mobile motu composito feratur, uno quidem accelerato vel retardato, agente directionibus parallelis, altero vero equabili, parabolam describit. In planis inclinatis actio obliqua est ad actionem perpendiculararem, ut altitudo plani, juxta quod sit actio, ad ejus longitudinem. Vis vero absoluta & perpendiculararis ad vim respectivam, ut longitudo plani inclinati ad ejusdem altitudinem. XXIII. Centrum gravitatis in omni corpore datur, estque unicum. Pondera in equilibrio sunt, seu quiescunt, si distantia a puncto suspensionis sit iisdem reciproce proportionalis. Ex hac lege machinarum effectus metiri licet, in quibus dispendium temporis ingenti virium compendio sarcitur. Machinas simplices sex numeramus, quæ reipsa tamen ad binas revocari possunt, ad planum nempe inclinatum, & vestem. XXIV. In conflictu corporum durorum celeritas communis post impactum est $\frac{MC}{M+m}$. In omnibus casibus quantitas motus est eadem post ictum, quæ fuit ante ictum. In collisione elasticorum corpus incurrens amittit duplam quantitatem motus illius, quam amississet, si corpora fuissent perfecte dura. Quiescens in eadem hypothefi acquirit duplam quantitatem motus illius, quam adquisivisset, si corpora fuissent perfecte dura. Hinc celeritas corporis incurrentis post ictum = $\frac{MC - mC}{M+m}$, quiescentis vero = $\frac{2MC}{M+m}$. XXV. In pendulis numeri oscillationum reciprocam temporum rationem sequuntur, sive $N = \frac{1}{T}$; si pendula inequalia inequalibus viribus ac temporibus agitentur per arcus similes vel minimos, erit $T: t = \sqrt{L} Mg: \sqrt{l} m G$: quod si $L = l$ & $M = m$, erit $n: N = \sqrt{g}: \sqrt{G}$, ex quo inequalitas gravitatis in diversis terre locis deduci potest. XXVI. Fluida in tubis communicantibus sunt in equilibrio, quando eorum altitudines perpendiculares sunt reciproce ut gravitates specificæ. Quævis pars fluidi in quamvis plagam equaliter premitur. XXVII. Solidum fluido immersum amittit tantum ponderis, quantum est pondus fluidi sub eodem volumine. Hinc corpus specificè gravius in fluidis descendit solo excessu suæ gravitatis supra fluidum equalis voluminis, specificè vero levius eo usque mergitur, donec pars expulsa fluidi sit equalis ponderi totius corporis specificè

levioris: XXVIII Pressio fluidorum in fundum vasis horizontalem est factum ex superficie in altitudinem fluidi stagnantis. XXIX. Ex varia gravitatis lege & motus projectilis attemperatione mobile omnis generis curvam seu trajectoriam describere potest. XXX. Quaecumque circa centrum aliquod describat, describet areas temporibus proportionales; velocitas ejus in unoquoque orbita suae puncto erit reciproce, ut perpendicularum ductum e centro virium in tangentes nascentium arcuum. XXXI. Si mobile peripheriam circuli describat, in eo velocitas erit ubique uniformis; vires autem centrifuga & centripeta ut quadratum velocitatis divisum per radium circuli. XXXII. Circulus describi potest, quaecumque sit lex gravitatis, modo sit equalis in aequalibus a centro distantibus. XXXIII. Quod si gravitas sequatur rationem inversam quadrati distantiarum, mobilia circulos concentricos describentia velocitates habebunt in ratione inversa sub duplicata distantiarum, & tempora periodica erunt directe, ut radices cuborum earundem distantiarum. XXXIV. Si mobile viribus centralibus circa focum ellipsis volvatur, vis gravitatis est in ratione inversa duplicata distantiarum. XXXV. Hujusmodi gravitas cum ad planetas tam primarios, quam secundarios pertineat, motus eorum (quibus explicandis vortices Cartesii minime sufficiunt) per ipsam eorum gravitatem, ac vim projectilem recte exponi possunt. XXXVI. Ex iisdem principiis lunaris quoque motus inaequalitates, ac anomalie explicari possunt. Actio enim solis lunae in terram gravitatem minuit in syzygiis, auget in quadraturis. Celeritas revolutionis & in syzygiis & in quadraturis nullo modo perturbatur. Extra hac orbitae puncta acceleratur luna velocitas, dum a quadraturis ad syzygias accedit, retardatur vero, dum a syzygiis ad quadraturas progreditur. Hinc etiam fit, ut orbita lunae hyeme, & dum terra in perihelio est, magis expandatur, contrahatur vero aestate, terra versante in aphelio, ex quo inaequalitas in tempore periodico revolutionis consequitur. XXXVII. Apogaeum luna debet progredi secundum ordinem signorum, quando luna est in syzygiis, retrogredi quando luna est in quadraturis. Retrogradationem progressio superat, hinc sola nobis sensibilis efficitur. Ex hoc motu variatio excentricitatis orbitae lunaris consequitur. Inclinationo orbitae lunaris ad planum eclipticae, quae

varia est, motum in nodis luna efficit. XXXVIII. Phases luna & aliorum planetarum a varia illorum respectu solis & luna positione dependent. Eclipsis luna contingit non nisi in oppositione, & cum prope nodos luna versatur; cum vero nodus luna vel in ipso conjunctionis loco, vel prope eum est, eclipsis terra, quam vulgo eclipsum solis dicunt, habetur. XXXIX. Sol motu vertiginis circa axem convertitur; ejus maculae sunt fuligo densior in majorem molem concreescens; solis & luna actiones conjunctae in tellure nostra, cum obversam sibi terrae partem magis, aversam minus, quam illius centrum attrahunt, aestum marinum efficiunt. XL. Cometas planetis accensendos esse probant eorundem orbitae regulares; horum seu cauda seu barba, seu crines non aliud esse videntur, quam exhalationes actione solis maxima copia excitata, & in aversam a sole partem propulsa. XLI. Motus diurnus Astrorum per motum vertiginis terrae, varia anni tempestates, dierum, noctiumque vicissitudines, varia longitudo per terrestres axis parallelismum, & inclinationem ad eclipticam recte exponitur. XLII. Lumen neque in pressione, neque in undis aetheris, sed in effluvio subtilissimo corporis lucentis reponendum est. XLIII. Movetur porro linea ad sensum recta, motu successivo, equabili, velocissimo, & sine ulla resistantia in medio homogeneo; in hoc intensitas luminis decrescit in ratione reciproca duplicata distantiarum. XLIV. Lumen dum medium mutat, mutat simul velocitatem, quam si amittat totam, reflectetur, & angulus incidentiae aequabitur angulo reflexionis, eritque luminis reflexi copia eo major, quo ceteris paribus major erat incidentis obliquitas, & differentia densitatum. XLV. Quod si velocitas ejusdem oblique incidentis minuatur, aut augeatur, refringetur, & quidem, quantum ex observationibus constat, ad perpendicularum, si transitus fiat e medio rariore in densius, a perpendicularo vero, si e densiore trans-eat in rarius. XLVI. Reflexionis ac refractionis causa non ab impactu immediato, sed a mutuis actionibus inter lumen & corpora reflectentia, aut refringentia repeti debet. Pelluciditas non a poris rectis, sed spectatis viribus corporum in lumen agentibus, a sola earundem homogeneitate, adeoque ab eorundem heterogeneitate opacitas habetur. XLVII. In quovis radio albo innumera sunt fila constantem & diversam refrangibilitatem, & colorem habentia. XLVIII. Quod corpora opaca colorata alios pra aliis radios

reflectant, habetur id a crassitudine lamellarum, ex quibus componuntur, & ab intervallis vicium, per quas quavis particula alternatim facilius jam reflectitur, jam transmittitur, quæ intervalla in diversis filis coloratis sunt diversa. Ex his tam luminis dispersio, quam tenuium, crassiorumque lamellarum colores, itque tam constantes, quam variabiles exponi possunt. XLIX. Lucis materia, si in sulphur agere possit, fermentatio oritur, in qua natura ignis sita esse videtur; ab ea omnes ignis proprietates dependent: ingens subtilitas, corporum rarefactio, calor, hujusque diffusio ad equalitatem. L. Aeris convenit pelluciditas, subtilitas, elasticitas. Aeris pressioni adscribenda est suspensio mercurii in tubis torricellianis. Motus ejusdem tremulus & oscillatorius, analogus motui corporis sonori, sonus dicitur.

EX ETHICA.

I.

Norma actionum humanarum, quæ etiam lex & Jus Naturæ dicitur, est Dei necessario præcipientis ea, quæ ad obtinendum finem ultimum homini condito ad manifestandas perfectiones Divinas, congruamque statui suo felicitatem necessaria sunt, eaque, quæ ab hoc avertunt, vetantis voluntas, per rationem naturalem promulgata, etiam citra revelationem obligans omnem hominem rationis compotem. II. Principium cognoscendi & probandi Juris Naturæ immediatum & proximum est recta constitutio creature rationalis, seu felicitas reipublicæ humana; ultimum & adequatum situm est in ipsa Dei sapienter & provide hominem ad finem suum perducentis perfectione. III. Leges Juris Naturæ proprie loquendo sunt absolute, perpetue, nulli mutationi, exemptioni, aut dispensationi obnoxie. IV. Has ad actiones humanas applicat conscientia, cujus dictamen practicum ultimum debet saltem moraliter certum esse, nec sine eo, aut contra illud agere fas est. V. Actiones, quæ legibus naturæ comprehenduntur, officia compellantur hominis, quorum alia debet Deo, alia sibi, alia vero aliis. Quæ Deo debet, huc omnia revocantur, ut de eo recte sentiat, suas actiones ejus conformet

voluntati, eumque tam interno, quam externo cultu prosequatur. VI. Officia erga se ipsum consistunt in conservatione, rectoque usu bonorum tam interiorum, quam exteriorum: nefas proinde negligere culturam animi, semet occidere, mutilare, famam aut facultates projicere; licet tum vitam, tum famam, & fortunas negligere majoris boni causa licitum, imo nonnunquam preceptum sit. VII. Officia erga alios sunt: ut eos tum affectu, tum opere externo amet, nec ulla ratione in bonis suis quibuscunque ledat seu opere, seu verbo; quare vetitum omne mendacium perniciosum; quanquam etiam aliud omne mendaciorum genus prohibitum esse, ex principio Juris Nature demonstratur. VIII. Officium pariter hominis erga hominem est contractu legitime inito stare; irritus autem jure nature est omnis contractus de re turpi, aut impossibili, ex dolo vel errore versante circa substantiam rei factus. IX. Officia hominis, ut est membrum corporis politici, generatim sunt amor in rempublicam; observantia erga imperantes; concordia cum concivibus. X. Artissimumque vinculum inter Principem & subditos est amor mutuus Principis & subditorum.

EX MATHESI.

I.

Triangula sunt equalia, quae latera homologa tria habent equalia, vel unum angulum, & duo latera homologa, vel unum latus & duos angulos adjacentes. II. Si parallelas secet transversa, anguli externi sunt aequales alternis internis oppositis; anguli alterni interni sunt aequales: duo interni vel externi ad eandem partem positi $= 180^\circ$. III. Angulus ad punctum contactus inter tangentem & Chordam habet mensuram dimidium arcum, quem Chorda subtendit. IV. Tres anguli trianguli $= 180^\circ$; angulus vero externus est $=$ duobus internis oppositis. V. Quadratum hypotenusa $=$ summa quadratorum laterum. VI. Aream parallelogrammi, trianguli, polygoni regularis, aut irregularis, circuli, sectoris, aut segmenti circuli

reperire. VII. Superficiem, & soliditatem prismatis, cylindri, pyramidis, conis, sphaera invenire. VIII. In triangulo sinus angulorum sunt ut latera opposita. IX. Item est latus maximum ad summam reliquorum, ut differentia eorundem laterum ad differentiam segmentorum baseos. X. Item summa duorum laterum ad differentiam, ut tangens semisumma angulorum ad basin ad tangentem semidifferentia.



PRAEFATIO.

Quae ad generalem hanc Physicam typis nostratibus exscribendam me permoverint, quidque eandem consarcinans prae oculis constanter habuerim, paucis te Lector docebo.

Ut Physicam hanc ederem, unum me discipulorum, quos pluribus iam annis in Physica instituendos habui, commodum impulit. His enim librum praesto esse cupiebam, qui ea omnia summatim completeretur, quae inde a Newtono verae Physicae primo Parente ad nostra usque tempora a praestantissimis Physicis in lucem prolata fuere. Quamvis enim immortalia Newtoni inventa viri doctissimi Pemberton, Keil, Mac-Laurin, S' Gravesande, alique luculentis commentariis illustraverint, eorumque usibus accomodarint, quos sublimium calculorum ignorantia a Newtoni sacrario arcet; sunt tamen his ipsis nuperis annis a Boscovichio, Franklino, Dollondo,

Knigtio , du Hamel, de la Lande , illustribusque aliis
variarum per Europam Academiarum sociis plurima in
Physicis detecta , quae in superius nominatis Autho-
ribus nequiquam requiras, quorum cognitione moder-
nae Physicae Auditores carere haud debere existimavi.

Hanc porro Physicam conscribenti illud primo
loco ob oculos versatum est, tempus omne quod uti-
lissimo huic studio impenditur, Augustorum volun-
tate decem mensium intervallo contineri ; deinde ad
illud etiam constanter respexi, eos, qui ad Physicam
accedunt, non alium, quam primorum matheseos ele-
mentorum apparatus ex primo Philosophiae anno ad-
ferre. Praestituti temporis brevitatem effecit, ut com-
plures materias, quae nec dignitate, nec utilitate ca-
rent, vel missas omnino facerem, vel levissime tan-
tum, ac pro historica fere Auditorum notitia attin-
gerem. Demonstrationes deinde omnes, quae vel
sublimiorum calculorum notitiam deposcunt, vel am-
plitudine sua tyronum patientiam fatigant, exulare ius-
si, probe memor, Auditores meos non nisi primis ma-
the-

theseos elementis institutos fuisse, quorum subsidio ad sublimes id genus demonstrationes eluctari vix licet.

Nihil igitur in hac Physica mihi tribuo, sed summis illis viris, ex quibus ea hausi, lubens in acceptis fero. In parte quidem Physicae theoretica post Newtonum, eiusque nominatos supra commentatores secutus sum Patrem Boscovich, eiusque theoriam, quantum praefixi operi limites permisere, dilucide exponere sum adnissus. Experimenta pleraque deprompsi ex Muschenbroekii introductione ad Philosophiam universam supremis Authoris curis Lugduni Batavorum Anno 1762 in lucem data. Mihi enim tentamina copiosa sive instituendi, sive repetendi neque otium, neque media suppetunt. In Astronomia facem praetulit Clarissimi de la Lande Astronomia Parisiis Anno 1764 edita. Adiuvento etiam fuere Cl. Sigorgne, Institutiones Newtonianae, & P. Paulian dictionarium physicum, & complures alii, quos suis locis honoris causa nominavi.

Neque tamen in verba cuiusdam iuravi, quod philosophandi libertati adversatur. Neque Newtonus, neque Boscovichius magis amici, quam veritas. Ita cum de corporis natura ferenda fuit sententia, ab utriusque mente recedere non dubitavi, quod cense-rem, eam quam amplexus sum sententiam, ad verita-tem propius accedere.

Historiam philosophicam compluribus sententiis aspersi, quod ea res & eruditioni inferviat, & tyrones demonstrationum, aut mediationum duro labore fra-ctos recreet, ac veluti refocillet.

De ratione studii physici, de eius adiumentis, obstaculis, & cum aliis scientiis nexu nihil addo, quod haec peculiari dissertatione tractaverim, quam ab omni-bus illis ante legi exopto, qui huic Physicae operam navaturi sunt.

Quod si Physicae huius editio ad utilissimi studii incrementum quidpiam contulerit, tum vero magnum me operae pretium tulisse existimabo.

CONSPECTVS PHYSICAE GENERALIS.

P A R S I.

DE CORPORE IN GENERE ET MOTV.

S E C T I O I.

DE CORPORE IN GENERE.

	Pag.
ARTICVLVS I. Quid nomine corporis veniat	1
ART. II. De soliditate	5
ART. III. De apparente corporum compenetracione, five de porositate corporum	6
ART. IV. De extensione	8
ART. V. De diuisibilitate corporum	10
ART. VI. De mobilitate corporum	15

S E C T I O II.

DE MOTV IN LINEIS RECTIS.

ART. I. Notiones praeuiae	16
ART. II. De motu aequabili simplice	20
ART. III. De motu composito	22
ART. IV. De motu rectilineo uniformiter accelerato	26
ART. V. De motu corporum per plana inclinata	30

S E C T I O III.

DE AEQVILIBRIO VIRIVM, EARVMQVE OPPOSITIONE, ET CONFLICTV CORPORVM.

ART. I. De aequilibrio gravium, & centro gravitatis	35
ART. II. De conflictu corporum	45
ART. III. De motu per machinas simplices	57

S E C T I O IV.

DE MOTV IN LINEIS CVRVIS.

ART. I.	De motu in lineis curvis in genere	69
ART. II.	De motu curvilineo proveniente a viribus duabus, quarum una producat motum aequabilem, altera agens directionibus parallelis motum uniformiter acceleratum	73
ART. III.	De motu curvilineo proveniente a vi gravitatis in corporibus e puncto quodam immobili suspensis, sive de oscillatione pendulorum	75
ART. IV.	De motu curvilineo proveniente a vi proiecili motum aequabilem efficiente, alteraque quacunque lege variabili, quae ad punctum datum constanter tendat, sive de viribus centralibus	81
ART. V.	De viribus centralibus in curva circulari	87
ART. VI.	De viribus centralibus in ellipfi	91

P A R S II.

DE PRINCIPIIS CORPORVM, ET GENERALIBVS EORVNDem AFFECTIONIBVS.

S E C T I O I.

DE PRINCIPIIS CORPORVM.

ART. I.	Opiniones variorum	94
ART. II.	Quid de principiis corporum sentiendum	103
ART. III.	Respondetur obiectionibus	111
ART. IV.	Qua ratione, quibusque legibus vis corporum motrix sese exerat	120
ART. V.	De lege virium in natura existente, eiusdemque per curvam lineam continuam repraesentatione	141
ART. VI.	Respondetur obiectionibus	154

S E C T I O II.

DE GENERALIBVS CORPORVM AFFECTIONIBVS.

ART. I.	De impenetrabilitate, extensione, & divisibilitate	165
ART. II.	De cohaesione corporum, variisque eius speciebus, & phaenomenis	169
ART. III.	Opiniones variorum de causa physica cohaesionis corporum	176
ART. IV.	Quae sit causa physica cohaesionis	182
ART. V.	De corpore duro, molli, rigido, & fragili	190
ART. VI.	De elasticitate, soliditate, & fluiditate	191
ART. VII.	De chemicis corporum proprietatibus	205
ART. VIII.	De mobilitate corporum, ubi de vi inertiae	220
ART. IX.	De gravitate universali	237
ART. X.	De corporum terrestrium gravitate	245
ART. XI.	De inaequalitate gravitatis in variis terrae locis	252
ART. XII.	Ad quam a terra distantiam gravitas corporum pertineat	259
ART. XIII.	Recensentur aliorum opiniones de causa gravitatis	268
ART. XIV.	Respondetur obiectionibus	275

P A R S III.

DE CORPORVM VNIVERSVM HOC CONSTITVENTIVM DISPOSITIONE, MOTVVMQVE COELESTIVM CAVSIS.

S E C T I O I.

DE CORPORIBVS MVNDI TOTALIBVS, SIVE SYSTEMATE VNIVERSI

ART. I.	De corporibus totalibus in genere	282
ART. II.	De stellis fixis, item de stellis novis, & nebulosis	284
ART. III.	De planetis primariis	289

ART.

ART. IV.	De planetarum incolis	295
ART. V.	De tellure	298
ART. VI.	De sole	303
ART. VII.	De cometis	311
ART. VIII.	De planetis secundariis	322
ART. IX.	De luna	324
ART. X.	Notiones praeviae ad systema mundi	335
ART. XI.	De mundi systemate	347

S E C T I O II.

DE MOTVVM COELESTIVM CAVSIS.

ART. I.	Exponuntur phaenomena motus astrorum	359
ART. II.	Quae sit causa physica horum phaenomenorum, quae in motibus corporum coelestium notan- tur	367
ART. III.	De motu lunae	377
ART. IV.	De motibus apparentibus fixarum	399
ART. V.	An motus astrorum per vortices materiae subti- lis, five aetheris explicari possint	400
ART. VI.	Respondetur obiectionibus	405
ART. VII.	De aestu maris	415





PHYSICA GENERALIS.

Physicam generalem in partes tres dividimus: harum prima de corpore in genere, & motu; secunda de principiis corporum, ac generalibus eorundem affectionibus; tertia de corporum, universum hoc constituentium dispositone, motuumque coelestium causis actura est.

PARS I.

DE CORPORE IN GENERE, ET MOTU.

SECTIO I.

DE CORPORE IN GENERE.

ARTICVLVS I.

Quid nomine Corporis veniat.

I.

Quidquid sensus nostros ulla ratione afficit, aut afficere aptum est, corpus vocamus: ut adeo recentiorum Philosophorum nonnulli definiant corpus dicendo: illud esse *substantiam sensibilem*, id est, substantiam eiusmodi, quae in nostros sensus agere potest.

Quid corpus?

SCHOLION. Ipsa corporum existentia non alio magis argumento evincitur, quam sensuum testimonio. Quantumvis enim ea ex communi hominum sensu a Metaphy-

A

li-

ficis communiter eruatur, ipse tamen hic sensus communis in sensuum testimonio fundatur, quos in re adeo universali haud falli verosimillimum censemus.

2. Quam igitur de corporis natura, indole, affectionibus, proprietatibus habemus cognitionem, sensibus debemus referre acceptam; qui, cum & numero pauci, & admodum imperfecti sint, facile intelligitur, nonnisi per paucas corporum proprietates, easque fere tantum, quae extimum, ut ita dicam, corticem constituunt, a nobis cognosci; multo plures, ipsamque adeo corporis essentiam a cognitione nostra esse quam longissime remotam.

SCHOLIUM. Ut porro intelligi possit, quam ratione in obiectorum extra nos positorum cognitionem pertingamus, notandum est: ex oblongata, & spinali medulla filamenta quaedam albicantia, ingentis subtilitatis per universam animalis machinam stupendo, ac prorsus divino artificio diffundi. Filamenta haec, quae nervi vocantur, originem suam in medullari tam cerebri, quam cerebelli substantia habent: ex hac nempe tanquam ex radice illi proveniunt, ex medulla vero oblongata, & spinali nonnisi velut ex trunco, in quo colliguntur, antequam per animalis machinam ramulorum instar sese diffundant. Nervosum igitur systema a Boerhaave arbori recte comparatur, cuius *truncus* est medulla oblongata, *radices*, cerebri, & cerebelli medulla, nervi *ramos* referunt. Nervi hi a quibusdam solidi, simulque perquam elastici ponuntur, ab aliis vero tubulorum instar excavati. per quos fluidissima quaedam substantia (spiritus animales vocant) celerrime comeet. Dum igitur obiectum quodvis in organa sensuum incurrit, nerveas has fibras impellat, necesse est; in his igitur tremor quidam orietur, qui sive per solidas, rigidasque nervorum partes, sive ope spirituum animalium, ad commune usque sensorium, originem omnium nervorum, propagabitur, atque ab anima ibidem praesente percipietur. Esse porro nervos praecipua sensationum omnium instrumenta, ex eo conficitur, quod si nervus quidam dissecetur, aut fortissime ligetur, nullus amplius in ea corporis parte sensus efficiatur, cui nervus ille inferebatur. „Si praecidas, inquit Gallenus, nervi medullam,

„continuo membrum, cui nervus inseritur, stupidum omnino, & immobile reddideris. Similiter observante Boerhaave, si nervus bruti animalis vivi, v. g. cruralis nervus canis, denudetur, ligetur plano vinculo, taenia aliqua, ne nervum constringendo discindas, perit omnino subito sensus, & motus in ea parte, cuius nervus ligatus fuit, infra ligaturam posita, neque redit soluto vinculo, nisi nervus tepida aqua irroratus convaluerit. „

3. Haec porro organa, ut ab obiectis externis affici, id est commoveri possint, imo. in obiectis ipsis certa vis, seu quantitas motus requiritur, quae si careant, nerveas illas fibrillas, quae quantumvis stupendae subtilitatis sint, aliquantum tamen motui resistunt, haud ita percellent, ut motus ad commune usque sensorium propagetur. Sic fluida subtilissima, aer videlicet tranquillus adeo parum organa nostra commovet, ut hominum vulgus omnino ignoret, se hoc fluido omni ex parte cinctum vivere: sic lucem noctu, quod minore copia adsit, haud percipimus, quae tamen felles, vespertiones &c. ita perstringit, ut obiecta omnia quam optime distinguant. 2do. haec ipsa vis nimium valida, aut intensa esse non debet; secus enim organa ipsa destruit, aut certe obrundit, hebetatque: sic lux nimia copia in oculos incidens, molestissimo sensu nos afficit, indeque est, quod in solem obtutum figere inermi oculo haud possimus. 3tio. quaedam debet esse proportio inter obiecta externa, & sensuum organa, seu ea in figura, aut magnitudine partium, aut quavis earundem affectione posita sit, quod huius loci non est. Ita quae organum olfactus commovent, in organum visus, aut auditus agere non possunt.

sunt. Quod si iam ad animum vocemus, organa eiusmodi sensoria, nonnisi quinque esse, eademque admodum imperfecta, quae ab obiectis externis nonnisi sub certis conditionibus affici ita possint, ut in anima obiecti ideam excitent, facile intelligemus, pauca admodum de corporea natura nobis adhuc innotuisse.

SCHOLION. Quod si quis unius, aut plurium sensuum usu careat, is eorum obiectorum, quae ad hos sensus referuntur, nullam unquam animo ideam efformare poterit. Ita a nativitate coeci, lucis, & colorum nullam omnino ideam habere deprehenduntur. Ex quo illud confirmatur quas de rebus corporeis habemus animo conceptas ideas, nonnisi sensuum ministerio haustas fuisse.

4. Quodsi iam animum ad ea advertamus, quae in corporibus, quatenus ea sensibus nostris substant, notantur; facile intelligemus, alia esse, quae in corporibus universis, omni-que tempore, alia vero, quae nonnisi in particularibus quibusdam corporibus, aut certe non omni tempore deprehenduntur. Priora liceat *attributa*, posteriora *qualitates* dicere.

5. Attributa eiusmodi quatuor praecipue notantur: 1mo. Soliditas, seu impenetrabilitas. 2do. Extensio. 3tio. Divisibilitas. 4to. Mobilitas.

SCHOLION. Sunt quidem & alia, uti vis inertiae, vis attractiva, &c. quae tamen quoniam a nonnullis in dubium vocantur, consulto hic praetermisimus.

Corporis
notio.

6. *Corpus* ergo dicemus substantiam solidam, extensam, divisibilem, mobilem. Hac quippe notione prolata, quisque in notitiam corporis deveniet, quod unum hic intendimus.

SCHOLION. Essentias rerum intimas penitus ignoramus: qui proinde iis investigandis immorantur, operam ludunt.
Quam-

Quamobrem quaestiones olim hic agitari solitas, de essentia metaphysica corporis, de primo attributo, ex quo caetera omnia dimanant, tanquam vanas, inutilesque missas facimus.

ARTICVLVS II.

De Soliditate.

7. *Soliditas* seu *impenetrabilitas* ea est corporum proprietas, qua ea sese mutuo ex eodem loco excludunt. *Quid Soliditas?*

8. Soliditas haec corporibus omnibus competit. Corpora universim recte in firma, seu consistentia, quae etiam alio sensu solida dicuntur, & fluida discescunt. Corporibus firmis soliditatem competere obvia phenomena docent. Sed neque de fluidorum soliditate dubio locus est: nam 1mo. aer in syringis metallicis, aut in campanis urinatoriis in angustius quidem spatium redigi se patitur, tandem vero vi nulli cedit. 2do. Aqua, vinum, olea, & plurima alia fluida sphaeris metallicis inclusa, ubi hae cochleis fortissime comprimuntur, per densissima metalla transfudant. 3tio. Lux, & ignis in obstacula solida impingentes, ex iis reflectuntur; quod haud fieret, si soliditate carerent.

9. Soliditas haec corporum sensu tactus nobis innotescit; quo si quis careret, nullam omnino soliditatis ideam effingere posset: sic dum videmus imagines corporum, speculorum concavorum ope, in aere effictas; cum illas tactui minime resistentes notemus, solidas esse negamus.

A R T I C V L V S III.

De apparente corporum compenetracione, sive de porositate corporum.

10. **N**otantur phoenomena quaedam, quae compenetracionis speciem referunt, ut cum mercurius in aurum, argentum, aes, & metalla reliqua demto ferro, sese penetrat. *Quid poris?* Verum ex his illud tantum conficitur, ea etiam corpora, quae nobis solidissima, nullisque meatibus distincta videntur, habere interstitia quaedam, quos vulgo *poros* vocant, oculorum nostrorum praesertim inermium, aciem fugientes, in quae fluida varia insinuare sese possint.

11. Corpora omnia, quae sensibus nostris quavis ratione substant, poris instructa sunt. Probatur amplissima inductione, nam Imo. corpora omnia, si in lamellas tenues redigantur, pellucida fiunt, id est, lucem transmittunt. 2do. Microscopiis deteguntur pori plurimi in bracteis metallorum, in vegetabilibus, seu folia, seu flores plantarum examinentur, seu ligna durissima, in pellibus animalium. &c. 3tio. Ignis corpora omnia etiam durissima intime pervadit. 4to. Atramenta sympathetica penetrant ligna, strues chartaceas, laminas metallicas &c. 5to. Praesentiam pororum in ligno, & aliis solidis comprobant experimenta vulgatissima antliae pneumaticae. Sit enim recipiens vitreum cylindricum, cui in A * applicetur vasculum C, ex ligno, aut ebore, aut corio efformatum: huic infundatur aqua, mercurius, vel quodvis aliud fluidum. Cylinder hic applicetur disco B antliae pneumaticae:

³ Fig. I

cae: aut vero * intra campanam vitream su- * Fig. 2
 spendatur vesica ad medietatem fere fluido
 quovis repleta. Rarefacto intra recipiens ae-
 re, liquor * per lignum veluti per cribrum fo- * Fig. 1
 ramini- bus pertusum, in vasculum D gutta-
 tim depluet, in altero vero casu * per vesi- * Fig. 2
 cam guttatim item erumpet.

SCHOLION. Elegantissima in hanc rem experimenta, & observationes collegit Muschenbroek Inst. Phys. N. 91. & seq. Eo referente Hombergius antimonium praeparavit, ut a lento igne instar cerae fundi posset. Hoc antimonium laminae argenteae impositum, calefactumque permeavit argentum non secus, ac aqua chartam bibulam, nullo excitato foramine, sed nigredine inducta. Spiritus quidam, in quibus variae resinae solutae fuerunt, marmora versicoloribus maculis tingunt ad notabilem profunditatem.

12. Fluida etiam corpora porosa sunt. Oleum vitrioli aquam in suos poros recipit. Aqua, salia in iisdem condit, & siquidem unius speciei sale iam saturata sit, alterius iterum speciei sal solvit, nullo sensibili voluminis augmento.

13. Pororum magnitudo, & figura in diversis corporibus diversissima est. Patet ex observationibus microscopicis, & confirmatur experimentis, quae docent, fluida aliqua a quibusdam corporibus arceri, ab aliis intra se admitti.

SCHOLION. Quamvis figura, & magnitudo pororum non raro efficiat, ut fluida quaedam, corpora alia prae aliis liberius permeent, aliam tamen phaenomeni huius nonnunquam subesse rationem ex infra dicendis apparebit.

A R T I C V L V S IV.

*De Extensione.**Quid ex-
tensio?*

14. **E**xtensio est mensurabilitas corporis in longum, latum, & profundum.

SCHOLIUM 1. De extensione recte ait Cl. Musschenbroek Inst. Phys. C. 2. est cuiuslibet extensionis idea simplicissima, ideo nullis verbis describi, aut definiri potest, velut quoque aliae rerum simplicissimae ideae.

SCHOLIUM 2. Extensio mathematica triplex est, in longum, ut *linea*, in longum & latum, ut *superficies*, in longum, latum, & profundum, ut *solidum*, sive corpus. Extensio haec triplex diversae admodum naturae est: non enim ex additione punctorum *linea*, nec ex linearum sive impositione, sive iuxta positione *superficies*, neque ex superficierum quocunque coniunctione *solidum* enascitur.

*Quotuplex
extensio?*

15. Extensio vel est stricte talis, seu mathematica; quae si sit unius tantum dimensionis, oritur ex fluxu puncti, si duarum, ex fluxu lineae, si trium, ex fluxu superficiei continuo: haecque constituit, vel potius idem est, cum continuo stricte tali. Vel est minus stricte talis, aut physica, sive apparens, quae oritur ex plurium coniunctione eiusmodi, ut sensuum ope nulla inter ea intervalla, seu distantiae notari possint.

*Quid Fi-
gura?*

16. Omnis extensio, quae sub sensu cadit, certis limitibus definitur, quae figuram corporis constituunt. *Figura* igitur recte dicitur limes extensionis.

SCHOLION. Figurarum ingens admodum est & diversitas, & in exiguis quibusdam corpusculis constantia. Diversitatem figurarum in iis quoque obiectis, quae inermes sensus feriunt, maximam notamus: neque enim facies unius hominis ita unquam alteri perfecte similis notata fuit, ut discrimen omnino nullum deprehendi potuerit. Quod si vero sensus instrumentis eum in finem elaboratis armentur, sive acuantur, tum vero figurarum discrimen immane quantum augetur. Pulvis tenuissimus, qui papilionum alis adhaeret, microscopio inspectus plumulas innumeras bene distinctas exhibet: sanguis humanus observante Lewenhoeckio e globulis rotundis constat: horum quilibet e sex aliis flavescentibus, & rursus horum quisque e sex lymphaticis componitur. Constantiam figurae affectant praecipue salia, quae aqua soluta, hac deinde evaporante in corpora concresecunt figurae saepe admodum regularis, & aequalis semper in eadem salium specie.

17. Omne corpus, quantumvis exile, sua *Quid quantum* gaudet magnitudine, atque adeo *quantum* est. *magis?*
Quod si quidem extensionis tantum magnitudo attendatur, seu magnitudo spatii, quod corpus occupat, vel certe occupare videtur, *voluminis* notio habetur. Quod si vero ratio *Quid voluminis?* habeatur materiae, sub certo volumine contentae, ea *massae* nomine venit. *Quid massae?*

COR. 1. Volumen invenitur per mensuram extensionis.

COR. 2. Massa proportionalis est quantitati materiae, sub certo volumine contentae, eaque ex observatis Newtoni, & aliorum est simul ut pondus corporum.

COR. 3. Mutato volumine massa non item mutatur. Ita massa cubi plumbei eadem manet, si cubus in sphaeram, vel pyramidem, vel cylindrum, vel figuram quamvis aliam abeat.

SCHOLION. Figura, seu figurabilitas, quantitas item, omni corpori sensibili conveniunt. Recte igitur pro corporum sensibilibus attributis habentur: nos ea sub extensione comprehendimus.

18. Corpus, quod sub dato volumine multum materiae continet, *densum* dicitur, quod vero parum materiae complectitur, *rarum* audit. *Quid corpus densum, & rarum?*

COR. Denominationes denſi, & rari reſpectivæ ſunt: poteſt corpus idem denſum eſſe, aut rarum, ſi cum aliis magis, minusve denſis in comparationem vocetur.

SCHOLION. „Dolendum eſt, ait Muſchenbroeck Op. cit. „N. 92, ne vel unicam maſſam corpoream tractabilem omnino ſolidam, & non poroſam hucusque innotuiſſe, quippe „quantum ſolidi, quantum poroſi in quolibet reliquorum „corporum volumine eſſet, detegi tum poſſet: ſi enim „maſſa omnino ſolida unius pollicis cubici unum pondo „gravis eſſet, atque aliud corpus aequè magnum dimidii „pondo; foret in hoc corpore tantum pororum, quam ſolidi. Quia aurum eſt valde grave, & tamen poroſum, ali- „quid colligere licebit; ſupponamus eius volumini tantum- „dem pororum, ac partium ſolidarum ineſſe, procul dubio „tamen magis poroſum eſt, quoniam igitur aqua ſub pari „volumine eſt 19, 5. minus gravis auro, erit quantitas pororum in aqua ad eam in auro, ut 19, 5 ad 1. ſive 39 ad 2. „Sed ſuppoſuimus auri partem ſemiſſem eſſe ſolidam, ut igitur idem volumen in auro mere ſolido perſtet, tantundem „auri addatur, adeoque erit quantitas mere ſolida in auro, „ad quantitatem ſolidam in aqua naturali, ut 39 ad 1. ideo „cum una quantitas ſolida ſit in aqua, erit quantitas extenſa pororum aequalis 38. Eſt aurum 81, 5, gravius ſubere, hinc in ſubere erit volumen inanitatis ad ſolidi volumen, ut 163 ad 1.,

A R T I C V L V S IV.

De Diviſibilitate Corporum.

Quid diviſibilitas? 19. **O**mne corpus, quod ſub ſenſu cadit, diviſibile eſt, id eſt, in plures partes dirimi poteſt.

Patet experimentis inferius adducendis.

COR. Patet igitur, diviſibilitatem recte vocari attributum corporis, intellige ſenſibilis.

20. Omne continuum ſtriſte, ſeu mathematicè tale (15) in infinitum diviſibile eſt.

Demonſtratur ab Euclide, & ex illo a plerisque Phyſicis.

SCHOLIION. Qui igitur materiam ex qua corpora coalescunt, continuam ponunt, videant, qua ratione ab argumentis illis, quibus ex Euclide divisibilitas in infinitum deducitur, sese expediant.

21. Experimenta docent, corpora, quae sub sensus cadunt, in partes stupendae subtilitatis divisibiles esse.

E plurimis pauca promam „ Uncia auri
 „ referente Muschenbroeck olim poterat didu-
 „ ci in bracteas quadratas 1600, quarum latus
 „ unumquodque 3 pollicum est, adeoque quae.
 „ libet bractea est 9 pollicum quadratorum,
 „ cumque pollex dividi possit in partes 600
 „ visibiles, quaelibet auri bractea dividi pote-
 „ rit in partes 1800 • 1800 quadratas, & to-
 „ ta auri uncia in partes quadratas 1800 • 1800
 „ • 1600 sive 5184000000; & granum auri
 „ in partes 10800000, quoniam vero artifices
 „ hodierni ex grano auri bracteas $36\frac{1}{2}$ pollicum
 „ quadratorum, & 24 linearum quadratarum
 „ spargunt, poterit granum auri dividi in par-
 „ tes 13200000. Quod si consideremus fila
 „ argentea inaurata, granum auri acquirit su-
 „ perficiem 3 pedum quadratorum, dividitur igitur
 „ in partes 1399680000. „

Exigua massae tinctoriae molecula, maxima fluidorum volumina, ingentes item solidorum superficies certo colore tingit. Particula odorata exigua itidem, maius conclave odore implet, id est, in tot moleculas dividitur, quae volumen cubiculi ita replent, ut nulla sit portio eius sensibilis, in qua odor percipi nequeat. In fodinis Hungariae superioris modi-

ca illa auri portio, quae ex minerarum trituratione deperditur, ita per aquas praeterfluentes dispergitur, ut nullus sit per 5, aut 6 miliarium ambitum rivulus, ex cuius arena per loturam, sensibilis auri portio erui nequeat. Per microscopia in unica aceti guttula animalcula plurimaprehenduntur, imo in guttula aquae, cui in aprico stanti piperis contusi exigua portio immissa fuit, triplicis generis animalcula Lewenhoeckius observavit: Diameter minimi generis ponatur 1, erit diameter secundi generis 10, & maximi 50: diameter vero grani fabuli maioris 1000: adeoque erit magnitudo animalculi minimi ad eam arenae, velut cubus diametri 1 ad cubum 1000 sive ut 1 ad 1000,000,000. Sed eiusmodi animalculum est corpus organicum, instructum musculis, arteriis, venis, aliisque vasis, per quae fluunt humores, proinde horum partes toto corpore multo adhuc minores erunt.

SCHOLION. Plurima alia argumenta ad corporum existitatem comprobendam petuntur a vapore aquae, ex incensorum corporum fumo, ex corporum graveolentium, vix tamen sensibilem ponderis partem amittentium odoribus, ex oleo, & sebo incenso: quae prolixius exposita legi possunt apud plerosque Physices Scriptores, praesertim Keilium, & Nieuwentytium.

SCHOLION 2. Qui haec in animum altius demittunt, in admirationem, & laudem authoris naturae non magis rapi debent, quam qui ingentem illam corporum coelestium molem attentius speculantur.

22. An divisibilitas corporum in infinitum procedat, an vero certis limitibus constringatur, a posteriore, sive ab experientia definiti nequit.

Quam.

Quamvis enim stupendam corporis divisibilitatem superius prolata optime comprobent; nemo tamen unquam evicit, ad eas demum particulas deventum esse, quae iam ultro divisibiles haud sint, sive quod iam in infinitum divisae sint, sive quod ultro dividi natura sua renuant. Ab hoc enim asserendo, & organorum nostrorum, & instrumentorum, quibus aciem eorundem acuere adnitimur, imperfectio omnibus cognita, ingenuum quemque Philosophum prohibet.

23. Ex phaenomenorum accuratiore consideratione probabile effici videtur, corporum divisionem in infinitum haud procedere, verum suis tandem terminis definiri.

Argumenta, quae id consuadent, eleganter exponit Muschenbroeck operis laudati N. 60 „corpora, inquit, quando prae tenuitate non amplius „subiiciuntur sensibus, tum ex eo, quod „ab experientia suppeditatur, attente perpenso „colligendum videtur, ea non esse dividua „absque fine, sed sectionem ad aliquos tantum terminos effici. Id enim ordo constans „universi, quo ex dissolutis regenerantur eadem corpora, semper cum iisdem proprietatibus, pari modo, & tempore in iisdem regionibus, demonstrare videtur - - - - - „neque ulla nova genera rerum observantur, „sed semper eadem animalium, plantarum, „fossilium, cum omnibus proprietatibus, & „characteribus nunc generantur, ac ante centenos annos; quamobrem, quae resolvuntur, „corpora & nutrimentum aliorum evadunt, „non

„non in infinite parvas partes dissolventur :
 „Ex hisce enim vario acervatis modo orientur
 „admodum diversi ordines particularum, atque
 „ex his partes maiores diversissimae, quae non
 „possent non in moles maiores concrescendo
 „corpora nova, & cum diversissimis proprieta-
 „tibus producere. „

24. Quando corpora maiora dividuntur in partes, augentur superficies.

Probatur ex citato authore N. 73. Quaelibet enim pars suis terminatur superficiebus, quae post divisionem sunt distinctae ab iis superficiebus, quibus partes, partes tangebant: fit enim cubus unius pedis, superficies ambientes sunt 6 pedum quadratorum; si hic cubus triplici sectione per medium in octo cubos dividatur, superficies cuiuslibet erit $\frac{6}{4}$ pedis quadrati; & proinde cuborum superficies, erunt $\frac{48}{4} = 12$ pedibus quadratis, sive erunt superficies nunc duplo maiores quam ante, massa corporea manente eadem, nempe pedis cubici.

SCHOLIUM. Hoc incrementum superficierum diversis phaenomenis explicandis inservit. Quoniam enim corpora quaedam agunt in ratione superficierum, auctis iisdem, eorundem vim agendi plurimum incrementum fit. Ventus, qui pedem cubicum marmoris flatu propellere nequit, facile propellet marmor, in tenuem pulverem contritum: ita pariter navis grandis caeteris paribus per aquam a vento celerius propelletur, quam parva. Guttula aquae in vas, a quo coercetur, vix ullam vim exerit, eadem in 1000000 divisa partes, uti fit, cum in vaporem versa est, operatur vehementissime cuncta in-
 instar pyrii pulveris disiciens.

De Mobilitate Corporum.

25. *Mobilitas* ea est corporum proprietas, qua *Quid mobilitas?*
de loco in locum transferri, aut
transire possunt.

26. *Mobilitas* omnibus corporibus competit.

De iis quidem, quae sub sensus cadunt,
a posteriore de asserti veritate convincimur. Ex
his autem ad ea quoque, quae sensus nostros,
seu exilitae sua, seu ingenti a nobis distantia fu-
giunt, argumentum ducimus ab analogia, &
inductione admodum ampla, cui locum hic
esse dubium non est, cum nihil omnino in
corpore deprehendatur, quod proprietati huic
contrarium sit.

SCHOLIUM. Erant sophistae quidam veteres, qui impossi-
bilitatem motus argumentis quibusdam, vel rectius fallaciis
evincere conabantur. Unum e multis afferam a Zenone pro-
positum. Ponatur, aiebat Zeno, Achilles cursor velocissi-
mus a testudine animalium tardissimo removeri per spatium
quodvis finitum v. g. unius milliaris, eiusque velocitatem
ponamus 100 maiorem illa, qua testudo movetur; dum
igitur Achilles unum percurrit milliare, testudo milliaris
partem $\frac{1}{100}$ conficiet, atque adeo Achilles testudinem
necdum est affecutus: dum rursus Achilles spatium hoc
conficiet, testudo milliaris partem $\frac{1}{10000}$ percurreret, hanc
dum emetiatur Achilles, testudo per partem milliaris
 $\frac{1}{1000000}$ promovebitur, & ita porro in infinitum: nun-
quam igitur Achilles testudinem assequetur, quod absur-
dum est. Verum solutio fallaciae huius nullam illis diffi-
cultatem faceffet, quibus summatio serierum etiam in in-
finitum progredientium cognita est. Quippe pars horae
 $\frac{1}{100} + \frac{1}{10000} + \frac{1}{1000000} \&c.$ series est quantitatum
in proportionem geometricam decrescentium, cuius summa
quantitati finitae aequalis est, scilicet uni parti horae no-
nagesimae nonae: assequetur igitur Achilles testudinem
post horam unam, & $\frac{1}{99}$ horae. Atque ita ex ipsis alge-
brae elementis solvitur argumentum, quod tanquam in-
solubile ab eiusdem patronis non raro iactatum fuit.

SCHOLION 2. Ad solvendum hoc argumentum quidam tractatus integros elucubrarunt, & si quis argumentum proferebat, quod invicti roboris videbatur, illud *Acbillem suum* honoris causa vocabat.

SCHOLION 3. Sunt, qui *quiescibilitatem*, id est potentiam perseverandi in eodem loco, etiam inter corporum attributa referunt; sed quoniam de corporum quiete saltem absoluta ex sensuum testimoniis nihil colligere licet, eius mentionem haud faciendam existimavimus.

S E C T I O II.

DE MOTV IN LINEIS RECTIS.

Priusquam ulterius in naturam corporum inquiramus, praemittenda est doctrina de motu, quae quidem pars est matheseos applicatae, ibique mechanicae, ac staticae nomine pertractatur. Hanc doctrinam institutionibus physicis praemitti debere, is facile assentietur; cui ex metaphysicis ignotum non est, mutationes omnes substantiarum materialium motu peragi. Necessitatem doctrinae huius ad naturae cognitionem Aristoteli ipsi perspectam fuisse dubitari nequit; cuius illud habetur solenne effatum: *ignorato motu naturam ignorari necesse est*. Nos ex citatis matheseos applicatae partibus ea tantum excerpemus, quorum notitia Physicus carere nequit: ampliorem tractationem illis relinquentes, qui mechanicam, staticamque ex professo, ut aiunt, tradunt.

A R T I C V L V S I.

Notiones praeviae.

Quid motus, & quies?

27. **M**otus est translatio corporis de loco in locum. Quies eiusdem in eodem loco perseverantia.

28. Notio motus fequentium rerum ideas *Quid vis motrix?*
 in nobis excitat: vis motricis, feu potentiae,
 quae illa demum cunque fit, cui motus tan-
 quam caufae efficienti tribuendus eft; Mobi-
 lis ipfius, quod locum mutat; Spatii a mo- *Quid fpa-
tium?*
 bili confecti, cuius nomine intelligitur linea
 illa, quam mobile puncti inftar confideratum
 percurrit; Temporis, quo motus perdurat.

29. Ex comparatione fpatii, & temporis *Quid cele-
ritas?*
 enafcitur idea celeritatis. Unde *celeritas* recte
 dicitur relatio fpatii ad tempus: tanto enim
 maior cenfetur celeritas, quo maius eft fpa-
 tium eodem tempore confectum, vel quo
 breviori tempore fpatium idem conficitur.

30. *Directio* mobilis defumitur ex fitu va- *Quid dire-
ctio?*
 rio fpatiorum, quae mobile percurrit.

31. *Motus abfolutus* eft, dum mobile reipfa *Quid motus
abfolutus?*
 refpectu terminorum, quos in immenfis univer-
 fi huius fpatiis concipimus, locum mutat.

32. *Motus relativus* eft, dum mutatio loci *Quid mo-
tus relati-
vus?*
 ad determinatum quoddam fpatium, vel ad
 determinata quaedam corpora, vel obiecta re-
 fertur.

33. Conformiter ad praedicta corpus ab- *Quid quies
abfoluta?*
folute quiefcit, dum refpectu nullius affigna-
 bilis termini locum mutat. *Relative* vero tan- *Quid rela-
tiva?*
 tum quiefcit, dum folum refpectu quorundam
 determinatorum obiectorum eandem distantia-
 rum relationem confervat.

SCHOLIUM I. Si quis in navi aequabiliter progrediente
 fedeat, aut erecto corpore confiftat, is abfolute moveri,
 relative vero, id eft, refpectu partium navis quiefcere cen-
 fe-

fetur. Quod si is ipse in navi ortum versus progrediente, eadem celeritate, qua navis fertur, ad occasum progrediatur, is absolute quiescere, relative vero moveri dicendus erit.

Quid quantitas motus?

34. Si celeritas mobilis ducatur in massam eiusdem, obtinetur *momentum*, seu quantitas motus.

SCHOL. Ut facilior sit eorum, quae inferius dicentur, intellectus, ex Cl. La Caille ea afferemus, quae is de expressionibus rationum apud Mechanicos usitatis, mechanicae suae praemittit.

„Cum duae quantitates heterogeneae in ratione quampiam determinata mutantur, uti cum diversi quantitatis variabilis x valores semper sunt proportionales valoribus alterius variabilis y , mechanici eam rationem per aequationem exprimunt, ponendo v. g. $x = y$, id quod non indicat, quantitatem x aequalem esse alteri y (quod nempe heterogeneae sint) dum x e. g. vim agentem denotat, y tempus; verum quod x semper sit ut y , ita ut si x crescat in triplum, y quoque triplo fiat maior. Pari modo $x = yz$ exprimit valores diversos quantitatis x esse inter se, ut sunt producta ex y , & z , seu illos esse in ratione composita e directis rationibus valorum y , & z . Sic quoque $x = \frac{yz}{vt}$ significat, valores de x esse ut facta ex y in z divisa per facta ex v in t , aut vero in ratione composita e directa valorum y in z , & reciproca v in t . Denique $x = \frac{1}{yz}$ exhibet, quod quantitatis x valores inter se sint in ratione composita e rationibus inversis valorum y , & z , vel inverse ut yz .

„Quando in formula algebraica quantitas quaequam siue per se constans, siue quae talis supponitur, occurrat, aut sola, aut aliis etiam iuncta; tum vero citra rationis variabilium mutationem, ea formula simplicior rediditur, si 1 in locum cuiusvis quantitatis constantis substituitur, reductionibus adhibitis, quas ea surrogatio exhibit.

„V. G. Si in formula $p = \frac{abx}{cy}$ valorem absolutum quantitatis p exprimente, sciatur, vel supponatur, quod a, b, c , sint constantes, & singulae fiant $= 1$, tota formula reducitur ad $p = \frac{x}{y}$, quae non amplius valorem absolutum

„tunc

„tum quantitatis p exhibet, sed tantum rationem, qua is
 „iuxta variationem x, & y mutatur. Simili ratione formu-
 „la $q = \frac{at}{z}$, si fiat at constans, abit in $q = \frac{i}{z}$, qua non
 „aequalitas quantitatis q cum unitate diuisa per z, sed
 „mutatio in ratione inuersa quantitatis z designatur. „

SCHOLIUM 2. Ut doctrina superiore Scholio tradita
 usu ipso declaratur, iuvabit ex eodem authore exem-
 plum sequens subiungere. „Ex notissimo axioma effe-
 „ctus sunt proportionales suis causis: sequitur, inquit lau-
 „datus author, si effectus dependeat a causis pluribus di-
 „sparatis, vel heterogeneis, siue si eius productio habeat-
 „ur concursu plurium agentium, semper sit ut produ-
 „ctum ex causis, quae dum crescunt, ad effectus incre-
 „crementum conferunt, diuisum per productum ex causis,
 „quarum incrementum effectum minuit, seu quae effectum
 „augere non possunt, nisi dum ipsae minuuntur. Aliter:
 „effectus productus a pluribus causis disparatis est in ra-
 „tione composita ex directa earum, quarum incremen-
 „tum connexum est cum incremento effectus, & ex reci-
 „procis earum, quarum decrementum ad incrementum
 „effectus confert. Sit e. g. carpentum ad certum locum
 „deducendum. Manifestum est, hunc effectum E, car-
 „penti nempe translationem pendere a pondere P, quo
 „oneratur; ab equorum, qui iunguntur numero N, & ro-
 „bore R; a viae conficiendae longitudine L; ab eius
 „commoditate C; a tempore, quo translatio facienda est
 „T. Iam vero quisque facile intelligit, rem praestari eo
 „posse facilius, quo equorum numerus, eorumque robor,
 „viae commoditas, & tempus augentur magis, dum inte-
 „rim pondus, atque viae longinquitas imminuitur. Ut

„adeo per ea, quae diximus, sit $E = \frac{NRCT}{PL}$. Enim-

„vero si poneremus explicatas has sex conditiones eas-
 „dem esse semper, effectus quoque E idem maneret, singu-
 „laeque quantitates P, N, R, C, L, T, recte per 1 exprime-
 „rentur. At quoniam quaerimus, quid iis mutatis eveni-
 „nire debeat, supponamus, quavis temporis assumpta
 „parte, manentibus caeteris conditionibus iisdem, equo-
 „rum numerum augeri in ratione 1 ad 3, fierique $N = 3$,
 „etiam facilitas transvehendi oneris crescat in triplum,

„eritque $E = \frac{3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot 1} = 3 = N$. Augeatur dein sin-

„gulorum equorum robor in ratione 1 ad 4, siue fiat $R = 4$

„poterit quisque quadruplo maiorem effectum praestare,

„ac tum E evadet $= \frac{3 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot 1} = 3 \cdot 4 = NR$. Si 3tio.

„viae commoditas in ratione 1 ad 5 crescat, vel pona-

„tur $C = 5$, iam eadem equorum vires ad translatio-

„nem carpenti quintuplo efficaciares erunt, ideoque $E =$

„ $\frac{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 1}{1 \cdot 1} = 3 \cdot 4 \cdot 5 = 60 = NRC$. Si quarto tempus

„vectioni destinatum duplicetur, id est, si sumatur

„ $T = 2$, rursus duplo commodius fiet effectus, nempe

„ $E = \frac{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 2}{1 \cdot 1} = 120 = NRCT$. At si quinto etiam

„ponderis incrementum adiciatur, ut sit pondus prius ad

„novum, ut 1 ad 4, aut $P = 4$, tum vero equorum vires

„nonnisi quartam effectus partem respectu totius oneris

„habebunt, ac fiet $E = \frac{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 2}{4 \cdot 1} = 30 = \frac{NRCT}{P}$.

„Et si denique viae longitudo statuatur prioris dupla, seu

„ $L = 2$, tantundem oneris translatio reddetur difficilior,

„fietque $E = \frac{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 2}{4 \cdot 2} = 15 = \frac{NRCT}{PL}$.”

SCHOLIUM 3. Ad doctrinam de motu corporum plurimum conferre censentur leges motus generales a Newtono traditae, has non mutatas hic subiungimus: patebit autem ex infra dicendis, quo sensu eadem accipi debeant.

Leges motus.

LEX 1. Corpus omne perseverat in statu quietis, vel motus uniformis in directum, nisi quando ab aliis causis statum mutare cogitur.

LEX 2. Mutatio motus proportionalis est vi impressae, & fit secundum lineam rectam, qua vis illa imprimitur.

LEX 3. Actioni contraria semper, & aequalis est reactio.

A R T I C V L V S II.

De motu aequabili simplice.

Quid motus simplex?

35. **M**otus aequabilis simplex dicitur, qui seu reipsa imprimitur, seu imprimi censetur a causa unica unico momento temporis mobili applicata.

COR. In motu aequabili igitur mobile progreditur ea directione, qua coepit moveri, celeritate nec aucta, nec minuta.

36. In motu aequabili celeritas est aequalis spatii diviso per tempus.

Patet quippe ex supradictis (29) ex comparatione spatii, & temporis ideam celeritatis enasci. Comparare porro spatium cum tempore aliud non est, quam invenire rationem, quam habeat spatium ad tempus, quod fit dividendo spatium per datum tempus. Est igitur $C = \frac{S}{T}$

COR. 1. Si $T = t$, seu $T = 1$, erit $C = S$.

COR. 2. Si $S = s$, seu $S = 1$, erit $C = T$.

COR. 3. Si sit $S : s = T : t$, erit $C = c$.

Est enim in hoc casu $St = sT$, ac proinde $\frac{S}{T} = \frac{s}{t}$

37. In motu aequabili spatium est aequale celeritati ductae in tempus.

Cum enim (36) sit $C = \frac{S}{T}$, erit $S = CT$.

COR. 1. Si $C = c$, five $C = 1$, erit $S = T$.

COR. 2. Si $T = t$, seu $T = 1$, erit $S = C$.

COR. 3. Si $C = \frac{1}{T}$, erunt spatia aequalia,

Cum enim sit $S = CT$, ponendo loco $C \frac{1}{T}$, erit $S = 1$.

38. In eodem motu tempus est aequale spatii diviso per celeritatem.

Cum enim sit per (36) $C = \frac{S}{T}$, erit $T = \frac{S}{C}$,

COR. 1. Si $S=s$, seu $S=1$, erit $C=\frac{r}{T}$.

COR. 2. Si $C=c$, seu $C=1$, erit $T=S$.

COR. 3. Si $S=C$, erit $T=1$.

39. Motus corporis quacunque ratione variabilis, si intra tempus infinite parvum consideretur, pro motu aequabili haberi potest. cum enim tempus ponatur infinite parvum, mutatio celeritatis huic tempori respondens nonnisi infinite parva esse potest, erit ergo motus aequabilis.

COR. Si motus utcunque variabilis ad tempusculum infinite parvum referatur, celeritates, spatia, tempora &c. easdem rationes sequuntur, quas in superioribus numeris, eorumque corollariis exposuimus.

SCOLIION. Quoniam quaevis quantitas, uti in Arithmetica per numeros, in Algebra per literas, ita in Geometria per lineam rectam repraesentari potest, si in rectangulo ABCD * linea AB repraesentet celeritatem, BD tempus; area ABCD repraesentabit spatium motu aequabili confectum.

* Fig. 3

A R T I C V L V S III.

De Motu composito.

Quid motus compositus?

40. **D**um vires plures eodem tempore in idem mobile agunt, illud motu composito ferri dicitur.

SCHOLIION. Vires plures eodem tempore in idem mobile agentes voco *vires componentes*.

SCHOLIION 2. Ut motus compositi ideam clariorem nanciscamur, considerandum cum la Caille paulisper erit, quid homini in navi ventis impulsâ constituto eveniat. „Is quidem libere nihilominus in navi hac versus partem „quamvis obambulare poterit, ac si forte lapide certam „navis partem petat, eam non minus feriet, quam si navis immota constitisset. Est autem manifestum 1. motum „ab-

absolutum huius hominis esse compositum tum ex suo, quem in sese producit, tum ex eo, qui navi impressus est. 2. Motus hosce binos vel coniungi inter se, vel elidi alterum ab altero, ut scilicet in eandem, aut in plagas oppositas fiunt, nam si v. g. navi celeri aquae cursu abrepta, lapis secundum eandem directionem in corpus immotum proiciatur, uti in pontis iugum, infra quem mox subitura est, liquet sane, quod, etiam nulla habita ratione massae, lapidis ictus futurus sit eo fortior, quo & velocius navis provehitur, & maiore vi lapis iacitur; quod si enim vel manu solum prehensus lapis, praeterlabente navi iugo, pontis opponeretur, iam navis velocitas ictum aliquem adversus iugum efficeret. At vero, si eadem vi lapis idem in iugum proiciatur, navi iam pontem praetergressa; debilis admodum fit ictus, quandoquidem contraria navis celeritas tanto magis iugum ferendum lapidis proiecti viribus subtrahit, quo ipsa maior est; quod si denique corpus versus terminum quempiam in navi fixum impellatur directione ad viam, qua navis fertur, obliqua, ad eum neque per rectam, quam motu absoluto percurrit navis, neque quam corpus navi quiescente describeret, pervenit, sed media quadam inter utramque.

41. Si virium quocunque eodem tempore in idem mobile agentium directiones in eadem recta iaceant, & in eandem plagam tendant, mobile fertur vi aequali summae virium componentium. Si vero directiones virium sint oppositae, mobile fertur secundum directionem fortioris celeritate aequali differentiae virium.

Cum enim in primo casu directiones virium componentium nulla ratione sibi opponantur, patet, vires omnes effectum plenum sortiri, quem vires seorsim agentes nanciscerentur. In altero vero casu cum directiones virium ponantur oppositae, vires compositae, & aequales se destruent; remanet ergo solus excessus, seu differentia virium, mobileque di-

rektionem sequetur, quae huic virium differentiae competit.

COR. Quod si ergo in casu altero vires oppositae sint aequales, mobile quiescet.

42. Quod si virium directiones sub angulo aliquo conspirent, sintque vires eiusmodi, ut per latera parallelogrammi exprimi possint, mobile eiusdem parallelogrammi diagonalem percurrent.

• Fig. 4

Conspirent vires duae, E, & F * sub angulo BAC. Representet linea AB effectum vis E, linea vero AC effectum vis F, sintque vires eiusmodi, ut quo tempore, agente sola vi E, mobile percurreret lineam AB, eodem tempore, agente sola vi F, mobile percurreret lineam AC, idem mobile vi utraque simul agente percurrent lineam AD diagonalem parallelogrammi ABCD.

Vis E agens directione AB parallela ad CD accessum mobilis ad CD nec impedit, nec iuvat; ob eandem causam vis F accessum mobilis ad BD nec impedit, nec accelerat: erit ergo mobile agente utraque vi eodem tempore in linea BD, quo foret agente sola vi E; pariter erit agente utraque vi in linea CD eodem tempore, quo foret agente sola vi F; sed nequit esse eodem tempore in linea BD, & linea CD, nisi sit in puncto D, id est in concursu harum duarum rectarum: erit ergo in fine motus in puncto D. Quod argumentum cum de singulis punctis lineae AD valeat, patet, mobile successive in singulis punctis huius lineae fore, id est, diagonalem parallelogrammi ABCD descripturum.

COR.

COR. 1. Quo pacto virium duarum E, & F sub angulo quodam conspirantium effectus per diagonalem repraesentari potest, eodem vis unius actio, qua mobile diagonalem AD percurreret, spectato hoc effectu, resolvi potest in binas E, & F: priore casu vires dicuntur componi, altero resolvi.

SCHOLION. Compositio virium in natura locum habet, omnesque motus, qui in corporibus notantur, perquam compositi sunt, ut ex infra dicendis apparebit. At resolutio virium artis opus est, quae tamen perquam utiliter saepe adhibetur.

COROL. 2. Ut manifestum fiat mobile in diagonali AD perpetuo haerere, vires E, & F, seu AB, & AC * in binas singulae resolvantur, nimirum vis AB in AF, & AI, vis vero AC in AE, & AH: erunt triangula BFD, ACE similia, & aequalia (est enim $BD = AC$, & ob parallelas AB, & CD $\angle A = \angle D$, item ob parallelas CE, & FB $\angle E = \angle F$, ac proinde etiam $B = C$) hinc $BF = CE$, seu $AI = AH$, quae lineae AI, & AH exponunt actiones virium AB & AC, ad AD perpendiculares, quibus mobile ab eadem AD abducere nituntur; hae vero cum (utpote oppositae & aequales) se mutuo destruant, patet, mobile a diagonali AD nusquam discedere. Fig. 5.

COROL. 3. Cum praeterea AE sit aequale FD, ac proinde $AF + AE = AD$, etiam patet, diagonalem AD vires residuas accurate metiri, ac proinde earundem effectum esse,

COR. 4. In compositione motuum pars virium absolutarum semper deperditur. Est enim $AB + AC$ in omni casu $> AD$: ex opposito in resolutione quantitas motus absoluta fit maior.

COR. 5. Quod si tamen motus ad certam directionem referantur, neque per compositionem, neque per resolutionem ullo modo afficiuntur, aut mutantur. Sic motus per AI, AG, AC, AH; ad directionem AD reducti, erunt $AF + AE = AD$, viribus oppositis sese elidentibus.

COR. 6. Vis AD e duabus AB, & AC composita motum efficit in plano eodem, in quo sunt vires componentes. Nequit enim diagonalis extra planum illud esse, in quo sunt latera parallelogrammi.

COR. 7. Si vires componentes sint numero quotcumque, reduci possunt ad tres, duas, unicam, aut quemvis

numerus datum. Componendo enim binas in diagonalem, haec binis illis substitui, ac cum tertia vi rursus componi potest. Et e converso vis quaecunque potest in tot, quot libuerit, resolvi, modo eiusmodi assumantur, quae sint ut latera parallelogrammorum, quorum diagonalis vim resolvendam exponit.

COR. 8. Quo acutior est angulus, sub quo vires componentes conspirant, eo maior est diagonalis parallelogrammi, quae effectum virium componentium repraesentat, tantoque minus virium absolutarum deperditur. Quippe quo acutior hic angulus est, eo magis vires hae ad eandem directionem accedunt, quo casu (41) nihil virium absolutarum deperditur.

COR. 9. Contra, quo is angulus est obtusior, eo minor evadit diagonalis, eoque plus ex viribus absolutis deperditur. Tunc enim ad directionem oppositam eo propius accedunt; quam si habeant, vires aequales (41) omnino destruuntur.

A R T I C V L V S IV.

De motu rectilineo uniformiter accelerato.

Quid motus
acceleratus?
43.

Motus acceleratus dicitur, qui fit celeritate continuo crescente, & quidem si celeritas crescat ea ratione, qua crescit tempus, seu si aequalibus temporibus aequalia celeritatis incrementa accedant, motus dicitur *uniformiter acceleratus*. Si celeritas mobilis eadem

Quid retardatus?
lege decrescat, motus erit uniformiter *retardatus*.

* Fig. 6

44. Si in triangulo ABC * ad B rectangulo, recta AB repraesentet tempus, lineae DS, FG, EH ad BC parallelae expriment celeritatem in fine temporum AD, AF, AE, &c motu uniformiter accelerato acquisitam.

Cum in motu uniformiter accelerato celeritas crescat ut tempus, necesse est, ut lineae illae, quae

quae celeritatem repraesentant, proportionales sint illis, per quas tempus exhibetur: tales autem sunt DS , FG , EH &c respectu AD , AF , AE : nam cum DS , FG , EH ponantur ad BC parallelae, erunt triangula ADS , AFG , AEH , ABC similia, unde erit $AD:DS=AF, FG,=AE:EH$, &c ergo.

SCHOLIUM: Dum dicitur, celeritatem DS respondere tempori AD , id non ita accipiendum est, veluti in fine huius temporis celeritas per DS repraesentata mobili imprimeretur; tum enim acceleratio non foret continua, sed per saltum induceretur. Sed cogitandum est, singulis tempusculis infinite parvis incrementa velocitatis infinite parva accedere, quae in fine temporis finiti AD faciant celeritatem finitam DS .

45. Si in eodem triangulo, AB repraesentet tempus, BC celeritatem, area trianguli repraesentabit spatium motu uniformiter accelerato confectum.

Repraesentet AK portionem temporis infinite parvam, motus huic tempori respondens pro aequabili (39) haberi potest: igitur si celeritas sit KM , spatium repraesentabitur per rectangulum $AKLM$, quod ob AK infinite parvum a triangulo AKM non differet quantitate finita. Quod si ergo triangulum totum ABC in eiusmodi exiguas areas dividatur, summa omnium, id est triangulum ABC exhibebit spatium confectum toto tempore AB , si celeritas in fine temporis acquisita per BC exhibeatur.

COR. Spatium igitur confectum in fine temporis AD , exhibebit triangulum ADS .

46. In motu uniformiter accelerato spatia sunt ut quadrata temporum, vel celeritatum.

Cum enim triangula ADS, ABC sint similia, erit $ADS : ABC = AD^2 : AB^2 = DS^2 : BC^2$

47. Si mobile celeritate BC, in fine temporis AB motu uniformiter accelerato acquisita, feratur motu aequabili, tempore eodem AB spatium describit prioris duplum.

Si enim sit tempus AB, celeritas BC, & motus aequabilis, spatium decursum repraesentabitur per rectangulum ANBC, quod est duplum trianguli ABC.

COR. 1. Cum in motu uniformiter accelerato spatia in fine quorumvis temporum descripta sint ut quadrata horum temporum, tempora vero fluant aequabiliter, ut numeri naturales 1, 2, 3, &c, spatia crescent ut 1, 4, 9, 16. Quamobrem si inveniendum sit spatium solo tempore secundo confectum, subtrahendum erit spatium confectum in fine temporis primi, seu sumendum erit $4 - 1 = 3$. Pariter si inveniendum sit spatium confectum solo tempore tertio, subtrahendum erit spatium confectum in fine temporis secundi, seu erit $9 - 4 = 5$. Spatia igitur singulis temporibus confecta progrediuntur, ut 1, 3, 5, &c, id est in progressionem numerorum imparium.

COR. 2. Dato igitur spatio in fine temporis cuiusvis determinati confecto, facile invenietur spatium in fine cuiusvis alterius temporis confectum; & pariter dato spatio respondente tempori definito, & spatio quolibet alio, invenietur tempus huic spatio respondens.

COR. 3. Illud quoque patet, quae de motu uniformiter accelerato dicta sunt, motui uniformiter retardato convenire, si nempe celeritas finalis motus accelerati sumatur pro celeritate initiali motus retardati.

COR. 4. Erit igitur in motu uniformiter accelerato $s = t^2$ (46) ac proinde $t = \sqrt{s}$.

COR. 5. Cumque spatia etiam crescant ut vires acceleratrices, erit quoque $s = vt^2$: quantitas vero v cum in motu uniformiter accelerato constans sit, omitti potest; ubi vero vis mutatur, ut in maioribus a terra distantis, poni ea debet.

COR. 6. Cum ergo sit $s = vt^2$, erit $v = \frac{s}{t^2}$ & $t = v \frac{s}{v}$.

COR. 7. Erit quoque $s = vc^2$: hinc $v = \frac{s}{c^2}$, c vero =

$$v \frac{s}{v}$$

COR. 8. Cumque universim sit $c = \frac{s}{t}$, si loco s pona-

$$\text{tur } vt^2, \text{ erit } c = \frac{vt^2}{t} = vt.$$

SCHOLION I. Ut manifestius appareat spatium tempore secundo confectum triplum esse illius, quod tempore primo conficitur: fingamus, vim illam, quae celeritatis incrementa efficit, in fine primi temporis cessare, mobile igitur celeritate in fine primi temporis accepta progreditur motu aequabili, ac proinde spatium describet duplum prioris (47); Quod si iam supponamus tempore secundo agere vim illam, ac effectum producere aequalem illi, quem produxit tempore primo, patebit, spatium secundo tempore confectum, prioris triplum esse debere.

SCHOLION 2. Mechanici, qui de motu accelerato universim agunt, rationem spatiorum, celeritatum, & temporum per varias linearum coniugationes, quas scalam virium accelerantium appellant, exponunt: quoniam vero nobis propositum est, ea tantum ex mechanicis exponere, quae praecipuum in physicis usum habent, de motu uniformiter accelerato prae aliis agendum esse duximus.

SCHOLION 3. Experimentis Galilei, Riccioli, De chales, Newtoni, aliorumque innotuit, corpora gravia in superficie terrae delabentia, motu uniformiter accelerato ferri: quaecunque igitur de motu uniformiter accelerato demonstrata sunt, descensui corporum gravium applicari possunt: ea itidem, quae motui uniformiter retardato competunt, corporibus perpendiculariter sursum proiectis convenire censenda sunt; erunt nempe spatia ut quadrata temporum, vel celeritatum: crescent item spatia singulis temporibus confecta, ut numeri impares: grave, quod ex certa altitudine decidit, si mutata directione perpendiculariter attollatur, incipiatque moveri celeritate finali motus accelerati, ad eandem altitudinem ascendere poterit motu uniformiter retardato, ex qua decidit; sin vero motu aequabili elevetur, ad duplam assurgat.

Quid planum inclinatum?

Fig. 7.

× *De motu corporum per plana inclinata.* ×

48. **P**lanum inclinatum dicitur, quod cum horizonte BD * angulum acutum ADB efficit. AB altitudo, AD longitudo, BD basis plani audit. Si AD sumatur pro radio, seu sinu toto, AB erit sinus anguli inclinationis plani.

49. Corpus per planum inclinatum descendens partem gravitatis absolutae deperdit.

Dum enim per planum descendit, illud simul premit, quae pressio per aequalem plani reactionem destruitur. Haec porro pressio a gravitate corporis ortum habet, pars igitur gravitatis absolutae destruitur.

50. Pars gravitatis absolutae, quam corpus per planum inclinatum descendens deperdit, tanto maior est, quo acutior est angulus inclinationis plani.

Enimvero si planum verticale foret, iuxta cuius directionem corpus descenderet, vi gravitatis absoluta, nulla sui parte multata, ferretur; quod si incumberet plano horizontali, gravitatem omnem deperderet. Igitur, quo acutior est angulus inclinationis, id est, quo propius ad directionem plani horizontalis acceditur, eo plus de absoluta sua gravitate corpus deperdat necesse est.

51. In descensu mobilis per planum inclinatum vis absoluta est ad comparativam, ut longitudo plani ad eius altitudinem.

Re-

Repraesentet vim absolutam linea CG, quae, si in binas CF, & FG, = CH resolvatur, exponet CF ad AD perpendicularis partem vis absolutae per plani reactionem elisae, CH vero aequalis, & parallela FG vim comparativam, qua iuxta plani directionem descendere nititur. Erit ergo ob similitudinem triangulorum rectangulorum FCG, & ADB. $CG : FG = AD : AB$.

COR. I. Est quoque vis absoluta ad comparativam, ut sinus totus (48) ad sinum anguli inclinationis.

52. Motus corporis per planum inclinatum est uniformiter acceleratus.

In quacunque enim parte plani inclinati constitutur corpus, triangulum CFG idem semper erit, ac proinde vis comparativa eadem semper manet, aequalibus proinde temporibus celeritatem mobilis aequaliter auget; illud proinde motu uniformiter accelerato descendit.

COR. I. Omnia igitur, quae de motu uniformiter accelerato demonstrata sunt, descensui corporum per plana inclinata conveniunt. Inter quae illud praecipue notandum, corpus per planum inclinatum descendens, eam in fine motus nancisci velocitatem, qua mutata directione; motu uniformiter retardato ad altitudinem assurgere queat aequalem illi, ex qua descenderat.

53. Celeritas, quae descendendo per planum inclinatum AD acquiritur, est ad eam, quae eodem tempore obtineretur lapsu perpendiculari, ut AB ad AD.

Cum enim vis acceleratrix maior maiorem, minor vero minorem celeritatem eodem tempore efficiat; vires vero sint ut AB ad AD,

(51) celeritates tanquam effectus causis proportionales in eadem ratione erunt.

54. Spatium oblique percursum est ad spatium, quod eodem tempore absoluta gravitate lapsu libero conficeretur, ut AB ad AD *
 * Fig. 7
 * Fig. 8 vel ut AB: AC*

Demonstratio eadem est, quae prioris.

* Fig. 8 55. Si ex angulo recto B * demittatur BD ad AC perpendicularis, AD designabit spatium, quod descensu obliquo describeretur eodem tempore, quo lapsu libero corpus ex A veniret in B.

Erunt enim (elem. 561) triangula ABD, ABC similia, ac proinde $AD:AB=AB:AC$. Est autem per num. praec. spatium oblique descendendo percursum, ad spatium eodem tempore lapsu libero confectum pariter ut AB ad AC, ergo AD est ut spatium obliquo descensu percursum tempore eodem, quo lapsu libero AB conficitur.

COR. 1. Dum ergo corpus ad quodvis punctum D plani inclinati AC pervenit, si quaeratur spatium, quod eodem tempore lapsu perpendiculari confecisset, ex puncto D. erigatur perpendicularis DB, quae in linea AB determinabit punctum quaesitum B.

COR. 2. Si sit aliud planum inclinatum AFB, atque ex B demittatur perpendicularis ad AF, BE, patet, spatium quoque AE eodem tempore percurrendum oblique, quo AB lapsu libero percurritur.

COR. 3. Igitur AD in plano ABC, & AE in plano ABF eodem tempore percurruntur.

* Fig. 9 COR. 4. Cum igitur in Circulo AB * anguli omnes ad O (elem. 468) recti sint, patet, chordas omnes AO, vel BO eodem tempore percurri. Percurruntur enim omnes eodem tempore, quo lapsu libero diameter AB.

56. Tempus descensus obliqui per planum AC (Fig. 8) est ad tempus descensus perpendicularis per AB, sicut AC ad AB.

Cum enim motus sit uniformiter acceleratus, (52) erit quadratum temporis, quo percurritur AC ad quadratum temporis, quo percurritur AB, sive AD, (55) sicut AC ad AD: (46) sunt autem (elem. 561) AC, AB, AD tres continuæ proportionales, ac proinde (elem. 318) est $AC^2 : AB^2 = AC : AD$. Est ergo $AC^2 : AB^2$, ut quadratum temporis, quo percurritur AC ad quadratum temporis, quo percurritur AD, sive AB, ac proinde $AC : AB$ ut ipsa tempora.

COR. Si plura eiusdem altitudinis plana AC, AF inter se comparentur, tempora, quibus singula percurruntur, sunt ut eorum longitudines. Est enim tempus per AC, ad tempus per AB, sicut AC ad AB; item tempus per AF, ad tempus per AB, sicut AF ad AD (praec.) ergo tempus per AC ad tempus per AF, sicut AC ad AF.

57. Celeritas, quam corpus habet in fine descensus per planum inclinatum, est aequalis illi, quam habet in fine descensus per ipsam plani altitudinem.

Cum enim celeritas in motu accelerato sit aequalis VT (47. Corol. 8) hic vero ratio vis respectivæ ad absolutam $= AB : AC$ (51) ratio vero temporum ut $AC : AB$, (56) erit celeritas in C $= AB \cdot AC$, in B vero aequalis $AC \cdot AB$, quæ est ratio aequalitatis.

COR. I. Eodem modo ostenditur, celeritatem in F fore æqualem celeritati in B. Hinc universim celeritates omnes ex eadem altitudine labendo acquisitæ æquales erunt.

* *Fig. 10.* COR. 2. Eadem est celeritas corporis ex A in D * perpendiculariter decidentis, quae foret, si ex A in B, inde vero ex B in C oblique descenderet. Est enim celeritas, quam acquireret descendendo oblique per EC aequalis illi, quam acquireret descendendo per AD; eadem ergo quoque erit, si initio per AB, tum vero per BC descendat.

* *Fig. 11.* COR. 3. Quod si etiam descendat motu libero, & continuo per plana infinite parva, sese continenter excipientia AB, BC, CD *, quae solum serviant ad directionem motus, & quorum anguli B, C infinite parvi celeritatem mobilis non mutant, nisi quantitate infinite parva, in puncto quovis D eam habebit celeritatem, quam acquisivisset descendendo per FG directione ad horizontem perpendiculari.

Sicut enim corpus in puncto B eandem habet celeritatem, seu descendat per AB, seu per EB, cum utriusque altitudo perpendicularis sit eadem Fa, ita quoque eandem habebit celeritatem in puncto C, seu descendat per AB, & BC, seu per EC. Ita pariter in puncto D eadem erit celeritas, seu fiat descensus per AB, BC, CD, seu per FD; celeritas autem descensu per FD obtenta foret aequalis illi, quae obtinetur per FG (56); igitur huic quoque prior illa aequalis sit oportet.

SCHOLION. Demonstrante Varignonio, decrementum celeritatis in puncto B est tanto minus, quo obtusior hic angulus est, adeo ut eo evanescente, hoc quoque celeritatis decrementum evanescat.

COR. 4. Cum quaevis linea curva considerari possit, tanquam composita e lineolis infinitis, infinite parvis, sub angulo infinite parvo coniunctis, mobile per curvam continuam descendens, in quolibet eius puncto eam habebit celeritatem, quam per aequalem altitudinem delabendo nancisceretur.

COR. 5. Poterit igitur per arcum aequalem illi, ex quo descenderat, rursus ascendere (47. Schol. 3.)

SCHOLION. Nihil obstat, quod corpus per curvam descendens per plana infinita transeat, ac proinde infinita celeritatis decremента patiatur; Est enim demonstrantibus PP. Le Seur & Jacquier celeritas, quam per singula curvae latera amittit mobile, quantitas infinite parva secundi ordinis.

58. Tempora descensus per figurarum similitudinem, & ad horizontem similiter inclinatarum perimetros sunt inter se in ratione subduplicata quarumvis dimensionum homologarum:

Est enim descensus per AB* ad tempus de- * Fig. 12
scensus per ab, ut $\sqrt{AB} : \sqrt{ab}$ (47. Cor. 4.)
Item tempus descensus per BC: tempus descensus per bc, ut $\sqrt{BC} : \sqrt{bc}$; cumque sit $AB : ab = BC : bc = \sqrt{AB} : \sqrt{ab}$: sic quoque erit tempus descensus per CD ad tempus descensus per cd $= \sqrt{AB} : \sqrt{ab}$, vel $= \sqrt{BC} : \sqrt{bc}$, vel $= \sqrt{CD} : \sqrt{cd}$, vel $= \sqrt{EG} : \sqrt{eg}$.

COR. Cum circuli sint polygoni infinitorum laterum, arcus similes circulorum sunt plana similia, similiter inclinata, hos igitur percurrat mobile temporibus, quae sunt in ratione subduplicata horum arcuum, vel radiorum ipsis proportionalium.

SECTIO III.

DE ÆQVILIBRIO VIRIVM, EARVMQVE
OPPOSITIONE, ET CONFLICTV CORPORVM.

ARTICVLVS I.

De Æquilibrio gravium, & centro gravitatis.

59. **O**mne mobile, quod vel actu movetur, vel moveri nititur, certa quadam, & determinata celeritate movetur (29), quae ipsa est vel *initialis, elementaris, potentialis*, & nota-
tur in corporum pressione, uti dum globus *Quid celeritas initialis?*
plano incumbens illud premit, vel e filo suspensus illud extendit: quae celeritas propterea initialis dicitur, quia si motus rei ipsa seque-

retur, mobile celeritate illa moveri inciperet. Vel est *actualis*, quae reperitur in mobili, quod actu movetur, ut in gravi terram versus decidente.

SCHOLION. Ex horum consideratione orta est celebris illa distinctio in vires vivas, & mortuas. Vis nempe, quae producit celeritatem actualem, *viva* dicitur, quae vero initialem, *mortua*. Inde à mundi exordio ad Leibnitium usque quantitas motus recte determinari censebatur per factum ex massa in celeritatem, sive ea actualis, sive initialis fuerit. Leibnitius vero, & qui eum sequebantur, uti Batavorum, Italorum, Germanorumque nonnulli quantitatem motus recte quidem definiri censebant in pressio- nibus per massam ductam in celeritatem initialem, quas *vires mortuas* dicebant; in motu vero actuali, ut quantitas motus haberetur, censebant, massam non in celeritatem simplicem, sed in quadratum celeritatis ducendam, hasque *vires vivas* appellabant. Pro veteri virium mensura, Angli, Gallique strenue decertabant: complures rem ad quaestionem de nomine reducere conabantur, quibus ut assentiamur, facit demonstrationum numerus bene magnus, quas utraque pars pro sententiae suae veritate afferenda producit.

Quid aequi-
librium?

60. Vires duae quaecunque dicuntur esse in aequilibrio, quando ob aequalem utrinque quantitatem motus vis una alteram superare nequit. Ut si vires duae A, & B * nectantur linea recta AB inflexili, & gravitatis exper- te, quae in puncto C fulcro cuivis immobili innitatur, aut e puncto D suspensa teneatur, erunt eae in aequilibrio, si quantitates motus utriusque corporis aequales fuerint. Cum enim in hoc casu motus fieri nequeat, nisi conver- tendo lineam AB circa punctum C, si A de- scendat, B attolletur, quod supposita eadem quantitate motus in utroque corpore fieri non posse manifestum est.

* Fig. 13.

61. Illud igitur punctum massae cuiusvis, vel massarum quocunque per virgas inflexiles, gravitatisque expertes connexarum, cuius motu impedito, massa omnis immota manet, neque circa ipsum converti potest, *centrum aequilibræ* dicitur. *Quid centrum aequilibræ?*

COR. Cum massae duae circa centrum aequilibræ converti nequeant, patet, momenta earum utrinque aequalia esse debere.

62. Momentum, seu quantitas motus, quam vires certo modo inter se connexae exerunt, habetur per factum ex vi absoluta in spatium dato tempusculo percursum, seu ex vi absoluta in celeritatem initialem, quae utique spatiolis eodem tempusculo percursis, proportionalis est.

Est enim evidens, quod si ad massam quampiam dato tempore per certum spatium movendam vis determinata requiritur, ad eandem massam intra idem tempus ad spatium duplum promovendam, vim requiri duplam, & ita porro. Universim igitur momentum erit, ut vis absoluta ducta in spatium, vel celeritatem initialem eidem proportionalem.

COR. 1. Si vires, quibus massae corporeae animantur, sint vires gravitatis, quam massis proportionalem esse, constantemque in illis a superficie telluris distantis, in quibus experimenta capere licet, agereque directionibus ad superficiem terrae perpendicularibus a posteriori constat, erit momentum posita massa M , & Spatio S , $= MS$, seu cum sit $S=C$, erit eadem $= MC$.

COR. 2. Erunt igitur momenta aequalia in diversis massis, si fuerit $MC = mc$.

63. Si distantia a puncto suspensionis sit massis reciproce proportionalis, momenta erunt

aequalia, massae proinde in aequilibrio, punctumque illud erit centrum aequilibrum.

* Fig. 14 Quod si enim motus sequatur, dum massa A* describit arcum Aa, massa B attolletur in intervallo Bb, eruntque arcus Aa, & Bb spatia eodem tempore descripta, quae proinde erunt ut celeritates. Cum vero ob angulos ad C aequales arcus Aa, & Bb similes sint, erit $Aa : Bb = AC : BC$, erunt igitur quoque AC, & BC ut celeritates. Quod si ergo fuerit $A : B = BC : AC$, erit $M : m = c : C$, ac proinde $MC = mc$, id est, momenta erunt aequalia, massae proinde in aequilibrio (60) & punctum C (61) centrum aequilibrum.

SCHOLIUM. Theorema hoc fundamentale est staticae totius, seu doctrinae universae de corporum aequilibrio.

64. Si massae sint aequales, centrum aequilibrum erit in medio lineae rectae massas eas nequentis.

* Fig. 15 Si enim massae aequales circa punctum medium C* moveantur, arcus quoque Aa, & Bb, atque adeo celeritates quoque initiales aequales erunt; cum igitur praeter massas A, & B celeritates quoque aequales sint, patet momenta utrinque aequalia esse, punctum igitur C esse centrum aequilibrum.

* Fig. 16 COR. I. Si in centro aequilibrum applicetur vis Cc* aequalis summae virium A + B, & contraria agens directione, effectus omnis eliditur.

Cum enim C sit centrum aequilibrum, momenta utrinque erunt aequalia (61. Corol.), nequeunt ergo circa C converti; sed neque descendere massae ambae possunt: cum enim ponatur $Cc = A + B$, erunt vires aequales, & contraria directione agentes, motus igitur nullus sequetur.

COR. 2. Idem eveniet, si in centro aequilibrîi C vires ambae collectae concipiantur, quarum summam exprimat CK, contra vim tertiam aequalem Cc, & contraria directione agentem.

COR. 3. Eundem igitur effectum praestant vires binae, aut plures, quae ad binas facile reducuntur, sive seorsim quaelibet in A, & B, sive collectim sumtae, in centro aequilibrîi applicatae ponantur.

SCHOLION. Cum posita aequalitate massarum A & B, Centrum aequilibrîi in medio sit, (64.) facile patet, si A transferatur in a, & B in b ita, ut sit $Aa = Bb$ virium efficaciam eandem respectu puncti C fore, eadem igitur quoque erit, si in ipso C collectae concipiantur.

COR. 4. Illud quoque patet, ut centrum aequilibrîi inter massas binas reperiatur, rectam, massas eas iungentem, in harum massarum ratione reciproca secandam esse.

COR. 5. Si plures sint massae, quaeratur primo centrum aequilibrîi binarum, tum iis, unius instar spectatis, inque hoc centro applicatis, (COR. 3.) quaeratur centrum aequilibrîi has inter & tertiam quamvis, & ita porro.

65. Quando vires a gravitate proveniunt, centrum aequilibrîi erit simul centrum gravitatis. *Quid centrum gravitatis?*

COR. 1. Quae igitur de centro aequilibrîi hactenus dicta fuere, centro quoque gravitatis applicari possunt.

COR. 2. Est igitur centrum gravitatis illud massae cuiusvis punctum, ex quo si suspendatur, nullum habet motum, partibus omni ex parte se sustentantibus.

COR. 3. Impedito igitur motu centri gravitatis, corpus totum quiescit.

COR. 4. Corpus igitur recte consideratur, velut omnis eius gravitas in puncto unico, centro gravitatis videlicet, collecta foret.

COR. 5. Dumque movetur, linea recta, quam centrum gravitatis describit, praecipue attenditur, & pro spatio a corpore illo confecto habetur.

COR. 6. Et quoniam gravia ad terram accedentia in lineis rectis ad eius superficiem perpendicularibus feruntur, patet, hanc lineam a centro gravitatis corporum gravium describi, quae propterea *linea directionis* dicitur. *Quid linea directionis?*

COR. 7. Corpus suspensum non quiescet, nisi centrum gravitatis, & punctum suspensionis sint in eadem linea recta ad horizontem perpendiculari.

COR. 8. Corpus igitur e puncto quovis libere in aëre suspensum, tamdiu circa punctum illud convertetur, donec punctum istud, suspensionis videlicet, sit in linea directionis. Punctum enim suspensionis considerari potest tanquam potentia quaedam ibidem applicata, & effectum gravitatis elidens. Directio igitur potentiae huius debet directe opponi directioni ponderis, atque adeo sita esse in recta ad superficiem terrae perpendiculari.

SCHOLION. Hinc methodus eruitur practice determinandi centrum gravitatis massae cuiusvis. Suspendatur ea e puncto quovis, & notetur in superficie huius corporis perpendicularis per hoc punctum transiens: tum alio rursus ex puncto corpus idem suspendatur, rursusque notetur perpendicularis per hoc alterum suspensionis punctum ducta. Communis harum linearum intersectio determinabit centrum gravitatis.

COR. 9. Quod si ergo centrum gravitatis corporis cuiusdam cadat intra basim eiusdem, sive quacunque ratione sustentetur, corpus extra periculum lapsus constitutum erit. Quod si vero linea directionis extra basim cadat, corpus ruet in eam partem, in quam dicta linea tendit.

* Fig. 17

COR. 10. Hinc intelligitur, cubum S^* per planum inclinatum descensurum, quin circa seipsum convertatur, cum linea directionis CV a plano sustentetur. Verum sphaera aut cylinder REG , item polygonum $TLMN$, dum per planum inclinatum descendit, simul motu rotationis agetur, cum & in sphaera linea directionis CG , & in polygono CQ extra basim corporis a plano sustentatam cadant.

SCHOLION I. Plurima notantur in omni vitae humanae usu, quorum explicatio sine illis, quae de gravitatis centro tradidimus, dari nequit. Hinc certe est, quod funambuli non admodum crasso funi tam dextre insistant. Hinc habetur, quod dum utrique pedi insistimus, sat firmi consistamus; cum eo in casu linea directionis intra basim sat amplam, quam pedum binorum distantia metitur, cadat. Elevato pede dextro pedi sinistro firmi haud insistimus, nisi latus sinistrum eousque incurvetur, ut centrum gravitatis intra basim pedis sinistri cadat. Hinc masculi e ligno, aut ebore efformati, cuspidi aciculae, vel filo admodum

tenui facile insistant, modo centrum gravitatis, quod in pede, vel brachio alterutro collocatur, ab exiguis illis fulcris sustentetur. Hinc aedificia, turres item quantumvis inclinatae haud collabuntur, quod centrum gravitatis intra earundem basim cadat.

SCHOLIUM 2. Qua ratione centrum gravitatis in omni figurarum genere, quas tanquam vires quasdam mechanici considerant, inveniatur, ubertim in mechanica docetur.

66. Si massae duae A, & B*, quarum com-^{* Fig. 18}munegravitatis centrum sit C, supponantur agere in planum aliquod positione datum LI, exprimantque Bb, & Aa, ad LI normales, distantias harum massarum a plano dato, Cc vero distantiam centri gravitatis communis ab eodem plano, quae distantiae simul sint, ut earundem massarum celeritates: erit $A \cdot Aa + B \cdot Bb = A + B \cdot Cc$, id est, massae hae in planum datum eadem vi agent, seu singulae in locis A, & B, seu ambae in communi centro gravitatis simul applicatae intelligantur.

Ducta enim per punctum C linea NM ad LI parallela, linea item bB producta in N, erit ob triangula NCB, ACM similia BN: $AM = CB : AC = A : B$ (63) ac proinde $A \cdot AM = B \cdot BN$. Est vero (ob $Aa = Cc + AM$, & $Bb = Cc - NB$) $A \cdot Aa + B \cdot Bb = A \cdot Cc + A \cdot AM + B \cdot Cc - B \cdot BN$; igitur $A \cdot Aa + B \cdot Bb = A \cdot Cc + B \cdot Cc = A + B \cdot Cc$.

COR. I. Quod si massae non ex eadem parte iaceant respectu plani, in quod agunt, facta ex una parte positiva, ex altera negativa sumenda erunt, ac proinde^{* Fig. 19} si massae A, & B, quarum commune gravitatis centrum sit C, agant in planum LI, erit $A \cdot Aa - B \cdot Bb = A + B \cdot Cc$.

Hoc enim in casu erit $A \cdot Aa - B \cdot Bb = A \cdot Cc \mp A \cdot AM - B \cdot BN \mp B \cdot Cc = A \mp B \cdot Cc$.

COR. 2. Quod si ex utraque parte plani LI plures sint massae, & sit summa factorum, quae oriuntur ex massis in suas a linea IL distantias ductis, aequalis summae factorum, quae obtinentur ducendo massas ex altera parte positas in suas ab eodem plano LI distantias, manifestum est, lineam Cc evanescere, ac proinde centrum gravitatis in ipsum planum LI incidere.

67. In omni corpore datur aliquod centrum gravitatis, idque unicum.

* Prima pars difficultate caret. Corpus enim quodlibet in numerum determinatum molecularum aequalium cogitatione resolvi potest, cumque ostensum sit (64) centrum gravitatis massarum duarum aequalium esse in medio lineae rectae eas massas nectentis, in hoc ipso binae illae massae substitui, & cum tertia quavis combinari possunt: sicque progrediendo deveniri tandem debet ad commune centrum gravitatis massarum omnium, id est, totius corporis dati.

* Fig. 20

Esse porro unicum sic ostenditur: sint massae binae A, & B,* quarum commune gravitatis centrum sit C, quod si praeter C aliud foret possibile, sit illud G. Ducatur planum quodvis FK, quod a punctis C, & G inaequaliter distet, ita ut sit $Cc > Gg$: erit (66) $A \cdot Aa \mp B \cdot Bb = A \mp B \cdot Cc$; quod si ergo etiam G sit commune centrum gravitatis, erit quoque $A \cdot Aa \mp B \cdot Bb = A \mp B \cdot Gg$, ac proinde erit $Gg = Cc$, quod est absurdum.

68. Si massae quotvis moveantur directionibus, & velocitatibus quibuscunque motu aequa-

aequabili, centrum gravitatis commune ipsarum vel quiescet, vel movebitur aequabiliter via recta.

Sint massae binae A, & B, * quarum com- * *Fig. 21*
mune centrum gravitatis sit in C. Cum in massis his quantitates motus aequales sint, erunt eae in ratione celeritatum reciproca: sive celeritas massae A, ad celeritatem massae B, = $AC:BC=4:2$; quod si ergo celeritatibus his accedant ad C motu aequabili, spatia eodem tempore confecta erunt ut celeritates, atque adeo dum massa A percurrit pedes duos, massa B unum perficiet, eritque existente A in a, & B in b idem centrum gravitatis C, quod proinde in eodem semper loco persistat, sive quiescit.

Eadem est demonstratio, si massae A, & B motu aequabili a centro gravitatis C recedant.

Sint rursus massae duae A, & B *, qua- * *Fig. 22*
rum commune gravitatis centrum sit C, erit (66) $A \cdot Aa \div B \cdot Bb = A \div B \cdot Cc$. Progrediatur A in D, & B in E, sitque tunc earum gravitatis centrum commune G: erit de novo $A \cdot Dd \div B \cdot Ee = A \div B \cdot Gg$. Quod si subtrahatur a priore, relinquetur $A \cdot AM \div B \cdot BN = A \div B \cdot CK$. Quod si ex punctis E, G, D demittantur EN, GK, DM ad LI parallelae, atque ad Bb, Cc, Aa normales, eadem methodo ostendetur, esse $A \cdot DM \div B \cdot EN = A \div B \cdot GK$. Cum ergo massae A, & B ponantur moveri motu ae-

C 6

qua-

quabili, AM , & BN aequabiliter, seu in ratione temporum crescent; eadem ergo ratione crescet CK , quae est ut via puncti C (centri gravitatis communis) quod proinde pariter aequabiliter movebitur. Cumque etiam DM , & EN pariter aequabiliter crescant, idem de GK affirmari poterit; erit ergo CK ad KG in ratione constante, quam dicit $A . AM \div B . BN$ ad $A . DM \div B . EN$; ac proinde universim si massae quotvis motu aequabili in linea recta progrediantur, earum commune centrum gravitatis pariter in linea recta aequabiliter movebitur.

COR. I. Si spatia AM , & BN spectentur tanquam latera homologa duorum polygonorum symmetricorum, concentricorum & similium, patet, etiam CK fore latus homologum alterius polygoni symmetrici, concentrici, & similis; id quod etiam ad curvas extendi potest. Unde licebit hunc in modum cum La Caille concludere: si corpora quocunque describant singula eodem tempore curvas symmetricas, concentricas, & similes, ita, ut vel simul discedant e punctis, vel lateribus homologis, vel simul moveri incipiant e punctis aut lateribus parallelis oppositis, & correspondentibus, centrum gravitatis systematis horum corporum, vel etiam systematis e quocunque corporibus constantis, vel quiescet, vel describet eodem tempore curvam concentricam, symmetricam, ac similem.

COR. 2. Illud quoque ex praemissis non difficulter intelligetur, summam motuum ad certam directionem redactam eandem esse, ac si omnium corporum massa via centri gravitatis moveretur.

SCHOLIUM. Proprietas haec centri gravitatis usum magnum habet in Astronomia physica, ut & alia quaedam, quam articulo proximo exponemus.

ARTICVLVS II.

De conflictu corporum.

69. **D**um corpus unum in alterum seu quiescens, seu in motu constitutum eadem, vel opposita directione impingit, corpora ea *confligere* dicuntur. *Quid conflictus corporum?*

70. Conflictus, seu potius ictus dicitur *directus*, quando linea directionis per centra corporum transit. *Quid ictus directus?*

SCHOLIUM, De hoc solo in praesenti articulo nobis sermo erit.

71. Actioni aequalis semper, & contraria est reactio.

Est haec lex tertia generalis motus, quae quoniam praesenti materiae plurimum lucis affundere apta est, eam exemplis pluribus illustrabimus.

Si quis manu percutiat parietem, vel quodvis aliud corpus, dolorem sentiet ex reactione eiusdem tanto maiorem, quo maiore vi in corpus illud impegerit. Si equus lapidem funi alligatum trahat, retrahetur pariter in lapidem: funis enim aequaliter utrinque distenditur, fissusque tam versus equum, quam versus lapidem resilit. Idem quoque notatur in attractionibus magneticis: imponantur enim magnes B, & ferrum A * suberi, & aquae libere innatent; quod si manu retineatur magnes, ferrum videbis ad magnetem accedere: ferro pariter retento, magnes ad ferrum accedet. Si utrumque corpus aquae libere innatet, acce-

* Fig. 23

cedent ad se quantitativis motuum aequalibus, seu celeritatibus massae reciprocis, ut adeo si massa magnetis sit ad massam ferri $= 2 : 1$, magnete percurrente lineam BC unius pollicis, ferrum lineam AC duorum pollicum sit percursurum. Si quis insistens cymbae A * fune, aut conto ad se pertrahat cymbam B, cymba quoque A versus B promovebitur, & siquidem cymbae aequales fuerint, in puncto medio C convenient, sin vero inaequales, spatia a cymbis his confecta in massarum ratione reciproca erunt. Quod si quis conto in litore defixo, litus veluti ad se attrahere nitatur, ipse cum cymba, cui insistit, ad litus accedet; progressus enim litoris, quod cum reliqua massa terrae firmiter cohaeret, ad sensum nullus erit. Pariter si quis conto litus veluti propellat, cymba a litore removebitur. Dum navigium remorum ope promovetur, id non alteri causae, quam reactioni aquae tribuendum est; aqua enim, remis percussa, dum in remos reagit, navim simul, cum qua remi nectuntur, propellit. Hinc natatio piscium, avium item volatus, & complura alia, quae in hoc universo notantur phaenomena, explicatum habent.

SCHOLION. Quam universaliter haec lex per universam naturam pertineat, Maclaurin in praeclaro opere, in quo Newtoni inventa exponit, ita ostendit: „si terrae „portio, velut mons aliquis premeret in terram, & terrae „non eadem vi reageret in montem, hic necessario „terrae resistentiam vinceret sua pressione, & terram motu accelerato in infinitum moveret. Idem de lapide, „de quavis terrae particula eodem iure dicendum est, ac „de monte maximo. - - - Aequalitas actionis & reactionis ita generatim locum habet, ut quodocunque mo-

„tus

„tus novus per potentiam quandam, aut quodvis agens
 „in natura editur, semper eius reactione vel aequalis,
 „motus, & oppositus efficiatur, vel directione eadem
 „motus aequalis destruatur. Si ope machinae cuiusdam
 „corpus aliquod iaciatur in altum, ipsa machina aequali
 „vi in terram, & aerem agit.

„Haec lex si abesset, status centri gravitatis terrae
 „omni actione, vel impulsu cuiusvis potentiae in hunc
 „globum agentis, turbaretur: & ob hanc legem fit, ut status
 „centri gravitatis telluris, rerumque ordo conservetur;
 „nil officientibus motibus, qui seu prope terrae superfi-
 „ciem, seu in ipsa superficie, seu in terrae visceribus
 „oriuntur. Eadem lex facit, ut status systematum pecu-
 „liarium quorumvis planetarum, & quies systematis uni-
 „versi perseveret, quin actionibus quarumcunque virium
 „mutatio induci possit. Unde consequitur, etiam in po-
 „tentiis attractivis, & repulsivis, cuiuscunque naturae
 „sint, & quascunque causas habeant, quae in natura
 „dantur, actionem, & reactionem semper aequales esse. ---
 „Observant quoque hanc legem agentia libera, & intel-
 „ligentia: licet enim principium motus in his supra me-
 „chanismum sit, attamen instrumenta, quibus in suis actio-
 „nibus uti debent, ita illi subsunt, ut nonnisi ex eius
 „praescripto executio habeatur. Dum quis lapidem in
 „altum proicit, simul aequalem vim in terram exerit;
 „hinc centrum gravitatis terrae, & lapidis nihil penitus
 „mutationis subit.

COR. I. Quod si ergo corpus in alterum quiescens im-
 pingat, quidquid motus in quiescente producitur, tan-
 tundem in incurrente per quiescentis reactionem destrui-
 tur. Ut si corpus A* 12 gradibus motus impingens in * Fig. 25
 corpus B quiescens, 5 gradus motus eidem communicet,
 per reactionem eiusdem corporis B 5 gradus motus in cor-
 pore A destruentur, idemque eveniet, quod fieret, si
 corpus B versus C vis quaelibet impelleret producendo
 in eodem 5 gradus motus, aliaque huic aequalis corpus
 A versus H urgeret.

COR. 2. Quod si corpus B non quiescat, sed movea-
 tur versus C, corpus vero A celerius motum in illud im-
 pingat, tantundem motus deperdit corpus A, quantum
 corpus B lucratur; ut, si quantitas motus corporis B sit
 aequalis 6, corporis vero A aequalis 12, si post confli-
 ctum corpori B tres gradus motus accedant, totidem per
 eius reactionem in corpore B destruentur.

COR. 3. Si igitur corpus unum in alterum five quiescens, five tardius motum impingat, summa motuum in utroque corpore versus eandem partem eadem manebit post impactum, quae fuit ante eundem.

COR. 4. Si corpora A, & B directionibus contrariis ferantur, corpus nempe A versus C, B vero versus H, ob eandem actionis & reactionis aequalitatem quaecunque mutatio motus in corpore B, eadem in corpore A notabitur. Ut si ante ictum quantitates motus in utroque sint aequales, graduum videlicet 12, communicet vero corpus A corpori B gradus hos omnes directione BC, reactione eiusdem in corpore A totidem gradus motus directione AH producentur: idem ergo eveniet, quod fieret, si corpus B versus C, corpus vero A versus H gradibus motus 12 urgeretur, id est, extincto motu, quo ante conflictum ferebantur, corpora ambo quiescent. Vel si corpus B ante impactum moveatur gradibus motus 4, corpus vero A 10, corpusque A gradus 6 corpori B directione BC communicet, illud extinctis 4 gradibus, quibus versus H ferebatur, versus C gradibus motus duobus progredietur, deletisque eius reactione in corpore A gradibus totidem, illud 4 gradibus motus versus C progredi perget.

COR. 5. Si ergo duo corpora ad partes contrarias mota, sibi mutuo occurrant, summa motuum ad eandem partem, seu differentia motuum ad partes contrarias factorum, ante, & post conflictum eadem erit.

SCHOLIUM. Corollarium hoc, uti & tertium his verbis enunciat Newtonus: quantitas motus, quae colligitur capiendo summam motuum factorum ad eandem partem, & differentiam factorum ad contrarias partes, non mutatur ab actione corporum inter se.

72. Si corpora in se invicem impingant, vel utcunque in se agant, illorum gravitatis centri status vel quiescendi, vel movendi uniformiter in directum exinde non mutatur.

Si enim corpora quavis demum ratione in se agant, summae motuum versus eandem partem ante, & post actionem illam (Corol. praec.) eadem erit, cumque summa motuum eadem quo-

quoque sit (68. Corol.) quae foret, si omnia simul via, ac proinde celeritate centri gravitatis ferrentur, haec quoque centri gravitatis via, siue celeritas, aut status quiescendi, vel movendi uniformiter in directum ante, & post actionem istam eadem erit.

SCHOLIUM. Haec porro altera est centri gravitatis proprietas, quam supra (68. schol.) innuimus.

73. Corpus perfecte *durum* est, cuius partes ictui nulli cedunt, nullaue vi comprimi se- Quid cor-
pus du-
rum?
se sinunt.

74. Corpus *molle* est, quod impressioni cui- Quid mol-
le?
libet cedit, partes vero eius compressae ad pristinum sese situm haud restitunt.

75. Corpus *elasticum* est, cuius partes com- Quid elasti-
cum?
primi sese sinunt, compressae vero eadem vi (siquidem perfecte elasticum fuerit) qua compressae fuere, sese restitunt.

SCHOLIUM I. Quantum a posteriore colligere licet, nullum habemus corpus siue perfecte durum, siue molle, siue elasticum: regulae tamen traduntur pro eorum collisione, quae utilitate sua non carent.

SCHOLIUM 2. Corpora mollia, & dura sub nomine non elasticorum comprehendimus, regulasque conflictus utrisque communes tradimus.

76. Si duo corpora non elastica, quae eadem directione, siue in eandem plagam moventur, confligant, post ictum ambo eadem directione moveri pergent quantitate motus eadem, qua ante ictum ferebantur.

Moveantur globi A, & B * versus C, per- * Fig. 26
acto conflictu versus C progredientur quantita-

D

te

te motus decem graduum, eadem, quae fuit ante ictum.

Cum in corporibus non elasticis nulla adsit vis, quae ea, ubi semel concurrerint, rursus separet, ea post conflictum ita manebunt contigua, velut unum, idemque corpus constituerent; cumque directio in hoc casu sit conspirans, post ictum eadem erit directio, quae fuit ante ictum; progredientur ergo post ictum versus punctum C, versus quod ante impactum lata fuerant.

Quantitates motus etiam post ictum eadem fore, patet ex actionis, & reactionis aequalitate superius (71. Corol. 3.) exposita.

COR. 1. Si globus A in globum B quiescentem impingat, eodem modo ostenditur, peracto conflictu ambos versus C ita progressuros, ut quantitas motus eadem sit, quae fuit ante impactum.

SCHOLION. Quoniam experientia constat, ad massam maiorem loco movendam, maiorem quoque conatum, seu vim requiri; illud non difficulter intelligetur, posita vi eadem, celeritatem fore tanto minorem, quo maior est massa loco movenda. Patet igitur corpus incurrens quiescenti, vel tardius praecedenti tanto plus celeritatis communicaturum, quo maior eiusdem massa fuerit.

COR. 2. Quod si ergo globus incurrat in massam quiescentem admodum magnam, celeritas, quam ei communicabit, in ea motum sensibilem haud producet, quamvis in rigore geometrico loquendo certum sit, si corpusculum minimum in massam quamvis ingentem incurrat, in massa ea motum aliquem productum iri.

* Fig. 27 COR. 3. Globus C * impingens in obstaculum, cuius massa A B ingens admodum est, vel in obstaculum immobile, quod massae eiusmodi aequivalet, directione perpendiculari CA, post ictum quiescet; quippe ob excessum massae obstaculi A B celeritas omnis globi C obstaculo huic communicata, perque eius actionem elisa est.

COR. 4. Quod si idem hic globus in idem obstaculum directione obliqua CD incurrat, post impactum lineam $DB = AD = CE$ percurrere poterit. Motus enim per CD resolvi potest (42. Corol.) in binos CA, & CE, quorum prior CA (præc.) reactione obstaculi destruitur, alter CE ad AB parallelus, eique proinde non oppositus, etiam post impactum remanebit, quo utique per lineam $DB = AD = CE$ ferri poterit.

77. Si corpus non elasticum impingat in aliud non elasticum, & quiescens, celeritas communis post impactum erit aequalis quantitati motus corporis incurrentis divisæ per summam massarum.

Cum enim in hoc casu post conflictum corpora ambo moveantur quantitate motus eadem, quæ fuit ante ictum (76. Corol. 1.) si massa incurrentis dicatur M, quiescentis vero m, celeritas incurrentis ante impactum C, erit MC quantitas motus ante, & post ictum. Habeatur vero universim celeritas, si quantitas motus dividatur per massam: (34.) dividendo ergo MC per summam massarum, cum ambo post impactum moveantur, erit $\frac{MC}{M+m}$ celeritas communis post impactum.

COR. 1. Resolvendo hanc formulam in analogiam, habetur $M + m : M = C : \frac{MC}{M+m}$ id est: summa massarum est ad massam incurrentis, sicut celeritas incurrentis ante ictum ad celeritatem communem post ictum.

COR. 2. Si $M = m$ erit $\frac{MC}{M+m} = \frac{MC}{2M} = \frac{C}{2}$.

78. Si corpus non elasticum impingat in aliud itidem non elasticum, & lentius præcedens, erit celeritas communis post ictum æ-

qualis summae quantitatum motus divisae per
 summam massarum, $= \frac{MC \div mc}{M \div m}$

Cum enim in hoc quoque casu quantitates
 motus post ictum eadem sint, quae fuerunt ante
 ictum, easdem dividendo per summam massarum,
 invenietur celeritas communis $= \frac{MC \div mc}{M \div m}$

79. Si duo corpora non elastica confligant
 directionibus oppositis, post conflictum progre-
 dientur secundum directionem fortioris quanti-
 tate motus aequali differentiae quantitatum
 motus, quibus ante impactum ferebantur.

* Fig. 28

Moveatur globus A*, cuius massa = 1, ce-
 leritas vero = 12, orientem versus, globus
 vero B eiusdem massae celeritate = 8 occa-
 sum versus progrediatur, peracto conflictu
 orientem versus progredientur quantitate mo-
 tus = 4.

Cum enim in hoc casu (71. Corol. 4.)
 aequalis mutatio utrique globo eveniat, aequa-
 lis quantitas motus in utroque globo destrue-
 tur, solumque remanebit excessus fortioris,
 cuius proinde directione ambo ferentur; &
 quoniam (71. Corol. 5.) differentia motuum ad
 partes contrarias factorum ante, & post ictum
 eadem est, illud quoque patet, quantitatem
 motus post ictum aequalem fore differentiae
 quantitatum motus ante ictum.

COR. Si quantitates motus ante ictum aequales fue-
 rint, globi ambo post ictum quiescent.

80. In hoc casu celeritas communis post ictum est aequalis differentiae quantitatum motus ante ictum divisae per summam massarum =

$$\frac{MC - mc}{M + m}$$

Est enim in hoc casu quantitas motus post ictum $MC - mc$. Hanc igitur dividendo per summam massarum, habebitur celeritas commu-

$$nis = \frac{MC - mc}{M + m}$$

81. In conflictu corporum perfecte elasticorum corpus utrumvis acquirit, vel perdit duplam quantitatem motus illius, quam acquisivisset, vel deperdidisset, si corpus utrumque fuisset perfecte durum.

In conflictu enim corporum elasticorum, ait Maclaurin, duplex veluti temporis periodus consideranda est, altera, qua durante partes corporum cedunt; altera, qua rursus a se recedentes pristinum situm recuperant. Huius agendi modi corporum elasticorum speciem praebent elateres KL * inter corpora dura A, * *Fig. 29* & B interpositi: si corpus A versus B motum elateres comprimat, atque horum interventu agat in B, elateres magis semper comprimuntur, donec utrumque corpus habeat eandem velocitatem in directione eadem, & tunc nulla vi amplius elateres comprimente, hi rursus incipient se extendere, & quidem iisdem gradibus, quibus compressi fuerant, sed permutato ordine, id quod alteram actionis a vi elastica pendentis periodum exhibet. Quod ergo attinet primam periodum, res eodem mo-

do se habet, ut in corporibus non elasticis : quod vero ad alteram actionum seriem spectat, cum restitutio partium corporis B * usque ad de compressarum fiat directione *fg* opposita directioni corporis incurrentis A, patet, per restitutionem hanc in corpore A tantundem motus destrui, quantum illud per directum incursum amiserat; & cum restitutio partium corporis A in *ac* compressarum fiat directione *gf*, conspirante cum directione actionis impactus directi, illud quoque manifestum est, per eam tantundem motus produci in corpore B, quantum actione directa productum fuit.

COR. 1. Illud quoque patet, restitutione partium corporis B corpori A tantundem motus directione *fg* imprimi, quantum a corpore incurrente A corpori B directione *gf* impressum fuit: corpori vero B communicari duplam quantitatem motus directione *gf*.

COR. 2. Si massae A, & B aequales sint, & A incurrat in B quiescens, post impactum A quiescet, B vero progredietur celeritate, quam habuit A ante ictum. Sit celeritas globi $A = 6$, quod si corpora fuissent non elastica, post ictum celeritate communi $= 3$ (77. Corol. 2.) progressa fuissent; cum vero elastica sint, globo A tres gradus celeritatis directione *fg* imprimuntur; tres igitur gradus, quibus directione *gf* progressus fuisset, destruentur; is igitur quiescet. In globo vero B tres itidem gradus directione *gf* producentur: progredietur ille igitur directione *gf* celeritate sex graduum, quae fuit celeritas incurrentis A ante conflictum.

Fig. 31 COR. 3. Sint globi elastici aequales 6, quorum centra sint in eadem linea recta: * in horum primum B incurrat globus aequalis A celeritate decem graduum; reliquis quiescentibus sextus G eadem celeritate decem graduum progredietur. Erunt enim singuli priorum respectu proxime sequentium corpus incurrens, quod in hoc casu (Corol. praec.) quiescit.

COR. 4. Si corpora duo elastica directionibus contrariis, & quantitibus motuum aequalibus configant, post ictum eadem vi a se recedent, qua ante ictum accesserant. Quod.

Quod si quidem ea corpora fuissent dura, post ictum quievisset (79. Corol. 1.); sunt vero elastica, & ambo pro corporibus impingentibus recte habentur: tantundem igitur virium, quibus redeant directione opposita illi, qua acceperant, nanciscantur oportet, quantum per ipsum conflictum amiserunt.

COR. 5. Si corpus elasticum incurrat perpendiculariter in planum itidem elasticum, & immobile, eadem celeritate resiliet, qua inciderat. Quod si quidem corpus impingens, ipsumque planum corpora dura fuissent, corpus impingens post ictum (76. Corol. 3.) quievisset; cum vero elasticum sit, tantundem celeritatis in partem oppositam nanciscetur, quantum perdidisset in casu priore.

COR. 6. Si globus elasticus P^* in planum immobile, & elasticum AB directione obliqua CF incurrat, redibit directione FD , ita, ut angulus reflexionis DFB , & incidentiae CFA sint futuri aequales. Cum enim motus per CF in duos $CA = EF$, & CE recte resolvatur, globus in F constitutus considerari potest, velut duplici vi FE (Corol. praec.) & $FB = AF = CE$, quae per impactum destructa haud fuit, impelleretur: his porro impulsus lineam FD (42) describat, necesse est. Cum vero ex constructione figurae anguli ad A , & B recti sint, item $CA = DB$, & $AF = BF$, erit etiam $DFB = CFA$. * Fig. 32

COR. 7. Si corpus elasticum A^* , cuius massa sit quatuor librarum, & celeritas sex graduum, impingat in corpus B duarum librarum quiescens, post ictum progredientur directione incurrentis; celeritas quiescentis erit $= 8$, incurrentis vero $= 2$. Quod si corpora haec fuissent perfecte dura, celeritas globi B post impactum fuisset $\frac{MC}{M+m}$ (77) Cum vero elastica sint, per restitutionem globi incurrentis, quae fit directione ictus directi, tantundem celeritatis globo B , cuius massa immutata manet, imprimitur: ea igitur erit $\frac{2 MC}{M+m} = \frac{48}{6} = 8$, quae globus B ortum versus progredietur. Celeritas vero globi A fuisset in hypothese si perfecte durorum $\frac{MC}{M+m} = \frac{24}{6} = 4$: globus ergo per impactum binos celeritatis gradus amisisset; at vero A per restitutionem partium globi B , quae fit occasum versus, globo A rursus duo gradus celeritatis eadem directione imprimuntur: remanent ergo bini itidem gradus, quibus * Fig. 33

ortum versus, id est, ea directione, qua incurrerat, progredi possit.

* Fig. 34

COR. 8. Si globus elasticus A *, cuius massa = 2, celeritas = 6, impingat in globum B quiescentem, cuius massa = 4, globus A post impactum resiliet celeritate duorum graduum; B vero ortum versus progredietur celeritate quatuor graduum. In conflictu enim durorum celeritas globi B post impactum fuisset $\frac{MC}{M+m}$, quae modo erit $\frac{2 MC}{M+m} = \frac{24}{6} = 4$; globus vero A in hypothese priore post impactum progredieretur ortum versus celeritate $\frac{MC}{M+m} = \frac{12}{6} = 2$: per conflictum igitur directum quatuor gradus celeritatis amisit; igitur per restitutionem corporis B quatuor gradus celeritatis occasum versus imprimuntur: cumque bini gradus celeritatis, quibus ortum versus ferretur eidem supersint, binis iam occasum versus movebitur.

* Fig. 35

COR. 9. Si globi elastici A, & B * aequalis massae ortum versus progrediantur, sitque celeritas praecedentis B = 2, insequentis = 6, post ictum ambo eadem directione, sed permutatis celeritatibus progredientur. Si enim globus praecedens B perfecte durus esset, celeritas eiusdem post impactum foret $\frac{MC+mc}{M+m}$ (78) = $\frac{12+4}{4} = 4$,

igitur post ictum quatuor celeritatis gradibus ortum versus progressus fuisset, cumque ante impactum duos iam celeritatis gradus habuerit, duos praecise per impactum lucratus est: igitur in hypothese elasticorum quatuor gradibus celeritas eius augebitur, quibus si addas binos illos, quibus ante conflictum gaudebat, patet, eundem sex celeritatis gradibus ortum versus progressurum. Globi porro incidentis A celeritas in hypothese perfecte durorum itidem fuisset $\frac{MC+mc}{M+m} = \frac{12+4}{4} = 4$, qua is ipse ortum

versus progressus fuisset; binos igitur celeritatis gradus per impactum globus ille amisit, cumque binos alios amittat in hypothese elasticorum, bini eidem celeritatis gradus supererunt, quibus ortum versus progredietur.

COR. 10. Si duo globi elastici aequalis massae celeritatibus inaequalibus, & directionibus oppositis confligant, permutatis celeritatibus resiliunt. Si enim corpora

pora forent perfecte dura, post impactum progredierentur directione incurrentis A * ortum versus celeritate = * Fig. 36

$$\frac{MC - Mc}{M + M} = \frac{12 - 4}{4} = \frac{8}{4} = 2: \text{globus A igitur in hac}$$

hypothesi quatuor celeritatis gradus amisisset, binisque residuis ortum versus progredieretur; at vero per restitutionem partium globi B eidem rursus quatuor celeritatis gradus occasum versus imprimuntur; perget igitur hac ipsa directione celeritate duorum graduum, quae est aequalis celeritati globi B ante impactum. Globus item B consideratus instar massae, in quam impingat globus A, in hypothese perfecte durorum ortum versus progressus

$$\text{fuiſſet celeritate eadem } \frac{MC - Mc}{M + M} = \frac{12 - 4}{4} = 2; \text{ igitur}$$

in hypothese praesenti eadem directione feretur celeritate = 4. Cum vero conflictus opposita directione fiat, globus B etiam ut corpus impingens considerari debet, quo respectu gradus illos binos celeritatis, quibus ante conflictum versus occasum ferebatur, opposita directione recuperabit; quos si addas prioribus illis quatuor, pateſcet, globum B ortum versus sex celeritatis gradibus progressurum.

SCHOLION. Casus alii particulares applicatione principiorum supra expositorum nullo negotio solventur. Licet porro hos, aliosque similes casus ad formulas algebraicas simpliciores reducere licuiſſet, ut tamen tironibus in aliqua materia casuum particularium explicatio uberior suppeditaretur, hanc tenere methodum in materia ista placuit.

ARTICVLVS III.

De Motu per machinas simplices.

82. *M*achina vocatur omne illud instrumentum, cuius ope motus produci potest vel lucro virium, vel lucro temporis. Quid machina?

SCHOLION. Qui per machinas simplices motum efficiunt, lucrum virium fere prae oculis habent.

83. Ut universim intelligatur, qua ratione per machinas vires potentiae augeantur, non- Unde augmentum virium in machinis?

tandum est, quantitatem motus (62) haberi universim per factum ex massa in celeritatem initialem. Ut igitur quantitas motus, seu vis potentiae cuiusvis augeatur, vel massa, vel celeritas crescat, necesse est. Massa porro, cuius nomine quaelibet vis absoluta venit, crescere, vel augeri nequit; celeritas igitur potentiae quavis demum ratione augeatur, oportet. Cum vero spatia motu aequabili (qualis haberi potest motus quilibet intra exiguum tempus consideratus (39)) confecta, sint ut celeritates, crescentibus spatiis celeritas quoque augebitur. Quare incrementum virium, quod machinae praestant, ex eo unice provenit, quod potentia ita coniungatur ponderi, seu resistentiae, ut eodem tempore potentia spatium maius describat, quam pondus, seu resistentia.

84. Quoniam vero in machinis primo loco quaeritur potentia, quae resistentiae sit aequalis, seu cum ea in aequilibrio constitutatur, patet, ita machinae applicandam esse potentiam, ut ea se habeat ad resistentiam in ratione spatiorum reciproca, seu ut sit $P : R :: s : S$. Hoc enim posito erit $PS = Rs$, vel cum sit $S = C$, erit $PC = Rc$, id est, habebitur inter potentiam, & resistentiam aequilibrium (60). Est igitur principium fundamentale mechanicae: exigua potentia sustinebit ingens corpus ope machinae, si ita fuerint applicata, ut moveri non possint, nisi initialis celeritas potentiae sit ad initialem celeritatem ponderis, seu resistentiae, ut est reciproce resistentia ad vim potentiae.

COR. 1. Quod si ergo potentia vel tantillum augeatur, superabit resistantiam, motumque producet.

COR. 2. Quoniam in omni machina debet esse $P : R = S : S$, datis tribus quibusvis horum terminorum, quartus per regulas algebræ invenietur.

85. Incrementum virium, quod per machinas obtinetur, cum temporis, & spatii decremento semper coniunctum est. Cum enim celeritas potentiae eatenus augeatur, quatenus maius ab eadem spatium eodem tempore describitur, patet, tanto longiore tempore & spatio percurrendo opus esse, quo magis potentiae vires intendendae sunt.

SCHOLIUM 1. Ex hoc vero elucet, incrementum virium, quod per machinas obtinetur, esse perquam limitatum. Omnia enim, quae in machinis occurrunt, spatium, temporeque sat arcto potentiam constringunt, quae tamen minime obistere censenda sunt, quo minus ingentem ex machinis utilitatem hauriamus.

SCHOLIUM 2. Vices potentiae raro agunt pondera suspensa, quippe vel nimis magna requiruntur spatia, per quae descendere possint, vel nimis molestum est, ut ea tam frequenter denno sustollantur, ut rursus descendere possint. His igitur communiter substituuntur potentiae animatae hominum, equorum, &c. Quod homines attinet, referente La Caille, vires eorundem eiusmodi sunt communiter, ut, dum non simul agunt pondere sui corporis machinae insistente, vel incumbente, sed sola continua nervorum contentione, per tres horas continuas 25 librarum vi aequivaleant. Velocitas vero ea est, qua si spatia omnia, quae manuum, pedumve motu intra horae intervallum conficiunt, in directum extenderentur, 12000 pedes emetirentur. Equus vero septem hominum operam praestare notatur, id est, intra trium horarum spatium nisi continuo vim exerere 175 libris parem ea motus velocitate, ut intra horam 12000 pedes percurrat; ut adeo recte aestimari possit, 12000 pedes esse spatium maximum, quod potentia motrix per horam labore non interrupto percurrere possit.

Quid ma-
china sim-
plex?

Quid com-
posita?

86. *Machina simplex* est, quae non constat ex pluribus, quarum singulae seorsim acceptae vires potentiae augere possint. Composita vero dicitur, quae ex pluribus simplicibus certo artificio inter se iunctis coalescit.

87. Machinas simplices sex numeramus: vectem videlicet, trochleam, axem in peritrochio, planum inclinatum, cochleam, & cuneum. Quoniam vero trochlea, & axis in peritrochio ad vectem, cochlea vero, & cuneus ad planum inclinatum reduci possunt, binae statuuntur fundamentales machinae, vectis, & planum inclinatum.

SCHOLIUM. In harum machinarum theoria, praecipue quaeritur aequilibrium inter potentiam P , & resistantiam R , quo habito patet (84. Corol. 1.) potentia tantisper aucta, resistantiam vinci.

Quid ve-
ctis?

88. *Vectis* mathematicè consideratus est linea recta inflexilis, & gravitatis expers. Physice vero si accipiatur, est pertica longa, firma, rigida, in qua tria praecipue puncta consideranda sunt: alterum nempe, cui applicatur potentia, alterum, cui resistantia, postremum denique, cui vectis ipse innititur, quod graece *hypomochlion*, latine fulcrum dicitur. Si fulcrum medium locum teneat, vectis primi generis, seu heterodromus; si medium locum resistantia occupet, is secundi generis, seu homodromus; si denique potentia in medio applicetur, tertii generis dicitur.

Et quo-
tuplex?

89. In vecte potentia erit aequalis resistantiae, si ea fuerit ad resistantiam in ratione reciproca distantiae ab hypomochlio.

Pro

Pro vecte primi generis demonstratio habetur in iis, quae supra (63) de aequilibrio in genere tradidimus.

In vecte secundi generis dum potentia describit arcum Aa^* , pondus, seu resistentia * *Fig. 37* arcum Bb percurrent, qui arcus, cum sint spatia eodem tempore descripta, erunt ut celeritates; & cum arcus hi sint ut radii, quibus describuntur, id est, ut distantiae ab hypomochlio, hae quoque in ratione celeritatum erunt. Si ergo fuerit $P:R = BC:AC$, erit $P:R = c:C$; ac proinde $PC = Rc$, id est, momenta erunt aequalia, potentia proinde resistentiae par.

COR. Quoniam in vecte tertii generis distantia potentiae ab hypomochlio minor est, quam distantia resistentiae, patet huius generis vecte vires potentiae non augeri: cum vero potentia spatium minus Bb decurrat, patet, in hoc vecte iacturam virium cum lucro temporis coniungi. Huius igitur vectis usus erit, quando ob virium sufficientiam motus breviori tempore producendus est.

SCHOLION. Ex theoria vectis ratio reddi potest plurimorum effectuum, quos vulgarium instrumentorum ope producimus. *Forfices* sunt vectis duplex primi generis ADn^* , BDm , circa axiculum D , veluti circa fulcrum * *Fig. 38* mobiles, scinduntque corpus a inter m , & n interceptum: erit porro instrumenti huius efficacia tanto maior, quo longiora brachia AD , BD fuerint, & quo propius corpus scindendum axiculo D admotum fuerit. *Forcipes* item * *Fig. 39* ex duplici vecte heterodromo ABe , Eba componuntur, quorum commune fulcrum est axiculus B : brachia igitur AB , & EB , quibus potentia applicatur, longiora esse debent brachiis Ba , Be , quibus corpus D prehenditur. *Malleus* quoque bifurcus A^* vectis species est, * *Fig. 40* cuius fulcrum est punctum a , cuius ope clavus e tabula BD tanto facilius eruitur, quo longius est mallei manubrium Aa , tum quo clavus e puncto a proximior fuerit. Ad secundi generis vectem referuntur remi, quibus pro-

moven-

moventur navigia, gubernaculum item, seu temo, mali navium, in quibus ventus vela impellens est potentia, navis pondus, ima pars navis, cui malus adhaeret, hypomochlium. Ad vectem denique revocari libram communem, & stateram Romanam manifestum est.

Quid trochlea?

90. Trochlea est orbiculus circa axem volubilis, in cuius extimo limbo alveus excavatus est, cui chorda, vel catena circumponitur. Est ea vel fixa, ut F*, vel mobilis ut G*.

* Fig. 41
* Fig. 42

91. Trochlea fixa potentiae vires haud auget.

* Fig. 41 Est enim trochlea fixa vectis primi generis, cuius hypomochlium est in C*, potentia applicatur in A, resistentia vero in B; cum ergo sit $AC = BC$, potentia resistentiae aequalis esse debet (89)

92. Si potentia ope trochleae mobilis pondus sustentet, est ad resistentiam, ut 1 ad 2.

* Fig. 42

Est enim trochlea mobilis* vectis secundi generis, cuius hypomochlium est in A, distantia ponderis ab eodem CA, potentiae vero BA; cum vero sit $CA : BA = 1 : 2$, debeatque in vecte (89) potentia esse ad resistentiam in ratione reciproca distantiae ab hypomochlio, id est ut CA : BA, erit quoque potentia ad resistentiam in eadem ratione.

Quid polyspastus?

93. Si plures trochleae iungantur, oritur machina composita, quae *Polyspastos* graeca voce dicitur: cuius ope ut potentia resistentiae aequetur, debet ea esse ad resistentiam, ut 1 ad numerum funium, vel ut 1 ad numerum rotularum tam superiorum, quam inferiorum, vel

vel denique ut 1 ad duplum numerum rotularum inferiorum.

Patet enim *, quo tempore resistentia G * *Fig. 43*
 spatium illud, quod distantia rotularum inferiorum, & superiorum metitur, & quod longitudini unius funiculi bc aequale est, percurrit, eodem tempore potentiam A spatium aequale longitudini omnium funium, atque adeo numero funium proportionale percurrere. Cum porro numerus rotularum tam superiorum, quam inferiorum, item duplus numerus rotularum inferiorum, numero funium communiter aequalis sit, patet etiam, cur hic numerus, numero funiculorum substitui possit.

94. *Axis in peritrochio* tum horizontalis * *Quid axis in peritrochio?*
 tum verticalis * est cylinder solidus, circa axem suum mobilis, cui adnectitur circulus, vel rota, vel horum loco scytae, vel radii transversi infiguntur. * *Fig. 44*
 & 45
 * *Fig. 46*

95. Si potentia ope axis in peritrochio pondus sustentat, ea debet esse ad ponderis resistentiam, ut radius cylindri ad radium circuli.

Etenim dum potentia peripheriam circuli conficit, * pondus, seu resistentia, quae funis * *Fig. 44*
 ope cylindro adnectitur, peripheriam cylindri describit: sunt itaque spatia potentiae & resistentiae ut peripheria circuli ad peripheriam cylindri, sive ut radius circuli ad radium cylindri; si igitur in horum radiorum ratione inversa potentia ad resistentiam fuerit, ei aequilibrabitur.

SCHOLIUM. 1. Dum funis crassior est, vel saepius cylindrico circumvolvitur, radio cylindri addi debet radius funis.

SCHOLIUM 2. In praxi axis in peritrochio frequenter iungitur polyspasto uni, vel pluribus.

* Fig. 47

96. Ut potentia ope plani inclinati AC^* sustentet pondus directione plano parallela, debet ea esse ad pondus, ut altitudo plani AB ad eius longitudinem AC .

Dum pondus ex C ad E elevatur, ab horizonte BC intervallo EK removetur: Haec igitur linea spatium ponderis recte exhibet: eodem vero tempore potentia spatium EC conficit; erit ergo potentia ponderi par (84), si fuerit ad illud, ut reciproce EK ad EC , sive ob similitudinem triangulorum EKC , ABC , ut AB ad AC .

COR. 1. Quoniam corpus per planum inclinatum descendens partem gravitatis absolutae deperdit (49), potentia pondus sustentans cum residua solum gravitatis parte, seu cum gravitate comparativa aequilibrari debet. Est autem haec ad absolutam (51) ut AB ad AC .

COR. 2. Quo minor fuerit altitudo plani manente eadem longitudine, vel quo maior longitudo manente eadem altitudine, eo minor vis requiritur ad corpus supra planum inclinatum sustentandum.

97. Si potentia ope plani inclinati tradat pondus horizontaliter, erit ea ponderi par, si fuerit ad illud, ut altitudo plani AB ad eius basim BC .

Hoc enim casu, dum horizontaliter protrusum pondus elevatur spatio AB , potentia percurrit lineam BC : ut igitur ponderi par sit, in harum linearum ratione reciproca esse debet (84.)

98. *Cochlea* est cylinder A, in prominentes ^{Quid cochlea?} aequales, & parallelas helices, seu spiras sulcatus, diciturque is cochlea solida*; huic iungitur cochlea cava B, quae spiras habet excavatas eius magnitudinis, ut helices cochleae solidae intra eas recipi possint. * Fig. 48

99. Ut potentia ope cochleae ponderi aequilibretur, debet ad eam esse, ut distantia duarum helicum ad peripheriam cylindri.

Patet enim, quo tempore pondus, seu resistentia per distantiam duarum helicum sive attollitur, sive deprimitur, eo tempore potentiam, peripheriam cylindri describere. Haec igitur sunt spatia eodem tempore a pondere, & potentia descripta, in quarum ratione reciproca si potentia & pondus fuerint, in aequilibrio erunt (84)

SCHOLION 1. Cochlea recte consideratur ut planum inclinatum convolutum, cuius basis est peripheria cylindri, altitudo vero distantia duarum helicum.

SCHOLION 2. Cochlea vix utimur ad pondera attollenda; altitudo enim, ad quam attolli possent, maior esse altitudine cylindri nequit. Crebrior eiusdem usus est in comprimendis corporibus, uti ex varii generis torcularibus, iis praecipue, quorum ope mustum ex botris vindemiarum tempore exprimitur, elucescit.

SCHOLION 3. In praxi potentia ipsi cylindro haud applicatur, sed per eundem vectis adigitur, cuius extremitati dum potentia admovetur, patet, vires eiusdem ex hoc etiam fonte plurimum augeri.

COR. Quo minor fuerit caeteris paribus distantia duarum helicum, eo amplius vires potentiae ope machinae huius augebuntur.

100. *Cuneus* est duplex planum inclinatum ^{Quid cuneus?} in eandem aciem desinens.

101. Ut potentia ope cunei resistentiae par sit, debet ea esse ad resistentiam, ut latitudo basis cunei AD * ad eius altitudinem Bb .

Fig. 49. Dum enim cuneus penetrat in obstaculum intervallo $bC = Bb$, partes illius separantur spatio $ad = AD$; igitur $ad = AD$ pro spatio resistentiae, bC vero $= Bb$ pro spatio potentiae recte habentur. Quod si igitur in horum spatiorum ratione reciproca potentia, & pondus fuerint, in aequilibrio erunt (84)

COR. Quo igitur minor fuerit cunei latitudo, manente eadem illius altitudine, eo efficacior is erit. Ex his porro deducitur efficacia plurimorum instrumentorum, cultorum scilicet, clavorum, dolabrorum, securium, quae vi non admodum magna adhibita, corpora firmiter compacta subeunt.

SCHOLION 1. Cuneum alii ad planum inclinatum, alii ad vectem revocant, alii machinam compositam esse volunt; quibus controversiis discutiendis immorari nobis non licet. Illud certum, theoriā cunei supra expositam in lignorum fissione locum non habere, cum partes ligni singulae per spatia aequalia haud cedant: ex quo illud conficitur, cuneum saltem universim ad planum inclinatum revocari non posse.

SCHOLION 2. Qui ea, quae de machinis hoc articulo tradidimus, rite animo conceperint, principia haec ad machinas quoque compositas, rotas dentatas, cochleam infinitam, varias polyspastorum species negotio non magno applicabunt. Ex his porro omnibus apparet, verissime a Newtono dictum fuisse, omnium machinarum efficaciam, & usum in eo solo consistere, ut diminuendo velocitatem *obstaculi*, augeamus vim *potentiae*, & contra, unde solvi in omni aptorum instrumentorum genere problema, datum pondus, data vi movendi, aliamve datam resistentiam vi data superandi. Nam si machinae ita formentur, ut velocitates agentis, & resistentis sint reciproce ut vires, agens resistentiam sustinebit, & maiori cum velocitatum disparitate eandem superabit.

102. In iis, quae de motu machinarum ope producendo tradidimus, nullam obstaculorum mentionem fecimus, quae efficiunt, ut in usu ipso machinarum, theoriae traditae cum praxi minus consentiant. De his igitur praecipua quaedam ex mechanica viri clarissimi De La Caille adferemus.

Itaque in usu vectis plurimum incommodi adfert flexilitas vectium, qua fit, ut brachia eius incurventur, ipsa proinde ab hypomochlio distantia immutetur. Praeterea proprium vectis pondus in causa est, ob quam vera brachiorum longitudo alia esse debet, quam superius determinavimus. Denique moles, & crassities vectis impedit, ne potentia iis punctis applicari possit, quibus deberet, utpote cum ea sint in axe sita, per medium vectis transeunte. In usu trochlearum consideranda sunt primo: funium pondus. Secundo: eorundem rigor. Tertio: affricus trochleae tum cum axe suo, tum etiam eius planorum lateraliu cum loculamento. In axe in peritrochio notanda rursus sunt primo: funium pondus, & rigor. Secundo: eorundem crassities: haec enim facit, ut distantia ponderis ab axe cylindri augeatur: accedit affricus axiculorum, circa quos tota machina intra fulcrorum cavitates volvitur. In plano inclinato difficultas maxima in affricu superficierum consistit. Affricus porro, cuius in omnibus machinis ratio habenda est, est resistentia superficierum superanda a corpore, quod ita moveri debet super aliud, ut eorum superficies se

Quae obstacula motus in vecte?

Quae in trochleis?

Quae in axe in peritrochio?

Quae in plano inclinato? Quid affricus?

mutuo radant. Cum enim omnia corpora vel nudo oculo, vel certe microscopiis inspecta plurimas habeant asperitates, prominentias, cavitates: patet, in omni incessu corporis unius super alterum ex hoc etiam capite aliquod motus obstaculum provenire. Quaecunque vero de affrictu cognita habentur, a posteriori, sive ab experientia deducta sunt: ex quibus quidem absolutas, & universales frictio-num leges constituere haecenus haud licuit; sequentes tamen tres in machinarum constructionibus usui esse poterunt. Primo: affrictus quantitas, dum planum super plano movetur, non tam a superficierum magnitudine, qua se contingunt, quam a pondere plani mobilis dependet. Secundo: dum superficies corporum non est admodum dura, nec politurae nitidioris capax, ut in lignis, & lapidibus vulgaribus, quantitas affrictus plerumque aequatur tertiae parti pressionis. Tertio: inter superficies corporum heterogeneorum, si caetera paria sint, minor est affrictus, quam inter corpora homogenea.

*Quae leges
affrictus?*

SCHOLION. Secunda ex his legibus ex sequenti experimento eruitur: corpus basi plana, ac laevigata imponatur plano horizontali itidem polito: planum hoc sensim eousque elevetur, dum corpus ei incumbens iam iam descendere incipiat. Repetitis tentaminibus innotescet, id tum fere contingere, cum planum ad 18, vel 19 gradus inclinatum est, quo situ altitudo pars tertia longitudinis est. Hoc igitur casu affrictus, quo super planum retinebatur per tertiam ponderis partem vinci incipit. Quare sub maiore angulo descendet, sub minore plano insistet; quod si accedat maior partium durities, aut tenacitas, sub maiore quoque angulo persistabit, cuius rei exempla praebent rupes, & montium latera, quae in planis fere verticalibus immota longo annorum tractu persistunt.

103. Ad minuendum affrictum conducit *Qua ratione affrictus minuitur?*
 primo : si superficies atterendae poliantur, laevigentur. Secundo : si eaedem minuantur, quod in iis, quae circa axes suos volvuntur, obtinetur, si ea instruuntur axiculis exiguis, duris, probe politis, ac rotundatis. Tertio : si oleum, aut aliud corpus pingue interponatur, quod impleat hiatus superficierum, & intervalla partium prominentium expleat. Quarto : si iuxta regulam tertiam, superiore numero traditam, corpora heterogenea coniungantur. Quinto : si motus radens, ut vocant, in volventem mutetur : patet namque, maiorem affrictum futurum, si corpus AB* super planum* Fig. 50 CD motu radente incedat. quam si rota C** Fig. 51 super planum AB volvatur.

SECTIO IV.

DE MOTV IN LINEIS CVRVIS.

ARTICVLVS I.

De motu in lineis curvis in genere.

104. **M**otus curvilineus spectatus intra tempusculum infinite parvum haberi potest pro motu rectilineo aequabili.

Spatium enim confectum tempusculo infinite parvo, ipsum quoque infinite parvum est : in eiusmodi porro spatio, si cum sequentibus comparetur, potest quidem & directionis, & celeritatis mutatio concipi ; quod si vero in se tantum spectetur, nulla in eo inaequalitas, nullus flexus concipi potest.

COR. 1. Linea curva igitur considerari potest, tanquam constans ex lineis rectis infinite parvis, & sub angulo infinite parvo ad se invicem inclinatis.

COR. 2. Quae igitur motui rectilineo, & aequabili conveniunt, motui quoque curvilineo intra tempus infinite parvum spectato applicari possunt.

105. Mobile lineam curvam describere nequit, nisi duabus viribus, quarum directiones in directum non iaceant, urgeatur.

Linea curva considerari potest, velut constans ex lineis rectis (praec. Coroll.) infinite parvis, sub angulo infinite parvo ad se invicem inclinatis: mobile igitur curvam describens directionem continuo mutat: quod si vero vi unica, aut pluribus, quarum directiones in eadem recta iaceant, urgeatur, directione, qua moveri coepit, progredietur (41): altera igitur vis adsit oportet, qua ad mutandam identidem directionem determinetur.

SCHOLION. Si directiones virium sive duarum, sive plurium sub angulo quovis conspirent, mobile describet diagonalem parallelogrammi, cuius latera vires dictae representant (42); Et siquidem vires componentes, uti loco citato supposuimus, motum aequabilem singulae producant, diagonalem illam fore lineam rectam facile intelligitur; aliter vero res se habet, si vires hae diversae rationis fuerint, uti ex mox dicendis apparebit.

106. Corpus impulsus a duabus, aut quocunque viribus, quae per compositionem motus ad duas revocari poterunt, sub angulo quovis conspirantibus, describet lineam rectam, si vires componentes ambae eiusdem generis fuerint: at vero si vires motrices sint diversi generis, mobile curvam describet.

Impellant mobile vires duae, quae vel ambae motum aequabilem, vel ambae motum eadem lege acceleratum producant. Dividantur lineae AB *, AC in ratio- * Fig. 52 ne virium componentium, ita, ut sit $AF:AI = AE:AH = AB:AC$. Completis parallelogrammis EF, HI, CB, patet (42), mobile in fine primi temporis fore in G, in fine secundi in K, ac demum in D. Cum iam sit $AF:AE$, sive $FG = AI:AH$, sive IK , triangula AFG, AIK, ABD similia erunt: erit igitur $AF:AI = AG:AK$; unde cum AF, & AI in eadem recta iaceant, AG quoque, & AK, ac proinde puncta G, & K in eadem recta deprehendentur.

Repraesentet iam AC * vim aequabilem, * Fig. 53 AD vero vim constanti quadam lege accelerantem; erit rursus mobile successive in punctis I, K, H. In hac vero hypothefi triangula AEI, AFK, ACH similia haud erunt (est enim $AE = EF$, & $AB < BG$): cum igitur anguli E, F, C aequales fiant, nequeunt anguli EAI, FAK, CAH aequales esse; secus enim triangula dicta similia forent, ac proinde puncta I, K, H in eadem recta non iacent, sive quod idem est, linea AIKH recta non est.

SCHOLIION. Linea curva, quae dicta ratione describitur, *trajectoria* vocatur.

107. Species curvae, quam mobile duabus eiusmodi viribus impulsus describit, dependet a ratione, quam hae vires singulis momentis inter se habent.

* Fig. 53 Natura enim curvarum (elem. 767.) dependet a ratione constante, quam habent abscissae, aut quaevis earundem functiones ad functiones ordinatarum. Cum igitur*, dum curva refertur ad AD; AB, AG, AD sint abscissae, BI, GK, DH ordinatae, patet, a ratione varia, quam singulis momentis vires motrices inter se habent, speciem curvae, quam mobile describit, dependere.

Eadem propositio sic quoque ostendi potest. Species curvae dependet a determinata in puncto quovis curvedine, seu a determinata curvedine initiali, & a variatione curvedinis in punctis subsequenibus iuxta legem quamvis determinatam; sed pro diversa duarum eiusmodi virium combinatione determinata quaelibet curvedo initialis, & variatio eiusdem in punctis subsequis haberi potest: ergo. Quod quidem determinatam initialem curvedinem attinet, facile intelligitur, si vires componentes vel aequales, vel una altera maior, minorve fuerit, variam fore diagonalem, quae ex harum virium combinatione obtinetur; deinde pro varietate anguli, sub quo eadem vires conspirant, eandem rursus vel crescere, vel decrescere (42. Corol. 7. & 8.), inde porro dependere curvedinem determinatam initialem, manifestum est. Cum vero pariter alterutra virium iuxta legem determinatam vel crescere, vel diminui possit, patet quoque, curvedinem in punctis subsequis pro legis huius ratione variam itidem esse debere, ac proinde curvae speciem a diversa duarum virium combinatione dependere.

SCHOLIUM. Si quis ad Universi huius phoenomena animum advertat, facile intelliget, plurimas esse causas, quae rectilineos corporum motus perturbent, faciantque, ut perpetuae fiant motuum compositiones, variaeque inde curvarum species a corporibus describantur. Nos eas tantum attingemus, quas Physico ignorare nefas est, relictis aliis plurimis, quae a Mechanicis sublimiorum calculorum ope uberrime pertractantur,

ARTICVLVS II.

De motu curvilineo proveniente a viribus duabus, quarum una producat motum aequabilem, altera agens directionibus parallelis motum uniformiter acceleratum.

108. Si mobile impellatur duabus viribus, quarum una producat motum aequabilem, altera autem agens directionibus parallelis motum uniformiter acceleratum, describet parabolam.

Quod si in mobile L * ageret vis unica * Fig. 54 motum aequabilem producens, illud in fine primi temporis foret in B, in fine secundi in C, ita ut AB sit aequale BC; pariter si sola vi motum uniformiter acceleratum producente urgeretur, primo tempore describeret AE, altero EF: quod si vero vires ambae simul agant, in fine primi temporis (42) erit in I, in fine secundi in K &c: describet igitur motu composito lineam AIKH. Hanc porro lineam curvam esse superius (106) ostendimus: esse vero parabolam ita demonstratur. Cum AE, & AF spatia sint motu uniformiter accelerato confecta, erunt ea (46) ut quadrata temporum, vel celeritatum, id est, cum $AB = EI$, & $AC = FK$ spatia sint

motu aequabili descripta, quae sunt ut celeritates (37. Corol.), erit $AE : AF = EI^2 : FK^2$: repraesentant vero AE , & AF abscissas, EI , & FK semiordinatas : erunt igitur abscissae ut quadrata semiordinatarum, quae est proprietas parabolae.

SCHOLION I. Theoremati huic innititur doctrina de motu gravium terrestrium oblique projectorum, in quibus vis projectionis motum aequabilem, vis vero gravitatis, (undecunque ea demum habeatur) motum uniformiter acceleratum producit : quamobrem globi e tormentis oblique eiectionis, aquae item ex angustis canalibus directione ad horizontem inclinata profilientes, lineas curvas ad parabolam utcumque accedentes describunt.

Origo balistica.

SCHOLION 2. Hinc etiam ortum duxit *balistica*, id est, ars globos omnis generis ex fistulis ferreis eiiciendi, datumque scopum ferendi. Posito enim quod corpora gravia oblique proiecta parabolae describant, ex theoria parabolae negotio non admodum magno resolvuntur problemata complura ad hanc doctrinam pertinentia, uti sunt primo: data amplitudine parabolae, & arcu elevationis, determinare parabolam. Secundo: data amplitudine maxima, invenire vim projectionis. Tertio: data vi projectionis, invenire elevationem requisitam, ut scopus propositus feriat. Quarto: determinare maximam altitudinem, ad quam globus eiectionis attolli potest &c:

SCHOLION 3. Haec tamen corporum oblique projectorum theoria vehementer labefactata est propterea, quod aeris resistentia, cuius rationem nullam habendam esse, olim putabatur, motum corporum oblique projectorum non leviter perturbet. De qua re notari merentur, quae habet la Caille mechanicae N. 444. „theoria motus corporum „oblique projectorum, atque parabolae describentium, „ab iis, qui de balistica scripserunt, dudum putabatur „illud esse inter modernorum inventa, quod immediate, „& citra ullam accommodationem aliam felicissime posset „ad praxim transferri. Unde etiam minutim omnia huc „pertinentia persecuti sunt, tabulas amplissimas condiderunt, quae angulos exhiberent, ad quos tormenta bellica, atque mortaria elevari deberent, ut scopus datus feriretur; quin etiam instrumenta excogitarunt varia, quorum applicatione constaret, essentne reipsa catapultae

„tae ad eos angulos directae. Verum qui penitus perspe-
 „spectam habuerunt theoriam resistentiae, quam fluida cor-
 „poribus in iis motis opponunt, vim, qua aer pilis fer-
 „reis, atque ignariis globis obstat, tantam esse depre-
 „henderunt, ut in balistica nequaquam negligi possit,
 „quemadmodum eo nomine fiebat, quod eiusmodi globi
 „exigua essent superficie, si cum pondere comparetur.
 „Iidem animadverterunt, curvam a corpore utcunque gra-
 „vi, atque exiguo volumine praedito descriptam tanto
 „magis dissidere a parabola ob resistentem aerem, quan-
 „to vis projectionis maior est, seu quanto maior ei cele-
 „ritas ab exploso nitrato pulvere imprimitur. Et sane
 „D. Robins ostendit, tantam reipsa fuisse hanc resisten-
 „tiam, maxime in ipso fistulae aeneae orificio adversus
 „globum 24 libras appendentem, atque vi 16 librarum
 „pulveris pyrii eiectione tormento, ut pondus globi plus
 „vicies superarit. Idem etiam monstravit, evenire sae-
 „pius, ut curva a globo percursa, nec in eodem tota pla-
 „no verticali existat. „

SCHOLIUM 4. Inde est, quod Scholio primo superiore
 afferuimus, corpora gravia oblique proiecta lineas curvas
 ad parabolam proxime accedentes describere.

ARTICVLVS III.

*De Motu curvilineo proveniente a vi gravitatis in
 corporibus e puncto quodam immobili suspensis,
 sive de oscillatione pendulorum.*

109. **P**endulum universim vocatur corpus *Quid pen-
 dum?*
 quodvis e filo, puncto immobili af-
 fixo, suspensum. Quod si corpus hoc grave
 puncti instar consideretur, filumque, aut eius
 loco virga metallica massae omnis, & gravi-
 tatis expers habeatur, pendulum erit *simplex*.

110. Si pondera plura in eadem virga ri-
 gida, & gravitatis experte appensa simul oscil-
 lent, pendulum *compositum* erit.

111. *Oscillatio* penduli dicitur motus, quo *Quid oscil-
 latio pen-
 duli?*
 pendulum a perpendiculari A D * remotum, si-

bique relictum ad eam redit, & ultra ipsam etiam excurrit. Talis est motus, quo pendulum A elevatum in B, descendit in A, indeque rursus ad C ascendit. Punctum A *punctum quietis* dicitur.

Quid punctum quietis?

Quid oscillationes isochronae?

112. Oscillationes vocantur *isochronae*, si eodem praecise tempore absolvantur, five si eorum numerus eodem dato tempore idem sit.

113. Illud punctum penduli compositi, in quo remotis caeteris ponderibus, collocari deberet punctum grave unicum, ut haberetur pendulum simplex cum priore *isochronum*,

Quid centrum oscillationis?

centrum oscillationis dicitur.

COR. Patet igitur, pendula composita ad simplicia revocari posse; unde quae de simplicibus demonstrabuntur, ad composita transferri quoque poterunt.

114. Pendulum circa punctum fixum D oscillans, arcum circuli describit.

Patet experientia, & ratio in promptu est. Pondus etenim A ex immobili puncto D suspensum ita movetur, ut in singulis punctis lineae BAC, quam motu suo ex B in C describit, a suspensionis puncto D semper aequaliter distet, prohibente nimirum filo AD, ne ultra illam excurrat.

115. Pendulum ex puncto quietis A elevatum ad B, descendit motu uniformiter accelerato.

Potest enim arcus cuiusvis curvae considerari, velut constans ex lineis rectis infinite parvis, sub angulo infinite parvo ad se invicem inclinatis (104), atque adeo quae de descen-

scensu per planum inclinatum siue unum, siue plura infinite parua, seseque continenter excipientia demonstrata sunt, ad arcus quoque curvarum transferri possunt. Mobile porro per planum inclinatum descendere motu uniformiter accelerato ex superius dictis (52) constat.

116. Pendulum per arcum circuli BA descendens, in puncto A eam habet celeritatem, qua, mutata directione, ad arcum AC aequalem illi, ex quo descenderat, rursus ascendere possit.

Demonstratio habetur N. 57. Corol. 5.

117. Tempora descensus per arcus similes circulorum duorum sunt in ratione subduplicata eorundem arcuum.

Demonstratio habetur N. 47. Corol. 4.

COR. 1. Si igitur pendula duo D, & C * oscillent per * *Fig. 56*
arcus similes DE, & CB, tempora oscillationum erunt in ratione subduplicata horum arcuum; cumque arcus hi sint ut radii, quibus describuntur, id est, ut longitudines horum pendulorum, erunt quoque tempora in ratione subduplicata eorundem.

COR. 2. Si tempora sint T, & t, longitudines L, & l, erit $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$, ac proinde $T^2 : t^2 = L : l$: datis igitur tribus horum terminorum, quartus per regulas algebrae facile inuenietur.

SCHOLIUM. In iis, quae de pendulorum oscillationibus hactenus dicta sunt, supponitur in puncto suspensionis D affricum omnem abesse, pendulumque moveri in medio non resistente. Quoniam vero in ipso pendulorum usu in puncto suspensionis affricus omnis impediri nequit, mediumque, in quo pendula moventur, aer videlicet eorum motui resistit, facile intelligitur, oscillationes pendulorum perpetuo diminuendas, ipsumque pendulum post certum oscillationum numerum ad quietem denique redigendum.

118. Oscillationes peractae in arcubus circulatorum inaequalibus, ita tamen exiguis, ut a chordis sensibilibiter non differant, pro isochronis haberi possunt.

* Fig. 57

Quod si quidem * arcus Be & Bf ita fuerint exigui, ut a chordis BD, & BC sensibilibiter haud differant, tempus descensus per arcum eB aequale erit tempori descensus per chordam DB; pari modo tempus descensus per arcum fB aequale erit tempori descensus per chordam CB: cum igitur chordae DB, & CB (55. Corol. 14.) eodem tempore percurrantur, patet quoque, arcus eB, & fB eodem ad sensum tempore percurri. Quoniam porro arcus Be, Bf oscillationes dimidias constituunt, integras quoque oscillationes in eadem hypothese ad sensum aequales fore, manifestum est.

SCHOLIUM. Praesentis theorematis veritatem experimentis confirmavit P. De Chales, qui, dum pendula duo eiusdem longitudinis, atque ponderis ita simul ad motum concitaret, ut alterum per maiores, alterum per minores circuli arcus oscillaret, comperit, inter centum vibrationes unius, & centum alterius id tantum temporis discrimen intercessisse, quo illarum oscillationum una peragebatur. Sed etiam subducto calculo ostendi potest, si duo pendula aequalia per arcus circuli oscillent, quorum unum oscillationes minimas peragat, alterum per tres gradus excurrat, etiam post vibrationes 11382 integrae oscillationis discrimen haud fore, & si oscillationes alterius ad duos duntaxat gradus pertingant, eam differentiam ne quidem post 29000 vibrationes notatum iri.

* Fig. 58

119. Si super recta ND* utrinque quantumlibet protensa circulus CGH ita revolvatur, ut tota eius peripheria hanc lineam sensim tangat, punctum C, quod primum lineam in N tangit, motu ex circulari, & rectilineo
com-

composito describet curvam $NCED$, quae *Quid cyclois?*
cyclois appellatur.

120. Curvae huius lineae complures sunt proprietates, quas Mechanici demonstrant.

Prae aliis notari merentur hae duae: quod *Quae proprietates cycloidis?*
tempora, quibus corpus grave per quemvis huius curvae arcum descendit, sint perfectissime inter se aequalia, quamobrem curva haec etiam *tautochrone* dicitur. Secundo: descensum ex quovis puncto dato celerrime fieri, si mobile in arcu cycloidis descendat, ac propterea curva haec *brachystochrone*, seu curva celerrimi descensus audit.

SCHOLION. Has cycloidis proprietates demonstrant Newtonus, Leibnitius, Hospitalius, Bernoullius, Boscho-
vich, atque ex his Mechanici, Physique recentiores.

121. Si pendulum A intra duas semicycloides CE , & CF ita oscillet, ut filum, ex quo suspenditur, in singulis oscillationibus his semicycloidibus applicetur, arcus BAD , quem pendulum describit, erit ipse quoque arcus cycloidis.

Fig. 3

Demonstrationem primus dedit Hugenius in *horologio oscillatorio*, ac post hunc Marchio Hospitalius, aliique.

COR. Erunt igitur tempora oscillationum per arcus omnes utcumque inaequales isochrona.

SCHOLION. Applicatio ista hodie iam fere antiquata est propterea, quod arduum admodum sit formam semicycloidis laminis CE , & CF perfecte inducere. Quam etiam ob rem a demonstrandis curvae huius proprietatibus abstinuimus. Accedit, quod uti supra (118) ostensum est, oscillationes in arcubus circuli exiguis satis accurate isochronae deprehendantur.

122. Numeri oscillationum, quas pendula diversae longitudinis per arcus exiguos eodem tempore conficiunt, sunt in ratione inversa subduplicata longitudinum.

Illud enim manifestum est, numerum oscillationum certo tempore peractarum eo fore minorem, quo longiore tempore ad singulas oscillationes peragendas opus fuerit; erunt igitur numeri oscillationum certo tempore peractarum in ratione reciproca temporum, quibus singulae peraguntur; cumque tempora ea sint (117. Corol.) in ratione subduplicata longitudinum, numeri quoque oscillationum in ratione inversa subduplicata harum longitudinum erunt.

COR. Si numeri oscillationum sint N , & n , longitudines L , & l , erit $N: n = \sqrt{l}: \sqrt{L}$, ac proinde $N^2: n^2 = l: L$. Datis igitur numeris oscillationum, quas pendula duo diversae longitudinis dato tempore conficiunt, & longitudine unius, longitudo alterius; & data longitudine utriusque cum numero oscillationum unius penduli, numerus oscillationum alterius reperiri poterit.

123. Si pendula duo oscillent per arcus exiguos, erunt vires gravitatis acceleratrices, ut pendulorum horum longitudines.

Si enim vires constantes sint (qualis habetur vis gravitatis in exiguis a terra distantis) eae sunt ut spatia iisdem temporibus descripta: cum enim spatia haec tanquam effectus virium constantium iisdem temporibus editi habeantur, causis suis proportionales recte censentur. Sunt autem spatia haec arcus similes, qui proinde sunt ut radii, quibus describuntur, id est,

est, ut pendulorum longitudines: in eadem igitur quoque ratione erunt vires accelerantes.

COR. Quod si ergo vires accelerantes in quibusvis terrae locis aequales sint; pendula isochrona eiusdem longitudinis esse debebunt, aut vero si pendula isochrona in diversis terrae locis inaequalis longitudinis deprehendantur, id indicio erit, vires acceleratrices, id est, vires gravitatis in iis easdem haud esse.

ARTICVLVS IV.

De motu curvilineo proveniente a vi proiecili motum aequabilem efficiente, alteraque quacunque lege variabili, quae ad punctum datum constanter tendat, sive de viribus centralibus.

124. Si corpus aliquod impellatur duabus viribus, quarum una producat motum aequabilem, altera ad punctum quodvis determinatum tendens motum quacunque ratione acceleratum, mobile circa hoc punctum tanquam centrum motus describet lineam quandam curvam.

Sit mobile * in puncto A, illudque vi uni- * Fig. 60
ca impulsu tempore primo describat lineam AD; quod si in D vis nulla alia superveniat, illud vi inertiae tempore secundo aequali describeret lineam $DF = AD$: at si in puncto D accedat vis DH, mobile versus punctum C urgens, motu composito (42) describet lineam DG diagonalem parallelogrammi HF; quod si in G vis ad centrum C tendens cessaret, mobile tempore aequali per lineam $GI = DG$ abiret; at si in puncto G vis ad centrum tendens rursus exponatur per GL, mobile denuo diagonalem GK parallelogrammi LI percurreret,

ret, & ita porro: describet ergo polygonum D G K &c. Quod si iam concipiatur tempusculorum numerus augeri, earumque magnitudo infinite minui, ita ut actio vis ad centrum C tendentis evadat continua, latera polygoni evanescent, illudque abibit in curvam D G K &c, quae trajectoria dicitur.

SCHOLION 1. Mobile his duabus viribus impulsam omnis generis curvam describere posse, constat ex iis, quae supra (107) dicta sunt.

SCHOLION 2. Vis D F, G I motum aequabilem producens, dicitur *vis proëctilis*, vel *vis tangentialis*; vis vero D H, G L, &c mobile versus punctum C urgens, *vis centripeta* audit, ambae communi vocabulo *vires centrales* nominantur.

Quid vires centripetales?

Animad-
versio de
vi cen-
trifuga

SCHOLION 3. Praeter dictas vires tertiam quampiam in motu corporum curvilineo circa centrum aliquod peracto nonnulli adstruunt, quam *vim centrifugam* dicunt; hanc vi centripetae perpetuo adversari, eique iam aequalem, iam superiorem, iam inferiorem esse docent. Quid porro de vi hac centrifuga sentiendum sit, clarissime exponit P. Boschovich, ex quo sequentia excerpimus: „in quo-
„vis motu, qui circa centrum aliquod peragitur, tria ve-
„niunt consideranda. Vis nimirum, ut vocant, tangen-
„tialis, centripeta, & centrifuga. Priores duae motum
„solae absolvunt, tertia a nobis duntaxat concipitur, tan-
„quam e binis illis redundans. Designet in fig. cit. D F
„effectum vis tangentialis, si nulla adesset vis centripeta;
„recta vero F G, vel D H effectum solius vis centripe-
„tae, si vis tangentialis omnis abesset. Nihil sane isthic
„est praeter illa duo, quorum compositione progignitur
„motus per arcum D G. Virium istarum coniugatio fa-
„cit, ut mobile accedat a tangente versus centrum quan-
„titate F G. Quod si vero vis centripeta abuisset,
„mobile per tangentem D F abeundo, a centro C recessisset
„quantitate G F. Unde vis centrifuga aliud non est, quam
„determinatio abeundi a centro motus, proveniens a de-
„terminatione tangentiali abeundi ad punctum F. Vis
„quippe centrifuga exigit quidem, ut mobile ab arcu rece-
„dat ad tangentem, at solum hypothetice, si nempe vis cen-
„tripeta ablit, quae, cum praesto est, plenum habet effe-
„ctum, accessum nempe mobilis ad arcum ipsum: accessus

„ autem ad centrum, vel recessus pendet ab angulo, quem
 „ radius vector cum tangente continet, aut ab ipsa vis
 „ centripetae quantitate, non a vi centrifuga. Adesse
 „ igitur vim centrifugam id unum sonat, mobile a tangen-
 „ te ad arcum non fuisse descensurum, nisi praesto esset
 „ vis centripeta descensum illum determinans. Hinc id,
 „ quod tunc non fieret, concipimus tanquam factum in
 „ partem contrariam, & commentitii eius effectus causam
 „ quandam fingimus, quam vim *centrifugam* appellamus.
 „ Unde eadem linea FG, quae quantitatem vis centripetae
 „ exhibet, sumpta cum directione contraria GF mensurat
 „ vim centrifugam, quae nullo pacto pugnat cum centri-
 „ peta, eique semper aequalis est. „

125. Traiectoria DGK &c dicto modo descripta cava est versus centrum virium.

Patet ex ipsa genesi huius curvae numero praecedente exposita.

COR. Traiectoria igitur haec nequit habere punctum flexus contrarii, vel regressus.

126. Traiectoria haec est semper in eodem plano, in quo iacet centrum C, & directio primae proiectionis DF. Cum enim DG sit diagonalis parallelogrammi, cuius latera sunt DF, & DH, in eodem plano erit, in quo sunt latera DH sive DC, & DF, pari ratione GK erit in eodem plano, in quo iacent latera GL, sive GC, & GI, sive DI, & sic de reliquis.

127. Traiectoria dictis viribus descripta tanto maiorem caeteris paribus curvaturam habet, quanto maiorem rationem vis centralis ad vim proiectilem habet, & vicissim. Quippe quanto maiorem rationem vis centripeta ad vim proiectilem habet, tanto magis mobile a tangente removet, atque adeo tanto magis orbitam, quam illud describit, incurvat.

SCHOLIUM. Dum in hac propositione additur *cæteris paribus*, intelligitur, vim projectilem in omnibus curvæ punctis eadem quantitate exprimi, eundemque in singulis curvæ punctis cum vi centripeta angulum constituere.

Quid radius vector?

128. Quamcunque curvam mobile dictis viribus describat, *radius vector* (id est, linea CD e centro motus ad illud orbitæ punctum ducta, in quo mobile existit) describet areas temporibus proportionales.

Quod si enim mobile primo tempore percurrat arcum DG, radius vector describet, seu verret aream DCG; dum item tempore altero aequali mobile per arcum GK movetur, radius vector aream GCK describit. Quod si igitur areae hae, quas radius vector aequalibus temporibus describit, aequales sint, ita arguere licebit: radius vector describit temporibus aequalibus areas aequales; tempore igitur duplo duplas, triplo triplas, ac universim areas temporibus proportionales describet. Esse porro aream seu triangulum DCG aequale triangulo GCK, ita ostenditur: triangulum GCK aequale est triangulo GCI, cum triangula haec eandem habeant basim CG, & inter easdem parallelas KI, & LG, sive CG existant; eidem triangulo GCI aequale quoque est triangulum DCG, cum triangula haec aequales bases DG, & GI, eandem praeterea altitudinem habeant; quae vero uni tertio aequantur, ea quoque inter se aequalia esse manifestum est.

SCHOLIUM. Propositio haec appellatur *regula prima Kepleri*, propterea quod Keplerus primus ex observationibus Tychoonis Brahe collegerit, planetas ita moveri cir-

ea solem, ut radius vector describat areas temporibus proportionales. Id vero commune esse motui omni curvilineo circa centrum aliquod peracto ex ipsis geometriae elementis demonstravit Newtonus, estque propositio haec Astronomiae Physicae fundamentum praecipuum, alte proinde animo desigenda.

129. Quamcunque curvam mobile dictis viribus describat, erit velocitas eiusdem in quovis orbitae puncto in ratione inversa perpendiculari e centro virium in tangentes arcuum nascentium, sive in illud orbitae punctum, in quo mobile tum existit, demissi.

Cum enim motus quacunque lege acceleratus intra tempusculum infinite parvum pro aequabili haberi possit (104), inque motu aequabili celeritates sint ut spatia eodem tempore percurfa (37), erunt celeritates mobilis curvam DGK describentis, ut bases DG , GK , quae cum sint bases triangulorum aequalium, erunt reciproce ut eorundem triangulorum altitudines, id est, ut perpendiculara ex centro virium in ipsa demissa.

COR. Quod si igitur mobile in curva moveatur ea celeritate, quae sit ut perpendiculara ad tangentes curvarum demissa reciproce, movetur motu composito ex vi centripeta, & vi proiectori, vel alia quavis huic aequivalente. Quod si enim dicta ratione per DGK mobile progrediatur per arcus minimos DG , GK , ductis ex C rectis CD , CG , CK , triangula DCG , GCK aequalia sunt, & motus per DG , GK pro aequabili haberi potest: dum ergo mobile ex D in G pervenit, vi inertiae ex G in I progrediretur, nisi adesset vis aliqua, qua ad C retrahatur: cum igitur per hypothesim retrahatur, talis vis adsit oportet; mobile igitur versus punctum C urgetur.

130. Tempus periodicum mobilis, dictarum virium ope curvam quamlibet describentis, est directe ut area orbis integri describendi, si-

mulque inverſe ut area ſectoris , tempore dato deſcripti.

Cum enim radius vector deſcribat areas temporibus proportionales , proinde temporibus aequalibus aequales , duplo duplas , &c : tempus integrae revolutionis tanto maius erit , quo maior eſt orbis integri area , quoque minor illius portio dato tempore deſcribitur.

131. Celeritas mobilis in diverſis orbitae
 * Fig. 61 MLQ punctis * vel acceleratur , vel retardatur uniformiter , prout radius vector cum curva , vel eius tangente angulum acutum CLS , rectum CLO , vel obtuſum C λ R fecerit verſus Q , quo tendit motus corporis.

Quando radius vector , veluti CL cum tangente LS angulum obliquum conſtituit , vis centralis , quam linea LF repraeſentat , in binas reſolvi poteſt , nempe in $Fm = nL$, quae ad tangentem in puncto L normalis exponit verum effectum vis centripetae ad centrum C mobile urgentis , illudque vi hac in orbita ſua retinentis , & $Fn = mL$, cuius directio cum conſpiret cum directione mobilis verſus Q progredientis , celeritatem eiſdem auget. Quod ſi in puncto λ ſimilis virium reſolutio fiat , patebit , partem vis centralis $\phi v = \mu \lambda$ opponi directioni mobilis verſus Q progredientis , eiſque adeo celeritatem imminuere. In puncto tandem l , ubi radius vector ad tangentem normalis eſt , eiſmodi virium reſolutio locum non habet.

ARTICVLVS V.

De viribus centralibus in curva circulari.

132. Si mobile peripheriam circuli describat,
 in ea velocitas ubique est uniformis.

Est enim velocitas in quovis cuiusvis tra-
 iectoria puncto (129) in ratione inversa per-
 pendiculi ex centro virium demissi, quae per-
 pendicula in circulis cum sint ipsi radii, omnia
 sunt aequalia, velocitatem igitur generant ubi-
 que uniformem.

133. Vis centralis in circulo est in ratione
 composita ex directa duplicata celeritatum, &
 inversa simplice radiorum, sive G , (id est,
 vis gravitatis, quam vim centripetam esse in-
 ferius dicetur) $= \frac{C^2}{R}$.

Existat mobile in quovis puncto periphe-
 riae circularis B^* , quod impellatur viribus bi-
 nis, BE proiectili, & BD centripeta; patet,
 mobile his duabus viribus impulsus arcum cir-
 culi BE descripturum, qui si ponatur infinite
 parvus, a chorda haud differet. Sumpta igi-
 tur FB pro chorda, demissaque FD ad AB
 perpendiculari, erit $AB:FB=FB:BD$, ac
 proinde $BD=\frac{FB^2}{AB}$, sive cum tota sint, ut
 dimidia $=\frac{FB^2}{CB}$: cum ergo FB spatium nempe

Fig. 62

motu aequabili confectum sit ut celeritas, erit
 $DB \text{ five } G = \frac{C^2}{R}.$

134. Celeritas mobilis peripheriam circuli describentis est aequalis celeritati illi, quam nancisceretur cadendo motu uniformiter accelerato per quartam diametri, five dimidiam radii partem.

In motu uniformiter accelerato est $S = VT^2 = GT^2$ (47. Corol. 5.); quod si ergo mobile motu uniformiter accelerato conficiat dimidiam radii partem, erit $\frac{R}{2} = GT^2$, ac proinde

$R = 2GT^2$. Praeterea mobile per dimidiam radii partem motu uniformiter accelerato descendens, eam habet celeritatem, qua aequali tempore T radium integrum motu aequabili percurrere possit (47), erit proinde (Cum celeritas sit ratio spatii ad tempus) $C = \frac{R}{T}$, cumque sit $R = 2GT^2$, erit $C = 2GT$,

& $T = \frac{C}{2G}$, unde $T^2 = \frac{C^2}{4G^2}$, quem valorem

substituendo in prima aequatione $\left(\frac{R}{2} = GT^2\right)$

erit $\frac{R}{2} = \frac{GC^2}{4G^2} = \frac{C^2}{4G}$, ac proinde $C^2 = 2GR$,

ac denique $C = \sqrt{2GR}$. Est autem haec ipsa celeritas, qua mobile in circulo defertur,

in quo cum sit (praec.) $G = \frac{C^2}{R} = \frac{C^2}{2R}$, erit

$C^2 = 2GR$, ac proinde $C = \sqrt{2GR}$.

135. Circulus describi potest, quaecunque sit lex gravitatis, modo sit aequalis in aequalibus a centro distantis.

Cum enim mobile circulum describens eandem semper habeat a centro distantiam, non afficitur inaequalitate gravitatis, utcunque illa varietur in diversis distantis, modo eadem sit in iisdem.

Variatio igitur gravitatis secundum quamvis functionem distantiae non obest, quo minus circulus describi possit.

136. Si lex gravitatis, qua circulus describitur, sit in ratione inversa duplicata distantiarum a centro, erit celeritas in ratione inversa subduplicata radii, seu $C = \frac{1}{\sqrt{R}}$.

Facta enim hac hypothese erit $G = \frac{1}{R^2}$, cumque (133) sit etiam $G = \frac{C^2}{R}$, erit $\frac{1}{R^2} = \frac{C^2}{R}$, atque adeo $C^2 = \frac{R}{R^2} = \frac{1}{R}$; hinc $C = \frac{1}{\sqrt{R}}$.

137. In eadem hypothese erunt tempora periodica, ut radices cuborum earundem distantiarum, vel radorum, sive $T = \sqrt{R^3}$.

Cum enim in circulis motus sit aequabilis (132), erit tempus, quo peripheria circuli describitur, aequale spatio diviso per celeritatem (38), sive erit $T = \frac{S}{C}$; cumque in circu-

10 sit $S = R$, seu peripheria in ratione radii, erit $T = \frac{R}{C}$: est autem (praec.) $C = \frac{1}{\sqrt{R}}$: erit ergo $T = R \sqrt{R} = \sqrt{R^3}$, ac proinde $T^2 = R^3$.

138. Si e converso quadrata temporum sint, ut cubi distantiarum, erit vis centripeta in ratione inversa duplicata distantiarum.

Est enim in circulo $T = \frac{R}{C}$; quod si ergo fuerit $T^2 = R^3$, erit quoque $\frac{R^2}{C^2} = R^3$, ac proinde $R^2 = R^3 C^2$, & hinc $C^2 = \frac{R^2}{R^3} = \frac{1}{R}$: unde $C = \frac{1}{\sqrt{R}}$. Hanc porro celeritatis expressionem tum locum habere, cum vis centripeta in ratione inversa duplicata distantiarum est, ex N. 136. constat.

SCHOLIUM I. Quae postremis his theorematis continentur, regulam secundam Kepleri constituunt, propterea quod ex observationibus Astronomicis Keplerus eandem eruerit.

SCHOLIUM 2. In iis, quae de motu circulari haecenus tradidimus, nulla mentio massae in circulo revolutae facta est, cuius tamen ratio in motu circulari, qui per machinas virium centralium efficitur, haberi necessario debet. Tum vero sequentia theoremata locum habent, quae s'Gravefande, alique passim demonstrant. 1. Si duorum corporum & distantiae a centro motus, & tempora periodica aequalia sint, vires centrales erunt ut massae. 2. Si tempora periodica, ac massae aequales sint, vires rationem distantiarum sequentur. 3. Si positis iisdem temporibus periodicis tum massae, tum distantiae a centro inaequales sint, vires rationem ex iis compositam habebunt. 4. Si massae in eodem casu sint reciproce ut distantiae, vires aequales erunt. 5. Si tum massae, tum distantiae a centro utrinque

que eadem sint, vires erunt in ratione inverfa duplicata temporum. Denique generaliter vires centrales erunt in ratione composita directa massarum & distantiarum à centro, & reciproca duplicata temporum periodicorum.

ARTICVLVS VI.

De viribus centralibus in Ellipsi.

139. **S**i mobile in Ellipsi revolvitur, vis centripeta mutatis distantiiis mutatur, crescitque in distantia minore, in maiore vero decrescit.

Quoniam in omni traiectoria viribus centralibus descripta radius vector areas temporibus proportionales, aequalibus proinde temporibus aequales describit, si area ASa * ellipseos $AGDH$ sit aequalis areae DSd , arcus Aa , & Dd eodem tempore percurruntur. Quod si in puncto D vis centripeta abfuisset, mobile vi proiectili DG obsecundans, a foco S remotum fuisset quantitate $Gd = eD$. Quod si vero vis proiectilis ablata intelligatur, eodem tempore vi centripeta ad focus S accessisset quantitate De (secus enim vi composita ad punctum d haud pertigisset). Pari modo cessante vi proiectili in A , mobile ad focus S accessisset quantitate Am eodem tempore, quo agente utraque vi percurrisset arcum Aa . Repraesentant igitur De , & Am , spatia nimirum, quae mobile ex punctis D , & A versus S cadendo aequali tempore confecisset, vim centripetam in punctis D , & A ; est autem $De > Am$, cum sit $Dd > Aa$: erit igitur

vis centripeta in distantia minore DS maior, in distantia vero maiore AS minor.

140. Mobile viribus centralibus in ellipfi revolutum, vi centripeta urgetur agente in ratione inverfa duplicata distantiarum.

* *Fig. 64* Sit ellipsis $ABCD$, * cuius apsis summa A a centro motus, seu foco F duplo magis distet, quam apsis ima B , ita, ut sit $AF = 2 BF$: ostendendum est vim centripetam in B , in quo puncto distantia a foco duplo minor est, esse quadruplo maiorem, quam sit in A , ubi distantia est duplo maior, seu esse ut $4:1$.

Cum celeritates in quovis orbitae puncto sint inverse ut perpendicularia ex centro virium demissa (129), quae perpendicularia in punctis A , & B sunt ipsae distantiae a centro virium F , cumque sit $AF:BF = 2:1$, erit celeritas in A ad celeritatem in $B = 1:2$, id est, in puncto B celeritas erit duplo maior. Quamobrem si supponamus mobile in apside ima arcum Bg percurrere uno minuto secundo, arcum aequalem Ad in apside summa non percurrent nisi duobus minutis secundis. Iam vero propter aequalem curvaturam ellipsis in utraque apside aequales arcus in iisdem aequaliter deflectent a tangente, seu erit $de = gh$, vel etiam $Am = Bn$: ergo mobile per unum minutum secundum a tangente rectilinea tantum deflectit in apside ima, quantum deflectit per duo minuta secunda in apside superiori. Quoniam vero $Am = de$, & $Bn = gh$, mobile pariter in apside ima intra unum minutum secundum tan-

tantum accedit ad Focum F, quantum in apside superiori per duo minuta secunda. Quod si ergo in apside superiori vis proiectilis cessaret, mobile motu uniformiter accelerato ad focum F accederet, & cum in motu hoc spatia sint, ut quadrata temporum, mobile ex apside A ad F accedendo intra duo minuta secunda quadruplo plus spatii conficeret, quam intra unum minutum secundum: quoniam igitur mobile in apside ima intra unum minutum secundum tantum accedit ad focum F, quantum in apside superiore per duo minuta secunda, patet, mobile in apside ima constitutum intra unum minutum secundum quadruplo magis ad focum accedere, quam accederet intra idem tempus in apside superiori, sive vim centripetam in apside ima esse quadruplo maiorem, quam in apside summa, id est, in ratione inversa duplicata distantiarum. Eodem pacto ostendi posset, si foret $AF:FB=3:1$, vim centripetam in A fore ad vim centripetam in B $=1:9$.

SCHOLIUM. Demonstrationes propositionis huius, uti & conversae eiusdem ad rigorem geometricum magis exactae apud recentiores Mechanicos, praesertim P. Boschovich quamplurimae occurrunt: quoniam vero eae omnes uberiolem sectionum conicarum notitiam deponunt, eorum captui, quibus praesentem laborem destinamus, minus accomodae videbantur.

PARS II.

DE PRINCIPIIS CORPORVM, ET GENERALIBVS EORVNDEM AFFECTIONIBVS.

SECTIO I.

DE PRINCIPIIS CORPORVM

ARTICVLVS I.

*Opiniones variorum.**Quid principia corporum?*

141. *Principia* corporum appellamus prima illa corporum initia, e quibus ea ultimo coalescunt, & ad quae in eorum resolutione cogitando denique devenimus, in quibus praeterea ratio eorum continetur, quae in corporibus notantur.

SCHOLION I. Qui ipsam notionem *principii* animo recte informatam habent, in dubium haud adducunt, in eo, quod rei cuiuspiam principium dicitur, rationem eorum deprehendi debere, quae in re illa observantur.

SCHOLION 2. De principiis corporum diversissimae inde a mundi exordio exstiter Philosophorum opinionationes, quas scriptores historiae philosophicae uberrime exponunt: nos praecipuas quasdam sententias, quarum memoria nondum ex integro exolevit, breviter recensebimus.

Systema Cartesii.

142. *Cartesius* supponit primo, essentiam corporis esse dimensionem trinam, in longum, latum, & profundum: impossibile igitur esse spatium ab omni corpore vacuum. Secundo: Deum esse causam primariam omnis motus, nullumque motum de novo produci, aut destrui, sed eandem semper conservari quantitatem motus, quae sub ipsum mundi exordium a Deo producta fuit. Ut vero ipsum rerum omnium

or-

ortum declaret, supponit tertio: initio rerum a Deo creatam fuisse materiam quandam extensam, continuam, & indivisam, eamque deinde a Deo in portiones diversas, fere cubicas, divisam fuisse. Quarto: materiae huic duplicem a Deo motum impressum fuisse, & quidem primo, cuivis portioni cubicae, in quas materiam omnem divisam fuisse diximus, motum quempiam circa proprium axem; deinde maioribus portionibus eiusdem materiae circa commune aliquod centrum. Quinto: motu priore cuborum circa se ipsos docet angulos eorundem abrasos fuisse, cubosque hos attritu continuo tandem in globulos minimos superficie laevigatissima commutatos fuisse. Hinc vero elementa tria ortum duxisse asserit: nempe *elementum primum* seu materiam subtilem ex mutuo angulorum attritu, per quem decerptae fuerint particulae stupendae subtilitatis, motuque celerrimo praeditae, quae omnia corporum interstitia subeant, cumque ipsae figura omni determinata careant, figuras tamen omnes recipere aptae sint, atque ab his intervalla minima, quae intra corporum solidorum moleculas oriuntur, exacte repleri, earumque ope spatium omne vacuum ex universo hoc removeri existimat. *Elementum secundum*, seu globulos illos minimos, in quos cubi illi per mutuum attritum, celerrimamque circa se ipsos rotationem abiere, qui sint materia lucis, & ignis; cumque sol, & stellae fixae passim a Philosophis pro corporibus luce propria gaudentibus, maximaque ex parte ignitis habeantur,

tur, corpora haec eiusmodi globulorum congeriem esse docet. *Elementum tertium*, seu particulas crassiores, quae ex memorato illorum cuborum attritu originem ipsae etiam habent. Has vero ponit ramosas, diversaeque figurae ad motum minus aptas; unde ex his terram, aliaque opaca corpora coaluisse existimat. Sexto: ex motu maiorum portionum huius materiae circa commune aliquod centrum ortos fuisse vortices quosdam, quorum medium cum occupent particulae subtilissimae, totidem inde soles, seu stellas ardentes originem duxisse; e crassioribus vero moleculis, in maiores itidem massas coeuntibus, planetas, qui corpora sunt opaca, terrae similia, generatos fuisse.

Quid de eo
Sentien-
dum?

143. Systema hoc non aliam, quam ingeniosae fictionis laudem meretur, neque alia ei fides tribuenda, quam quae solet amoenis Poetarum commentis tribui. Ii certe, qui Cartesianam hanc cosmogoniam primum legunt, audiuntve, facile memoriam recolent elegantissimorum carminum, quibus Naso primum Metamorphoseon librum orditur.

- „ Ante mare, & terras, & quod tegit omnia, coelum
- „ Unus erat toto naturae vultus in orbe,
- „ Quem dixere Chaos, rudis, indigestaque moles,
- „ Nec quidquam nisi pondus iners, congestaque eodem
- „ Non bene iunctarum discordia semina rerum.
- „ Hanc Deus, & melior litem natura diremit.
- „ Nam coelo terras, & terris abscidit undas,
- „ Et liquidum spisso secrevit ab aere coelum.
- „ Quae postquam evolvit, coecoque exemit acervo,
- „ Diffociata locis concordī pace ligavit. „

Scho-

SCHOLIION 1. Systematis huius vix nati errores recensuit P. Rapius; idem lepore ingenioso exagitavit P. Daniel; P. de Chales vero ad rigorosum examen vocavit, falsitatisque aperte convicit.

SCHOLIION 2. Vir doctissimus Christophorus Stay scribens ad fratrem Benedictum, qui, cum primum Cartesianam Philosophiam versibus tradidisset, Newtonianam deinde venustissimo carmine exposuit; quis de systemate Cartesii sensus sibi sit, his verbis exponit: „nossum enim, quam diu a te flagitaverim, ut cum in tradendis illius doctrinae rationibus, quae a Cartesio est instituta, non me, diocrem legentium probationem esses consecutus, eo loco minime confisteres, animumque ad Newtonianam etiam Philosophiam versibus exornandam adiungeres. Tametsi enim superioris operis non inelegantem scribendi rationem, venustatemque satis agnoscerem, desiderabam tamen probatoris disciplinae selectum, ne, cum te ad scribendum contulisses, videreris sententias, secutus esse eiusmodi, quae *musarum* ingenio magis essent accomodatae, quam veritati, iudicioque naturae.”

144. Atomistae veteres *Democritus*, *Leucippus*, aliique, *Epicurus* praecipue universum hoc ex fortuito atomorum concursu coaluisse docebant. Atomos vero vocabant corpuscula minutissima, insectilia, increata, numero infinita, aeterna, vi motrice praedita. Systema hoc & impium, & rationi minime consentaneum (quis enim ex fortuito lapidum concursu regulare uspiam, aut symmetricum aedificium surrexisse vidit) facile perspiciens *Gassendus* Presbyter natione Gallus, emendandum sibi illud sumsit, docuitque 1.) Corpora omnia componi ex atomis a Deo creatis, quoad figuram, molem, & motum inter se distinctis. 2.) Mutationes omnes corporum, & quaecunque in iis notantur phaenomena, ex mechanicis harum atomorum qualitibus, figura nimirum, mole, textura, motu, vel quiete derivanda esse. 3.) Ex coniun-

Systema Atomistarum veterum.

Et Gassendi.

ctione atomorum figuris variis praeditarum in ipsis corporum interstitiis spatia exigua, materia omni vacua, quae vulgo *vacuum disseminatum* appellantur, oriri.

SCHOLIUM. Philosophia his Gassendi principiis innitens, vulgo *Philosophia corpuscularis* vel *mechanica* dicebatur.

*Systema
Newtoni.*

145. *Newtonus* systema Gassendi quoad plura capita amplexus videtur; cuius verba L. 3. Optic. quaest. 31. haec sunt. „Illud mihi videtur simillimum veri, utique Deum Optimum, Maximum in principio rerum materiam ita formasse, ut primigeniae eius particulae, de quibus deinceps oritura esset corporea omnis natura, solidae essent, firmae, durae, impetrabiles, & mobiles, iis magnitudinibus, & figuris, iisque insuper proprietatibus, eoque numero, & quantitate pro ratione spatii, in quo futurum erat, ut moverentur, quo possent ad eos fines, ad quos formatae fuerant, optime deduci. Quae porro particulae primigeniae, quippe plane solidae, longe duriores sunt, quam ulla corpora ex iisdem deinceps cum occultis interiectis meatibus composita; imo tam perfecte durae, ut nec deteri possint unquam, nec comminui; ne adeo ulla in consueto naturae cursu vis sit, quae id in complures partes dividere queat, quod Deus ipse in prima rerum fabricatione unum fecerit. Tamdiu dum particulae illae integrae permanent, poterunt sane per omnia saecula ex iis composita esse corpora eiusdem semper naturae, & texturae: verum si illae deteri, aut comminui possent, iam futurum

„sa-

„sane esset, ut rerum natura, quae ex iis
 „pendet, immutaretur. Aqua, & terra ex
 „particulis imminutis, & detritis, particula-
 „rumque fragminibus compositae, non utique
 „eandem hodie naturam, texturamque habe-
 „rent, ac aqua, & terra in principio ex par-
 „ticulis integris compositae. Quare ut rerum
 „natura possit durare, existimandum est, cor-
 „porum omnium mutationes in variis solummo-
 „do separationibus, novisque coniunctioni-
 „bus, & motibus durabilium illarum particu-
 „rum consistere. Nam corpora composita
 „disrumpuntur non particularum ipsarum soli-
 „darum fractura, sed separatione earum, qua
 „parte eae commissuris inter se iunctae erant,
 „& paucis tantum in punctis se inter se con-
 „tingebant. „

His porro atomis vires quasdam activas
 tribuit Clarissimus idem Author. Ait enim lo-
 co citato: „an non exiguae corporum parti-
 „culae certas habent virtutes, potentias sive
 „vires, quibus per interiectum aliquod inter-
 „vallum agant non modo in radios luminis,
 „ad eos reflectendos, refringendos & inflecten-
 „dos, verum etiam mutuo in se ipsae ad pro-
 „ducenda pleraque phaenomena naturae. „

146. Quod hanc atomorum doctrinam at- *Quid de*
 tinet, illud unum videtur absurdi, quod cum *atomis*
 atomi ponantur figurae, molisque variae, ato- *sentien-*
 mus dari possit, altissimi montis magnitudi- *dum?*
 nem aequans, quae tamen in partes secari ne-
 queat. Qua enim ratione fieri putemus, ut

id, quod partes habet realiter distinctas, in easdem dividi omnino nequeat.

*Systema
Leibnitii.*

147. *Leibnitius* docet, principia corporum esse substantias simplices, partibus, extensione, figura carentes, quibus proinde ea omnia competere, quae enti simplici propria esse in Metaphysica demonstratur; illud praecipue, quod nonnisi per creationem oriri, neque aliter quam per annihilationem destrui queant. Substantias has simplices graeca voce *monades*, seu unitates vocat; cumque vox monas ad omnis generis substantias simplices designandas adhiberi possit, quatuor monadum classes distinguit, in horum classe prima ponit *Deum*, quem vocat *monada originariam, primitivam, increatam*. Ad alteram classem refert *animas humanas*, quibus competit *apperceptio*, id est, reflexio super perceptiones habitas, vel conscientia perceptionis, & distincta repraesentatio. Tertiam classem constituunt *animae brutorum*, quibus claras quidem, sed confusas ideas tribuit. Quarta classis est monadum illarum, quae sunt ultima, & simplicissima corporum elementa. His porro monadibus vires quasdam activas largitur, qua quidem in re consentientes habet Philosophorum hodiernorum plerosque omnes. At vero si de ipso virium genere sermo sit, vix erit, qui *Leibnitio* ad stipulari velit. Docet enim, monades has gaudere vi repraesentativa, atque ipsum hoc universum sibi repraesentare *obscure*, unde illas vocat *viva & perpetua specula huius universi*, ponitque id primum discrimen inter monades has, &

mo-

monades spirituales, quod illis obscura tantum obiectorum perceptio, his vero apperceptio etiam tribuenda sit. His addit: monades has, alteras in alteras physice influere non posse, ne binas quidem esse sibi omni ex parte similes, pollere easdem appetitu, & alia id genus plurima, quae referre longum foret.

148. Systema hoc merito reiicitur; cum *Quid de monadibus sentiendum?* substantiis materialibus id tribuat, quo admisso, genuinum illud, verumque spiritum inter & materiam discrimen (vis cogitandi videlicet) omnino tollitur. Sed sunt, qui censeant Leibnizium ista scribendo, ex animi sensu locutum haud fuisse, sed magis genio suo, eique, quo exarserat, Newtono contradicendi studio indulgisse.

149. Cartesiani quidam recentiores, qui *Systema elementare.* bus & Peripatetici ipso Aristotele duce adstipulabantur, principia corporum docebant esse vulgaria quatuor elementa: aerem videlicet, ignem, aquam, & terram; quibus a nonnullis adiungebantur elementa quinque chemica: mercurius, sive spiritus, sulphur sive oleum, sal, aqua sive phlegma, terra sive caput mortuum. Horum tria priora principia activa, posteriora duo passiva dicebant. Hi porro omnes ita sententiam suam promebant: ex eo res quaelibet censenda est componi, in quod eadem resolvitur; docet vero experientia, corpora omnia huius universi in vulgaria quatuor elementa, vel etiam in quinque illa chemica resolvi: ex iis igitur coaluisse dicenda sunt. Sed neque deerant, qui hunc elementorum

numerum diminutum irent. Thales certe Scholae Jonicae Fundator elementum unicum sufficere existimabat, aquam nimirum, propterea quod omnia fere in fumum, & vaporem dissolvi notentur. Hunc secutus Helmontius opinionem hanc experimentis a se institutis corroborare nitebatur. Parmenides & Heraclitus Ephesius ex igne, Anaximenes vero, & Diogenes Apolloniates ex aere cuncta conflare censebant. Ellerius Academicus Berolinensis duorum rerum omnium principia statuit, aquam videlicet, & ignem: illam pro principio passivo habet, ex quo aer, & terra ortum ducant, hunc pro activo adstruit. Tentamina Elleri digna sunt, quae crebriori repetitione confirmantur. Neque huic sententiae suae obstare existimabant, quod variae corporum species prolatae fuerint, quae in dicta elementa resolvi renuant; id enim asseriebant defectu instrumentorum ad ea resolvenda habilius fieri, neque dubitandum esse, fore, ut repetitis tentaminibus eo denique pertingamus, ut nullum omnino corpus inveniatur, quod in illa elementa sese veluti diffusi tandem non sinat.

*Quid de systemate
elementari
sentien-
dum?*

150. His vero illud unum opponimus: & vulgaria illa quatuor elementa, & ea, quae chemica appellant, totidem corporum species esse, suis praeditas proprietatibus, quorum proinde principia denuo inquirenda sint. Accedit, quod nequaquam experimentis sat certis compertum sit, corpora omnia in elementa illa resolvi.

SCHOLIION I. Neque obstat, quod elementa haec *secundaria*, siue *sensibilia* corporum principia dixerint, quandoquidem ne hac quidem distinctione adhibita, ratio principii in elementis illis reperitur. Quacunque enim ratione elementa haec spectentur, singulares corporum species ea sunt, quorum principia ulterius investiganda veniunt.

SCHOLIION 2. Peripatetici docuere, duo esse corporum omnium principia: *materiam*, seu partem subiecti determinabilem, & *formam*, seu partem subiecti actuosam, a qua materia ad certam corporis speciem determinetur. Haec vero principia, si ut conceptus mentis pure abstractus spectentur, tolerari fortassis possent; si vero inde in naturae cognitionem utilitatis quidpiam derivari posse quispiam existimet, aut eius ope clariorem naturae corporae ideam hauriri, is vero vehementer falli existimandus est.

Systema peripateticum.

ARTICVLVS II.

Quid de principiis corporum sentiendum?

Quae nobis de corporum principiis sententia est, eam propositionibus aliquot complectemur. Quamvis vero ea, quae sequentibus nonnullis propositionibus continentur, ad forum metaphysicum pertineant, ea tamen inde accersenda existimavimus, ut omnis de corporum principiis doctrina sub unum conspectum ponatur.

PROPOSITIO I.

Omnis substantia vi activa praedita est.

151. **D**eum certe, Angelos, mentes item humanas vi activa praeditas esse in confesso est. Illae enim, quas de humanarum mentium activitate Cartesius, & Malebranchius iniecere dubitationes, tam leves sunt, ut

vix refutari mereantur : quis enim intimo sensu non convincitur, se volitionum suarum, cogitationumque causam vere, ac proprie efficientem esse. Quod si vero de substantiis paulo ante nominatis id certum est, quid obstat, quo minus omnibus universim substantiis vis ista activa tribuatur. Aliud certe quidem assignari nequit, quo substantia ab eo, quod substantia non est, recte distinguatur. Ita certe substantiam viventem nonnisi actiones vitales, substantiam vegetantem actiones (si ita loqui licet) vegetativae nobis manifestant; hinc florem, quem radii lucis, ex speculo concavo reflexi, in aere efformant, substantiam esse negamus, propterea quod eum manibus contrectatum haud resistere, id est, in manus non reagere notemus.

SCHOLIUM I. Haec ipsa de substantiarum natura mens fuit Leibnitii, quam his verbis exponit : „*agere est character substantiarum*: hanc agendi virtutem omni substantiae inesse aio, semperque aliquid ex ea activum nasci, adeoque nec ipsam substantiam corporum ab agendo cessare unquam; quod illi non satis percepisse videntur, qui essentiam corporis in sola extensione, vel impenetrabilitate collocaverunt, & corpus omnimode quiescens concipere sibi visi sunt, quod id, quod non agit, quod vi activa caret - - - substantia esse nullo modo possit.,

SCHOLIUM 2. Antonius Genuensis, quantumvis Cartesio in multis addictus, de substantiis haec docet. „Substantiae se penetrare nequeunt: ergo semper earum una extra aliam existat necesse est; hoc autem qui fieri potest, si nulla vi praeditae sint, qua sibi mutuo resistent? - - - praeterea omnis, quae in mundo est, activitas, a substantiis ipsis primigeniis emanare debet. Neque a vero, abludit, quod Leibnitius observavit, nihil esse hunc, quem cernimus, mundum, nisi phaenomenorum congeriem ex monadibus, seu activis incorporeis substantiis emanantium, id quod, quo diutius expenditur, eo ad similitudinem veri magis accedere videtur. Id saltem

„ve-

„verum est, nihil nos de mundo scire, nisi quod activum
 „est, id est, quod quoquo modo in nos agit. Viderunt
 „hoc Democritici, qui earum rerum, quae sunt, nihil nos
 „percipere docuerunt, nisi sensationes, & sensationum
 „vires. „

PROPOSITIO II.

Corpora vi activa praedita sunt.

152. **V**idemus enim corpora motioni suae
 ita resistere, ut vis, quae sufficiens
 foret, massae determinatae loco emovendae,
 massam certa ratione auctam e quiete ad mo-
 tum transferre nequeat, inique hac massa-
 rum emotione ex vi impellentis partem quam-
 piam semper destrui. Videmus etiam corpo-
 ra in motu constituta motum coeptum tanto
 maiore intervallo proseguire, quo minora sunt
 motus obstacula. Corpus item in motu con-
 stitutum alterum, in quod impingit, ad mo-
 tum determinat. Haec porro omnia vis cu-
 iusdam activae argumenta esse, in dubium vo-
 cari haud potest.

SCHOLION. Cartesiani, ut ex metaphysica constat,
 substantiis corporeis vim omnem vere, ac proprie agendi
 eripuerunt, easque effectuum suorum, quos producunt, oc-
 casionales causas tantum esse docuerunt: quae res & sensui
 communi repugnat, & ad absurda quam plurima perducere
 videtur. Dum enim massam lapideam ex alto deciduam
 obstacula quaevis perrumpere videmus, quid quaeso est,
 quod dubitare nos sinat, effectus huius causam efficien-
 tem esse massam illam lapideam ex alto delapsam? Quam
 deinde absurdum illud: dum caedes hominum, incendia
 urbium, spolia innocentium ab impiis perpetrantur, Deum
 esse, cui tanquam causae efficienti actiones omnes illae
 nefandae in acceptis ferendae sint. Mitto plura, quae
 in metaphysicorum libris reperiuntur.

P R O P O S I T I O III.

Vis corporum activa non alia est, quam vis motrix.

153. **N**am 1.) quae numero praecedente recensuimus phaenomena, manifeste indicant, actionem corporum vel productione, vel destructione motus definiri. 2.) Quaecunque corpori accidunt mutationes, aliud non sunt, quam motiones variae, ut in metaphysica docetur; vis ergo easdem efficiens vis motrix est. 3.) Proprietates corporum omnes, & qualitates, per motiones varias, vel conatus ad easdem exponi possunt, ut per decursum totius Physicae patebit. 4.) Virium nobis cognitarum duo tantum sunt genera: vis nempe cogitandi, & vis movendi. Vim porro cogitandi, quae essentialis substantiarum spiritualium character est, substantiis materialibus convenire non posse, in aperto est; superest igitur una vis movendi, sive vis motrix, quae substantiis materialibus tribui possit.

SCHOLIUM I. Neque quispiam hic nobis oggerat, phaenomena ea omnia, ex quibus vim corporum motricem derivamus, ab actione causarum extrinsecarum provenire; quam enim a vero id abhorreat, inferius dicendi locus recurret. Deinde quaero, causae illae extrinsecae an materia sunt, uti materia subtilis, vel aether, aut quidvis his analogum? an quidpiam a materia diversum? Si primum affirmes; tum ita arguo: materia illa subtilis, cuius tu existentiam argumento nullo adstruis, aut vere agit, ut causa efficiens; aut vero occasio duntaxat est effectuum, quos producit, vel rectius producere videtur: si alterum horum asseras, materiam illam gratis in natura existere aio: sin prius, ita urgeo: materia illa, quantumvis subtilis sit, materia tamen esse non desinit, quod si ergo eidem vis vere ac proprie agendi tribui potest, quid est, quod prohibeat aliis quoque materiae partibus, id est, corporibus omnibus ex materia coagmentatis vim eiusmodi largiri.

giri? Quod si quis causas illas extrinsecas quidpiam a materia diversum esse velit, hunc contra primariam philosophandi regulam peccare aio, quae praecipit, *ut ex ideis, quas habemus, ratiocinemur*, neque nova entia comminisca-
mur, quorum ideam nullam efformare possumus.

SCHOLION 2. Corporibus vim motricem tribuendam esse Leibnitius quoque agnovit; haec enim (in actis Lipsien-
sibus ad annum 1698) eius verba habentur. „Atque
„hinc iudicari potest, debere in corporea substantia repe-
„riri *Entelechiam* primam, tanquam *πρωτον δεκτικον* activi-
„vitatis, vim scilicet motricem primitivam, quae praeter
„extensionem, & molem superaddita, semper quidem agit,
„sed tamen varie ex corporum concursu per conatus im-
„petusve modificatur. Atque hoc ipsum substantiale prin-
„cipium est, quod in viventibus anima, in aliis forma
„substantialis appellatur.„ Quae quidem Leibnitii dicta-
parum admodum cohaerent cum vi cogitandi, quam mona-
dibus ab eo tributam fuisse superius (147) dictum est. Ex
his vero rursus confirmatur, Leibnitium suam de monadi-
bus sententiam ingenii ostentandi studio potius protulisse,
quam quod existimaret, rem ita se omnino habere.

SCHOLION 3. Peripatetici, qui Aristotelem in fonte ipso legerant, neque a scholarum turba abripi sese sunt passi, dum formam substantialem inter principia corporum referebant, eius nomine vim quandam vere, ac proprie activam intellexisse censi possunt. Haec certe Cardinalis Ptolemaei, de corporum principiis differentis, mens fuisse videtur. Docet enim, principio creasse Deum coelum, & terram cum reliquis elementis, & corporibus secundum species suas; omnibus deinde creaturis suis benedixisse *benedictione accomoda*: Huiusmodi autem benedictionem fuisse operativam, sicut sunt divinae benedictiones, & per eam inditam fuisse virtutem, & vim omnibus rebus elementaribus, ut multiplicarentur, mutarentur, producerentur nova, vetera abolerentur, &c: atque ex hac benedictione putat doctissimus Cardinalis, ceu virtute quadam seminali rebus omnibus inexistente, oriri corporum naturales mutationes, & vicissitudines, sive deinde substantiales sint, sive accidentales. Illud vero non diffidendum, Aristotelicorum plerosque nuda voce *formae substantialis* contentos ab omni particularium naturae phaenomenorum explicatione abstinuisse; aliquos vero etiam, limites omnes praetergressos, ita activam reddidisse materiam, ut in atheismum non pauci eorum delapsi sint, docentes, *naturam esse Deum*.

P R O P O S I T I O I V.

Corpora sunt entia composita.

154. **S**unt enim (5.) extensa, & divisibilia:
entia igitur composita sunt.

P R O P O S I T I O V.

*In resolutione entis compositi deveniri tandem debet
ad entia simplicia.*

155. **Q**uod si enim ens compositum resolvatur in partes quamcunque stupendae subtilitatis, quamdiu partes illae compositae erunt, ulterius quaestio redibit, quibusnam ex partibus ea coalescant: ratio igitur entis compositi in partibus illis quantumvis exiguis haud continebitur, sed deveniri tandem debet ad entia simplicia, in quorum varia coniugatione ratio entis compositi inveniatur.

SCHOLION. Propositionem hanc exemplo a numeris petito Leibnitiuss illustrat. Quemadmodum enim, ut ratio sufficiens numeri habeatur, ad unitatem tandem deveniri debet, quae ex minoribus numeris haud composita intelligatur, quamque omnis numerus complectatur, ita ratio entis compositi sufficiens non habebitur, quamdiu illud ex aliis minoribus compositis coalescere concipitur; sed deveniendum est denique ad aliquid omni compositione carens, quod Pythagoraei, ac post hos Leibnitiuss monadem dixere.

P R O P O S I T I O V I.

*In resolutione corporum ad entia simplicia tandem
deveniri debet.*

156. **S**unt enim corpora entia composita (154);
at vero in compositorum resolutione
ad

ad entia simplicia deveniri debet (155): ergo etiam in resolutione corporum.

PROPOSITIO VII.

In ente composito nihil est verae activitatis.

157. **E**ssentia entis compositi consistit in modo, quo partes, ex quibus ens compositum confurgit, uniuntur; sed in nullo modo est quidpiam verae activitatis: ergo etiam in essentia entis compositi, ac proinde in ente ipso composito nihil verae activitatis deprehendi poterit.

PROPOSITIO VIII.

Quidquid in corporibus activitatis est, tribui debet entibus illis simplicibus, ex quibus ea coalescunt.

158. Corpora enim entia composita sunt (154); quoniam vero (praec.) in ente composito nihil verae activitatis deprehenditur, activitas corporum entibus illis simplicibus tribuenda est, ex quibus corpora coalescunt.

COR. Cum igitur simplicia illa entia activa sint, substantiae erunt (151).

SCHOLION 1. Dum corpus (1.) diximus substantiam sensibilem, & alibi (6.) substantiam solidam, extensam, divisibilem, mobilem, voce substantiae in sensu vulgari usum. Corpora igitur rectius aggregata substantiarum, quam substantiae dicuntur.

SCHOLION 2. Corpora videntur se habere ad substantias illas simplices, ex quibus coalescunt, eo modo, quo se habet exercitus ad milites singulos, ex quibus componitur. Dum enim dicimus, exercitum una die tantum itineris confecisse, vel vero ad stipendia exercitus tot flo-

flororum millia requiri, aut etiam exercitum tantam ciborum copiam die una absumfisse, facile intelligitur, locutiones has, si recte accipiantur, nonnisi eatenus exercitui convenire, quatenus de militibus, id est, entibus singularibus, ex quibus exercitus conflatur, affirmari ex vero possunt.

P R O P O S I T I O IX.

Principia corporum sunt substantiae simplices vi motrice praeditae.

159. Corpora enim ultimo resolvuntur in entia simplicia (156), quae substantiae sunt (158. Corol.), & quidquid in corporibus activitatis est, substantiis illis simplicibus tribui debet (158); activitas quoque corporum vi motrice definitur (153): his igitur substantiis vis motrix tribuenda est. Corpora igitur resolvuntur ultimo in substantias simplices vi motrice praeditas; hae proinde illorum principia, seu elementa sunt.

Quoniam praeterea omnia ea, quae in corporibus notantur (153.), per motiones varias exponi possunt, sequitur, in substantiis his simplicibus vi motrice praeditis eorum omnium rationem contineri, quae corporibus insunt, id quod superius (151.) ad principii notionem pertinere diximus.

SCHOLION I. Substantias has simplices, ex quibus corpora omnia coalescere asserimus, P. Boscovich *puncta indivisibilia, ac inextensa* appellat.

SCHOLION 2. Puncta haec a Mathematicis, aut Zenois punctis, ex quibus corpora omnia componi veterum quidam existimarunt, vi activa, quam illis tribuendam diximus, discrepant, solamque simplicitatem cum illis communem habent.

ARTICVLVS III. iii

SCHOLIUM 3. Sententia haec nostra de principiis corporum cum Leibnitii monadibus in eo convenit, quod elementa corporum ponamus substantias simplices, quales sunt Leibnitii monades. Vires activae, quas iis tribuimus, ad mentem Newtoni sunt; quanquam & Leibnitium non satis sibi constantem in ea sententia fuisse viderimus (135. Schol. 2.). Rationem, qua puncta haec vim suam motricem exerunt, ex phaenomenis eruit P. Boscovich, & ad unam simplicem naturae legem, quam is *legem virium* appellat, redegit: hanc nos inferius exponemus.

ARTICVLVS III.

Respondetur obiectionibus.

160. **F**undamentum praecipuum huius sententiae, quod nempe in resolutione entium compositorum tandem ad entia simplicia deveniendum sit, expugnandum sibi sumfit Cl. Iusti in Dissertatione, quae praemium retulit in Academia Berolinensi Anno 1747. In hac Dissertatione systema monadicum Leibnitii refutat Cl. Author, eaque occasione, quae de substantiis simplicibus tradidere Wolffius, alique, ad examen vocat.

*Obiectio Cl.
Iusti.*

Argumentum eiusdem praecipuum, quod demonstrationis titulo condecorat, hoc est: ens compositum illud est, quod ex partibus certa ratione iunctis coalescit; sed quod ex partibus coalescit, nequit simul non coalescere ex partibus, vel nequit simul ex eo coalescere, quod non est pars, sive quod rationem partis non habet: igitur ens compositum nequit simul ex *non partibus*, sive ex eiusmodi entibus, quae rationem partis habere nequeunt, coalescere. Sed quod nequit simul coalescere ex *non partibus*, nequit pariter coalescere ex en-

tibus, quae partibus carent: entia igitur composita nequeunt coalescere ex entibus, quae partibus carent; sed entia simplicia partibus carent: nequeunt ergo entia composita ex iisdem coalescere.

Respondeo: concessio primo syllogismo nego 1^{am} subf. min. in qua dicitur, sed quod nequit simul coalescere ex non partibus, nequit pariter coalescere ex entibus, quae partibus carent. Id quidem certum est, fieri non posse, ut ens compositum simul coalescat ex partibus, & simul ex iisdem non coalescat; quod idem non possit simul esse, & non esse. Sed ludit in verbis author, dum ita arguit: sed quod ex partibus coalescit, nequit simul ex non partibus, seu ex iis, quae rationem partis non habent, coalescere. Dum deinde asserit: sed quod nequit simul coalescere ex *non partibus*, nequit etiam componi ex iis, quae partibus carent: supponit ad essentiam partis pertinere, ut ex partibus componatur, sive quod idem est, supponit ens simplex rationem partis habere non posse, neque istud, in quo tamen totius controversiae cardo vertitur, vel levissimo argumento probari adnititur. Patet vero exemplo a numeris petito, unitatem, quamvis ipsa ex unitatibus minime componatur, partem numeri esse posse. Neque illud in dubium quispiam vocarit, militem partem exercitus esse, quamvis ipse ex militibus pluribus compositus dici haud possit.

SCHOLION I. Ut manifestum fiat, me demonstrationem ita dictam authoris huius summa fide exhibuisse, verba eiusdem refero. Ait igitur cit. Dissert. §. 26. *Ich habe noch*

noch eine richtige Demonstration, wodurch dieser erste, und fast einzige Grund der Monaden gänzlich über den Hauffen fällt. Sie begreift gerade das Gegentheil, nämlich folgenden Satz: wo zusammengesetzte Dinge sind, da müssen nicht einfache seyn. Zusammengesetzte Dinge sind nach der eigenen Erklärung des Freyherrn von Wolff aus vielen von einander unterschiedenen, und mit einander verknüpften Theilen bestehende Dinge. Derohalben sind sie aus Theilen bestehende Dinge. Was aus Theilen bestehet, kann nicht zugleich auch aus keinen Theilen bestehen. Dieses axioma ist durch den Satz des Widerspruchs ganz unstreittig, weil eine Sache nicht zugleich seyn, und auch nicht seyn kann. Derowegen können die zusammengesetzte Dinge nicht auch aus keinen Theilen bestehen. Was nicht zugleich auch aus keinen Theilen bestehen kann, kann aus keinen Dingen bestehen, die gar keine Theile haben. Diesemnach können die zusammengesetzte Ding nicht aus Dingen bestehen, die gar keine Theile haben. Die einfachen Dinge, sind Dinge, die gar keine Theile haben. Was nun nicht aus Dingen bestehen kann, die gar keine Theile haben, kann nicht aus einfachen Dingen bestehen. Derohalben können die zusammengesetzten Dinge nicht aus einfachen bestehen. 1c.

SCHOLIION 2. Neque illud movere quempiam debet, quod idem author assertioni nostrae obmouet: exemplum a numeris petatum ex Geometria haustum esse, hanc vero versari circa obiecta *ideal*ia, ac proinde ad Metaphysicam, cuius obiectum *entia realia* sunt, transferri non posse. Sobald man (§. 24.) einen geometrischen Begriff mit einem metaphysischen verbindet, so entstehet daraus allemal ein falscher Schluß. Die Ursach ist ganz offenbahr. Die Geometrie gehet mit eingebildeten Dingen um; da hingegen beschäftigt sich die Metaphysic mit wirklichen Dingen. Wenn man nun die Begriffe von eingebildeten, und wirklichen Dingen unter einen Begriff bringen will, so muß daraus nothwendig allemal ein falscher Schluß entstehen. Man kann nicht laugnen, daß der Begriff des zusammengesetzten hier metaphysisch ist, da man nun den geometrischen Begriff des

einfachen mit demselben verbinden will, so muß der Schluß nothwendig falsch seyn. Aio igitur exemplum a numeris petatum, quamvis ex Geometria haustum sit, ad Metaphysicam, imo & ad Physicam recte transferri, idque ex eo facile colligitur, quod quaecunque in Arithmetica de quantitibus abstractis demonstrantur, de quantitibus quoque, quas vocant, *immersis*, ex vero affirmari possint. Si enim 5 ducta in 6 triginta efficiunt; floreni aut pedes quinque in florenos, aut pedes sex ducti, pariter triginta florenos, pedesve efficient. Et dum in Geometria demonstratur, triangulum ideale angulos duos rectos, sive 180 gradus complecti, id de triangulo reali quoque verum erit, & operationes Geometriae practicae, huic principio innixae, optato semper successu perficientur.

Obiectio petita a divisibilitate in infinitum.

161. Corpora omnia in infinitum dividi possunt: ergo in resolutione corporum ad entia simplicia, sive puncta indivisibilia, & inextensa haud devenitur. Ant. pr. Demonstrante Euclide, & postea Geometris passim, omnibus, solidum quodvis in plana infinita, planum in lineas infinitas dividi potest: ergo cum ea (Schol. praec.), quae Geometrae de obiectis idealibus demonstrant, ad obiecta quoque realia transferri possint, id indicio erit, corporum quoque sectilitatem in infinitum procedere.

R. N. Ant. ad prob. conc. Ant. n. conf. Disparitas est: quod solida, & plana, circa quae Geometrae versantur, continuum sint strictè tale, cuius divisibilitatem in infinitum Geometrae solidissime comprobant. Ostendemus vero inferius, eam, quam in corporibus animadvertimus continuitatem, veram haud esse, sed a nostrorum tantum sensuum hebetudine provenire. Quamobrem argumentum hoc nos quidem haud urget; ii vero, qui corpora sese vere contingere, ac proinde continuum strictè

et tale efficere statuunt, a paritate hac haud ita facile sese expedient.

162. Ratiocinandum est ex ideis, quas habemus; sed ideas punctorum indivisibilium, & inextensorum nullas habemus: ergo puncta eiusmodi pro corporum principiis habenda non sunt.

Ideam puncti haberi non posse.

R. Conc. Mai. N. min. Habemus enim ideam entis compositi, in quo ideam entis simplicis quoque contineri supra (155) probavimus. Verum quidem est, quod *vi imaginandi* eiusmodi punctorum ideam efformare nobis haud possimus; sed quanta sunt in natura universa, quae nostras imaginandi vires exsuperant! quis quaeso hac imaginandi vi ideam sibi efformet minimorum illorum corpusculorum lucis, quorum myriades per foramellum acu in charta efformatum transeunt, seque intersecant, quin in se impingentia directiones, ac celeritates suas immutent? satis est, si *vi intelligendi* ideam punctorum eiusmodi efformare nobis concessum sit.

SCHOLION. Obiectionem hanc egregie diluit P. Bosovich, horumque punctorum indivisibilium, & inextensorum naturam exponit in sua virium theoria N. 132: „ideas „omnes, saltem eas, quae ad materiam pertinent, „per sensus hausimus. Porro sensus nostri nunquam „potuerunt percipere singula elementa, quae nimirum „vires exerunt nimis tenues ad movendas fibras, & propagandum motum ad cerebrum: massis indiguerunt, sive „elementorum aggregatis, quae ipsas impellerent collata „vi. Haec omnia aggregata constabant partibus, quarum „partium extremae, sumtae hinc, & inde, debebant a se „invicem distare per aliquod intervallum, nec ita exiguum. Hinc factum est, ut nullam unquam per sensus „acquirere potuerimus ideam pertinentem ad materiam, „quae simul & extensionem, & partes, ac divisibilitatem

*Idea puncti
negativa.*

*Idea eius-
dem positi-
va.*

„non involverit. Atque idcirco quotiescunque punctum
 „nobis animo sistimus, nisi reflexione utamur, habemus
 „ideam globuli cuiusdam perquam exigui, sed tamen glo-
 „buli rotundi, habentis binas superficies oppositas distin-
 „ctas. Quamobrem ad concipiendum punctum indivisibi-
 „le, & inextensum, non debemus consulere ideas, quas
 „immediate per sensus hausimus; sed eam nobis debemus
 „efformare per reflexionem. Reflexione adhibita, non
 „ita difficulter efformabimus nobis ideam eiusmodi. Nam
 „imprimis ubi & extensionem, & partium compositionem
 „conceperimus; si utramque negemus; iam inextensi, &
 „& indivisibilis ideam quandam nobis comparabimus per
 „negationem illam ipsam eorum, quorum habemus ideam;
 „uti foraminis ideam habemus utique negando existentiam
 „illius materiae, quae deest in loco foraminis. Verum &
 „positivam quandam indivisibilis, & inextensi puncti ideam
 „poterimus comparare nobis ope Geometriae. Concipia-
 „mus planum quoddam prorsus continuum, longum ex gr.
 „pedes duos, atque id ipsum planum concipiamus secari
 „transversum secundum longitudinem ita, ut tamen ite-
 „rum post sectionem coniungantur partes, & sese con-
 „tingant. Sectio illa erit utique limes inter partem dex-
 „teram, & sinistram, longus quidem pedes duos, quanta
 „erat plani longitudo, at latitudinis omnino expertus: nam
 „ab altera parte motu continuo transitur ad alteram, quae,
 „si illa sectio crassitudinem haberet aliquam, non esset
 „priori contigua. Illa sectio est limes secundum crassitu-
 „dinem inextensus, & indivisibilis, cui si occurrat altera
 „sectio transversa eodem pacto indivisibilis, & inextensa,
 „oportebit utique, intersectio utriusque in superficie plani
 „concepti nullam omnino habeat extensionem in partem
 „quamcunque. Id erit punctum penitus indivisibile, &
 „inextensum, quod quidem punctum, translato plano, mo-
 „vebitur, & motu suo lineam describet longam quidem,
 „sed latitudinis expertem. Quo autem melius ipsius indi-
 „visibilis natura concipi possit, quaerat a nobis quispiam,
 „ut aliam faciamus eius planae massae sectionem, quae
 „priori ita sit proxima, ut nihil prorsus inter utramque
 „interfit. Respondebimus sane, id fieri non posse; vel
 „enim inter novam sectionem, & veterem intercedet ali-
 „quid eius materiae, ex qua planum continuum constare
 „concipimus, vel nova sectio congruet penitus cum prae-
 „cedente. En quomodo ideam acquiremus etiam eius
 „naturae indivisibilis illius, & inextensi, ut aliud indivi-
 „sibile & in extensum ipsi proximum sine medio intervallo
 „non admittat, sed vel cum eo congruat, vel aliquod inter-
 „„ val-

„vallum relinquat inter se, & ipsum. Atque hinc pate-
 „bit etiam illud, non posse promoveri planum ipsum ita,
 „ut illa sectio promoveatur tantummodo per spatium lati-
 „tudinis sibi aequalis. Utcunque exiguus fuerit motus,
 „iam ille novus sectionis locus distabit a praecedente per
 „aliquod intervallum, cum sectio sectioni contigua esse
 „non possit. Haec si ad concursum sectionum transferamus,
 „habebimus utique non solum ideam puncti indivisibilis, &
 „inextensi, sed eiusmodi naturae puncti ipsius, ut aliud
 „punctum sibi contiguum habere non possit, sed vel con-
 „gruant, vel aliquo a se invicem intervallo distent. Et
 „hoc pacto sibi & Geometrae ideam puncti indivisibilis,
 „& inextensi facile efformare possunt, quam quidem etiam
 „sibi efformant ita, ut prima Euclidis definitio iam inde
 „incipiat: *punctum est, cuius nulla pars est.* Post huiusmodi
 „ideam acquisitam illud unum intererit inter geometricum
 „punctum, & punctum physicum materiae, quod hoc se-
 „cundum habebit proprietates reales vis inertiae, & vi-
 „rium illarum activarum, quae cogent duo puncta ad se
 „invicem accedere, vel a se invicem recedere; unde fiet,
 „ut ubi satis accesserint ad organa nostrorum sensuum,
 „possint in iis excitare motus, qui propagati ad cere-
 „brum perceptiones ibi eliciant in anima: quo pacto sen-
 „sibilia erunt, adeoque materialia, & realia, non pure
 „imaginaria. „

163. Puncta haec forent usquequaque si- *Obiectio pe-*
 milia; cum enim nec magnitudine, nec figu- *tita a si-*
 ra praedita sint, nihil erit, quo unum ab al- *militudi-*
 tero differat; sed nequeunt dari entia omni *ne pun-*
 ex parte sibi similia: ergo. Minorem probat *ctorum.*
 Leibnitius argumentis pluribus, quibus suum,
 quod vocat, *principium indiscernibilium* propugnat,
 & quidem 1. censet, ex omnimoda similitudi-
 ne duorum entium sequi in Deo foecundissi-
 mo rerum omnium authore defectum quendam,
 & sterilitatem. 2. Nullam fore rationem suf-
 ficientem, cur unum eorum entium suum po-
 tius, quam alterius locum occupet. 3. Nul-
 la unquam deprehendi corpora sensibilia per-
 fecte similia: non tantum inter tot hominum

vultus, verum etiam inter duo quaevis arborum folia, inter binos quosque animalium pilos, si accuratius inspiciantur, denique discrimen aliquot detectum iri.

R. C. M. N. m. ad probationes Leibnitii respondeo, & quidem ad primam: maiorem in Deo argui foecunditatem, si non tantum etiam dissimilia, sed etiam usquequaque similia procreare possit. Ad secundum: rationem cur ens unum alteri perfecte simile hoc potius, quam alio loco existat, esse voluntatem Dei, cuius ratio sufficiens quaeri non debet. Ad tertium: ex iis, quae sensibus nostris subiacent, argumentum duci non posse ad ea, quae sensus fugiunt, patebitque ex inferius dicendis, ex similibus elementorum vi motrice praedictorum coniunctione omnem eam diversitatem oriri posse, quam in corporibus notamus.

Obiectio petita a corporibus, quae sub sensu cadunt.

164. Eo ipso, quod corpora omnia, quae sub sensu cadunt, impenetrabilia sint, recte arguitur, ipsa etiam corporum elementa impenetrabilia esse; cum igitur omnia quoque corpora, quae sub sensu cadunt, extensione, & figura praedita sint, de ipsis quoque corporum principiis idem asserendum erit; quod si ita habeat, haud unquam futurum, ut in corporum resolutione ad entia simplicia deveniatur.

R. Proprietates corporum alias esse *absolutas*, sive eiusmodi, quae nullam ad sensus nostros relationem dicunt, hasque, si in maioribus massis deprehendantur, ad insensibiles quoque partes, nisi ratio positiva oppositum sua-

suadeat, iure transferri. Sunt vero aliae corporum proprietates *comparativae*, five eiusmodi, quae pendent a ratione totius, vel aggregati: hae porro ad insensibiles etiam corporum partes traduci nequeunt. Ita impenetrabilitas proprietas est corporum absoluta, a nulla totius, vel aggregati, vel multitudinis ratione dependens; haec igitur quibusvis corporum partibus recte tribuitur: at vero esse extensum, figuratum, esse sensibile, cum corpori nonnisi sub certa ratione (quatenus nempe in sensus nostros agere aptum est) considerato conveniat, ipsis corporum elementis tribui nullo iure potest.

165. Contra secundam, tertiamque superioris articuli propositionem sunt, qui obiiciant: 1.) in idea corporis nihil contineri, quod virium activarum ideam in nobis excitet. 2.) Vim motricem esse substantiae viventis indicium; hac igitur corporibus tributa, ea substantiis viventibus accenseri, quod utique absurdum merito habetur.

Quod primum attinet, fatemur equidem, in idea corporis, si ea a priori examinetur, nihil omnino relucere, quod vis motricis notionem in nobis excitet; sed neque impenetrabilitatis notio in idea corporis a priori considerata a quoquam deprehensa fuit; quod tamen minime obstare censetur, quo minus eam corporibus universis tribuere liceat: satis igitur fuerit, si a posteriori inferri possit, vim hanc corporibus convenire, cum nempe phae-

nomena complura sint, quae, negata corporibus vi motrice, explicatum omnino nullum habent. Ita quoque vim cogitandi substantiis spiritualibus non alia de causa tribuimus, quam quod sensus intimus, id est, experientia propria nobis testatum faciat, mentes nostras, quas substantiis spiritualibus accensemus, hac vi instructas esse. Quod alterum attinet, Philosophorum omnium consensu idea vitae obscurissima est. Unde factum existimamus, ut veteres in ea plurimum hallucinati fuerint. Probat id satis erronea eorundem de anima *sensitiva & vegetativa* opinio. Plantis illi certe vitam tribuere; & si quidem respiratio, circulatio sanguinis, motus membrorum quilibet pro vitae indicio habeantur, non erit sane, cur plantis vitam denegemus, in quibus complura priorum analogae naturae scrutatores deprehendunt. Censemus igitur, ea proprie vivere, quae motibus spontaneis ita gaudent, ut in iisdem circumstantiis diverso modo agere possint. Quales motus cum corporibus minime largiamur, ea a ratione viventium fat magno intervallo removemus.

*Quaenam
proprie
vivant?*

A R T I C V L V S IV.

Qua ratione, quibusque legibus vis corporum motrix sese exerat.

Corporibus (153), vel rectius substantiis illis simplicibus, ex quibus ea coalescunt, vim motricem tribuendam esse, ex superioribus constat. Illud iam indagandum erit, qua-

ratione, quibusve legibus motricem hanc vim substantiae illae simplices, & quae ex earum varia coniugatione nascuntur corpora, exerant.

PROPOSITIO I.

*Modus, quo substantiae materiales motum produ-
cunt, ignotus omnino est.*

166. Ignoramus enim intimas rerum essen-
tias: quae ignoratio efficit, ut neque modi illius, quo activas suas vires eae exerunt, ideam efformare possimus.

SCHOLION. Neque tamen inde quispiam arguat: vim ipsam agendi substantiis materialibus denegandam esse propterea, quod ignotus nobis sit modus, quo vim istam substantiae illae exerunt. Nisi forte & menti nostrae vim cogitandi quis ereptum eat eam ob rem, quod ipse quoque modus, quo suas sive volitiones, sive cognitiones mens nostra elicit, supra omnem captum nostrum quam longissime positus sit.

PROPOSITIO II.

*Substantiae materiales vi motrice sibi indita movent
se ipsas, sive motum in se ipsis producant.*

167. Sunt enim vi motrice praeditae (135);
Effectus porro vis motricis alter cogitari nequit, quam productio motus; produ-
ducunt ergo motum in se ipsis, sive se ipsas movent, eo prorsus pacto, quo mens, quae vi cogitandi praedita est, volitiones, cogitationesque suas in se ipsa elicit.

SCHOLION I. Illud vero inter substantias spirituales & materiales discriminis esse censemus, quod illae volitiones suas, cogitationesque ex determinatione, & electione propria efficiant, substantiae vero materiales ad producendas in se motiones necessitate naturae suae determinatae sint.

SCHOLIUM 2. Vis universim a Philosophis ita concipitur, ut ex ea continuo intelligatur actio sequi, quamprimum ea in agente (non libero) ponitur, & abest impedimentum: cum igitur corporibus tribuenda sit vis motrix (153), motusque aliud non sit, quam mutatio loci (27); in corporibus erit continuus conatus mutandi loci.

P R O P O S I T I O III.

Debent tamen tum quoad directionem, tum quoad celeritatem determinari ab aliis.

168. **E**st motus continua mutatio loci (27), in qua duo praecipue spectari debent: directio mobilis, & celeritas, quam etiam liceat *intensionem* motus dicere: nequeunt vero corpora directionem hanc prae alia, aut hanc prae illa intensionem motus eligere; determinari ergo ab aliis debent tum ad certam directionem, tum ad certam intensionem motus.

SCHOLIUM 1. Vim efficiendi motum subiecto alicui inesse posse, ita, ut ab alio determinari debeat ad eas, quas nominavimus, motus affectiones, exemplo eiusmodi ostendi potest. Adstet machinae certo artificio compositae homo rudis, eiusque artificii, quo partes, e quibus machina haec confurgit, inter se iunctae sunt, ignarus, qui tamen insigni brachiorum robore polleat. Is quidem vi sibi indita brachia sua, earumque ope machinam ipsam commovere poterit; attamen ab adstante machinae architecto determinari debebit tum ad directiones varias, tum ad intensionem, sive celeritatem, qua brachia sua, eorumque ope ipsam machinam ad finem ab architecto intentum concitet.

SCHOLIUM 2. Propositionem hanc alii ex eo probant, quod corpus omni motioni suae resistat; quoniam vero inferius ostensuri sumus, resistantiam hanc apparentem tantum esse, ab hoc probationis genere abstinendum nobis esse existimavimus.

Quae causa motus inchoati? SCHOLIUM 3. Hinc iam intelligitur, quaenam dicenda sit causa motus inchoati: est nempe ea vis ipsa corporum motrix, quae ad habendam certam directionem, & intensionem a corporibus aliis vario modo determinatur.

Est

Est etenim corpus omne necessitate suae naturae determinatum ad motum, movebiturque, si obstacula sublata intelligantur.

SCHOLION 4. Causa quoque motus continuati non alia est, quam vis eadem. Quamobrem si obstacula sublata intelligantur, corpus, quod semel moveri coepit, directione eadem & celeritate moveri perpetuo perget. Si dicas: corpus, quod moveri coepit, in motu perseveraturum, etiam si vi nulla praeditum intelligatur, propterea quod se ipsum ad mutandum statum determinare nequeat. Respondeo, continuationem motus esse continuam motus, id est, effectus positivi productionem, quae propterea causam constanter applicatam, iugiterque agentem deponat, quam nos dicimus esse vim ipsam motricem corporibus inditam. Quae causa motus continuati?

SCHOLION 5. Causam motus inchoati Peripatetici docuerunt esse *impetum*, id est, vim a movente potentia impressam mobili, realiter tum a movente, tum a mobili distinctam, atque ab utroque separabilem. Quod si iam quae-
ras, quid sit is impetus, & cum existere seorsim queat, an corpus sit, an spiritus, an substantia quaevis ab his diversa, responsi omnino nihil feres.

SCHOLION 6. Causam motus continuati putarunt nonnulli esse aerem ad tergum corporum, quae in eo moventur, resluentem, eaque urgentem. Sed haec opinio sustineri nequit: nam 1. dum rota celerrime circa axem volvitur, aer recurrens locum nullum habet. 2. Corpora in vacuo Boyleano motum pariter continuant, quin & maiori temporis intervallo moveri pergunt, quam in aere libero. 3. Aer anterior a corpore moto compressus tantundem resistit, quantum posterior corpus urget. 4. Aer rectius pro obstaculo motus habetur, cum, ut supra vidimus, is in causa sit, quod pendulorum oscillationes continenter diminuantur, ac tandem penitus cessent.

SCHOLION 7. Ex his denique intelligitur, corpora movere se virtute, & efficacia propria, ita tamen, ut ab aliis extra se positis determinentur ad habendam certam directionem, & celeritatem. Dici item possunt movere alia corpora, quatenus eadem ad habendam certam directionem, & celeritatem determinant.

SCHOLION 8. Has itaque corporum determinationes, actiones eorundem in se invicem appellabimus.

P R O P O S I T I O IV.

Actiones corporum in se mutuae sunt.

169. **C**um enim vis corporum tanquam entium compositorum tribuenda sit uni-
ce substantiis illis simplicibus, ex quibus ea
coalescunt, substantiae illae, sive puncta in-
divisibilia, & inextensa vi illa praedita sunt:
possunt igitur movere se ipsa efficacia propria,
possunt item puncta alia extra se posita ad va-
rias motuum directiones, & celeritates haben-
das determinare. Quod si igitur concipiuntur
puncta eiusmodi duo A, & B *, si punctum
A determinat punctum B distans a se inter-
vallo AB ad habendam quamvis directionem,
& celeritatem; punctum B, quod eiusdem cum
puncto A naturae est, punctum A ad similem
directionem & celeritatem habendam determi-
nabit; erit igitur actio horum punctorum, ac
proinde etiam corporum, quae ex iis constan-
tur, mutua.

* Fig. 65

* Fig. 66

SCHOLION. Quodsi ergo iam sint corpora duo A & B *,
quorum mutua in se invicem actio consideretur, videndum
erit, quatenam in singulis punctis massae A determinatio-
nes oriantur ex singulis punctis massae B, & vicissim quae-
nam in singulis punctis massae B oriantur determinationes
ex actionibus singulorum punctorum massae A.

P R O P O S I T I O V.

*Ad mutuas has corporum in se invicem actiones nulla
est necessitas contiguitatis.*

170. **C**ontiguitas aliud non est, quam deter-
minatus quidam duorum corporum
coexistendi modus; sed nullus determinatus
coexistendi modus ad agendum necessarius est:
ergo.

SCHOLION 1. Propositione hac illud unum evincere intendimus, *actionem in distans*, quam vocant, nihil habere repugnantiae. Haudquaquam proinde contendimus, ad mutuam duorum corporum in se invicem actionem necessarium esse, ut ea certis a se intervallis removeantur: utrum vero horum in natura obtineat, e phaenomenis eruere conabimur.

SCHOLION 2. Peripatetici contactum corporum ad agendum necessarium esse iudicarunt propterea, quod censerent, a corpore impingente impetum produci debere in corpore sive quiescente, sive lentius praecedente: quicum ex eorum mente e corpore uno in alterum transfiret, neque (utpote *accidens*) sine subiecto existere posset, corpora in se agentia vel immediate, vel saltem mediante alio corpore, in quo velut fulcro, sive sustentaculo impetus ille reciperetur, contingere sese debere pro indubitato habebant.

SCHOLION 3. Dum corpora in se invicem agentia sese contingunt, ea dicuntur agere per impactum; dum vero certis intervallis seiunguntur, seseque mutuo ad habendas directiones varias, celeritatesque determinant, dicuntur agere per *attractionem*, siquidem ad mutuos sese accessus, per *repulsionem* vero, si ad mutuos a se invicem recessus sese determinent.

SCHOLION 4. Vocibus *attractionis*, & *repulsionis* abstinere facile potuissimus: quod enim vulgo *attractionem* vocant, dicere licuisset vim corporum motricem efficientem accessum duorum corporum ad se invicem, & quod *repulsionis* nomine insigniunt, vim corporum motricem efficientem duorum corporum recessum a se invicem. Quod si quidem eos, quorum aures his vocibus offendi novimus, rationum momentis potius, quam praeconceptis animo opinionibus duci vidissemus, aut vero omissis vocibus istis eosdem in utilissimam hanc scientiam inclinandos iudicassimus, ipso opere id fuisset praestituri; nunc vero satis habuimus, aperte docere, quid harum vocum nomine apud Physicos recentiores veniat.

PROPOSITIO VI.

Corpora intervallis quibusdam disiuncta in se invicem reipsa agunt.

171. **P**robatur argumento ex motu astrorum
petito. Constat nimirum ex Astro-
no-

nomorum observationibus, planetas primarios circa solem, secundarios vero circa primarios in lineis curvis in se ipsas redeuntibus revolvi. Demonstratum vero est (124, & 128 Corol.), corpus, quod circa punctum aliquod describit lineam curvam in se ipsam redeuntem, vi duplici urgeri, quarum una constanter tendat versus punctum illud, circa quod corpus illud revolvitur. Planetae igitur primarii constanter in solem, secundarii vero in primarios tendunt; cumque omnis corporum in se invicem actio mutua sit (170), sequitur solem quoque in primarios, hos vero in secundarios tendere, id est, primarios in solem, secundarios vero in primarios, hosque vicissim in illos agere. Esse porro veram hanc, & positivam actionem, dubitari haud potest, quandoquidem effectus positivos, motum nempe primariorum circa solem, secundariorum vero circa primarios efficit.

SCHOLIUM. Causam motus astrorum aliam esse non posse, quam virium binarum debitam coniugationem, inferius ostendetur.

P R O P O S I T I O VII.

Corpora certis intervallis disiuncta ita in se agunt, ut se ad mutuum accessum determinent, seu datur vis attractiva.

172. **P**atet ex probatione propositionis praecedentis, ex qua constat, planetas primarios ad solem perpetuo accedere niti, & cum moveantur (quod in Astronomia ostendetur) in ellipsis, in quarum foco sol existit, reipsa etiam nonnunquam ad eum accedunt. Idem di-

dicendum est de planetis secundariis respectu primariorum. Accedunt phaenomena corporum gravium terrestrium: videmus enim, corpora omnia in superficie terrae posita ad eandem, si obstaculum absit, accedere, positoque obstaculo nisum accedendi ita exerere, ut si ea sat valida non sint, a corporibus gravibus etiam perrumpantur. Haec porro corporum gravium phaenomena ab impulsu externi cuiusvis corporis haberi non posse, suo loco docebitur.

PROPOSITIO VIII.

Corpora etiam ad mutuum recessum se determinant, seu datur vis repulsiva.

173. **P**robatur ex natura corporum elasticorum tam solidorum, quam fluidorum, e quorum phaenomenis colligitur, dari in corporibus conatum quendam a se invicem recedendi. Exemplum praebeat lamella elastica, quae, si inflectatur, cessante vi inflectente pristinam illico iterum figuram resumit: moleculae igitur ex parte concava per lamellae inflexionem propiores effectae, nisum acquirunt a se recedendi, quem exerunt in potentiam inflectentem, cuius actio si cesset, effectus consequitur, restitutio nempe figurae prioris. In fluidis item elasticis (aere praecipue) nisus perpetuus molecularum, ex quibus ea fluida constant, a se invicem recedendi notatur, cuius termini haecenus inveniri haud potuere.

SCHOLIUM. Horum phaenomenorum consideratio efficit, ut Physici nonnulli censerent, vim repulsivam igni saltem tribuendam esse. At vero cur certae materiae portio-

tionem vires quaspiam largiamur, quas residuae materiae parti denegemus? praecipue cum in corporum resolutione ad entia simplicia, similia, iisdem proinde viribus affecta deveniendum sit.

P R O P O S I T I O IX.

Diversae istae corporum in se actiones, sive ad accessum, recessumve determinationes a variis corporum a se distantibus dependent.

174. **D**ocent enim phaenomena, corpora pro varia a se invicem distantia ad se iam accedere, iam etiam a se recedere, neque aliud assignari, vel cogitari potest, a quo mutationes hae dependeant.

*Sententia
Scarellae
de princi-
piis corpo-
rum.*

SCHOLIUM. Cl. Scarella censet, corpora resolvi in moleculas, quarum aliae vi attractiva, aliae repulsiva praeditae sint: postquam enim diversitatem cohaesionis, quae inter corpora notatur, in communi attractionis sententia non adeo facile exponi docuisset, addit: (Phys. Gen. L. 2. §. 504.) quae & alia similia facillime explicantur, si in corporibus admittamus alias particulas attrahentes, alias repellentes ponamus. Ex eo enim, quod haec aut maiori numero particularum se attrahentium, & minori se repellentium consent, aut vice versa, facillime intelligemus, cur aut maiori vi, aut minori coalescant. Verum sententia haec simplicitati naturae minus congruere videtur; cum enim in resolutione corporum ad puncta indivisibilia & inextensa denique deveniendum sit, puncta haec, in quibus nulla discriminis ratio apparet, viribus quoque iisdem praedita esse censemus.

P R O P O S I T I O X.

Mutuae hae corporum pro varia distantiarum ratione in se actiones iuxta certas quaspiam, & immutabiles leges peraguntur.

175. **H**oc certe ordo universi exigit, qui ab omni inde aevo, quantum sive nostra memoria recolere, sive ex monumentis re-

retro lapforum faeculorum eruere possumus, immutatus perstitit. Astrorum certe motus iisdem legibus, eoque ordine peraguntur, quo ab omni inde aevo peracti sunt. Id sane nisi ita haberet, haudquaquam praedici in annos futuros eorundem loca, situsque mutui, & quae ex his dependent, phaenomena ita possent, ut eventus praedictioni ea accuratione respondeat, quam humani ingenii limites permittunt. Deinde dierum, noctiumque vicissitudines, variae anni tempestatum successiones eadem sunt, quae aliquando fuere. Neque novae animalium, plantarumve species eduntur; quaeque variis corporum speciebus aliquando notatae sunt inesse proprietates, iis adhucdum insunt: magnes ferrum ad se allicit, ignis corpora expandit, aurum in subtilissima fila diduci potest, quae omnia a priscis inde saeculis in corporibus his notata fuerunt. Ex his vero recte conficitur, omnes substantiarum corporearum mutationes, id est, motiones, certis quibusdam legibus, pulcherrimoque ac immutabili ordine peragi.

SCHOLION 1. Exiguæ illae mutationes, quas in motu astrorum deprehendere nonnulli sibi visi sunt, ex ipsis his universalibus legibus, iuxta quas corporum omnium motus peraguntur, consequi suo loco patebit. Quamobrem minime assentior Newtono, quem in ea fuisse sententia constat, ut censeret, universum hoc reparatrice Conditoris sui manu perpetuo egere; hoc enim infinitam conditoris universi huius sapientiam minime commendare existimo.

SCHOLION 2. Audiendi igitur minime sunt, qui naturam languescere, perpetuoque deficere queruntur.

SCHOLION 3. Quod si rem a priori consideremus, veritas propositionis praesentis uberius elucescit: cum enim

universum hoc neque a se ipso, neque ex fortuito átomo-
rum concursu ortum habere possit, deveniendum denique
est ad sapientissimum quendam eiusdem authorem, cuius
sapientiae quam maxime conforme est, ut omnia huius
universi phaenomena ordine certo, ac immutabili iuxta
fines ab eodem libere intentos sibi succedant.

Quid leges naturae? SCHOLION 4. Leges has universales, iuxta quas muta-
tiones omnes substantiarum materialium, ex quibus phaе-
nomena universi huius dependent, peraguntur, *leges natu-
rae* vocamus. Harum author alius esse nequit, quam
ipse naturae universae Conditor Deus, qui eas libere tul-
lit, aptasque ad finem, quem sibi in condendo universo
hoc praestituit.

SCHOLION 5. Illud quoque sedulo notandum, in his
omnibus solam corporum in se mutuo actionem considera-
ri, nulla ratione habita motuum liberorum, quos substan-
tiae spirituales producant, quibus tamen motus illos,
qui a dictis naturae legibus dependent, propter actionis,
& reactionis aequalitatem nihil quidquam turbari existi-
mamus.

SCHOLION 6. Cum itaque mutationes substantiarum ma-
terialium, quas per mutationes motuum, id est, directio-
num, & celeritatum peragi diximus, a variis corporum
distantiis dependeant, illud iam praecipuum Physici mu-
nus est, ut ex diligenti phaenomenorum consideratione
eruat, quam ratione pro diversitate distantiarum cor-
porum motorum directiones, & celeritates immutentur.

P R O P O S I T I O X I.

*Corpora in minimis distantii sese ad recessum deter-
minant, sive in minimis corporum distantii ad-
mittenda est vis repulsiva.*

176. **P**robatur 1. Corpora omnia impenetra-
bilia sunt, id est, ex eodem sese lo-
co excludunt; est igitur in corporibus, dum
ea ad minimas distantias deveniunt, vis quae-
dam, qua se mutuo ab ulteriore accessu prohi-
beant, quae intelligi nequit absque conatu a
se invicem mutuo recedendi: in minimis igitur
his distantii admittenda est vis repulsiva.

Pro-

Probatur 2. Corpora omnia perquam rara, porisque plurimis pertusa sunt, neque adhuc inventa est portio materiae utcunque exigua perfecte solida. Videtur igitur esse in corporibus vis aliqua, quae exiguas moleculas ab ulteriore accessu, veraque per immediatum contactum coniunctione arceat, quae utique vis est repulsiva.

Probatur 3. Corpora resolvuntur in substantias simplices (159), ex his vero sese contingentibus massa sensibilis oriri nequit: cum enim partibus, & extensione careant, si punctum A tangat punctum B, totum punctum A totum B continget, nihilque erit puncti A, quod non sit ibi, ubi punctum B existit; compenetrata igitur erunt, ac proinde extensum sensibile haud constituent: oportet igitur, vis quaeque ad sit, quae puncta ad minimas distantias delata ab ulteriore accessu arceat, quae utique vis repulsiva est. Idem vero etiam in corporibus, quae ex punctis his coalescunt, evenire debere manifestum est.

Probatur 4. contra Newtonianos, qui, cum vim repulsivam in natura locum habere negent, solam admittunt vim attractivam in ratione quavis inversa duplicata distantiarum crescentem. Admissa enim eiusmodi vi, in contactu immediato, ubi distantia foret nulla, sive infinite parva, vis ista foret infinite magna: censent autem communiter Philosophi, solidisque argumentis comprobatur P. Boscovich, nullam existere in natura quantitatem, quae sit in se infinita, aut infinite parva. Quod si vis at-

tractiva in altiore quavis, quam inversa simplice distantiarum ratione crescat, absurda alia ex admissa in distantiiis minimis vi attractiva consequi ostendit supra nominatus P. Boscovich (Theor. suppl. §. 4.)

Quid contactus mathematicus?

COR. 1. Nullus igitur est corporum contactus mathematicus, seu stricte talis, qui tum habetur, cum duo corpora ita contigua sunt, ut inter ea non modo nihil interponatur, sed ne quidem interponi possit. Erit tamen contactus physicus, sive apparens, consistens in eo, quod duo corpora ita sint propinqua, ut inter ea nihil interponi posse videatur, quamvis reipsa intercedere quidpiam possit.

Quid physicus?

COR. 2. Variæ possunt esse corporum distantiae, quas ob organorum imperfectionem pro physico corporum contactu habemus. Ita certe diversa corporum solidorum specifica gravitas nos convincit, moleculas eorum, quæ specificè graviores sunt, minus a se distare, quam eorum, quæ specificè sunt leviores. At nostrorum sensuum iudicio omnes eae moleculæ sese contingunt, sive continuum extensum formant.

SCHOLIUM. Probationis nostræ secundæ vis nequaquam infringitur dicendo: raritatem corporum ex eo ortum habere, quod, cum moleculæ minimæ, ex quibus corpora componuntur, diversis figuris præditæ sint, ex earum coniunctione intervalla plurima, sive pori oriri debeant. Ut enim hoc lubentes demus, illud tamen quaerere liceat, quamobrem factum sit, ut in tanta figurarum diversitate nunquam eius generis moleculæ coniunctæ sunt, ex quarum compositione massa corporea quantumvis exigua perfecte solida consurrexerit.

P R O P O S I T I O XII.

Vis hæc repulsiva agit in ratione quapiam inversa earundem distantiarum, ita ut distantiiis in infinitum diminutis, vis ista in infinitum excreseat.

177. Quoniam enim corpora ad contactum mutuum pervenire nequeunt (praec.), vis aliqua praesto esse debet, quæ contactum omnem

omnem impediat, ac proinde par sit extinguendae celeritati cuiusvis finitae, qua corpus unum in alterum impingere queat. Quoniam vero, quo maior est celeritas corporis incurrentis, eo propius illud ad corpus quiescens, vel lentius praecedens accessurum est, vim hanc distantis imminutis crescere, atque adeo in distantiarum harum ratione aliqua inversa agere oportet.

SCHOLION. Hanc corporum in distantis minimis repulsivam vim *ex lege continuitatis* P. Boscovich derivat. Consistit vero lex continuitatis in eo, quod omnes mutationes statuum fiant successive, id est, transeundo per omnes status intermedios, quorum si aliqui, vel unus etiam ommitteretur, mutatio status *per saltum* fieri diceretur. Postquam igitur legem continuitatis in natura existere, argumento ab inductione potissimum petito peculiari dissertatione ostendisset, id iam probandum sibi sumit, si corpora ad contactum stricte talem perveniant, legem hanc omnino violatum iri: nimirum si globus A celeritate 6 graduum impingat in globum B aequalis massae quiescentem, fore, ut globi incurrentis A celeritas per saltum mutetur, isque e 6 gradibus celeritatis transeat ad 3, non habitis antea 5, & 4 celeritatis gradibus; pariter globum quiescentem 3 celeritatis gradus obtenturum, quin ante unum, & duos habuerit. Hoc certe nisi fiat, eventurum, ut globus incurrens A eodem tempore diversos celeritatis gradus habeat, vel cum quiescente globo B compenetretur; quorum neutrum cum admitti possit, dicendum potius esse, globum A haud unquam contingere globum B, sed ubi ad minimas distantias deventum fuerit, vi repulsiva globi quiescentis celeritatem incurrentis per gradus extinguere; parique modo vi repulsiva globi incurrentis gradus, singulos celeritatis in globo quiescente produci.

*Quid lex
continui-
tatis?*

P R O P O S I T I O XIII.

Auctis aliquantum distantis, repulsiōi succedit attractio, quam rursus excipit repulsiō, viresque in distantis non quidem omnium minimis, ita tamen exiguis, ut sub sensus vix cadant, per vices plures alternant.

178. **V**im repulsivam, cui in minimis corporum distantis locum esse, superiore propositione ostendimus, nonnisi ad perexiguas distantias sese extendere, facile nobis persuadent phaenomena cohaesionis, corporum tam solidorum, quam fluidorum, ex quibus recte deducitur, vim illam repulsivam auctis distantis decrefcere, ac demum in distantia aliqua omnino evanescere, ac in vim attractivam migrare, quam nobis resistentia illa, quam corpora cohaerentia suarum partium divulsiōi opponunt, indicat. Sint enim fluidi cuiusvis partes exiguae in alio fluido, cui non facile commiscantur, dispersae: quod si eae ad exiguas a se invicem distantias perveniant, se mutuo attrahent, & in guttas sphaericas coniungentur. Id certe evenire notamus in particulis aquae, olei, mercurii aeri innatantibus, aut per eum delabentibus; item in particulis aeris aquae immixtis, uti etiam in particulis oleosis per aquam dispersis. Sint enim particulae fluidi eiusmodi quaelibet in hoc vel simili situ, *a, b, c, d, e, f, g, h* * in diversis etiam planis positae; dum *a* accedit ad *b*, & *c*, eodem tempore ad has quoque accedet particula *e*, quacum simul unientur particulae *f, g, & h*: in unam igitur massam coalescent, quae
non

* Fig. 67

non ante quiescet, quam virium eiusmodi attractricium aequilibrium obtentum fuerit, quod tum eveniet, cum partes extremae undique aequaliter a media remotae fuerint, sive dum massa figuram sphaericam induerit. Hanc vero particularum fluidi in figuram sphaericam coniunctionem a pressione fluidi, cui immerguntur, haud provenire, vel ex eo liquet, quod pressio fluidi in ampliora latera *ab, cd** *Fig. 68* maior sit, quam in latera minora *ac, bd*, quamobrem ex pressione fluidi complanatio potius, & figura oblonga, quam sphaerica oritura videtur. Accedit, quod particulae aquae in spatiis etiam ab aere vacuis in guttulas sphaericas coalescant.

Pari ratione guttae duae eiusdem fluidi *A, B**, si insistant plano laevigato, a quo parum attrahuntur, cum ad exiguas distantias perveniunt, celerrime ad se accedunt, & in guttam unam maiorem *C* uniuntur. Quod si vero insistant plano, a quo ipsae quoque maiore vi attrahuntur, tum satis vicinae effectae, coniunguntur quoque, sed minus perfecte figuram oblongam *AD** efformantes, collo in medio angustiore *BCEF*. *Fig. 69*

Haec quidem vi repulsivae in distantis minimis vim attractivam auctis aliquantum distantis succedere comprobant, cuius actio ad aliquod iterum quantumvis perquam exiguum intervallum pertinet, cum constet, guttulas eiusmodi figuram sphaericam retinere, etiam si leni calore molecule minimae, ex quibus eae componuntur, a se aliquantum remotae

fuerint: at vero attractioni huic repulsionem denuo succedere exinde liquet, quod eaedem particulae aquae vehementiori ignis actione in vapores conversae vim nanciscantur expansivam adeo magnam, ut obstacula quaevis, quibus forte constrictae tenentur, perrumpant: aereae item molecule, quamprimum maiore numero copulantur, & in maiores massulas concrefcunt, vim produnt elasticam, qua in maius se volumen expandunt, & ita ex aqua, aliisque fluidis, quibus immixtae fuerunt, erumpunt.

Easdem virium alternationes produnt effervescentiae, & fermentationes variae, in quibus frequentissimos minimarum particularum ad se accessus, recessusve cum diversis velocitatum gradibus notamus: ex quibus colligitur, ex viribus attrahentibus ad repellentes, atque ex his ad illas per vices complures transitum factum fuisse. Idem evincunt phaenomena corporum mollium, quae comprimi diversis modis, & in figuras varias inflecti se sinunt, quin partium cohaesio tollatur. Cum enim parte anteriore adducta, posteriores eandem sequantur, eaque propulsa, illae recedant, id indicio est, particulas corporum mollium, mutata licet aliquantum earum a reliquis distantia, per vices plures ab iisdem iam attrahi, iam repelli.

SCHOLION I. Cl. Muschenbroek fluida diversi generis corporibus solidis pondere, densitate, partium textura plurimum differentibus imposuit, variaeque guttarum inde nascentium phaenomena adnotavit, de quibus haec habet (Introd. ad Phil. Nat. §. MXVIII.) „si fluida frigida exiguis, discretisque portionibus in solidi, frigidique corporis mundam, planamque superficiem effundantur

„dantur, etiam in guttas globosas corrotundantur: pon-
 „dere autem suo deorsum nituntur, & inferius a plano su-
 „stentantur; ideo a parte inferiori applanantur, superiori
 „persistente rotunda, ac si sphaerae segmentum forent: ac-
 „cedit hic plani excipientis vis trahens, quae guttam
 „quoque deorsum urget; hoc modo inferior planities
 „augetur: quo igitur plani, in quo gutta iacet, minor
 „trahens vis fuerit, eo gutta pilae similior erit: si ex te-
 „nui fistula vitrea aqua lente effluat in superficiem ferri
 „politi, guttam diametri unius lineae formatura, guttae
 „figura vix ab hemisphaerio differet: eadem aquae copia
 „in ebore excepta est segmentum minus hemisphaerio;
 „parum minor est gibbositas in ligno Guaiaco & buxco:
 „minor adhuc gibbositas in ligno Granadillae, & nucis:
 „minor adhuc est in mercurii superficie; minima in spe-
 „culo vitreo, in quo late diffuens, segmentum amplo-
 „ris pilae paruum refert: aqueae autem guttae frondium
 „lanugini insistentes in parvos, & fere perfectos globan-
 „tur orbes, quales roris in plantis cernuntur guttae. Ef-
 „fusae etiam guttae liquorum aqueorum in ferrum cali-
 „dum in globos corrotundantur salientes in ferro, id vix
 „attingentes, donec penitus sint dissipatae in vapores.
 „Sed guttarum aquearum rotunditates differunt in variis
 „positarum corporibus firmis, prout horum vires attra-
 „hentes differunt, quae tantum ex singularibus experi-
 „mentis eruuntur. Huiusmodi experimenta capi possunt
 „in omni genere fluidi, quod in omnibus corporibus fir-
 „mis pinguibus, & macris, fluidisve ponendum est, tum-
 „que non possunt non pulcherrimae occurrere apparitio-
 „num varietates, ut in nonnullis experimentis observa-
 „re coepi. Si guttulae mercurii exiguae diametri 0, 15
 „poll. institerint plano politissimo, quod atramento Iapo-
 „nico, sive vernice vestitum est, aut vitro, aut vitro
 „muscovitico, vel metallo cuicunque polito, & mundo,
 „sunt admodum pigrae, vix loco moventur, inclinato licet
 „ad solum metallo, vel vitro; imo ex quocunque memo-
 „rato, potissimum ex vitro inverso, non excidunt: tumque
 „clare, quantum applanatae sunt, qua parte vitro adhae-
 „rescunt, cerni potest: & simul liquet, quantopere vis
 „trahens tum vitri, tum mercurii harum exiguarum gut-
 „tarum pondus superet. Quo guttae minores iaceant in
 „vitro planissimo, politissimo, eo perfectiorem pilam re-
 „ferunt; minoris enim ponderis sunt, estque pondus ad vim
 „trahentem in minori ratione, quam si guttae fuerint ma-
 „iores, hae enim ex vitro inverso totae excidunt. Ma-
 „iores guttae parte suprema planiores sunt, quamvis gib-

„bosae, sed undequaque margine convexo admodum rotundo, ex sphaera quasi multo minori secto, finiuntur, si-
 „ve superficiem inferiorem, vitrum attingentem, sive su-
 „periolem inspexeris: guttas in vitro formare potui dia-
 „metri 2, 5 poll. superficies superior semper ad aliquam
 „usque magnitudinem est gibbosa, sed altitudo ulterius vix,
 „aut parum in medio increfcit, donec guttae diameter
 „fuerit unius pollicis. Si evaserit maior, uti 2, 5 polli-
 „cum, non amplius altitudo increfcit: altitudo maxima
 „est, 0, 15 poll. quam in gutta mercurii comperi. Pos-
 „sunt guttae mercurii iacentes in vitro ovata induere
 „figuram, vel in eam formari, & si semel rotunditatem
 „perdiderint, vix in perfectam redeunt, etiamsi magni-
 „tudine increverint. Si guttulae mercurii sint diametri
 „ $\frac{2}{100}$ pollicis sparsae in superficie plana polita ligni buxei,
 „guaiaci, granadillae, nucis, taxi, ulmi, pruni, pyri,
 „pomi, litterarum, oleae, cypressi, quercus, caliatour,
 „fraxini, tiliae, mespili, salicis, fagi, mahogani, ebeni,
 „insident superficiei adeo vehementer, ut e lignis, peni-
 „tus conversis, non excidant guttulae: attamen si guttae
 „mercurii infundantur maiores, defluunt in devexo, in-
 „clinato tantillum ligno confluunt, aut excidunt ex con-
 „verso: sunt guttae in nonnullis lignis admodum lubricae,
 „& ad motum agiliores, in aliis tardius defluunt, moven-
 „turque segnius; quod a maiori lignorum densitate, & po-
 „liture superficierum non parum pendere videtur. Ma-
 „ior est guttarum tarditas, positarum in eboze, dente ros-
 „mari, dente hippopotami, osse bovino, cornu bovino,
 „quia horum superficies meliorem recipiunt polituram.
 „In charta vulgari, aut pergameno lubricissime moventur,
 „confluuntque.,

* Fig. 71

SCHOLION. 2. Methodum guttulas minimas fluidorum
 efformandi docet idem author loco citato: „fit tripes
 „ABC* cuius pedes articulis mobiles, ut claudi, & ape-
 „riri possint, inhaerescant annulo DE, qui capiat infun-
 „dibulum vitreum, instructum rostro capillari H ut flui-
 „dum gulae G infusum lente effluat ex H, in superficiem
 „subiacentem cuiuscunque plani, ita introrsum adactis
 „pedibus A, B, C, altius a plano abest H, vel deductis
 „extrorsum pedibus A, B, C, propius plano rostrum H
 „admovetur. Ut altitudo, sive curvatura guttae mensu-
 „retur, aliam feci machinam. Sunt A, B, C* tres pedes
 „mobiles in articulis, adnexis orbiculo DE aeneo, huic
 „firme insunt duae regulae IK, quodam discretas in-
 „tervallo, & divisionibus notatae; parte superiori sunt

* Fig. 72

jun-

„iunctae crassiori capite, per cuius medium cochlea L
 „transit, ut regula GH in intervallo mobilis fursum, deor-
 „sumque figi possit pro lubitu; regulae GH adnexa est la-
 „mina P cum cochlea, quam ingreditur cochlea superior
 „M, quae adhaerescit capiti L, motu cochleae M potest
 „GH regula attolli, deprimique: est infimum extremum
 „H chalybeum, desinens cunei parum lati instar in acu-
 „men: cumque regula GH etiam sit in aliquot partes di-
 „visa, potest ex descensu vel ascensu regulae videri,
 „quantum acies H distet a subiecto plano ABCH, in
 „partibus centesimis pollicis: adeoque altitudo guttae in
 „plano iacentis hoc modo accurate mensurari potest. Ope
 „circini valgi diameter guttae etiam cognosci potest. „

SCHOLIUM 3. Eaedem virium alternationes ex actio-
 ne corporum variorum in radios lucis, quos pro distan-
 tiarum varietate iam attrahunt, iam repellunt, eruuntur:
 sed haec in Physica particulari, ubi proprietates lucis de-
 clarabimus, uberius exponentur.

PROPOSITIO XIV.

*Neque numerus dictarum alternationum, neque ce-
 leritas, sive intensio motus, quam vires in dictis
 distantis agentes producant, determinari
 a nobis potest.*

179. **C**um enim distantiae illae adeo exiguae
 sint, ut vix unquam sub sensus no-
 stros cadant, patet propositum. Accedit, nu-
 merum molecularum maximum, in quas corpo-
 ra resolvi, experimenta superius adducta testan-
 tur, & inde provenientes diversissimas combi-
 nationes omnem nostram sive imaginandi, si-
 ve intelligendi vim plurimum superare.

SCHOLIUM. In elastis inflexis, ait P. Boscovich
 (Theor. vir. §. 9.), habemus imaginem eiusmodi vis mutuae,
 variatae secundum distantias, & a determinatione ad re-
 cessum migrantis in determinationem ad accessum, & vice
 versa. Ibi enim si duae cuspides compresso elastro ad se
 invicem accedant, acquirunt determinationem ad reces-
 sum eo maiorem, quo magis compresso elastro distantia
 decrescit; aucta distantia cuspidum, vis ad recessum minui-
 tur,

tur, donec in quadam distantia evanescat, & fiat prorsus nulla; tum distantia adhuc aucta incipit determinatio ad accessum, quae perpetuo eo magis crescit, quo magis cuspides a se invicem recedunt; at si e contrario cuspidum distantia minuatur perpetuo, determinatio ad accessum itidem minuetur, evanescet, & in determinationem ad recessum mutabitur.

P R O P O S I T I O X V.

In maioribus corporum distantis vi attractivae locus est, eaque, ad distantias quascunque vel certe omnibus planetarum, & cometarum distantis maiores sese extendens, agit quam proxime in ratione inversa duplicata distantiarum.

180. **P**rimam propositionis huius partem eadem phaenomena evincunt, e quibus supra (172) vis attractivae existentiam eruimus. Quod vero vis haec attractiva in dicta distantiarum ratione agat, ex eo colligitur, quod planetae primarii circa solem, & secundarii circa primarios curvas ellipticas describere ab Astronomis notentur. In ellipsis vero vim centripetam (quae eadem est cum vi attractiva) in ratione inversa duplicata distantiarum agere (140) ostensum iam est. Additur denique *quam proxime*, quod orbitae planetarum ob mutuam corporum omnium in se actionem ellipses omnimode regulares haud sint.

SCHOLION. Cum hac attractionis lege phaenomena quoque corporum gravium terrestrium conspirare suo loco docebitur.

ARTICVLVS V.

De lege virium in natura existente, eiusdemque per lineam curvam continuam repraesentatione.

Quaenam sit vis motricis corporum agendi ratio, spectata tum directione, tum intentione motus, pro qualibet assignabili corporum a se invicem distantia ex phaenomenis potissimum eruimus. Iam cum P. Boscovich ostendemus, ad unam, eamque simplicem naturae legem ea omnia referri posse, quae prioribus propositionibus continentur.

PROPOSITIO XVI.

Vires omnes in natura existentes ad unam, eamque simplicem naturae legem revocari possunt.

181. **P**robatur ipsam illam legem verbis citati Authoris promendo (Theor. vir. §. 10.): lex autem virium est eiusmodi, ut in minimis distantiiis sint repulsivae, atque eo maiores in infinitum, quo distantiae ipsae minuuntur in infinitum, ita ut pares sint extinguendae cuivis velocitati utcunque magnae, cum qua punctum alterum ad alterum possit accedere, antequam eorum distantia evanescat; distantiiis vero auctis minuuntur ita, ut in quadam distantia perquam exigua evadat vis nulla: tum adhuc aucta distantia mutantur in attractivas, primo quidem crescentes, tum decrescentes, evanescentes, abeuntes in repulsivas eodem pacto crescentes, deinde decrescentes, evanescentes, migrantes iterum in attractivas, atque id per vices in distantiiis plurimis, sed

fed adhuc perquam exiguis; donec ubi ad aliquanto maiores distantias ventum fit, incipiant esse perpetuo attractivae, & ad sensum reciproce proportionales quadratis distantiarum, atque id vel utcunque augeantur distantiae etiam in infinitum, vel saltem donec ad distantias deveniatur omnibus planetarum, & cometarum distantis longe maiores.

Hanc porro virium legem ea omnia complecti, quae de virium motricium actione in superioribus propositionibus continentur, eandem vel leviter perpendenti palam fiet: ex quo illud una elucescit, legem hanc haudquaquam ad libitum effectam esse, cum ea omnia, quae illa continentur, in superioribus propositionibus argumentis positivis comprobata fuerint.

Hanc virium legem unam simplicemque esse, ex eo arguitur, quod per formulam algebraicam exprimi, item per lineam curvam continuam, nullibique interruptam repraesentari possit.

SCHOLIUM. Formulam algebraicam cum complicatior sit, quam Tyronum patientia ferat, omisimus; qui eius cognoscendae desiderio tenentur, consulant P. Boscovich in citata virium theoria. Eiusdem vero per lineam curvam continuam repraesentationem pluribus iam exequemur.

182. Atque hic quidem praemonendum est, 1. quantitatem quamvis, velut in arithmetica per numeros, in algebra per literas, ita in geometria per lineas rectas exhiberi posse. 2. lineas rectas, per quas quantitates quaelibet repraesentantur, ea lege au-

augeri, vel imminui debere, qua lege quantitates eae sive crescunt, sive decrescunt: ut si quantitatem quamvis repraesentet linea recta AB * unum pedem longa, quantitatem * *Fig. 73* eandem in duplum auctam vel imminutam non nisi linea AC duos pedes, vel linea AD dimidium pedem longa repraesentare possit. 3. Dum quantitates per lineas rectas repraesentandae vires motrices sunt, virium harum intensiones per varias linearum magnitudines, directiones vero per situm diversum earundem linearum exhibendas esse: velut si ab unum pedem longa, perpendicularis ex puncto a demissa, repraesentet directionem vis motricis efficientem accessum duorum corporum ad se invicem, seu vim attractivam, dc perpendicularis ex puncto d erecta, pedes duos longa vim repulsivam duplo maiorem apte repraesentabit.

183. Sit iam linea indefinita AX , * quae in * *Fig. 74* partes quotvis in punctis b, c, d, e, f, g, h , &c secta, varias corporum a se invicem distantias exhibeat. Ex hac linea erigantur perpendiculares partim supra eandem, velut ut, qp , &c quae vim repulsivam repraesentent; aliae vero ex eadem demissae, velut lm, no vim attractivam exhibeant. Quoniam lex virium universalis est, id est, virium motricium actionem pro qualibet assignabili distantiarum ratione exprimit, patet, ex singulis lineae huius punctis perpendicularem aliquam vel erigendam, vel demittendam esse, quae pro ratione magnitudinis suae, & situs virium motricium

ciū & intensiōem, & directionem repraesentet. Quod si iam apices omnium eiusmodi perpendicularium inter se neſtantur, orietur
Quid curva virium? linea curva BCDEFGHI, quam *curvam virium* cum P. Boscovich appellamus.

* Fig. 75 SCHOLIUM. Ex apicibus rectarum inter se nexis lineas curvas oriri posse, patet exemplo circuli. Si enim ex singulis punctis lineae AB * erigantur perpendiculares GC, HD, IE, KF &c ea lege, ut quaevis harum linearum sit media proportionalis inter segmenta lineae AB, apices harum rectarum inter se nexi circulum efficient, cum constet, perpendiculares ex circuli peripheria ad diametrum demissas esse medias proportionales inter segmenta diametri.

184. Linea curva, cuius genesim superiore numero exposuimus, legem virium apte repraesentat. Quod ut clariorem in lucem collocetur, legem illam, quamvis in se una, & simplex sit, in tres veluti partes dirimere lubet, quarum prima agat de distantis omnium minimis; secunda de distantis exiguis; tertia de distantis maioribus, ad maximas quasvis progrediendo. In distantis minimis vires sunt repulsivae (176), aguntque in ratione inversa distantiarum, atque distantis in infinitum diminutis, ipsae in infinitum crescunt (177). Quod
 * Fig. 74 si ergo AB * minimas corporum duorum distantias exhibeat, patet 1. toto hoc intervallo vires esse repulsivas, cum omnes perpendiculares, sive ordinatae (si enim AX habeatur pro axe, *ab*, *ac*, &c, quae distantias repraesentant, erunt *abscissae*; ut, *lm*, &c quae vires exhibent, *ordinatae*) intervallo illo supra axem erectae sint. Deinde advertendum est, primum huius curvae crus Bb esse asymptoticum,

cum, id est, habere pone se asymptotum AK, sive lineam eiusmodi, ad quam semper quidem propius accedat, eam tamen in finitis saltem distantis non contingat, aut secet: igitur ordinatae diminutis distantis perpetuo crescentes indicabunt, actionem virium esse in ratione inversa distantiarum: ob eandem rationem semiordinata in distantia infinite parva a puncto A erecta erit eiusmodi, quae repraesentet vim infinite magnam, parem proinde extinguendae velocitati utcunque magnae, impediendoque omni corporum contactui stricto tali.

In secunda parte legis virium dicitur, repulsionem auctis distantis minimis decrescere, tandemque evanescere, ac in attractionem migrare, quae rursus in repulsionem transeat, atque eiusmodi alternationes complures fieri (178). Hoc quidem flexus curvae nostrae CDEFGH recte exprimunt: ex his enim patet, in puncto b, ubi semiordinata nulla, vel infinite parva est, vim repulsivam evanescere, quam excipiat attractiva intervallo bc, in quo ordinatae omnes infra axem demissae sunt, hanc rursus vis repulsiva intervallo de, atque ita per vices plures, vires dictae alternant. Velut autem harum alternationum & numerum, & intensiorem virium in dictis distantis agentium nos ignorare professi sumus (179), ita numerus horum flexuum, uti & intersectionum distantiae, & arearum sive attractivarum, sive repulsivarum magnitudines arbitrariae sunt, modisque innumeris variari possunt.

Tertia legis virium pars docet, in distantiiis maioribus ad maximas usque progrediendo vires esse perpetuo attractivas, agereque quamproxime in ratione inversa duplicata distantiarum (180.). Quod si igitur in puncto *b* maiorum distantiarum initium sumatur, patet, crus *bI*, quod iterum pro asymptoto lineam *AX*, sive ipsum axem habet, totum iacere infra axem, ac proinde semiordinatas omnes infra axem demissas vim attractivam ad quasvis distantias agentem repraesentare; cumque etiam crus hoc accedere quam proxime possit ad crus hyperbolae intra asymptotos, quae habet ordinatas yz in ratione inversa duplicata abscissarum, illud quoque indicabitur, quod vires hae attractivae in ratione inversa duplicata distantiarum quamproxime agent.

SCHOLIUM I. Haec igitur curva lineae typus quidam, & imago eorum omnium est, quae in lege virium continentur. Quamobrem neminem futurum confido, qui existimet, doceri a nobis, curvam eiusmodi in rerum natura existere, quo non obstante utilissime hac curva linea lex virium exhibetur, cum ex eius affectionibus bene expensis legis virium amplitudo, & ad explicandas praecipuas corporum proprietates applicatio erui possit, eo prorsus modo, quo Astronomi ex aequatoris, eclipticae, & aliorum circulorum consideratione plurima ad motus astrorum pertinentia cum magno Astronomiae emolumento derivarunt, quantumvis cognitum omnibus sit, nullos id genus circulos in sphaera sive coelesti, sive terrestri existere.

SCHOLIUM 2. Quoniam vires omnes, quas corporibus inesse contendimus, ad puncta illa inextensa pertinent, ex quibus corpora coalescunt, hanc virium legem, & quae illam repraesentat, lineam curvam ad puncta eiusmodi praecipue spectare manifestum efficitur.

185. Consideranda iam veniunt puncta illa, in quibus curva axem secat, uti sunt *b*, *d*,

e, f, &c., quae puncta limites a P. Boscovich ^{Quid limites?} appellantur. Statuit autem is duplicis generis limites, quorum alios vocat *limites cohaesionis* propterea, quod, ut inferius ostendetur, ad corporum cohaesionem explicandam inferviant, alios vero limites *non cohaesionis*. Limites cohaesionis sunt primus, tertius, quintus, septimus, & alii, qui hoc numerorum imparium ordine progrediuntur; limites vero non cohaesionis sunt secundus, quartus, sextus, & alii eodem ordine progredientes. Discrimen horum limitum ex figurae ipsius consideratione eruitur: illud enim facile patet, si punctum aliquod ex limite cohaesionis *d* removendum sit, adesse vim aliquam remotiōni huic obnitentem: quod si enim versus *A* urgeatur, obstat area *cDd* vim repulsivam repraesentans; quod si vero inde abstrahatur, obsistit vis attractiva areae *dEe*. At vero ex limite non cohaesionis *c* intervallo quantumvis exiguo remotum corpusculum vi attractiva areae *bCc* ad *b*, aut vi repulsiva areae *cDd* ad *d* progredietur. Quamobrem limes cohaesionis dici quoque potest sectio axis eiusmodi, cui una ex parte adiacet area repulsiva punctorum accessui, ex altera vero parte area attractiva eorundem a se recessui obnitens. Ex quo illud quoque intelligitur, puncto quolibet ex limite cohaesionis dimoto, punctum aliud in eandem cum priori plagam progressurum; at si ex limite non cohaesionis punctum quodvis recedat, alterum illi vel occurret vi mutua attractiva, vel vi repulsiva ab eodem digredietur.

*Quid limi-
tes validi?*

186. Limites hi cohaesionis dicuntur validi, si ordinatae limiti proximae magnae sint, ac proinde eorum resistentiae vincendae vis magna adhiberi debeat. Pendet hoc ab angulo, sub quo curva axem secat, & ab intervallo, ad quod flexus hi excurrunt. Erit etenim ordinata limiti proxima tanto maior, quo magis directio, sub qua curva axem secat, ad perpendicularem accesserit, atque quo maius fuerit intervallum, ad quod curva sive infra, sive supra axem procurrerit. Quod si vero curva axem sub angulo perquam obliquo secet, neque ad magnam ab axe distantiam abeat, ordinata limiti proxima perquam exigua, ac proinde limes cohaesionis perquam debilis futurus est.

COR. Cum limitum fortitudo a maiore, vel minore a puncto A, sive ab origine abscissarum, distantia non dependeat, patet quoque, cur vis, qua corpora cohaerent, eorum densitati non respondeat, uti in auro cum adamante comparato manifestum fit.

*Lex virium
inter duo
materiae
puncta.*

187. Cum haec virium lex ad indivisibilia & inextensa puncta praecipue pertineat, exposita iam curvae huius forma, videndum erit, quidnam ex harum virium natura evenire debeat, si duo individua materiae puncta viribus his affecta certis a se intervallis distent. Atque primo quidem facile intelligitur, futurum, ut puncta haec quiescant, si ea in limitibus quibusvis exstiterint, neque ulla iis undecunque velocitas imprimatur.

SCHOLION. Licet casum hunc in natura locum non habere inferius docturi simus, eum tamen proponendum existimavimus, ut indoles legis virium uberius declaratur.

188. Quod si vero puncta ea extra limites ponantur, illico incipient ad sese vel accedere, vel recedere, prout sub arcu vel repellente, vel attrahente constituta fuerint. Ut si punctum quodvis e limite e^* dimotum fuerit, Fig. 74 motu accelerato ad limitem d progredietur, eoque superato, ultra d motu retardato eousque progredietur, dum celeritas omnis, quam ab e usque ad d conceperat, extincta fuerit. Quod si quidem id eveniat, priusquam ad limitem c pertingat, tum vero ad limitem d revertetur, & ultra illum denuo excurrens, iterumque regrediens, circa eundem eousque oscillabit, dum celeritas eiusdem per aliorum punctorum vires extinguatur. Quod si vero celeritas intervallo ed concepta tanta sit, ut ei extinguendae area dDc par non sit, tum vero punctum ad limitem c delatum ultra eundem motu rursus accelerato progredietur eousque, donec occurrat arcus quidam, qui illud extincta omni velocitate viam iterum relegere cogat.

189. Dum puncta ad se invicem accedunt celeritate quacunque finita, viam tamen iterum relegent, ob crus bB aream infinitam, & cuius celeritati extinguendae parem comprehendens. Quod si vero a se invicem recedant, fieri poterit, ut superatis limitibus pluribus deveniant ad aream repulsivam adeo validam, ut omnium subsequen-
 tium arearum vires superet, punctaque ea sine fine abs sese discedant.

190. Quod si puncta plura ad eiusmodi ingentes areas repulsivas cum aliquo velocitatum discrimine advenerint, eorum tamen velocitates post novam illam accessionem parum inter se discrepabunt. Demonstratur enim a Mechanicis, quod, si per lineam, referentem spatium motu accelerato confectum, ducatur recta repraesentans vim, area inde genita quadratum velocitatis exhibeat: ut adeo cum *dc*, vel quaevis alia limitum distantia referat spatium motu accelerato confectum, ordinatae vero referant vires, area *cDd*, & aliae quaevis huic similes quadrata velocitatum repraesentent. Deinde illud ab Arithmeticis animadvertitur, quod si quadrato ingentis cuiuspiam radice addatur quadratum alterius multo minoris, licet non exiguae, radix summae horum quadratorum parum differat a radice quadrati numeri illius ingentis: ut si quadrato de 1000, addatur quadratum de 4, sive fiat 1000000 + 16, radix quadrata huius summae parum admodum differet a radice quadrata de 1000000. Quod si igitur puncta duo cum diversis velocitatibus ad ingentem quempiam arcum repulsivum perveniant, quadratum velocitatis, quam sub arcu hoc nanciscentur, erit ut summa arcus huius ingentis, & arcuum illorum minorum, per quos quadrata diversarum celeritatum, quibuscum ad arcum hunc appulerunt, exprimebantur: celeritas igitur, quae erit ut radix quadrata harum summarum, parum differet a celeritate, quae sit ut radix quadrata arcus huius ingentis; erit igitur in diversis his punctis prope eadem.

191. Quod si punctum e limite cohaesio-
nis dimotum, limitum distantias habeat satis
magnas, poterit vi quacunque e limite suo
utrinque ad intervallum maius dimoveri, ces-
santeque vi illa ad priorem limitem sua velut
sponte regredietur; quod si vero limitum di-
stantia sit perquam exigua, e limite cohaesio-
nis abstractum, post exiguum intervallum ad
novum cohaesionis limitem pertinet, in eo-
que persistet. Prius horum in corporibus ela-
sticis, alterum in corporibus mollibus obtine-
re videtur.

192. Hucusque legem virium inter duo *De lege vi-
rium ad
plura ma-
teriae
puncta ap-
plicata.*
quaevis materiae puncta contemplati sumus.
Quod si vero plurium inter se punctorum actio-
nes considerentur, mira orietur arearum va-
rietas, sive earundem numerus & distantiae,
sive amplitudo & excursus utrinque ab axe
spectentur. Id ut exemplo simplicissimo pa-
teat, ponamus puncta duo A, & a * agere in * Fig. 78
punctum quodvis γ . Repraesentet legem vi-
rium, quae inter punctum A, & quaevis alia
intercedit fig. 76. *; legem vero virium puncti * Fig. 76
a fig. 77. * Accipiat in figura 78. $\gamma\mu = ab$ fig. * Fig. 77
77. = AM fig. 76; in hac quidem distantia
punctum γ a puncto a non amplius repelletur,
repelletur tamen ab A vi $\mu\lambda = ML$. Crescat
iam distantia puncti γ a punctis A, & a, &
fiat $\gamma\pi = al = AP$; punctum γ a puncto a
attrahetur vi lm , a puncto A vero vi PQ, quae
vires cum ambae eiusdem generis sint, in
unam additae producant vim attractivam $\pi\kappa$.
Sumpta deinde distantia $\gamma\epsilon = ac = AR$, pun-
ctum

Etum γ nullam vim puncti a in se sentiet, at a puncto A repelletur quantitate $\rho_0 = RS$. In distantia demum $\gamma_0 = ad = AT$, a puncto quidem a attrahetur vi df , a puncto vero A repelletur vi UT , quas duas vires si ponamus aequales, mutuo sese elident; si vero alteutra maior fuerit, differentia earundem capienda erit. Atque ita progrediendo, si distantiae singulae in examen vocentur, patebit, orituram inde curvam, a prioribus binis quoad flexuum illorum magnitudinem, & numerum plurimum differentem. Quod si iam non trium, sed millium aliquot punctorum inter se actiones expendantur, apparebit, ingentem quoque arearum eiusmodi diversitatem inde proventuram: ut si in distantia aliqua vires omnium punctorum in determinatum aliquod punctum repulsivae sint, oriri inde poterit area repulsiva ab axe plurimum recedens, vimque repulsivam admodum magnam efficiens.

193. Quod si iam punctorum quotvis, si-
ve corpusculorum ex punctis iis composito-
rum mutuae in se invicem actiones conside-
rentur, eae exhiberi semper poterunt per li-
neas curvas superioribus similes. Omnes por-
ro curvae istae inter se convenient quoad pri-
mum crus asymptoticum, item quoad crus po-
stremum itidem asymptoticum, ut & in eo,
quod axem in intervallis mediis per plures vi-
ces secant. Discrimen vero omne consistet
1) in numero harum intersectionum. 2) In
distantia earundem. 3) In excursibus arearum,
sive supra, siue infra axem. 4) In diversitate

angulorum, sub quibus curva axem secat. In his ipsis porro ingens iterum varietas esse potest, qualem nempe phaenomenorum diversitas exposcit. Estque is singularis theoriae cum phaenomenis consensus, quod omnis ea diversitas, quam in corporum structura, gradu cohaesionis, fermentationibus, odoribus, saporibus, &c: observamus, a viribus nascatur in distantiiis exiguis agentibus; cum contra in distantiiis maioribus attractio corporum, quantumvis figura, sive volumine, sive aliis etiam quibusvis proprietatibus ea plurimum inter se differant, sat accurate rationem directam massarum, & inversam duplicatam distantiarum sequatur, qua re cruris postremi congruentia in quibusvis id genus curvis confirmatur.

SCHOLION 1. De hoc arearum discrimine mentio recurret, cum inferius varias corporum affectiones per hanc virium legem exposituri sumus.

SCHOLION. 2. Haec nostra virium lex per lineam curvam repraesentata differt a gravitate Newtoniana in ductu & progressu curvae eam exprimentis. Newtonianam virium legem repraesentat curva DU, quae est hyperbola gradus tertii, iacens tota citra axem, cuius ordinatae omnes *us*, *op*, *bt*, *ag* ex parte attractiva iacent, ut adeo in hac virium lege nullus transitus ex vi attractiva in repulsivam habeatur; cum contra curva nostra, quae quoad ultimum crus asymptoticum ad hyperbolam hanc utcumque accedit, in aliqua distantia axem secet, pluribusque vicibus circa illum sinuetur, dum denuo in crus asymptoticum desinat. Caeterum utraque virium lex, ut ait P. Boscovich, exponitur per ductum curvae continuae, habentis duo crura infinita asymptotica in ramis singulis utrinque in infinitum productis.

Respondetur obiectionibus.

194. **C**ontra propositionem secundam articuli praecedentis sunt, qui opponant: tributa substantiis materialibus vi se ipsas movendi, sufficiens inter spiritum, & materiam discrimen haud amplius esse; quod cum merito absurdum habeatur, vim eiusmodi substantiis materialibus concedendam haud esse.

Obiectionem hanc, & alias nonnullas cum hac connexas egregie diluit P. Boscovich Theor. vir. §. 154. „Imprimis falsum omnino est, „nullum esse horum punctorum discrimen a „spiritibus. Discrimen potissimum materiae a „spiritu situm est in hisce duobus: quod materia est sensibilis, & incapax cogitationis, ac „voluntatis; spiritus nostros sensus non afficit, „& cogitare potest, ac velle. Sensibilitas autem non ab extensione continua oritur, sed „ab impenetrabilitate, qua fit, ut nostrorum „organorum fibrae tendantur a corporibus, „quae ipsis sistuntur, & motus ad cerebrum „propagetur. Nam si extensa quidem essent „corpora, sed impenetrabilitate carerent, manu contrectata fibras non sisterent, nec motum ullum in iis progignerent, ac eadem radios non reflecterent, sed liberum intra se „aditum luci praeberent. Porro hoc discrimen utrumque manere potest integrum, & „manet inter mea indivisibilia haec puncta, & „spiritus. Ipsa impenetrabilitatem habent, & „sen-

„sensus nostros afficiunt, ob illud primum crus
 „asymptoticum exhibens vim illam repulsivam
 „primam; spiritus autem, quos impenetrabili-
 „tate carere credimus, eiusmodi viribus itidem
 „carent, & sensus nostros idcirco nequaquam
 „afficiunt, nec oculis inspectantur, nec mani-
 „bus palpari possunt. Deinde in meis hisce
 „punctis ego nihil admitto aliud, nisi illam
 „virium legem (*sive vim motricem certis legibus*
 „*agentem*) adeoque illa volo prorsus incapacia
 „cogitationis, & voluntatis. Quamobrem di-
 „scrimen essentiae illud utrumque, quod in-
 „ter corpus & spiritum agnoscunt omnes, id
 „& ego agnosco; nec vero id ab extensione,
 „& compositione continua desumitur, sed ab iis,
 „quae cum simplicitate, & inextensione aequae
 „coniungi possunt, & cohaerere cum ipsis.
 „At si substantiae capaces cogitationis, &
 „voluntatis haberent eiusmodi virium legem,
 „an non eosdem praestarent effectus respectu
 „nostrorum sensuum, quos eiusmodi puncta?
 „respondebo sane, me hic non quaerere, utrum
 „impenetrabilitas, & sensibilitas, quae ab iis
 „viribus pendent, coniungi possint cum fa-
 „cultate cogitandi, & volendi, quae quidem
 „quaestio eodem redit, ac in communi sen-
 „tentia de impenetrabilitate extensorum, ac
 „compositorum relata ad vim cogitandi, &
 „volendi. Illud aio, notionem, quam habemus
 „partim ex observationibus tam sensuum respec-
 „ctu corporum, quam intimae conscientiae re-
 „spectu spiritus, una cum reflexione, partim, &
 „vero etiam circa spiritus potissimum, ex prin-

„cipiis immediate revelatis, vel connexis cum
 „principiis revelatis, continere pro materia
 „impenetrabilitatem, & sensibilitatem, una
 „cum incapacitate cogitationis, & pro spiritu
 „incapacitatem afficiendi per impenetrabilita-
 „tem nostros sensus, & potentiam cogitandi,
 „ac volendi, quorum priores illas ego etiam
 „in meis punctis admitto, posteriores hasce
 „in spiritibus; unde fit, ut mea ipsa puncta
 „materialia sint, & eorum massae constituent
 „corpora a spiritibus longissime discrepantia.
 „Si possibile sit illud substantiae genus, quod
 „& huiusmodi vires activas habeat cum iner-
 „tia coniunctas, & simul cogitare possit, ac
 „velle; id quidem nec corpus erit, nec spi-
 „ritus, sed tertium quid, a corpore discrepans
 „per capacitatem cogitationis, & voluntatis,
 „discrepans autem a spiritu per inertiam, &
 „vires hasce nostras, quae impenetrabilitatem
 „inducunt. Sed, ut aiebam, ea quaestio huc
 „non pertinet, & aliunde resolvi debet; ut
 „aliunde utique debet resolvi quaestio, qua
 „quaeratur, an substantia extensa & impene-
 „trabilis hasce proprietates coniungere possit
 „cum facultate cogitandi, volendique.,

195. Sententia haec, quae vim motricem
 tribuit substantiis materialibus, qua se ipsas
 movere possint, repugnat sensui communi
 omnium hominum, nec tantum illiteratorum,
 sed vero etiam Philosophorum, qui corpora
 tanquam entia inertia, pureque passiva semper
 suspexerunt, atque in hac eorundem inertia
 per-

perseverantiam eorum in statu motus, vel quietis fundari existimarunt.

R. Ad sensum communem hominum illiteratorum hic quidem immerito recurri, cum quaestio ista, an substantiae materiales vi motrice sibi indita se ipsas, vel alias extra se positas ad motum concitare valeant, obiectum sensus communis haud esse possit. Quod attinet Philosophorum consensum, censeo eos, qui activas quasvis vires substantiis materialibus tribuerunt, non satis attendisse ad huius doctrinae sequelas, dum eadem corpora inertia, motuique resistentia in sensu proprio posuere. Sed de hoc inferius agendi locus uberior recurret. Quod eos Philosophos attinet, qui corporibus activitatem omnem eripuerunt, eos sat, superque per ea refelli censemus, quae pro sententiae nostrae veritate asserenda superius (153 it. 157) retulimus.

196. Si corpora se ipsa movere possent, possent quoque se ipsa ad mutationem tam directionum, quam celeritatum determinare; sed hoc admitti non potest, ergo neque prius illud, ex quo hoc consequitur.

R. N. Mai. Ostendimus enim (168. Schol.) vim motum producendi, seseque determinandi ad varias vis huius motricis modificationes, haud semper in eodem subiecto coniuncta esse debere.

197. Contra quintam propositionem opponunt: actionem in distans ab omnibus semper Philosophis habitam esse pro re penitus ab-

absurda, neque ante P. Boscovich ulli mortalium in mentem venisse, ut de necessitate contactus immediati in corporum actionibus vel levissimum dubium moveret.

R. Causam, ob quam Peripatetici actionem in distans adeo absurdam existimaverint, iam superius (170. Schol. 2.) proditam fuisse. Neque obstat, quod ante P. Boscovich id nemo mortalium senserit. Huic enim argumento si robur aliquod insit, complura recentiorum praestantissima inventa reiicienda erunt, quod nemo admiserit. Quod si vero quispiam scire desiderat, qua via doctissimus ille vir eo delatus sit, ut non modo necessitatem contactus in corporum actionibus negaret, verum etiam evinceret, corpora nunquam ad contactum mutuum pervenire, theoriam eiusdem saepe memoratam consulat.

198. Contra propositionem undecimam ita arguunt: si in minimis corporum distantis vis repulsiva admittenda esset, nullum daretur continuum vere, ac proprie tale; sed hoc dici nequit, ergo. min. pr. Sensus testantur, partes corporum solidorum v. g. auri ita coniungi, ut nihil spatii ab omni materia vacui inter eas intercedat. Quod si vero sensuum testimonium repudietur, sequetur, nos, in ferendo de continua corporum extensione iudicio, in perpetuo errore ac deceptione versari.

R. C. M. N. m. Ad prob. min. respondeo: ad sensuum testimonium hic provocari mi-

minime debere: hos enim minima aequae, ac maxima fugiunt. Neque dubio locus est, sensus in ferendo iudicio de distantibus, quae inter minimas corporum moleculas intercedunt, falli. Ita certe massa plumbi iudicio sensuum nostrorum aequae continua est, ac massa auri; cum tamen diversa horum corporum specifica gravitas certos nos faciat, in massa auri sub eodem volumine plus materiae contineri, ac proinde moleculas massam auri constituentes minoribus a se intervallis secerni.

SCHOLION I. Argumentum hoc a sensibus petatum ita refutat P. Boscovich (Theor. vir. §. 158.) „Quod autem „pertinet ad ipsam corporum, & materiae ideam, quae „videtur extensionem continuam, & contactum partium „involvere, in eo videntur mihi quidem Cartesiani im- „primis, qui tantopere contra praeiudicia pugnare sunt „visi, praeiudiciis ipsi ante omnes alios indulsisse. Ideam „corporis habemus per sensus, sensus autem de continui- „tate accurata iudicare omnino non possunt, cum mini- „ma intervalla sub sensus non cadant. Et quidem omni- „no certo deprehendimus, illam continuitatem, quam in „in plerisque corporibus nobis obiciunt sensus nostri, „nequaquam haberi. In metallis, in marmoribus, in vi- „tris, & crystallis continuas nostris sensibus apparet „eiusmodi, ut nulla percipiamus in iis vacua spatia, nul- „los poros, in quo tamen hallucinari sensus nostros ma- „nifesto patet tum ex diversa gravitate specifica, quae „a diversa multitudine vacuitatum oritur utique, tum ex „eo, quod per illa insinuantur substantiae plures, ut per „priora oleum diffundatur, per posteriora liberrime lux „transeat, quod quidem indicat, in posterioribus hisce „potissimum ingentem pororum numerum, qui nostris „sensibus delitescunt. Quamobrem iam eiusmodi nostro- „rum sensuum testimonium, vel potius noster eorum ra- „tiociniorum usus, in hoc ipso genere suspecta esse debent, „in quo constat, nos decipi. Suspiciari igitur licet, exa- „ctam continuitatem sine ullis spaciolis, ut in maioribus „corporibus ubique deest, licet sensus nostri illam vi- „deantur denotare, ita & in minimis quibusvis particu- „lis nusquam haberi, sed esse illusionem quandam sen- „suum

„ suum tantummodo, & quoddam figmentum mentis, refle-
 „ xione vel non utentis, vel abutentis. Est enim so-
 „ lemne illud hominibus, atque usitatum, quod quidem
 „ est maximorum praeiudiciorum fons, & origo praecipua,
 „ ut, quidquid in nostris sensibus est nihil, habeamus pro
 „ nihilo absoluto. Sic utique per tot saecula a multis est
 „ creditum, & nunc etiam a vulgo creditur, quietem tel-
 „ luris, & diurnum solis, ac fixarum motum sensuum testi-
 „ monio evinci, cum apud Philosophos iam constet, eius-
 „ modi quaestionem longe aliunde resolvendam esse, quam
 „ per sensus, in quibus debent eadem prorsus impressio-
 „ nes fieri, siue stemus & nos, & terra, ac moveantur
 „ astra, siue moveamur communi motu & nos, & terra,
 „ ac astra consistent. Motum cognoscimus per mutatio-
 „ nem positionis, quam obiecti inago habet in oculo, &
 „ quietem per eiusdem positionis permanentiam. Tam
 „ mutatio, quam permanentia fieri possunt duplici modo:
 „ mutatio, primo si nobis immotis obiectum moveatur, &
 „ permanentia, si id ipsum stet: secundo illa, si obiecto
 „ stante moveamur nos; haec, si moveamur simul motu
 „ communi. Motum nostrum non sentimus, nisi ubi nos
 „ ipsi motum inducimus, ut ubi caput circumagimus, vel
 „ ubi curru delati succutimur. Idcirco habemus tum qui-
 „ dem motum ipsum pro nullo, nisi aliunde admoneamur de
 „ eodem motu per causas, quae nobis sint cognitae, ut,
 „ ubi provehimur portu, quo casu vector, qui iam diu
 „ assuevit ideae littoris stantis, & navis promotae per re-
 „ mos, vel vela, corrigit apparentiam illius terraeque,
 „ urbesque recedunt, & sibi, non illis motum adiudicat.
 „ Hinc Philosophus, ne fallatur, non debet primis hisce
 „ ideis acquiescere, quas e sensationibus haurimus, &
 „ ex illis deducere consectaria sine diligenti perquisitio-
 „ ne, ac in ea, quae ab infantia deduxit, debet diligen-
 „ ter inquirere. Si inveniat easdem illas sensuum per-
 „ ceptiones duplici modo aequae fieri posse; peccabit
 „ utique contra Logicae etiam naturalis leges, si alterum
 „ modum prae altero pergat eligere, unice, quia alterum
 „ antea non viderat, & pro nullo habuerat, & idcirco
 „ alteri tantum assueverat. Id vero accidit in casu no-
 „ stro; sensationes habebuntur eadem, siue materia con-
 „ stet punctis prorsus inextensis, & distantibus inter se per
 „ intervalla minima, quae sensum fugiant, ac vires ad illa
 „ intervalla pertinentes organorum nostrorum fibras sine
 „ ulla sensibili interruptione afficiant, siue continua sit,
 „ & per immediatum contactum agat - - - Quamobrem
 „ errabit contra rectae ratiocinationis usum, qui ex praes-

„ iudicio ab huiusce conciliationis, & alterius huiusce sen-
 „ sationum nostrarum causae ignoratione inducto conti-
 „ nuam extensionem ut proprietatem necessariam corpo-
 „ rum omnino credat, & multo magis, qui censeat, mate-
 „ rialis substantiae ideam in ea ipsa continua extensione
 „ debere consistere. „

SCHOLIUM 2. Unde porro proveniat, ut extensionem aliquam continuam ad essentiam corporis pertinere existimemus, citatus author uberius declarat: „ideae pri-
 „ mae omnium, quas circa corpora acquisivimus per sen-
 „ sus, fuerunt omnino eae, quas in nobis tactus excitavit,
 „ & easdem omnium frequentissimas hausimus. Multa pro-
 „ fecto in ipso materno utero se tactui perpetuo offerebant,
 „ antequam ullam fortasse saporum, aut odorum, aut so-
 „ norum, aut colorum ideam habere possemus per alios
 „ sensus, quarum ipsarum ubi eas primum habere coepi-
 „ mus, multo minor sub initium frequentia fuit. Ideae
 „ autem, quas per tactum habuimus, ortae sunt ex phae-
 „ nomenis huiusmodi: experiebamur palpando, vel teme-
 „ re impingendo resistantiam vel a nostris, vel a maternis
 „ membris ortam, quae cum nullam interruptionem per
 „ aliquod sensibile intervallum sensui obliiceret, obtulit
 „ nobis ideam impenetrabilitatis, & extensionis continuae:
 „ cumque deinde cessaret in eadem directione alicubi resi-
 „ stentia, & secundum aliam directionem exerceretur,
 „ terminos eiusdem quantitatis concepimus, & figurae
 „ ideam hausimus. „

199. Illud quoque in hac virium theoriae a nonnullis carpitur, quod vi attractivae addendo vim repulsivam, novum virium genus in naturam introducatur. Censent igitur, satis esse, alterum tantummodo adhibere, & repulsionem explicare tantum per attractionem minorem.

His vero respondemus, existentiam vis repulsivae argumentis positivis evictam superius fuisse. Quod vero, quae huic tribuuntur, ab attractione minori repeti non possint, vel ex eo evincitur, quod, si duo materiae puncta sola quoque in orbe forent, eaque cum aliquo velocitatum discrimine ad se accede-

L

rent,

rent, ante contactum ad aequalitatem devenire deberent vi, quae in hoc certe casu a nulla attractione dependere posset. Quod si igitur vis repulsiva novum etiam virium genus foret, repudianda propterea haud esset. Verum id in nostra sententia quam longissime a vero abest, cum nos substantiis materialibus, ipsisque adeo punctis illis inextensis vim nullam aliam largiamur, quam vim motricem, quae pro directionum, quas efficit, diversitate iam attractiva, iam repulsiva vocatur. Velut igitur in mente humana vis percipiendi, iudicandi, & ratiocinandi vim unam cogitandi constituunt, ita vis repulsiva, & quaevis aliae corporum vires ad unam vim motricem pertinent.

SCHOLION I. Haec clariora fient, cum sectione sequenti ostensum fuerit, omnes corporum proprietates per vim motricem pro distantiarum mutatione vario modo agentem explicari posse.

SCHOLION 2. Vim repulsivam, & attractivam ad eandem virium speciem pertinere ita ostendit P. Boscovich (Theor. vir. §. 108.) „Deinde vero quod pertinet ad duas „diversas species attractionis, & repulsionis; id quidem „licet ita se haberet, nihil sane obesset, cum positivo „argumento evincatur & repulsio, & attractio, uti viderimus; at id ipsum est omnino falsum. Utraque vis „pertinet ad eandem speciem, cum altera respectu alterius negativa sit, & negativa a positivis specie non differant. Alteram negativam esse respectu alterius patet „inde, quod tantummodo differant in directione, quae „in altera est prorsus opposita directioni alterius; in altera enim habetur determinatio ad accessum, in altera „ad recessum, & uti recessus, & accessus sunt positivum, „& negativum, ita sunt pariter & determinationes ad „iplos. Quod autem negativum, & positivum ad eandem „pertineant speciem, id sane patet vel ex eo principio: „magis, & minus specie non differunt. Nam a positivo per continuam subtractionem, nimirum diminutionem, habentur „prius minora positiva, tum zero, ac demum negativa, „continuando subtractionem eandem. Id facile patet
„ exem-

„exemplis solitis. Eat aliquis contra fluvii directionem
 „versus locum aliquem superiori alveo proximum, &
 „singulis minutis perficiat remis, vel vento centum
 „hexapedas, dum a cursu fluvii retroagitur per hexape-
 „das quadraginta: is habet progressum hexapedarum 60
 „singulis minutis. Crescat autem continuo impetus flu-
 „vii ita, ut retroagatur per 50, tum per 60, 70, 80,
 „90, 100, 110, 120, &c. Is progredietur per 50,
 „40, 30, 20, 10, 0; tum regredietur per 10, 20,
 „quae erunt negativa priorum; nam erat prius 100
 „—50, 100—60, 100—70, 100—80, 100—90, tum
 „100—100=0, 100—110=—10, 100—120=—20,
 „& ita porro. Continua imminutione, five subtractione
 „itum est a positivis in negativa, a progressu ad regres-
 „sum, in quibus idcirco eadem species mansit, non duae
 „diversae.

200. Sunt quoque, qui querantur, in-
 troducta hac virium theoria, Philosophiam me-
 chanicam everti, quae communi fere doctorum
 omnium assensu in scholas passim recepta fuerit.

Hi vero fat produnt, sibi minime perspe-
 ctum esse, quid Philosophiae mechanicae no-
 mine veniat, vel rectius venire debeat. Aio
 igitur, Philosophiam hanc, quae corporibus
 vim motricem certis legibus adstrictam tribuit,
 vere mechanicam esse. Illa enim Philosophia
 mechanica dicenda est, quae naturae phaeno-
 mena secundum leges, & regulas mechanicae
 explicat, nihilque continet, quod dictis regulis
 quavis ratione adversetur; qualem esse Philo-
 sophiam hanc cum per decursum Physicae
 ostensuri simus, mechanica iure optimo voca-
 ri poterit. Certe praecipua mechanicae fun-
 damenta, nimirum actionis, & reactionis ae-
 qualitas, aequilibrium massarum, centri gra-
 vitatis status vel quiescendi, vel movendi uni-
 formiter in directum in hac virium theoria sal-

va, integraque manent. Quamobrem qui mechanisum in sola particularum diversa mole, figura, uniusque in alteram impactu consistere existimant, ideam mechanisimi ab iis, qui malleo ferrum ad incudem exercent, aut vectium ferreorum impactu muros disiiciunt, hausisse videntur.

SCHOLION 1. Arduum haud foret ostendere, Philosophiam Cartesianam minime mechanicam esse, utpote quae in diversitate motuum, quos materiae subtili tribuit, contra regulas mechanicae non leviter peccat.

SCHOLION 2. Mechanisum non ad solam impulsione restringi ostendit P. Boscovich (Theor. vir. §. 129.) „ De „ nominibus quidem non esset, cur sollicitudinem habe- „ rem ullam; sed ut & in iis dem aliquid praeiudicio cui- „ dam, quod ex communi loquendi usu provenit, illud „ notandum duco, Mechanicam non utique ad solam im- „ pulsione immediatam fuisse restrictam unquam ab iis, „ qui de ipsa tractarunt, sed ad liberos imprimis adhibitam „ contemplandos motus, qui independenter ab omni im- „ pulsione habeantur. Quae Archimedes de aequilibrio „ tradidit, quae Galileus de libero gravium descensu, ac de „ projectis, quae de centralibus in circulo viribus, & oscil- „ lationis centro Hugenius, quae Newtonus generaliter „ de motibus in trajectoriis quibuscunque, utique ad me- „ chanicam pertinent, & Wolffiana, & Euleriana, & alio- „ rum scriptorum Mechanica passim utique huiusmodi vi- „ res, & motus inde ortos contemplatur, qui fiant impul- „ sione vel exclusa penitus, vel saltem mente seclusa. „ Ubique vires agant, quae motum materiae gignant, „ vel immutent, & leges expendantur, secundum quas ve- „ locitas oriatur, mutetur motus, ac motus ipse determi- „ netur; id omne imprimis ad Mechanicam pertinet in ad- „ modum propria significatione acceptam. Quamobrem ii „ maxime ea ipsa propria vocum significatione abutuntur, „ qui impulsione unicam ad mechanisum pertinere ar- „ bitrantur, ad quem haec virium genera pertinent mul- „ to magis, quae idcirco appellari iure possunt vires me- „ chanicae, & quidquid per illas fit, iure affirmari potest, „ fieri per *mechanisum*, nec vero incognitum, & occultum, „ sed admodum patentem, & manifestum.,,

SECTIO II.

DE GENERALIBVS CORPORVM
AFFECTIONIBVS.

Vindicata sectione superiore vi motrice corporum, expositisque legibus, iuxta quas vis eadem sese exerit, ostendendum iam est, per hanc virium legem praecipuas quasque corporum affectiones explicari posse.

ARTICVLVS I.

DE IMPENETRABILITATE, EXTENSIONE,
ET DIVISIBILITATE.

PROPOSITIO I.

Per expositam superius virium legem impenetrabilitas corporum bene explicatur.

201. Cum enim ostensum fuerit, in minimis corporum distantiiis vim repulsivam locum habere, quae in quadam distantiarum ratione inverfa agens omnem corporum immediatum contactum excludat, sequitur, fieri haud unquam posse, ut duo materiae puncta idem spatium occupent, sive compenetrata sint.

SCHOLION. Haberi tamen interdum potest apparens quaedam compenetratio: nisi enim vires repellentes, ait P. Boscovich, moram obicerent, massa quaevis aliam libere permearet, sine ullo unquam vel duorum punctorum occurfu, aut nexuum dissolutione: ea vero mora facile vinceretur, si massae cuiuspiam satis magna velocitas posset conciliari. Nam ut vires agant, motumque progignant in sensus incurrentem, egent continenti aliquo tempore: si ergo ob immensam praetervolantis massae celeritatem tempus hoc valde diminueretur, facile apparet, a massa, in quam incurfu fieret, nullam fore ad sensum impeditionem. Ita sane lumen ob incomprehensam, qua effun-

ditur, velocitatem liberrime per vitra & gemmas progreditur. Imaginem rei habes in globo ferreo, qui transire debeat inter magnetes hinc, & inde temere sparsos. Si huius velocitas non fuerit satis magna, sistetur magnetum attractione, tametsi in nullum eorum impegerit: sin autem impetu feratur tanto, ut vix relinquat magnetibus ullum agendi tempus, praetervolabit nullo fere celeritatis suae detrimento; rapiet tamen secum aliquos, ad quorum vicinitatem maxime accesserit, immotis caeteris. Idem experiri licet in globo, qui sclopeto excussus ingenti impetu ferit valvam mobilem: nihil enim ipsam commovet, sed excavat tantum foramen moli suae prope aequale: nimirum eas duntaxat secum abripit particulas, ad quas magis accessit, quam illae ad sibi proximas; nec finit brevitatis temporis, ut vires, valvae puncta inter se devincentes tantum propignant motum, qui nexum eorundem diffuat, aut totam valvam concutiat. Quod si velocitas globi adhuc in immensum augeatur, ne vestigio quidem, quod sensu percipi possit, relicto transvolaret.

Ex his illud quoque intelligitur, quonam fiat pacto, ut herbarum combustarum forma cum tenuissimis fibris in cinere intacta remaneat, avolantibus pinguioribus partibus sine ulla structurae earundem disturbance. Nova quippe vis igne subito excitata ingentem brevissimo tempore parit velocitatem, quae impedit omnem alium effectum virium mutuarum inter cineres, & olea, his liberrime inter illos commeantibus, & avolantibus. Planta roris marini, ut narrat Boerhaavius, sartagini ferreae imposita, & igne aperto combusta cineres post se relinquit ita compositos in pristinam plantae formam, ut si quis immotum aliquod eius folium microscopio contempleretur, non modo speciem aliquam roris marini agnosceret, sed etiam lanuginem, pilos, tubercula, lineamenta caetera adeo manifesta cerneret, ac si herba omnino integra esset: quae ipsa res gravissimum suggerit argumentum, particulas corporum sese minime contingere. Neque enim intelligi potest tanta cinerum quies inter motus tam celeres, tamque turbulentos reliquarum partium, si membra mutuis tactionibus devincta sint, motusque omnis impulsione communicetur. His probe expensis plurima comprehendemus, quae ante videbantur esse incredibilia. Possemus itaque nos ipsi per occlusas fores, & murorum septa sine ulla mora, aut vera penetratione libere commeare, siquidem satis magnam nobis celeritatem imprimere valeremus; & si velocitates corporum nos ambientium,

noſtrorum item digitorum, ceterorumque membrorum ſemper eſſent ingentes, continentibus id genus penetrationibus apparentibus aſſueti nullam ſoliditatis habemus ideam, quam nunc uni virium, ac celeritatum me-
diocritati debemus.

PROPOSITIO II.

*Per eandem virium legem recte quoque exponitur
extenſio.*

202. **E**xtenſio etenim ex impenetrabilitate oritur, & in eo conſiſtit, quod aliae partes ſint extra alias; quod quidem certe eveniet, ſi plura puncta idem ſpatii punctum occupare non poſſint. Habebunt ſiquidem quasdam inter ſe diſtantias, nec in eadem recta, nec in eodem omnia plano iacebunt. Erunt vero multa eorum ita propinqua, ut intervalla eorundem omnem ſenſum effugiant: quod ſi praeterea eo numero ſint, ut ſenſus noſtros afficere modo conveniente poſſint, extenſum conſtituent phyſicum, ſive ſenſibile; mathematicum enim, ſive ſtricte tale ex natura iam ſuperius removimus.

COR. 1. Ex extenſione conſequitur *figura*: cum enim puncta diſpergantur per ſpatium extenſum in longum, latum, & profundum, limitem utique aliquem ſuae extenſionis habent, qui eſt ipſa eorundem *figura*. *Quid figura?*

COR. 2. *Moles* eſt ſpatium illud omne, quod certus numerus punctorum, qui per modum unius a nobis conſideratur, occupat: dependet itaque a figura ipſa, ſive a limite extenſionis. *Quid moles?*

COR. 3. *Maſſa* eſt numerus punctorum ſub certa mole, ſive volumine contentorum. *Quid maſſa?*

SCHOLION. Notandum hic eſt, ideam maſſae eſſe admodum vagam, ac indeterminatam, cum etiam in communi ſententia maſſa dicatur portio materiae ſub certo volumine contentae, ubi maſſae nomine materia omnis indi-

eatur ad corporis constitutionem pertinens. Oritur vero ingens hic difficultas, quatenus materiae portio ad corporis cuiusvis constitutionem referenda sit, neque lis ista tam levi negotio decidi potest; quamobrem vulgari massae aestimatione contenti esse debemus.

Quid densitas & raritas?

COR. 4. *Densitas*, & *raritas* a numero punctorum maiore, vel minore sub eodem volumine comprehenso dependunt. Has esse quid pure respectivum ad nostros sensus iam superius (18. Schol.) dictum est. Hic notari potest, mensuram densitatis esse massam divisam per molem, sive si densitas vocetur d , massa m , moles, sive volumen

v , esse $d = \frac{m}{v}$, ac proinde $m = dv$, & $v = \frac{m}{d}$.

P R O P O S I T I O III.

Ex hac virium lege corporum quoque divisibilitas repeti potest.

203. **P**rimorum quidem materiae elementorum in hac sententia divisibilitas nulla est, cum ea simplicia, & inextensa sint; at vero massae quaelibet, quae nobis aliud non sunt, quam dictorum, punctorum congeries, dividi in partes possunt, non tamen plures, quam sit ipse punctorum massam constituentium numerus. Cum enim puncta haec, & quae ex illis coalescunt molecule, nonnisi finitis viribus ad se invicem accedant, vel accedere nitantur, hic eorum ad se invicem accedendi nixus finitis quoque viribus vinci, eaque a se invicem divelli, sive dividi poterunt.

ARTICVLVS II.

*De cohaesione corporum, variisque eius speciebus,
& Phaenomenis.*

204. **C**ohaesionis nomine intelligimus eam cor- *Quid cohae-
sio?*
porum sive solidorum, sive fluido-
rum coniunctionem, qua massam unam conti-
nuam constituunt.

SCHOLIUM. Consideratur haec quidem praecipue in corporibus, quae *solida* vocamus, sed & in fluidis quaedam est cohaesio, sive tenacitas, qua partes fluidorum quorumvis separationi resistunt, praecipue vero notatur in fluidis exigua portione acceptis, in quibus fere semper in figuram rotundam, sive sphaericam sese componunt.

205. Cohesionis phaenomena a Physicis *Quaenam
cohaesio-
nis phae-
nomena?*
complura notata sunt : & quidem 1) gradus cohaesionis, quos colligimus ex quantitate virium, quas ad divellenda corpora adhibere opus est, in variis corporibus diversissimi sunt, quin etiam in eodem corpore temporis tractu gradus cohaesionis immutantur. 2) Cohesionis firmitas haudquaquam respondet corporum densitati, uti patet in exemplo plumbi, & adamantis. 3) Corpora cohaerentia divulsioni partium suarum vario modo resistunt pro varietate directionum, qua ea partium divulsio peragitur. 4) Corpora, quorum superficies plana admodum, ac laevigata est, sola partium appensione ita cohaerent, ut nisi perpendiculari aegre distrahantur, tametsi non magno negotio divellantur, si altera superficies per alteram excurrat motu ipsis superficiibus parallelo : ut si capiantur duo specula vitrea plana, polita, munda, sicca, specu-
L 5 lum-

lumque speculo imponatur, vi satis magna ea cohaerebunt, quam specula illa separaturus facile persentiscet: idem eveniet, quotiescunque planissimae superficiei metalla, & semimetalla, aut lapides duri, qui politi nitent, sibi imponuntur. 5) Si inter corporum politorum superficies interponatur corpus quodvis fluidum, vis cohaesionis plurimum augetur. 6) Corpora diversa eodem licet interposito fluido, aut eadem interiectis diversis fluidis variam sortiuntur cohaerentiam, quod sequentibus experimentis ostendit Musschenbroek (Phyf. Tom. 1. §. MXCVI.) „Ex variis corporum generibus cylindros feci: omnium diameter fuit „1, 916 poll. Rhenoland. planae superficiei, & „fere politae usque ad splendorem: ut pari „calore calerent, aquae ferventi iniiciebantur, ex aqua exemptis, linteo abstersis, ex „templo illitum fuit sebum bovinum, quo ab „hoc calore refuso, cylindrus cylindro est impositus, aliquantulum in rotundum fricatus, ut „nihil aeris intermedium superesset, compressus frigori, & quieti usque in sequentem diem „commissus: perpendiculariter divulsi cylindri „hisce ponderibus cohaeserunt. „

„Ex vitro lb 130.

„Orichalco lb 150.

„Aere fulvo lb 200.

„Argento lb 125.

„Chalybe indurato lb 225.

„Ferro molli lb 300.

„Stanno lb 100.

„Plumbo lb 275.

„Zin-

„Zinco ꝑ 100.

„Bismutho ꝑ 150.

„Marmore albo ꝑ 225.

„Marmore nigro ꝑ 230.

„Ebore ꝑ 108.

„In his vero experimentis pondus incumbentis atmosphaerae aereae, quod fuit circiter ꝑ 41, subtrahi debet, ut vis vera cohaesionis a causa mox afferenda proveniens inveniatur. Pari ratione inter cylindros ex orichalco interfusa est aqua, dum appressi sunt, ut aer, quantum potest, expelleretur; cohaeserunt aliquoties pondere ꝑ 17, 5. unciarum. „

„Ab interfuso lacte bovino ꝑ 1. unc. 9.

„Ab interfuso spiritu vini Gallico unc. 24.

„Ab oleo Terebinthinae unc. $37\frac{1}{2}$.

„A Petroleo tenui unc. $20\frac{1}{2}$.

„Ab interfuso oleo olivarum unc. 30.

„Ab interfuso oleo raparum unc. 30.

„Ab interfuso oleo lini unc. 37.

„7) Si fluida inter corpora interiecta tempore, vel frigore indurantur, tum indurato fluido multo firmitus connexa erunt corpora, quam fluido liquato: quando enim iisdem orichalceis cylindris adlinimus refusum sebum bovinum, aut colophoniam, ceram, vel picem, calentes examinati parum cohaerescunt, & a ꝑ 4, vel 5 divelluntur: verum postquam refrixerunt, & fluidum induit, vi maiori cohaeserunt: nam interfuso sebo ovillo cohaerentia fuit ꝑ 450. „

- „Interfuso sebo porcino ₰ 120.
- „A sebo vitulino cohaerentia ₰ 370.
- „A sebo equino ₰ 32.
- „A sebo caponis ₰ 104.
- „A sebo humano ₰ 16½, sed id vix indu-
- „rescit, manetque simile oleo olivarum.
- „A spermate ceti ₰ 200.
- „A butyro Holandico aestivo ₰ 158.
- „A pice Burgundica ₰ 800.
- „A bitumine iudaico ₰ 400.
- „Sebo bovino ₰ 800.
- „A colophonia ₰ 850.
- „A cera ₰ 900.
- „A pice ₰ 1400.

8) Quo magis corpora solida, quibus fluida interponuntur, ante eorundem interpositionem incalescunt, eo maiori vi refrigerata cohaerent. Testatur id supra citatus author:

„Quoniam in superioribus experimentis corpora tantum aquae bullientis calore incaluerunt, qui est levis, partesque solidas vix removet, aut poros aperit; sebum refusum, non multum attenuatum, ut a violentiori igne fit, vix poros ingredi, fortisque magnetis munere fungi potuit: ut hoc fieret, cylindros priores multo vehementius calefeci, ut adlitum sebum quasi ebulliret; cylindri ut ante fricati, appressi, quiescentes, frigidi, sequenti die his ponderibus cohaeserunt.”

- „Ex vitro ₰ 300.
- „Orichalco ₰ 800.
- „Ferro 950.

„Aere fulvo ₰ 850.

„Argento ₰ 250.

„Marmore albo ₰ 600. „

9) Dum corpora solida appenso inferne, vel superne imposito ingenti pondere franguntur, distractio quaedam & compressio fibrarum ipsam corporis solidi diffractionem praecedit.

10) Corpora solida diffracta quacunque deinde vi comprimuntur, priorem cohaesionis gradum non amplius adipiscuntur.

SCHOLIUM 1. Diversos cohaesionis gradus in omni corporum specie experimentis eum in finem institutis exploravit Musschenbroek. Examinauit is firmitatem lignorum, metallorum, vitri, nervorum, funium, pellium, pannorum, amplasque experimentorum tabulas condidit, in quibus plurima continentur ad omnem vitae humanae usum perquam conducuntia.

SCHOLIUM 2. Idem pro corporum divulsorum cohaerentia restituenda glutinum diversissimas species divulgavit, ex quibus nonnullas referam.

„Ad metalla unienda fabri aerarii sequentibus ferru- *Variae glutinum species.*
„minibus utuntur : 1) Capiantur tres partes argenti,
„una pars orichalci, confundantur, iuncturis imponun-
„tur ramenta cum borrace, a levi igne liquantur, iunctu-
„ras opplent, sed debilior est coniunctio.

„2) Vel capiatur una pars orichalci, & duae partes
„argenti, violentiore igne hoc ferrumen refunditur, sed
„ramenta cum borrace orichalci massas fortius copulant.

„3) Vel capiuntur 12 partes orichalci, una pars argen-
„ti, sesquipars Zinci, a violento igne refunditur, sed fir-
„missime copulat &c:

„Argentifabri utuntur 4 differentibus speciebus ferru-
„minum, quae fiunt

„1) ex aeris fulvi Suecici parte 1. argenti sinceri p. 6.
„Est ferrumen firmissimum.

„2) Ex orichalci p. 1. argenti p. 6. est ferrumen
„durum.

„3) Ex orichalci p. 1. argenti p. 4.

„4) Ex orichalci p. 1. argenti p. 2. est hoc ferrumen
„molissimum.

„Calx

„Calx tellinatum ex arte subacta cum arena, & aqua, aut
 „calx cum tuso topko, & aqua, aut calx cum terra
 „tenui cribrata Ram dicta, aut gypsum in olla ferrea ve-
 „hementi igne coctum, cum aqua mistum lateribus, vel la-
 „pidibus mundis interiecta, & ficcata structuras confirmat.
 „Pulvis Puteolanus (qui nascitur circa Vestuvium) mistus
 „cum calce, & coemento sub aqua solidescit, aedificiis
 „praestat firmitatem, fitque lapis inexpugnabilis undis.
 „Est nempe in topko, & in arena multum vitrioli, in
 „calce multum salis alcalini, hi bini sales in aqua solvun-
 „tur, soluti in se operantur, cum alter sit acidus, alter
 „alcalinus; sales hi lente effervescentes in partes terre-
 „nas, eas multum attenuant, praecipue si massae hae mix-
 „tae longo tempore cum aqua maceratae frequenter per-
 „mistae, subactaeque fuerint, tum enim tandem solutio-
 „ne tenuissimae, & quasi pinguioris naturae evadunt:
 „inter asperas laterum, lapidumque superficies huiusmo-
 „di posita massa semifluida, trita, appressa, accuratius la-
 „terum cava implet, poros ingreditur, contactum super-
 „ficierum auget: postea aquae maiori parte a lateribus
 „absorpta, & ex his, atque ex calce avolante, partes
 „calcis, arenae, laterum propius accedunt, fortius se
 „nunc trahunt; quo indurescit calx, & simul cohaeren-
 „tia fit firmissima in massis laterum, lapidumve: sales
 „calcis, arenae, & lateris simul cum aqua ad externam
 „delati superficiem, & efflorescentes crustam albam effi-
 „ciunt, quae post duos, pluresve annos a pluvia ablu-
 „tur, & ab aere, ventisque vexata evanescit in auras.,

„Salem calcis firmitatem praestare probatur, quia
 „si aliquoties calci aqua calida affundatur, quae elapso
 „tempore reiiciatur, donec sal omnis ex calce sit solu-
 „tus, & extractus, tum haec calx mixta cum arena non
 „solidescit.,

„Si arena expers vitrioli, aut Martis cum calce miscea-
 „tur, etiam non induratur massa: ideo arena albissima est
 „operi inutilis; in arenis nigris, canis, flavis, fulvis, ru-
 „bris, ferrum inesse inveni, adeoque inest vitrioli spe-
 „cies, cuius sal acidus est: optima est arena fossilis, quae
 „aspera, & manu conficta facit fridorem, non valet mol-
 „lis, terrosa; minus bona quoque est fluviatilis, nisi ex-
 „cernatur ex glarea, & terra: arena de littore marino id
 „habet vitii, quod ob salem marinum adhaerescens
 „difficiliter exsicceatur, nec firmos praestet parietes.,

„Aqua etiam ad firmitatem concurrit: ponderetur enim
 „calx sicca nondum extincta, tum arena, & lateres:

„calx

„calx subacta cum aqua, & arena inter lateres ponatur:
 „postquam deinde elapso tempore lateres cum calce con-
 „solidati sunt, quodsi tum pondus denuo exploretur,
 „augmentum quodpiam eiusdem a sola aqua ortum depre-
 „hendetur: haec aqua adeo firme calci adhaerescit, ut le-
 „vi ustulatione in igne expelli nequeat: expellitur tamen
 „a diuturna, & vehementi ustione, tumque calx iterum
 „in pulverem friatur.”

„Si calci saxatili adiungatur marmor, tophus, &
 „gypsum, quae in tenuem redacta sunt pulverem, affun-
 „daturque urina, vel aqua, omniaque probe vi magna
 „subigantur, pavementum ex iis fit durissimum, quod ob
 „polituram nitet, imprimis si oleum lini, vel nucis adli-
 „natur.”

„Calces, & gypsum potissimum lapidibus iungendis
 „serviunt, qui etiam in nonnullis occasionibus bene uniu-
 „tur, si lactis ebutyrati coagulum, ex quo omne liqui-
 „dum, quantum potest, est expressum, misceatur cum pa-
 „ri calcis vivae copia, donec lentescat, ita sal aci-
 „dus lactis temperat alcalinum calcis, & ambo iuncti
 „lapidis poros intrant altius, & obturando meatus lapi-
 „dem cum lapide, vel ebur cum ebore concopulant.
 „Vel caseus diu tundatur in aqua, vel in ferventi aqua
 „aliquamdiu agitatus prematur, tum supra lapidem tri-
 „tus in pulvem misceatur cum calce viva, ita praebet
 „gluten optime conveniens vitris, quamvis non valeat
 „coniungendis achatis, quorum gluten est vernix Chi-
 „nensis.”

„Ligna plerumque coniunguntur glutine taurino in
 „aqua cocto, sed potest in mortario gluten diu cum aqua
 „tundi, donec penitus liquefactum sit, idemque praestat,
 „ac gluten coctione solutum: aut glutinantur ligna ichtyo-
 „cola in vini spiritu vel aqua cocta. Glutinantur etiam
 „egregie asseres calce viva, & caseo tufis, mistisque, pa-
 „ri pacto ac lapides, qui mos est Afrorum. Laponenses
 „pellibus percarum siccatis, & in ventriculo rangiferi
 „cum aqua coctis gluten eximium, quod lignum cum li-
 „gno firmissime iungit, conficiunt.”

„Gummi Arabicum in spiritu vini rectificato solutum
 „praebet gluten, quo vitrum cum vitro bene iungi potest.
 „Succus allii expressus praebet gluten vasis porcellaneis
 „conveniens. Si vasa porcellanea sint fracta, in corpus
 „unitum pristinae formae probe iungantur, funibus col-
 „ligentur, lebeti imitantur una cum lacte bovino, &
 „ory-

„oryza, per trihorium coquantur, deinde refrigerata, &
 „exempta non minus firma sunt, quam nova, eiusdemque
 „usus; vitrum tamen superficiem obducens, tenuis rimae
 „speciem relinquit, cum id uniri non possit. „

„In agris circa Perpignanum invenitur eruca, sesqui
 „pollicem longa, dorsi purpurei, ventris flavi sine pilis,
 „quae se arboris radici affigit: postquam fatis adolevit,
 „folliculum pro statu nymphaescenti format, hic follicu-
 „lus spatio sesqui mensis sub terra putrescit, dum colli-
 „gitur, per octiduum in aqua maceratur, tunditur in pul-
 „tem cum tantillo olei olivarum, vel amygdalorum, &
 „praestat egregium gluten. „

SCHOLIUM 3. Ex his, aliisque similibus colligit Mus-
 fchenbroek, falso a nonnullis statutum fuisse, corporum
 animalium sive viventium, sive non viventium partes
 nunquam cum vegetabilibus, aut fossilibus coniungi posse;
 corpora eiusdem modo regni, vegetabilia cum vegetabi-
 libus, animalia cum animalibus, fossilia cum fossilibus co-
 pulari.

A R T I C V L V S III.

*Opiniones variorum de causa physica cohaesionis
 corporum.*

*Sententia
 Cartesii
 de causa
 cohaesio-
 nis.*

206. **Q**uod ad causam physicam cohaesio-
 nis attinet, *Cartesius* existimavit,
 ex corpusculis primitivis corpora cohaerentia
 fieri hoc ipso duntaxat, quod posita iuxta
 se invicem ea sint, ac quiescant. „Dura enim
 „ait ea esse Corpora (P. 2. Princ. N. 54),
 „quorum omnes particulae iuxta se mutuo
 „quiescunt, propterea, quia nullus alius mo-
 „dus magis adversari potest motui, per quem
 „istae particulae separentur, quam ipsarum
 „quies. „ Id ipsum sensit *Boyle* (de firmita-
 te Sect. XIV.), „Videtur generaliter in cor-
 „poribus sive grandioribus, sive minoribus
 „sufficientem cohaesionis causam esse, quod
 cor-

„corporis partes iuxta se quiescant, etiamſi
 „forte integrum corpus de loco ad locum
 „moveatur. „

207. Verum quies haec partium iuxta se *Quid de ea*
 positarum, quam aliunde respectivam solum *ſentien-*
 eſſe Carteſiani, Copernicani ſyſtematis ſecta- *dum?*
 tores, diffiteri nequeunt, ingenti illi cohaeſio-
 ni, quam in corporibus nonnullis v. g. in me-
 tallis experimur, explicandae haudquaquam
 ſufficit. Hac enim quiete ſeparationi partium
 non magis reſiſtunt corpora, quam motui:
 eſt autem reſiſtentia, quam corpora motui op-
 ponunt, maeſſae proportionalis, vis autem co-
 haeſionis maeſſae corporum, ſive denſitati (205)
 minime reſpondet.

208. *Ioannes Bernoullius, & Leibnitius* co- *Sententia*
 haeſionem corporum a motibus conſpirantibus *Bernou-*
 eorundem repetunt, utunturque exemplo ve- *llii, &*
 li aquae, quod in fontibus conſpicere non- *Leibnitii.*
 nunquam licet: velum hoc, aiunt illi, ex con-
 ſpirante duntaxat motu tenuiſſimarum guttula-
 rum conſiſt, ſi tamen digito quis velit per-
 rumpere, eo maiorem experietur reſiſtentiam,
 quo ipſa effluentis aquae velocitas maior eſt,
 ut adeo multo adhuc maior conſpirantis mo-
 tus velocitas requiratur ad eorum, quae ſen-
 ſus noſtros afficiunt, & nonniſi vi ingenti di-
 fringuntur, corporum cohaeſionem efficien-
 dam.

109. Opinionem hanc ita refutat P. Boſco- *Quid de ea*
 vich (Theor. vir. §. 407.) „Ea, quae cohae- *ſentien-*
 „rent, utique reſpective quieſcunt, ſive mo- *dum?*

„tus conspirantes habent. Si duo lapides in
„plano horizontali iaceant, utique habent
„motum conspirantem, quem circa solem ha-
„bet tellus; sed si tertius lapis in alterutrum
„incurrit, vel ego ipsum submoveo manu, sta-
„tim sine ulla vi mutua, quae separationem
„impediat, dividuntur, & motus desinit esse
„conspirans. Hanc ipsam quaerimus causam,
„dum in cohaesionem inquirimus. Nec ve-
„locitas motus, & exemplum veli aquae rem
„conficit. Motus conspirans duorum lapidum
„contiguorum cum tota tellure est utique
„velocior, quam motus particularum aquae
„proveniens a gravitate in illo velo, & tamen
„sine ulla difficultate separantur. In aqua ex-
„perimur difficultatem perrumpendi velum,
„quia ille motus conspirans non est commu-
„nis etiam nobis, & telluri, ut est motus il-
„lorum lapidum; unde fit, ut vis, quam pro
„separatione applicamus singulis particulis, per-
„quam exiguo tempore possit agere, & eius
„effectus citissime cesset, iis decidentibus, & su-
„pervenientibus semper novis particulis, quae
„cum tota sua ingenti respectiva velocitate in-
„currunt in digitum: at in corporibus, in quibus
„partes cohaerentes cernimus, eae partes nul-
„lam habent velocitatem respectivam respectu
„nostri, nec aliae succedunt aliis fugientibus.
„Quamobrem longe aliter se res in iis habet, &
„oportet invenire causam longe aliam, prae-
„ter ipsum solum conspirantem motum, ut ex-
„plicetur difficultas, quam experimur in iis
„separandis, & in inducendo motu non con-
„spirante. „

210. *Epicurus* docuit, cohaesionem corporum a particulis hamatis, & uncinatis haberi, ad cuius mentem cecinit *Lucretius* : Sententia
Epicuri,
& Gassendi.

„Quae nobis durata, ac spissa videntur,
„Haec magis hamatis inter sese esse necesse est,
„Et quasi ramosis alte compacta teneri. „
Eadem mens fuit *Gassendi*: ait enim (*Phys.*
L. 6. C. 7. „Prima & praecipua duritiei cau-
„sa sunt hamuli, uncinulive, quibus possunt
„atomi sese invicem irretire, continere, &
„spatiolis inanibus, quantum fieri potest, ex-
„clusis, impedire mutuam sese evolvendi,
„diffociandique libertatem. „

211. At vero uncinuli, hamulique eius-
modi ex *Physica* iam dudum proscripti sunt: Quid de ea
sentien-
dum?
quaestio enim instauranda identidem foret, unde-
nam hamorum, uncorumque istorum cohae-
sio ortum ducat. Deinde phaenomena co-
haesionis articulo superiore exposita cum un-
cis, hamisque his haud consentiunt. Unde
enim ingens illud cohaesionis discrimen, dum
vitrum politum alteri itidem polito imponitur,
impositumque cohaeret? unde obsecro unci,
hamique, qui cohaesionem hanc efficiant, ad-
volant? an omnia fluida, quorum interiectu
corpora solida tam valide cohaerescunt, ex
uncis, hamisve componuntur? Mitto plura.

212. *Purchotius*, *Noletus*, pluresque *Car-* Quae sen-
tentia
Purchotii,
& alio-
rum?
tesiani, quos inter recentissime *Cl. Bertier* *Pres-*
byter *Oratorii*, cohaesionem corporum a mutuo
partium contactu secundum planas superficies,
& tenuissimi cuiusdam fluidi pressu repetunt.

Censent nimirum corpora ab aere externo, alioque fluido aere vulgari multo subtiliore omni ex parte comprimi, quod fluidum, cum corpora quaelibet, ipsumque adeo vitrum liberime permeet, in vacuo quoque Boyleano praesens est, eosdemque effectus praestat.

*Quid de ea
sentien-
dum?*

213. His vero illud *primo* reponimus, aeris vulgaris pressionem ad cohaesionem solidorum non sufficere; est enim ea in experimentis Muschenbroekii supra expositis nonnisi ponderi quadraginta unius librarum par, cum tamen cylindri illi vi multo maiore cohaereant. Quod si iam ad fluidum subtilius recurrant, obstat *secundo*, quod existentia fluidi eiusmodi aere multo subtilioris nullo argumento evicta sit, illudque nonnisi precario assumatur. *Tertio*, fluidum hoc, cum omnium corporum quantumvis densorum poros, ac interstitia quaevis liberrime permeet, ad cohaesionem efficiendam minus aptum videri: quantum enim fluidum hoc corpora ambiens partes eorundem ad se invicem urget, tantundem fluidum id ipsum intra corpora comprehensum coniunctioni partium obstabit. *Quarto*, cum actione fluidi huius subtilioris diversa cylindrorum cohaesio, dum idem fluidum inter omnes hos cylindros interiicitur, minime consentit. An non enim, ait Muschenbroek, „tum a pari pondere „omnes cylindri, ex quacunque materia fuerint, divulsi fuissent, eodem sebo inter „omnes interfuso, quod eadem facilitate, & „copia a fluido subtili permeetur, necesse est: „& si praeter sebum densitas corporum con-

„ cur-

„currat, an tum non marmor exploratorum
 „maxime porosum minore pondere fractum,
 „& seiunctum fuisset, quam multo densius ar-
 „gentum, aut vitrum? an non id fluidum
 „subtilius, quod maiori libertate sebum, quam
 „metallum permeat, cylindros, inter quos fu-
 „sum est sebum, potius seiungeret, quam uni-
 „ret.,, *Quinto*, hinc denique sequeretur, cor-
 porum cohaesionem vel fore in ratione vo-
 luminum, vel in ratione densitatum, quorum
 neutrum phaenomenis consentit.

214. *Newtonus* cohaesionem corporum re-
 petit ab attractione, quae diversa sit ab ea, per
 quam gravitas corporum explicatur. Hanc po-
 nit diminutis distantis crescentem ita, ut in
 contactu sit admodum magna, & ubi primige-
 niae particulae se in planis continuis, adeoque
 in punctis numero infinitis contingunt, sit in-
 finities maior, quam ubi particulae primige-
 niae particulas primigenias in certis punctis
 numero finitis contingant, ac eo minor sit,
 quo pauciores contactus sunt respectu numeri
 particularum primigeniarum, quibus constant
 particulae maiores, quae se contingunt; quo-
 rum contactuum numerus, cum sit eo minor,
 quo altius ascenditur in ordine particularum
 a minoribus particulis compositarum, donec
 deveniatur ad haec nostra corpora, inde ipse
 deducit, particulas ordinum altiorum minus
 itidem tenaces esse, & minime omnium haec
 ipsa corpora, quae malleis, & cuneis dividi-
 dimus.

*Quae sen-
 tentia
 Newtoni?*

*Quid de ea
sentien-
dum?*

215. Quoniam vero argumentis superius allatis ostendimus, nullum esse corporum contactum stricte talem, facile intelligitur, explanationem hanc locum habere non posse. Accedit, quod non facile a Newtonianis determinetur, in quam ratione attractio in contactu immediato agat. Quod si enim attractio in contactu immediato in ratione inversa duplicata, vel triplicata agere dicatur, vis cohaesionis in contactu immediato erit infinita; quod si vero in ratione minore ea agat, attractio in minimis a contactu distantis minima itidem erit, quod phaenomenis repugnat.

A R T I C V L V S IV.

Quae sit causa physica cohaesionis.

P R O P O S I T I O I.

*Cohaesio corporum oritur ex colloca-
tione punctorum
materiae in limitibus cohaesionis, vel etiam extra eos-
dem limites, in iis tamen distantis, in quibus vi-
res utrinque aequales, & oppositae se
elidunt.*

216. **P**atet enim ex natura horum limitum supra (185) exposita, puncta in his limitibus constituta, ita in iis persistere, ut inde nonnisi superata ex una parte vi repulsi-
va, aut ex altera parte attractiva avelli possint. Id quidem locum habebit, si duo tantum materiae puncta considerentur; quod si vero plura materiae puncta ad examen vocentur, ea quoque cohaerescere extra limites poterunt, si vires sint vel utrinque attractivae,
vel

vel utrinque repulsivae, & aequales: ut si punctum B * a punctis A, & C aequali vi * Fig. 80
sive attrahatur, sive repellatur; tum enim neque ad A, neque ad C accedet, sed in puncto B immotum persistet.

PROPOSITIO II.

Sententia haec phaenomenis cohaesionis explicandis inservit.

217. **A**c primo quidem hic intelligitur, diversissimas esse posse cohaesionum species, cum limitum & frequentia, & fortitudo diversissima item esse possit. Potest enim curva legem virium cuiusvis numeri punctorum repraesentans axem secare in punctis quotlibet, possunt haec intersectionum puncta maioribus, minoribusve intervallis removeri, possunt flexus illi utrinque ultra axem ad spatium quodvis excurrere, possunt axem sub angulis admodum diversis secare: ex his vero cohaesionis gradus diversissimos oriri debere consideranti facile patebit. Poterunt igitur ex punctis ipsis immediate oriri corpuscula, quae liceat *primitiva* dicere, in quibus iam ingens discrimen haberi potest tum propter diversum punctorum numerum, ex quibus corpuscula illa primitiva constant, tum propter varias eorundem positiones, atque inde resultantes diversas virium compositiones. Secundo, ex primitivis his corpusculis componi poterunt corpuscula, quae *derivata* dicantur, ordinumque semper altiorum erunt, quo longius in compositione progressum fuerit; in his ve-

ro corpusculis plures iterum discriminum causae, fontesque occurrent, quorum numerus perpetuo crescet, prout particularum compositio amplius continuabitur. Quod si iam ad animum revocemus, bibliothecam quamvis maximam, in qua tanta voluminum, idiomatum, vocum varietas deprehenditur, aliud non esse, quam 24 literarum varias inter se combinationes, facile intelligetur, in tam immenso punctorum, indeque resultantium molecularum numero longe uberiores discriminum fontes reperiri, qui explicandis quibusvis phaenomenis sufficiat.

SCHOLION I. Ut idea clarius ingentis huius varietatis, quae ex punctorum numero, distributione, & virium compositione hinc proveniente oritur, efformari possit, fontes ipsos uberius aliquanto ex P. Boscovich exponendos censui. Quod igitur 1) numerum punctorum attinet, is etiam sub eadem mole potest contineri diversissimus. 2) Moles ipsa, & densitas in binis particulis potest esse admodum dissimilis. 3) Praeterea ingens potest haberi discrimen in figura, seu in superficie punctorum ductum sequente, eaque omnia includente. 4) In quamcunque autem figuram puncta coalescant, tot erunt inter ea distantiae, quot ipsorum paria, & si iis ipsis distantiiis respondeant limites cohaesionis, erit particula eius figurae valde retinens, quamquam id etiam sine iis limitibus obtineri possit virium contrariarum elisione. 5) Possunt sub eadem figura, e. g. sphaerica, puncta inaequaliter distribui, ita ut etiam paribus a centro distantiiis ex una parte plurima, ex altera paucissima sint; ac haec ipsa loca possunt in diversis distantiiis iacere versus plagas admodum diversas; quae rursus in diversis particulis infinitam quandam habere possunt varietatem. 6) Tametsi autem particulae ponantur eadem esse figura, e. g. globosa, sintque in earum singulis, paribus a centro intervallis, puncta aequabiliter undique distributa, ingens tamen adhuc discrimen esse poterit in densitate diversis a centro distantiiis respondente; in aliis enim puncta pleraque poterunt esse congesta prope centrum ipsum, in aliis prope superficiem extimam, in aliis denique circa medium, ita, ut in
his

his ipsis immensa quaedam haberi possit varietas. Videmus ex iisdem particulis varie coniugatis existere aquam, vapores, nebulam, nubem, nives, grandinem, glaciem. 7) Ex tanta compositionum dissimilitudine enasci debet valde diversa etiam in punctis eandem particulam constituentibus cohaerentia, ut alia non magno negotio, alia difficillime de situ depellantur. 8) Multo vero maiora orientur indidem virium ipsarum discrimina. Poterit eadem particula uno suo latere alteram attrahere, alio repellere, sicut in magnete observamus: imo complura poterunt esse in eiusdem superficie loca alternarum id genus virium, cum nimirum in iis locis possint esse vel plura, vel pauciora puncta, quam in aliis, eaque in diversis tum a centro, tum a semetipsis posita intervallis. Fieri praeterea poterit, ut quemadmodum punctum quoddam tertium ab uno attractum, ab altero repulsum, vi amborum composita ad latus urgetur, ita etiam particula quaequam ab una alterius parte attracta, ab altera repulsa ad latus itidem urgeatur, nec possit conquirere, nisi in certa positione comparativa, quam consecuta deinceps tueatur.

SCHOLION 2. Qua ratione ex certis molecularum ordinibus maiores massae consurgere possint, docet Muschenbroek (Phyf. Tom. 1. §. XCVIII.). „Videntur corpora maiora sequenti utcumque modo composita esse: concipiantur 3, 4, vel plura ultima solida (sive in nostra sententia corpuscula primitiva) coniungi in aliquam massam cuiusvis figurae A*, erit haec *massa primi ordinis*, sive particula prima. Ex huiusmodi aliquot particulis efficiantur complexiones, & copulationes iterum in firmam quandam massam, hae component *massam secundi ordinis*, sive particulam maiorem B*. Eiuscemodi particulae aliquot denuo acerventur, & coniungantur in cohaerentem massam, compositurae *particulam tertii ordinis**. Ex particulis talium ordinum plurimis secum coniunctis tandem corpus magnum, tractabile efficitur „

Fig. 81

Fig. 82

Fig. 83

SCHOLION 3. Qua item ratione ex ultimis solidis (ut ea vocat Muschenbroek) etiam si omnino similia fuerint, particulae primi ordinis componi possint, aut omnino similes, aut etiam aliquantum diversae, ita explicat: „sunt ultima solida sphaerae aequales, quarum 6 particulam primi ordinis component; poterunt hae poni modo A*, B, C, D, E, F, G, H, I, K, simili, etiam si aliquantum differenti; ex quibus patet, discrimen aliquod si-

Fig. 84

„gurae in particulis maioribus nequaquam probare, ultima
„solida figura discrepare.“

* Fig. 74 218. Quoniam uti supra vidimus, limitum fortitudo haudquaquam ab eorundem a puncto A^* , sive ab origine abscissarum, distantia dependet, patet, vim cohaesionis corporum densitati haudquaquam respondere. Neque illud explicatu difficile, quod corpora certa directione facilius, alia vero difficilius divellantur; possunt enim cohaesionis limites in massis maioribus secundum certam aliquam directionem considerati multo valdiores esse, secundum aliam vero debiliores. Fieri item potest, ut si corporis divulsio certa aliqua directione peragatur, plurium simul limitum resistantia vincenda sit, at si alia quavis directione divulsio fiat, pauciores limites partium seiunctioni obstant.

* Fig. 85 219. Quantum cohaesionis phaenomenon explicatum perfacilem habet: dum enim corpora planae, laevigataeque superficiei ad se invicem apprimuntur, atque interuntur, plures simul molecule ad limites cohaesionis perveniunt, quod in corporibus, quorum aspera est superficies, ob prominentium molecularum resistantiam fieri nequit. Quod vero corpora eiusmodi directione perpendiculari difficillime, parallela vero non admodum difficulter separentur, inde est, quod in divulsione perpendiculari omnium simul cohaesionis limitum resistantia vincenda sit; ut si planum ab cd * super planum $ABCD$ directione parallela excurrat, illae particulae, quae a margi-
ne

ne aliquanto magis distant, aequalem fere utrinque resistantiam experiuntur a particulis ad latera positis, a quibus prope aequaliter distant: quamobrem in hac planorum disiunctione earum duntaxat virium resistantia superanda est, quas exerunt molecule in margine positaе. Neque inde arguere licet, corpora quoque integra, & nunquam divisa universim facilius diffringi directione parallela, quam perpendiculari; in his enim fibrae possunt esse plurimae, quae limitibus multo adhuc validioribus cohaereant, ad quos corporum horum molecule sensim pervenerunt, dum ea corpora orta sunt. Ad hos porro limites in corporum quantumvis laevigatorum appressu, & intritu nunquam pervenitur; cum nulla laevigatione, ac politura ita omnes denticuli, & asperitates tolli possint, ut non supersint quamplurimae, quarum in distantis minimis vis repulsiva impedimento est, quo minus particulae reliquis minus exstantes ad eas distantias pervenire possint, in quibus fortissime cohaerescant.

220. Quod si inter eiusmodi laevigatorum corporum superficies fluidum quodvis corpus interponatur, illud quidem explendo cavitates, fossulasque, quae in laevigatissimorum quorumvis corporum superficiebus microscopiis saltem deprehenduntur, efficiet, ut plures molecule ad cohaesionum limites pervenire possint, atque adeo vis cohaesionis augeatur. At vero magnum erit discrimen, si vel idem fluidum inter variorum cor-

porum, aut varia fluida inter eiusdem corporis superficies interponantur. Alia certe virium lex ex particulis sebi cum particulis marioris coniunctis, alia inter easdem, & argenti particulas orietur, cum & numerus punctuum, five molecularum ex punctis iis compositarum, & earundem distantiae utrinque diversae sint: ex quo diversi cohaesionum gradus, quos citata Muschenbroekii experimenta indicant, facile deduci poterunt.

221. Quod cohaesio crescat, ubi fluidum interiectum frigore induratur, nullo negotio exponi potest: cum enim (quod in Physica particulari docebitur) frigus corpora omnia constringat, fluidi quoque interiecti partes tum ad se, tum ad particulas corporum solidorum propius accedent, ac proinde plures solidorum molecule ad cohaesionis limites pertingent, quo facto cohaesionis vis maior evadat, est necesse. Pari ratione, quo magis corpora solida ante fluidi interpositionem incalescunt, eo magis partes eorundem a se invicem recedunt; fluidum igitur interiectum in eas quoque cavitates & fossulas sese insinuare potest, ad quas in solidis minori caloris gradu praeditis penetrare haud potuisset: superficies igitur magis laevigantur, & ubi succedente per frigus induratione partes denuo constringuntur, ad distantias multo minores, fortioresque cohaesionum limites perveniri potest.

222. Quod attinet illam distractionem, & compressionem fibrarum, quae ante cohae-

ren-

rentium nonnullorum corporum diffractionem notatur, ea ex lege virium manifeste consequitur: cum enim cohaesio a limitibus pendeat, quorum & distantiae, & robur varia esse possunt, patet, particulas in limitibus constitutas intervallo iam maiore, iam minore ab iisdem limitibus recedere posse, priusquam nexus partium omnino tollatur. Hoc ipsum vero phaenomenon in eorum sententia, qui a fluidi externi pressu cohaesionem repetunt, explicatum vix ullum habet; ibi enim superata fluidi pressione partes omnes disiungi illico deberent, nullaue eiusmodi fibrarum distractio, aut compressio notari. Solida denique diffracta quacunque vi comprimantur, priorem cohaesionis gradum haud amplius consequuntur: dum enim earundem coniunctio violenta quavis compressione tentatur, denticuli *efg* * corporis AB ad denticulos *bik* * *Fig. 86* corporis CD propius accedent, quam molecule *a, b, c*, ad molecule *l, m, n*; horum igitur denticulorum in distantis minimis vis repulsiva, quam crus primum asymptoticum curvae virium exprimit, impedimento erit, quo minus particulae *a, b, c, l, m, n*, ad eosdem cohaesionis limites pervenire possint, in quibus ante diffractionem exstiterant.

A R T I C V L V S V.

De corpore duro, molli, rigido, & fragili.

Quid corpus durum?

223. *Corpora dura* ea vulgo vocamus, quorum partes arcte inter se cohaerent, seseque nonnisi magna vi adhibita comprimi sinunt. Haec porro corporum affectio ab eo dependet, quod limites cohaesionis, in quibus eiusmodi corporum molecule collocantur, admodum validi sint: quamobrem ex iis nonnisi maiori conatu adhibito dimoveri poterunt.

SCHOLION. Corpora dura hic consideramus, prout opponuntur corporibus mollibus: corpora enim absolute dura, sive quorum partes vi nulli cedant, nulla nobis sunt. Est vero ipsa haec, de qua agimus, corporum durities respectiva tantum ad sensus nostros, eritque corpus idem durum simul, & molle, si ad vires comprimentes viri cuiuspiam brachiorum robore pollentis, vel imbellis pueri referatur.

Quid corpus molle?

224. *Corpora mollia* vocamus, quorum partes comprimi sese facile sinunt, compressaque situm, quem ea compressione acceperunt, conservant. Dependet hoc in theoria nostra a limitum exiguo robore, & frequentia magna: limites quippe parum validi partium sive distractioni, sive compressioni haud multum obfistent; frequentia vero limitum efficiet, ut molecule ex limite quopiam, intervallo quantumvis exiguo dimotae in alio iterum cohaesionis limite existant: neque corporis diffractione consequetur, neque conatus ullus ad figuram pristinam recuperandam in corpore eiusmodi notabitur.

225. Si particulae corporis cuiusdam existant in limitibus cohaesionis sat validis, qui habeant vires hinc, & inde ad exiguum intervallum pertinentes, post quod vel nulla sit actio, vel ingens arcus repulsivus consequatur, qui sequentes attractivos superet, corpus erit *rigidum*, & simul *fragile*. Tum enim ad partes divellendas vi sat magna opus erit, ubi vero eae divulsae fuerint, non amplius ad se accedent, neque vero etiam in eodem situ perstabunt, quod corporibus rigidis, simulque fragilibus apprime convenit.

Quid corpus rigidum, & fragile?

ARTICVLVS VI.

De Elasticitate, Soliditate, & Fluiditate.

226. **E**lasticitas ea corporum proprietas est, qua eadem flexa, tensa, aut compressa pristinae suae figurae sese restituunt.

Quid elasticitas?

SCHOLION. Cum in theoria hac corpora nulla perfecte dura sint, patet, nullum quoque dari corpus omni elasticitate destitutum; quo non obstante ea solum corpora elastica vocamus, in quibus hic priorem figuram recuperandi nifus in sensus nostros aliquanto patentius incurrit.

227. Elasticitatis phaenomena varia sunt: praecipua referemus. 1) Corpora elastica partim solida sunt, partim fluida. 2) Gradus elasticitatis in corporibus diversis diversi itidem sunt; perfecte tamen elastica, sive eiusmodi, in quibus vis sese restituendi vim comprimementem omnino aequet, nulla reperiuntur. 3) Corporum quorundam elasticitatem humor, aliorum calor minuit, sed is ipse nonnullorum elasticitatem auget: corpora quaedam diuturno situ

Elasticitatis phaenomena.

situ elasticitatem deperdunt, alia longiore tempore conservant. 4) Videtur elasticitas differre pro varia corporum compactione; quo enim metalla, quae fusa non multum elastica sunt, malleis plus tunduntur, atque ita compactiora redduntur, magis elastica sunt. Habet tamen hoc elasticitatis incrementum, observante Muschenbroek, terminos suos, ultra quos intendi nequit. Ita certe metalla nimis cusa potius franguntur, nec elasticitas plus crescit; fides pariter ultra certos limites extensa, quamvis nondum distracta, in pristinam brevitatem non redit; lignum rectum vehementius inflexum nunquam postea in priorem rectam formam se restituit. 5) Corporum elasticorum quorumvis elasticitas manet immutata in vacuo Boyleano, eademque omnino est, ac in aere, non maior, non minor, admissoque in recipiens aere haudquaquam increfcens, quod testantur experimenta a Boyleo, Derhamo, aliisque capta, & a Muschenbroekio repetita.

SCHOLION I. Elasticitas in omni fere corporum cognitorum genere notatur, saltem in pluribus metallis, semimetallis, lapidibus, gemmis, fossilibusque inest. 2) In omni parte solida corporis animalis, veluti in membranis, pilis, ossibus, cartillaginibus, unguibus, plumis. 3) In solidis partibus vegetabilium cognitorum, & siccorum; uti in radicibus, cortice, ligno, foliis, &c:

SCHOLION 2. Causam, ob quam perfecta corporum elasticitas haberi nequeat, censet Muschenbroek, esse affricum, quem partes corporis compressi retrocedentes, seseque iterum in situm pristinum resituentes patiuntur. Perfecta elasticitas, ait citatus author, esse nequit: nam cum a potentia externa corporis figura mutatur, partes supra partes motae aequae in recessu, ac in reditu subiiciuntur attritui; hoc attritu vis quaedam perit, - - - attritum hunc inter partes adesse, & motum tollere sic

patet, quia chorda, & fides quaecunque tensa agitata, & contremiscens brevi post aliquot vibrationes ad quietem redit, licet oscilletur in vacuo.

SCHOLION 3. Quamvis elasticitatem perfectam nullam esse superius docuerimus, datur tamen elasticitas utcumque ad perfectam accedens in unguibus, cartilaginibus, chalybe indurato, vitro, gemmis, & avium nonnullarum plumis.

228. Causas elasticitatis varias Philosophi *Opiniones*
prodiderunt, ac quidem 1) fuere, qui elasti- *variorum*
citatem aeri crassiori intra corporum poros in- *de causa*
tercepto, iisque compressis compresso, sese- *elasticita-*
que expandere nitenti tribuerent. Verum his
opponimus phaenomenon quintum, superiore
numero relatum, quo constat, elasticitatem
corporum eandem esse in spatiis aere vacuis,
ac in libero aere. Deinde, qui ita sentiunt,
quaestionem haud solvunt, sed transferunt
tantum; quaeritur enim, undenam aeris ela-
sticitas habeatur. Eadem quaestio illis sol-
venda venit, qui aetheri, sive materiae subti-
li elasticitatem primigeniam tribuunt. 2) Non-
nulli Cartesianorum, ut causam elasticitatis red-
derent, docuerunt, corporum ABC* non in- * *Fig. 87*
flexorum poros esse cylindricos, flexorum ve-
ro *abc* conicos, a parte exteriori *km* latio-
res, ab interiori *de* angustiores. Partem la-
tiores *km* censuerunt aetherem subtilissimum
maiore copia, vel certe facilius influere, quam
effluat ex *de*, cumque adeo per angustias has
effluens impingat in latera *ad*, *ld*, *ie*, *ce*,
eum latera haec urgere versus *fgb*, quo fa-
cto, pristinum iterum molecularum situm ABC
restitui. His vero reponimus primo, aetherem
hunc precario assumi. Secundo admissio quo-
que

que hoc aethere, illud utique concedent, illud reliquorum fluidorum instar certa quadam, ac determinata directione fluere: fluat igitur directione, quam habent partes corporis *ABC* inflexae in situm *abc*, ingrediatur partem latiore, effluensque per angustiore, in qua resistantiam nullam esse fingamus, partes corporis in situm pristinum restituat. Quid vero, si corpus istud in contrarium situm inflectatur? quo quaeso docente materia subtilis viam illico releget, mutataque directione illuc affluet, unde paulo ante effluerat? quod nisi fiat, nulla tum partium restitutio consequetur. Eadem se difficultas offert, dum corpora duo proxima contrario situ inflectuntur, unum quidem in *abc*, alterum in *KLM*; hoc certe in casu restitutio figurae haberi nequit, nisi ponas, aetherem eodem tempore directione omni assignabili fluere, quod quidem non facile concedi poterit. 3) Recentiores Cartesiani duce Malebranchio corporum omnium interstitia minimis materiae subtilis vorticulis replent; hos, compressis, aut inflexis corporum partibus, figuram sphaericam in ovalem mutare docent, atque ita crescente vorticum horum vi centrifuga, partes compressas, cessante vi comprimente, in pristinum situm restituui. Verum haec vorticulorum hypothesis haud graviori fundamento nititur, quam magnorum vorticum, quos inferius, cum de motu astrorum sermo erit, refellemus. 4) Nonnulli causam elasticitatis igni intra corporum poros intercepto, vique repulsiva praedito tribuerunt.

His

His vero opponimus, reperiri corpora quaedam, quae eo minus elastica sunt, quo plus ignis continent. Accedit, quod, si elasticitas ab igne ita repetatur, ut eidem vis repulsiva tribuatur, argumentum superius iam productum, huc iterum pertineat: nimirum vires certae materiae, ex qua corpora omnia coalescunt, portioni haud tribuendas videri, quae non pariter aliis materiae partibus insint; quod hoc elementorum simplicitati, & homogeneitati adversetur. 5) Newtonianorum denique nonnulli ab una attractione, corporum elasticorum phaenomena repeti posse existimant. Verum qui ita sentiunt, omnemque repulsionem ex natura eliminant, necesse habent cum Newtono admittere attractionem in inversa qualibet distantiarum ratione perpetuo agentem. Quod si igitur lamella elastica inflectatur, ex parte convexa distantiae molecularum crescent, ex parte vero convaca minuentur, atque adeo ex horum principiis vis quoque attractiva molecularum laminam elasticam constituentium ex parte convexa minuetur, ex parte vero convaca augebitur: quo posito minime videtur figurae restitutionem fieri debere; verum magis ob auctam ex parte convaca attractionem figura, quam ex inflexione lamina accepit, immutata conservari deberet. Denique elasticitas fluidorum, uti aeris, vaporum, &c, sive perpetuus eorundem a se recedendi nifus ab attractione nulla ratione provenire posse videtur.

*Quae vera
elasticita-
tis causa?*

229. Elasticitas igitur corporum sive fluidorum, sive solidorum in nostra virium theoria inde oritur, quod puncta, & ex his coalescentes particulae in limitibus cohaesionis existant neque nimium validis, neque etiam admodum debilibus, circa quos habeantur arcus utrinque satis validi, atque ad maius intervallum sese exporrigentes. His certe positis intelligitur 1) cur corpora, quae elastica vocamus, comprimi sese, aut etiam inflecti sinant viribus non adeo magnis, neque tamen etiam absque omni resistantia. Hinc quoque patet 2) cur facta eiusmodi compressione, aut inflexione restitutio figurae prioris subsequatur: particulae enim ex limitibus cohaesionis, circa quos arcus sint sat validi, & ad maius intervallum pertinentes, dimotae, cessante vi illa, sive comprimente, sive inflectente, ad limites illos, ex quibus dimotae fuerant, iterum revertentur, peractisque circa illos oscillationibus compluribus in iisdem denuo persistent.

SCHOLIUM. Oscillationes has, quas molecule corporum elasticorum circa cohaesionis limites, ad quos revertuntur, frequentes peragunt, aperte indicat sonus, quem corpora elastica complura sive percussa, sive etiam inflexa edunt. Hunc enim absque minimarum molecularum corporis sonori creberrimis oscillationibus haberi non posse suo loco docebitur.

230. Ex his porro principiis arduum non est rationem reddere phaenomenorum, quae in corporibus elasticis notari supra (227) diximus: ac quidem 1) possunt corpora elastica & solida esse, & fluida. Solida quidem erunt,

si vires undique moleculas horum corporum ambientes aequales non sint, sed ex parte qualibet validiores. Hoc enim pacto fiet, ut vim in latus exerant, ex qua sequitur, facta conversione duarum molecularum circa axem, reliquas quoque pari ratione circa axem converendas, promotaque una, vel retracta molecula, reliquas quoque vel progressuras, vel retrocessuras. At si moleculae vires aequales in omem partem exerant, fluidum simul corpus eiusmodi elasticum erit. 2) Varii elasticitatis gradus ex limitum, arearumque his adiectarum diversitate consequentur. 3) Elasticitas ab humore minui poterit, a calore vero modo augeri, modo minui, item 4) corpora tunc magis elastica reddi poterunt. Quoties enim universim loquendo sive numerus molecularum, sive respectivae earundem distantiae mutantur, vires quoque, quas curvae nostrae flexus illiarii indicant, mutari debent, areaeque inde nascentur iam maiores, iam minores, sub diversis item angulis ad axem inclinatae, quae omnia ex superius dictis constant. Nimirum velut in communi sententia ad diversas particularum rigidarum, vel flexilium constitutiones recurritur, ita nos ad illas limitum, arearumque mutationes confugimus. Neque eo sese ingenii nostri vires exporrigunt, ut virium eiusmodi in quovis casu particulari magnitudinem, legemque, quam eae sequuntur, definire possimus. Id quidem universim asserimus, actione ignis plures corporum moleculas avelli, quod etiam longo situ obtine-

tur, particulis multis avolantibus, aliis ex aere succedentibus. Humore heterogeneae, aquae praecipue, molecule intra corpus sese insinuant, tuncfione distantiae minuuntur, ex quibus omnibus novam virium coniugationem provenire necesse est. 5) Cum elasticitatis phaenomena ex dictis limitum constitutionibus oriantur, in promptu est ratio, cur eadem sit corporum elasticitas, sive ea in libero aere, sive in spatiis aere vacuis constituentur.

Quid soliditas corporum?

231. *Solida* ea corpora vocamus, quae ita inter se connexa sunt, ut quemlibet aliquot particularum motum sequantur reliquae promotae, ut ait P. Boscovich, si illae promoveantur, retractae, si illae retrahantur, conversae in latus, si linea, in qua ipsae iacent, directionem mutet.

Unde soliditas corporum?

232. Quod solida haec corpora attinet, eorum natura a varia limitum, & arearum interiectarum constitutione, praecipue vero a virium inaequalitate, & actione in latus dependet; de qua re numero praecedente (230) egimus, eaque ex curvae virium superius expositae consideratione amplius elucescit.

Quid fluiditas corporum?

233. *Fluida* vocamus ea corpora, quorum partes facili negotio separantur, impressionique externae cuivis cedunt, motus denique intestinos, ac comparativos nullo negotio admittunt.

Tria fluidorum genera.

234. Notandum vero cum P. Boscovich, trium generum fluida notari: atque primum quidem genus constituunt ea fluida, in quorum

rum partibus maioribus nulla observatur vis, qua sese mutuo sive petant, sive fugiant. Eiusmodi sunt pulveres & arenulae, ex quibus horologia clepsydris veterum similia construuntur, quae ad fluidorum naturam proxime accedunt, si superficiem habeant satis laevigatam, ut in granulis quibusdam cernimus, v. g. in milio. Ad secundum genus ea pertinent, quorum maiores moleculae sese repellunt, quod notamus in aere, & vaporibus aqueis. Tertium denique genus eorum est, quorum maiores particulae sese attrahunt, quod in aqua, mercurio, aliisque liquoribus evenire cernimus.

235. Fluiditas in tertio praecipue fluidorum genere inde enascitur, quod consent particulis ad figuram sphaericam proxime accedentibus, sive eiusmodi, quarum puncta ita in superficies sphaericas concentricas disponuntur, ut in aequalibus a centro distantis aequaliter, numeroque pari distributa sint. Huius enim generis particulae in omnem partem ad sensum aequabiliter agent, viresque habebunt ad earundem centra tendentes. Eiusmodi moleculae aliae circa alias revolvī poterunt, quin motus ad partes remotiores propagetur, & si quae moleculae ab aliis paulo magis recesserint, eodem tempore accedent ad alias, quamobrem vires attrahentes, ac repellentes mutuo se compensabunt. Erit igitur in fluidis summa ad motum promptitudo, & si vis quaequam externa quandam fluidi partem a massa reliqua removeat, cohaerentiam cum reliquis, quae una huic remotioni obstat, non-

Unde fluiditas?

nonnisi in paucis, idque pedetentim vincere debebit, quod levi negotio praestari poterit. Imaginem huius rei, ait Boscovich, admodum expressam haberemus, si tellus haec nostra esset ingens quidam magnes globosus, perfecte laevigatus, cui globuli magnetici innumerales forent circumfusi, in quos magnus ille globus aequabiliter, & ad minimas tantum a superficie distantias ageret. Expeditissimus esset inter hos globulos incessus: nam imprimis quidem vis gravitatis in terram dimotiones ipsorum nihil retardaret: deinde alii ab aliis nonnisi sensim distraherentur, & quantum eam distractionem vires aliarum impedirent, tantundem fere vires aliarum adiuverent. Quod si quis unum eiusmodi globulum a tellure avulsum tolleret, secundus relicta terra eidem adhaeresceret, sequereturque, caeteris per telluris laevissimam superficiem progredientibus, tum alii attollerentur post alios ita, ut singulis tempusculis singulorum tantum esset vincenda adhaesio, cum globulorum iam in altum sublatorum vis in terram esset nulla, & in reliquis per eius superficiem promovendis nulla se offerret difficultas. At si multi simul globuli essent elevandi, vis utique maior requireretur, ut si quis crassum funem velit simul rumpere, & non fibras seorsim alias post alias lacerare.

Phaenomenorum explicatio.

236. Ex his praecipua fluidorum phaenomena explicatum habent: ac quidem 1) partes fluidorum in aequilibrio inter se esse notantur, cuius rei ratio est, quod fluidorum molecu-

seculae gravitate, vel potius pondere suo eousque ad se accedant, donec ea gravitatis vis a repulsione in distantis minimis agente, corporumque contactum impediante penitus elisa fuerit. Hinc quoque fit, ut si in quamvis fluidi parte gravitas quavis demum ex causa diminuatur, partes fluidi graviores illuc affluant, levioresque loco dimoveant, atque extrudant, neque ante quiescant, quam aequilibrium restitutum fuerit. 2) Fluida in omnem partem facillime moventur; cum enim particulis rotundis, & summe laevigatis constent, motus in omnem plagam facillimus erit. 3) Fluiditas maior, minorve raritati, vel densitati massarum haud respondet: cum enim ea in aequabili punctorum distributione sita sit, ea haudquaquam maiori, minorive eorundem punctorum numero respondet. Universim igitur dicendum erit, ea, quae aequabilem illam punctorum distributionem, viresque inde ortas, viriumque harum directionem tollunt, fluiditatem quoque tollere, quae vero ista imminuunt, ipsam quoque fluiditatem imminuere. Istud autem fieri aequè potest per ingressum heterogenearum molecularum, & per egressum, sive expulsionem quarundam. Constat enim, utroque in casu dictum virium aequilibrium turbari; hinc est, quod fluiditas vulgo tanto maior haberi videatur, quo maior est molecularum homogeneitas, sive quo pauciores heterogeneae molecule admixtae sunt.

SCHOLION. Nonnulli Physici distinguunt *fluidum*, *humidum*, & *liquidum*. Liquidum vocant fluidum illud, cuius partes sibi relictæ ad libellam sese componunt, id est su-

perficiem induunt horizonti parallelam, quod notamus in aqua, oleis, mercurio, &c. Fluidum dicunt, cuius partes parum inter se cohaerent, tactui facile cedunt, seque velut sponte expandunt, uti cumulus farinae, lapidum in pulverem contritorum, arenularum &c. Humida denique vocant, quae corporibus aliis facile adhaerescunt: verum distinctio haec non magni momenti est. Nos, quotiescunque de fluido generatim sermo erit, intelligemus fluidum stricte tale, siue quod & fluidum, & liquidum sit.

237. Quod si puncta in aequalibus a centro distantis non fuerint numero omnino pari distributa, neque aequales vires in omnes per circuitum plagas exercebunt, nec vis eorum ad centrum dirigetur, neque proinde ad superficiem perpendicularis erit. Hinc vero non adeo prompta erit particulae unius super aliam revolutio, sed positiones quasdam particulares affectabunt, obtentasque tuebuntur, quod videmus evenire in floccis nivium, in fibris glaciei concrefcere incipientis. Mutata igitur aliquantum figura globosa, vel densitate in aequalibus a centro distantis, fluiditas quoque decrefcet, eique succedet *viscositas*, quae tanto erit maior, quo maior fuerit partium dissimilium, & velut heterogenearum coniunctio. Certe corpora, quae habemus viscosa, uti sunt olea, resinae solutae &c, varii generis particularum commixtionem in chemica sui analysi produunt.

Quid viscositas?

238. Quod si fluidum corpori solidulo applicatum eidem adhaerescat, respectu eiusdem *humidum* erit. Patet vero, idem fluidum respectu diversorum solidorum & humidum, & non humidum esse posse; ita aqua respectu vitri, cui adhaeret, humida est, eadem

Quid humiditas?

dem respectu metallorum politissimorum, plumarum avium minime humida dici potest. Corpora vero, quibus fluida eiusmodi adhaerent, humefacta potius, quam humida dici deberent. Hanc porro diversitatem provenire ex lege virium, quae ex applicatione fluidi ad varias corporum solidorum species variatidem erit, ex dictis constat.

239. Quaeritur a nonnullis Physicis, an particulae corporum fluidorum motu quodam intestino perpetuo agitentur, qui veluti ad fluiditatis naturam, atque essentiam pertineat. Negat Muschenbroek, quia 1) fluida sphaeris metallicis inclusa, in iisque summa violentia compressa fluiditatem non amittunt, quo in casu motui intestino locus esse nequit, cum ob fortissimam compressionem attritus oriatur, cui vincendo vis maxima impendi deberet. 2) Si fluidis admisceantur corpora exigua, uti pulveres, arena, &c, haec omnia fluidis innant, quamdiu eorum molecule agitantur, his vero ad quietem redactis ad fundum subsidunt, in eoque immotae haerent. 3) In fluidis puris in vase quiescente, & loco quieto asservatis partium motus intestinus industria nulla, nullis lentibus, aut microscopiis deprehendi potest. 4) Quin potius observationes microscopiis maxime augmentibus factae globulorum illorum, ex quibus fluida coalescunt, quietem comprobant.

*An partes
fluidorum
motibus
intestinis
agiten-
tur?*

240. Qui contrarium sentiunt, his fere argumentis pugnant. 1) Fluida cum aliis fluidis permiscantur, quod sine intestino partium

*Argumenta
partis ad-
versae,
eorumque
refutatio.*

motu fieri haud posse videtur. Verum concedi quidem potest, durante ea fluidorum permixtione, motum quempiam, & agitationem molecularum haberi, quae tamen, mixtione peracta, ipsa iterum cesset. Neque enim permixtiones istae adeo celeriter peraguntur, uti fieri deberet, si intestino eiusmodi motui locus esset. Vino enim rubro, (ait Muschenbroek) Italico, & gravi aqua leniter affusa fuit, & in quieto loco posita, neque tamen ante permista cum vino fuit, quam post 18 menses. 2) Fluiditas haberi nequit sine certo caloris gradu, calore vero motum intestinum partium produci, vel etiam ex motu eiusmodi calorem oriri pro comperto Physici omnes habent. At vero licet certum sit, omnibus fluidis quampiam ignis copiam inesse, inde tamen haud conficitur, tantas huic igni inesse vires, quibus partium gravitatem, attritum, & vim cohaesivam superet. Certe id non praestare videtur in oleis multis sive expressis, sive stillatitiis, quorum partes microscopio inspectae quiescunt. 3) Corpora plura fluidis iniecta ab iisdem solvuntur, quod utique evidens est motus intestini indicium. Verum motus hic tum primo ortus fuisse censetur, cum corpora illa solvenda fluido imposita fuerant. Velut enim nemo admiserit, fluida omnia vehementissimis motibus intestinis perpetuo agitari propterea, quod dum metalla aquae forti, vel spiritui nitri imponuntur, oriatur effervescencia cum insigni spuma, & magno calore; ita motus ille quiscunque, sine quo solutio peragi nequit, in ipso

ipso fluido non ante fuit, quam corpus solvendum eidem iniiceretur.

SCHOLIUM. Dum de motu hoc intestino partium fluidi fermo sit, motus quispiam singularis ad rationem fluiditatis pertinens indicatur. Quamobrem non excludimus motum illum minimum singulis materiae punctis communem, atque ad minima tantum intervalla pertinentem, quem vires mutuae inducunt.

A R T I C V L V S VII.

De chemicis corporum proprietatibus.

241. **P**roprietates chemicas corporum eas vocamus operationes, quarum ope chemici corpora omnis generis in sua veluti elementa diffuunt, aut divisa in priorem iterum formam reducunt. Operationum harum praecipuae sunt 1) Solutio. 2) Praecipitatio. 3) Fermentatio, sive effervescentia. 4) Liquatio. 5) Coagulatio. 6) Crystallizatio. 7) Sublimatio, sive vegetatio. Operationes istas, quas ars instituit, absque omni humana industria natura saepe efficit sive in uno corpore, sive pluribus inter se permixtis: quamobrem operationes has, chemicas corporum proprietates vocamus. Singulas paucis exequemur.

Quid proprietates chemicae?

242. *Solutio* est separatio partium corporis cuiuspiam peracta ab alio corpore, cum cuius partibus, partes alterius corporis miscentur. Si separatio partium cum impetu celeriter, & conspicua ebullitione fiat, vocatur *corrosio*. Si tantum partes quaedam corporis ab alio corpore solvantur, reliquis intactis, dicitur *extractio*.

Quid solutio?

Quid corrosio?

Quid extractio?

Quid menstruum?

243. Corpus illud, quod ad separandas partes alterius corporis adhibetur, vocatur *menstruum* eiusdem: ubi notandum, menstrua quaedam nonnisi ad certi generis corpora solvenda apta esse, alia vero intacta, ut dicimus, relinquere. Sic aqua fortis metalla omnia solvit, dempto auro, quod solvitur ab aqua regis.

Quae praecipua menstrua?

244. Menstrua plerumque sunt corpora quaedam fluida; ita primo loco aqua menstruum est maxime universale, cuius ope corpora plurima, ne durissimis quidem metallis demptis, temporis lapsu dissolvuntur. Est tamen aqua menstruum proprium salium, quos solvit ita, ut per aquam aequabiliter dispersi haereant, neque aquae pelluciditas tollatur. Estque hic verus solutionis chemicae character, si partes solutae, quantumvis specificè graviores ipso menstruo, per totum menstruum aequabiliter ita distribuantur, ut si capiatur pars ex. gr. centesima menstrui, in ea quoque pars centesima corporis soluti contineatur. Porro aqua, postquam certam salium copiam solvit, eaque, ut chemici loquuntur, saturata iam est, ex illa specie salium nil iam ultra solvit, sed quidquid salium iniicitur, ad fundum decedit, ibique non solutum haeret. Quod si vero alterius speciei sal iniiciatur aquae eidem, eiusdem determinata rursus copia solvetur. Menstrua metallorum sunt ut plurimum aqua, in qua salia quaedam acida, aut alcalina, soluta, eique intime permixta sunt. Unde illud chemicorum: *salia non solvunt, nisi soluta*. Cuprum, plumbum, zincum solvuntur ab *aceto*,
cu-

cuius nulla vis est in aurum, argentum, & mercurium. *Aqua fortis* solvit omnia metalla auro excepto. *Oleum vitrioli* solvit ferrum, cuprum, zincum, sed non solvit aurum, argentum, plumbum, stannum, mercurium. *Spiritus salis marini* solvit ferrum, cuprum, stannum, plumbum, mercurium, zincum, sed non solvit aurum, argentum, regulum antimoni. *Aqua regia* bona solvit aurum, ferrum cuprum &c, sed non solvit argentum. Salia quoque alcalina, sive volatilia, sive fixa solvunt metalla. Si enim alcali cum sicco sanguine bovino calcinetur, tum lique scat, solvet aurum prius in aqua regia dissolutum, & deinde praecipitatum. Idem quoque solvit mercurium, bismuthum, zincum, non autem plumbum, & stannum. *Mercurius*, & *oleum olivarum* solvunt plumbum, & stannum, quae non solvuntur ab oleo vitrioli acerrimo. Albuminis ovi cocti, & per deliquium soluti aqua blanda solvit myrrham, quam nec aqua fortis, nec alii spiritus acidi aspermi solvere possunt. Mercurius metalla omnia solvit dempto ferro.

245. Corpora nonnulla in aere citius solvuntur, quam in vacuo, alia citius in vacuo, quam in aere. Docet hoc experimentis a se institutis Cl. Beccaria; idem quoque expertus est Cl. Scherffer, cuius experimenta vide in nota 2da ad exercitationem 3tiam Phys. Part. ab eodem authore editae. Corpora quaedam ab aliis solvi nequeunt, priusquam a tertio quodam corpore aliquantum penetrata fuerint.

Ita

*Solutionum
adminicu-
la, & ob-
stacula.*

Ita calx, creta, terra quaelibet ab aqua non solvuntur, nisi eae prius ab acido quodam spiritu penetrentur. Quod si solutio commoveatur, aut agitetur, aut leniter incalescat, ea citius absolvitur.

*Quae causa
physica
solutionis?*

246. Solutio corporum a menstuis variis peracta huic principio innititur: illud menstruum aptum est ad corpus aliquod solvendum, quod a partibus corporis solvendi vi maiore trahitur, quam sit ea, qua partes corporis solvendi se mutuo trahunt, sive cohaerent. Hoc enim posito partes corporis solvendi utique a massa sua divellentur, & singulae undique a particulis menstrui ambientur ad id usque intervallum, ad quod eorundem vis attractiva se extendit. P. Boscovich partes corporis soluti, menstrui sui moleculis undique cinctas comparat globulis magneticis, qui limatura ferri ex omni parte tecti sint. Quod si ergo particula solidi ad eam usque distantiam, ad quam se vis eiusdem attractiva exporrigit, saturata veluti fuerit, illud non amplius attrahet, sed aliis solidi immersi particulis residuum menstruum affundetur; totum igitur solidum discerpetur, & in plurimos globulos menstrui particulis omni ex parte tectos dividetur. Hi porro globuli adeo exiles sunt, ut omnes sensus nostros fugiant, visque, quae eas cum partibus menstrui copulat, tanta est, ut vim gravitatis superet, teneatque particulas illas in fluido suspensas, etiamsi gravitate specifica fluidum superent.

SCHOLIION. Particularium phaenomenorum , quae in solutionibus notantur, explicatio ingenii nostri vires plurimum exsuperat.

247. *Praecipitatio* est operatio chemica, in *Quid praecipitatio?*
 eo consistens, quod corporibus duobus, quae se mutuo solverunt, affundatur tertium, quo affuso, corpus solutum a menstruo excutitur, & si specificè levius binis solventibus fuerit, enatat, si specificè gravius, ad fundum praecipitatur. Exemplum praecipitationis eiusmodi suppeditat argentum, quod si solvatur in aqua forti, vel spiritu nitri, solutioque affusa aqua pluvia distillata diluatur, tum in medio solutionis suspendatur lamella cuprea, argentum ex omni parte ad cuprum accedet, illudque lanuginis instar undique ambiet, & si vel modice solutio agitetur, ad fundum decidet, cuprum vero solvetur. Solutioni cupri iniiciatur ferrum, praecipitabitur cuprum; ferrum quoque immisso zinco, zincum per adiectos oculos cancrorum, hi per spiritum urinae praecipitabuntur. Quod si tandem huic affuderis liquorem alcali fixi, sal urinosus excutietur, & sua levitate sursum enatabit. Notandum vero, argentum dicto modo praecipitatum, tumque affusa aqua calida a particulis salinis menstrui, quae cum argento ad fundum deciderant, liberatum argenti faciem haud referre; quod si vero adiecto phlogisto quodam ad ignem liqueatur, argenti formam rursus induet. Quod si vero uncia mercurii in 2 unciis aquae fortis soluta fuerit, & solutio duplo pondere aquae purissime diluta, eique solutioni rursus lamel-

O

la-

la cuprea immergatur, mercurius forma sibi conveniente (referente Cl. Schaw. Leçons. de Chimie pag. 29) ad fundum praeceps dabitur, qui aqua calida edulcoratus a mercurio, qualis ante solutionem fuerat, discerni nulla ratione poterit.

*Praecipitationis
causa physica.*

248. Causa praecipitationis ex nostra virium theoria haec est: corpus illud, quod solutioni cuicunque immittitur, fortius trahit particulas menstrui, & ad maiores fortassis distantias, quam attrahantur a particulis corporis soluti. Dissolvetur igitur corpus hoc, illud vero, quod ante solutum fuerat, orbatum menstruo ad fundum decidet, siquidem eo specificè gravius fuerit, secus vero ad superficiem fluidi extrudetur. Particulae vero corporis soluti praecipitatae eum inter se nexum haud acquirunt, quem ante solutionem habuerant, vel quia, ut ait P. Boscovich, & gluten fortasse aliquod admodum tenue, quo connectebantur invicem, dissolutum simul iam deest in superficiebus illis, quarum separatio est facta, vel potius, quia, ut ubi per limam, per tunctionem, vel aliis similibus modis solidum in pulverem redactum est, vel utcunque confractum, iuxta superius (205) dicta, non potest iterum solo accessu, & appensione deveniri ad illos eosdem limites, qui prius habebantur. Hoc tamen in solutione mercurii locum non habere, ex numero praecedente constat.

SCHOLION. Hinc eruitur modus spiritum vini ab aqua, seu phlegmate liberandi. Constat enim spiritus vini ex tenuissimo oleo, acido sale permixto intime cum aqua, quam solvit: quod si igitur eidem adicias salerni
alca.

alcalinum fixum, siccissimumque, qui aquam, & acidum fortissime trahit, is cum aqua, & acido praeceps ad fundum defluet, relicto spiritu oleoso supernatante.

249. *Effervescentia* vocantur motus subitanei, intestini, vehementes, in corporum mistorum partibus ante quiescentibus, vel vix agitatibus orti, quos plerumque comitatur spuma, & expulsio copiosa aeris elastici. *Fermentatio* est lenior effervescentia. Quod si massa fuerit homogenea, esse quidem poterit partium agitatio ingens, nullam tamen in corpus inducens mutationem, quo casu fermentatio ea simplex erit *ebullitio*. Quod si vero ex heterogeneis particulis massa coaluerit, tum partium motu, atque agitatione leni ea quidem, at diuturna mutatio ingens in corpore oriri poterit, quae fermentatio *putrefactio* dicitur.

Quid effervescentia?

Quid fermentatio?

Quid ebullitio?

Quid putrefactio?

250. Fermentationes eiusmodi in permixtione corporum tam solidorum, praesertim si ea in partes minutas ante conterantur, quam fluidorum notantur. Si *Regulus Antimonii* cum argento fusus, & in pollinem contritus misceatur mercurio sublimato corroviso, eaque miscella bacillo aliquantum agitetur, crassi initio oriuntur fumi, massa effervesceat, funditur, & locum gravi odore replet. In commixtione fluidorum universim fluida acida alcalinis permixta effervescent; pariter in metallorum solutionibus ope spiritus nitri, vel aquae fortis peractis crebrae oriuntur effervescentiae, erumpentibus tetris, noxiisque vaporibus, ortoque calore insigni in lagenis, aut tubis vitreis, in quibus eae solutiones asservantur. Sunt effe-

Fermentationum exempla.

vescentiae, quae ultra duos annos durant, uti est referente Muschenbroek Lithontripticon Tulpii, aliaque.

Causa physica fermentationis.

251. Agitatio ista, motusque interni tam vehementes alternationi virium, quam varii curvae nostrae flexus indicant, tribuenda est. Praecipue vero recolendae hic sunt oscillationes illae creberrimae, quas puncta ex limitibus cohaesionis dimota, atque ad limites proximos motu accelerato delata, circa limites illos peragunt. In quibus illud evenire poterit, ut particulae superatis areis attractivis omnibus ad aream perveniant repellentem adeo amplam, ut omnium praecedentium arearum attractivarum vires longissime superet, quo casu particula ad eam aream delata a massa omni ingenti celeritate avelletur, nunquam ad eam reditura, corpusque omne momento dissipabitur; quod evenire videmus in auro fulminante, & pulvere pyrio accenso, item in phosphoris, qui solo aeris attractu accenduntur, ac deflagrant. Idem notatur, si spiritus nitri concentratus oleo essentiali caryophyllorum, vel ligni Sassafras, aut aliis affundatur, quo casu effervescentia oritur cum vaporum, imo etiam flammae eruptione. Item si aeri liquato ac fluenti affundatur aqua frigida, omnis massa cum ingenti adstantium periculo exploditur, omniaque late vastat, ac prosternit.

Quod si limaturae ferri sulphur depuratum addatur, eaque massa affusa aqua subigatur, & intra vas quoddam conclusa, impositis de-
super

super ponderibus comprimatur, aut etiam infra terram defodiatur, post aliquod temporis intervallum primum fumi, deinde etiam flamma erumpit, pondera superimposita eiiciuntur, terra quoque, infra quam maior eius massae portio defossa fuerat, ita concutitur, ut in terrae motibus fieri solet; ut adeo ex hoc experimento de terrae motuum causis constitui quidpiam posse Physicorum nonnulli censuerint. Effectuum horum complures tribuuntur a multis aeri intra corporum solidorum poros latenti, vehementerque compresso, qui elasticitate sua repagula tandem vincat, seseque vehementer expandendo corporis partes disiiciat. Muschenbroek certe fermentationem salium acidorum, & alcalinorum aeri praecipue tribuit; ait enim: „si ex sale alcalino, & acido omnem „aerem hauseris, nulla fit effervescentia, nec „spuma, quamvis salia fuerint acerrima. „ In his porro omnibus illud conformiter ad theoriam nostram asserendum est, corpus extraneum fluido admixtum aliud non facere, quam quod exiguo motu minimis moleculis impresso virium aequilibrium turbet, quo turbato cetera mutuis earundem viribus peraguntur.

SCHOLIUM. Imaginem rei, inquit Boscovich, admodum vividam habere possumus in sola etiam gravitate: „emergat e mari satis editus mons, per cuius latera dispositae sint versus fundum ingentes lapidum praegrantium moles, tum quo magis ascenditur, eo minores, donec „versus apicem lapilli sint, & in summo monte arenulae: „sint autem fere omnia in aequilibrio pendentia ita, ut „vi respectu molis exigua devolvi possint. Si avicula „in summo monte commoveat arenulam pede, ea decidit, & lapillos secum delicit, qui, dum ruunt, maiores „lapides secum trahunt, & hi demum ingentes illas moles,

„fit ruina immanis, & ingens motus, qui decidentibus
 „in mare omnibus mare ipsum commovet, ac in eo agita-
 „tionem ingentem, & undas immanes ciet, motu aquarum
 „vehementissimo diutissime perdurante. Avicula aequi-
 „librium arenulae sustulit vi perquam exigua, reliquos
 „motus gravitas edidit, quae occasionem agendi est na-
 „cta ex illo motu exiguo aviculae. Haec imago quaedam
 „est virium intestinarum agentium, ubi, cum vires cresce-
 „re possint in immensum, mutata utcunque parum distan-
 „tia multo adhuc maior effectus haberi poterit, quam in
 „casu gravitatis, quae quidem perseverat eadem, aucta
 „tantummodo velocitate descensus per novas accelera-
 „tiones.,

*Quid liqua-
 tio?*

252. *Liquatio* fieri dicitur, cum corpora solida in fluida abeunt. Ut cum metalla, corpora utique solidissima actione ignis in fluida commutantur.

*Quae eius
 causa?*

253. *Liquatio* tribuenda plerumque est agitationi vehementissimae excitatae a materia quadam tenuissima, qualis fere est ignis, cuius particulae in intervalla corporis solidi irrumpunt, minimasque eiusdem moleculas circa axes quosdam celerrime convertunt ita, ut vim exerant ad sensum undique aequalem, cum & directiones, & puncta, diversis licet viribus praedita, tanta sibi celeritate succedant, ut discrimen virium ad sensum nullum sit, ac proinde in massulis hoc motu affectis habetur id, quod eas dotes, quas ad fluiditatem requiri supra ostendimus, suppleat. Haec porro circa axes celerrima conversio cessante agitatione illa vehementissima materiae illius in corporum interstitia illapsae sensim languescet, ac demum penitus cessabit, corpusque illud, praecipue si satis homogeneous fuerit, ad formam, firmitatemque pristinam redibit; quod si

si vero partibus constet multum dissimilibus, aut vero etiam si agitatio illa fuerit admodum vehemens, longoque temporis tractu continuata, dispersis, abreptisque particulis pluribus ceterae sibi relictæ sub forma calcis, aut cinerum remanebunt, quorum prius in lapidibus, & lignis, alterum in ipsis quoque metallis evenire cernimus.

254. Liquatio minerarum, id est, metallorum, quæ alteri substantiæ non metallica, uti sulfur, arsenico, variis item terræ speciebus intime commixtæ sunt, hic quoque considerari meretur. Sunt autem duo liquationis huius præcipua fundamenta, primum quidem est certus ignis gradus, quo eae minerarum partes, quæ minus firmiter cohaerent, a massa reliqua avelluntur, & ad ingentes arcus repulsivos delatæ maxima celeritate erumpunt, relictis aliis firmioribus, atque ad eam ingentem agitationem minus aptis. Fundamentum alterum in eo consistit, ut minerae liquandæ apponatur corpus aliud, quod partes illas, quibuscum metallum arctissime coniunctum, atque ut Metallurgi loquuntur, *mineralizatum* est, fortius attrahat, quam eae attrahantur ab ipso metallo in minera contento. Ita enim substantia illa relicto metallo corpori illi adhaerebit, metallique particulae ad fundum gravitate sua descendent, eritque hæc quaedam præcipitationis species. Exemplum esto in minera plumbi, quæ plumbum sulphuri intime unitum continet. Ut minera plumbi liquetur, addi solent lapides ferrarii, qui sulfur vehe-

Quid in liquatione minerarum notandum?

mentissime trahunt; his igitur sulfur unietur, plumbique massulae sulfure orbatae ad sese accedent, atque sub plumbi forma praecipitabuntur: quo tamen in negotio primum iterum liquationis fundamentum prae oculis rite habendum est, ut nempe gradus ignis debita cautela attemperetur, ne vehemens eiusdem actio plurimas quoque plumbi particulas abripiat.

Quid coagulatio?

255. *Coagulatio* fit, cum diversa fluida inter se commixta in massam solidam vertuntur. Evenit hoc, cum subtilissimus urinae spiritus permiscetur cum alcohole vini, haec enim fluida commixta in massam duram glaciei aemulam abeunt. Coagulum quoque efficit alcohol vini mixtum cum albumine ovi, aut cum ferro sanguinis. Lac cogitur in caseum a succo e proventriculo vituli, tum a succo cataputiae minoris, spiritu mellis, spiritu nitri &c.

Quae eius causa?

256. Coagulationis causam nostra virium theoria admodum patentem suppeditat; ex hac enim recte deducitur, fieri posse, ut particulae duae interpositis aliis propius ad sese accedant, quam ante accesserint, atque ita ad fortiores cohaesionum limites pertingant, massamque consistentem efficiant. Declarat id P. Boscovich paritate desumpta a cuspidibus binis elastrorum ferreorum, inter quas globulus magneticus interseratur: quo facto utique cuspides illi propius ad se accedent, volumenque elastrorum minuetur, magnetis attractione vim illam expandentem, & cuspides diducentem longe superante.

257. *Crystallizatio* dicitur salium in aqua solutorum, hac deinde evaporante, in corpora soluta, regulari saepe figura praedita, concretio. Quid crystallizatio?

258. Modum, quo crystalli dictae oriuntur, causamque eius eleganter explicat Muschenbroek (Phys. part. I. §. MXXII.) „Si salis partes in copiosa aqua solutae sunt, magis ab aquae partibus, quam a se trahuntur, disiunctae satis longo distant intervallo; cum autem particulae salinae sint admodum tennes, ut vix nisi praestantissimis microscopiis cerni queant, natant per totam aquam distributae, quae iis quoque vi quadam adhaerescit. Quando ex huiusmodi solutione salina in vapores multum aquae ab igne, sole, aere, vento expellitur, levis salium pellicula in superficie formatur ab iis partibus, quae non in sublime avolantes aqua orbatae relinquuntur. Haec pellicula iam solidescens, fortius ex subiecta aqua salem trahit, praecipue vicinum, & attingentem, quam aequalis quantitas solutionis, nunc minori aquae copia constantis; spissescit igitur pellicula, & temporis successu multo specifice gravior fit, quam reliqua solutio, rumpitur in partes, quae sua magnitudine, & pondere aquae partes remouent, & ita ad fundum subsidunt, in quo iacentes pergunt trahere alias salinas partes, & incrementum accipere cum aqua intercepta in moleculas variae magnitudinis, quae *crystalli* vocantur.” Quae eius causa?

SCHOLIION I. Figura harum crystallorum in diversis salium speciebus diversa est; ita sal marinum constat py-

ramidibus, quarum bases sunt quadrangulares, & subtus concavae. Sal cornu cervi dat crystallos ramosas. Sal absynthii folia aemulatur. Nitrum parallelepipedum constat hexangulis. Sal hellebori albi rhombum format. Vitriola sunt rhomboidae; alumen potissimum est octogonum.

SCHOLION 2. Notari hic quoque meretur, quod de harum crystallizationum causa subiungit Muschenbroek (loc. cit.), „Cur autem crystalli eiusdem salis in constantes abeant, „figuras, demonstrare hucusque nemo potuit: suspicatur aliqui Philosophi originariis partibus inesse polorum „speciem, adeo, ut nonnullis locis, sive polis potissimum trahant, dum aliis locis repellunt; hoc modo particulae tenuissimae coalescere in similes figuras possent, „maiores partes formare, quae simili vi polari in figuras maximas, quales sunt crystallorum, verterentur, atque ita forma, & magnitudo crystallorum differet, pro, „ut salis solutio caleret, frigeret, sive parum moveretur, „aut quiesceret, tum ocyor, vel lentior praegressa foret evaporatio. At vero in nostra virium theoria haec ita se habere manifestum est: ex illa enim virium alternatione oriri possunt molecule, quae comparatae ad alias inertes sint, respectu aliarum autem vires exerant, tum vigore, tum directione plurimum differentes, quae etiam una sui parte vicinas attrahant, altera vero repellant, ex quibus huic crystallorum formationi lux aliqua affundi poterit.

Crystallizationis adminicula, & obstacula.

SCHOLION 3. Ad figuras crystallorum aqua quoque concurrat, cum crystallorum figurae destruantur, si aqua ex iis expellatur. Illud praeterea notandum, ut solutio loco quieto, frigidoque ponatur: quo enim frigus maius fuerit, eo maiores plerumque crystalli formantur, cum nihil tum obstat, quo minus partes salinae ad alias accedant. Si impediatur aquae evaporatio, nunquam solutio salina in crystallos commeabit, nisi fuerit admodum saturata, & iam antea crystallizationi proxima. Quoniam igitur in vacuo Boyleano nulla, aut parva, & lenta fit evaporatio, in eo crystalli non generantur, imo nec fient in vase probe occluso, uti Cl. Petitus testatur.

Quid sublimatio?

259. *Sublimatio*, sive vegetatio philosophica ad mentem Cl. Muschenbroek fieri dicitur, „cum salia diversa, uti nitrum purificatum, „crystalli minerales, sal amoniacum, mari- „num,

„num, &c in aqua vulgari, vel in aqua cal-
 „cis, vino albo, spiritu nitri, spiritu falis &c
 „solvuntur, solutaque infunduntur poculis vi-
 „treis, vel figulinis, porcellaneis, stanneis,
 „vel vitro obductis; quo facto ea incipiunt pa-
 „rietibus accrescere, elevari ultra solutionis
 „superficiem, ascendere ad oram vasis supre-
 „mam, eamque densa excrescentia diversae
 „formae coronare; interdum ulterius pergunt
 „ambire superficiem vasis extimam: simili mo-
 „do vegetant nonnulla metalla in menstruis
 „soluta. „ Huc etiam pertinent vegetationes
 metallorum, quas Chemici appellant arborem
 Dianae, Martis, &c. Quod si enim argen-
 to in aqua forti soluto adiiciatur mercurius
 ipse quoque in aqua forti solutus, ac deinde
 affundatur magna aquae, vel aceti distillati
 copia, & in loco quieto ponantur, orientur
 ramificationes irregulares, quae arborem cum
 ramis utcunque referunt. Hombergius se-
 quentem methodum suppeditat: capiantur 4
 drachmae argenti sinceri, limati, quae cum 2
 mercurii drachmis in amalgama redigantur;
 amalgama hoc solvatur in 4 unciis aquae fortis:
 deinde in phiala pura reponatur aliud amalga-
 ma ex mercurio, & argento, cui solutio prior
 aqua purissima aliquantum diluta affundatur,
 nascentur extemplo rami, arborem aemulan-
 tes.

260. Vegetationes istae non alteri causae, *Quae vege-*
 quam inaequalitati virium tribuendae sunt. *tationis*
 Dum nempe ex variis punctorum coniugatio- *causae?*
 nibus particulae oriuntur, quae comparate ad

alias vires exerunt vel nullas omnino, vel perquam exiguas, respectu aliarum vero agunt viribus tum vigore, tum directione plurimum differentibus.

SCHOLIUM. Qui chemicas has corporum proprietates animo a praeiudiciis libero expendunt, facile, opinor, intelligent, easdem per eas, quas vocant, mechanicas corporum affectiones, quales sunt moles, figura, &c exponi minime posse; ut enim liberalissime largiamur omnia, quae ad mechanicam (in sensu Cartesianorum) phaenomenorum horum productionem quavis ratione conducere posse videntur, vis tamen motrix, quae particulas tam diversis directionibus, ac celeritatibus secundum leges adeo constantes, ac immutabiles incitet, negata corporibus ipsis intrinseca vi motrice, assignari nulla potest. Quod enim sive de igne, sive de materia subtili perpetuo oggerunt, tam gravibus momentis refutatum est, ut mirum videri possit, reperiri adhuc quospiam, qui profligatam toties causam resuscitare non vereantur. Deinde ea, quam diximus, virium alternatio in distantis non quidem omnium minimis, attamen perquam exiguis ex his phaenomenis manifeste eruitur, in quibus tot occurrunt particularum ad se accessus, recessusve celeritatibus diversissimis peracti, qui certe cum attractione ad ipsum usque immediatum contactum in quavis demum ratione crescente combinari minime possunt.

A R T I C V L V S VIII.

De mobilitate corporum, ubi de vi inertiae.

Quid mobilitas?

261. **I**nter generales corporum proprietates recenseri quoque solet *mobilitas*, id est, ea corporum affectio, qua ea apta sunt, ad locum continuo mutandum. Haec vero ex ipsa curva virium sponte consequitur: cum enim ordinatae exprimant determinationes ad accessum, vel recessum, requiritur necessario mobilitas, sive possibilitas motus, sine qua nec accessus, neque recessus illi haberi possent.

262. *Actionis, & reactionis aequalitas*, quam Newtonus in tertia lege motus tradidit, ex mutua punctorum, massarumque, ex iis coalescentium actione a nobis deducitur. Posita enim mutua hac actione, si punctum A punctum B certo a se intervallo remotum determinat sive ad accessum, sive ad recessum, ab eodem ad similem accessum, vel recessum determinabitur. Quod si iam punctis substituantur particulae ex iis conflatae, quaecunque determinationes ex singulis punctis particulae B, eadem in singulis punctis particulae A ex mutuis determinationibus singulorum punctorum particulae B orientur, quo fiet, ut status communis centri gravitatis massarum binarum vel quiescendi, vel movendi uniformiter in directum nil quidquam turbetur.

*Actionis,
& reactionis
aequalitas.*

*Status centri
gravitatis nihil
immutat.*

SCHOLION I. Utiliter hic monet P. Boscovich (Theor. vir. §. 390.) „per hanc ipsam legem comprobari plurimum ipsas vires mutuas inter materiae particulas, & deveniri ad originem motuum plurimorum, quae inde pendet; si nimirum particulae massae cuiuslibet ingentem habeant motum reciprocum hac, illac, & interea centrum commune gravitatis iisdem motibus careat, id sane indicio est, eos motus provenire ab internis viribus mutuis inter puncta eiusdem massae. Id vero accidit in fermentationibus, quae habentur post quarundam substantiarum permixtionem, quarum particulae non omnes simul iam in unam feruntur plagam, iam in aliam, sed singillatim motibus diversissimis, & inter se etiam contrariis, quos idcirco motus omnes illarum centra gravitatis habere non possunt: ii motus provenire omnino debent a mutuis viribus, & commune gravitatis centrum interea quiescet respectu eius vasis, in quo fermentatio fit, & terrae, respectu cuius quiescit vas.”

SCHOLION 2. Ex hac actionis. & reactionis aequalitate ea quoque derivat P. Boscovich, quae ad conflictuum leges in corporibus sive elasticis, sive non elasticis pertinent. Nos ea in priori parte Physicae tradidimus methodo.

thodo quam iudicavimus planissima, atque ad Tyronum captum maxime accomodata.

Quid vis
inertiae?

263. *Vim inertiae* recentiores Physici dicunt esse eam corporum proprietatem, qua ea statum suum sive quiescendi, sive movendi uniformiter in directum conservant, atque omni causae, mutationem status inducere nitenti, positive resistunt.

SCHOLION. Vim inertiae primus detexit Keplerus, Newtonus vero ita excoluit, ut totius mechanicae fundamentum haberi debeat. Ut Newtoni super ea re mentem perspectam habeamus, notandum est, eum hanc ponere tertiam definitionem Phil. Nat. princ. math. „Naturae vis insita est potentia resistendi, qua corpus unum, quodque, quantum est in se, perseverat in statu suo vel quiescendi, vel movendi uniformiter in directum.„ Dein in hanc definitionem sic commentatur: „haec semper proportionalis est suo corpori, neque differt quidquam ab inertia massae, nisi in modo concipiendi. Per inertiam materiae fit, ut corpus omne de statu suo vel quiescendi, vel movendi uniformiter difficulter deturbetur; unde etiam vis insita nomine significantissimo vis inertiae dici possit. Exercet vero corpus hanc vim solummodo in mutatione status sui per vim aliquam in se impressam facta, estque exercitium eius sub diverso respectu & resistantia, & impetus: resistantia, quatenus corpus ad conservandum statum suum reluctatur vi impressae; impetus, quatenus corpus idem vi resistentis obstaculi difficulter cedendo conatur statum suum mutare. Vulgus resistantiam quiescentibus, & impetum moventibus tribuit; sed motus, & quies, uti vulgo concipiuntur, respectu solum distinguuntur ab invicem, neque semper vere quiescunt, quae vulgo tanquam quiescentia spectantur.„

Quid vis
inertiae
in hac
theoria?

264. Consensum vis inertiae cum hac virium theoria ita declarat P. Boscovich. (§. 382) „inertia corporum oritur ab inertia punctorum, & a viribus mutuis; nam illud demonstravimus, si puncta quaecunque
„vel

„vel quiescant, vel moveantur directionibus,
 „& celeritatibus quibuscunque, sed singula
 „motu aequabili, centrum commune gravita-
 „tis vel quiescere, vel moveri uniformiter in
 „directum: porro vis inertiae in eo ipso est
 „fita; nam vis inertiae est determinatio per-
 „severandi in eodem statu quiescendi, vel
 „movendi uniformiter in directum, nisi exter-
 „na vis cogat statum suum mutare; & cum
 „ex mea theoria demonstretur, eam proprie-
 „tatem debere habere centrum gravitatis mas-
 „sae cuiuscunque, compositae e punctis quot-
 „cunque, & utcunque dispositis, patet, eam
 „deduci pro corporibus omnibus. „

265. Verum pace tanti viri observare hic *Quid de em-*
 liceat, punctum illud, quod commune centrum *sentien-*
 gravitatis vocatur, non esse nisi punctum ima- *dum.*
 ginarium, unde ex eo, quod punctum hoc
 vel quiescat, vel moveatur uniformiter in di-
 rectum, inferre non possumus, ipsa quoque
 puncta realia, quibus utique vis inertiae tri-
 buit, vel quiescere, vel moveri in directum;
 quin & Clarissimus vir pluribus in locis osten-
 dit, nullum materiae punctum unquam sive
 absolute quiescere, sive uniformiter moveri in
 directum, sed potius a primo creationis suae
 exordio puncta singula curvas continuas, nul-
 libique interruptas describere: quod si vero
 puncta materiae neque quiescunt unquam, ne-
 que aliquando uniformiter in directum moven-
 tur, qua ratione iisdem determinatio sive
 quiescendi, sive uniformiter in directum mo-
 vendi tribui poterit. Quoniam igitur de vi
 in-

inertiae paulo aliter sentiendum mihi videtur, mentem meam propositionibus aliquot aperiam.

266. *Vis inertiae passiva* dicitur corporum incapacitas se ipsa determinandi ad mutationem status. *Activa* vero vocatur ea, quam supra (264) definivimus.

P R O P O S I T I O I.

Vis inertiae passiva phaenomenis explicandis non sufficit.

267. **C**um hac enim perfecta corporum ad motum, & quietem indifferentia optime componi potest, quam corporibus non convenire vis motrix iisdem tributa satis ostendit, ex qua recte arguitur, corpora ad motum necessitate naturae suae determinata esse.

COR. Minime igitur assentimur Philosophis illis, qui vim inertiae, qualis a Physicis recentioribus vulgo admittitur, eo ex capite impugnant, quod corpora omnia ad motum, & quietem indifferentia sint.

P R O P O S I T I O II.

Vis inertiae activa in sensu definitionis N. 264 sumpta a priori ostendi nequit.

268. **P**robatur argumentis ex P. Boscovich depromptis, quibus ille Eulerum vim inertiae a priori deducentem refellit. Est autem argumentum Euleri eiusmodi: corpus unicuique in immenso vacuo constitutum si quiescit, debet perseverare in quiete, quia nulla est ratio, cur potius in unam quam in aliam plagam, & cum una quam cum alia velocitate moveri incipiat; si autem movetur, debet mo-
veri

veri in directum, & cum constanti velocitate, quia nulla est ratio, cur potius in unam, quam in alteram plagam cursum deflectat, cur potius motum acceleret, quam retardet. Perseverabit igitur in immenso vacuo in eodem statu quietis, vel motus uniformis in directum, in quo semel est positum. Idem autem & in mundo pluribus corporibus referto praestabit, nisi aliqua externa causa statum mutare cogat. Nam quod in vacuo id praestet, non aliunde provenire potest, quam ab ipsa corporis illius natura, quae poscat vel quietem, vel motum rectilineum, & aequabilem, cum ex una parte positivae huius proprietatis principium non possit esse negativum illud, nimirum rationis sufficientis defectus, quod negativum possit quidem argumento esse, rem ita se habere, sed non possit positivam proprietatem inducere: ex altera vero parte nihil positivum in eo casu habeatur praeter naturam illius corporis. Natura autem corporis, quae erat in vacuo, persistat eadem & in mundo. Quare etiam in mundo requiret vel quietem, vel rectilineum, & aequabilem motum.

Huic Euleri argumentationi opponimus 1) nos intimas rerum essentias ignorare; unde si a priori praecise discurrendum sit, aequae incertum est, an corporum natura quietem, vel motum exigat, imo etiam an motum aequabilem, an potius motum quavis ratione acceleratum, vel an eandem, vel mutatam perpetuo directionem exigat. Neque obstat ille rationis sufficientis defectus, cum ex eo, quod

nulla appareat ratio, cur ex quiete ad motum, vel ex motu ad quietem, vel ex determinato celeritatis gradu ad alium, vel ex certa directione ad diversam corpus transeat, recte inferri nequeat, nullam etiam esse. 2) Ex illo rationis sufficientis defectu absurda non pauca deducuntur; ex eo enim probari posset, corpus in immenso vacuo constitutum curvam quamvis describere debere, quod sane Eulero non arridebit. Concipiatur enim punctum spatii quodcunque: aequae quispiam dicere poterit, nulla est ratio, cur corpus accedat ad id punctum potius, quam ab eo recedat: igitur nec accedet ad ipsum, nec recedet, sed feretur in circulo ipsum habente pro centro. Concipiatur parabola, vel quaevis curva per centrum corporis ducta; aequae quispiam dicere poterit: nulla est ratio, cur potius ab eo introrsum recedat, quam extrorsum: igitur in dicta curva moveri perget. 3) A priori praecise loquendo infinites probabilius est, corpus motu certa lege accelerato in curva quavis incessurum, quam vel in quiete, vel in motu uniformi rectilineo perstiturum, cum status possibiles pro priori hypothese infinites plures sint, quam pro posteriore. 4) Absque omni fundamento dicitur, eandem esse naturam corporis in vacuo, quae est in hoc mundo corporibus referto. Quin etiam contrarium ita ostendi potest: corpus in hoc mundo corporibus referto nexum quempiam habet cum omnibus aliis corporibus, saltem ad systema aliquod particulare, quale est systema

ſtema noſtrum planetarium , pertinentibus ; debet igitur in natura corporis eſſe aliquid , in quo nexus iſte fundetur ; quod ſi vero idem corpus in immenſo vacuo ſolum colloce- tur , nexum cum aliis corporibus utique nul- lum habebit , neque proinde in eius natura eſſe debebit quidquam , in quo nexus eiſmodi fundetur. Alia igitur natura erit corporis in immenſo vacuo conſtituti , alia eiſdem in mun- do hoc corporibus referto poſiti.

PROPOSITIO III.

Vis inertiae ſumpta pro determinatione perſeueran- di in eodem ſtatu quietis abſolutae , vel motus uni- formis rectilinei nec a poſteriori evinci poteſt.

269. **Q**uod ſi enim oſtendi poſſit , neque quietem abſolutam , neque motum uniformem rectilineum in natura unquam no- tari , tum certe a poſteriori , ſive ex phaeno- menis vis inertiae dicto modo accepta erui nul- la ratione poterit. Id vero non admodum arduum eſt comprobare. Ac primo quidem nullam unquam in rerum natura quietem abſo- lutam exiſtere , argumenta ſane gravia evincunt. Id certe colligitur 1) ex natura virium mutuarum , a diſtantiis pendentium , iisque mutatis mutata- rum ; ex his enim ſequitur , mutata diſtantia unici materiae puncti , diſtantias reliquorum omnium punctorum , vel particularum , omnium adeo maſſarum univerſum hoc , vel certe ſy- ſtema noſtrum planetarium conſtituentium mu- tari , ac proinde motum in iis aliquem produci.

2) Ex motibus, quos vocant intestinis, qui faciunt, ut corpora omnia perpetuo immutentur, ac tandem penitus destruantur. 3) Ex effluviis, quae ex omni corporum genere continuo emanant, quod probant odores, perspiratio Sanctoriana &c: 4) Ex gradu aliquo caloris, qui in omni corpore deprehenditur, quique aliquam partium omnium corpus eiusmodi constituentium agitationem, motumque exigit.

Deinde nullum quoque existere motum rectilineum stricte talem argumentis gravissimis ostendit P. Boscovich (in prima parte Dissertationis de lumine), facileque ex natura virium mutuarum a distantibus pendentium, iisque mutatis mutatarum deducitur. Ex hac enim mutua corporum omnium in se invicem actione illud consequi necesse est, ut perpetuae fiant motuum compositiones, priorumque directionum mutationes, quod motui rectilineo uniformi plurimum adversatur. Quod si igitur neque quies absoluta, neque motus uniformis rectilineus in natura unquam habentur, quis, obsecro, corporibus, punctisque, ex quibus et coalescunt, determinationem perseverandi in statu quietis absolutae, vel motus uniformis rectilinei tribuendam esse dicat?

P R O P O S I T I O IV.

Mutatio status alia in corporibus locum non habet, quam mutatio directionis, vel celeritatis, quae ante ferebantur.

270. **C**um enim quies absoluta corporum (praec.) nulla sit, ex quiete ad motum

tum nunquam transeunt. Quod si ergo statum mutant, alia mutatio cogitati nequit, quam mutatio prioris sive directionis, sive celeritatis.

PROPOSITIO V.

Corpora mutationi status positive non resistunt.

271. **D**atur enim in corporibus vis motrix (153), quae, veluti metaphysici docent, consistit in continuo nisu, sive conatu mutandi locum. Quod si vero corpora mutationi status positive resisterent, daretur in iis quoque nifus, sive conatus conservandi loci; qui conatus tanquam sibi omnino oppositi eidem substantiae inesse non possunt.

SCHOLION I. Minime igitur assentiri possum P. Boscovich, qui, postquam in supplementis ad librum primum Philosophiae recentioris Benedicti Stay vim inertiae neque a priori, neque a posteriori evinci posse argumentis solidis evicisset, eam tamen punctis suis in virium theoria passim tribuit. Ita enim habet (theor. vir. §. 8.) „In hisce punctis admitto determinationem perseverandi in eodem statu quietis, vel motus uniformis in directum, in quo semel sunt posita, si seorsim singula in natura existant, vel si alia alibi existant puncta, componendi per notam, & communem methodum compositionis virium, & motuum parallelogrammorum ope praecedentem motum cum motu, quem determinant vires mutuae, quas inter bina quaevis puncta agnosco a distantis pendent, & iis mutatis mutatas iuxta generalem quandam omnibus communem legem. In ea stat illa, quam dicimus, inertiae vis, &c.„ In qua quidem re illud primum noto, punctis illis tribui determinationem perseverandi in eodem statu quietis, vel motus uniformis in directum pro ea tantum hypothesi, si seorsim singula in natura existant. At vero veluti, contra Eulerum, recte ex eodem doctissimo viro arguimus, nos ignorare, quidnam exigat natura corporis in immenso vacuo positi, ita pariter non video, quo fundamento punctis seorsim in natura existentibus

tibus five tribui quidpiam, five denegari possit; nisi forte a priori, five ex incognitis rerum naturis, five ex libero Dei arbitrio discurrendum nobis esse existimemus. Deinde puncta, de quibus nobis sermo est, puncta realia sunt, ex quibus corpora sensibilia componuntur, in quibus si aliud non admittat Clarissimus vir, quam determinationem componendi motum priorem cum motu, quem determinant vires mutuae, non video, quamobrem punctis iisdem realibus, five pro hypothese, si alia alibi existant puncta, tribuat vim inertiae sumptam pro determinatione perseverandi in eodem statu quietis, vel motus uniformis.

SCHOLIUM 2. Vim motricem cum vi inertiae sumpta pro determinatione conservandi statum praesentem five quietis, five motus componi non posse, ostendit Cl. Iusti in dissertatione superius (160) citata. Idem quoque probat Cl. Eberhard (*Gedanken von der Bewegung, und deren Mittheilung*) cuius hoc est argumentum. Si corporibus positiva vis inesset, qua statum quietis conservare nitantur, tum certe fieri deberet, ut, dum corpus quiescens ex quiete ad motum transfertur, pars motus deleatur, si ve destruat, quod tamen experientiae repugnat.

P R O P O S I T I O VI.

Omnia phaenomena, ex quibus deduci videtur, corpora mutationi status positive resistere, per proprietates corporum articulis praecedentibus expostas explicari possunt.

272. **P**haenomena, ex quibus ea corporum resistentia, ipsaque huius resistentiae causa, vis nimirum inertiae deducitur, haec fere sunt: 1) Si in corpus quiescens incurrat aliud in motu constitutum, incurrens partem motus amittit. 2) Pars amissa ab incurrente tanto maior est, quo maior est massa quiescentis. 3) Quo maior est celeritas incurrentis, eo maior item est pars motus ab eodem deperdita. 4) Si mobile lentius praecedens aliud celerius insequatur, incurrens post impactum

pactum partem motus deperdit, eamque tanto maiorem, quo maior est massa praecedentis, & celeritatum differentia. 5) Si quis corpus quiescens fune aut alia quavis ratione ad se adducere conetur, vis adhibenda est tanto maior, quo maior est massa corporis quiescentis.

His igitur phaenomenis explicandis sequentes corporum proprietates inserviunt, ac quidem 1) vis repulsiva in distantis minimis agens in ratione quadam inversa distantiarum. 2) Vis corporum cohaesiva, quam in nostra virium theoria illi cohaesionum limites inducunt, quae cum partium a se invicem divulsioni resistat, ipsi quoque totius massae motui nonnunquam obstabit. 3) Gravitas corporum, sive potius pondus eorundem, quod massae est proportionale. 4) Affrictus corporum super planum aliquod incedentium, qui ipse etiam, ut superius (102) vidimus, ponderi, atque adeo massae corporum respondet. Ex his igitur resistantiam illam apparentem, quam vi inertiae Physici vulgo tribuunt, eaque omnia phaenomena, ex quibus illam probare nituntur, explicatum habere contendo. Certe destructio motus, quae fit in corpore, quod in alterum sive quiescens, sive lentius praecedens impingit, vi repulsivae tribuenda est; cumque haec in ratione inversa distantiarum agat, illud quoque intelligitur, cur pars motus destructa in corpore incurrente tanto maior sit, quo maior est eiusdem celeritas, cum eo in casu ad minores a corpore sive quie-

sciente, sive lentius praecedente distantias perveniat. Quod vero pars motus in incurrente destructa proportionalis sit massae quiescentis, id quidem compluribus in casibus provenire censeo ab ea, quae sive ex gravitate, sive ex affricu provenit, resistentia: ita certe in conflictu globorum, qui ex filis suspensi per arcus circuli delabuntur, aliosque in quos impingunt, ad arcus similes ascendere faciunt, vincenda est resistentia a pondere proveniens, quae utique massae est proportionalis. Quo in casu illud iudico notatu dignissimum: quod si, dum corpus sursum proiicimus, praeter resistentiam a gravitate proveniente, vincenda quoque esset resistentia a vi inertiae oriunda, duplum virium adhibendum esset, ac proinde etiam in citato corporum conflictu duplum virium amitti deberet. Quod si corpora plano insistentia sive protrudenda, sive fune, aut alia ratione adducenda sint, resistentia oriatur ab affricu, qui pariter massae respondet. Quod si in alio quolibet casu resistentia illa massae proportionalis videatur, id hac forte ratione explicari poterit: incurrat corpus A, quod in moleculas aliquot aequales divisum concipiamus, in corpus B, in plures itidem moleculas partitum. Dum molecula D * ad *a* proxime accedit, vi repulsiva a se invicem recedent, atque ita *a* accedet ad *b*, & *d*, a quibus repulsa, easdemque repellens efficiet, ut eae accedant ad *c*, *e*, *g*, atque ita per totam massam motus propagabitur, mutuaque omnium molecularum actione in corpore incurrente

pars

pars motus destruetur tanto maior, quo maior est numerus molecularum corporis B.

COR. 1. Quoniam igitur corpora mutationi status positive non resistunt, nulla quoque vis est, qua id efficiant, siue *vis inertiae* nulla datur.

COR. 2. Hinc massa quaelibet maxima a massa quavis minima in motu constituta ipsa etiam ad motum determinari poterit, motusque reipsa sequetur, si resistentia omnis ab affricu, aut pondere, aut resistentia medii proveniens sublata intelligatur. Ita certe si solidum immergatur fluido eiusdem secum specificae gravitatis, quaecunque fuerit solidi immersi massa, loco moveri poterit, neque alia in casu hoc vincenda est resistentia, quam fluidi, intra quod solidum eiusmodi movetur.

COR. 3. Ex his illud quoque consequitur, legem tertiam motus Newtoni, qua dicitur actioni semper aequalis esse reactio, eatenus a nobis admitti, quatenus mutua est corporum omnium actio, nullam vero adstrui reactionem, quae ex resistentia stricte tali proveniat, quam nullam esse ostendimus. Quoniam vero per mutuam hanc corporum in se invicem actionem idem omnino effectus producit, qui a vera corporum resistentia oriretur, inde est, quod mutuam hanc actionem reactionem, siue resistentiam appellare etiam possimus.

SCHOLIUM 1. Dum in mechanica asseruimus, ad massam duplam loco movendam vi quoque dupla opus esse, nonnisi phaenomenon, quod in solidis praecipue corporibus notatur, recensuimus, nulla tum habita ratione causae physicae, cui phaenomenon hoctribuendum sit.

SCHOLIUM 2. Quod si tamen vocabulo vis inertiae utendum esse quis existimet propterea, quod illud in physica receptum iam, ac velut civitate donatum sit, hic probe animadvertat, per illud aliud haud denotari posse, quam vim motricem, quatenus ea causa est motus continuati; item eandem vim motricem, quatenus in minimis corporum distantis recessum efficiendo partem motus in corpore impingente destruit.

273. Corpora nostra terrestria, dum motum inchoant, celeritatis gradus aliquos continenter deperdere, ac tandem ad respectivam

quietem redigi animadvertimus, nisi adsit vis quaeipiam continuo agens, novosque celeritatis gradus producens. Sunt igitur causae quaedam, quae motum corporum perpetuo retardant, ac tandem penitus extinguunt, quae vulgo *obstacula motus* dicuntur. Causae eiusmodi duae praecipue a Physicis considerantur, quarum prior resistantia affrictus, altera resistantia medii dicitur: de resistantia affrictus in mechanica (102) egimus. De resistantia medii hic pauca quaedam monenda sunt.

Quid resistantia medii?

274. Quoniam globus noster terraqueus ex omni parte fluido quodam, quod atmosphaeram Physici vocant, cingitur, facile patet, corpora in superficie terrae posita moveri haud posse, quin fluidi huius portionem volumini suo aequalem loco moveant, ex cuius reactione pars motus illorum corporum destruat est necesse. Haec igitur fluidi, in quo corpus solidum movetur, reactio, sive resistantia, *resistentia medii* vocatur.

Qua lege ea peragatur?

275. Quanam lege haec fluidorum resistantia peragatur, Newtonus, ac post eum complures alii indagarunt, successu tamen minus prospero; ad hanc enim resistantiam definendam „oporteret, ait P. Boscovich, nosse „ipsam virium legem determinatam, & numerum, & dispositionem punctorum, ac habere satis promotam Geometriam, & analysim „ad rem praestandam. Sed in tanta particularum, ac virium multitudine quam debeat „esse res ardua, & humano captu superior „de-

„determinatio omnium motuum, satis constat
 „ex ipso problemate trium corporum in se
 „mutuo agentium, quod nondum sat genera-
 „liter est solutum. „

Illud hic uniuersim notari potest, resistentiam illam, quam fluida solidis intra se motis opponunt, e quatuor capitibus pendere: nempe 1) ex superficie. 2) Ex velocitate solidi intra fluidum moti. 3) Ex densitate. Et 4) ex tenacitate ipsius fluidi.

*Quatuor
fontes re-
sistentias
fluidorum.*

Quod superficiem attinet, illud utique manifestum est, quo maior ea fuerit, eo maius fluidi volumen loco movendum, atque adeo eo maiorem eiusdem resistentiam fore. Quae resistentia cum originem ducat a vi repulsiva in minimis distantis agente, illud quoque patet, eam tanto maiorem fore, quo maior fuerit celeritas solidi, cum eo in casu ad minores deveniatur distantias; quamobrem maior quoque pars motus in corpore solido destruetur. Quod si fluidi densitas crescat, maior erit molecularum numerus, ad quas solidi molecule anteriores tam prope accedent, ut ad mutuos sese recessus determinare debeant, unde ex hoc etiam capite resistentia crescet; denique quo maior fuerit tenacitas fluidi, eo maioribus itidem viribus opus erit ad eam resistentiam vincendam, quam cohaesionis limites, ex quibus molecule fluidi aliquantum dimovendae sunt, inducunt.

SCHOLION I. Quanquam ob causas numero praecedente allatas incertum sit, qua lege fluidorum resistentia peragatur, illud tamen ex P. Bosovich hic notamus: „resi-

„stentia, quae provenit a motu communicato particulis
 „fluidi, & quae dicitur orta ab inertia fluidi (sive, ut nos
 „dicimus, a vi repulsiva, quam inducit primum crus
 „asymptoticum curvae virium) est ut eius densitas, & ut
 „quadratum velocitatis coniunctim: ut densitas, quia pa-
 „ri velocitate eo pluribus dato tempore particulis mo-
 „tus idem imprimitur, quo densitas est maior, nimirum
 „quo plures in dato spatio occurrunt particulae; ut qua-
 „dratum velocitatis, quia pari densitate eo plures parti-
 „culae dato tempore loco movendae sunt, quo maior est
 „velocitas, nimirum quo plus spatii percurritur, & eo
 „maior singulis imprimitur motus, quo itidem veloci-
 „tas est maior. Resistentia autem, quae oritur a viribus,
 „quas in se exercent particulae, si vis ea esset eadem in
 „singulis, quacunque velocitate moveatur corpus progre-
 „diens, esset in ratione temporis, sive constans; nam plu-
 „res quidem eodem tempore particulae eam vim exercent,
 „sed breviori tempore durat singularum actio, adeoque
 „summa est constans. Verum si velocitas corporis pro-
 „gredientis sit maior, particulae magis compinguntur, &
 „ad se invicem accedunt magis, adeoque maior est itidem
 „vis. Quare eiusmodi resistentia est partim constans, sive,
 „ut vocant, in ratione momentorum temporis, & partim
 „in aliqua ratione itidem velocitatis. „

SCHOLION 2. Experimenta, quibus resistentia fluidorum
 declaratur, affert Nolletus (Lecons de physique T. 1. pag.
 213) nam 1) si pendula duo eiusdem voluminis, & den-
 sitatis viribus aequalibus oscillent, unum quidem in vase
 aqua repleto, alterum in aere, prius illud post quatuor,
 vel quinque minuta secunda celeritatem omnem deperdet,
 alterum oscillationes plurimas peraget, nec nisi post tem-
 pus sat longum penitus conquiescet. 2) Si machina quae-
 dam ex rotis dentatis composita automatum illorum ad
 instar quibus ad temporis mensuram vulgo utimur, in
 vacuo Boyleano collocetur, motus omnium rotarum erit
 multo liberior, seu vivacior, quam si ea in spatio aere
 repleto constituta fuisset. 3) Cylindri duo lignei inter
 binas columnas ita situ horizontali collocentur, ut circa
 axes suos libere moveri possint, deinde singulis infigan-
 tur alae quatuor, seu tabulae lignae tenues eiusdem vo-
 luminis: quodsi cylindri hi vi aequali circa axes suos con-
 vertantur, motus eorundem pro varia illarum alarum po-
 sitione citius, tardiusve fissentur. Si nempe alae unius
 cylindri ita collocentur, ut earum latitudo sit parallela
 axi cylindri, in altero vero ita, ut eadem latitudo cum
 axe

axe angulum rectum efficiat; vi eadem agente, cylinder posterior celerius, ac longiori tempore circa axem convertetur. Hinc quoque remiges lata remi superficie aquam percutiunt, dum eiusdem resistentia ad promovenda navigia opus habent: dum vero remum ex aqua retrahunt, partem eiusdem tenuiorem, & velut acutiorem aquae obvertunt, ut minorem eiusdem resistentiam persentiscant. Patet ex his quoque ratio, cur eadem pulveris pyrii portio globum plumbeum maiori celeritate, & ad maius intervallum propellere possit, quam aequalem massam plumbi, in minuta granula, seu sphaerulas divisi; quod nempe aucto in casu altero volumine, manente licet massa eadem, resistentia medii, aeris videlicet, augeatur.

ARTICVLVS IX.

De gravitate universali.

In praecedentibus articulis eas examinavimus corporum affectiones, quae per primum curvae nostrae crus asymptoticum, item per flexus illos diversos, curvaeque in punctis pluribus intersectiones exponi possunt; superest, ut quae ad ultimum eiusdem curvae crus asymptoticum, quod exhibet attractionem ad maximas quasvis distantias in ratione inversa duplicata earundem distantiarum quamproxime agentem, pertinent, exequamur.

276. Ad hunc igitur curvae ramum ea pertinet corporum affectio, quae *gravitas universalis* dicitur. Huius vero nomine ea venit corporum omnium universum hoc, vel certe systema nostrum planetarium constituentium affectio, qua in maioribus a se invicem distantis posita ad se invicem accedere perpetuo nituntur.

Quid gravitas universalis?

SCHOLION I. „Actio gravitatis, inquit Mac-Laurinus, in corpora ex ea provenit, quam in singulas earum partes

tes exerit, neque aliud est, quam omnium harum actionum collectio, ut proinde gravitatio corporum desumenda sit a gravitatione mutua partium. Gravitatio corporis cuiuspiam in terram ex partium eius gravitatione nascitur; vis, qua mons tellurem premit, pendet ex nisu eius partium versus tellurem; haemisphaerii borealis gravitatio in australe colligitur e corporum, quibus constat, omnium actionibus versus illud, & si terram in portiones duas inaequales sectam cogitemus, gravitas maioris in minorem oritur e singularum illius partium viribus in partes singulas huius coniunctim agentibus. Pari ratione si totius telluris, dempta unica particula, actionem in hanc ipsam particulam spectemus, ea constituitur e reliquarum omnium gravitatione in separatam illam moleculam. Quare quaevis pars huius globi in omnes, & singulas alias partes gravis est, & eodem argumento quaelibet pars materiae totius solaris huius systematis gravitatione dicenda est in omnes reliquas, e quibus immensa haec rerum compages exsurgit.,

SCHOLIUM 2. Universalem hanc esse materiae omnis affectionem non modo phaenomena motus astrorum, verum etiam, quae oculis nostris quotidie obversantur corpora, in superficie terrae posita, manifestum faciunt. Haec enim sibi relicta ad terram continuo accedunt, aut, si quae obstacula adsint, accedere nituntur; cumque actio omnis mutua sit, terra quoque ad eadem accedere nitetur.

Qua lege ea
peragatur?

277. Quaerendum iam est, qua lege hic universalis corporum omnium ad se invicem accedendi nisus peragatur. Quod quidem corpora totalia attinet, ex planetarum motibus superius (180) eruimus, eam in ratione inversa duplicata distantiarum quamproxime agere; ut vero constitui possit, an eadem lex, quae corpora totalia, sive globi illi ingentes, quorum collectio systema nostrum planetarium constituit, sese invicem cient, singulis quoque materiae particulis, ipsisque adeo individuis punctis conveniat, examinandum prius est, quaenam ex tributa singulis particulis vi attractiva,

ctiva, in distantiiis maioribus in ratione inversa duplicata distantiarum agente, consecutaria eliciantur, eaque deinde cum iis contendenda sunt, quae in corporibus nostris terrestribus evenire, sensuum, & experientiae testimonio edocemur: Horum igitur consecutariorum cum phaenomenis corporum gravium terrestrium sive consensus, sive dissensus manifestum faciet, an dicta attractionis lex ad singulas materiae particulas recte referatur.

SCHOLION. Newtonus, ut legem, iuxta quam in maioribus distantiiis posita corpora in se invicem agunt, erueret, praeter alias possibiles attractionum leges eam praecipue examinat, quae in ratione inversa duplicata distantiarum agat; hanc singulis materiae particulis tribuens, varias corporum massas diversis figuris praeditas in examen vocat, & quae in variis his corporum speciebus evenire debeant, si dicta attractionis lex singulis particulis tribuatur, Geometriae, & analyseos ope investigat. Nos satis habebimus, corpora figura sphaerica praedita ad examen vocare, quaeque in his consecutaria ex citata attractionis lege notentur, methodo, qua licuerit, planissima indicare.

PROPOSITIO I.

Si sit sphaera quaequam vel omnino, vel saltem in aequalibus a centro distantiiis homogenea, cuius singula puncta punctum aliquod extra hanc sphaeram positum attrahant in ratione inversa duplicata distantiarum, punctum hoc attrahetur ab hac sphaera in ratione inversa duplicata distantiae a centro huius sphaerae.

278. **Q**uod si enim concipiamus singula puncta sphaeram $AEBD$ * constituen- * *Fig. 89*
tia ad centrum eiusdem sphaerae C accedere,
& in eo veluti condensari, puncta hemisphaerium anterius ADB constituentia, accedendo
ad

ad centrum C, a puncto P recedunt; eorum igitur in punctum P vis attractiva in ratione inversa duplicata distantiarum, sive radii ipsius sphaerae decrescet: quoniam vero puncta hemisphaerium posterius AEB constituentia, accedendo ad centrum C, simul puncto P viciniora efficiuntur, vires eorundem attractivae in eadem ratione crescent. Itaque iactura virium, quam patiuntur puncta hemisphaerii anterioris, compensatur ex integro per incrementum virium, quod nanciscuntur puncta hemisphaerii posterioris; puncta igitur sphaeram hanc constituentia easdem vires exerunt in punctum P, sive ea omnia in centro sphaerae veluti compenetrata sint, sive per totum sphaerae volumen aequabiliter diffundantur. Quod si vero in centro collecta essent, in punctum P agerent in ratione inversa duplicata distantiae centri a dicto puncto: eodem igitur modo agent in punctum idem P, dum per totum sphaerae volumen aequabiliter distribuuntur.

Cor. Quod si igitur loco puncti P ponatur sphaera aliqua, priori homogenea, sphaerae hae mutuo se attrahent in ratione inversa duplicata distantiae centrorum.

PROPOSITIO II.

- * Fig. 90 *Posita eadem attractionis lege punctum P * positum intra sphaeram cavam, vel intra orbem sphaericum * terminatum binis superficiebus concentricis, nullam ibi gravitatis vim sentiet.*
- * Fig. 91

279. **Q**uod si quidem punctum illud in centro positum sit, per sese patet, illud ex omni parte (cum sphaera in aequalibus saltem

tem a centro distantis homogenea ponatur) vi aequali, & directionibus contrariis attrahendum, viribus igitur oppositis, & aequalibus sese destruentibus velut in aequilibrio futurum. Quod si vero extra centrum existat in P * ita, * Fig. 90 ut ad alteram orbis partem magis accedat, quam ad alteram; quanto maior futura est vis punctorum ex parte *ab* minus distantium, quam punctorum ex parte *cd* magis remotorum, tanto itidem accurate maior est futurus punctorum numerus ex parte *cd*, quam ex parte *ab*. Quod ut ostendatur, per punctum P ducantur rectae *ad*, & *bc*, item chordae *ab*, & *cd*, quae subtendant arcus minimos *ab*, & *cd*, a quibus proinde sensibilibiter haud different: orientur triangula *aPb*, & *cPd* (ob angulum ad verticem aequalem, item angulum *a* aequalem angulo *c*, tanquam insistenti eidem arcui) similia; ac proinde erit $ab : cd = bP : dP$. Quod si iam ex puncto P concipiantur duci radii innumeri ad arcus minimos *ab*, & *cd*, orientur figurae similes, conii nempe, vel pyramides, quarum bases erunt *ab*, & *cd*; quae, utpote bases figurarum similium, erunt in ratione duplicata laterum homologorum, sive erunt ut $ab^2 : cd^2 = bP^2 : dP^2$. Quoniam porro bases istae quantitatem materiae ex parte *ab* agentis, sive numerum punctorum referunt, erit quoque massa attrahens ex parte *ab* ad massam attrahentem ex parte *cd* $= bP^2 : dP^2$. Est vero attractio ex hypothesi $= \frac{M}{D^2}$.

Q

Erit

Erit igitur attractio ex parte $ab = \frac{bP^2}{bP^2}$ (cum bP ob arcus minimos aequalis EP distantiam quoque referat) ex parte vero cd eadem erit $= \frac{dP^2}{dP^2}$, quae est ratio aequalitatis. Quod si igitur omnibus superficiebus sphaeram hanc cavam constituentibus eadem demonstratio applicetur, patebit, corpusculum in P constitutum ex omni parte aequaliter attrahendum, nullam proinde gravitatis vim persensurum.

P R O P O S I T I O III.

Attractio punctorum seu in superficie sphaerarum solidarum, seu intra easdem positorum est in ratione directa distantiarum a centro.

280. *Fig. 92* **S**int sphaerae duae homogeneae A , & a^* , in quarum superficiebus existant puncta duo x , & y . Sit massa sphaerae $A = M$, sphaerae $a = m$, distantia centri sphaerae A a puncto $x = D$, sphaerae a a puncto $y = d$: erit vis qua sphaera A , si ea in centro suo velut condensata intelligatur, attrahit punctum $x = \frac{M}{D^2}$, vis vero, qua sphaera a attrahit punctum $y = \frac{m}{d^2}$, seu quoniam in hoc casu $D = R$, & $d = r$, uti etiam $M = R^3$, & $m = r^3$ (cum solida regularia sint in ratione triplicata dimensionum homologarum) erit vis, qua sphaera A attrahit punctum x ad vim, qua sphae-

sphaera a attrahit punctum $y = \frac{R^3}{R^2} : \frac{r^3}{r^2} = R :$

r . id est, in ratione directa radii, seu distantiae a centro.

Quod si punctum intra sphaeram solidam homogeneam existat, idem facile ostenditur. Sit enim punctum P^* intra sphaeram $ABCD$; * *Fig. 93* concipiatur intervallo CP describi sphaera interior priori concentrica $PSEF$, patet (279), sphaeram cavam, quam constituit harum sphaerarum differentia nihil agere in punctum P : restat ergo sola actio sphaerae interioris $PSEF$, quae est ut PC .

COR. I. Cum ergo punctum a centro maxime distet, si sit in ipsa sphaerae superficie positum, facile intelligitur, illud eo in loco maxime in sphaeram gravitare, eiusque gravitatem eo magis imminui, quo propius ad centrum illud accesserit.

COR. 2. Eadem demonstratio applicari potest solidis quibusvis similibus, in quorum superficiebus si capiantur puncta duo quaevis similiter posita, inque illis collocentur puncta duo, quae a singulis eorum solidorum punctis attrahantur in ratione inversa duplicata distantiarum, erunt vires gravitatis, quas puncta illa duo perferunt, in ratione directa quorumvis laterum homologorum eorum solidorum. Quod si igitur concipiantur duae ellipses circa axes suos revolutae generare duas sphaeroides ellipticas, erunt vires gravitatis, quibus puncta duo in superficie similiter posita in ellipsoides illas tendunt, in ratione directa distantiarum a centro.

COR. 3. Illud quoque non difficulter intelligetur, punctum, seu intra, seu extra sphaeram collocatum semper in linea recta ad centrum sphaerae tendente attrahendum. Quod siquidem intra sphaeram collocatum fuerit, res per se patet: sin vero extra sphaeram existat, attrahetur ab omnibus sphaerae punctis in lineis ad superficiem sphaerae perpendicularibus, quae proinde, ut ex Geometria constat, per centrum sphaerae transibunt. Attrahatur enim corpusculum A^* a sphaerae x punctis B , & C , & * *Fig. 94*

quidem a puncto B directione AB, a puncto vero C directione AC: directiones hae, cum sint obliquae, resolvi poterunt in binas alias, nempe directio AB resolvi poterit in directiones AD, AF, directio vero AC in AD, AG; harum binae AF, & AG oppositae, & aequales se destruunt: remanet ergo directio AD ad superficiem sphaerae perpendicularis, ac proinde per sphaerae centrum transiens. Quod si vero figura corporis attrahentis sphaeroidaea fuerit, facile intelligitur, directiones ad superficiem perpendiculares per centrum haud transiuras. Quare cum figura telluris perfecte sphaerica haud sit, sequitur, corpora gravia in rigore mathematico ad centrum terrae haud tendere, sed ad spatium aliquod hinc, & inde a centro terrae remotum. Quoniam vero diametri telluris parum differunt, sine errore notabili ponuntur corpora gravia ad centrum telluris tendere.

SCHOLION I. Cl. Maupertuis causam inquisivit, ob quam inter alias possibiles plurimas leges, quibus corpora in maioribus distantis posita in se invicem tendere possent, hanc praecipue, quae inversam duplicatam distantiarum rationem sequatur, naturae conditor Deus obtinere in universo hoc voluerit, eamque existimat, in praecedentibus propositionibus contineri. Singularis enim illi legis huius perfectio ea esse videtur, quod in ea integri globi eandem habeant virium legem, quam singulae particulae. Vtrum haec doctissimi viri animadversio minus arridet P. Boscovich, cuius haec sunt verba: (§. 125) „At „mihi quidem imprimis nec unquam placuit, nec sane „placebit unquam in investigatione naturae causarum finalem usum, quas tantummodo ad meditationem quandam, contemplationemque usui esse posse arbitror, ubi „leges naturae aliunde innotuerint. Nam nec perfectiones omnes innotescere nobis possunt, qui intimas rerum „naturas nequaquam inspicimus, sed externas tantummodo „proprietas quasdam agnoscimus, & fines omnes, quos „naturae author potuit sibi proponere, ac proposuit, „dum mundum conderet, videre, & nosse omnino non „possumus.„ Nihil igitur hac de re statuendum, neque rationem sufficientem liberrimae voluntatis divinae investigandam a nobis esse existimamus. Accedit, quod P. Boscovich paragrapho sequente ostendat, hanc legem non modo non esse perfectissimam, verum omnino imperfectam.

SCHOLION 2. Expositae attractionis leges in iis quidem duntaxat corporibus locum habent, quae vel omnino sunt homogenea, vel saltem in aequalibus a centro distantis eadem

eadem gaudent partium densitate; quoniam vero in distributione fortuita punctorum massarum homogeneitas aliqua saltem ad veram proxime accedens obtineri potest, eadem theoremata telluri nostrae, lunae, aliisque corporibus totalibus applicari poterunt. Suis tamen locis phaenomena quaedam indicabimus, quae ex ipso hoc homogeneitatis defectu in variis telluris partibus ortum ducere videntur.

ARTICVLVS X.

De corporum terrestrium gravitate.

281. **C**orpora omnia in telluris superficie, *Corpora omnia gravia sunt.* aut in quavis ab eadem distantia, in qua nobis experimenta capere licet, posita, ad terram accedunt, aut accedere nituntur, quem nifum pressio eorundem, quo descensus sui obstacula urgent, atque etiam, si ea satis valida non sint, perrumpunt, satis indicat. Hic porro corporum ad terram accedendi nifus *gravitas* eorundem appellatur.

SCHOLION. Gravitationem omni corporum generi, sive solida ea fuerint, sive fluida, competere, res est apud recentiores Physicos extra controversiam posita. De solidis quidem corporibus, sive ea fuerint ex regno vegetabili, sive ex animali, sive etiam fossili, res est omnium consensu recepta: fluidorum vero, quaecunque ea subtilia fuerint, qualia sunt effluvia ex corporibus quibusvis erumpentia, spiritus, quos vocant, subtilissimi &c gravitas colligitur ex eo, quod ea in vasis colligi, & in bilance ponderari possint: quod si fluida haec in vase collecta, aerique exposita sint, ex ponderis decremento, quod in vase illo notatur, ipsa fluidorum, in eo vase contentorum gravitas eruitur. De gravitate aeris vel ignis veterum Philosophorum nonnulli dubitarunt, neque deerant, qui iisdem (igni praecipue) *levitatem positivam*, sive conatum a terra recedendi, tribuerent: verum analogia corporum reliquorum satis evincit, his quoque corporibus gravitatemtribuendam esse: accedit, quod aer, in quo tantam vim expansivam deprehendimus, a terra quovis

intervallo recederet, nisi gravitatis vi coerceretur. Ignis gravitatem experimentis quoque Philosophi complures post Boyleum comprobarunt.

Phaenomena corporum gravium terrestrium.

282. In hoc corporum gravium ad terram accessu, vel accedendi nisu phaenomena diversa notantur: ac quidem 1) gravitas, vel pondus ex ea ortum est massis proportionale. 2) Gravitas eodem modo agit in massas motas, quo modo agit in massas quiescentes. 3) Gravitas corporum eadem est ad sensum in distantiiis illis, in quibus vulgo experimenta capimus, in distantiiis tamen admodum magnis aliquod eiusdem decrementum advertitur. 4) Gravia ad terram accedunt motu uniformiter accelerato, fursum vero proiecta feruntur motu uniformiter retardato. 5) Gravia in medio non resistente eodem tempore per idem spatium decidunt, quantumvis sive quoad massam, sive quoad volumen differant. 6) In medio resistente maior est pari volumine eorum corporum celeritas, quorum maior est massa, sive pondus. 7) Gravia accedunt ad terram in lineis rectis ad superficiem terrae ad sensum perpendicularibus. 8) In profundissimis quibusdam subterraneis specubus aliquod gravitatis decrementum advertitur, quod a Newtono animadversum fuisse constat.

P R O P O S I T I O IV.

Phaenomena corporum gravium terrestrium recte explicantur per attractionem in maioribus distantiiis agentem in ratione inversa duplicata distantiarum.

Explicatio primi phaenomeni.

283. **Q**uod quidem primum phaenomenon attinet, ut res plenius intelligatur, con-

conciplantur massae duae A, & B*, quae in Fig. 95
 se invicem dicta ratione agant: notandum est,
 quamlibet particulam massae A a qualibet par-
 ticula massae B, & vicissim quamlibet particu-
 lam massae B a qualibet particula massae A ad
 dictum accessum sollicitari: erit ergo vis, qua
 quaelibet particula massae A ad accessum illum
 sollicitatur, ut numerus illarum sollicitationum,
 sive actionum, id est numerus particularum
 massae B, in quam tenditur: & quoniam ce-
 leritas tanquam effectus virium in ipsa virium
 ratione est, erit quoque celeritas singularum
 particularum massae A, ut numerus particula-
 rum massae B, sive ut massa B; quod si igitur
 massa B immutata maneat, quacunque ratione
 massa A sive crescat, sive decrescat, celeri-
 tas singularum particularum, atque adeo to-
 tius massae, seu vis acceleratrix, posita pari
 distantia, eadem futura est. Idem de massa B
 relate ad massam A dicendum erit. Quamobrem
 si massa A ponatur $= 1 = m$, massa vero B
 $= 2 = M$, erit positis paribus distantis vis
 acceleratrix singularum particularum massae A
 ad vim acceleratricem singularum particularum
 massae B $= 2 : 1 = M : m$, sive in ratione
 massarum reciproca. Hinc iam de pondere
 corporum, quod Newtonus *vim motricem* vo-
 cat, sententia ferri potest. Est nempe pondus
 ipsa vis acceleratrix toties sumpta, quot sunt
 particulae massam aliquam componentes, seu
 vis acceleratrix in massam corporis ducta, ac
 proinde massae proportionale.

COR. I. Cum pondus corporum sit vis acceleratrix, seu
 gravitas in numerum particularum ducta, patet, dum de

pondere agitur, rationem habendam esse & massae, in quam tenditur, & massae, quae tendit. Prioris quidem, quia vis acceleratrix respondet massae, in quam tenditur, posterioris vero, quia vis haec acceleratrix in massam, sive in numerum molecularum tendentium ducenda est. Quare si pondera sint P , & p , erit $P : p = m M : M m$, id est, pondera aequabuntur.

COR. 2. Si punctum unicum attrahatur a massa qualibet, in eo puncto vis acceleratrix, sive gravitas eadem erit cum vi motrice sive pondere; erit enim vis acceleratrix ducta in unitatem.

*Explicatio
phaenome-
ni secundi.*

284. Quoniam vero actio haec mutua particularum continua est, patet, motum, sive quietem particularum nullam mutationem in effectus gravitatis inducere. Aget igitur gravitas in corpora quiescentia eodem modo, quo agit in corpora mota.

Tertii.

285. Quod gravitas eadem sit in distantibus illis, in quibus vulgo experimenta capimus, inde habetur, quod discrimen distantiarum, in quibus experimenta ut plurimum instituimus, comparate ad radium terrae, sive ad distantiam corporum gravium a centro terrae fere evanescat. Cum enim supposita dicta attractionis lege particula extra sphaeram collocata attrahatur in ratione inversa duplicata distantiae a centro illius sphaerae, corpora gravia prope superficiem terrae posita in eadem ratione in terram gravitabunt. Quamobrem discrimen distantiarum, in quibus experimenta vulgo capimus, quale est inter partem infimam aedificii cuiusdam, eiusque partem supremam, si cum radio telluris comparetur, ad sensum nullum erit, eadem proinde ad sensum esse poterit corporum gravitas, quamvis

at-

attractionis lex in ratione inversa duplicata distantiarum agere dicatur.

Quod si vero ad eas a tellure recedatur distantias, in quibus discrimen illud sensibile evadat, tum vero etiam celeritatis decrementum aliquod animadvertetur. Testantur id experimenta capta a doctissimis viris Condaminio, & Bouguero, quorum observationes refert Cl. Muschenbroek (§. 336) „Cl. Condamine in „urbe Quito observavit aliquod pendulum „tempore 24 horarum oscillationes 98740 absolvisse; cum eo ascendit montem Pichinca ad „altitudinem maiorem 750 hexapedarum, in „qua altitudine pendulum pari tempore modo „absolvit 98720 oscillationes: deinde in ripa „fluminis Amazonum in vico Para multum in „fra Quito idem pendulum peregit 98770 „oscillationes, adeoque gravitas maior est in „locis terrae humilioribus, minor in editioribus.”

SCHOLIUM. Eodem tamen Clarissimo viro observante decrementum istud gravitatis rationi inversae duplicatae distantiarum haud satis accurate respondet. Cuius rationem hanc reddit „(loc. cit.) Haec aberratio a lege inversa quadratorum distantiae potuit oriri tum a figura terrae sphaeroidaea, partim ab observationibus minus accuratis, partim quia radius terrae nondum satis bene determinatus est, aut quia massa terrae non est homogenea, sed hinc inde solidior, alibi propter multas, magnasque cavitates levior, & porosior, id probantibus crebris terrae motibus, qui nostra aetate in universo terrarum orbe contigerunt.”

286. Quod gravia motu uniformiter accelerato ad terram accedant, tribuendum est actioni gravitatis, quae tanquam vis constans (praec.)

*Explicatio
quarti
phaenome-
ni.*

considerari potest in iis distantis, in quibus experimenta capimus. Vis vero constans producit celeritatem temporis proportionalem, quod motui uniformiter accelerato convenit. Eandem ob causam sursum proiecta motu uniformiter retardato feruntur.

COR. Quaecunque igitur in mechanica de motu uniformiter accelerato, aut retardato demonstrata sunt, corporibus gravibus terrestribus applicari possunt.

SCHOLIUM. Ex observationibus Parisiis institutis constat, corpus grave prope superficiem terrae libere delapsum in linea ad superficiem terrae perpendiculari tempore minuti secundi percurrere pedes parisienses 15, 1 digitum, lineam $1\frac{7}{8}$, sive lineas 2173, 631356. Sequenti minuto secundo pedes 45, digitos 3, lineas $5\frac{1}{2}$. Tertio minuto secundo pedes 75, digitos 5, lineas $8\frac{8}{9}$, $9\frac{1}{9}$.

*Explicatio
quinti
phaenomeni.*

287. In medio resistente, quale habetur spatium in recipiente vitreo, ex quo aer cura maxima extractus fuit, corpora quantumvis sive quoad volumen, sive quoad massam differentia eodem ad sensum tempore per spatia aequalia delabuntur. Id quidem ex dictis in explicatione primi phaenomeni ita fieri debere constat. Cum enim vis acceleratrix ab una terrae, in quam tenditur, massa dependeat, patet, eandem esse debere celeritatem particularum quarumvis sive eae separatae ab aliis, sive in massam unam collectae considerentur.

SCHOLIUM I. Hoc observatum iri in corporibus, quae in vacuo deciderent, suspicatus iam olim fuit Epicurus, & Lucretius. Deinde id ex observationibus suis collegit Galileus; cum enim animadverteret, pilas ex auro, plumbo, cupro, porphyrite, ex centum cubitorum altitudine per aerem cum pila cerea demissas, hanc in fine lapsus ne quidem 4 digitis praevertisse, inde arguit, futurum, ut in medio non resistente corpora haec idem omnino spatium

tium aequali tempore conficiant. Verum Newtonus in vacuo Boyleano institutis experimentis extra omnem dubitationem id constituit, cum videret, flocculum lanae, plumulam, & aurum ex eadem altitudine tempore aequali descendere.

SCHOLIION 2. Qua ratione experimentum hoc institui possit, Physici experimentales Desaguliers, Nollet, alii-que passim tradunt. Binas methodos suppeditat Musschenbroek introductione ad Physicam §. 319.

188. In medio resistente corpora, quorum *Explicatio
sexti phaenomeni.*
sub eodem volumine massa maior est, maiori celeritate delabuntur, quodtribuendum est resistentiae medii, quae corporum superficiebus, siue volumini respondet. Sint enim corpora duo eiusdem voluminis, massa prioris sit $= 8$, alterius $= 4$, celeritas utriusque $= 6$: erit quantitas motus corporis prioris $= 48$, alterius $= 24$. Quoniam volumina ponuntur aequalia, resistentia quoque aeris respectu utriusque corporis eadem erit; igitur aequalis pars motus in utroque corpore destruetur, quam si ponamus $= 12$, erit quantitas motus corporis prioris $= 36$, alterius $= 24$, ac proinde celeritas prioris $= 4 + \frac{1}{2}$ alterius $= 2$, maior proinde celeritas corporis, cuius massa maior est.

SCHOLIION I. Experimenta, e quibus praefens phaenomenon erutum est, a compluribus Physicis instituta fuisse successu non semper eodem, quin etiam aliquando prorsus diverso. Quae res, ne in fraudem quempiam inducat, notandum est: corpora, quae neque quoad volumen, neque quoad massam admodum discrepant, eodem ad sensum tempore ex altitudinibus non adeo magnis delabi. Quamobrem, ut in his corporibus discrimen aliquod deprehendatur, accuratissime maxima, instrumentisque perquam exquisitis, quae pro mensura temporis adhibentur, opus est, ex quorum neglectu in errorem inductos fuisse nonnullos Physicorum verosimile est. Quod si vero cor-

pora five quoad massam, five quoad volumen plurimum differant, veluti dum globus chartaceus, & plumbeus ex eadem altitudine decidunt, phaenomenon istud facile a quovis observari poterit.

SCHOLIUM 2. Experimenta, quae Londini a Cl. Desaguliers instituta sunt, pro exactissimis habentur; cum enim is ex turri templi Londinensis S. Pauli vesicas suillas in formam sphaerae cavae exsiccatas, sphaeras item chartaceas, & vitreas demississet, comperit, eas, quibus sub eodem volumine maior massa fuit, maiori quoque celeritate delapsas fuisse.

*Explicatio
septimi
phaenome-
ni.*

289. Descendent quoque corpora gravia in lineis rectis ad superficiem terrae ad sensum perpendicularibus, cum ob figuram telluris proxime sphaericam attrahantur (278) directione ad centrum telluris tendente. Denique cum (280) attractio punctorum intra sphaeram positorum sit in ratione directa radii, illud quoque patebit, cur in profundissimis terrae cavernis, in quibus utique minor est a centro telluris distantia, aliquod gravitatis decrementum a Newtono notatum fuerit.

Et octavi.

A R T I C V L V S XI.

De inaequalitate gravitatis in variis terrae locis.

*Qua ratio-
ne inae-
qualitas
gravitatis
detecta
fuerit?*

290. **G**ravitas corporum terrestrium in aequalibus a superficie terrae distantis eadem esse putabatur per universum terrarum orbem, donec superioris saeculi anno septuagesimo secundo Richerus in Insulam Caiennam 5 circiter gradibus ab aequatore Austrum versus remotam Astronomicarum observationum causa profectus animadvertisset, pendulum, quod Parisiis attulerat, lentius oscilla-

re diebus singulis per minuta duo cum dimidio fere ; cuius eventus causam cum a nulla machinae suae mutatione oriri posse videret, suspicari coepit, gravitatis vim prope aequatorem minorem esse, quam Parisiis, in maiori utique ab aequatore distantia. Qua de re ut certius quidpiam constitui posset, determinavit accuratissime longitudinem penduli oscillationes singulas minuto uno secundo in insula Caienna absolventis, eamque aeri incidit: reversus deinde Parisios comperit, pendulum isochronum, sive eiusmodi, quod Parisiis oscillationes singulas minuto secundo perficeret, linea $1\frac{1}{4}$ prolongandum esse, qua re sententiam suam plurimum confirmari animadvertit. Rei novitate perculsi Astronomo-physici, pendulorum observationes in locis variis, quae plurimum discrepantes ab aequatore distantias haberent, instituerunt, ex quibus sequens eruitur

PROPOSITIO I.

Gravitas corporum terrestrium in diversis ab aequatore distantis diversa est, crescitque continenter ab aequatore polos versus.

291. **E**xperimentis enim accuratissimis compertum est, idem pendulum prope aequatorem pauciores, versus polos vero plures oscillationes intra idem tempus peragere; item pendula isochrona versus polos longiora esse debere, versus aequatorem vero breviora; ex quibus gravitatis incrementum versus polos manifesto consequitur. Cum enim (123)

vi-

vires gravitatis acceleratrices sint ut pendulorum longitudines, patet ex incremento longitudinis pendulorum polum versus virium quoque accelelatricium incrementum recte deduci. Deinde cum vires constantes sint ut spatia eodem tempore descripta, ex maiore oscillationum eodem tempore polum versus peractarum numero idem quoque rectissime colligetur.

SCHOLION I. Prima, ut diximus, inventi huius gloria debetur Richero. Maupertuisius usus instrumento a celeberrimo Grahamo Londinensi artifice eum in finem elaborato, deprehendit, Pelli in Laponia sub latitudine boreali 66 gr. 44'. tempore, quod uni fixarum revolutioni respondebat, peragi oscillationes 58 plures, quam Parisiis, ubi latitudo est 48 gr. 50'. Champhellus eiusdem artificis instrumento usus, in Iamaica intra unam fixarum revolutionem reperit oscillationes 126½ pauciores, quam Grahamus ipse Londini: ex quibus, aliisque plurimis experimentis constat, pendula aequatorem versus lentius oscillare, quam versus polos. Est etiam diversa penduli isochroni longitudo certissimis experimentis comperta. Grahamus Londini sub latitudine boreali 51 gr. 31'. eam deprehendit 440, 65. Mairan Parisiis sub latitudine 48 gr. 50', 440, 57. P. Boscovich cum PP. Le Seur, & Iacquier Romae sub latitudine 41 gr. 44', 440, 28. Alii alias in diversis locis longitudes deprehenderunt, quorum omnium observationes in eo satis conspirant, quod crescente locorum latitudine ipsa quoque penduli isochroni longitudo continenter crescat.

SCHOLION 2. Ut experimenta hæc fidem apud viros doctos mereantur, accuratione opus est quam maxima, & exquisitissimo instrumentorum apparatu. Mairanus in actis Acad. Paris. ad annum 1737 hæc monet. 1) Accurata habenda est mensura pedis Parisini, vel alterius ad pedem Parisinum reducti. 2) Parari debet globus exacte rotundus, diametri circiter unius pollicis, ex materia bene compacta. 3) Adhibendum est filum flexibile, quod paratur ex foliis *Aloes*. 4) Summa utendum est diligentia in capienda distantia puncti suspensionis a centro globi, vel ab imo globi puncto. 5) Adhibendum est horologium

gium accuratissimum, quod dirigatur per appulsum stellae alicuius ad telescopium fixum, vel solis ad meridianum. 6) Oscillationes maxima cura, & sine ullo erroris periculo numerandae sunt.

SCHOLIUM 3. Richerus ex Caienna reversus, suamque de gravitatis inaequalitate sententiam promens, plurimos nactus est opinioni suae acerrime reluctantes, quorum momenta praecipua haec sunt: 1) Observationes complures aliae, longitudines pendulorum isochronorum exhibent, haudquaquam versus polos crescentes. Alii eandem longitudinem in diversis locis se deprehendisse testantur. Verum notandum est, ad horum experimentorum felicem successum exquisitissimis instrumentis opus esse, quibus ii, qui primi post Richerum haec experimenta repetierunt, destituti fuere, cum ea nonnisi temporibus subsequis a Grahamo, & Gallis quibusdam artificibus ad eum perfectionis gradum adducta fuerint, quem tam ardui, & subtilis experimenti ratio exigit, illudque sententiam nostram plurimum corroborat, quod observationes omnes, quae instrumentis illis exquisitissimis institutae uere, proposito nostro consentiant. Praeterea debet notabilis esse locorum distantia, in quibus experimenta capiuntur, cuius defectu fidem non merentur observationes in variis Galliae urbibus a Coupleto captae. Universim igitur harum observationum dissensus experimentis absque debita accurate captis tribuendus est. Notari hic etiam meretur Cl. P. Iacquier animadversio, quod nimirum dissensus ille observationum ut plurimum versetur circa accuratam determinationem longitudinis, quam pendula isochrona in variis locis habere possint, sit autem consensus fere universalis in eo, quod pendulorum isochronorum longitudo aequatorem versus diminuatur. 2) Observationes citatae nullam habent rationem resistentiae medii, uti & affricus, quae duo pendulorum oscillationes retardant, faciuntque, ut exactae satis observationes esse haud possint: verum & aeris, & affricus resistentia eadem proxime est sub aequatore, & sub polis, ac proinde aequaliter utrobique ex causis his pendulorum celeritas imminuitur. Quia etiam in tam exigua velocitate aeris resistentia nulla fere esse censenda est. Quid quod aer prope polos densior celeritatem pendulorum magis retardare deberet, quam aer rarior sub aequatore. Ipsi quoque observatores diligentissimi accuratissimis barometris atmosphaerae variationes observarunt, ut resistentiam aeris inde oriundam dignoscerent. Denique ut observat doctissimus P. Iacquier,

quies, omni caret verisimilitudine, observationes omnes in eundem perpetuo errorem conspirare, quod nempe penduli isochroni longitudinem minorem faciant per gradus pergendo a polis adaequatorem. 3) Quoniam experimentis certissimis constat, calore corpora omnia dilatari, frigore vero constringi, fieri potuit, ut pendula sub zona torrida calore dilatata fuerint, quamobrem necesse fuit, pendulorum motum retardari, contrarium prope polos ob frigus intensum illarum regionum evenire debuisse, manifestius est, quam ut probetur. Verum obiectioni huic observatorum industria iam occurrit: Illi enim institutis eum in finem experimentis investigarunt, quanta sit metallorum a certo caloris gradu dilatatio, qua subtracta ab augmento longitudinis, quod pendula isochrona sub aequatore nanciscuntur, manifeste patuit, eam ab actione caloris minime provenire. Iidem observatores, ut effectus caloris, frigorisve diminuerent, prope polos igne admoto, & adhibito thermometro locum observationis ad eum caloris gradum redegerunt, qui cum gradu caloris, quem prope aequatorem thermometra indicabant, utcunque consentiret, quod a Cl. Maupertuis in Laponia praestitum fuisse legimus. Neque desunt pendula ita comparata, ut quantum calore producuntur, tantum vicissim contrahantur, quorum descriptio habetur in Monum. Acad. Paris. ad annum 1741.

P R O P O S I T I O II.

Qua lege hoc gravitatis incrementum ab aequatore versus polum fiat, incertum adhuc est.

292. **P**atet hoc insipientibus tabulas illas, in quibus dicta pendulorum experimenta collecta habentur, oriturque ex defectu observationum in locis intermediis faciendarum. Accedit summa harum observationum difficultas, cuius causas superius protulimus: quamobrem expectandum nobis est, dum posterius repetitis, suppletisque observationibus plurimis certius quidpiam ea de re eruant.

SCHOLIUM. Demonstrante Newtono, si terra sit elliptica ad polos compressa, ac in iisdem a centro distantibus

tiis homogenea, incrementum gravitatis versus polos erit ut quadratum sinus latitudinis. Quoniam vero neque figura telluris sat accurate adhuc determinata est, neque illa tanta telluris homogeneitas evinci potest, lex ista nonnisi sub dicta hypothese assumi potest.

PROPOSITIO III.

Causa huius gravitatis incrementi satis cognita necdum est.

293. **P**robatur, causas illas, quas Physici hactenus attulerunt, ad examen vocando. Prima igitur causa a figura telluris desumitur, quae sub aequatore protuberans, sub polis depressa esse videtur: itaque sub aequatore ob maiorem a centro telluris distantiam gravitatis decrementum, sub polis vero ob maiorem centri telluris vicinitatem eiusdem incrementum habeatur, est necesse. Verum causa haec, quamvis omnium verisimillima sit, extra omnem tamen dubitationem posita non est, donec exactior figurae telluris determinatio habeatur. Causa altera a nonnullis ponitur vis centrifuga, a terrae conversione circa axem oriunda. Hanc ita exponit doctissimus P. Iacquier „Vi imaginandi nobis effingamus globum aliquem, qui „circa suum axem convertatur. Partes illae, „quae proximae sunt polis, per quos axis „traducitur, eodem tempore peragunt gyros „admodum exiguos, qui quidem eo magis „crescunt, quo magis a polis receditur, ita, „ut omnium maximus is sit, qui ab utroque „polo aequaliter distat, & in eo globi motu „aequator appellatur. Hinc ibi vis centrifuga

R

„omnium

„omnium maxima esse debet, atque eo gra-
„datim decrefcit magis, quo magis acceditur
„ad polos. Rem igitur ad tellurem transtule-
„runt. Pofito eius diurno motu, confiderarunt
„vim centrifugam fub aequatore maximam effe
„debere, prope polos minimam, in polis nul-
„lam. Illud praeterea notarunt, vim centri-
„fugam fub aequatore dirigi ad partes centro
„telluris oppofitas, quod ipfius aequatoris eft
„centrum, quod quidem centrum eo remotius
„eft a centro terrae, quo magis circulus ille
„ab aequatore recedit, ac proinde cum vis
„gravitatis ubique dirigatur verfus terrae me-
„dium, obfervarunt ipfam vim centrifugam
„fub aequatore magis etiam directe gravitati
„opponi, quam verfus polos. „ Verum Bou-
guerius, cum vim centrifugam pro variis ab
aequatore diftantiis determinaffet, tabulam
quoque condidit, quae exhibet, quantum
pendula pro diverfa ab aequatore diftantia ob
hunc vis centrifugae effectum abbrevianda fo-
rent, haec vero cum ea pendulorum ifochro-
norum decurtatione, quae ex obfervationibus
accuratiffimis eruitur, minime confentit. Sunt
denique, qui diminutionem gravitatis fub ae-
quatore exiftimant tribuendam effe defectui
materiae, feu maffae attrahentis, quem fub
aequatore oriri cenfent ex calore ingenti, quo
corpora omnia rariora efficiuntur, cum verfus
polos perpetuis nivibus, & glacie omnia ri-
geant. Addunt, obfervationes prope aequa-
torem in iis potiffimum locis factas effe, quae
mari patentiffimo, & profundiffimo omni ex
par-

parte ambiuntur, cuius tamen multo minor est densitas, quam terrae, lapidum, metallorum, ex quibus continens, in quo observationes aliae factae sunt, coagmentatur. Neque desunt cavernae ingentes subterraneae, quarum existentiam comprobant montes ignivomi prope aequatorem non rari, frequentes item terrae tremores, quibus ea loca divexantur; huic vero opinioni vix quidquam verisimilitudinis inesse videtur. Quis enim, nisi fingere amet, sibi persuadeat, cavernas illas, montesque ita ab aequatore versus polos dispositas esse, ut ob materiae sub aequatore defectum, versus polos accessionem gravitatis quoque incrementa notari debeant? an non etiam prope ipsum aequatorem montes altissimi prominent e terra, faxis, metalisque compacti? Illud ergo dicendum videtur, de causa auctae versus polos gravitatis nihil certo, tutoque affirmari posse.

ARTICVLVS XII.

Ad quam a terra distantiam gravitas pertineat.

294. **A**d quamcunque a superficie terrae distantiam recedamus, corporum omnium ad terram accedendi nisum animadvertimus; verosimillimum igitur videtur, auctis quoque amplius distantis ad ipsam usque lunae distantiam procedendo nisum hunc, quantumvis aliquantum diminuatur, haud tamen omnino extinguendum. Indagandum igitur nobis hic est, an vis eadem, qua corpora in

superficie terrae posita in tellurem urgentur, lunam quoque, quam circa terram revolvi, ex Astronomorum observationibus constat, afficiat, atque in orbita sua retineat; quam rem duabus propositionibus exequemur.

SCHOLIUM. Quoniam veritatis huius investigatio Newtono occasionem praebuit, ut immortale suum opus, principia nempe mathematica physicae conderet, operae pretium duximus, ea hic recensere, quae Cl. Pemberton Newtoni coetaneus, eique arctissimo amicitiae, pariumque studiorum foedere iunctus in praefatione expositionis suae Physicae Newtonianae super hac re posterorum memoriae tradidit. Cum Newtonus anno 1666 devitandae pestis causa in villam se quampiam recepisset, in horto obambulans gravitatis effectus rimari coepit: illudque omnium primum eius se menti obtulit, gravitatem in omnibus a terra distantis, in altissimis videlicet montium iugis, ad quae eluctari nobis licet, vim suam prodere; quid ergo causae putemus esse, quod in maioribus a terra distantis, atque in ea etiam, quam a terra luna habet, eiusdem vires extinguantur? Quod si vero eousque agat gravitas, ea certe motum lunae afficiet, Lunamque in orbe suo continebit. Quamvis vero in iis distantis, in quibus nos experimenta capimus, sensibile gravitatis decrementum haud percipiamus, fieri tamen poterit, ut vis eiusdem in ea, quam luna a terra habet, distantia minor sit, vel certe plurimum diversa ab ea, quam in telluris superficie notamus. Ut vero legem illamprehenderet, iuxta quam haec gravitatis diminutio perageretur, illud praeterea ad animum revocavit, quod si luna in orbita sua gravitatis vi contineatur, fore, ut primarii quoque planetae, qui circa solem revolvuntur, vi simili in solem urgentur: cumque tempora periodica planetarum primariorum cum eorundem a sole distantia comparasset, illud reperit: si quae vis sit, quae planetas primarios in solem urgeat, eam in ratione duplicata inversa distantiarum a sole decrefcere debere: qua tamen in re illud posuit Newtonus, planetas primarios moveri in circulis, quorum centra sol occupet, quod licet a vero abesse Astronomorum industria detexerit, illud tamen constat, orbitas plerorumque planetarum a circularibus haud multum aberrare. Facta iam suppositione, quod gravitas a superficie terrae recedendo in eadem inversa duplicata

distantiarum ratione decreſcat, illud ſibi inueſtigandum ſumpſit, an gravitas dicta lege decreſcens ad lunam in orbita ſua continendam ſufficiens futura ſit. Cum vero ad rei huius inueſtigationem meſura peripheriae telluris opus ſibi eſſe videret, ſupelleſtile libraria deſtitutus gradum latitudinis in ſuperficie terrae 60 milliarium anglicorum poſuit, uſus ea in re rudi nautarum aeſtimatione. Quoniam vero poſt exactiorem peripheriae terreſtris meſuram innotuit, gradui latitudinis $69\frac{1}{2}$ milliaria anglicana reſpondere, facile patet, Newtoni calculum ſuppoſitioni adeo erroneae innixum, exſpectationi eiſdem minime reſpondere potuiſſe. Is vero etiam tam malo laborum ſuorum ſucceſſu abſterritus eo adactus eſt, ut cenſeret, praeter gravitatem in tellurem aliam ſubeſſe cauſam debere, quae lunam per tangentem orbitae ſuae abire non ſinat, verum inde continuo retractam terram verſus incurvet. Spe igitur ſua fruſtratus omnem de ulteriori eiſ rei inueſtigatione cogitationem abiecit. Dum vero poſt elapſos complures annos laborem priſtinum reſumeret, uſus exactiori, quae tum a Picardo inventa fuerat, telluris meſura, manifeſto deprehendit, vim illam, qua in orbita ſua luna retinetur, eandem eſſe cum vi gravitatis, qua corpora in ſuperficie terrae poſita in eandem continuo urgentur. Hinc vero occaſionem ſumpſit, motus planetarum primariorum circa ſolem ad examen iterum vocandi, quaeque ex duarum virium, quarum una verſus punctum determinatum conſtanter tenderet, varia coniugatione oriri poſſunt motuum ſpecies, uberius declarandi: atque ita demum conſurrexit illud immortale opus, ex quo Phyſici recentiores, quidquid in Phyſica theoretica habetur certi, velut ex fonte uberrimo liberaliter hauſerunt.

PROPOSITIO I.

Luna circa terram revoluta urgetur vi quapiam ad terrae centrum tendente, ſeu vi centripeta.

295. **C**onſtat enim ex Aſtronomorum obſervationibus lunam in compluribus ſuae orbitae punctis ita moveri, ut linea, ex luna ad tellurem ducta, ſeu radius vector aequales areas aequalibus temporibus verrat, quod fieri haud poſſet (128), niſi luna vi duplici,

quarum una in tellurem constanter tendat, impelleretur.

SCHOLIUM 1. Ostendimus in mechanica (128), quod si corpus ope virium centralium curvam quamlibet describat, radius vector verrat areas temporibus proportionales. Unde illud quoque fluit, descriptionem arearum, quae temporibus respondeant, argumento esse, mobile impelli duabus viribus, quarum una versus punctum determinatum constanter tendat. Quod si enim vis illa in alterutram ab hoc puncto partem niteretur, area, quam radius e puncto fixo ad mobile ductus describeret, aut maior, aut minor futura esset.

SCHOLIUM 2. Ad praesentis propositionis probationem illud quoque facit, quod lunae celeritas crescat, dum ea terrae propior fit, minuatur vero, dum a tellure recedit.

SCHOLIUM 3. Varias illas irregularitates, quas in lunae motus actio solis inducit, assertioni nostrae nil quidquam obstare, ex inferius dicendis patebit.

PROPOSITIO II.

Vis illa, qua luna versus terrae centrum urgetur, eadem est cum vi gravitatis corporum terrestrium.

296. **A**d hoc, ut vires duae eiusdem generis esse censeantur, ostendendum est, easdem & quoad directionem, & quoad stabilitatem, & quoad quantitatem convenire; vix enim aliud assignari potest, quod in vis cuiuspiam scrutatione in considerationem venire possit. Iam igitur illud nobis probandum incumbit, vim illam, quae lunam in terram urget, eandem habere tum directionem, tum stabilitatem, qua terrestrium corporum gravitas gaudet, tum etiam eandem quantitatem, sive quod idem est, eundem effectum aequali tempore producere. Quod quidem directionem attinet; uti corpora gravia ad terrae centrum

trum proxime tendunt, ita vim, lunam a tangente rectilinea continuo retrahentem, ad idem terrae centrum dirigi, arearum aequali tempore descriptarum aequalitas (praec.) satis ostendit. Stabilitas vis illius cum stabilitate gravitatis corporum terrestrium optime consentit; velut enim haec corpora gravia, sive ea quiescant, sive moveantur, continuo urget, ita illa lunae cursum quovis momento versus terram inflectit, efficitque, ut ab ea linea recta continenter recedat, iuxta cuius ductum cuiusvis tempusculi initio motus eius dirigebatur. Quod denique ad quantitatem effectus, quem vires illae aequalibus temporibus edunt, pertinet, hanc quoque eandem esse, ita conficimus: referat * AER globum * Fig. 96 terraqueum, cuius centrum sit T, radius AT. Sit *aLc* portio orbitae lunaris, quae a circulari haud adeo multum differt, cuiusque radius radium telluris sexagies proxime continet; ipsa quoque lunae orbita peripheriam circuli maximi terrestris sexaginta vicibus superabit. Cum vero circulus terrae maximus iuxta recentissimas Gallorum dimensiones complectatur pedes parisienses 123249600, si numerus hic multiplicetur per 60, innotescet peripheria orbitae lunaris, quam cum luna intra 27 dies, 7 horas, & 43 minuta percurrat, magnitudo arcus, quem eadem tempore unius minuti primi describit, innotescet, si fiat: uti tempus integrae revolutionis, ad integram orbitam, ita minutum unum primum ad arcum sibi respondentem. Quod si arcum eiusmodi

ponamus LD , illud iam quaerendum est, quantum arcus hic a sua in puncto L tangente retrahatur, sive quae sit mensura lineae DC , aut illi aequalis BL , quae effectum vis centripetae uni minuto primo respondentis metitur. Huius porro mensura ut habeatur, notandum est, ob angulum DTL perquam exiguum triangulum DTL ad D rectangulum esse, quamobrem DB erit perpendicularis ex angulo recto demissa in hypotenusam TL , unde erit $LB: LD = LD: TL$, ac proinde $LB = \frac{LD^2}{TL}$;

cum vero LD arcus nimirum uni minuto primo respondens, item TL distantia Lunae a terra ex prioribus innotuerit, terminus quoque quartus, sive LB inveniri poterit, eritque is proxime aequalis $15\frac{1}{2}$ pedibus mensurae parisinae. Itaque vis centripeta lunae eandem in distantia 60 semidiametrorum terrestrium intra unum minutum secundum ad terram accedere facit pedibus $15\frac{1}{2}$. Ut iam appareat, quantum vis eadem in ipsa superficie telluris ageret, supponamus lunae orbitam ita ad terram accedere, ut in minima sua distantia prope ipsam telluris superficiem transfiret. Tum vero celeritas lunae sexaginta vicibus maior (129) efficeretur, atque luna intra unum minutum secundum, seu partem sexagesimam minuti primi percurreret arcum aequalem illi, quem in distantia media, qua nunc a nobis abest, nonnisi uno minuto primo describit, tantundemque intra unum minutum secundum a tangente rectilinea retrahe-

retur, quantum modo in vera sua orbita intra unum minutum primum, ac proinde effectus vis centripetae uni minuto secundo respondens foret $15\frac{1}{2}$ pedum parisinorum. Est autem teste experientia idem omnino effectus gravitatis corporum terrestrium; haec enim & ipsa intra unum minutum secundum ad terram libere descendendo pedes $15\frac{1}{2}$ quam proxime conficiunt. Dubitari igitur nequit, eandem esse quantitatem vis centripetae lunam in orbita sua continentis, quae est quantitas vis gravitatis, corpora terrestria impellentis, ac quod inde sequitur, vires has eiusdem omnino generis esse.

SCHOLIUM. In hac motus lunaris investigatione rationem non habuimus correctionum complurium, quas inferius, cum theoria lunae exponetur, recensebimus, cuius defectu fieri debet, ut non penitus accuratissima inveniatur ratio quadrati distantiarum in effectu gravitatis terrestris, & lunaris. Ut adeo recte asserat P. Boscovich, Newtonum immerito a nonnullis reprehensum fuisse, quod hanc rationem ad summum geometricae aequalitatis rigorem haud exactam invenerit.

COR. I. Cum igitur vis illa, quae in superficie terrae corpora gravia intra unum minutum secundum per pedes 15 descendere facit, lunam in distantia 60 vicibus maiore intra unum minutum primum, seu 60 minuta secunda spatium aequale terram versus percurrere cogat, patet, vim illam, sive potius vis huius effectum in distantia 60 vicibus maiore esse 3600 vicibus minorem, atque adeo in ratione inversa quadratorum distantiae agere: qua re illud iterum confirmatur, eam haud differre a vi gravitatis, seu attractione terrae, per quam in dicta distantiarum ratione agentem phaenomena corporum gravium terrestrium recte exponi superius (283) ostensum est.

COR. 2. Velut ex aequalitae arearum, quas radius lunae vector aequalibus temporibus describit, uti & celebritatis incremento, dum ea propius ad tellurem accedit, recte arguitur, lunam vi centripeta urgeri; ita ex iisdem

principiis recte infertur, planetas primarios, cometasque in solem, satellites item Iovis, & Saturni, in Iovem, Saturnumque perpetuo tendere: cumque omnis actio mutua sit, solem quoque in primarios, Iovem, & Saturnum in satellites suos ferri: ut adeo ex his universalis gravitas, seu corporum omnium in maioribus distantis ad se invicem accedendi nifus plurimum confirmetur.

SCHOLION. Ex his vero non obscure colligitur, rectissime a Cotesio pronunciatum fuisse (in praefatione ad 2dam Newtoni editionem) „Eo demum pervenimus, ut
 „dicendum sit, & terram, & solem, & corpora omnia
 „coelestia, quae solem comitantur, se mutuo attrahere.
 „Singulorum ergo particulae quaeque minimae vires suas
 „attractivas habebunt pro quantitate materiae pollentes, quemadmodum supra de terrestribus ostensum est.
 „In diversis autem distantis erunt & harum vires in duplicata ratione distantiarum reciproce: nam ex particulis hac lege trahentibus componi debere globos eadem lege trahentes mathematicè demonstratur. Conclusiones praecedentes huic innituntur axiomati, quod a nullis non recipitur Philosophis: effectuum scilicet eiusdem generis, quorum nempe, quae cognoscuntur, proprietates eadem sunt, easdem esse causas, & easdem esse proprietates, quae nondum cognoscuntur. Quis enim dubitat, si gravitas sit causa descensus lapidis in Europa, quin eadem sit causa descensus in America? si gravitas mutua fuerit inter lapidem, & terram in Europa, quis negabit, mutuam esse in America? si vis attractiva lapidis, & terrae componatur in Europa ex viribus attractivis partium, quis negabit, similem esse compositionem in America? si attractio terrae ad omnia corporum genera, & ad omnes distantias propagetur in Europa, quidni pariter propagari dicamus in America? in hac regula fundatur omnis philosophia; quippe quae sublata nihil affirmare possumus de universis. Constitutio rerum singularum innotescit per observationes, & experimenta: inde vero nonnisi per hanc regulam de rerum universalium natura iudicamus. Iam cum gravia sint omnia corpora, quae apud terram, vel in coelis reperiuntur, de quibus experimenta, vel observationes instituere licet, omnino dicendum erit, gravitatem corporibus universis competere. Et quemadmodum nulla concipi debent corpora, quae non sint extensa, mobilia, & impenetrabilia, ita nulla concipi debere, quae non sint gravia. Corporum extensio, mobili-

„bilitas, & impenetrabilitas nonnisi per experimenta in-
 „notescunt: eodem plane modo gravitas innotescit. Cor-
 „pora omnia, de quibus observationes habemus, extensa
 „sunt, & mobilia, & impenetrabilia, ita corpora omnia
 „sunt gravia, de quibus observationes habemus: & in-
 „de concludimus corpora universa, etiam illa, de qui-
 „bus observationes non habemus, gravia esse. Si quis
 „dicat, corpora stellarum inerrantium non esse gravia,
 „quandoquidem eorum gravitas nondum est observata: eo-
 „dem argumento dicere licebit, neque extensa, nec mo-
 „bilia, nec impenetrabilia, cum hae fixarum affectiones
 „nondum sint observatae. Quid opus est verbis? inter
 „primarias qualitates corporum universorum vel gravitas
 „habebit locum, vel extensio, mobilitas, & impenetra-
 „bilitas locum non habebunt: & natura rerum vel recte
 „explicabitur per corporum gravitatem, vel non recte
 „explicabitur per corporum extensionem, mobilitatem,
 „& impenetrabilitatem. Audio nonnullos hanc impro-
 „bare conclusionem, & de occultis qualitatibus nescio
 „quid musitare. Gravitatem scilicet occultum esse quid
 „perpetuo arguti solent; occultas vero causas procul
 „esse ablegandas a philosophia. His autem facile respon-
 „detur, occultas esse causas non illas quidem, quarum
 „existentia per observationes clarissime demonstratur,
 „sed has solum, quarum occulta est, & ficta existentia,
 „nondum vero comprobata. Gravitatem ergo non erit oc-
 „cultas causa motuum coelestium, siquidem ex phaeno-
 „menis ostensum est, hanc virtutem revera existere. Hi
 „porro ad occultas confugiunt causas, qui nescio quos
 „vortices materiae cuiusdam prorsus fictitiae, & sensibus
 „omnino ignotae, motibus iisdem regendis praeficiunt.
 „Ideone autem gravitas occulta causa dicetur, eoque no-
 „mine reiicienda e philosophia, quod causa ipsius gravi-
 „tatis occulta est, & nondum inventa? qui sic statuunt,
 „videant, ne quid statuunt absurdi, unde totius tandem
 „philosophiae fundamenta convellantur. Etenim cau-
 „sae continuo nexu procedere solent a compositis ad
 „simpliciora: ubi ad causam simplicissimam perveneris,
 „iam non licebit ulterius progredi. Causae igitur simpli-
 „cissimae nulla dari potest mechanica explicatio: si dare-
 „tur enim, causa nondum esset simplicissima. Has tu pro-
 „inde causas simplicissimas appellabis occultas, & exula-
 „re iubebis? simul vero exulabunt, & ab his proxime
 „pendentes, & quae ab illis porro pendent, usque dum
 „a causis omnibus vacua fuerit, & probe expurgata phi-
 „losophia. „

A R T I C V L V S XIII.

Recensentur aliorum opiniones de causa gravitatis.

*Systemata
Cartesia-
norum.*

297. **C**artesiani, ut causam gravitatis corporum terrestrium redderent, ad materiam subtilem, velut ad sacram anchoram confugiunt. Huic directiones quaslibet, motuum item species diversissimas largiuntur, quales nempe phaenomenis gravitatis explicandis prae aliis inservire existimant. Unde factum est, ut systematum numerus in immensum excreverit, cum fere quivis Cartesianae Physicae author id sibi sumpserit, ut novas materiae subtili tribueret motuum, directionumque species, alias insuper proprietates, quibus ea suppleret, quae in systematis ante editis desiderari videbantur. Longum igitur foret, singula enumerare, neque operae pretium, cum ea fere iam antiquata sint. Ut tamen historiae philosophicae aliquid tribuamus, in classes tres omnia, eaque plurima eorundem systemata partiemur. Ad primam classem illi pertinent, qui gravitatem corporum terrestrium per materiam subtilem a peripheria universi versus centrum terrae iugiter manantem, sive prementem exposuerunt. Secundam classem illi constituunt, qui materiam subtilem summe elasticam, continuisque oscillationibus corpora omnia versus terram propellentem statuerunt. Ad tertiam denique classem illos referimus, qui per materiae subtilis vorticem, sive unum, sive plures phaenomena corporum gravium terrestrium recte explicari posse existimarunt.

298. Supponunt igitur nonnulli, mate-
 riam subtilem, five, a peripheria universi ver-
 sus centrum eiusdem, five a peripheria syste-
 matis cuiusdam particularis ad eiusdem cen-
 trum in lineis rectis perpetuo manare, aut
 certe premere, atque adeo corpora huic ma-
 teriae innatantia versus idem centrum urgere,
 atque impellere. Verum ut nihil dicamus de
 centrīs illis five universi, quod prorsus igno-
 ramus, five systematum particularium, quae
 sunt puncta imaginaria, illud satis sit innuisse,
 leges mechanicae fluidorum authoribus horum
 systematum aut non satis perspectas, aut certe
 non satis prae oculis habitas fuisse. Sit enim
 * centrum terrae T, ad quod ex peripheriae, * Fig. 27
 five universi, five systematis nostri innumeri
 materiae subtilis radii ex omni parte tendant;
 existat in eius superficie corpus quodlibet x:
 facile patet, corpus istud in aequilibrio fore,
 cum eadem vi, qua a radiis materiae subtilis
 A, B, C, D, E, F terram versus urgetur, a
 radiis *a, b, c, d, e, f* &c ex inferiore hemi-
 sphaerio venientibus, atque ob stupendam
 suam subtilitatem illud liberrime permeanti-
 bus a terra repellatur.

299. Concipiunt alii materiam quandam
 maxime elasticam, in cuius centro terra hae-
 reat. Huic materiae a Deo aut ab alia qua-
 vis causa supponunt impressum fuisse motum
 quendam vibratorium, qui versus terrae cen-
 trum quam velocissime propagetur. Quod
 si igitur huic materiae innatet corpus quoddam,
 illud per excurrentes continuo eiusdem mate-
 riae

*Systema
 materiae
 subtilis
 rectilineae
 prementis.*

*Systema
 materiae
 subtilis
 oscillan-
 tis.*

riae undas terram versus propelli afferunt, ad eum fere modum, quo corpora levia mari innatantia ab undis eiusdem, quas venti concitant, ad littora eiici non raro conspiciamus. Verum isti non considerant, corpora in superficie terrae posita, quantum per illarum undarum excursus terram versus promoventur, tantundem per earundem undarum reditus a terra avellendos, quandoquidem undae in medio elastico excitatae, sive vibrationes aliud non sunt, quam alterni quarundam eius materiae portionum excursus, reditusque. Unde patet, quam dispar sit ratio undarum maris, quarum ope corpora levia ad maris littus eiici nonnunquam conspiciamus. Undae enim illae nonnisi in maris superficie excitantur, nihilque aliud sunt, quam quarundam aquae partium per ventorum, aut corporum iniectorum impulsus effectae elevationes, & aquae elevationis defluxus, ubi corpora levia aquae innatantia cum ipsa aqua elevari, iterumque defluere possunt, atque ita ad littus usque, praesertim si causa undarum sit constans v. g. ventus, aut repetiti ictus corporum aquae iniectorum extrudi. Hanc quoque ad littus eiectionem iuvat non raro ventus versus littus spirans, qui non modo in aquam, sed etiam in corporis aquae innatantis superficiem impingit.

SCHOLIUM. Neque sententiae huic robur addit petita ab aere paritas, in quo si per pulsus campanarum, aut fistularum aenearum explosiones undae quaedam excitantur, earum ope nubes dissipantur, aut in plagam ab eo loco aversam, e qua origo vibrationum aerearum procedit, propelluntur. Cum enim vibrationes illae, quas maiorum campanarum pulsus, aut fistularum aenearum explosio-

siones in aere concitant, ad intervallum maius pertingant, in quo aeris rarioris, densiorisque vicissitudines reperiuntur, eae fere semper cum motu aeris locali, seu translatione massae cuiusdam aereae e loco uno in alterum, & qui translationem eam consequitur, vento, coniunctae sunt. Deinde dum undae aereae eunt, redeuntque, vapores aquei aeri immixti, distantiarum, atque adeo virium rationes mutant, ex qua in his ipsis vaporibus motus intestinos, variasque fermentationum, praecipitationum, aliarumque operationum chemicarum species oriri est necesse, quibus ipsa aeris densitas plurimum immutatur, ex qua in eodem aere motus varii, deque loco in locum fluxus ortum ducunt. Accedit, quod aer in eas feratur plagas, in quibus pulsus sunt aut omnino nulli, aut certe perquam exigui, cum contra gravia corpora ad terram accedere deberent, quantumvis eadem vis sit pulsum aetheris infra ea corpora positi, ac aetheris superioris

300. Cum materiam rectilineae, sive fluentem sive oscillantem difficultatibus vix eluctabilibus premi cernerent Cartesiani, eidem motum eiusmodi tribuerunt, quo circa globum terraqueum in circulum flueret, quam materiam dicta ratione fluentem *vorticem* appellarunt. Qua porro ratione ab eiusmodi vorticiosa materia corpora gravia ad terram detrudantur, non una est omnium sententia, plerique censent, materiam hanc subtilem, dum in vorticem agitur, ob suam ad motum habilitatem vim centrifugam concipere adeo fortem, ut corpora reliqua, quorum maior inertia est, minorque ad motum promptitudo, infra se detrudat. Sed sunt quamplurima, e quibus manifesto colligitur, vortices hos, quorum existentiam gratis hic largimur, eandem paulo inferius ad examen vocaturi, phaenomenis gravitatis edendis minime idoneos esse. E plurimis, quae in Physicorum libris passim occurrunt,

pau-

pauca promam. Ac quidem illud 1) vorticum, omnisque materiae subtilis actionem vehementer labefactat, quod ea admissa corporum gravitas eorundem volumini respondere deberet, cum tamen experientia doceamur, eam massae corporum proportionalem esse: cum enim materia haec subtilis corpus sit fluidissimum, aliorum fluidorum cognitorum instar in corpora, quae ei innatant, in voluminum, si-ve superficierum ratione agere deberet. 2) Materiae huius circa terraqueum globum fluentis celeritas demonstrante Newtono deberet esse eiusmodi, quae velocitatem motus diurni telluris decies, ac sexies superaret: „hac
„ergo velocitate materia illa vorticis, ait
„Boscovichius, in nostra haec corpora in
„superficie terrae posita impingeret, quae
„quidem tanta foret, ut venti cuiusvis etiam
„violentissimi pernecitatem pene infinite superaret, ac proinde momento temporis radicitus everteret, secumque abriperet omnia.
„Neque isthuc dixerint Cartesiani, materiam
„vorticis omnia tanquam cribra quaedam liberime pervadere, atque ideo nec tantum impulsu progignere. Istud enim si ita sit, nulla
„sane congrua ratio dari potest, cur simplici pressione gravia tantopere impellat, tantosque in illis pariat motus, quantos in ruentibus vastissimis rupibus experimur. Idem
„sane est, ei materiae tantam tribuere vim premendi deorsum, & nullam vehementissima sua incursione impellendi, ac dicere, posse lignum aquarum gravitate praevalente
„sur-

„ sursum protrudi, sed in medio deinde prae-
 „ cipiti cursu fluvii cuiuspiam posse immotum,
 „ ac quietum innatare. 3) A vortice eiusmodi
 „ gravia haud ad telluris centrum, sed ad axem
 „ ipsum dirigi necesse foret. Cum enim vor-
 „ tex ille in circulis ad aequatorem parallelis
 „ fluere, corpora gravia ad eorum circulorum
 „ centra, quae per totum telluris axem porri-
 „ guntur, detrudere deberet, neque alia, quam
 „ ea corpora, quae sub aequatore forent posi-
 „ ta, ad terrae centrum niterentur. „

SCHOLIUM I. Id ipsum experimento Noletus demonstrat. Quod si enim globus vitreus aqua non prorsus repleatur, eique innatent corpuscula varia; facta globi eiusdem circa axem suum celerrima conversione corpuscula illa levia, ipseque aer ad sphaerae illius axem detrudentur, cylindrumque circa eum efformabunt.

SCHOLIUM 2. Neque incommodis his occurrunt, qui vortices binos comminiscuntur, quorum unus circa axem terrae, alter ab australi ad borealem polum fluat, qui dum ambo corpora impellunt, ea velut per diagonalem ad terrae centrum detrudant. Quis enim concipiat, materiam vorticum, qui sese interfecent, continuo hoc materiae impactu, & collisione nihil omnino de motu suo perdere, neque tandem vorticem unum ab altero abripi, aut vero eorundem motus omnino exstingui. Ea porro, quam ad duorum eiusmodi vorticum declarandam actionem Bülfingerus excogitavit, machina, fatente ipso Noletus non aliud indicat, quam quod gravia non ad centrum, sed ad ipsum axem intra binarum revolutionum axes medium propellantur.

301. Keplerus, ut gravitatem corporum terrestrium explicaret, spiritus quosdam, & effluvia in subsidium vocavit, a quibus corpora ad terram attraherentur. Gassendus terram instar ingentis magnetis consideravit, ex quo particulae uncinatae, hamataeque perpe-

*Systema
Kepleri
& Gas-
sendi.*

S tuo

tuo erumperent, a quibus non ferrum modo, sed corpora quaelibet ad terram adducerentur. Verum, quod iam alias diximus, hami isti, uncique ex philosophia saniore iam proscripti sunt. Qua enim ratione fit, ut praegrandes moles unci hi ad terram rapiant? quid est, quod eos ad terram redire compellat, seu unde eorundem uncorum gravitas repetenda est? cur suo in corpora impactu ea sursum non aliquando rapiunt? Accedit, quod huic sententiae ea omnia adversentur, quae contra materiam subtilem in vorticem actam protulimus.

SCHOLIUM 1. Sententiis pluribus recensendis superse-
demus, quod eae sint numero plurimae, & ea, quam si-
bi earum auctores nimis liberaliter indulserunt, fingendi
libertate admodum variae, ut adeo complures earum vix
serio refutari mereantur. Id unum monemus, nihil cum
nostra gravitatis sententia commune habere Peripateticos,
qui quidem ipsi intrinsecam corporibus gravitatem esse
docuerunt. Ex eorum enim mente corpora omnia in su-
perficie terrae posita inditum sibi habent nifum, quo ad
terrae centrum tendunt. Verum quid is nifus sit, qui in
punctum quoddam imaginarium, quale esse potest terrae
centrum, perpetuo tendat, explicari nequit. Cur non
est similis huius puncti in corpora gravia nifus, quae ter-
ram quoque ad corpora gravia accedere faciat? mitto
plura.

SCHOLIUM 2. Nonnulli ex quaestione 21 opticae New-
toni occasionem sumpserunt gravitatis phaenomena ex-
plicandi per actionem materiae elasticae a centro versus
peripheriam semper densioris. Verum non est, cur huic
sententiae refutandae immoremur, cum argumenta supe-
rius prolata contra hanc quoque aperte pugnent.

SCHOLIUM 3. P. Bertier Presbyter oratorii systema
vorticum recens iterum resuscitavit, reiectisque priorum
Cartesianorum hypothesebus rem omnem ita expedit. Do-
cet nimirum vortices tum circa solem, tum circa plane-
tas primarios fluere, quorum celeritas maxima sit prope
centrum, inde vero peripheriam versus continenter de-
crescat. Per eiusmodi porro vortices, & phaenomena
cor-

corporum gravium terrestrium, & astrorum motum rectissime exponi existimat. Quoniam porro in eo praecipue versatur, ut astrorum motum ab horum vorticum actione repetat, hanc eius hypothefim, cum de astrorum motu sermo erit, aliquanto accuratius expendemus.

ARTICVLVS XIV.

Respondetur obiectionibus.

302. **P**rimum, quod nostrae huic sententiae *Obiectio prima.* de causa gravitatis corporum terrestrium obstare videtur, illud est, quod si corpora omnia in distantis maioribus posita ad mutuos sese accessus determinarent, hic eorundem accessus, sive accedendi nifus sub sensus cadere deberet, ac proinde 1) corpora levia prope turres, aut montes vastissimos delabentia ad eosdem accedere. 2) Sphaerae duae in superficie laevigata positaese sese mutuo petere, ac demum 3) corpora omnia solida aequae, ac fluida figuram sphaericam assumere deberent. Quorum tamen nihil omnino evenire experientia teste satis edocemur.

Verum respondeo primo, universalem hunc corporum omnium in maioribus distantis positorum ad se invicem accedendi nifum sensibilem fieri experimento singulari, quod a Cl. Bertier institutum refert Musschenbroek (Phyf. §. 1008.) „E capillo tenui, longoque „pendeant lamellae tenuissimae, scissae ex „charta, pergameni, coreo, ligno, ferro, „&c: pedem longae, semilineam latae, eaeque „suspendantur in altis campanis vitreis, ne ae- „re agitentur; campanae in variis intervallis

S 2

„ quae-

„quaelibet corpora admoveantur: tum pendulae in vitro lamellae ad exteriora accedent, idque ope micrometri, quod est in telescopio, optime observari potest.„ Experimentum hoc dignissimum, ut crebrius a Physicis repetatur, nostram de vi attractiva in maioribus corporum distantis agente sententiam plurimum corroborat.

Respondeo secundo, dictos corporum accessus sub sensum vulgo cadere non posse. Cum enim in distantis maioribus attractio sit in ratione directa massae attrahentis, & inversa duplicata distantiae, massa vero globi terraeque massas corporum in superficie terrae positorum ita superet, ut hae ad illam rationem sensibilem vix habeant, effectus, qui ex mutua hac corporum omnium in se invicem actione provenire deberent, sub sensus vix cadent.

SCHOLION I. Obiectionem hanc ipse iam Newtonus diluit. Ait enim Lib. 3. princip. prop. 7 „Si quis obiiciat, quod corpora omnia, quae apud nos sunt, hac lege gravitare deberent in se mutuo, cum tamen eiusmodi gravitas neutiquam sentiatur: respondeo, quod gravitas in haec corpora, cum sit ad gravitatem in terram totam, ut sunt haec corpora ad terram totam, longe minor est, quam quae sentiri possit.„

SCHOLION 2. Quod si tamen corpus attrahens sit molle admodum vastae, & corpusculum in eius vicinia positum ad motum valde expeditum, poterit quidam attractionis huius universalis effectus animadverti. Ita certe Astronomi Galli, cum prope montem Chimboraco observationibus Astronomicis vacarent, pendulum a verticali situ 7 minutis secundis declinasse notarunt, utque certos se redderent, declinationem hanc ab actione vastissimi illius montis provenire, ad oppositum montis latus stationem transtulerunt, atque in hoc quoque eiusdem penduli aequalem a verticali situ discessum, atque ver-

versus montem illum veluti accessum deprehenderunt. Potest etiam pro universalis huius gravitatis effectū haberi, quod nebulae, ac nubes ab altiorum montium verticibus, aut lateribus aegre admodum avellantur, quin etiam pro vario locorum situ, ubi in vicinia eiusmodi vastorum montium transeunt, ad eosdem non raro veluti rapi videantur.

SCHOLIION 3. Accessui illi sphaerarum duarum in superficie laevigata positarum illud praeterea obstat, quod nulum habeamus corpus perfecte glabrum, sed omnium corporum superficies asperitatibus plurimis asperae sint, quae elidendo effectui illi, quem mutua horum globorum actio producere deberet, facile sufficiant. Accedit: neque planum horizonti omnimode parallelum haberi posse; minima vero eiusdem inclinatio effectum mutuae gravitatis facile destruet. „Ineptus sane sit, inquit P. Boscovich, „qui inde censeat, impugnari posse gravitatem mutua „generalem, ut esset is, qui muscam non esse gravem in „in terram censeret, idcirco, quod crassum, & bene ten- „sum funem nihil ad sensum videret deprimi, ipsa ad eum „musca advolante.,,

SCHOLIION 4. Sed neque illa massarum omnium in figuram sphaericam coalescentia ex mutua hac, universalique gravitate recte deducitur. Hoc enim ut fieret, ad motum massae omnes perquam expeditae esse deberent, ob quam etiam causam exiguas corporum fluidorum portiones in figuram sphaericam sese componere videmus. Huic autem massarum mobilitati plurima sunt, quae adversantur, atque cumprimis vires illae in distantis exiguis alternantes, ex quibus corporum cohaesionem deduximus, quae haud sinunt corporum solidorum portionem aliquam loco dimoveri, quin tota simul massa pari motu cieatur. Deinde ea obstat, quae ab affricu oritur, resistentia, quam utique vincere deberent massae illae, quae ad sese ferri deberent. Adde corporum utrinque positorum actiones, ipsam etiam terrae attractionem, quae concretioni huic obsisteret, cum per eam corpora quaeipiam ab ipsa terrae superficie removerentur.

SCHOLIION 5. Neque ex his consequitur, nullum omnino corpus alteri adhaerere posse; quae enim de lege virium in natura existentium in superioribus dicta sunt, satis evincunt, maiorem posse esse cohaesionis vim, quae ex vario minimarum particularum numero, mole, & distantis oritur, quam sit gravitatis vis in distantis maioribus agentis.

*Obiectio
secunda.*

303. Alterum, quod nostrae de gravitate corporum sententiae obiiciunt, ad legem illam pertinet, iuxta quam eandem decrescere asserimus. Dicunt enim, legem hanc ad arbitrium assumptam esse, posseque leges plures inveniri, quae explicandis corporum gravium phaenomenis inserviant.

His vero ita cum P. Scherffer respondemus: quantumvis aliae plurimae possint esse leges, quarum ope corporum gravium terrestrium phaenomena explicentur, quia tamen corporum coelestium phaenomena non per aliam, quam hanc legem explicari possunt, ut inferius ostensuri sumus, atque haec ipsa lex terrestrium quoque corporum phaenomenis sufficit, eam aliis omnibus merito praeferri. Accedit, quod ex iis, quae de vi centripeta lunae (296) diximus, recte arguatur, ab ipso terrae centro ad eam usque, quam luna habet, a terra distantiam vim gravitatis in inversa quadrati distantiae ratione decrescere.

SCHOLION I. Difficultates illae, quae Newtonianos premunt, qui ad ipsum usque corporum contactum legem illam attractionis pertinere contendunt, in nostra de legum virium sententia omnes evanescunt.

SCHOLION 2. Recentiorum Physicorum nonnulli, praecipue Hambergerus legem quandam attractionis, vel ut illi vocant, adhaesionis statuerunt, quae in eo consistat, ut nonnisi corpora specificè leviora ad specificè graviora accedant, iisque adhaerescant. Verum hanc, quam dicunt *adhaesionis* legem a posteriori, five ex experimentis refutat Muschenbroek (Phys. §. 1034.) nam 1) „balsamus minii, fluidum gravissimum, qui solutus est admodum tenuis, attrahitur aequè ab omnibus corporibus gravibus, ac a levissimis, iisque valde adhaerescit. 2) Sanguis humanus, & bovinus &c. trahitur, & adhaerescit ligno, linteo, chartae, &c. multo levioribus. 3) Oleum vi-

„trio-

„trioli gravissimum trahitur & adhaerescit ligno levissimo,
 „suberi, chartae, linteo &c. 4) Oleum stillatitium cin-
 „namomi, sassafras, &c. gravitate in aqua fidunt, adhae-
 „rescunt cotoneo, lanae, suberi. 5) Mercurii guttula
 „insistat chartae; admove vitri cuspidem: adhaerescit at-
 „tractus mercurius. Si duo vitra iunxeris, ut angulum
 „formet, quem gutta mercurii sphaerica tangat; simul ac
 „vitra remove conaris, gutta a vitro attracta fit sphae-
 „roidaea, axe longiori vitra transeunte. 6) Parvae mer-
 „curii guttae, quae, cum in fumum ab igne mercurius ver-
 „titur, formantur, exceptae a madenti charta, vel lin-
 „teo, a vitro, & plurimis metallis &c. hisce, adversante
 „licet pondere, adhaerescunt inversis. 7) Si vas aeneum
 „politissimum fuerit puro stanno incoctum intrinsecus,
 „cui mercurius mundissimus infundatur, ad latera vasis in
 „rotundum ascendit attractus mercurius. 8) Plumbatura
 „stanni fit ex stanno, & plumbo componente massam
 „stanno specificè graviolem, haec in igne citius refundi-
 „tur quam stannum, liquefacta a stanno attrahitur, cui
 „adhaerescit, & stannum stanno una concopulat. 9) Fer-
 „rumen aeris, vel orichalci componitur ex aere, & ar-
 „gento, vel ex orichalco, argento, & stanno, massam
 „specificè graviolem, aere, aut orichalco constitutentem
 „hoc ferrumen in igne ocyus funditur, quam aes, vel
 „orichalcum, a quibus trahitur, adhaerescensque facit,
 „ut aeri aes iungatur. 10) Santerna, five auri ferrumen,
 „quod fit ex auro, & argento, in igne fusum argento le-
 „viori adhaerescit, eique aurum, vel aliud argentum ag-
 „glutinat. 11) Cuprum, vel orichalcum fusum adhae-
 „rescit ferro specificè leviori, estque eius ferrumen. 12)
 „Auro in aqua regia soluto affundatur spiritus vini aethe-
 „reus, qui fluidorum artificialium est levissimus, inversa
 „modo lagena, illico aurum attractione rapitur in hunc
 „spiritum aqua relictæ, cui una cum spiritu innatat. Ex
 „quibus omnibus cadit illa lex, quae adhaesionis appel-
 „latur.”

SCHOLIUM 3. Erant etiam, qui attractionem cum ma-
 gnetismo confunderent. His vero opponimus 1) quod
 actio magnetis in ferrum ad multos pedes pertingat, aliam-
 que distantiarum rationem sequatur. 2) Quod attractio
 sit universalis, magnetica vero vis certae tantum corpo-
 rum speciei convenit. 3) Quod attractio tolli nequeat,
 aut mutari, vis vero magnetica debilitari, tolli, & mu-
 tari pro libitu, in ferro, & magnete possit.

SCHOLIUM 4. Plurima supersunt phaenomena, e quibus mutua corporum in se invicem tum in distantis exiguis alternans, tum in maioribus distantis ad accessum mutuum determinans actio eruitur. Haec inter praecipuum sibi locum vendicat actio lunae in aquas maris, indeque ortae alternae maris intumescantiae, & depressiones; lunaris motus turbationes variae, a solis actione repetendae; Iovis, saturnique praecipue tempore conjunctionis turbati admodum motus; deinde fluidorum in vasa angustiora ascensus ad pedum plurium altitudinem. Haec vero omnia inferius in generali partim Physica, tum etiam praecipue, quae ad fluidorum ascensus pertinent, in particulari Physica pluribus exequemur.

PARS III.

DE CORPORVM, VNIVERSVM HOC CONSTITVENTIVM, DISPOSITIONE, MOTVVM-
QVE COELESTIVM CAVSIS.

Expositis iam corporum omnium universum hoc constituentium principiis, generalibusque eorundem affectionibus, priusquam ad particularium quorundam corporum proprietates exponendas transeamus, ordo doctrinae deponere videtur, ut corporum omnium universum hoc componentium, quae quidem adhuc nobis innotuerunt, situs mutuos, positionesque exponamus, quod cum generale quidpiam sit, ad generalem Physicam iure optimo videtur referri. Scientia, quae hunc praecipue scopum praefixum habet, *Astronomia* vocatur, Huius partes tres statuimus, nempe 1) Historicam, 2) Physicam, 3) Practicam. Pars Astronomiae historica in enarrandis corporibus mundi totalibus, variisque eorundem affectionibus, ordine item, & dispositione,

ne, mutuisque distantiarum relationibus versatur. Hanc ad Physicam pertinere summo iure contendimus. Cum enim physica scientia rerum naturalium sit, in cognitionem utique eorum deducere nos debet, quae haec rerum universitas complectitur, inter quae ingentia illa corpora coelestia, quae partim suis veluti sedibus defixa haerent, partim circa solem summo ordine revolvuntur, praecipuum quendam sibi locum vendicant. Altera Astronomiae pars, quam physicam diximus, causas physicas motus astrorum scrutatur. Haec vero physicae cumprimis propria est, quae haudquaquam in sola effectuum, & phaenomenorum enarratione acquiescere debet, verum in eorundem causas quoque, quantum humani ingenii viribus concessum est, pro virili investigandas incumbere. Et vero motuum coelestium causae a summo Newtono primum erutae, praecipuum sunt fundamentum, mutuam corporum omnium in se invicem actionem adstruendi, atque ex ea vicissim pronissimum explicatum habent. Quamobrem in ea dilucide exponenda summo quodam studio versari physicos oportet. Tertia demum astronomiae pars practica est, & in observandis variorum organorum ope astrorum motibus, iisque ad calculum vocandis occupatur; hanc vero intactam iis relinquimus, qui astronomiae institutiones tradunt. Quamvis etiam in parte historica, & physica sint quamplurima, quae elementarem methodum respuunt, & sua etiam amplitudine intra angustos terminos, quos

physicae huic nostrae praestituimus, coerceri sese minime patiuntur. Itaque ea prae aliis seligemus, quae & scitu dignissima, & tyronum captui prae aliis accomoda videbuntur.

S E C T I O I.

DE CORPORIBVS MVNDI TOTALIBVS, EORVM-
QVE DISPOSITIONE, SIVE SYSTEMATE
VNIVERSI.

A R T I C V L V S I.

De corporibus totalibus in genere.

*Quid mun-
dus?*

304. **M**undi nomine venit collectio corporum universum hoc constituentium.

SCHOLION 1. Notio mundi varia est: sunt, qui intellectum Divinum mundum archetypum compellent; sunt etiam, qui nomine mundi nostrum duntaxat globum terraqueum indigent. Sed nos notionem mundi numero praecedente iam constituimus.

SCHOLION 2. De mundo multa a Philosophis disputantur, quorum plurima ad eam metaphysicae partem, quae cosmologia dicitur, pertinent: eiusmodi sunt, quae de mundi origine, mundorum numero, perfectione, duratione, &c: disceptantur.

SCHOLION 3. De figura mundi sunt etiam, qui quaestionem instituant, verum ea quaestio mihi quidem perquam inanis videtur; cum enim corpora plurima, quae ad universi huius compagem pertinent, ignoremus, de termino eiusdem, atque adeo figura nonnisi temere quidpiam constituimus. Minime igitur audiendi sunt illi, qui rotundam mundi figuram, sive ex figurae huius perfectione, sive ex veterum testimoniis comprobare adnituntur.

Divisio corporum totalium.

305. Corpora totalia, universum hoc constituentia, quorum quidem cognitio ad nos adhuc pertigit, dividuntur in stellas fixas, & plane-

netas, seu, si velis, stellas mobiles. Stellas fixas vocamus astra illa lucida, quae ex terra conspecta mutuas inter se distantiarum relationes conservant, quamobrem iisdem coeli punctis longo annorum tractu respondere, atque in iis veluti defixa videntur. Planetas vero, seu stellas mobiles appellamus ea corpora, quae non adeo longo temporis tractu in eadem coeli parte haerent, sed per varias coelorum regiones oberrant, ac vagantur, unde etiam *stellae errantes* a nonnullis compellantur.

306. Planetæ in primarios, & secundarios dividuntur. Primarios vocant eos, quos circa solem revolvi inferius ostendemus: sunt hi numero sex: *Mercurius, Venus, Terra, Mars, Iupiter, Saturnus*. Secundarios dicunt, qui circum primarios orbitas suas absolvunt, quorum decem numerantur, quinque nimirum Saturni satellites, quatuor Iovis, unus Terræ, quem vulgo Lunam dicimus. *Divisio planetarum.*

307. Ad planetas pertinent etiam *cometae*, quos esse corpora opaca, mundo coeva, planetis nostris simillima suo loco ostendemus. Hi in orbitis admodum excentricis circa solem quoque convertuntur, neque nobis conspicui sunt, quam cum in inferiore orbitarum suarum parte versantur.

COR. Itaque planetæ sex primarii cum sole, decem secundarii cum cometis, & stellis fixis corpora ea sunt, e quorum collectione universum hoc, seu aspectabilis hic mundus confurgit.

SCHOLIUM I. Plurima esse corpora totalia, quorum existentia mortalibus omnibus incognita est, a nemine Philosophorum in dubium vocari potest. Tribuendum id est.

est organorum nostrorum, praecipue visus, imperfectio-
ni, qui ab obiectis admodum distitis, aut omnino non,
aut certe non ita commoventur, ut eorundem obiecto-
rum perceptio ab anima effici queat. Inde factum ut sa-
tellites Saturni, Iovisque, innumerae item illae, minutissi-
maeque stellulae, quae candenti illo coeli tractu (gala-
xiam vulgo vocant) continentur, mortalium nulli cogni-
tae fuerint, donec superiore saeculo inventis astronomicis
tubis illa organi visus imperfectio aliquantum emendata,
illudque ad remotiora etiam obiecta dignoscenda aptius ef-
fectum fuit. Minime igitur dubitandum est, astr nomi-
cis illis tubis ad maiorem perfectionis gradum adductis
corpora complura coelestia in conspectum nostrum ven-
tura, quae modo ne coniectura quidem assequimur.

SCHOLIUM 2. Horum consideratio mentem nostram ad
potentiam, & maiestatem supremi universi Conditoris hu-
mili obsequio colendam excitare debet. Non enim in
alia physicae parte, quam ea, quam nunc tractamus, elu-
cet manifestius, quam sint magna, & mirabilia opera
Domini.

A R T I C V L V S II.

De stellis fixis, item de stellis novis, & nebulosis.

308. **Q**uid stellarum fixarum nomine veniat,
ex superius (305) dictis constat.

*Quae fixa-
rum natu-
ra?*

Harum iam natura exponenda est. Fixae igitur
stellae videntur esse corpora luce propria
gaudentia, soli nostro simillima. Suadet hoc
vivacitas, & scintillatio luminis, quod stellae
illae spargunt, cui si comparatur lumen, quod
planetae ad nos reflectunt, illud multo debi-
lius, tranquillius, pallidique coloris ideam ex-
citans facile animadvertetur. Accedit, quod
incredibilis sit fixarum a tellure nostra distan-
tia, in qua si collocarentur planetae, dubita-
ri non potest, eosdem aspectui nostro peni-
tus eripiendos.

SCHOLION. Constituta hac fixarum natura, illud a nonnullis quaeritur, cuinam usui fixarum haec lux inserviat; an aliud non praestet, quam ut nocturnas in tellure nostra tenebras mitiget. Qua in re palam illud fateri oportet, nihil hac super re certi a nobis constitui posse. Sunt tamen qui existiment, singulas stellas fixas a certo planetarum numero ambiri, iisque officium idem praestare, quod telluri nostrae a sole impendi novimus. Quamobrem systematum, aut, si dicere velis, mundorum numerus idem est, qui fixarum, quae iterum res maiestatem, & potentiam Dei plurimum commendat.

309. Numerus fixarum accuratus a nobis iniri nequit. E veteribus Ptolaeus fixarum catalogum condidit, in quo 1022 stellae enumerantur. Catalogi recentiorum multo plures exhibent. La Caille definivit loca 10 millium, quae tubo astronomico duos pedes longo conspici possunt. Telescopiis longioribus multo plures in conspectum veniunt, in ea praecipue coeli parte, quam galaxiam vocari iam diximus. Quot numero stellae fixae?

310. Ratione apparentis magnitudinis stellae fixae dividuntur in classes sex. Illae nimirum, quae magnitudine reliquas vincere videntur, primae magnitudinis, quaeque minimae omnium apparent, sextae magnitudinis esse dicuntur. Quae fixarum divisio?

311. Ut tantus fixarum numerus memoria facilius retineatur, astronomi certum fixarum non adeo dissitarum numerum in unum colligunt, atque sub imaginis cuiuspiam, seu figurae sensibilis schemate sibi repraesentant; eiusmodi porro fixarum collectio *constellatio*, aut *asterismus* dicitur. Quid constellatio?

SCHOLION I. Constellationum harum origo ad antiquissima Aegyptiorum, & Chaldaeorum tempora refertur. Ipsi

Ipsi quoque Chinenſes, quantumvis nulla cum aliis gentibus communione uſi, coelum in certum conſtellationum numerum diſiſere, id quod de Peruvienſibus quoque Americae populis teſtatur Iosephus a Coſta.

SCHOLIUM 2. Figurae hae, ſub quarum imaginibus ſtellas fixas ſibi Aſtronomi repraeſentat, vel animantium ſunt, uti earum fere conſtellationum, quae illum coeli tractum (Zodiacum Aſtronomi appellant) occupant, intra quem ſuas planetae orbitas decurrunt; vel hominum quorundam, quorum memoriam ut ad ſeros poſteros transmitterent, coelo eodem inferuerunt; vel denique obiectorum quorumvis, quorum ideam facile animo effingimus.

SCHOLIUM 3. Ut ſtellae illae fixae, quarum collectio conſtellationem quampiam conſtituit, ipſae quoque facilius dignoſcerentur, earum quaeſciam, quae reliquas magnitudine ſuperant, appellationibus propriis inſignuntur, aliae a certo quopiam ſitu, quem in conſtellatione, ad quam pertinent, occupant, nomen trahunt, aliae denum literis graecis a Bayero primum diſtinctae fuere, quem morem hodierni etiam Aſtronomi retinent. Exempli loco ſit * conſtellatio *Orionis*, in qua ſtella primae magnitudinis occurrit, quae nomine proprio ab Aſtronomis *Rigel* dicitur: aliae a ſitu, quem in figura hac tenent, dicuntur ſtellae fixae, quae in cingulo, vel humeris Orionis notantur, aliae denique literis graecis exprimuntur.

• Fig. 98

Quid ſtellae
novae, &
mutabiles?

312. Aſtronomorum monumenta variarum ſtellarum mentionem faciunt, quae alio temporis intervallo ſpectandas ſe mortalibus praeſtiterunt, tum vero videri rurfus deſierunt, quas propterea *ſtellas novas* dicunt. Alias *mutabiles* vocant, quarum nempe apparens magnitudo ita immutata fuit, ut cum ad primae magnitudinis ſtellas aliquando pertinerent, deſcendentes ſenſim ad ſextae magnitudinis ſtellas referrentur, ac tandem etiam aſpectui mortalium ſe penitus ſubducerent. Eiusmodi ſtellarum hiſtoria ab Aſtronomis fuſius deſcripta habetur. Unicam recensere iuvat; anno

anno 1572 sub initium novembris in constellatione Cassiopeae stella apparuit, quae magnitudine, & luminis vivacitate syrium ipsum fixarum omnium maxime illustrem superabat. Verum mense decembri anni eiusdem magnitudo illius imminui coepit, dum denique mense martio anni 1574 videri omnino desineret.

313. Quod causas attinet novarum eiusmodi apparitionum, aut mutationum, nihil praeter coniecturas quasdam a Physicis hactenus prolatum est. P. Riccioli censet, esse quasdam fixas, quae lumine haud omni ex parte refulgeant; has igitur a nobis conspici, dum partem lucentem terrae obvertunt: at vero inconspicuas esse, dum ea sui portione, quae lucem nullam evibrat, terram respiciunt. Bouillaudus ex fixarum circa axem proprium conversione evenire existimat, ut eae iam partem sui fulgentem, iam obscuram telluri obiciant.

SCHOLIUM. Singularis est Cl. Maupertuis coniectura, quam in opere de figura astrorum Parisiis anno 1732 edito exponit. Stellas fixas, inquit, cum soli nostro similes sint, verisimile est, circa axem proprium converti; hae proinde pro rotationis eius celeritate sub polis magis, minusve comprimuntur, cumque fixarum figuram artificio nullo detegere possimus, quid prohibet, quo minus stellae quaedam sint, quae figura omnino complanata gaudeant. Quod si circa planam eiusmodi stellam revolvatur planeta quispiam massae maioris in orbita valde excentrica, atque ad planum aequatoris stellae illius inclinata, actio stellae in planetam illum, eiusdemque reactio efficiet, ut dum planeta ad stellam proxime accedit, inclinatio stellae illius planae immutetur, quo facto magis, minusve lucens is nobis videbitur. Quin etiam stella eiusmodi, quae nobis inconspicua fuit, dum partem disci angustam, compressamque, ac veluti aciem nobis obvertit, conspicua evadet, dum partem disci planam, latamque telluri opponit;

*Quaenam
earum
causae?*

ait; pari modo videri definet, quae conspicua ante fuit. Verum haec ultra coniecturam haud affurgunt.

*Quid via
lactea?*

314. Via lactea est quidam coeli tractus, coloris candidi, in cinguli formam per coelos diffusus, quem variis nominibus veteres compellarunt. Ovidius (1. Metam.) viam appellat, quae ad summi Iovis thronum deducat.

Est via sublimis, coelo manifesta sereno,
(Lactea nomen habet) candore notabilis ipso,
Hac iter est superis ad magni regna Tonantis,
Regalemque domum. - - -

*Quae eius
causa?*

315. Causam candoris huius stellarum minimarum innumerabili multitudini Democritus attribuit, id quod ad verum magis accedit, quam Aristotelis opinio, qui albam illam Zonam pro meteoro quodam mediam aeris regionem occupante habuit. Astronomi recentiores, quantumvis in illo coeli tractu, qui via lactea dicitur telescopiorum ope milliones stellularum minimarum detexerint, incerti tamen haerent, an candor ille nudo oculo tam manifeste conspicuus iisdem unice tribuendus sit, quamvis & illud fateri oporteat, nihil omnino aliud occurrere, cui is in acceptis ferendus sit.

*Quid stellarum
nebulosae?*

316. Notantur etiam ab Astronomis in diversis coeli partibus extra viam lacteam sitis exigui quidam tractus, quorum candor viae lacteae aemulus est. Horum aliqui telescopiis inspecti minimarum stellarum congeries esseprehenduntur, in aliis nullaè omnino stellae, in aliis stellae nonnullae candidis veluti maculis cinctae conspiciuntur: exiguos hos coeli tractus *stellas nebulosas* appellant.

SCHOLION. Primam stellam nebulosam in constellatione Andromedae detexit Simon Marius, aliam prope caput sagittarii deprehendit Hevelius, La Caille in australi hemisphaerio 42 a se visas memoriae prodidit, earumque loca determinavit: omnium celeberrima est, quam in gladio Orionis Hugenus primus vidit. Stellas has lapsu temporis diversas subiisse mutationes Astronomi adnotarunt.

317. Haec igitur spatia coelestia, in quibus *Quae earum naturae?* candor eiusmodi notatur, exiguae videntur esse portiones viae lacteae, per varias coeli regiones diffusae. Cum vero incertum sit, an ipsa via lactea aliud non sit, quam minimarum stellarum congeries, de illis quoque candidis maculis, in quibus telescopiorum praestantissimorum ope stellas nullas detegere Astronomis adhuc licuit, dubium Cl. La Caille movet. Nebulosas igitur has, quas vocant, stellas Cl. Maioran pro Atmosphaera plurium stellarum habet, quarum aliquae in candidis illis coeli tractibus conspiciuntur, aliae visum nostrum omnino effugiunt.

ARTICVLVS III.

De planetis primariis.

318. **P**rimarios planetas vocavimus (306) *Quid planetarum primarii?* qui circa solem revolvuntur numero sex, quorum nomina, adiunctis signis, quibus Astronomi eos denotant, adscribimus: *Mercurius* ☿, *Venus* ♀, *Tellus* ♂, *Mars* ♂, *Iupiter* ♃, *Saturnus* ♄.

SCHOLION. Quae ad corporum horum totalium magnitudinem, soliditatem, diametros, distantias a sole, tempora revolutionum &c: pertinent, in adiecta tabella exhibentur.

TABVLA SYSTE

Exhibens Planetarum magnitudines, distantias,

No- mina Pla- neta- rum.	Ratio Diame- trorum ad dia- metrum telluris.	Ratio fu- perficie- rum ad fu- perficiem telluris.	Ratio solidi- tatis ad soli- ditatem tel- luris.	Inclina- tio orbi- tarum ad Ecli- pticam.	Incli- natio orbita- rum ad aequa- torem 	Incli- natio orbita- rum ad suos aequa- tores.
☉ Sol.	Centies maior tellure.	Decies millies maior.	Millionefies maior.	- - -	- - -	- - -
☿ Mer	$\frac{1}{3}$ Tellu- ris.	$\frac{1}{9}$ Tellu- ris.	$\frac{1}{27}$ Telluris.	G. M. 6. 59 $\frac{1}{2}$.	G. M. 3. 10.	- - -
♀ Ven.	$\frac{1}{19}$ Tellur.	$\frac{2}{5}$ $\frac{6}{11}$ Telluris.	Paullo mi- nor quam $\frac{2}{3}$ Telluris.	G. M. 3. 27.	G. M. 4. 6.	G. M. 15. 0.
♂ Tel- lus.	Diamet. telluris 1720. milliar. Germ.	Superfi- cies tell. 9288000. mill. qua- drata.	Soliditas tel- luris 2665560000 milliaria cu- bica.	- - -	G. M. 7. 30.	G. M. 23 28 $\frac{1}{2}$
☾ Lun.	$\frac{1}{4}$ Diam. telluris.	$\frac{1}{12}$ Tellu- ris.	$\frac{1}{50}$ Tellu- ris.	- - -	- - -	G. M. 7. 30.
♂ Mar	$\frac{2}{3}$ tellu- ris.	$\frac{1}{3}$ Tellu- ris.	$\frac{1}{5}$ Tellu- ris.	G. M. 1. 51.	G. M. 5. 50.	- - -
♃ Iup.	Plus de- cies ma- ior tel- lure.	106 ma- ior tellu- re.	1170 maior Tellure.	G. M. 1. 20.	G. M. 6. 22.	G. M. 5. 0.
♄ Sat.	Minus quam decies mai. tel.	99. maior tellure.	980 maior tellure.	G. M. 2. 31.	G. M. 5. 53.	- - -

MATIS SOLARIS.

Inclinationes orbitarum, & revolutionum Tempora.

Appa- rentes Diam- etri in dist. minim. tellur.	Distantia minima a tellure in semidia- metris Telluris.	Distantia a Sole in femidiametris Telluris.		Tempus perio- dicum circa solem	Tem- pus re- volu- tionis circa axes propr.
		Distant. maxima a Sole.	Distantia minima a Sole.		
M. S. 32. 43.	21626.	- - -	- - -	- - -	DHM 25 120
M. S. 0. 15.	352.	10274.	6754.	D. H. M. 87. 23. 15.	Inco- gni- tum.
M. S. 1. 3.	5821.	16029.	15800.	D. H. M. 224. 16. 48.	D. H. 0. 23.
- - -	- - -	22370.	12626.	365. D. 5. H. 48. m. 47. Sec. 56. Tert.	DHM 0 23 56
M. S. 33. 38.	54.	- - -	- - -	D. H. M. 27. 7. 43. circa tellurem.	DHM 27 7 43
M. S. 0. 30.	1884.	36630.	30426.	1. An. 321. D. 23. H. 30. min.	DHM 1 0 40
M. S. 0. 51.	86900.	9900.	108900.	11. An. 314. D. 12. H.	DHM 0 9 56
M. S. 0. 20.	176330.	122870.	197802.	29. An. 167. D. 22. H.	Inco- gni- tum.

*Quae eorum
naturae?*

419. Planetæ hi sunt corpora opaca, telluri nostræ similia, quæ lucem solis in se incidentem ad tellurem nostram reflectunt.

Suadet hoc lumen eorum admodum debile ac pallidum, quod præsertim in Saturno a sole longissime distante facillime animadvertitur. Idem faciunt Mercurii, & Veneris phasæ, seu variæ apparentiæ pro vario eorum ad solem situ, e quibus ad reliquos argumentum ducimus. Sed iam de singulis pauca quædam adnotabimus.

*Notanda
de Mer-
curio.*

320. Quod Mercurium attinet, illud unum notandum, eundem perquam raro ab Astronomis observari posse, propterea quod Soli perquam vicinus sit, ac proinde radiis eiusdem ita immerfus, ut a spectatore terrestri nonnisi aegerrime conspici queat. Quod si etiam ante Solis ortum, aut post occasum eiusdem supra horizontem nostrum existat, ut plurimum lux crepera, aut vapores crassiores, qui prope horizontem perfrequentes sunt, aspectum eiusdem nobis eripiunt. Quamobrem nec figura disci, siue macularum in eodem fors occurrentium, neque tempus revolutionis periodicæ Astronomis adhuc innotuerunt.

SCHOLION. Phasæ Mercurii, siue variæ eiusdem apparentiæ pro diverso, quem respectu solis habet, situ nonnisi telescopiis plurimum augmentibus notantur.

*Phasæ Ve-
neris.*

321. Venus pro diverso respectu solis situ iam falcata, iam gibba, iam pleno orbe refulgens conspicitur. Diversas has Veneris phasæ, quales anno hoc, quo ista scribimus, conspicuæ sunt, figura 99* exhibet, in qua

n. 1. exhibetur Venus, qualis conspecta fuit 1ma Ianuarii, n. 2. qualis 1ma Aprililis, n. 3. 1ma Augusti, n. 4. 1. Octobris, n. 5. qualem 1ma Novembris conspiciendam se praebitura est.

In disco eiusdem maculam quandam observare sibi visus est Cassinus anno 1666: plures vero maculas praestantissimo tubo annis 1726, 27, 28 detexit Cl. Bianchini, atque in opere ea de re edito uberius descripsit, tabulisque aeri incisis illustravit.

322. In Marte nullae id genus phases no- *Figura Martis.*
tantur, cum ultra terram a sole pertineat: il-
lud tamen a Keplero, Hevelio, & Cassino no-
tatum, eundem aliquando figuram ellipticam
referre, qualis in luna notatur, tribus ante
plenilunium diebus. Maculas in eius superfi- *Maculae in
eius su-
perficie.*
cie, quae rubeum fere colorem praesefert, de-
texit primus Fontana anno 1636, Cassinus
vero easdem anno 1666 maximo studio obser-
vavit, indeque motum rotationis circa axem
proprium deduxit. Easdem observavit Maral-
dus, ex quo quatuor earundem schemata* *Fig. 100*
excerpsimus.

223. In Iove Astronomi illud adnotarunt *Figura Io-
vis.*
singulare, quod figura eius sub polis compres-
sa sit, estque ex recentissimis Shortii observa-
tionibus diameter Iovis per polos eiusdem tran-
siens ad diametrum aequatoris = 13: 14, id
quod mutuae gravitatis actioni conforme de-
prehendit summus geometra Clairaut. Macu- *Maculae
eiusdem.*
las in eiusdem superficie, sive fascias quasdam
obscuras primi notarunt Neapoli RR. PP. Zup-

pus, & Bartolus e Societate IESU, ac post hos astronomorum celeberrimi quique. Ex observationibus Cassini innotuit, maculas has aliquando clarius, alias obscurius, alias vix etiam conspici. Nonnunquam abruptae veluti, aut etiam in limbis irregulariter scissae, aut dissectae apparent. Ex iisdem maculis compertum est, celerrimam esse Iovis circa axem proprium con-

* Fig. 101 versionem. Nos schemata eiusdem bina* exhibemus, quorum prius *a* ab Hugenio delineatum fuit, alterum *b* utrumque hemisphaerium exhibens Cassino debetur.

Saturni annulus.

324. In Saturno notari prae aliis meretur annulus ille, qui planetam hunc ambit, & pro vario eiusdem situ sub diversis admodum formis se nobis spectandum praebet. Figura

* Fig. 102 102* eundem ex Cl. De la Lande exhibemus, qualis per telescopia optimae notae conspicitur.

Quid de eo sentientium?

325. Annulus hic ad mentem celeberrimi Hugonii est corpus solidum, opacum, latum quidem, sed admodum tenue, Saturno concentricum, atque ab eiusdem superficie intervallo aequali in punctis quibusvis remotum. Apparentias varias Saturni annulique eiusdem ex vario Saturni respectu solis, terraeque situ clarissime explicat De la Lande (*Astronom. pag. 1256*)

SCHOLIUM I. Notarunt Astronomi, anulum hunc nonnunquam disparere omnino, tumque Saturnum figurae sphaericae videri. Est quoque latitudo eiusdem quandoque maior, aliquando etiam anasarum instar Saturno utrinque adhaerere videtur; idque est, quod variarum annuli huius apparitionum nomine intelligimus.

SCHO-

SCHOLION 2. Diversae hae apparentiae in errores varios induxerunt Astronomos. Censebant enim nonnulli, Saturno utrinque adiungi massam sphaericam, aut ellipticam a Saturni globo aliquantum remotam. Alii praegrandes duos satellites Saturno affinxerunt. Robervalius annulum hunc pro vaporibus habuit ex aequatore eiusdem affurgentibus. Alii pro maculis, quae pro varia Saturni circa axem suum conversione sub diversa figura spectandas se nobis exhiberent. Verum relata superius Hugonii opinio sola phaenomenis earum apparitionum satisfacit.

326. Praeter annulum hunc in ipso Saturni disco fasciae quaedam notantur, iis admodum similes, quae in Iove conspiciuntur. Has ipsi Iovis disco inhaerere censuit Cassinus senior, easdem vero a globo Saturni intervallo maiori removeri ad eum fere modum, quo nubes ultra telluris nostrae superficiem sat magnis interval-
*Maculae Saturni.*lis nonnunquam elewantur, Cassinus iunior ostendit.

ARTICVLVS IV.

De planetarum incolis.

Posteaquam inventis telescopiis de planetarum primariorum figura, maculis, conversione circa axem plurima innotuerunt, quae veteres latebant, illud a Philosophis quaesitum est, an vasta haec corpora a creaturis quibusdam viventibus, ac etiam cogitandi facultate praeditis incolantur: qua de re, quamvis certi nihil compertum habeamus, meam tamen sententiam paucis declarabo.

327. Censeo igitur admodum probabile esse, planetas saltem primarios a viventibus quibusdam, ac etiam ratione praeditis creaturis

incoli. Probatur ex analogia telluris nostrae, inter quam, & planetas primarios (319) summa est convenientia: ut enim tellus nostra, ita planetae quoque primarii corpora sunt opaca, quae circa solem in orbitis ellipticis convertuntur; rotantur praeterea circum axes proprios, in eorum disco maculae variae, inaequalitates, ac proinde partes aliae eminentes, depressae aliae notantur. Tres eorum, inter quos tellus est, satellites habent, a quibus ambiuntur, & a quibus lux solis in eosdem reflectitur. Quod si igitur sui sunt telluri incolae, planetas quoque aliquo incolarum genere inhabitari admodum probabile est. Et certe, qui terram quidem incolit, planetas vero reliquos incolis destitui existimet, is clarissimo De la Lande comparandus videtur homini, qui gregem ovium a longe conspiciens nonnullas earum intestinis animalium instructas assereret, alias vero non aliud, quam saxa durissima sinu suo complecti.

SCHOLION I. Non est, quod novitatis sententia haec arguatur: pluralitatem enim mundorum ab antiquissimis Philosophorum, Pythagoreis nimirum assertam fuisse ex historia philosophica constat. Metrodorus referente Plutarcho eum, qui mundum unicum incolis instructum immenso vacuo innatare censeret, rem aequae absurdam asserere existimabat, quam qui diceret, in vastissimo agro nonnisi unicum tritici spicam excrecere posse. Idem senserunt Xenophanes, Zeno, Anaximenes, Democritus, alique, quorum catalogum in bibliotheca graeca Fabricii videre licet.

SCHOLION 2. E recentioribus Hevelius in eadem sententia fuisse videtur. Cl. Fontanelle de pluralitate mundorum opusculum edidit, quod a styli, & omnigenae elocutionis gratia plurimum commendatur. Hugenius in libro, cui titulus Cosmotheoros idem argumentum tractat. In authoribus his diffuse admodum explicata ha-

ben-

bentur, quas planetarum horum incolae ob diversam suam a sole distantiam, & axium suorum ad eclipticam inclinationem dierum, noctiumque, variarum item anni tempestatum vicissitudines experiri necesse habeant.

SCHOLIION 3. Si quis quaerat, cur de primariis potissimum planetis sententiam hanc prompserimus, cum eadem fere analogiae ratio ad secundarios quoque pertineat. Respondeo, analogiam inter tellurem, & planetas secundarios haud adeo perfectam esse; accedit, quod planetas secundarios ad obsequium eorum, qui primarios incolunt, a benignissimo universi Conditore destinari ex eo arguatur, quod circa illos orbitas suas decurrant.

SCHOLIION 4. Neque opinioni huic nostrae quidquam officit, quod Mercurii incolae ardore solis concremari, qui vero Saturnum a sole longissime remotum inhabitant, frigoris vi obrigescere debere videantur. Potest enim compages corporum, quibus ii instructi sunt, ita comparata esse, ut neque a calore ardentissimo, neque a frigore quantumvis intenso ea admodum afficiantur. Certe zonae torridae incolae, qui nudo corpore qualibet anni parte per campos patentes vagatur, vix sibi persuadebit, prope polos, ubi perpetuis nivibus cuncta horrent, millia mortalium degere, qui non modo vegeto sint corpore, dum suis clauduntur tuguriis, verum plures continenter dies, noctesque nivibus alte immersi, ac super eas nocturnam quietem capientes alacres exigant, quod de Laponibus Linaeus (in actis suecicis) testatur. Possunt etiam in Mercurio aequae ac Saturno multa occurrere, quibus tam caloris quam frigoris acerbitas leniatur. Veteres sane zonam torridam minime habitabilem existimarunt, ob solis ad verticem terris iis incumbentis ardorem; at vero cognitum iam est, paucis ab aequatore leucis vastissimos montium tractus occurrere, quorum apices nivibus teguntur, atque ad eorundem radices urbes reperiri incolis refertas, qui toto anni decursu ea fere aeris temperie gaudeant, quam in zona temperata sub autumnii exordium persentiscimus; cadentes nimirum statis anni temporibus pluviae amoenam hanc aeris temperiem efficiunt. Neque quaerere hic cupiam licet, quemnam existendi finem incolae illi habeant; finales enim causas ut plurimum ignoramus; illud certum, potentiam divinam amplius commendari, si non modo planetae primarii nobis cogniti, verum etiam innumeri illi, qui circum singulas fixas stellas fors revolvuntur, incolis suis instructi censeantur.

SCHOLIUM 5. Quam levis momenti sint, quae huic nostrae sententiae adversantur, vel ex eo arguere licet, quod Antonius Genuensis in Logica pro exemplo propositionis non probabilis hanc adducat, *planetae incolis carent*, propterea, quod nulla omnino occurrat prudens ratio, quae consuadere eandem possit.

A R T I C V L V S V.

De Tellure.

Tellurem, quam incolimus, inter planetas etiam retulimus, id quod fieri ita debere ex inferius dicendis apparebit; de hac vero ut corpus totale considerata quaedam iam adferenda sunt.

Quae telluris magnitudo?

328. Atque illud prae aliis Astronomos, Physicosque sollicitos tenuit, ut cognitum haberent, quanta sit telluris nostrae magnitudo, & quae exacta eiusdem figura. Cum enim reliquorum corporum coelestium magnitudinem, variasque eorundem dimmensiones ad globi terraquei magnitudinem exigere consueissent, hac ignorata, vel non satis accurate determinata illorum quoque magnitudines, dimensionesque erroneas poni necesse est. Quod primum attinet, notandum, terram haberi posse ad sensum sphaericam, quamobrem periphæria eiusdem circularis erit, cuius si gradus unicus determinetur accurate, facta per 360 multiplicatione totius periphæriae magnitudo innotescet. Constat vero ex accuratissimis Cl. Picardi dimensionibus, gradum unum in superficie telluris complecti hexapedas 57060, ex recentioribus vero mensuris, & observationibus astronomicis hexapedas 57072 ex quo facile erit eruere, quot he-

xapedis universa telluris peripheria definia-
tur.

SCHOLION 1. Priusquam Cl. Picardus supradictam dimensionem suscepisset, magnitudo peripheriae terrestres, uti etiam diametri eiusdem, quae ex illa deducitur, incerta prorsus habebatur. Complectebatur enim gradus unus in superficie telluris secundum Fernellum hexapedas 56746, secundum Snellium 55021, secundum Noorwod 57400, secundum P. Ricciolum 62900. Quam incertitudinem omnino sustulit Cl. Picardus ita, ut mensurarum ab eo inde tempore institutarum differentiae vix ultra 10 hexapedas assurgant.

SCHOLION 2. Non ingratum illis futurum arbitramur, qui in primo philosophiae anno geometriae, & trigonometriae sedulam operam navarunt, si qua ratione tam magni intervalli mensuram adeo exactam Picardus obtinere potuerit, paucis exponamus. Propositum igitur is habebat, distantiam duorum locorum a Septentrione ad Austrum 25 leucis dissitorum dimetiri, quod trigonometriae ope ita perfecit: primo dimensus est in via, quae ex *Villeuve** ad *Iurvisi* ducit, lineam rectam 5663 hexapedas * Fig. 103 longam, hac deinde pro basi assumpta dimensus est angulos binos, A, & C, quorum apex erat in turri vici *Brie-Comte Robert*. Eam in rem usus est quadrante astronomico radii trium pedum, tubo duplici instructo, fixo uno, altero mobili; horum unum direxit versus molendinum A, ubi baseos mensuratae initium sumpserat, alterum ad campanile B; angulus C, quem tubi hi interceperant, fuit $95^{\circ} 6' 55''$; translata deinde statione in A, tuborumque altero directo in C, altero in B, angulus A inventus fuit $54^{\circ} 4' 35''$, cognitis his angulis cum latere AC invenit latus AB 11013 hexapedarum. Latus hoc pro basi secundi trianguli assumpsit, cuius apex in celebri turri vici *Montlbery*, terminabatur, dimensusque rursus angulos binos, invenit lineam BD hexapedarum 13121: ubi notandum, eandem distantiam ab Academicis Parisinis paucos ante annos hexapedarum 13108 repertam fuisse, quod Cl. De la Lande hexapedae aliquantum longiori, qua suis in dimensionibus iidem usi sunt,tribuendum censet. Ex hac basi tertium, quartumque triangulum formavit Picardus, quorum prius terminabatur in puncto E, alterum in F, ex quibus innotuit, lineam DE esse hexapedarum 8870, lineam vero DF 21658. Super hac basi triangulum quin-

tum construxit, cuius apex erat in turri vici *Marevil*, ex quo tandem distantiam puncti G a puncto E, quae erat 15 leucarum eruit hexapedarum 31897: continuatis hunc in modum triangulis ad turrim Ecclesiae Ambianensis comperit, gradum unum latitudinis in superficie terrae complecti hexapedas 57057. Quam dimensionem cum repperent Academici Parisini, instrumentis exactissimis usi excessum 15 hexapedarum duntaxat deprehenderunt.

SCHOLION 3. Cum triangulorum vertices in montium apicibus constituuntur, in iisdem tumultuario opere pyramides ex ligno eriguntur, aut si eorundem distantia admodum magna sit, designato tempore ignes in iisdem excitantur, tubique versus eosdem diriguntur, quod successu optimo a Cl. Picardo factum est.

SCHOLION 4. Id genus dimensionibus per terras haereditarias annis proxime elapsis distentus fuit P. Iosephus Liesganig speculae Collegii Academici Vindobonensis praefectus. Qui cum in Styria stationes suas defigeret, in monte Schökel Graecio adfuit pyramidem eiusmodi excitari fecit, ad quam ex monte Wexel, qui Styriam ab Austria, & Hungaria determinat, collimaret. Dimensiones porro hae non modo gradibus latitudinis, vel longitudinis determinandis, verum etiam exactae locorum positioni definiendae, & formandis inde mappis geographicis quam plurimum inserviunt.

Quae telluris figura?

329. Quod si igitur figura terrae sphaerica omnino esset, ulterioribus dimensionibus abstinere Geometris licuisset: quoniam vero observationes pendulorum a Richerio primum (291. Schol.) institutae suspicionem iniecerunt, gravitatem eandem per universam tellurem haud esse, haec eiusdem mutatio cum figura telluris ad sensum sphaerica non bene convenire censebatur: quamobrem, ut ea in re certi quidpiam compertum haberetur, optavit Academia Parisina, ut in diversis latitudinibus graduum terrestrium mensura caperetur. Ita enim illi statuerunt; gradus hos eiusdem fore magnitudinis, siquidem figura terrae exacte sphaerica fuerit:

fa-

facile enim intelligitur, posita aequali ubivis convexitate, ab aequatore polum versus progredienti aequale spatium percurrendum esse, ut polus uno supra horizontem gradu attolli videatur. Quod si vero terra versus polos depressa, ac proinde magis convexa sit prope eosdem polos, longiore intervallo procedendum erit, ut polus gradu uno altior appareat, quam prope aequatorem; contrarium evenire deberet, si terra sub aequatore depressa, sub polis vero protuberans foret. Voti huius sui compos facta est Academia: iussu enim, & liberalitate Regis Christianissimi Academicorum nonnulli ad aequatorem, alii ad terras polo boreali propinquas profecti sunt, ex quorum dimensionibus innotuit, graduum magnitudinem polos versus augeri, ac, quod inde consequitur, figuram terrae esse sub aequatore prominentem, sub polis vero depressam.

SCHOLION I. Idem confirmant experimenta pendulorum superius, (loc. cit.) relata.

SCHOLION 2. Principio quidem communis Gallorum opinio fuit, graduum magnitudinem aequatorem versus crescere. In quam sententiam inducti fuerunt a dimensionibus, quas in Gallia Cassinus instituit. Verum re accuratius examinata compertum est, ex Cassinianis illis mensuris certi nihil erui posse. Dimensiones subsequis temporibus institutae sequentes graduum magnitudines exhibuerunt.

- | | |
|--|------------|
| 1) A Maupertuisio sub polari circulo hexap. | 57438. |
| 2) Ab eodem intra Parisios, & Ambianum in latitudine 48° , $50'$ hexaped. | - - 57183. |
| 3) A Chazellio in latit. 45° , $42'$, hexap. | - - 57068. |
| 4) A Cassino, & Caillio in latit. 43° , $31'$, hexap. | 57048. |

- 3) A Boscovichio, & Mairio in lat. 43° , $1'$ hexap. 56979.
 6) A Condaminio, & Bouguerio sub aequatore hex. 56753.

SCHOLION 3. Ex tabulae huius inspectione illud facile colligitur, figuram terrae haud esse eiusmodi, qualis posito homogeneo partium omnium textu esse deberet, graduumque magnitudinem lege certa haud crescere. Id quod particularibus locorum circumstantiis tribuendum censent Academici Parisini, aliique Physici recentiores. Praecipue vero observationes in vicinia vastissimorum montium institutae, ob eorundem montium attractiones, per quas perpendiculara instrumentis astronomicis appensa a verticali situ dimota fuere, turbationes quaspiam passae sunt. Ita certe Bouguerius, & Condamine, uti supra retulimus, dum prope vastissimum montem Chimboraco altitudines stellarum metirentur, perpendicularum $8''$ ab huius montis massa attractum fuisse notarunt. PP. Boscovich, & Le Maire cum gradum meridiani in Italia deprehendissent complecti hexapedas 56979, qui spectatis mensuris prope aequatorem, & polos captis 57110 hexapedarum esse debebat, simili causae defectum hunc tribuerunt: termini enim stationum, inter quas eorundem dimensiones interiacebant, in una quidem extremitate ex parte septentrionali, in altera vero ex parte meridionali montium appenninorum sitae erant, a quorum attractionibus perpendiculara a situ verticali dimota observationes iis in locis factas aliquantum turbasse suspicantur. Idem evenisse in observationibus prope Perpignanum habitis ob attractionem montium Pyraeneorum existimat Cl. La Caille.

SCHOLION 4. Newtonus ex legibus attractionis mutuae figuram terrae sub aequatore protuberantem, sub polis vero depressam deduxit. Demonstravit enim, terram, siquidem corpus fluidum, & homogeneum foret, ob diurnam circa axem conversionem induere debere figuram ellipsoidis sub polis compressae, cuius axis minor foret $\frac{1}{2} \frac{1}{3} \frac{1}{5}$ diametro aequatoris. Eandem propositionem uberius declararunt, demonstraruntque Mac-Laurin, Clairaut, Ditlenberg, Bouguer, Boscovich, aliique „Quod „vero telluri, si tota fluida esset, contingeret, id etiam, „ait Cl. Mac-Laurin, nunc in ea locum habet, etsi alia „sit eius conditio. Etenim si firma, atque solida illius „portio exposita figura destitueretur, & globosa tantummodo esset, oceanus per totum undique tractum sub aequatore diffusus regiones polares, pluribus passuum millibus super aquarum superficiem eminere sineret, cum ta-
 „men

„men eas non magis supra libellam oceani attolli videamus, quam continentis partes aequatori subiectas. Cedit igitur hoc quoque ad immortalem Newtoni gloriam, & mutuarum virium theoriae confirmationem, quod eam telluris figuram a priori, sive ex ipsa theoria Newtonus eruerit, quam & pendulorum experimenta, & institutae eum in finem dimensiones confirmarunt.,

SCHOLIION 5. Veterum nonnulli terram undique planatam, & in orbem diffusam esse existimarunt: eam vero ad sensum rotundam, seu sphaericam esse dubitari nequit. Nam 1) ab aequatore alterutrum polum versus progredienti stellae quaequam ante non visae conspiciuntur, aliae disparent. 2) Umbra terrae, quam luna eclipsos tempore subit, circularis est. 3) Qui mari ex portu discedunt, infimas aedium partes primo, turrium vero apices ultimo visui suo eripi animadvertunt. Neque montium undique exstantium altitudines, valliumque depressarum cavitates figurae ad sensum sphaericae quidquam obstant, hae enim inaequalitates cum vastissima terrae mole comparatae ad sensum nullae sunt.

ARTICVLVS VI.

De Sole.

330. Quoniam planetas primarios, inter quos tellurem quoque nostram retulimus, circa solem revolvi diximus, de eo iam dicendum nobis quidpiam est. Ac primo quidem de natura eiusdem, qualis ea sit, quaeritur. Videtur igitur Sol esse globus quidam vastus, maxima ex parte inflammatus. Ac primo quidem Solem esse corpus physice saltem rotundum ex observationibus, praecipue macularum eiusdem, de quibus paulo inferius sermo erit, constat. Erant quidem Astronomorum nonnulli, qui axem Solis a diametro eiusdem aliquantum differre censebant, verum res ea ambigua est, quamvis ex conversione eiusdem circa axem figura ad polos aliquantum compressa.

Quae Solis natura?

pressa non immerito argui videatur. Solem maxima ex parte inflammatum esse ex eo conficitur, quod terrestria haec corpora nostra, maximo licet intervallo a se remota calefaciat, ac expandat. Radii praeterea eiusdem in angustum spatium coacti metalla fundunt, ligna licet viridia, ac humentia inflamment, eosque omnes effectus edunt, qui non nisi violentissimo igni adscribi possunt.

SCHOLION. Solem constare ex purissimo igne, five fluido subtilissimo, quod motu perturbato, ac concitatisimo agitur, Cartesianorum nonnulli docuerunt. Verum repudianda est haec sententia; ex phaenomenis enim macularum solarium recte arguitur, esse in Sole non modicis partes heterogeneas, verum etiam partes solidas, vehementissimique ignis actioni, qui in Sole nunquam non praesto est, resistentes.

Phaenomena macularum solarium.

331. In Solis disco telescopiis inspecto notantur spatia quaedam nigricantia irregularis figurae, quas Astronomi recepto iam nomine *maculas solares* vocant. Harum phaenomena sequentia Astronomorum industria innotuerunt. 1) Maculae aliquae sunt perquam fuscae, figuraeque incertae. 2) aliae sunt coloris pallidi, nebularum, vel vaporum instar, qui atras illas, maioresque maculas frequentes ambiunt. 3) Maculae hae in superficie Solis, vel prope eandem describunt lineas, iam curvas, iam rectas circa Solem, videnturque periodum circa Solem describere diebus 27, 12', 20". 4) Tempus, quo maculae hae in Solis disco nobis obverso conspiciuntur, fere aequale est illi, quo post Solis discum latent. 5) Maculae hae iam crescunt, iam decrescunt, videntur etiam in vapores solvi, aut repente penitus di-

disparere. Macula, quae circa finem anni 1676 in superficie Solis notata fuit, duratione omnes reliquas superavit, ipsis nempe 70 diebus conspecta. 6) Tempus apparitionis earundem incertum est; iam enim longiore temporis tractu nullae in Solis superficie notantur maculae, alias per plures continenter annos obtutum in Solem defigere haud licet, quin maculis plurimis conspersus videatur. 7) Magnitudine plurimum differunt; P. Scheinerus, qui easdem primus detexit, aliquas magnitudine Europae inversae, alias Asiae aequales, alias maiores Africa, alias universum globum terraqueum mole plurimum superantes deprehendit. 8) Moventur lentius circa disci solaris margines, ibidemque contractiores apparent argumento manifesto, corpus Solis sphaericum esse. 9) Maculae omnes sive parvae, sive magnae, illae etiam, quae vaporibus, nebulisve similes sunt, in qualicunque disci solaris parte existant, describunt lineas similiter positas ab eo inde tempore, quo primum apparent, usque ad tempus disparationis earundem. 10) Maculae quaeprim, postquam longiore tempore videri desierunt, eodem in loco rursus conspiciendas se praebent, in quo primum disparuerunt. Ex his igitur phaenomenis de macularum harum natura consuetaria quaeprim deducemus.

332. Ac quidem 1) ex his consequi cen- *Macularum natura, & sequelae ex iis deductae.*
semus, maculas solares non esse corpora quae-
dam a Sole distincta, quae planetarum instar
circa Solem revolvantur. Talia enim si forent,

eiusdem proxime magnitudinis viderentur, si-
ve in medio solaris disci, siue in eiusdem ex-
tremitate conspiciantur. Praeterea brevius fo-
ret tempus, quo in Sole conspiciuntur, tem-
pore illo, quo post Solem latent. Denique
ratio reddi non posset, cur per plures etiam
annos inconspicua haec nobis corpora aliquan-
do sint. 2) Maculae hae non sunt vapores,
vel fumi, aut nubium species in Solis superficie
enatae; eiusmodi enim si quid forent, motum
adeo regularem, & constantem vix haberent,
verum sine lege per Solis superficiem vagaren-
tur. 3) Neque etiam sunt partes ipsius cor-
poris solaris exustae, ac instar scoriae in mo-
lem ingentem accrescentes. Huic enim sen-
tentiae obstat phaenomenon decimum, quo
docemur, easdem in eadem superficie solaris
parte quandoque iterum renasci, in qua pri-
dem videri desierant. Accedit, quod illa tam
varia, tamque repentina figurae mutatio, so-
lidis eiusmodi exustisque massis minus conve-
niat. 4) Verum censeo cum de la Hire (acta
Parisi. ad annum 1700) maculas has esse par-
tes ipsas solidas massae solaris reliquis magis
exstantes, opacas, figurae irregularis, fluido
igneo, siue materia Solis ardente ut plurimum
tectas, per cuius fluxum, & agitationem fit,
ut partes hae solidae aliquando in conspectum
nostrum veniant. Hoc certe phaenomena su-
pra allata suadere videntur. Ita enim facile
intelligetur, cur maculae hae aliquando in
conspectum se dent, alias conspectui eripian-
tur, cur figuram tantopere mutant, cur in ea-
dem

dem solaris disci parte denuo conspiciantur, cur tam regulares motus habeant, &c.

SCHOLIUM 1. P. Scheinerus, & Hevelius praeter maculas solares recensent etiam partes quasdam Solis caeteris lucidiores sibi conspectas aliquando esse, quas *faculae* appellant. Verum hae faculae, uti etiam maculae illae, quae nebularum instar coloris albicantis esse videntur, aliud non sunt, quam solidarum illarum massarum apices quidam, qui nonnisi strato tenuissimo fluidi ignei teguntur.

SCHOLIUM 2. Maculas solares primus detexit P. Scheinerus e S. I. Matheaeo in Universitate Ingolstadiensi Professor. Cum enim mense Martio anni 1611 Solem iustraret, in eiusdem disco maculas variae magnitudinis conspexit, & quibusdam e discipulis suis spectandas exhibuit. Ausus tamen haud est (quae fuit temporum illorum iniquitas) in publicam lucem evulgare observationes has suas, verum eas concedidit Welfero civi Augustano, qui publicae eas luci exposuit anno 1612 editis literis tribus a Scheinero ea super re ad se datis, suppresso Scheineri nomine, addita tamen epigrapha *Apelles post tabulam*. Anno 1619 Galileus de iisdem maculis solaribus quaeprimam scripsit, in quibus Scheinerum plagii literarii accusat; verum Scheinerus in opere magno, cuius evulgandi facultatem anno 1726 denique nactus est, Galileum ita refutat, ut ab omnibus astronomis inventi huius gloria Scheinero tribuatur.

333. Ex earundem macularum phaenomenis illud quoque consequitur, Solem circa axem proprium converti. Cum enim maculae secundum communem omnium sententiam a Solis superficie haud procul absint, imo secundum nostram sententiam sint ipsae partes solidae massae solaris prominentiores, conversio macularum reapse Solis ipsius circa proprium axem conversio est, quae ab occasu in ortum peragitur, & comparate ad terram nostram absolvitur fere intra dies 27, 12^h, 20': axis porro ille, circa quem Sol convertitur, ad pla-

*Conversio
Solis cir-
ca axem.*

num eclipticae, in cuius foco Solem existere inferius dicemus, inclinatur sub angulo graduum 7, 30'. Unde fit, ut maculae ex tellure nostra, quae in ecliptica ad sensum constanter haeret, conspectae in semitis admodum diversis incedere, iamque lineas rectas, iam vero curvas, quae sint ellipsium portiones exiguae, describere videantur.

SCHOLIUM. Conversionem Solis circa axem ex macularum phaenomenis ipse iam deduxit Scheinerus. Eandem biennio ante praesagivit Keplerus, quamvis observatione nulla suffultus, ex eaque planetarum quoque circa Solem conversionem deduxit. Notari merentur verba eiusdem: (in nova Physica coelesti edita anno 1609) „mოდum etiam definiti argumentis talem, ut Sol manens „quidem in loco suo rotetur tamen ceu in torno, emit- „tat vero ex sese in mundi amplitudinem speciem immateriatam corporis sui, analogam speciei immateriatae „lucis suae, quae species ad rotationem corporis solaris „rotetur ipsa quoque instar rapidissimi vorticis per totam mundi amplitudinem, transferatque una secum in „gyrum corpora planetarum intenso, vel remisso raptu, „prout densior, vel rarior ipsa effluxus lege fuerit.,

An Sol atmosphaera
quapiam
cingatur.

334. Massa solaris cingitur undique fluido quodam subtilissimo, quod *atmosphæra Solaris* dicitur. Probatur praecipue ex eclipsibus Solis totalibus, quas ex lunae corporis opaci Solem inter, terramque interiectu oriri inferius dicemus. In his igitur eclipsibus circa Solem annulus quidam lucidus apparet 6—8 pollices latus, cuius tanto maior esse videtur densitas, quo is Soli prior est, quod rectissime convenit atmosphaerae in Solem gravitanti. Alterum argumentum petitur a lumine zodiacali, quod ab ipsa Solis Atmosphaera diversum nihil esse mox dicemus.

SCHOLIUM 1. In eclipsi totali Solis anni 1715 Cl. Valerius Upsaliae annulum hunc vidit circa polos Solis magis compressum, in extremis vero diametri punctis latior, magisque expansum; idem Parisiis observavit Cl. Godin anno 1724, & in Scandinavia anno 1733 Cl. Tiburtius cum aliis Astronomis. Unde conficitur, atmosphaeram solarem esse ad polos compressam, sub aequatore exstantem, quod cum motu rotationis solis apprime consentit.

SCHOLIUM 2. His argumentis manus dedit Cl. Eulerus, qui atmosphaeram solarem censuit esse annulum Soli circumfusus annulo Saturni similem, quam sententiam retractavit in literis anno 1751 ea super re ad doctissimum Clairaut datis.

335. Lumen Zodiacale appellant Astronomi, *Quid lumen zodiacale?* Physicque candorem quempiam, splendoremve viae lacteae aemulum, qui certis anni temporibus ante solis ortum, vel post eius occasum conspicitur.

336. In lumine Zodiacali sequentia phaenomena notantur. 1) Lumen illud non alio tempore, quam post Solis occasum, vel ante eius ortum conspicitur. 2) Formam habet in cuspidem desinentem pyramidis instar. 3) Diffunditur utrinque a Sole sub Zodiaco. 4) Cum Horizonte angulum obliquum facit, videturque motum Solis accurate sequi. 5) Quo Soli est propior, eo maiorem densitatem habere videtur. 6) Est adeo rarum, ut stellae fixae trans illud appareant. 7) Videtur certis anni temporibus, & quidem in climate nostro circa aequinoctium vernum vespere, circa autumnale vero mane frequentius conspicitur. 8) Nonnunquam per annos plures rarius, alias perquam frequenter spectatur. Schema eiusdem exhibet fig. 104.* *Quae eius phaenomena?*

* Fig. 104

Quae eius
causa?

337 Lumen hoc zodiacale aliud non est quam atmosphaera Solis lenticularis, sub polis compressa, sub aequatore protuberans. Sequitur enim motus Solis, & in plano aequatoris solaris iacet. Hinc iam pronissima phaenomenorum explicatio: figura certe oblonga, sub qua spectatur, indicio est compressionis sub polis, & prominentiae sub aequatore. Deinde nisi cum horizonte angulum satis magnum faciat, cum vaporibus in horizonte magna semper copia praesentibus confunditur. Quoniam vero angulus hic a sphaerae coelestis portione pendet, patet, cur certa anni parte facilius, alias difficiliter conspiciatur.

SCHOLIUM 1. Geminae luminis zodiacalis cuspides ita nonnunquam a se invicem distant, ut ratio axium sit = 7:1. Quae tanta cuspidum disiunctio a sola vi centrifuga e solis conversione circa axem orta provenire nequit. Debet igitur ad causas alias recurri, ad intestinos nimirum motus, qui faciant, ut atmosphaera Solis nonnunquam longissime a Sole recedat, alias multo minus ab eodem absit: hinc vero ratio repeti potest, cur annis quibusdam celerrime, alias rarissime lumen hoc zodiacale cernatur.

SCHOLIUM 2. Illud quoque quaeritur, qua ratione spectandum se nobis lux ista praebeat. Estque ea Cl. Mairan sententia verisimillima, lumen hoc videri a nobis, quatenus solares radios, seu lucem e Sole emissam ad oculos nostros reflectit.

SCHOLIUM 3. Luminis huius notitia veteres caruisse videntur, eiusque notitiae defectu candorem illum iam pro meteoro quopiam aereo, iam pro cauda cometae, vel ignoto quodam phaenomeno habuisse. Cl. Cassinus illud primus detexit, aut certe exactis observationibus phaenomena eiusdem definivit. Praeter alios illud sedulo observavit, ac fusissime, clarissimeque exposuit Cl. Mairan in tractatu de aurora boreali.

De Cometis.

338. **C**ometae vocantur corpora quaedam *Quid Co-*
coelestia, quae certis temporibus *metae?*
conspicienda se praebent, & cum frequenter
lucidam veluti caudam post se trahant, ab hoc
quoque nomen hauserunt.

SCHOLION. Quot numero Cometae inde a mundi exor-
dio spectandos se praebuerint, incertum est. Veteres
enim, qui eos vel pro signis a supremo Numine ad publi-
cam quandam calamitatem praesignandam immisiss, vel
vero pro vaporum in atmosphaera nostra enatorum con-
gerie habebant, de iisdem ad posterorum memoriam trans-
mittendis haud multum solliciti fuere. P. Ricciolus ex
historicis priorum temporum usque ad annum 1651, 154
Cometas eruit. Lubienitzius vero in theatro Ccometarum
usque ad annum 1665 recenset Cometas 415. Ex eo us-
que tempore usque ad annum 1763 34 conspecti sunt.
Estque notatu dignum, quod ab anno 1757, quo tempo-
re Astronomi in Cometam ab Halleio praedictum inquire-
bant, intervallo annorum 7, 7 item Cometae visi fuerint,
ex quo arguere licet, non adeo raros esse hos hospites,
quamvis saepe exilitate sua spectatorum terrestrium ocu-
los effugiant. Illud etiam hic probe notandum, ex ma-
gno hoc Cometarum numero non esse, nisi 51, quorum
loca ab Astronomis determinata fuerint, cum veteres ob
causas paulo ante enumeratas in eorundem observationes
curas suas haud converterint.

339. Phaenomena Cometarum, quae re- *Phaenome-*
centiorum potissimum astronomorum indu- *na Come-*
striae debentur, haec fere sunt : 1) Cometae *tarum.*
moventur circa Solem. Debetur inventum
hoc magno Newtono, qui postquam obser-
vationes tres a Flamstaedio factas habuisset,
eiusdem circa Solem motum determinavit, ac
loca eiusdem plurima ex vis proiectilis, &
gravitatis universalis legibus definivit, inter
V 4 quae

quae & loca, quae ex ipsis observationibus innotuerant, exiguum prorsus discrimen reperi-
tum est. Idem ab Astronomis subsequens suc-
cessu optimo pluribus iam vicibus est praesti-
tum. Accedit, quod ductis ex Sole ad Come-
tas radiis, radius Cometarum vector describat
areas temporibus proportionales, quod iterum
argumento est, eosdem circa Solem revolvi.

2) Cometae moventur in orbitis ellipticis ad-
modum excentricis, quarum pars inferior So-
li proxima ad curvaturam parabolae proxime
accedit. Enimvero cum Cometarum orbitas,
qua parte ii nobis conspicui sunt, pro parabo-
lis habuissent Astronomi, admirabilem inter
calculos, & observationes consensum repere-
runt. Ostendit vero Newtonus, partem in-
feriorem ellipseos admodum prolongatae a cur-
vatura parabolae valde parum abesse. Quam-
obrem cum praeterea iam certum sit, Come-
tas peracta revolutione iterum reverti, eosdem
in lineis curvis in se ipsas redeuntibus, atque
adeo in ellipsis ferri est necesse.

3) Co-
metae per varias coelorum regiones vagantur,
neque Zodiaco, quo planetarum reliquorum
orbitae continentur, includuntur. 4) Motus
eorundem iam directus, five secundum ordi-
nem signorum, iam retrogradus est. Ita sa-
ne Cometa anni 1556, postquam contra or-
dinem signorum sat longo tempore progres-
sus fuisset, directus esse coepit. Cometae an-
ni 1569, & 1582 principio directi, deinde
retrogradi fuere. 5) Cometae nonnunquam
ad Solem proxime accedunt; certe Cometa

anni

anni 1680, cum ad perihelium pertigit, centies sexagies ac sexies Soli propior fuit, quam terra nostra. 6) Altitudo eorundem, seu distantia a terra eiusmodi est, ut in planetarum regionibus versari videantur, quod Astronomi arguunt ex defectu parallaxeos in sensus incurrentis, quae tamen in Luna admodum notabilis est.

SCHOLION. Cometās peracta circa Solem revolutione iterum reverti, seque nobis spectandos praebere, res est extra omnem controversiam iam posita. Primus, qui hunc Cometarum reditum praedicere ausus est, fuit Cl. Halleius: cum enim is 24 Cometarum, quorum exactior notitia habebatur, motus ad examen vocasset, comperit, aliquos eorum in orbitis similiter ad Solem, & terram positos incesse, praeterea tempus eorum periodicum proxime aequale esse; ex quo arguit, eundem Cometam esse, qui saepius iam eandem orbitam decurrerit. Talis erat Cometa is, qui primum anno 1535 a Petro Apiano Astronomo Caesareo, tum anno 1607 a Keplero, & Longomontano, anno 1682 a Newtono, Flamstaedio, & Cassino observatus fuit: hunc igitur anno 1759 rursus aspectabilem futurum praedixit Halleius, eiusque praedictionem eventus comprobavit; cum eodem ipso anno Cometa hic a celebrioribus totius Europae Astronomis confectus, eiusque motus ab iisdem cum motu priorum illorum admodum conspirans deprehensus fuerit. Sunt praeterea alii tres, quorum reditum Astronomi expectant. Cometa nimirum anni 1661 rediturus putatur anno 1790, Cometa anni 1556 anno 1848, denique Cometa anni 1680 anno 2254. Quod Cometam anni 1759 attinet, notandum probe est, tempus eiusdem periodicum esse 76 annorum proxime; fuit nempe prima periodus annorum 76, secunda 75, tertia aliquanto plus quam 76 annorum, quae res cum primo quidem aspectu sententiae nostrae adversari videatur, illam tamen mirifice confirmat; cum enim mutua sit corporum omnium in se invicem actio, Cometae, quantumvis circa Solem revolvantur, aliorum tamen etiam planetarum, in quorum regionibus versantur, activas in se vires persentiscere debent: cumque revolvantur in orbitis admodum excentricis, dum superiorum orbitarum partem percurrunt, a Sole ingentem distantiam habebunt:

decreſcente igitur actione Solis in ratione inverſa duplicata diſtantiarum Saturni, Iovisque, quorum maſſa perquam magna eſt, in illos actio effectus ſenſibiles producere, motusque eorum iam accelerare, iam retardare debet. Mutuae huius corporum coeleſtium actionis rationem iam habuit Halleius, Newtoni principiis innixus, cumque animadvertiſſet Cometam hunc anno 1681 Iovi perquam vicinum fuiſſe, a Iovis attractione provenire poſſe exiſtimavit, ut reditus eiſdem ad initium uſque anni 1759 retardetur. Cl. vero Clairaut ſuppeditatis ſibi a Cl. de la Lande calculis aſtronomicis, vires, quas Saturnus, & Iupiter intervallo annorum 150 in Cometam hunc exercuere, ex mutua virium theoria definire aggreſſus eſt ſucceſſu tam proſpero, ut reditus Cometae nonniſi menſe unico a tempore, quod ex calculis hiſ celeberrimus Clairaut eruerat, diſſerret, quod & ad inſignem nominis eiſ gloriā, & theoriae Newtonianae commendationem, & confirmationem maximam ceſſit. Galli, ut tanti viri nomen apud poſteros perennaret, Cometam hunc planetam ſeptimum, & Clairautium paſſim compellarunt.

*Quae de
natura
Cometa-
rum ſen-
tentiae
peripate-
ticorum ?*

340. De natura Cometarum varia ſenſerunt Phyſici. Peripatetici Ariſtotele duce Cometas pro vaporum, & exhalationum congerie in atmosphaerae noſtrae partem ſuperiorem elata habuerunt, atque colorem eorundem, caudam, comamve cura maiori quam motus ſcrutati ſunt. Cometa, cuius pallidus eſſet color, lethales morbos praefagiebat, color eiſdem ruber febres inflammatorias, fulvus mortem Principis cuiuſdam, caeruleſcens ſiccitatem, ſterilitatem, famemque praenunciabat. Neque erat maioris momenti eventus, quem Cometa praecurſor non annunciaſſet. Verum ſententia haec refutari vix meretur. Illud indicaffe ſufficiat, defectum parallaxeos ſenſibilis argumento eſſe, Cometas ultra Lunam a terra remotos eſſe, motus item eorum admodum regulares, item perſiſtentiam in Solis vicinia eoſdem

dem a vaporum, sine lege vagantium congerie satis discernere.

SCHOLIUM, Newtonus ut sententiam hanc refutaret, exemplo utitur Cometæ anni 1680, qui cum Soli perquam vicinus effectus sit, diffari ab eodem, ac dissipari omnino debuisset, siquidem non aliud, quam exhalationum temere congestarum acervus is fuisset. Quod vero Newtonus addit de gradu caloris, quem is concipere debuisset, & millibus annorum, quibus ei opus fuisset, ut refrigeretur, quoniam suppositionibus diversis nititur, pro coniectura, quam & amplecti, & repudiare liberum cuivis sit, habemus.

341. Cartesius de Cometis elegantem fabulam contexuit. Docet enim Cometæ aliquando totidem Soles fuisse, verum luce sua nescio quo fatali casu spoliatos in planetarum censum fuisse redactos; cumque iam vortice proprio careant, a planetarum vicinorum vorticibus abripi, atque per coelorum vasta spacia vagantes, tum nobis conspicuos fieri, cum in vorticis terrestris parte extrema mensium aliquot intervallo iisdem commorari concessum est. Verum hæc retulisse, refutasse est.

Sententia
Cartesii. P.

342. In tanta astronomiæ luce novum systema produxit Cl. Bertier oratorii Presbyter. Duplicis generis Cometæ ille distinguit, priores appellat *sublunares*, alios *superlunares*. Cometæ sublunares vocat globos illos igneos, qui variis in locis conspecti fuere: hos ait cauda lucente instructos, per omnes coelorum regiones fuisse vagatos, motum habuisse iam directum, iam retrogradum, nullaque re a Cometis superlunaribus, quo nomine Cometæ illi veniunt, de quibus articulo hoc nobis sermo est, differre, quam minore a tellure distantia. Iam vero

Systema P
Bertier.

sublunares hos Cometas docet esse vortices materiae subtilis; ex quo infert, Cometas quoque superlunares, quorum cum prioribus summa est convenientia, aliud non esse, quam eiusdem materiae subtilis vortices. Docet vero vortices hos oriri, dum planetae aetherem, sive materiam subtilem inter eos interceptam vi perquam magna comprimunt, eum in modum, quo in fluviis vortices generari conspiciamus, dum aqua per pontium iuga transiens fortissime undique comprimitur. His porro vorticibus ea omnia convenire censet, quae in Cometis Astronomi notarunt, motus praecipue regulares in lineis curvis parabolicis, quas vortices hi describunt ob vim proiectilem, quam iis imprimunt vortices bini planetarum duorum propinquorum, & vim gravitatis, qua in Solem vortices hos ferri docet.

Verum sententiae huic obstat 1) quod ea supponat existentiam aetheris, & vorticum, contra quam iam argumenta quaedam superius (300) deprompsimus, alia inferius referemus. 2) Divisio illa Cometarum in sublunares, & superlunares arbitraria prorsus est, illique globi ignei, quos meteora quaedam esse, sive vaporum in atmosphaera nostra collectorum, atque accensorum congeriem in particulari physica docebimus, nullo iure Cometae appellantur; estque inter hos, & Cometas illud essentiale discrimen, quod globi hi regulares motus nullos habeant, neque absoluta periodo aliquando redivisse notati sint. 3) Illa vorticum generatio, modusque, quo vis proiectilis iisdem,
&

& gravitatis tribuuntur, hypotheseon, sive suppositionum haud toleranda est congeries. 4) In authoris huius systemate Cometae parabolae, non vero ellipses sive lineas curvas in se ipsas redeuntēs describunt, quod adversatur reditui Cometae anni 1759, quem nemo Astro-
 nomorum (qui soli in materia hac iudices esse possunt) in dubium vocat, ipseque systematis huius author sui velut immemor his verbis profitetur „(Physique du Ciel L. 1. pag. 280)
 „Primarium eorum fundamentum, qui Come-
 „tas planetis adnumerant, illud est, quod
 „complures Cometae absoluta periodo se rur-
 „sum spectandos praebuerint. Hunc quidem
 „reditum Cometarum admitto, qui solidissime
 „comprobatus iam est; Cometa enim anni
 „1682, cuius reditum Halleius praedixit, Clai-
 „rautius vero pro mense Aprili anni 1759 prae-
 „nunciavit, de Cometarum reditu dubitare nos
 „iam haud finit.” Sed quomodo ista cum or-
 bitis parabolicis, quas disertis verbis author
 idem Cometis omnibus tribuit, conciliari pos-
 sint, ipse viderit. 5) Hic vero ipse Cometa-
 rum reditus, ex quo corporum horum per plu-
 ra saecula, quin ab ipso mundi exordio con-
 tinuata existentia eruitur, vorticum illud sy-
 stema evertit, quandoquidem tantorum anno-
 rum intervallo vortices isti ob diversos respec-
 tu planetarum, Solisque, atque eorundem
 vorticum situs, mutationes varias subire debuif-
 sent, quod in systemate hoc negari tanto mi-
 nus potest, cum ipsa vorticum horum existen-
 tia vicinorum vorticum actioni tribuatur.

Quid de
Cometis
sentien-
dum?

343. Dicendum igitur, Cometas esse corpora solida, opaca, mundo coaeva, ac proinde genus aliquod planetarum.

Non enim alia sententia Cometarum phaenomenis supra expositis satisfacit. Hoc certe suadet motus eorundem regularis, hoc orbitae ellipticae, quas describendo rursus in conspectum nostrum se dant, hoc longior eorundem in Solis vicinia perseverantia, quin dissidentur omnino, ac dissipentur. Illud unum hic notandum, Cometas e terra spectatos pro vario terrae in orbita sua situ motus varios apparentes habere debere. Velut enim inferius docturi sumus, ex motu terrae annuo oriri, ut planetae tam superiores, quam inferiores modo retrogradi, modo directi appareant, ita de Cometis quoque idem dicendum erit. Sunt vero Cometae nonnunquam non modo apparenter, verum etiam reipsa retrogradi, imo non modo ab ortu ad occasum, sed etiam a Borea ad Austrum nonnunquam feruntur, id quod primae projectionis cum vi Solis attractiva combinatae directioni tribuendum unice est: verum ex hoc ipso illud quoque eruitur, Cometas corpora solida esse, quorum motus certis legibus peragantur.

Quid caudae Cometarum?

344. Cometae ut plurimum tractu quodam luminoso oculos mortalium in se convertunt, qui, si Cometam sequatur (quod frequentissime evenit) *cauda* eiusdem, si praecedat, *barba*, si undique circa Cometam diffundatur, *coma* audit. Notandum vero has sive caudas, five

sive barbas, sive comas ad Cometae essentiam, ac velut naturam haud pertinere; attestante enim Cl. de la Lande, Cometae conspecti sunt, qui omni eius generis lucido tractu caruerunt.

345. Caudae hae Cometarum aliud non sunt, quam vapores ex ipso Cometae corpore (quod alii nucleum vocant) in averfam a Sole partem assurgentes. Hoc enim vel ipsa caudarum apparitio suadet; caudae enim tum sunt maximae, ac fulgentissimae, cum Cometae ad Solem proxime accedunt, in quo situ eosdem vehementissime incalescere, ac proinde vaporum copiam maximam emittere est necesse.

Quid de illis sentiendum?

SCHOLION 1. De causa vapores hos elevante, atque in averfam a Sole partem propellente sententia duplex est. Newtonus censet Cometarum caudas ab ipsis radiis solaribus atmosphaerae cometicae particulas secum abripiendis oriri. Verum haec sententia minus probatur P. Boscovich, propterea quod tam stupenda sit lucis subtilitas, ut ea abripiendis particulis his minime sufficere videatur. Censent igitur alii cum Mairano, hanc vaporum elevationem ab ipsa Solis atmosphaera fieri, cui Cometae, dum Soli propinquiore sunt, alte immerguntur, ad eum fere modum, quo ab atmosphaera terrestri vapores subtilissimos omnis generis in altum evehi constat.

SCHOLION 2. Ex his vero phaenomena caudarum non arduum est exponere. Ac quidem 1) caudae Cometarum non tendunt directe in plagam a Sole averfam, sed deflectunt aliquantum in eam partem, quam nucleus relinquit: ita si *ABCD referat orbitam Cometae, in cuius foco existat Sol, sitque Cometa in *a*, cauda eiusdem non respiciet plagam Soli directe oppositam, sed aliquantum versus *d*, plagam nempe illam, quam Cometa ex *a* versus *b* progrediens relinquit, inflectetur. Duplex enim in vaporibus his motus considerari debet, unus quidem, quo cum Cometa ex *a* versus *b* progrediuntur, alter, quo ab atmosphaera solari extruduntur in partem a Sole averfam, quo dupli-

Fig. 105

ci motu acti diagonalem veluti describent, quae versus partem a Cometa relictam inclinabitur. 2) Notatur praeterea in caudis iisdem incurvatio quaedam, quae cavitationem relictæ parti obvertat, hæcque a resistentia aliqua, quam vapores isti ab atmosphaera solari patiuntur, repetenda est. 3) Cometarum caudae eosdem haudquaquam perpetuo comitantur, sed ubi hi aliquanto longius a Sole recesserunt, caudae primum minuuntur, tum omnino evanescunt. Dum enim Cometa a Sole longius recedit, vapores hi condensati in nucleum Cometae rursus decidunt. 4) Quod vero Cometae aliquando caudati, alias comati, aut barbati sint, Cl. Mairan a vario terrae respectu Solis, Cometaeque situ dependere existimat. 5) Planetæ reliqui caudis eiusmodi carent. Nam primo alia potest esse compages reliquorum planetarum minus videlicet apta, ut in vapores, halitusque eiusmodi resolvatur, quantumvis ipsi etiam ad Solem satis prope accedant; alia vero Cometarum. Deinde planetæ suas a Sole distantias haudquaquam tantopere variant, Cometae vero, posteaquam in inferiori orbitæ parte Soli proximi fuere, ad maximas quasque a Sole distantias recedunt, quo recessu in ipso Cometarum nucleo internæ compagis alteratio, mutatioque multo vehementior progignatur est necesse.

SCHOLIUM 3. Quae adversus nostram de Cometis, eorumque caudis sententiam a nonnullis, praecipue vero a Cl. Bertier proferuntur, hæc fere sunt. 1) Cometarum reditus in dubium videtur vocari posse, quandoquidem Cometa ille, qui anno 1759 ab Astronomis conspectus, idemque cum Cometa anni 1682 habitus est, priorem illum neque apparente magnitudine, neque luminis, quo refulsit, vivacitate aequavit. Verum hæc a vario terræ situ in orbita sua, quem eo tempore, quo Cometa apparet, obtinet, dependent. Ex hoc enim non modo apparentem Cometae motum, verum etiam magnitudinem, lucisque a Sole ad nos reflexae copiam, vivacitatemque dependere ex infra dicendis apparebit. 2) Hevelio referente nucleis Cometae anni 1661 a radiis lucis, quibus undique cingebatur, vix differebat, quin & alter in frustra plura dissectus, alter in radium lucidum crassitie nucleï delisse refertur, quae omnia rectius vaporum congeriei, quam corporibus solidis, mundoque coævis convenire videntur. At vero notandum in spectaculis eiusmodi opticas illusiones a telescopiorum etiam vitiis, quæ Hevelii tempore ad exiguum adhuc perfectionis gradum de-

ducta fuerant, pendentes multas, variasque intervenire, quarum si ratio non habeatur, in errores varios ut inducamur pronum est. Verum etiam vaporibus in Cometæ superficie enatis, partemque nuclei, vel nucleum universum tegentibus, phaenomena haec omnia tribui possunt, iisdem vaporibus tribuenda etiam est colorum varietas, quae in Cometis notatur. 3) Cometæ, postquam inermi oculo videri desinunt, per telescopia itidem astronomica nonnisi uno, alterove die conspiciuntur, quod videtur haudquaquam auctae eorundem distantiae tribuendum, quam intra dies adeo paucos tantopere increescere verisimile haud est. Ostendit vero Cl. de la Lande ex terrae in orbita sua motu provenire posse, ut Cometa tempore admodum brevi per maxima a nobis intervalla remotus fuisset videatur. 4) Defectus phasium etiam in Cometis incusatur, quae tamen in iis notari deberent, si planetarum instar circa solem revolverentur. At vero celeberrimus Cassinus, cum in motus Cometæ anni 1744 invigilaret,prehendit, disci eiusdem a Sole illuminati partem nonnisi dimidiam aspectabilem fuisse, ac proinde phasim Cometæ huius similem phasibus planetarum reliquorum detexit. 5) Cometarum numerus videtur esse multo maior, quam vulgo existimetur, quamobrem cum mutua sit corporum omnium actio, si plerique Cometarum respectu Solis una ex parte constituerentur, fieri deberet, ut commune gravitatis centrum systematis solaris, atque adeo ipse etiam Sol loco dimoveatur, quo sane turbatio gravissima in universum hoc systema induceretur. Istud vero metuendum haud est, nam massa Solis ingens admodum est, cum qua si massae planetarum omnium cognitorum, atque etiam plurium Cometarum comparentur, sensibilis centri gravitatis mutatio ut inducatur vix est timendum. Accedit ingentem esse Cometarum a Sole distantiam, qua aucta vim gravitatis decrefcere constat. Vix autem evenit unquam, ut plures simul Cometæ prope perihelium existant. Denique raræ admodum esse possunt Cometarum massae, quod caudae eorum, quas diximus esse vapores ex corpore eorum enatos, comprobare videntur.

SCHOLION 4. Frant, qui Cometæ peractis pluribus revolutionibus in Solem relabi censerent, quo nempe iactura illa, quam Sol emittendo lucem in omnem partem patitur, resarciatur. Verum ex iis, quae de natura lucis in particulari physica dicuntur, apparebit, metuendum haudquaquam esse, ut massa Solis ob copiam lucis, quam

emittit, diminuatur, atque adeo ad similia his massae solaris incrementa minime recurrendum videtur.

SCHOLIUM 5. Illud hic etiam a nonnullis quaeritur, an metuendum a Cometis telluri nostrae damni quidpiam sit. His vero respondemus, timores multorum, qui ex Cometarum caudis effluvia in terram nostram decidere autumant, vanissimos prorsus esse. Quod vero motum eorundem attinet, cum orbitae Cometarum per planetarum, atque adeo ipsius etiam telluris orbitas transeant, fieri omnino posset, ut Cometae planetae cuiuspiam, ipsi etiam telluri admodum propinqui efficiantur, quod quidem si ne gravissima strage haud eventurum multis ostendit MacLaurin (in exposit. Phys. Newton.) attamen sperare licet, ita divinam sapientiam motus eorum attemperasse, ut eas semper servant a planetis reliquis distantias, quas ordo universi, & perduratura, dum supremo eiusdem conditori allibuerit, corporum coelestium dispositio exigit.

A R T I C V L V S VIII.

De planetis secundariis.

Satellites Iovis. 346. **P**lanetas secundarios vocamus, qui circa primarios revolutiones suas peragunt; planetae eiusmodi 4 circa Iovem revolvuntur, quos Galileus septima Ianuarii 1610 paulo post inventa telescopia Astronomica detexit. Simon Marius mense Novembri anni prioris eos sibi conspectos contendit.

Satellites Saturni. 347. Circa Saturnum 5 satellites, seu lunulae moventur. Eum, qui spectata satellitum horum a Saturno distantia quartus est, Hugenus 1655, reliquos quatuor, annis subsequis Cassinus detexit, orbique literario prodidit. Posteriorum horum quatuor existentiam in dubium vocarunt Angli, donec ex Poundii observationibus certissimo constitit, eosdem cir-

ca Saturnum eum in modum revolvi, quo circa tellurem nostram luna convertitur.

348. Circa tellurem nostram Luna, eiusdem satelles movetur, sed de hac articulo sequente pluribus agendum. Illud universim notandum, satellites hos omnes esse corpora solida, opaca, planetis primariis similia. Moventur enim circa primarios in orbitis fere circularibus ad planum orbitae primarii inclinatis, dumque ante discum primariorum transeunt, maculae nigrae instar apparent, quod ipsum in Mercurio, & Venere ante Solis discum transeuntibus usuvenire Astronomis cognitum est.

*Satelles
terrae.*

Quae satellitum natura?

SCHOLION 1. Satellites Saturni massam habent adeo exiguam, tamque magno a nobis intervallo removentur, ut nonnisi aegerrime, & per tubos maximos conspici queant.

SCHOLION 2. Satellitem Martis conspexisse sibi visus est Cl. Fontana, verum satellitem hunc vel stellam fixam quandam Marti propinquam, vel opticam illusionem fuisse Astronomi ostenderunt.

SCHOLION 3. Simile quid evenisse videtur Astronomis Gallis, qui in postremo Veneris per discum Solis transitu satellitem eiusdem deprehendisse sibi visi sunt, cuius & tempus periodicum, & locum nodi ascendentis determinarunt; ostendit vero P. Maximilianus Hell speculae Astronomicae Caesareo-Regiae Vindobonensis Praefectus, satellitem hunc aliud rursus haud esse quam opticam illusionem, ex certo quodam oculi situ proveniente, docetque modum, quo id genus satellites omni, quo libuerit tempore, conspici queant.

SCHOLION 4. Quae ad Iovis, Saturnique satellitum diametros, & tempora periodica attinent, tabella sequens exhibet.

SYSTEMA IOVIS.

Sa- telli- tes Io- vis.	Tempus perio- dicum circa Iovem.		Ratio Diamo- trorum ad Diametrum Iovis.	Ratio Dia- metrorum ad Diamo- trum Tel- luris.	Diametri orbi- tarum.	
	D.	H. M.			M.	S.
1.	1.	18. 29.	ut 1. ad 20.	1. ad 2.	3.	55.
2.	3.	13. 18.	1. - 20.	1. - 2.	6.	16.
3.	7.	4. 0.	1. - 18.	5. - 9.	9.	58.
4.	16.	18. 5.	1. - 20.	1. - 2.	17.	30.

SYSTEMA SATVRNI.

Sa- telli- tes. §	Tempus perio- dicum circa Saturnum.		Diametri Orbitra- rium.	
	D.	H. M.	M.	S.
1.	1.	21. 18.	1.	27.
2.	2.	67. 41.	1.	52.
3.	4.	12. 25.	2.	36.
4.	15.	22. 41.	6.	0.
5.	79.	7. 47.	17.	24.

ANNVLVS SATVRNI.

Diameter marginis exte-
rioris annuli 24. Se-
cunda.

Diameter marginis inte-
rioris annuli 30. Se-
cunda.

Inclinatio plani huius an-
nuli ad Eclipticam 23.
gr. 30. mi.

A R T I C V L V S IX.

De Luna.

349. **Q**uae ad Lunae magnitudinem, distan-
tiam a terra, tempus revolutionis
periodicae attinent, in tabella numero 318 ad-
nexa exhibuimus. Est vero Luna corpus opa-
cum, proxime sphaericum, id quod fortassis len-
tissimae eiusdem circa axem conversioni tri-
buendum est. Opacum esse Lunae corpus ex
eo recte arguitur, quod pro vario eiusdem
respectu Solis, terraeque situ iam pleno orbe
reful-

refulgeat, iam vero pars tantum disci eiusdem radiis solaribus collustrata conspiciatur: quae variae eiusdem apparitiones *phases* ab Astronomis vocantur, ad quas rectius intelligendas sit * Sol in S, terra in T, ABCD orbita Lunae, quam circa terram describit. Quod si Luna fuerit in puncto A, tota Lunae illustratae facies terrae obvertitur, & a terricolis spectatur, quo casu dicitur esse *plenilunium*, & Luna respectu Solis dicitur esse in oppositione, cum a spectatore terrestri in hoc casu Sol, & Luna ad opposita coeli puncta referantur. Cum ad B pervenerit Luna, illuminatus semicirculus MPN totus terrae non obvertitur, sed pars MP aspectui nostro subducitur, Lunaque gibbosa apparebit, eritque ea phasis, quae in figura 107 * per B denotatur. Luna ad C delata, angulus CTS rectus est, & illuminati disci MPN pars media e terra videtur, & Luna dimidiata apparet, ut in C fig. 107, tumque bisecta, seu dichotoma dicitur. In hoc situ Sol, & Luna quadrante circuli a se invicem distant, diciturque Luna esse in *aspectu quadrato*, seu in quadratura. Luna ad D progrediente disci illuminati MPN portio exigua PN terrae obvertitur, disci vero terrae obversi OMP pars maxima ON tenebrosa manet, ac proinde ob Lunae figuram sphaericam, & apparenter planam pars illustrata velut in cornua curvata videbitur, eritque phasis e terra spectata, qualem fig. 107. in D exhibet. Postquam vero Luna ad E per-
Quid phases Lunae?
Fig. 106
Fig. 107

stabitur, verum pars obscura tota terrae obvertetur, eritque tunc *novilunium*, & Luna respectu Solis dicitur esse in *coniunctione*, quandoquidem in hoc situ Luna & Sol a spectatore terrestri ad idem coeli punctum referuntur. In F Luna rursus cornuta, in G dichotoma, & in H gibbosa videbitur, donec ad A delata pleno iterum orbe refulgeat.

SCHOLION. Quae de Lunae phasibus & aspectibus hic allata sunt, planetis quoque primariis applicari possunt. Astronomi aspectus varios planetarum signis quibusdam exprimunt, ita (ρ) oppositionem, (σ) coniunctionem, ($\square$) aspectum quadratum, ($\triangle$) aspectum trigonum, &c denotant.

350. Lunae superficies polita, ac laevigata minime est, talis enim si foret, lucem undequaque haud reflecteret, sed Solis imaginem exiguam admodum instar puncti splendidissime micantis exhiberet. Est ea igitur aspera, partesque habet alias caeteris magis eminentes, alias vero infra reliquas depressas. Et quidem si quis inermi etiam oculo Lunam contempletur, varias in eiusdem superficie inaequalitates, quas vulgo maculas dicunt, facile animadvertet; quod si vero eandem tubo astronomico lustret, quasdam disci lunaris partes prae aliis lucidas, candidasque, alias vero obscuras, nigricantisque coloris esse deprehendet. Quaedam praeterea maculae constantes, videntur, aliae vero mutabiles.

Quae maculae Lunae?

Quae macularum natura?

SCHOLION I. De harum macularum natura variae sunt Physicorum sententiae. Nonnulli maculas illas fuscas, ac nigricantes maria, lacusque esse censent, qui cum reflectendo lumini minus apti sint, fuscum colorem exhibeant; hos refutare conatur Cl. Iusti, docetque, aquarum super-

superficiem reflectendo lumini perquam aptam esse, quamobrem potius maculas illas splendentes pro maribus, lacubusque haberi vult. Quod quidem maculas illas fuscas attinet, recentiores Astronomi eas pro maribus habendas non esse, ex eo quoque arguunt, quod exquisitis telescopiis inspectae innumeris veluti cavernis introrsum hiantibus constare videantur, quod cum aequabili marium superficie conciliari aegre admodum potest. Alii univrsim in Luna maria, lacusve esse non posse certissimum habent: ex his enim nubes, nebulasque progigni necesse foret, quae nunc has, nunc illas Lunae regiones obtegerent, visuique nostro eriperent, quod a nullo Astronomorum observatum haecenus legimus. Has itaque fuscas maculas Cl. Keil (in Introduct. ad ver. physic.) censet constare materia minus candicante, quam est ea, quae in partibus asperioribus conspicitur.

SCHOLIUM 2. Illud deinde a nonnullis quaeritur, an montes in Luna notabilis altitudinis occurrant, quorum existentiam suadere videntur maculae illae mutabiles, quas pro montium illorum umbris habendas esse complures existimant. Montes igitur in Luna dari Cl. Keil ita probat (in opere citato) „Si nullae in Luna exstiterint eminentiae, sive partes reliquis altiores, linea recta in dichotomia, aut elliptica in reliquis phasibus semper disterneret confinia lucis, & umbrae. Verum si tubo optico aspiciatur luna, confinium illud in nulla regulari linea, sed dentatum, ferratum, multisque anfractibus intercisum apparet. Quin etiam in tenebrosa Lunae facie partes aliquae a confinio non multum distantes cernuntur Solis luce illustratae, & die circiter quarto post novilunium in tenebrosa Lunae facie quaedam cuspides luminosae, tanquam scopuli, aut parvae insulae apparent, quae non multum a confinio illustratae, & tenebrosae partis distant; aliae item dantur illuminatae parti adhaerentes areolae, paulatim formam, figuramque cum lumine crescente mutant, donec parti illustratae omnino ex parte annectantur, & cum locis vicinioribus lumine prorsus imbuantur. Mox quamplurimas iterum novas in illa tenebrosa parte orientes cernimus, & in locum antecedentium succedentes. Contrarium autem accidit in phasibus Lunae decreascentibus, ubi lucidae areolae, quae nunc confinio, & parti illustratae adhaerent, paulatim avelluntur, & confinio relicto diutius tamen conspiciuntur, quod impossibile foret, nisi areolae illae essent partibus reliquis altiores, ut Solis lux illas stringeret,

An in Luna montes occurrant?

„Puncta itaque illa, extra lucis confinium micantia, sunt
 „cuspides, & vertex praecalorum montium, quae cum
 „altiora sunt, quam reliqua loca vicina, citius a Sole
 „illuſtrantur, ſeriusque ab illius lumine ſubducuntur.
 „Praeterea multae nigricantes maculae in parte illumina-
 „ta conſpiciuntur, quae ſunt ingentes cavitates, ſeu ca-
 „vernae, in quibus cum Sol illas oblique irradiat, eius-
 „que lux limbum externum tantum attingit, profundio-
 „res partes obſcuriores manebunt: at Sole aſcendente
 „plus lucis hauriunt, & quo altius ſuper illas attollitur
 „Sol, eo vallium umbrae ſe magis comprimunt, brevio-
 „resque evadunt, uſque dum Sol punctum attingit ver-
 „ticale, quo tempore totam illuſtrat cavernam, umbra
 „penitus evaneſcente, & praedictae valles aequae clare,
 „ac montium vertex conſpiciuntur, imo multo illis lu-
 „cidiores. Lunae itaque ſuperficies praeruptis monti-
 „bus, profundiffimisque vallibus ubique ſcatet., Eo-
 „dem in loco Clariffimus ille author docet, qua ratione
 „montium illorum altitudinem dimetiri ſpectatori terre-
 „ſtri liceat, contenditque lunares illos montes terreſtribus
 „noſtris longe excelfiores eſſe. Verum qui contra ſentiunt,
 „his fere argumentis pugnant. Primo enim aſſerunt, dum
 „in ſolari eclipſi Luna Solis diſcum tegit, nulla in limbo
 „eius inaequalitas, nulla aſperitas animadvertitur. Secundo,
 „notum eſt Aſtronomis, ſtellas fixas, ipſosque planetas a
 „Luna aliquando tegi, ſive occultari, quo caſu, cum lim-
 „bum Lunae ſubeant directione valde obliqua, deberent
 „poſt immerſionem ſaepe iterum ſubito emergere, ſubito-
 „que iterum immergi, ſiquidem in lunaris diſci margine ha-
 „tus quidam forent, per quos aſpectus pateat, quod ta-
 „men a nemine Aſtronomorum obſervatum fuit.

Quae ſen-
 tentia P.
 Boſco-
 vich?

SCHOLION 3. P. Boſcovich, ut adverſantes has ſen-
 tentias conciliet, ſtatuit, in ſuperficie Lunae montes qui-
 dem, vallesque quamplurimas occurrere, ipſam vero Lu-
 nam undique ambiri fluido quodam homogeneo, pelluci-
 do, ac ultra altiffimorum montium cacumina aſſurgente.
 In fluidi huius laeviſſima ſuperficie cenſet nobis apparere
 umbrarum, & cuſpidum inaequalitates ope refractionis
 infra ipſam demerſas, ipſum autem fluidi huius limbum gla-
 berimum nobis videri. Hoc certe fluido admiſſo omnes
 lunaris nuclei prominentiae perquam diſtinctae, & ad
 extremum uſque marginem protenſae, ipſe tamen margo
 per quem luci tranſitus haud conceditur, erit prorsus
 aequabilis: ſtellae fixae ac planetae poſt Lunae diſcum
 tranſeuntes ab ipſo hoc fluido occultabuntur, nulli adeo
 hia-

hiatus erunt, per quos, vel ante, vel post plenam immersionem conspiciantur. Hanc opinionem suam illustrat exemplo obvio „Si quis, inquit, experimentum eiusmodi instituere velit, in quo nuclei ut-
 „cunque scabri, & Soli expositi inaequalitates omnes,
 „& umbras in superficie quadam externa ita veluti depi-
 „ctas videat usque ad extremum marginem, ut tamen
 „margo ipse politissimus, & laevissimus sit, is debet am-
 „pullam vitream in externa superficie laevem in interna
 „asperare inductis sulcis, & excavatis foveolis, tum li-
 „quore colorato, vel tenuissimo implere pulvere, qui
 „se intra ipsas cavitates insinuet. Videbit enim nullam
 „oculo apparere crassitudinem vitri, inaequalitates vero,
 „& umbrae usque ad extremum marginem in illuminatio-
 „nis limite se prodent, sed margo ipse politissimus ap-
 „parebit, ac, ut dicimus, terminatissimus. Quo tamen
 „experimentum ipsum succedat melius, cavendum, ne
 „externa obiecta, ad latus sita, & satis lucida per refle-
 „xionem exhibeantur, factam circa marginem, quod qui-
 „dem evitabitur facile collocato ad latus nigro panno.”

351. Illud etiam a Physicis, Astronomis-
 que quaeritur, an Lunae fluidum aliquod omni
 ex parte circumfusum sit, ad eum modum,
 quo terraqueum nostrum globum aer, omnis-
 que generis particulae in eum evectae am-
 biunt. Qua in re P. Boscovich sententia est,
 Lunam non habere atmosphaeram nostrae si-
 milem. Argumenta, quibus id probet, tria
 in dissertatione, quam de Lunae atmosphaera
 scripsit, depromit. Ac quidem 1) si Lunam
 atmosphaera cingeret, nostrae similis, in fi-
 xarum planetarumque occultationibus variae,
 eaeque constantes notari deberent loci, tem-
 poris, figurae, coloris mutationes. Haec
 siquidem atmosphaera lucem sensibilibiter refrin-
 geret, qua refractione praeter alios eiusdem ef-
 fectus figura planetarum sphaerica in phaeroi-

*An Luna
 atmo-
 sphaeram
 habeat?*

deam mutari deberet. 2) Atmosphaera haec nostrae similis quemadmodum multos transmittit lucis radios, ita etiam copiosos reflectere deberet, ex quo illud consequeretur, atmosphaeram hanc circa lucidum Lunae limbum perpetuo exstantem a nobis conspectum iri. Eadem haec atmosphaera radios solares in disci lunaris partes Solis radiis directe non expositas reflectere deberet, qua re lucis, & umbrae termini incerti, confusique efficerentur. 3) In atmosphaera nostrae simili nubes, pluviae, nives, aliaeque meteora generari deberent. Haec vero Lunae faciem plurimum immutarent, quemadmodum minime dubium est, tellurem e Luna conspectam alio longe modo apparere, dum pars telluris Lunae obversa nebulis, nubibusque tegitur, quam dum eadem serena, nullisque vaporibus offuscata est.

SCHOLIUM. Illud tamen aperte profitetur P. Boscovich, se omnem omnino circa Lunam atmosphaeram minime negare, modo ea talis sit, ut parere refractiones sensibiles nequeat.

352. Sunt vero alii, qui sensibilem circa Lunam atmosphaeram admitti debere censent. Arguunt id praecipue ex annulo illo lucido, qui in eclipsibus solaribus circa lunam apparet, quem ex refractione radiorum solarium in atmosphaera Lunae facta originem ducere existimant. Opinionem hanc fervore maximo propugnat Cl. de la Perriere (Nouvelle Physique coeleste, & terrestre a Paris 1766) qui annuli huius genesim ita explicat „Radii, qui
„ex

„ex peripheria Solis paralleli egrediuntur, in
 „convexam Lunae atmosphaeram incidunt,
 „in eaque ad perpendicularum refringuntur,
 „Solisque discum apparenter maiorem efficiunt, Sententiam hanc ex observationibus plurium eclipsium solarium, quarum magnitudo ab ea, quae per calculos eruta fuit, plurimum discrepabat, confirmare nititur: ita, eo referente, secundum calculos, & tabulas astronomicas in eclipsibus anni 1706, & 1715 discus Lunae obscurus discum Solis superabat 1', 15'', eaeque eclipses totales esse debebant, quas tamen annulares fuisse experientia docuit. In his igitur augmentum apparens disci solaris ex refractione, quam radii Solis in Lunae atmosphaera passi sunt, proveniens fuit 1' 15'', quod sane notabile est. In eclipsi 1748 25 Iulii Clarissimi Astronomi Kies, & Eulerus observarunt, circa eclipseos medium imaginem Solis auctam repente fuisse, ipsisque 19'' increvisse. Ex eclipsi anni 1764 1ma Aprilis eiusdem refractionis effectus deducitur 18'', quae quidem omnia, si ita se habeant, de sensibili atmosphaerae lunaris refractione dubitari vix posset. Quod vero in Lunae disco nullae unquam nebulae, nubesve appareant, id ita diluere conatur citatus author: ait enim „cum Soli per 15 continuos dies idem Lunae hemisphaerium obiiciatur, ab eiusdem actione exhalationes, vaporesque „omnes, qui in eo hemisphaerio assurgunt, „in discum Lunae a Sole aversum propelluntur, quamobrem illud serenum continuo, hic

„vero pluvius, nubibusque contactus fit,
 „oportet, eum in modum, quo Sol vapores
 „in Zona torrida, cui tum ad perpendicularum
 „imminet, affurgentes in Zonam torridam alte-
 „ram, Zonasque temperatas propellit, quo
 „fit, ut Zonae torridae alternis serenae, plu-
 „viaeque sint.”

SCHOLION I. Hanc suam atmosphaerae lunaris comprobationem a celeberrimis Astronomis le Monier, & de la Lande adoptatam fuisse, idem author refert, acerbique quaeritur, inventi huius gloriam a viris istis doctissimis ereptam sibi fuisse. Notandum igitur, in solenni Academiae Parisinae congressu 17 Aprilis anni 1765 celebrato Cl. le Monier dissertationem quampiam protulisse, in qua de eclipsibus in genere, speciatim vero de eclipsibus annorum 1737, 1748, 1764, & 1765 agit, in qua dissertatione innuit, refractioni radiorum in atmosphaera lunari factae tribuendum esse, quod annulus ille lucidus in eclipsi anni 1764 observatus longiori tempore conspectus fuerit, quam spectatis calculis astronomicis videri debuisset. Cl. item de la Lande in ephemeridibus astronomicis ad annum 1767 mentionem facit dissertationis cuiuspiam a Cl. Sejour Academiae Parisinae exhibitae, in qua author hic ostendit, calculos eclipsium solarium cum observationibus Astronomicis multo accuratius consentire, si supponatur radios solares prope Lunam transeuntes inflecti, & ad radium, qui ex centro Lunae ad oculum nostrum ducitur propius accedere, quam inflexionem $4''$ esse docet. Monet vero Cl. de la Lande diffractionem Newtonianam effectum prorsus oppositum producere debere, quamobrem haec inflexio radiorum Solis ex eiusdem mente haudquaquam diffractioni illi, verum refractioni atmosphaerae lunaris tribuenda foret. Illud denique addit, hinc consequi, ut atmosphaera Lunae atmosphaera terrestri mille vicibus rarior sit, mirandum itaque haud esse, quo eadem ab Astronomis, Physicisque animadversa hactenus haud fuerit. Horum igitur testimonio sententiam suam plurimum confirmari censet Cl. Perriere, quamvis effectum atmosphaerae lunaris multo maiorem esse debere, talem nempe, qualem ex eodem autore n. 352. retulimus, acerrime contendat.

SCHOLION 2. Illud igitur hic quoque notari meretur, conatus eorum, qui comprobare nituntur, lucidum illum annulum a Newtoniana diffractione radiorum solarium provenire non posse, irritos esse, quandoquidem ut Scholio praecedente retulimus, effectus inflexionis radiorum prorsus diversus est ab eo, quem diffractione illa producere deberet.

SCHOLION 3. Minoris momenti sunt, quae Wolfius, alique ad lunaris atmosphaerae existentiam adstruendam congesseunt. Casinus enim, quem Wolfius citat, in Monum. Acad. Paris. ad annum 1706 haec habet: „Nos saepe observavimus eclipses Saturni, & Iovis, ac satel-
litum, & aliquarum stellarum fixarum per Lunam, quin potuerimus observare ullam mutationem in his astris in eorum immersione. Sed in nonnullis aliis observationibus visum est nobis, stellam oblongari paullulum, dum se absconderet. Ex his enim Cassini verbis recte arguitur, phaenomenon illud perquam incertum, atque inconstans esse, quod tamen posita atmosphaera lunari in quibusvis fixarum, planetarumve occultationibus notari deberet. De la Hirius eodem anno de hoc argumento ita scribit: „Nos cognovimus, in pluribus occurribus, & conjunctionibus planetarum cum Luna ipsam non habere circa se ullam atmosphaeram sensibilem, quoniam haec corpora non patiebantur ullam refractionem, dum accederent, sed nec dum contingerent. Et anno 1715. Nos idcirco, inquit, magnum observationum numerum congestimus, sed nunquam quidquam invenimus, quod possit efficere, ut suspicemur adesse circa Lunae corpus materiam ab aethere diversam. Observatio Kirchii, quam Wolfius adducit, parum probat, in ea enim discus Veneris dicitur fuisse *sepe* ellipticus; accedit, quod eandem Veneris occultationem Rostius Norimbergae observaverit, nihilque eiusmodi animadverterit, quamvis tubo, ut ipse profitetur, admodum exquisito usus fuerit. Eandem hanc Kirchii observationem suspectam habet Boscovichius, docetque mutationes eiusmodi tum a vitris telescopiorum, tum ab atmosphaera solari, & terrestri oriiri posse. Similibus causis tribuendum videtur, quod stellae, & planetae, dum a Luna occultantur, lumen valde tremulum exhibeant.

SCHOLION 4. Patroni atmosphaerae lunaris illud quoque obiciunt, Clarissimos de Louville, & de Lisle, cum anno 1715 28 Iulii occultationem Veneris observarent, notasse, splendorem Veneris Lunae appropinquantis subito

bito diminutum, limbumque eiusdem Lunae propiorum rubro, alterum caeruleo colore tinctum fuisse. His vero reponi potest, eandem Veneris occultationem a tribus aliis celeberrimis Astronomis Malezieu, Cassino, & Maraldo observatam fuisse, eosque, cum in idem colorum phaenomenon intenti essent, diversis telescopiis adhibitis nihil uspiam de coloribus tam in immersione, quam emersione planetae conspexisse. Capto autem experimento ostenderunt, binos priores observatores luminis refractione per vitra decipi potuisse; cum enim facta maiore vitri obiectivi apertura lumen planetae per vitri margines admisissent, similes & ipsi colores viderunt, dum ob obliquum tubi fitum radii in colores dividebantur.

SCHOLIUM 5. Erat quoque, qui corruscationes quasdam fulguribus, qui in atmosphaera nostra aliquando notantur, similes prope Lunam conspexisse sibi visus est; verum observatio haec, quae in causas diversas alias refundi potest, apud neminem Astronomorum fidem invenit.

*Quid de atmosphaera
Lunae
sentien-
dum?*

353. Quod si igitur argumenta in utramque partem prolata in examen vocentur, videtur nihil certi de Lunae atmosphaera statui adhuc posse, sed expectandum, donec & eclipsium solarium, & occultationum observationes plures, in quibus Astronomi phaenomenorum eiusmodi specialem rationem habeant, certius quidpiam ea de re nos doceant.

*Lunae circa axem
rotatio.*

354. Lunam circa proprium axem converti Astronomi censent, idque ex eo deducunt, quod eandem constanter faciem terrae obvertat. Istud enim fieri haud posset, nisi tempore eodem, quo suam circa terram periodum absolvit, circa proprium quoque axem revolveretur. Declaratur istud exemplo hominis circa punctum aliquod in circulo ambulantis, qui ut faciem suam in punctum illud continuo convertat, corpus quoque circa axem suum pariter convertere debebit, secus enim omnes
exti-

extimae corporis partes puncto illi obverterentur. Ita pariter Luna circa terram revoluta nisi illo vertiginis motu gauderet, omnes successive superficiei suae partes spectandas praeberet, atque aliae identidem Lunae maculae in conspectum nostrum venirent. Idem quoque eveniret, si motus rotationis velocior esset, aut tardior motu illo, quo in orbita sua defertur; itaque velut diebus 27, 7^h, 34' circa tellurem revolvitur, ita pari temporis intervallo circa proprium axem gyretur est necesse.

SCHOLION. Nullam hic mentionem facimus exiguarum illarum mutationum, quae in Lunae facie nobis observata quovis mense synodico bis observantur, quas Lunae *librationes* Astronomi appellant, harum rationem inferius reddemus, quando motus lunaris theoriam declarabimus.

ARTICVLVS X.

Notiones praeviae ad systema mundi.

Expositis iam, quae de corporibus singulis universum hoc constituentibus ad nostram haecenus notitiam pertigere, ipsam coelestium horum corporum dispositionem exponere aggredimur, ad quam rite animo concipiendam praeviae quaedam notiones exponendae sunt, quae potissimum ad sphaerae coelestis, tetrestisque notitiam pertinent, nulloque negotio intelliguntur, si sphaere eiusmodi coelestis ac tetrestis, ea itidem, quam armillarem vocant, praesto sint.

355. Dum quis coelo sereno in campo patiente obtutum in obiecta omnia circum se posita

sita defigit, facile observat, visum planitie quadam circulari terminari, quae obiecta spectabilia ab iis disternat, quae conspici nequeunt; Astra item omnia supra hunc circum elata tamdiu oculis se exhibent, quamdiu supra illud planum in coelo gyrent, videri vero desinunt, si ad occasum vergentia infra illud demergantur. Peripheria plani huius circularis *horizon*, seu *circulus terminator* dicitur.

Quid Horizon?

356. Horizon iste, de quo nobis sermo *Physicus?* fuit, *sensibilis*, seu *physicus* dicitur, cui si concipiatur alius circulus parallelus per terrae centrum transiens, erit is horizon *rationalis*, seu *mathematicus*. *Et rationalis?*

357. Puncta duo, a quibus singula horisontis puncta quadrante circuli remouentur, *poli* eiusdem nominantur. Horum punctorum unum, quod spectatori terrestri ad verticem imminet, punctum verticale, seu *Zenith*, alterum eidem e diametro oppositum, voce arabica *Nadir* appellatur.

Quid Zenith, & Nadir?

SCHOLIUM. Quicumque circuli, aut lineae, aut puncta in tellure concipiuntur, eadem omnia in sphaera coelestis ab Astronomis designata intelliguntur.

Quid poli?

358. Observatori terrestri coelum totum instar sphaerae circa axem intra viginti quatuor horarum intervallum revolvi videtur, circa puncta duo fixa, quae *poli* mundi vocantur. Linea recta, puncta haec duo connectens, axis mundi dicitur. His in superficie terrae respondent puncta duo, quae *poli* terrae

Et axis mundi?

rae audiunt, & linea ea connectens axis terrae nominatur.

359. Circulus a polis his aequali utrinque *Quid aequator?* intervallo distans *aequator* dicitur. Dividit is five tellurem, five mundum universum in hemisphaeria duo, quorum unum inter aequatorem & polum arcticum interceptum hemisphaerium septentrionale, alterum meridionale nominatur.

SCHOLION 1. *Aequator* nomen trahit ex eo, quod dum Sol in circulo hoc existit, dies noctesque per universam tellurem aequantur.

SCHOLION 2. Polus arcticus vocatur propterea, quod prope eundem constellatio quaedam sit, quam Astronomi Arcton, five ursam dixere.

360. Dum sydera omnia supra horizontem ortivum attolluntur, in sphaera obliqua ad certum usque terminum, seu punctum ab horizonte recedunt, quo superato horizonti occiduo iterum appropinquant. Punctum illud, in quo existens sydus maximam ab horizonte distantiam in revolutione diurna assequitur, ab ortu, & occasu aequaliter distat, in quo puncto si Sol positus sit, mediam diem, five meridiem efficit. Circulum itaque Astronomi concipiunt, qui horizontem ad angulos rectos secans per Zenith, & polos mundi transeat, quem *meridianum* vocant.

Quid meridianus?

SCHOLION 1. Distantia astrorum ab horizonte *altitudo* eorum dicitur.

SCHOLION 2. Quid sphaera obliqua, quid recta, & parallela sit, inferius dicetur.

SCHOLIUM 3. Circuli omnes, qui per Zenith, & Nadir transeunt horizontem ad angulos rectos secant, *verticales* vocantur.

Quid circuli
verticales?

Quid circuli
diurni?

361. Diurna hac universi circa mundi polos revolutione Sol cis, & trans aequatorem circulos huic parallelus per diem describit, qui circuli diurni vocantur; hi omnes ab horizonte in sphaera recta bifariam, in obliqua vero in varias, & inaequales portiones secantur, quorum portio supra horizontem existens ostendit, quanto tempore Sol supra eundem horizontem versetur, seu quae sit diei longitudo.

362. Solem non eodem semper coeli loco consistere a spectatoribus terrestribus facile est animadversum, tum quia per vices iam ad aequatorem accedebat, iam ab eo recedebat, tum quia modo altior, modo depressior in meridie supra horizontem cernebatur. Ex quo illud intulerunt 1) Solem praeter revolutionem diurnam motu proprio ab occasu in ortum promoveri. 2) Solem, post 365 dies circiter ad easdem stellas fixas redire, atque hoc temporis intervallo bis aequatorem attingere in punctis oppositis. 3) Solem ex utraque parte ad certos terminos ab aequatore recedere ita, ut, dum minimam semel, & alia vice maximam circuli diurni portionem describit, aequali intervallo ab aequatore in meridie distet. Hinc vero sequentes circulos in coelo designarunt. Imo Viam Solis, sive circulum per certas stellas ductum, qui aequatorem in duobus punctis oppositis secaret, hunc-

huncque circulum dixerunt *eclipticam*. 2do Cir. *Quid Ecliptica?*
culos illos diurnos, quos Sol in maxima sua ab
aequatore distantia describit, *tropicos* nomina- *Quid tropici?*
runt.

SCHOLION. Ecliptica nomen inde habet, quod dum Sol, & Luna in hoc circulo versantur, aliquando Sol, aliquando Luna eclipsim patiantur. Tropici vero, seu *versores* inde dicuntur, quod Sol, postquam in circulis his versatus est, ad aequatorem reverti videatur.

363. Circa eclipticam lata undique fascia concipitur, intra quam planetarum omnium orbitae continentur. Latitudo huius fasciae hoc saeculo est $17^{\circ}\frac{1}{4}$. Fasciam hanc *Zodiacum* *Quid Zodiacus?*
dixere.

SCHOLION. In lata illa fascia, quam diximus, constellationes 12 notantur, quas sub animalium variorum figura Astronomi sibi repraesentarunt, spatiumque, quo eae comprehenduntur, Zodiacum, sive *circulum animalium* dixere. Constellationum istarum nomina sequentibus versiculis continentur:

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Easdem constellationes signis sequentibus Astronomi exprimunt. Aries γ , Taurus τ , Gemini π , Cancer σ , Leo Ω , Virgo ν , Libra ζ , Scorpius η Arcitenens, sive Sagittarius ϕ Capricornus ζ , Aquarius $\imath$, Pisces χ . Singulis harum constellationum gradus 30 tribuuntur, unde fit, ut Zodiacus per eas in partes 12 aequales dividatur. Constellationum harum priores tres *signa ascendentia*, & *verna* in sphaera nostra dicuntur, sequentia tria vero *descendentia*, & *aestiva*: per priora enim tria Sol ad tropicum, sive punctum solstitiale ascendit, & in regionibus nostris ver agitur, dum Sol in tribus his signis versatur, in reliquis tribus per aestatem ad aequatorem descendit. Ex signis australibus ex eadem ratione priora tria *descendentia* & *autumnalia*, ultima tria *ascendentia*, & *hyemalia* vocantur; Zodiacus igitur in 4 quadrantes secatur, qui variationi annuae tempestatis respondent. Divisionem hanc indicant circuli duo, qui *coluri* vocantur, quorum unus *aequinoctialis*, per initium arietis, & librae transit; alter *solstitialis* per

initium cancri, & capricorni ducitur. *Aequinoctium verum* igitur in principio arietis, autumnale in principio librae constituitur. *Solstitium aestivum* in cancro, *hyemale* in capricorno habetur.

364. Astronomi ut loca syderum, seu ea coeli puncta, in quibus eadem existunt, definire accurate possint, ad circulos supra iam expositos ea referunt. Itaque *longitudo* syderis est distantia eiusdem a primo puncto arietis, ad quam inveniendam numerantur gradus intercepti inter principium arietis secundum ordinem signorum procedendo, & circulum per polos eclipticae ipsumque sydus transeuntem, eclipticae ad angulum rectum insistentem. *Latitudo* syderis est eiusdem ab ecliptica distantia, quae in circulo eodem mensuratur: dicitur *borealis*, si sit versus polum boreum, *australis* vero, si versus austrum sydus ab ecliptica distet.

365. Declinatio syderum est eorundem ab aequatore distantia, cuius mensura capitur in arcu circuli per polos mundi, ipsumque sydus transeunte. Per maximam Solis declinationem ipsa eclipticae obliquitas, sive inclinatio solaris orbitae ad aequatorem invenitur.

SCHOLION. In globo terraqueo distantia locorum ab aequatore eorum *latitudo* dicitur, *longitudo* vero appellatur distantia eorundem a primo meridiano, quem variarum regionum Geographi per varia superficiei terrestres puncta ducunt.

366. *Ascensio recta* syderum vocatur ille gradus aequatoris, qui cum sydere quovis meridiano attingit. Principium numerandi sumitur in primo arietis gradu, sive in eo puncto, in quo ecliptica aequatorem secat.

367. Planetæ in lineis curvis in se ipsas redeuntibus circa Solem revolvuntur. Puncta, in quibus hæc orbitæ planum eclipticæ secant, *nodi* appellantur, diciturque nodus *ascendens* ille, per quem ab australi hemisphaerio ad boreale transitur, *descendens* vero, per quem ex isto ad illud venit. Orbitæ hæc planetarum sunt proxime ellipticæ, quarum focus Sol ad sensum occupat. Minima planetarum a Sole distantia *perihelium*, vel apsis ima dicitur, maxima vero *aphelium*, vel apsis summa, linea recta puncta hæc duo connectens, quæ est axis maior illius ellipseos, *linea apsidum* appellatur. Semiaxis transversus pro *distantia media* fere habetur. Distantia centri ellipseos a foco *excentricitas* nominatur. Puncta maximæ, & minimæ distantiae a tellure apogæum, & perigæum dicuntur.

SCHOLIUM. Axes maiores, & minores, excentricitatem item, quam variæ planetarum orbitæ habent, sequens tabella exhibet, in qua axis maior telluris in 20000 partes divisus concipitur, inque iisdem partibus reliquorum planetarum axes, & excentricitas exhibentur.

Pro	Tempus periodicum.	Axis maior.	Axis minor.	Excent.
	Dies, Horæ.			
Saturno.	10579, 8	190758.	190448.	5430.
Iove.	4332, 12.	100420.	103899.	2505.
Marte.	686. 23. 30 $\frac{1}{2}$.	30474.	30342.	1415.
Terra.	365, 6, 8 $\frac{1}{2}$, 58 $\frac{1}{2}$.	20000.	19997.	168.
Venere.	224, 16, 48 $\frac{1}{2}$.	14466.	14465.	52.
Mercur.	87, 23, 15 $\frac{1}{2}$.	7742.	7570.	211165.

Comparatio
temporum
period.
axium, ex-
centrici-
tatis.

368. Ipsa etiam planetarum aphelia, & nodi motu quodam lentissimo progrediuntur, cuius tamen accurata mensura ab Astronomis necdum reperta fuit. Sequentem tabellam ex la Caille excerpimus, in qua signum $\oplus$ denotat motum in orientem, signum $\ominus$ in occidentem.

Pro	Motus Aphelii.		Motus Nodi.	
	Ex Cassi- no.	Ex Hal- leyo.	Ex Cassi- no.	Ex Hal- leyo.
Saturno.	$\oplus$ 2//.	$\oplus$ 30//.	$\oplus$ 6//.	$\ominus$ 32//.
Iove.	$\oplus$ 6.	$\oplus$ 22.	$\ominus$ 27.	0.
Marte.	$\oplus$ 21.	$\oplus$ 20.	$\ominus$ 17.	$\ominus$ 12.
Venere.	$\oplus$ 35.	$\oplus$ 6.	$\ominus$ 17.	$\ominus$ 19.
Mercur.	$\oplus$ 19.	$\oplus$ 2.	0.	0.

Quae plan-
etarum
loca?

369. Si spectator in tellure constitutus planetam contempletur, locus planetae, in quo conspicitur, locus planetae *geocentricus* dicitur: quod si vero spectatorem ad Solem transferamus, locus planetae inde visi *heliocentricus* erit.

370. Loca syderum geocentrica relate ad spectatorem in terrae superficie constitutum tria potissimum perturbant: parallaxis, refractionis, & luminis aberratio, de quorum singulis pauca quaedam iam dicenda sunt.

371. Dum quis in patente loco nocte serena constitutus coelum contemplatur, cavam quandam sibi sphaeram effingit, ad cuius superficiem telluri obversam corpora omnia coele-

lestia refert. Quia vero idem sydus e centro terrae spectatum ad aliud illius sphaerae cauae punctum, ad aliud item e superficie terrae spectatum ex opticae legibus refertur, haec locorum, quae in cava sphaera obtinere nobis videtur, differentia eorundem *parallaxis* *Quid parallaxis?* dicitur.

COR. 1. Quod si igitur * spectator in centro terrae constitutus sydus in P existens referat ad punctum *m*, spectator in superficie terrae existens idem referet ad punctum *n*, eritque differentia locorum *m*, & *n*, seu arcus *mn* parallaxis huius syderis. Angulus vero, quem faciunt lineae ex binis observationum locis ad sydus ductae, siue angulus APC vocatur *angulus parallacticus*. * Fig. 108

COR. 2. Anguli parallactici APC mensura citra errorem sensibilem habetur arcus *mn*. Est enim angulus externus ZAP = duobus internis ACP + APC, & hinc APC = ZAP - ACP: iam vero mensura anguli ZAP est arcus Zn (cum enim semidiameter telluris AC ad distantiam superficiei sphaerae coelestis rationem sensibilem nullam habeat, idem est, ac si linea AP duceretur ex centro) anguli vero ACP mensura est arcus Zm, itaque angulum APC, qui est priorum differentia, mensurat quoque arcus mn, qui est aequalis Zm - Zn, eamque ob causam angulus quoque APC parallaxis syderis vocatur.

COR. 3. Erit quoque angulus ZCP distantia vera syderis a Zenith, angulus vero ZAP distantia apparens, ex quo perspicuum fit, parallaxim minuere syderum altitudinem, eaque in plano verticali deprimere.

COR. 4. Quo maior est distantia syderis a terra, eo minor est eiusdem parallaxis. Quo maiores enim sunt lineae AP, & CP, eo minorem rationem ad eas habet linea AC, eoque minor evadit angulus APC. Quamobrem si tanta evadat syderis distantia, ut linea AC ad AP, & CP nullam amplius rationem sensibilem habeat, angulus APC, ac proinde etiam arcus *mn* eius mensura evanescunt.

COR. 5. Quoniam igitur in stellis fixis parallaxis sensibilis nulla animadvertitur, patet earum distantiam prorsus enormem esse debere.

COR. 6. Si sydus in ipso vertice existat, nulla erit parallaxis, in hoc enim situ lineae CP, & CA coincidunt, sydus proinde ad idem sphaerae cavae punctum refertur, sive spectator in centro terrae C, sive in eiusdem superficie A existat. Quo magis igitur sydus a vertice recesserit, tanto maior erit parallaxis, inque ipso horizonte erit maxima.

SCHOLION. Parallaxis, de qua hactenus egimus, parallaxis *diurna* appellatur, quo scilicet distinguatur ab ea, quam parallaxim *annuam* vocant. Est vero parallaxis annua mutatio loci syderum proveniens a vario terrae in orbita sua annua situ: ut si * terra in orbe annuo A t BT circa Solem revolvatur, terra existente in puncto orbitae suae T, spectator astrum S ad superficiei coelestis punctum q referet, dum vero post sex menses tellus in t exstiterit, idem astrum ad p referetur, nisi distantia astri tam enormis fuerit, ut diameter orbitae T t nullam rationem sensibilem habeat. Inde etiam ortum ducunt, quae de apparenti cometarum motu iam directo, iam retrogrado superius dicta sunt, atque ex eodem pariter fonte planetarum motus retrogrados, directos, & stationes inferius exponemus.

Quid refractione?

372. Refractio est mutatio loci syderum inde proveniens, quod lux, cuius ope ea conspiciamus, dum e medio rariore in densius, vel vicissim transit, a tramite priore aliquantum deflectat, quo fit, ut spectator terrestris ad aliud superficiei coelestis punctum sydus referat, quam sit illud, quod eidem directe opponitur.

SCHOLION. Hanc lucis proprietatem, quam hic, ut cognitam, assumimus, in Physica particulari uberius declarabimus.

* Fig. 108 COR. I. Quod si ergo * sydus in S exstiterit, sitque pars atmosphaerae terrae incumbens A E D B F, radius SD incidens in punctum atmosphaerae D ita refringetur, ut relicta priore directione ex D versus A progrediatur, oculus itaque spectatoris sydus per lineam rectam A D referet ad q.

COR. 2. Illud quoque manifestum est, refractione hac altitudinem syderum, seu distantiam eorum ab horizonte augeri, producique effectum parallaxi contrarium.

373. *Aberratio* syderum est apparens quae- Quid aberratio?
dam loci mutatio proveniens ex motu terrae
in orbe annuo, & successiva luminis propaga-
tione. Ad hanc rite concipiendam fit * stella * Fig. 110
quaepiam in E, quae lumen emittat ex E in B;
sit AB portio exigua orbitae terrestris 20''
circiter, & CB spatium, quod radius, sive
particula lucis eo tempore percurrit, quo ter-
ra describit AB: erunt BC, & AB spatia a
luce, & terra eodem tempore confecta, ut
earundem celeritates. Ducatur linea CD pa-
rallela & aequalis lineae AB, ductaque DB
compleatur parallelogrammum ACDB, cele-
ritas lucis CB secundum dicta de motu com-
posito resolvi potest in CD, & CA, quarum
prior CD aequalis, & parallela celeritati ter-
rae AB a spectatore terrestri ex A in B de-
lato percipi non poterit (motus enim aequa-
les, & parallelos a nobis non percipi ex in-
fra dicendis apparebit.) Sola igitur celeritas
lucis per CA expressa sensibilis evadet, ra-
diusque ad oculum spectatoris ex A in B de-
lati directione CA, aut BD illi parallela per-
tingit, quamobrem spectator quoque stellam
ad lineae huius BD extremitatem referet, eam-
que in puncto G existere iudicabit. An-
gulus CBD *angulus aberrationis* dicitur, hic
enim indicat, quanto intervallo sydus a vero
loco ob annum terrae motum, & successi-
vam luminis propagationem removeatur.

COR. 1. Quoniam 20'' in tabulis motus solaris 8', 74 $\frac{1}{2}$ temporis respondere deprehenduntur, certi efficimur, lucem 8', 8'' proxime indigere, ut ex Sole ad terram in media a Sole distantia positam pertingat. Ex quo illud insuper eruitur, celeritatem lucis esse 10313 vicibus maiorem celeritate media terrae.

COR. 2. Quod si linea CD ad lineam AB sensibilem rationem nullam habeat, nulla quoque sensibilis aberratio futura est. Quoniam igitur celeritas, qua terra circa axem suum revolvitur, nonnisi pars $\frac{1}{83}$ celeritatis est, qua terra in orbe annuo deferretur, aberrationem sensibilem parere nequit.

SCHOLION 1. Hac aberratione fieri debere, ut stella in ipso eclipticae polo posita circulum, existens vero in eclipticae plano lineam rectam, extra illud vero ellipsim describere videatur, eleganter ostendit Cl. de la Lande Astronomiae L. 17.

SCHOLION 2. Aberrationem hanc syderum detexit Bradleyus Astronomus Anglus. Occasionem vero praebeuit disquisitio in parallaxim annuam fixarum. Cum enim Cl. Flamstaedius tum ex Hockii, tum ex suis observationibus fixarum annuam parallaxim erui posse contendisset, cel. Molineux Irlandus sectore astronomico eum in finem a summo Angliae artifice Grahamo elaborato fixarum per meridianum transeuntium a puncto verticali, sive Zenith distantiam mensurare aggressus est, ex cuius observationibus cum nihil certi erui posse videret Cl. Bradleyus, eundem ipse laborem suscepit, moxque apparentes quosdam fixarum motus deprehendit, qui tamen illis motibus, quos annua parallaxis efficere poterat, plurimum adversarentur. Itaque de singularis phaenomeni causa sollicitus illud primo nutationi axis terrestri (quam inferius exponemus)tribuendum censuit, verum repetitis observationibus aliam phaenomeni causam subesse intellexit. Postquam ergo felici fato eo delatus est, ut a motu terrae annuo, & luminis successiva propagatione aberrationem hanc ortum ducere censeret, tantum inter calculos, & observationes consensum reperit, ut discrimen unica tantum vice ad 2'' ascenderit; ut adeo ab astronomis omnibus aberrationis huius causa certissima annuus ille terrae motus, & successiva luminis propagatio habeatur.

SCHOLION 3. Ex ipsa hac syderum aberratione vicissim legitime inferitur, terram in orbe annuo deferri, lumineque successive propagari.

ARTICVLVS XI.

De Mundi systemate.

374. *S*ystema mundi vocatur certa quaedam *Quid syste-*
 corporum totalium, quorum colle- *ma mun-*
 ctio mundum hunc constituit, dispositio, sive *di?*
 varia eorundem ad se invicem ordinis, distan-
 tiarumque habitudo.

375. Est vero dispositio haec, quam Astro-
 nomorum observationibus potissimum debe-
 mus, eiusmodi: in medio, sive prope com- *Systema*
 mune gravitatis centrum planetarum omnium *mundi.*
 Sol constituitur, circa hunc revolvuntur pla-
 netae primarii sex ordine sequenti: Mercu-
 rius, Venus, Terra, Mars, Iupiter, Satur-
 nus. Distantiae horum planetarum a Sole
 sunt ut numeri sequentes 4. 7. 10. 15. 52. 95.
 Terram Luna eiusdem fatelles, Iovem qua-
 tuor, Saturnum quinque satellites ambiunt.
 Cometae, quos planetarum genus aliquod esse
 docuimus, in ipsis primariorum planetarum
 regionibus versantur, neque infra Lunam de-
 scendentes, neque ultra Saturnum, quod
 nonnullis aliquando visum, admodum evagan-
 tes. In ingentibus ab his distantis constituta
 sunt stellae fixae, quas Soles totidem
 esse, novorumque fors systematum centra te-
 nere superius diximus.

SCHOLION 1. Haec corporum coelestium dispositio sy-
 stema Copernicanum vulgo dicitur, propterea, quod Ni-
 colaus Copernicus illud in opere suo *de revolutionibus or-*
bium exposuerit, illudque exhibet fig. III.*

* Fig. III

SCHOLION 2. Terram moveri veterum complures do-
 cuerunt: referente enim Cicerone, Nicaetas Syracusanus
 ter-

terrae motum vertiginis tribuit. Philolaus Pythagoricae sectae Philosophus eandem circa Solem revolvi docuit. Heraclides, alique Pythagorici ita passim huius sententiae adhaerebant, ut systema terrae motae a Philosophis systema Pythagoricum vulgo vocatum fuerit. Hos secutus videtur Nicolaus Cusanus S. R. E. Cardinalis circa finem saeculi XIV, qui L. II. de *docta ignorantia* ita scribit: „iam nobis manifestum est, terram istam in veritate moveri, licet nobis hoc non appareat, cum non apprehendamus motum, nisi per quandam comparisonem ad fixum. „

SCHOLIUM 3. Cum vero oblivione fere iam sepulta iaceret sententia haec, Nicolaus Copernicus eam resuscitavit, multisque sui temporis Astronomis persuasit. Postquam vero Newtonus gravitatem universalem, seu mutuum corporum omnium in se invicem actionem ex ipsis corporum coelestium motibus eruisset, systema hoc ita Astronomis, Physicisque omnibus arrisit, ut hodie fere iam nemo sit, qui spectatis astronomicis, physicisque rationibus in dubium illud adducere ausit. Natus erat Nicolaus Copernicus Toruni in Borussia anno 1473, postea Canonicus Warmiensis Romae mathematicas disciplinas per 27 annos docuit, & demum ipsi Paulo III. summo Pontifici librum de revolutionibus orbium coelestium obtulit, opus 30 annorum, in quo systema terrae motae omni contentione defendit.

376. Hanc porro corporum coelestium dispositionem eam esse, quae in ipsa rerum natura obtineat, non aliunde clarius intelligitur, quam si ostendatur, quanam ratione ea admissa aspectabilia omnia universi huius phaenomena explicantur. Imo igitur motus astrorum diurnus, quo intra 24 horas ab ortu in occasum revolvuntur, per motum vertiginis terrae, quo ea intra idem tempus ab occasu in ortum gyratur, clarissimum explicatum habet. Cum enim motus huius ignari simus, eum obiectis extra nos positis tribuimus, quae propterea in partem oppositam converti iudicamus,

*Explicatio
phaenomenorum in
systemate
Copernico.*

camus, velut qui mari ab urbe quapiam recedunt, si forte ad motum suum non bene advertant, ipsum littus a se recedere existimant iuxta illud Virgilii:

Provehimur portu, terraeque, urbesque recedunt.

SCHOLION 1. Fundamentum apparentiae huius principio cuidam optico innititur, quo ostenditur, eandem in oculos nostros impressionem fieri, siue nos ab obiecto in linea recta recedamus, siue nobis quiescentibus obiectum in eadem linea recta directione opposita removeatur.

SCHOLION 2. Sola phaenomeni huius tam nitida explicatio sufficiens systematis huius comprobatio Cl. de la Lande videtur, haec enim habet: (Astronom. L. V.) Dum immensam illam sphaeram cavam coelestem quis contemplatur, in qua spectandas se nobis praebent stellae fixae numero sane magno, maximisque intervallis a nobis remotae, planetae motu proprio gaudentes, Cometae, qui planetis sese nonnunquam immiscent, dein vero, quantum sit terraqueus noster globus, cum enormibus illis massis comparatus expendat, vix quidem sibi persuadebit, tot, tantaque corpora tantis intervallis distita circa punctum aliquod, quale terra nostra respectu horum corporum recte habetur, intra 24 horas converti. P. Ricciolus vero, licet centum fere argumenta congesserit, quibus systema hoc impugnat, fateri tamen non dubitavit, illud esse eiusmodi, „quod nunquam satis admirati sunt, admirabunturque posterius, in quo unius globi terraquei motu „id praestatur, quod non sine insanis sphaerarum machinis „maxima veterum Astronomorum pars ante Copernicum „vix adumbrare potuit, qui una axis terrestris libratione „tres ingentes sphaeras de coelo deiecit, atque absumpsit. Quodque tot ante Atlantes non potuerunt, unus „hic Hercules ausus est sustinere. „

377. Phaenomenon alterum, quod in hoc *Explicatio*
systemate explicandum venit, est apparens So- *motus annui Solis.*
lis in ecliptica annuus motus, de quo articulo
praecedente egimus. Hic porro motus per
ipsum terrae motum in orbe annuo siue ecliptica rectissime exponitur. Dum enim terra
in principio arietis existit, Solem in libra esse
iudi-

iudicamus. Dum ea 30 gradibus progressa ad taurum pertingit, Solem ad Scorpionem processisse existimamus, ita nempe, ut locus Solis apparens 180 gradibus, sive signis sex ab eo semper loco distet, in quo terra reperitur.

*Explicatio
stationum
& retro-
gradatio-
num.*

378. Ex ipso hoc telluris in orbe annuo motu illud quoque provenit, quod planetae tam superiores, id est, Mars, Iupiter, Saturnus, quam inferiores, Mercurius scilicet ac Venus aliquando secundum ordinem signorum, sive in consequentia moveri, aliquando vero contra ordinem signorum, sive in antecedentia ferri, aliquando etiam eodem veluti loco consistere videantur, quamvis veri eorundem motus perpetuo ab occasu in ortum vergant; cum enim terra orbem suum intra annum unum decurrat, planetae vero inferiores tempore breviori, superiores longiori ad orbitas suas describendas indigeant, spectator cum terra in orbe annuo circumlatus planetas hos iam praecedet, iam sequetur, pro vario proinde respectu eorundem situ ad varias coeli plagas eos referet; unde modo directi, modo retrogradi, aliquando etiam stationarii esse videbun-

* *Fig. 112* tur. Sit enim terra * in orbitae suae puncto T, Mars vero in suae pariter orbitae puncto P, quoniam Mars annis fere duobus ad percurrendam orbitam suam opus habet is eo tempore, quo terra orbem integrum absolvit, orbitae suae partem nonnisi dimidiam peragrabit, terra itaque ex T ad C translata, Mars ex P ad E transgredietur, quo tempore specta-
tori

tori terrestri arcum NF secundum ordinem signorum descripsisse videbitur, atque adeo directus habebitur. Terra deinde ex C in I, Marte vero ex E in R translato, spectator terrestris in puncto I constitutus Martem ad F referet, ad quod punctum cum eum pariter ex loco orbitae suae C retulisset, is stationarius videbitur: demum terra ex I in H, Marte vero ex R in S digresso spectator ex puncto H Martem ad punctum G referet, eumque ex F in G contra signorum ordinem regressum fuisse iudicabit, ac proinde is retrogradus erit.

COR. 1. Eadem ratione, tum reliquorum planetarum superiorum, tum inferiorum stationes, retrogradationesque exponuntur.

COR. 2. Quaecunque superius de Cometarum apparente motu directo, ac retrogrado dicta sunt, ex his quoque lucem accipiunt.

379. Explicandae quarto loco veniunt variae illae, quae in globo nostro terraqueo notantur, tempestatum, dierum item, noctiumque vicissitudines. Ad has porro exponendas notandum est 1) orbem, in quo terra movetur, sive eclipticam aequatorem secare in punctis duobus, ad eumque inclinari sub angulo 23° , & $30'$ proxime. 2) Axem quoque telluris cum diametro eclipticae angulum 66° , $30'$ constituere. 3) Tellurem ita in orbe suo revolvī, ut axis sibi ipsi perpetuo maneat parallelus. Ad hanc vero axis parallelismi conservationem notandum probe est, causam peculiarem nullam requiri, quin potius, ut observat Cl. de la Lande ad eiusdem mutationem causa quaedam positiva necessaria foret. Quod

si enim axis terrae versus determinatum aliquod coeli punctum principio directus fuit, hunc perpetuo situm servabit, quantumvis terra motu annuo secundum quamvis directionem feratur. Per hunc itaque axis terrestris parallelismum, eiusque ad eclipticam inclinationem phaenomena dicta ad mentem citati superius authoris ita exponimus: sit * Sol in puncto S, sint C, & D puncta duo opposita orbis annui, in quorum priore terra 21 Iunii, in altero vero 21 Decembris existat. Sit EF diameter aequatoris, GH diameter tropici Cancri, IK tropici Capicorni. Si axis terrae PA ita sit inclinatus, ut aequator EF cum radio solari SC, sive cum ipsa ecliptica, in cuius foco Sol existit, angulum $23^{\circ}\frac{1}{2}$, constituat, ob angulum HCF, sive arcum HF aequalem $23\frac{1}{2}$ radius solaris ad punctum H ab aequatore totidem gradibus remotum pertinget, id est omnibus illis locis, quae sunt sub tropico illo, eo die ad perpendicularum incumbet. Quod si vero axis PH radio solari, sive diametro eclipticae, secundum cuius directionem radii solares propagantur, ad perpendicularum insisteret, diameter aequatoris ECF cum ipso solari radio CS coincideret, iisque locis, quae sub aequatore sita sunt, Sol ad verticem immineret. Facit igitur inclinatio axeos PA, qui cum diametro eclipticae angulum PCH $66^{\circ}\frac{1}{2}$ constituit, ut radius solaris in punctum H diversum a puncto aequatoris F perpendiculariter incidat. Post elapsos 6 menses terra in puncto opposito D existente, eiusque
axe

* Fig. 113

axe TB parallelo manente axi PH, ita nimirum, ut versus eandem coeli plagam dirigatur, quam situ priori respexit, radius solaris SRD iam non tropico Cancrī L, sed tropico Capricorni R respondebit, eaque die loca omnia sub hoc tropico sita diurna terrae circa axem revolutione Solem suo vertici imminet habebunt, atque ita Sol eo die tropicum Capricorni, sive parallelum $23^{\circ}\frac{1}{2}$ ab aequatore austrum versus remotum describere videbitur. Hinc vero illud quoque patet, quo tempore Sol tropico Cancrī, sive puncto H respondet, omnes regiones inter hunc tropicum, polumque arcticum fitas aestate gaudere, quo vero tempore is tropico Capricorni, sive puncto R respondet, easdem terrae plagas cum hyeme conflictari: contrarium in locis intra tropicum Capricorni, polumque antarcticum fitis eveniet.

COR. 1. Diversitas phaenomenorum, quae ex vario locorum in superficie terrae situ proveniunt, his rite intellectis nullo negotio declaratur. Hinc videlicet ratio redditur, cur in sphaera recta dies noctibus perpetuo aequentur, cur Sol bis per annum eorum vertici imminet, qui hunc sphaerae situm habent, cur bis aestate, bis vere, nunquam hyeme gaudeant. Cur deinde in sphaera obliqua sit quatuor anni tempestatum successio, cur dierum, noctiumque incrementum, decrementumque, cur binis per annum vicibus dies nocti aequentur. Cur tandem in sphaera parallela dies per anni dimidium producat, perque aequale temporis intervallum tenebris involvantur omnia, praeterquam quod crepusculum 50 circiter diebus, longum illum diem praecedens, insequensque, illarum terrarum incolis non leve solamen afferat.

COR. 2. In systemate hoc nonnisi duplex motus telluri tribuitur, annuus nempe in ecliptica, & vertiginis circa axem, nullusque est tertius motus parallelismi, quem quidam confluxerunt, existimantes peculiari motu opus esse.

esse, ut axis terrae parallelum illum situm conservet. Quae vero post plurium annorum decursum in hoc axis parallelismo notantur, mutationes a causis inferius exponendis dependent.

*Momenta
pro syste-
mate co-
pernicano.*

380. Quantumvis vero tam nitida phaenomenorum explicatio systematis huius veritatem consuadere videatur, alia tamen etiam breviter perstringam, quae pro hoc systemate faciunt. Primo quidem loco occurrit figura terrae sub polis compressa, sub aequatore protuberans, quae conversioni circa axem admodum convenit, licet dimensiones hactenus factae effectui eius conversionis non satis respondeant. Secundum argumentum a regulis Kepleri ducitur, quae non in alio, quam hoc systemate locum habent, has porro iam superius (128) exposuimus, iterumque sectione sequenti uberius declarabimus. Tertium, idque gravissimum momentum aberratio syderum (373) suppeditat; phaenomena enim aberrationis huius certa sunt, & si revera terra movetur, haud aliis fane legibus subiacent, quam quae immediate ex terrae motu periodico, & successiva luminis propagatione fluunt. Deinde in systemate terrae quiescentis nihil ostendi potest, quin nec videtur quidpiam verisimile fingi posse, quod tam accurate his phaenomenis satisfaciat. Quarto denique causa physica motus astrorum ex mutua corporum omnium in se invicem actione petita cum hoc systemate mirum quantum conspirat, dum contra systematis terrae quiescentis Patroni ad intelligentias sive supernas potestates confugere necessum habent, quorum ministerio in-

in-

gentes illi globi spiras varium in modum contortas describant.

SCHOLION I. Contra systema terrae motae 77 argumenta congeffit P. Riccioli, non adnumeratis illis, quae ex sacrarum literarum autoritate depromsit, ex eo posteriores scriptores fere excerpere, quidquid in eorum libris systemati huic adversans reperitur. Verum tanta haec argumentorum farago ad tria commode capita revocatur; ad primam scilicet classem pertinent argumenta ex physica petita, ad secundam classem astronomica, tertiam classem argumenta ex Divinarum scripturarum autoritate hausta constituunt. Argumenta physica haec fere sunt: si terra circa axem ab occasu in ortum revolveretur, 1) nubes directione contraria ab ortu in occasum perpetuo viderentur deferri. 2) Aves in aere pendulae idem terrae punctum respicere longiori tempore nequirent, eadem ex nidis suis evolantes eosdem reduces nequidquam requirerent. 3) Gravia in lineis ad superficiem terrae perpendicularibus descendere haud possent &c, quas obiectiones sequentibus versibus exprimit Buchananus (Sphaerae L. 1.)

*Obiectiones
contra sy-
stema Co-
pernici.*

Ipsae etiam volucres tranantes aera leni

Remigio alarum celeri vertigine coeli

Abreptas gemerent sylvas, nidosque tenella

Cum sobole, & cara forsan cum coniuge, nec se

Auderet Zephyro solus committere turtur.

Verum ad diluendas omnes has obiectiones (quarum robur, quam exiguum sit, ipsi systematis terrae quiescentis defensores agnoscunt, profitenturque) illud unum notasse sufficiat, motum vertiginis, quem terrae tribuimus, non nucleo terrae tantum, verum corporibus omnibus in superficie terrae positis, ipsi adeo terrestri atmosphaerae communem esse; deinde illud quoque certissimum habendum, motus communes, & parallelos plurium corporum, respectivos, & particulares eorum corporum inter se motus nil quidquam turbare, neque etiam ab iis, qui communi hoc motu gaudent, percipi, nisi reflexione multa, & attentione ad objecta externa, quae iis motibus carent. Ita si ingens quaedam navis in mari motu aequabili provehatur, qui in ea navi sunt, ambulare, discurrere, pilae ludere non secus poterunt, quam si navis quiesceret; lapis ex mali apice delapsus ad eiusdem mali pedem deci-

det, qui intra hanc navem sunt, ipsum navis motum non perferent, nisi obiecta quaedam extra navim existant, ad quae navis motum referre possint. Quod si in ingenti eiusmodi navi natum quempiamingas, ac educatum, qui nunquam ad obiecta extra eam navim posita oculos converterit, ei non facilius persuadebis, navim hanc moveri, quam hominem sensuum testimonio plus nimio fidem inducas, ut se una cum tellure revolvi assentiat. Horum principiorum applicatione non modo obiectationibus propositis, sed quibuscunque aliis his similibus nullo negotio satisfit.

Argumenta astronomica bina sunt; primo enim existimant, ex motu terrae in orbe annuo illud evenire debere, ut stellae fixae quibus iam propiores efficitur, iam amplius ab iis recedimus, ipsae etiam modo maiores, modo minores esse videantur. Deinde ex eadem telluris in orbe annuo revolutione fixarum quandam parallaxim notari debere contendunt, quorum tamen neutrum ab Astronomis observatum adhuc est. Sciendum vero est, adeo enormem esse fixarum distantiam, ut ipsa orbis annui diameter ad eam comparata sensibilibiter nulla sit, quo posito neutrum eorum observari poterit. Certe si fixae cuiuspiam parallaxis unius tantum minuti secundi foret, demonstrante de la Lande (Astronom. L. 16.) distantia eiusdem 6771770 millionum leucarum foret, cum autem ea ad minutum secundum haud assurgat, eae quoque fixae, quae telluri proximae sunt, intervallo maiori, quam sit spatium 677177000000 leucarum a terra remonentur.

Denique sacrarum literarum auctoritatem oggerunt, praecipue ex libro Iosue haustam, in quo (Cap. 10) haec habentur: *steteruntque Sol & Luna, - - - stetit itaque Sol in medio coeli, & non festinavit occumbere.* Verum hunc scripturae locum haudquaquam in sensu literaliter capiendum esse Copernicani systematis defensores contendunt, cum constet scripturam captui vulgi in rebus naturalibus se accommodare. Illud videtur negari haud posse, Iosue, etiamsi motum telluris cognitum habuisset, non alia tamen ad suos locutione uti potuisse, metu, ne suis ridiculo haberetur, uti Astronomi moderni Copernicano systemati addictissimi non modo Solem oriri, occidere, ad meridiem attingere, in vulgari sermone dicunt, verum suis etiam ephemeridibus tempus, quo Sol oritur, occidit &c inserunt, ut communi hominum usui se accommodent. Atque ita nos quoque de Solis motu in eclipti-

ca, recessu ab aequatore, altitudine meridiana, aliisque similibus, articulo praecedente egimus.

SCHOLION 2. Ut vero appareat, quantum Copernico Astronomia debeat, systema mundi, quod ad Copernici usque tempora in scholis vixit, vulgoque Ptolemaicum dicebatur, paucis exponam. In hoc igitur systemate terra in medio posita centri instar quiescit, ex quo circuli omnes concentrici, ceu totidem planetarum orbitae, & post hos * RSTU orbis fixarum describuntur. Circulum * *Fig. 114* intimum Luna occupat, in altero Mercurius, in sequente Venus moventur. Sequitur Sol reliquorum veluti princeps, post hunc Mars, Iupiter, & Saturnus revolvuntur, agmen denique claudunt stellae fixae. Orbis porro planetarum ex veterum opinione solidi erant, crystallo pellucidissima fusi, quos inter excavatos tramites globi illi coelestes ex eorum mente percurrerant. Pro hac porro sententia sua ex scripturarum, Patrumque testimoniiis acerrime dimicabant, addebantque fixas velut totidem lucentes clavos, extimae crustae, seu firmamento infixas esse. Octo his planetarum sphaeris adiecta deinde fuit sphaera nona MNOP, quam sphaeram primi mobilis vocarunt, quae motu suo astra omnia intra 24 horas ab ortu in occasum raperet. Accessit paulo post sphaera decima, qua motum proprium planetarum ab occasu in ortum explicare satagebant, quibus non contenti undecimam adiecere ad varias motuum anomalias extricandas. In hoc porro systemate tot, tantaque occurrunt primis Astronomiae principiis aperte repugnantia, ut factis mirari haud liceat, tam longa annorum serie systema hoc in scholis floruisse, & unice pro vero habitum fuisse. Hoc igitur Augiae stabulum purgandum sibi sumpsit Copernicus, quo in opere tam feliciter versatus est, ut solidis illis orbibus confractis, omnique illa epiciclorum turba procul esse iussa, laetissimam astronomiae faciem induxerit.

SCHOLION 3. Copernicanum hoc systema, quantumvis cum rationibus astronomicis optime consentire adverteret Tycho de Brahe nobilis Danus, cum tamen illud auctoritati sacrarum literarum repugnans iudicaret, systema aliud excogitavit, quod Ptolemaico illi, cuius gravissimos errores astronomus praestantissimus facile inspexerat, sufficeret. Ponit is igitur * terram immotam in T, in centro universi, circa terram proxime gyratur Luna, maiore intervallo demum Sol in orbita circulari quidem, sed excentrica, hoc est, cuius tentrum non sit in ipsa terra, *Fig. 115*

sed extra illam. Circa Solem vero tanquam centrum motus sui revolvuntur planetae reliqui in orbitis circularibus. Extrema denique est fixarum sphaera, seu coelum stelliferum. Verum systema hoc quamvis Ptolemaici systematis errores devitet, minus tamen concinnum ordinatumque est. Duo namque in eo veluti centra motuum corporum coelestium ponuntur: Terra nimirum, quae sit centrum motus Lunae, Solisque, deinde Sol, qui reliquorum planetarum centrum habetur, quod tamen ipsum simplicitati naturae minus convenit. Deinde planetarum stationes, retrogradationesque in hoc systemate per spiras varias, in quas planetarum orbitae dividuntur, explicantur, quae res & implexa admodum est, & a physicis motuum causis perquam aliena. Denique tabulae astronomicae principiis huius systematis innixae observationibus minus respondent, irritosque omnes conatus suos fuisse ipse profitetur P. Riccioli, quos ad conciliandum systema hoc cum motibus corporum coelestium, quales ex astronomorum observationibus eruuntur, impenderat.

SCHOLIUM 4. P. Boscovich (Differt. de aestu maris) quietem terrae cum ipso copernicano systemate conciliari posse existimat, si nimirum concipiatur spatium absolutum, cui motus illi omnes directione opposita tribuantur, qui in systemate Copernici telluri inesse dicuntur; tunc enim futurum existimat, ut licet terra absolute quiescat, eaque sit corporum coelestium dispositio, qualem systema illud deposcit, apparentes tamen omnes motus ita se prorsus habeant, uti in terrae motae systemate habere sese debent. Verum spatii absoluti obscura admodum est notio, motusque spatio huic tributi hypothesis sunt ad libitum efficta, qualis in vera physica locum habere nullum omnino debet.

S E C T I O II.

De motuum coelestium causis.

Posteaquam corporum totalium, universum hoc constituentium naturam pro viribus scrutati sumus, eorum insuper dispositionem, variasque a se invicem distantiarum rationes exposuimus, eo iam accedendum est, ut motuum

tuum coelestium causas physicas proferamus. Versamur vero hic in argumento physicae modernae facile principe, quod mutuarum virium doctrinae fertilissimum campum pandit, in quo exultare veluti, omnemque foecunditatem suam depromere possit. Et sane, qui doctrinae huic acerrime obluctantur, ubi ad causas physicas motus astrorum perventum est, sui velut immemores virium centralium opem implorant, nisi causas has sibi penitus ignotas dicere malint. Newtonum certe non alio magis, quam in hoc argumento feliciter versatum fuisse, ingeniique non satis unquam mirandi vires non alio luculentius exemplo patefecisse uno velut ore omnes profitentur: nos doctrinam hanc pro instituti nostri ratione breviter, dilucideque exponere adnitemur.

ARTICVLVS I.

Exponuntur phaenomena motus astrorum.

381. **I**nter phaenomena motus astrorum principem locum tenet, quod planetae primarii circa Solem, secundarii vero circa primarios in lineis curvis in se ipsas redeuntibus revolvantur. Quod quidem planetae in lineis curvis in se ipsas redeuntibus revolvantur, ex eo manifestum fit, quod post certum annorum numerum ad idem coeli punctum rursus revertantur, in quo ante existerant. Hanc deinde revolutionem circa Solem peragi ex eo conficitur, quod si spectator in Sole

*Phaenomenon
non primum
motus astro-
rum.*

constituatur, planetasque circa Solem gyrantes inde contempletur, motus omnes eorundem summo ordine ab occasu in ortum peragi facile advertat, quod si vero e terra eosdem motus speculetur, planetae iam progredi, iam regredi, iam suis veluti locis subsistere videantur. Deinde Mercurium, Veneremque circa Solem revolvi phases eorundem, five variae disci illuminati, tenebrisque involuti apparentiae fatis probant. Mars, quoniam ad oppositionem cum Sole pervenit, patet, orbitam eius orbem telluris complecti; sed etiam Solem is amplectitur; quippe dum ad coniunctionem cum Sole accedit, si infra Solem moveretur, instar Veneris, aut Lunae corniculatus videretur; cum tamen experientia teste rotundam semper faciem exhibeat, nisi quod in aspectu quadrato gibbosus aliquantum appareat. Referat S * Solem, T terram, circulus MNPR orbitam Martis, patet, Martem tam in M, quam in P pleno orbe terricolis refulgere, cum in his positionibus facies Soli obversa terrae quoque obvertatur; in N vero, & R paullulum gibbosus apparebit. Praeterea Mars, dum in oppositione cum Sole versatur, referente Keilio septies maior videtur, quam coniunctioni propinquans, adeoque in illo situ septies propius ad terram accedit, quam in coniunctione, ubi longissime a terra distat. Hinc constat, non terram, sed Solem in centro (vel potius foco) orbitae Martis existere. Cum iam eadem phaenomena obversentur in Iove, & Saturno, licet

multo

* Fig. 116

multo minore distantiarum varietate in Iove, quam in Marte, & adhuc minore in Saturno, quam in Iove, hos quoque planetas in diversis orbitis ultra Martem positos circa Solem rotari necesse est. Ipsam vero tellurem quoque circa Solem converti ex iis manifestum fit, quae articulo postremo sectionis praecedentis pro systemate copernicano protulimus.

382. Orbitae hae, quas circa Solem planetae decurrunt, haudquaquam circuli sunt, sed ellipses variae, in quarum foco Sol existit. Quoniam nempe planetas in lineis curvis in se ipsas redeuntibus revolvi dubitari nequit, illud iam ab Astronomis cura maxima inquiritur, quatenus curvae species sit, ad quam planetarum traectoriae revocari possint. Atque hic quidem primo loco se offert circulus, in quo planetae incedere possint: quoniam vero certissimo constat, planetas singulis momentis distantiam a Sole mutare, supponi nequaquam potest, Solem in centro horum circulorum existere. Quod si igitur circularis sit planetarum orbita, Sol in puncto aliquo S * * *Phaenomenon secundum.* *Fig. 117* extra centrum C sito constituatur est necesse, ex quo rectae ad circumferentiam ductae diversas planetae cuiuspiam e. g. Mercurii a Sole distantias exhibeant. Ut autem innotescat, an haec hypothesis phaenomenis satisfaciat, ducenda est *primo* per S, & C linea apsidum PA, in qua PS minimam, AS vero maximam Mercurii a Sole distantiam referat, perihelio eiusdem in P, aphelio vero in A existente. *Secundo* ex puncto S tanquam cen-

tro radio CA describatur circulus MTNIM, cuius area aequalis erit areae traiectoriae assumptae, quique traiectoriam in punctis duobus M, & N fecabit. *Tertio* determinetur ratio, quam habent rectae SP, SA, SN, vel SM. Ostendit vero Cl. la Caille ex observationibus accuratissimis circa motus Mercurii factis, quod si linea SN ponatur aequalis 1000, lineam SP fore = 800. 111, SA vero = 1222. 441. Quod si igitur traiectoria PNAM sit circulus aequalis alteri TNIM, summa rectarum SP, SA aequari debet duplo radio SN, quod cum observationibus evidenter pugnat, deberet enim esse 2022. 552 = 2000, quod est absurdum. Traiectoria igitur MPNA circulus esse nequit. Posteaquam igitur compertum est, orbitam in qua planetae incedunt, circulum esse non posse, illud investigandum sibi Astronomi sumpserunt, an altera curvae in seipsam redeuntis species observationibus satisfaciat. Qua in re illud facile animadverterunt, siquidem planetarum traiectoria ellipsis sit, Solem non posse in centro huius ellipseos collocari: in hoc enim si existeret, planetae in sua circa Solem revolutione bis ad aphelium, bisque ad perihelium pertingerent, dum nempe per extrema axis maioris, minorisque puncta transirent. Constat vero ex observationibus, planetas durante una revolutione semel duntaxat ad aphelium, & semel ad perihelium pervenire: quare Sol extra ellipseos centrum collocandus est, locusque, qui se primum offert, videtur esse alteruter focorum.

rum. Posito itaque Sole in foco S^* ellipseos* *Fig. 118*
 $PMAN$, ex observationibus dimensiones huius ellipseos deducendae sunt, videndumque, an omnes inter se congruant. Patet autem imo axem maiorem AP huius ellipseos debere esse aequalem summae distantiarum aphelii SA , & perihelii SP : quod si ergo centro S describatur circulus TNM , cuius area areae ellipseos aequalis sit, axis maior AP iuxta calculum paullo ante adductum debet esse partium 2022. 552, qualium partium radius SN 1000 continet. 2do Cum area circuli ponatur aequalis areae ellipticae: diameter eius debet esse media proportionalis inter axes ellipseos (elem. 898), ex quo reperitur axis minor ellipseos Bb partium 1977,699; & parameter Kk , quae (elem. 817.) est tertia proportionalis ad AP , & Bb partium 1933, 84. His positis, si orbita v. g. Mercurii sit elliptica, sequitur, quod, dum tribus signis, sive 90 gradibus utrinque a linea apsidum distat, eius distantiae a Sole SK , & Sk inter se aequales sint, & simul sumptae aequentur (elem. 801.) parametro axis maioris. Haec porro omnia in orbita Mercurii ita se habere, ex observationibus ostendit Cl. la Caille, ex quo haec omnia excerpimus, indeque concludit, per observationes licere omnia puncta A, P, M, N, K, k, R, r in ellipfi collocare, in cuius foco S Sol existat. Quod si igitur aliorum quoque planetarum loca varia in orbitis suis simili modo astronomus examinaverit, illud tandem tuto concludet, omnes pla-

netas primarios moveri in ellipsis, quarum focus communem Sol occupat.

COR. Quod de planetis primariis respectu Solis, idem de secundariis respectu primariorum ostendi potest.

SCHOLION I. Ut Tyrones intelligant, qua via ratio li-
 • Fig. 116 nearum SN * PS, AS inveniatur, recolendum est, quod in mechanica (129) demonstravimus, celeritatem corporis circa punctum aliquod revoluti esse inverse ut perpendicularum e centro virium demissum: quod si igitur celeritas maxima planetae in puncto P, minima in puncto A, media in puncto N ex observationibus innotescat, linearum dictarum, quae sunt ipsa illa perpendiculara ex centro virium demissa, ratio inde quoque erui facile poterit.

SCHOLION 2. Planetas non in circulis, sed in ellipsis deferri primus docuit Keplerus. Cum enim primo planetas in circulis moveri posuisset, repetitis 70 vicibus calculis, figuram orbitarum circulearem observationibus non respondere, dolens, & tam immensi laboris pertaesus animadvertit. Cum vero deinde advertisset, distantiam
 • Fig. 116 mediam SN * minorem esse, quam sit semisumma rectorum SP, SA, curvam, quam planetae describunt, in punctis N, & M magis compressam esse debere intellexit, quam versus A, & P, qualem curvaturam ellipsi melius, quam circulo convenire facile patuit. In celebri igitur opere *de stella Martis* C. 44. haec memoriae prodidit: „Itaque plane hoc est, orbita planetae non est circulus, sed ingrediens ad latera utraque paulatim, iterumque ad circuli amplitudinem in perigaeo exiens, huiusmodi figuram itineris ovalem appellant.„ Keplerum porro hanc orbitarum figuram nonnisi post longissimos, taediique plenos labores eruisse ex illis colligitur, quae alio in loco (oper. cit. c. 20) refert: „primus meus error fuit viam planetae perfectum esse circulum, tanto nocentior temporis fur, quanto erat ab autoritate omnium philosophorum instructior, & metaphysicae in speciem convenientior.„

SCHOLION 3. Cl. Saint Ignon in *Physica* anno 1769 Parisiis edita docet quidem, doctos quosdam viros in eo modo elaborare, ut ostendant, planetarum orbitas ellipticas haud esse, propediemque eorum sententiam divulgandam; sed vereor, ut longae morae, quam in expectan-

da sententiae huius divulgatione infumet, hic tandem ipse author pertaesus fiat.

383. Hae planetarum orbitae varias habent ad eclipticam, seu orbitam terrae inclinationes, varias item excentricitates, variamque axium maiorum ad minores rationem. *Phaenomenon tertium.*

SCHOLION. Inclinationem orbitarum ad planum eclipticae tabella N. 318. adiecta, excentricitatem vero tabella, quae N. 367 subnexa est, exhibet.

384. Planetae circa Solem haudquaquam motu aequabili, sed celeritate iam crescente, iam decrescente convertuntur, in quo motu radius planetarum vector decurrit areas temporibus proportionales. Sector nimirum quivis ellipticus est ad totam orbitae aream, ut tempus, quo arcus illius decurritur, ad tempus integrae conversionis, sive tempus periodicum. *Phaenomenon quartum.*

SCHOLION. Hanc motus curvilinei planetarum proprietatem a Keplero primum detectam, a Newtono generaliter demonstratam fuisse superius (128. Schol.) diximus.

385. Quadrata temporum periodicorum, quibus planetae orbitas suas decurrunt, sunt ut cubi distantiarum mediarum. Exemplum refert de la Lande (Astron. L. 4. N. 894): distantia terrae a Sole est ad distantiam Iovis ab eodem ut 1000: 250, cubi igitur harum distantiarum sunt ut 10: 1407. Iam vero tempora revolutionum periodicarum sunt ut $365\frac{1}{4}$: 4332, horumque quadrata ut 1877: 13341, id est ut 10: 1407, quae ratio eadem est cum illa, quae inter cubos distantiarum mediarum intercedit. *Phaenomenon quintum.*

SCHOLION. Huius quoque rationis, quae inter periodica planetarum tempora, eorumque a Sole distantias inter-

tercedit, inventorem fuisse Keplerum superius diximus. Cum enim is advertisset, distantiam Iovis a Sole distantiam terrae ab eodem 5 vicibus superare, eiusque peripheriam 5 item vicibus maiorem esse periphæria terrae, Iovem vero tempore ad orbitam suam percurrentam indigere, quod duodecuplum sit temporis periodici telluris, in causam huius tarditatis, qua Iupiter in orbita sua incederet, inquisivit, ac imo quidem distantias 6 planetarum primariorum comparabat 6 corporibus regularibus, cubo, tetraedro, octoaedro, dodecaedro, & icosaedro, deinde tonis harmonicis, quos corpora sonora edunt, in qua comparatione cum nihil deprehenderet, quod votis suis faceret satis, 8 Martii 1618 primum de comparandis numerorum horum variis potentiis cogitare coepit, qua in re cum primum successum minus laetum haberet, laborem omnem abiecit, quem vero cum 15 Maii iterum resumpsisset, tantum consensum inter cubos distantiarum, & quadrata temporum periodicorum reperit, ut suis vix ipse sensibus fideret: ait certe (harmonices L. V. p. 189) „tanta conspiratione, & laboris mei „septendecennalis in observationibus Braheanis, & meditationibus huius in unum conspirantium, ut somniare „me, & praesumere quaesitum inter principia primo crederem.,

Phaenomenon sextum.

386. Planetæ inter eadem sphaerae coelestis puncta longiore tempore haerent, sive aphelia eorundem eandem coeli plagam, aut eandem stellam fixam longiore tempore respiciunt. Attamen post plurimorum annorum decursum quaedam in ipsis apheliorum locis mutatio notatur, quam tabella superius (367) allata indicat.

Phaenomenon septimum.

387. Axes eorundem situ semper proxime parallelo progrediuntur.

Phaenomenon octavum.

388. Planetæ præter motum proprium in orbita circa suos quoque axes convertuntur, quod in Terra, Venere, Luna, Marte, Iove ex macularum, quae in eorum superficie notantur, motu colligitur; in Saturno ob distantiam

stantiam nimiam, in Mercurio vero ob nimiam Solis viciniam adverti nequit, ex analogia tamen caeterorum planetarum iure arguitur.

389. In motu Lunae quamplurimae notantur irregularitates, quae cum stabilitis principiis componi posse minime videntur. *Phaenomenon non novum.*

390. Stellae fixae pariter motus varios habent, quorum ratio ex mutua corporum omnium in se invicem actione reddi haud posse videtur. *Phaenomenon non decimum.*

ARTICVLVS II.

Quae sit causa physica horum phaenomenorum, quae in motibus corporum coelestium notantur.

PROPOSITIO VNICA.

Corpora omnia coelestia (ea saltem, quae ad systema nostrum pertinent) vi duplici urgentur, quarum una in ratione inversa duplicata distantiarum perpetuo ad se invicem accedere nituntur, quam vim centripetam dicimus, altera vero, qua secundum tangentes rectilineas orbitarum suarum abire contendunt, quae vis proiectilis dicitur. Et si duplex haec vis planetis tribuatur, phaenomena omnia, quae in eorum motibus observantur, planissimum explicatum habent.

391. Prima propositionis pars ita ostenditur. Ex astronomorum observationibus, atque adeo a posteriori constat, planetas primarios revolvi in ellipsis, quarum focum Sol occupat (382);
con-

constat itidem (385) quadrata temporum periodicorum esse ut cubos distantiarum mediarum. Ex horum vero utroque recte argui, planetas vi duplici, una nempe centripeta, eaque quamproxime in ratione inversa duplicata distantiarum agente, altera vero proiectili urgeri ex iis, quae in mechanica (129 Corol. 138. 140.) de viribus centralibus demonstravimus, manifestum efficitur.

Altera propositionis eiusdem pars ita probatur. Admissa iam dictarum virium existentia illud imo ostendendum est, qua ratione fiat, ut planetae primarii circa Solem, secundarii vero circa primarios in lineis curvis in se ipsas redeuntibus revolvantur. Ac imo quidem Soli, Planetis, Cometisque vim non aliam inesse ponamus, quam mutuae gravitatis; accedent ea corpora ad se invicem celeritatibus massis reciprocis (283), & in communi gravitatis centro iungentur: quod si iam caeteris tantisper sepositis telluri, Solique addatur vis proiectilis, ambo (124) circa centrum hoc lineas quasdam curvas decurrant, quae pro debita virium harum coniugatione in seipsas quoque redire poterunt. Quoniam vero ob massae solaris excessum commune illud gravitatis centrum Soli admodum propinquum est, eadem erunt phaenomena, ac si circa Solem iudicio sensuum quiescentem terra moveretur. Quod si simile ratiocinium de Sole, caeterisque Planetis, Cometisque instituamus, patebit, hos quoque circa commune gravitatis centrum, prope quod Sol
exi-

existit, revolvendos. Demum si tellus cum sua Luna, Iupiter, & Saturnus cum suis satellitibus proiciantur circa centrum gravitatis, quod habent commune cum Sole (67. Corol.), commune gravitatis centrum horum systematum circa Solem ad sensum quiescentem curvam eiusmodi lineam in se ipsam redeuntem describet; quoniam vero planetae primarii ob massae suae excessum a centrīs illis haud multum distant, hi ipsi orbitas eas describere videbuntur.

COR. I. Eodem ratiocinio ostenditur, planetas secundarios circa primarios in orbitis in se ipsas redeuntibus revolvi.

COR. 2. Illud quoque est inter hanc nostram motus astrorum explicationem, systemaque Copernici discrimen, quod nos Solem haudquaquam, ut Copernicus quiescentem, sed in sua etiam orbita revolutum ponamus, quae quidem licet admodum exigua sit, eius tamen rationem Astronomi habere iam incipiunt, indeque quasdam motus solaris apparentes irregularitates explicare satagunt.

SCHOLIUM. Planetas circa Solem gyantes vi centripeta in orbitis suis retineri posse ostendit Newtonus (in Lib. de mundi systemate pag. 3.) paritate ex motibus projectilem desumpta. „Lapis proiectus urgente gravitate sua deflectitur de cursu rectilineo, & curvam lineam in aere describendo tandem cadit in terram: si motu velociore proiciatur, pergit longius; augendo velocitatem, fieri posset, ut arcum describeret milliaris unius, duorum, quinque, decem, centum, mille, ac tandem ut pergendo ultra terminos terrae non amplius in terram caderet. Designent AFB* superficiem terrae, C centrum eius, & VD, VE, VF lineas curvas, quas projectile de montis praealti vertice V secundum lineas horizonti parallelas, auctis cum velocitatis gradibus successive emissum describat. Et ne aeris resistentia, quae motus coelestes vix retardantur, in computum veniat, fingamus hunc omnem tolli, vel saltem nihil resistere. Et eadem ratione, qua corpus velocitate minore descri-

Fig. 19.

A a

bit

bit arcum minorem VD, & maiorem arcum maiore VE;
 „ & aucta adhuc velocitate pergit longius ad F, & lon-
 „ gius ad G: idem tandem, si augeatur semper velocitas, su-
 „ perabit totum telluris ambitum, & redibit ad montem
 „ unde fuerat proiectum. Cumque area, quam radio ad
 „ centrum terrae ducto describit, sit proportionalis tem-
 „ pori, velocitas eius in reditu ad montem non minor
 „ erit, quam sub initio, servata autem velocitate potest
 „ idem saepius eadem lege revolvi. Imaginemur iam cor-
 „ pora de regionibus altioribus secundum lineas horizon-
 „ tales proiici, puta de locis milliaria quinque, decem,
 „ centum, mille, vel plura, totidemve telluris semidia-
 „ metros altis, & pro varia corporum velocitate, & vi
 „ gravitatis in singulis regionibus exercita, describentur
 „ arcus telluri vel concentrici, vel varie excentrici, in-
 „ que his trajectoriis pergent corpora ad modum plane-
 „ tarum coelos transcurrere.,

*Explicatio
 secundi
 phaenome-
 ni.*

392. Phaenomenon secundum eodem modo
 exponitur: cum enim ex varia, debitaque
 harum duarum virium coniugatione omnis ge-
 neris curva describi possit, poterit quoque
 curva elliptica hoc modo describi, modo &
 vis proiectilis cum vi centripeta debite attem-
 perata sit. Phaenomenon tertium a prima
 projectionis cum vi centripeta combinatae di-
 rectione, & quantitate dependet.

*Explicatio
 quarti
 phaenome-
 ni.*

393. Phaenomenon quartum iis, quae de
 motu curvilineo circa centrum aliquod virium
 centralium ope peracto in mechanica (128)
 demonstravimus, admodum conforme est.

Et quinti.

394. Quintum phaenomenon facilem iti-
 dem explicatum habet. Ostenditur enim in
 mechanica, affectiones ellipseos, quae illi quoad
 medias a foco distantias conveniunt, communes
 esse circulo, qui media illa distantia pro radio
 assumpta describatur; quoniam igitur in circu-
 lo, posita lege attractionis in ratione inversa
 du-

duplicata distantiarum agentis, ostendimus(137) quadrata temporum periodicorum esse ut cubos radorum, idem quoque in ellipsi relate ad distantias medias obtinebit.

395. Quod si planetae cuiusvis actio in Solem tantummodo consideretur, facile intelligitur, fieri debere, ut qua lege celeritas eiusdem in descensu ex aphelio ad perihelium crevit, eadem lege in ascensu ex perihelio ad aphelium decrescat, ac proinde planeta ex perihelio rediens, minimaque celeritate praeditus in eodem loco erit, in quo ante minimam itidem celeritatem habens exstiterat, orbita proinde eiusdem regularis, ac immobilis erit. Quoniam tamen mutua est planetarum omnium in se invicem actio, variae inde in motus eorundem turbationes inducentur, quibus fiet, ut aphelia quoque eorum sensim progrediantur, lentissimisque motibus cieantur, qui post plurium annorum decursum sensibiles evadunt. Nos eos motus in tabella N. 367 adnexa exhibuimus.

*Explicatio
sexti phaenomeni.*

SCHOLION. Ex mutua planetarum omnium, Solisque in se invicem actione variae oriuntur turbationes, de quibus agendum hic paucis est. Ac imo quidem pro vario planetarum situ commune gravitatis centrum systematis nostri planetarii alium, aliumque locum occupabit, quo fiet, ut ipse quoque Sol locum mutet, iam propius ad commune gravitatis centrum accedens, iam longius ab eodem digrediens. Quoniam vero massa Solis ex calculo Newtoni massam Iovis, qui reliquos omnes planetas & soliditate, & magnitudine sua vincit, plus quam mille vicibus superat, eodem Newtono demonstrante eveniet, ut si planetae omnes ex eadem parte, inque eadem linea recta constituentur, commune tamen gravitatis centrum a centro Solis vix integra Solis diametro, atque adeo a superficie eiusdem vix dimidia diametro absit.

fit. In aliis vero eorundem planetarum positionibus centrum illud commune gravitatis minori adhuc a Solis superficie intervallo aberit: dum nempe planetae quidam ad dextram, alii ad sinistram partem constituuntur, actionibus eorundem sese mutuo elidentibus communis gravitatis centri positio multo minus turbabitur. Ostendit vero Newtonus, ex hac communis centri gravitatis mutatione, planetarumque in Solem actione illud consequi, ut planetarum mutua se invicem actio minus efficax sit, motusque eorundem minus inde turbentur. Quod si enim Iupiter a Sole, & Mercurio aequali intervallo removeatur, aequali itidem vi utrumque hoc corpus ciebit, igitur orbita Mercurii, quam circa Solem is describit, actione Iovis minus turbabitur, quam si Sol immotus omnino poneretur. Illud enim principium prae oculis hic semper habendum est, motus communes, & parallelas duobus corporibus impressos respectivos eorundem motus nil quidquam turbare, quamobrem si vis, qua corpus aliquod in duo alia quaevis corpora agens, eorundem respectivos motus turbat, in examen vocanda sit, ratio tantum habenda est differentiae actionum, quas in duo illa corpora exercet. Quod si itaque Iupiter Solem, & Mercurium vi aequali, directionibusque parallelis attraheret, nulla inde in motum Mercurii circa Solem turbatio induceretur: veluti si in tabula quapiam trochi circa axem celerrime rotentur, motus eorum nil turbatur, si vis quaeque tabulam illam directione qualibet aequabiliter sive protrudat, sive retrahat, sive etiam in circulum convertat. Quod si vero non sit aequalis actio Iovis in Solem, & Mercurium, actionum harum differentia tantummodo consideranda est, quae vis perturbatrix dicetur, Mercuriique circa Solem motus aliquantum turbabit. Quod si vero immotus statuatur Sol, vis Iovis absoluta in turbandos Mercurii motus impenderetur, cuius proinde effectus maior sane esset futurus. Quae res quoniam in reliquis quoque planetis locum habet, patet, eosdem universim mutuos suos motus minus turbare eo ipso, quod in Solem quoque agant, eumque pariter a communi gravitatis centro sive dimoveant, sive versus illud urgeant. Ipsa igitur huius astri (Solis nimirum) continua agitatio, turbatioque ad naturae ordinem conservandum plurimum confert. Quamvis vero massa Solis massas reliquorum omnium planetarum plurimum superet, atque adeo exigua admodum mutatio sit, quae ex illorum actionibus in statum communis centri gravitatis systematis planetarii, atque adeo etiam in respectivos planetarum circa Solem

motus inducitur, fieri tamen potest, ut post longioris temporis decursum exiguae hae mutationes in unum collectae effectus sensibiles producant. Qua de re ut statui quidpiam possit, exponendum prius est, qua via planetarum moles, massae, densitatesque Astronomis Newtono duce innotuerint. Quae res eo etiam capite paucis perstringi meretur, quod omnem humanum captum primo aspectu superare videantur, quae ad planetarum, corporum scilicet tantis intervallis a nobis remotorum volumina, massas, & densitatem pertinent.

Primo itaque ut moles eorundem, sive volumen innotescat, inveniendum est, quam rationem verae planetarum diametri ad se invicem habeant. Primo igitur apparentes eorum diametri ope instrumentorum astronomicorum determinantur, ex quibus & distantia eorundem planetarum, (quae ex ipsis diametris apparentibus eruitur) ratio verarum diametrorum deducitur; demonstratur enim facili negotio, diametrum veram esse in ratione composita directa diametri apparentis, & distantiae. Deinde assumpta diametro telluris pro unitate, reliquorum planetarum diametri ad hanc referuntur, aut diametro telluris in quacunque mensura expressa, reliquorum planetarum diametri in simili mensura exprimuntur. Ex cognitis iam diametris veris moles, sive volumen eruitur, si cubus diametri accipiatur, cum ex geometria constet, sphaeras esse in ratione triplicata dimensionum homologarum, atque adeo etiam diametrorum. Atque ex his principiis constructa est tabella, N. 318 annexa, in qua exhibetur ratio, quam planetarum diametri ad diametrum telluris, eorum item volumina ad volumen terrae habent.

*Quomodo
Planeta-
rum moles
invenia-
tur?*

Massa planetarum in illis tantum inveniri potest, qui satellitem circa se habent, ex cuius revolutionibus determinatio illa pendet. Cum enim ex doctrina attractionis constet, vim planetae centripetam esse in ratione directa massae attrahentis, & inversa duplicata distantiarum, erit

*Quomodo
massa?*

$V = \frac{m}{d^2}$, ac proinde $m = V d d$: est autem vis centripeta

in circulo (133) sive V universim $= \frac{c^2}{r} = \frac{c^2}{d}$ & $c =$

$\frac{s}{t} = \frac{r}{t} = \frac{d}{t}$, ac proinde $c^2 = \frac{d^2}{t^2}$ unde $V = \frac{d^2}{t^2 d} = \frac{d}{t^2}$

$\frac{d}{t^2}$, quem valorem si substituas in aequatione superiori

$m = Vd^2$, erit $m = \frac{d^3}{t^2}$: quod si igitur corpus aliquod

circa aliud revolvatur, massa corporis, circa quod ea revolutio peragitur, est aequalis cubo distantiae corporis revoluti diviso per quadratum temporis periodici. Ex his itaque principiis massa Solis, Saturni, Iovis, Tellurisque reperta est, quam cum massa terrae pro unitate assumpta comparare Astronomi solent, nosque eam una cum densitatibus, & gravitate specifica in tabella paullo inferius apponenda exhibebimus.

*Quomodo
densitas?*

Quod si massae planetarum per eorundem moles dividantur, densitas obtinetur, cum densitas aliud non sit, quam ratio massae ad volumen (18), ita ut corpora tanto densiora censeantur, quo plus massae sub dato volumine continent.

*Et vis gra-
vitat. in
superfi-
cie?*

Quod si vero eadem massae per quadrata semidiametrorum dividantur, vires gravitatis innotescunt, quibus corpora in horum planetarum superficie posita ur-

gentur, cum constet vim gravitatis esse $= \frac{m}{r^2}$.

Planetae	Sol	Saturn.	Iupiter	Mars	Terra	Ven.	Mer.
Massae.	199244	60, 813	221, 004	-	1	-	-
Densitates.	0, 259	0, 158	0, 288	-	1	-	-
Gravitates in superficie.	23, 736	1, 144	0, 635	-	1	-	-

Densitas Martis, Veneris, & Mercurii ex aliis principiis minus tamen tutis eruuntur. Ex huius porro tabulae inspectione illud elucescit, planetas Soli propiores esse pariter densiores, quod praesenti rerum constitutioni perquam conforme videtur.

*Turbatio
in motu
Saturni.*

Planetarum massis, densitatibusque hac via determinatis ostendi iam potest, motum Iovis, dum is cum Saturno in coniunctione est, sensibiliter turbari posse. Cum enim tempore coniunctionis Saturnus, Iupiter, & Sol in eadem linea recta existant, actioque Iovis, cuius & massa est.

est maxima, & minima tum a Saturno distantia, cum actione, siue attractione Solis conspiret, gravitas Saturni ex calculis Astronomorum $\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$ parte augetur, quod gravitatis augmentum in motum Saturni, & figuram orbitae eiusdem sensibilem turbationem inducit, quam quidem tanquam doctrinae suae corollarium praedixit Newtonus, Astronomi vero repetitis observationibus non sine stupore, maximaque commendatione doctrinae Newtonianae repetitis vicibus deprehendere. Mutua reliquorum planetarum in se invicem actio siue ob defectum massae, siue ob distantias maiores, aut etiam ob ipsam planetarum in Solem actionem effectus sensibiles intra plurium etiam annorum decursum haud producit. Potest tamen post temporis admodum longi intervallum haec quoque turbatio sensibilis evadere. Et certe quidem notatur lentissimus quidam motus in planetarum apheliis, & periheliis siue linea apsidum, quae ab occasu in ortum, siue secundum signorum ordinem progrediuntur: cum enim e. g. Iupiter planetas inferiores attrahit, eorum gravitatem, qua in Solem urgentur, aliquantum minuit, haec igitur minor evadit, quam ratio inversa duplicata distantiae a centro Solis deponat, planeta igitur ad perihelium tardius pertingit, quam pertigisset, si ea Iovis actio abfuisset, ac proinde orbitae inflexio, siue curvatura minuitur, ipsumque punctum perihelii a planeta removetur, atque adeo eadem directione, qua planeta ipse, id est, secundum signorum ordinem progreditur, ac proinde planeta reipsa iam non in eadem orbita persistit, sed novam a priore diversam describere incipit. Ostendit deinde Newtonus, planetarum inferiorum gravitatem augeri, dum ii cum superioribus in quadratura sunt, tum enim ab iisdem directione obliqua attrahuntur, quae si in binas resolvatur, una earum ad centrum Solis tendit, eorumque adeo gravitatem auget, aucta igitur gravitate, orbitae eorundem magis incurvantur, iique perihelio propiores efficiuntur, siue quod idem est, perihelium versus planetas, atque adeo contra signorum ordinem progreditur; quoniam vero diminutio gravitatis in Syzygiis maior est, atque ad maius etiam intervallum se extendit, solus perihelii, atque adeo etiam aphelii, ipsiusque lineae apsidum motus directus sensibilis evadit. Ut vero calculorum simplicitati Astronomi consulant, planetam in eadem semper orbita persistentem considerant, eamque orbitam mobilem ponunt. Sit igitur * in S, siue foco Sol constitutus, sit AMPO orbita * planetarum, cuius aphelium sit in A; quod si planeta hic non alia, quam vi gravitatis in Solem urgeretur, tempore

*Motus
apheliorum.*

Fig. 119

dato ex *A* in *B* in ellipsi immobili *ABP* pervenisset: quod si vero actio alterius planetae *P* eiusdem gravitatem in Solem minuatur, faciatque, ut planeta is ad *C* pertingat, eiusque a Sole distantia fiat *SC*, supponere licet, punctum *C* in ellipsi *ABP* constitutum esse, modo aphelium ex *A* in *C* promotum fuisse intelligatur, qua ratione in punctum *C*, verum scilicet planetae locum, ellipsis *ABP* transfertur, ex qua is reipsa iam excessit, eoque motu in consequentia orbitae *ABP* tributo, quoties gravitas planetae in Solem per alterius cuiusvis planetae actionem minuitur, calculus, quo planetae motus definitur, ad eam reducitur simplicitatem, quam haberet, si in orbita immobili planeta incederet.

Motus nodorum.

Ex eadem mutua planetarum in se invicem actione in eorum quoque nodis, sive punctis, in quibus eclipticam secant, mutatio quaedam efficitur, quae cum in Luna maxime sensibilis sit, de ea inferius, ubi theoriam Lunae exponemus, pluribus agemus.

Explicatio septimi phaenomeni.

396. Quod planetae, dum in orbitis suis feruntur, axium suorum situm parallelum conservent, mirum nulli videri debet. Nulla enim iisdem vis inest, praeter motum projectilem, & vim gravitatis, quarum virium effectus per omnes planetarum partes aequabiliter distribuitur, ac proinde celeritatem maiorem in uno axis extremo haud producere valet, quam in altero; quod ipsum ad parallelismum axis conservandum sufficit.

Et octavi.

397. Motus rotationis, quem planetis inesse partim constat, partim ex aliorum analogia arguitur, causa sui conservatrice opus non habet; si enim sphaera in medio non resistente circa axem suum converti incipiat, is motus tamdiu persistet, quamdiu obstaculum aberit, quo is extinguatur. Velut enim corpus ad motum rectilineum determinatum vi propria motrice (168 Schol. 4.) in illa linea recta mo-
veri

veri pergit, donec ad mutandam sive directionem, sive celeritatem a causa qualibet determinetur; ita pariter a causa quacunque determinatum, ut motu vertiginis circa axem revolvatur, motum hunc perpetuo retinebit, nisi causa quaequam illud ad motus huius sive directionem, sive celeritatem mutandam determinet.

COR. Qui igitur Newtonianis obliiciunt, eosdem causam continuati motus vertiginis planetarum nullam adferre, in eo ipsi elaborare deberent, ut causam quampiam producant, qua is vertiginis motus sive minuatur, sive exstinguatur.

SCHOLION. De motu vertiginis planetarum sequentia duo elegantia theoremata demonstrat Cl. la Caille (Astron. N. 226. edit. Vindob.) 1) *Si in spatiis liberis sphaera perfecte rotunda & homogenea simul recipiat unum, vel plures impulsus iuxta eiusdem sui circuli maximi planum, & directionibus ad superficiem suam obliquis, ea acquirat duplicem motum, alterum aequabilem rotationis circa illius circuli maximi axem, eundem semper situm conservantem, alterum translationis itidem aequabilem, & in plano eiusdem circuli maximi.* 2) *Diversae vis centralis actiones in globum motu uniformi translationis, & rotationis praeditum non afficiunt motum rotationis, sed solummodo motum translationis, iuxta quaecunque circuli maximi planum eae fiant.*

ARTICVLVS III.

De motu Lunae.

Phaenomeno nono motus lunaris irregularitates recensentur, quarum explicatio singulari articulo pertractanda est. *Explicatio noni phaenomeni.*

398. Lunam vi centripeta urgeri, eamque in ratione inversa duplicata distantiarum a centro telluris decrescere, superius (296) ostendimus; quod si igitur praeter hanc vim centripetam, atque projectilem vi nulla alia Luna ur-

geretur, ea circa terram in foco orbitae suae constitutam ellipsim regularem decurreret, radius eiusdem vector in singulis orbitae lunaris punctis describeret areas temporibus proportionales, eaque omnia in motu Lunae circa tellurem notarentur, quae in motu planetarum primariorum circa Solem ab Astronomis observantur. Quoniam vero universalis est corporum omnium in se actio, Luna quoque in Solem tendet, sive a Sole pariter attraheatur, eritque Solis in Lunam actio perquam sensibilis, cum primo massa solaris ingens admodum sit, secundo cum distantia Lunae a Sole non sit multo maior, imo nonnunquam etiam minor, quam distantia terrae ab eodem astro. Quamobrem in dubium vocari haud posse videtur sequens PROPOSITIO FVNDAMENTALIS: *inaequalitates, quae in motu Lunae notantur, proveniunt a diversis mutationibus, quas vis centralis Lunae in Solem in vim centralem eiusdem in terram inducit.*

Ut vero appareat, qua ratione Sol efficaciam hanc suam exerat, Lunam in diversis orbitae suae, quam circa tellurem describere videtur, punctis considerabimus, maiorumque difficultatum vitandarum ergo Lunam in orbita circulari circa terram in centro constitutam revolvi ponemus, dum interea tellus motu aequabili circulum circa Solem tanquam centrum describit.

PROPOSITIO I.

Actio Solis in Lunam eiusdem gravitatem in terram in Syzygiis minuit, in quadraturis auget.

399. **R**epraesentet * circulus OLCP orbi- • Fig. 120
tam Lunae circa terram in centro T
existentem: sit Sol in puncto S, sit LTP por-
tio orbitae telluris circa Solem, C punctum
coniunctionis, O oppositionis, L & P quadra-
turae. Patet ex figurae huius inspectione Lu-
nam in C constitutam fortius a Sole attrahen-
dam, quam terram in T, & quidem vim So-
lis in Lunam fore ad vim eiusdem in terram,
 $= TS^2 : CS^2$. Horum igitur quadratorum
differentia exprimet, quantum in eo situ per
actionem Solis gravitas Lunae in terram mi-
nuatur.

Quod si Luna sit in oppositione O, ob ma-
iorem eiusdem, quam telluris a Sole distan-
tiam terra a Sole fortius, quam Luna attrahe-
tur, eritque vis Solis in terram, ad vim eius-
dem in Lunam $= OS^2 : TS^2$, rursusque ho-
rum quadratorum differentia indicabit, quan-
tum actione Solis gravitas Lunae in puncto O
constitutae in terram minuatur.

Quod si vero Luna in quadratura L existat,
attrahetur ea a Sole directione obliqua LS,
terra vero directione perpendiculari TS; obli-
qua haec Solis in Lunam actio secundum di-
cta in mechanica de motuum resolutione in bi-
nas resolvi poterit, videlicet in LE, & LT,
quarum prior LE aequalis, & parallela TS
motum Lunae circa terram haud turbabit, al-

tera vero LT, quoniam ad centrum terrae tendit, lunae in terram gravitatem auget.

COR. Patet ex his, effectum Solis ad motum Lunae turbandum haudquaquam ex vi eiusdem absoluta, sed ex differentia, sive inaequalitate actionis solaris in terram & Lunam provenire; quod si enim Sol Lunam, terramque vi quacunque aequali, directionibusque parallelis attraheret, nulla inde in motum Lunae circa terram mutatio induceretur: attendendum igitur unice est, ad excessum vel defectum quantitatis actionis solaris, qua ea terram, Lunamque ciet, aut vero ad diversitatem directionum, quas Solis in astra illa actiones habent.

SCHOLION 1. Astronomi, qui vim Solis ad turbandos Lunae motus ad calculos revocant, demonstrant 1) diminutionem gravitatis in coniunctione, & oppositione esse duplam augmenti in quadraturis, esseque aequalem 2 LT. 2) Diminutionem gravitatis in coniunctione esse aliquanto maiorem ea, quae fit in oppositione. 3) Augmentum gravitatis in quadraturis esse aequale LT, & quidem demonstrante Newtono augmentum hoc esse $\frac{1}{178}$ gravitatis Lunae in terram.

SCHOLION 2. Illud hic nonnullis difficultatem movet, quod Lunae gravitas in terram in oppositione minui dicatur, cum tamen hoc in situ directio actionis solaris cum directione, qua Luna a terra attrahitur conspiret, atque adeo eiusdem in terram gravitatem augere potius videatur. Verum advertendum est, quod praecedente corollario diximus, haudquaquam absolutam Solis actionem, sed inaequalitatem actionis solaris in terram & Lunam in considerationem venire debere. Certe si Sol Lunam in oppositione positam, terramque vi aequali attraheret, eius in terram gravitatem nec augetet, nec minueret; quoniam vero tellurem minus a se distantem fortius attrahit, hic actionis solaris excessus non in Lunam, sed in terram exeritur, cui directionem imprimit a Luna veluti recedendi, eiusque adeo in Lunam, ac proinde etiam Lunae in terram gravitatem minuit. Idem certe effectus haberi debet, sive in coniunctione Sol Lunam a terra, sive in oppositione terram a Luna abstrahere nitatur.

PROPOSITIO II.

Si Luna in puncto quolibet inter Syzygias, & 54° 44' intercepto existat, eius in terram gravitas actione Solis minuitur: in puncto vero illo, gradu nempe 54, 44' non mutata persistit, inde ad quadraturas augetur.

400. Existat Luna in quolibet orbitae suae puncto B inter coniunctionem C, & 54° 44' intercepto, attrahetur a Sole directione BS fortius, quam terra; quod si igitur linea TS exprimat vim, qua terra a Sole attrahitur, linea BS minor, quam TS, vim, qua Luna in B a Sole attrahitur, exprimere haud poterit; producaturs itaque BS in D, donec sit $BD:TS = TS^2:BS^2$, habebitur linea BD, actionem Solis in Lunam exhibens. Fiat deinde parallelogrammum BRDF, cuius latus BF, atque adeo etiam RD sit aequale, & parallelum lineae TS. Tum vero patebit, lineam BD actionem Solis in Lunam referentem in duas BR, & BF resolvi posse: harum posterior aequalis, & parallela lineae TS vim Solis in terram repraesentanti nullam in Lunae motumurbationem inducet, prior vero BR vis perturbatrix ab Astronomis dicitur. Haec porro cum & ipsa obliqua sit, ex duabus veluti BM, & BN composita intelligi potest, quarum prior BM cum Lunam spectata ea, quam habet directione a terra velut abducere conetur, eiusdem gravitatem in terram minuet.

Quod

Quod si pro quolibet puncto inter C & a figura similis construatur, apparebit, lineam BM , quae maxima est in puncto C perpetuo minui, inque ipso puncto a , sive gradu $54,44'$ omnino evanescere, quo illud indicatur, gravitatem Lunae in terram in puncto hoc immutatam persistere. Et sane quo propius Luna ex C ad a accedit, eo magis linea BF , atque adeo etiam RD , quae semper lineae TS aequalis esse debet, attollitur, atque ita etiam linea BR , sive vis perturbatrix cum linea TB sive radio vectore Lunae angulum minus obtusum constituet, qui tandem in gradu $54,44'$ rectus, atque adeo ad TB perpendicularis evadet, ubi resolutioni locum non esse constat.

Quod si vero Luna ex a versus T progrediatur, angulus, quem linea BR cum radio BF facit, acutus erit, lineaque BR ad TB propius semper accedet, dum in B cum ea prorsus congruat: facta igitur resolutione, linea BM intra circulum cadet, quo ostenditur, gravitatem Lunae in terram a puncto a usque ad P actione Solis augeri.

COR. Itaque decrementum gravitatis Lunae utrinque a Syzygiis ad $54^{\circ} 44'$ se extendit, augmentum vero eisdem utrinque a quadraturis nonnisi ad $35^{\circ} 16'$.

COR. 2. Suntque adeo puncta quatuor in orbita Lunae a, b, c, d , ea nempe, quae utrinque a Syzygiis $54^{\circ} 44'$ remouentur, in quibus Lunae in terram gravitas non mutata persistit.

PROPOSITIO III.

Per eandem Solis actionem celeritas Lunae a Syzygiis ad quadraturas, siue in primo, & tertio quadrante minuitur, a quadraturis vero ad Syzygias, siue in secundo, quartoque quadrante augetur.

401. Facta enim in figura citata resolutione vis perturbatricis BR in BM, & BN, patet, vim BN directioni Lunae ex C versus P, aut ex O versus L progredientis opponi, eandem vero cum directione Lunae conspirare, dum ea ex P versus O, aut ex L versus C movetur; in primo igitur casu celeritatem eiusdem minuat, in altero vero augeat est necesse.

COR. Minima igitur Lunae celeritas est circa quadraturas, maxima circa Syzygias.

SCHOLION. In institutionibus astronomicis Ia Caillii, aliorumque demonstratur, quantitatem, qua velocitas Lunae decrescit, dum a Syzygiis ad quadraturas tendit, vel qua augetur, dum a quadraturis ad Syzygias movetur, crescere a Syzygia usque ad vicinum octantem (id est, ad punctum inter quadraturas, & Syzygias medium) & ab hoc usque ad quadraturam proximam decrescere: quo non obstante absolutum celeritatis decrementum maximum esse debet prope quadraturas, ut & maximum incrementum prope Syzygias; nam licet vis BN in octantibus maxima, post eosdem minuatur, eius tamen actio non cessat, ac proinde effectus, quem ea producit, post octantes additus illi, quem ante octantes edidit, absolutam effectus summam, siue absolutum celeritatis decrementum prope quadraturas maximum, uti etiam maximum prope Syzygias eiusdem incrementum efficit.

SCHOLION 2. Eadem incrementi huius, decrementique quantitas demonstratur semper esse, ut sinus duplae distantiae Lunae a Syzygiis.

PROPOSITIO IV.

Variatio vis centralis Lunae in terram nititur eius orbitam planiorem reddere circa Syzygias, & magis curvam circa quadraturas, ita, ut orbita Lunae, si ab initio circularis fuit, debuerit in ovalem sive ellipticam mutari, in qua axis maior est in linea quadraturarum, axis minor in linea Syzygiarum, & in centro tellus.

402. Curvedo enim orbitae tanto maior esse debet, quo maior est vis centripeta, & quo longiore tempore ea agit: constat vero, vim centripetam Lunae in terram actione Solis prope quadraturas augeri (400), Lunamque ob diminutam ibidem celeritatem (401. Corol.) longiori tempore in hac orbitae suae parte versari, itaque a tangente rectilinea magis retrahatur est necesse, quo facto orbita eiusdem ea prorsus ratione inflectetur, ut complanetur circa Syzygias, circa quadraturas vero incurvetur.

SCHOLION. Neque illud quempiam hic morari debet, quod ob imminutam in Syzygiis Lunae in terram gravitatem eiusdem a tellure distantia augeatur, quod cum ea, quam diximus, orbitae circa Syzygias complanatione minus cohaerere videtur. Illud enim decrementum gravitatis in Syzygiis coniunctum etiam est cum eiusdem augmento in quadraturis, cuius effectus inflexio illa orbitae lunaris est, quem illa gravitatis diminutio diminueret quidem, at vero tollere omnino haud potest.

PROPOSITIO V.

In Syzygiis, & quadraturis radius Lunae vector describit areas temporibus proportionales, idem vero in aliis orbitae lunaris punctis haud notatur.

403. In Syzygiis enim, & quadraturis vis perturbatrix Lunae cum radio eiusdem vectore coincidit, ac proinde directionem diversam ab ea, qua in terrae centrum tendit, Lunae haud imprimit. Constat vero areas temporibus proportionales describi posse, siue crescat, siue minuatur vis centripeta, modo vis nulla accedat, mobile directione a virium centralium directione diversa sollicitans. In aliis vero quibusvis orbitae punctis vis perturbatrix Lunae cum directione vis centripetae angulum constituit, quare vis inde composita vel ultra, vel citra terrae centrum cadit; apices ergo triangulorum, in quae minimae orbitae portiones resolvuntur, in eodem puncto haud uniuntur, ea proinde aequalia haud sunt, verum modo maiora, modo minora, ac proinde temporibus minime respondentia.

SCHOLION. Quas haecenus in orbita Lunae circulari ex inaequalitate actionis solaris oriri diximus turbationes, eae omnes locum etiam habent, si Lunae orbita concipiatur esse ellipsis, cuius focus terra occupat: debent nempe arcus elliptici ipsi etiam magis convexi fieri in quadraturis, minus in Syzygiis, ac proinde Luna in priore casu magis, in posteriore minus a terra recedat, est necesse. Quoniam vero actione Solis vim Lunae centripetam modo augeri, modo minui ostendimus, illud insuper patet, gravitatem Lunae in terram rationem inversam duplicatam distantiarum accurate non sequi, atque adeo ellipsim regularem, in cuius foco terra existat (140), describere.

scribere haud posse. Huic distantiarum discrimini si addatur orbitarum Lunae, terraeque excentricitas, & inclinatio plani orbitae lunaris ad planum eclipticae, aliae quinque in motum Lunae inaequalitates inducentur, quas totidem propositionibus perstringemus.

P R O P O S I T I O VI.

Tempus revolutionis periodicae Lunae inaequale est, estque maius terra versante in perihelio, quam dum est in aphelio.

404. Dum enim terra in perihelio est, maior est Solis in Lunam, terramque efficacia, atque adeo maius etiam discrimen actionum Solis in Lunam, & terram. Ostendunt enim Arithmetici, quadrata numerorum minorum magis inter se differre, quam quadrata numerorum maiorum. Haec porro quadratorum differentia indicat, quantum in Syzygiis Lunae in terram gravitas minuatur, quae proinde magis diminuitur terra in perihelio versante; & quamvis tum quoque gravitas Lunae in quadraturis augeatur, quia tamen diminutio in Syzygiis dupla fere est augmenti in quadraturis, Luna a terra magis recedit, dum ea in perihelio, quam dum in aphelio existit. Orbita igitur Lunae dilatatur, ad quam proinde percurrendam longiori tempore opus est.

P R O P O S I T I O VII.

Linea apsidum Lunae directe progreditur, dum Luna est in Syzygiis, movetur vero retrograde, dum Luna est in quadraturis. Summa motus directi motum retrogradum in qualibet revolutione

tionē superat, ita, ut linea apsidum revolutionem integram respectu primi puncti V conficiat intra 8 annos 309 dies, 8 horas, 20'.

405. Ostendimus superius (395. Schol.) primariorum quoque planetarum aphelia directe progredi, dum eorum gravitas alterius cuiusvis planetae actione minuitur, eadem vero contra signorum ordinem ferri, dum gravitas eorundem augetur. Idem ergo in Luna quoque evenire debet, cuius gravitas actione Solis iam augetur, iam minuitur: quoniam vero gravitatis diminutio ad gradus 54, 44', augmentum vero nonnisi ad gradus 35, 16' (400. Corol.) sese extendit, facile intelligitur, motum apogaei directum in qualibet revolutione motum retrogradum superare, atque hunc solum sensibilem fieri. In qualibet igitur revolutione apogaeum Lunae ortum versus promovetur, atque post elapsos annos octo, 309 dies, 8 horas, & 20' minuta integram tandem revolutionem peragit.

PROPOSITIO VIII.

Excentricitas quoque orbitae lunaris actione Solis mutatur.

406. Excentricitatem diximus esse distantiam foci ellipseos a centro eiusdem; haec porro distantia cum punctis apogaei, & perigaei ita connexa est, ut aucta, vel minuta horum punctorum distantia ipsa quoque foci distantia a centro, vel si focus immobilis ponatur, distantia centri a foco mutari debeat. Constat

vero, actione Solis lunae in terram gravitatem iam magis crescere, iam diminui, quam ratio inversa duplicata distantiarum exigit, itaque distantia quoque apogaei, & perigaei modo maior, modo minor erit, quam dicta ratio deponat, atque adeo luna quoque distantiam a centro orbitae, vel si mobilem ponamus lunae orbitam, centrum eiusdem distantiam a foco, sive tellure continuo mutabit, sive quod idem est, excentricitas orbitae lunaris alia, aliaque identidem erit.

COR. Quoniam ab Astronomis demonstratur, rationem reciprocā duplicatā distantiarum maxime turbari, quando linea apsidum cum linea Syzygiarum congruit, minime vero, dum linea apsidum in lineam quadraturarum incidit, patet, excentricitatem quoque in casu priori maxime, in altero vero minime mutari.

P R O P O S I T I O IX.

Eadem solis actione in nodis quoque orbitae lunaris motus quidam contra signorum ordinem producit, & inclinatio orbitae lunaris ad planum eclipticae mutatur.

- Fig. 121 407. Repraesentet linea DM* eclipticam, LABN orbitam lunae, in qua ea existit, dum arcum LA percurreret, quoniam sol in plano eclipticae DN existit, actio eius, qua lunam attrahit, nitetur perpetuo lunam ad planum isthoc DM adducere, sive plano illi viciniorē reddere: itaque dum luna in orbita sua ex A ad B progreditur, quo tempore luna sola vi attractiva terrae percurrisset spatium AB = LA, accedente vi attractiva solis, quam linea BC repraesentat, motu composito lineam AC

AC percurrent, eritque orbita eius, quam secundo hoc tempore percurrit, ACM; velut ergo luna actione solis non turbata percurrisset orbitam LABN, quae eclipticam in puncto N secuisset, ita accedente attractione solis orbitam ACM percurrere cogitur, quae eclipticam in M secat; nodus igitur orbitae lunaris ex N versus M progreditur, cumque luna ex L versus N, aut M tendat, motus nodi retrogradus erit.

Hinc quoque apparet, inclinationem orbitae lunaris ad planum eclipticae mutari debere. Cum enim luna actione solis cogatur orbitam LABN deferere, aliamque LCM ingredi, planum eclipticae DMN sub angulo AMD secabit, qui utique diversus est ab angulo LND, sub quo eandem secuisset, si actio solis abfuisset.

COR. Nodi itaque orbitae lunaris ipsi quoque revolutionem peragunt, quam ex Astronomorum observationibus absolvunt annis 18, 224 diebus, horis $4\frac{3}{4}$.

SCHOLION I. Lunam circa axem proprium converti superius (354) docuimus, eamque conversionem eo proxime tempore fieri, quo suam circa tellurem periodum absolvit, indeque oriri diximus, ut eandem constanter faciem terrae obvertat; notarunt vero Astronomi in macularum lunarium situ mutationem quampiam, quam *librationem lunae* appellant. Novae nimirum maculae interdum in orientali, vel occidentali lunae disco in conspectum veniunt, quae antea non videbantur, eaque libratio lunae *in longitudinem* dicitur; nonnunquam vero in parte disci septentrionem, vel meridiem respiciente novae itidem maculae conspiciuntur, eaque libratio lunae *in latitudinem* dicitur.

Quid libratio?

SCHOLION 2. Binis his lunae librationibus duas alias addit Cl de la Lande (Astron. N. 255 r.), librationem nempe *diurnam*, quam parallaxi horizontali aequalem esse docet.

cet, eamque uti & librationem in latitudinem a Galileo primum observatam fuisse tradit, & librationem ab attractione terrae, & figura lunae sphaeroidaeae, quam a celeb. Turinensi Geometra la Grange fuisse expositam fuisse testatur in dissertatione quapiam, quae a Parisiensi scientiarum Academia anno 1764 praemio condecorata fuit. Nos binas tantum harum librationum caeteris notiores, nempe quae in longitudinem, & eam quae in latitudinem fieri dicitur, paucis declarabimus.

P R O P O S I T I O X.

*A*ctione solis in lunam libratio lunae in longitudinem efficitur.

408. Quoniam enim actione solis celeritas lunae modo augetur, modo minuitur, eius vero circa axem conversio motu aequabili peragitur, evenire potest, ut quo tempore luna in sua circa tellurem orbita quadrantem circuli decurrit, conversio circa axem quadrante circuli maior fiat, maculae igitur, quae prope orientalem disci lunaris limbum sitae sunt, ulterius in eodem disco progressae fuisse videbuntur: quod si vero celeritas lunae augeatur, conversio circa axem quadrante circuli minor erit, dum luna integrum iam quadrantem in orbita sua descripsit, quamobrem eadem maculae ab orientali limbo remotiores apparebunt, quam ante: idem in maculis occidentali limbo adsitis eodem plane modo notabitur.

P R O P O S I T I O XI.

*L*ibratio lunae in latitudinem ab eiusdem latitudine, sive distantia ab ecliptica, & inclinatione axis lunae ad orbitam eiusdem ortum habet.

409. Dum enim luna a nodo suo ascendente digrediens ad maximam borealem latitudinem appropinquat, ob dictam axis lunaris inclinationem, eiusdemque parallelismum polus lunae borealis, atque adeo maculae, quae polo huic vicinae sunt, a sole non illustrantur, nobisque adeo inconspicuae redduntur, quo tempore australis lunae polus, maculaeque illi aditae solis radiis collustrantur, terraeque obversae ab eius incolis conspiciuntur. Contrarium eveniet, luna ex nodo descendente ad maximam latitudinem australem vergente.

SCHOLION I. Res in luna respectu terrae eodem modo se habet, quo in terra respectu solis. Velut enim ^{Fig. 112} ob axis terrestris PA inclinationem, eiusque parallelismum sol modo puncto H, modo puncto R ad verticem insistit, inque priore casu polum terrae borealem, in altero australem lumine suo perfundit, ita, ob easdem causas in lunae globo pro varia eiusdem latitudine modo polus boreus, modo australis solis radiis collustrabitur, maculaeque iam in uno, iam in altero polo conspicuae fient, quae ante latebant. Ex hoc vero illud quoque innotescit, cur haec lunae libratio motum nodorum lunae sequatur: dependet enim ea a lunae latitudine, sive a maiore, minorive ab ecliptica, atque adeo etiam a punctis, in quibus eclipticam secatur, sive nodis distantia.

SCHOLION 2. Ex vario lunae in orbita sua respectu terrae, solisque situ eclipses quoque lunae, solisque, vel rectius terrae proveniunt, quas paucis hic declarabimus. Eclipsis lunae est privatio luminis in luna, proveniens ^{Quid eclipsis lunae?} ex eo, quod luna tempore oppositionis per conum terrae umbrosum transiens, ei vel tota, vel aliqua sui parte tantum involvatur. Ut igitur eclipsis lunae habeatur, requiritur, ut luna cum sole in oppositione sit, hoc enim in casu terra solem inter, lunamque media est, cumque tanquam corpus opacum ad sensum sphaericum umbram post se proiciat, fieri poterit, ut luna per umbrosum hunc conum transiens obscuratur. Ad hoc porro illud insuper necessarium est, ut luna tempore oppositionis vel in ipso nodo, vel certe prope eundem versetur. Sit enim ^{Fig. 122} ABC*
 Bb 4 por-

portio quaedam eclipticae, **LLL** pars orbitae lunaris, punctum **L**, in quo orbita lunae eclipticam secatur, nodus eiusdem. Quoniam terra semper in ecliptica versatur, conus eiusdem umbrosus pariter in averfam eclipticae partem cadet, cuius sectiones varias repraesentant circuli **MLM**. Quod si ergo luna tempore oppositionis fuerit in nodo **L**, terra vero in nodo opposito, centrum lunae, & umbrae in eadem recta iacebunt, eritque eclipsis ea *centralis*. Si sit prope nodum ita, ut tota umbrae terrae immergatur, eclipsis erit *totalis*. Quod si vero a nodo adeo removeatur, ut non nisi pars disci in **M**, & **N** umbrae immergatur, eclipsis *partialis* erit. Quod si denique a nodo magis adhuc removeatur, vel supra, vel infra terrae umbram transibit, quin eandem vel contingat; ex quo patet, non quolibet mense, sive in quovis plenilunio eclipsim lunae contingere debere. Illud quoque ex figurae huius inspectione manifestum fit, eclipsim caeteris paribus eo maiorem fore, quo maior fuerit sectio coni umbrosi, id est, quo terra soli, vel luna terrae propinquior fuerit. Notatur aliquando luna, etiam cum plenam eclipsim patitur, sanguineo veluti colore perfundi; id verotribuendum est radiis solaribus, qui in crassam terrae atmosphaeram incidentes, in eaque refracti umbrae terrae immiscuntur, atque ex luna reflexi rubeum illum colorem praeseferunt. Eclipsis solis, quae rectius eclipsis terrae dicenda est, fit, cum luna tempore coniunctionis inter solem, terramque interponitur. Debet porro luna illo coniunctionis tempore vel in nodo, vel prope eundem existere, quod si fiat, aspectum solis quibusdam terrae partibus vel ex toto, vel ex parte sensim adimet; itaque incolae partis illius globi terraquei, in quam lunae umbra incidit, solem vel ex toto, vel ex parte obscuratum videntes hunc luminis defectum soli ipsi tribuent, qui tamen, cum sit corpus luce propria gaudens, eadem per cuiuscunque corporis interiectum spoliari nequit. Erit vero eclipsis solis *partialis*, si luna partem tantum disci solaris obtegat; *totalis*, si totum solis discum luna aspectui nostro eripiat, quod raro quidem admodum evenit: observatum tamen nonnunquam fuit, tum praecipue, cum luna tempore coniunctionis perigaea est, quo tempore apparens eius discus discum solis apogaei superat. *Centralis*, si centrum solis, & lunae in eadem linea recta per oculum spectatoris transeunte existat. *Annularis*, si circa lunae discum lucidus quidam annulus appareat, de quo superius (334) egimus. Denique cum sol motu apparenti ab occasu ortum versus, & luna pariter in eandem

Quid eclipsis solis?

dem plagam tendat, eadem ante solis discum transiens occidentalem disci solaris limbum primum semper obteget; cumque moles telluris lunam 50 vicibus superet, fieri haud unquam poterit, ut universa simul terra lunari umbra involvatur, sive ut eclipsis quaequam per universam simul tellurem centralis sit.

SCHOLION 3. Dum Mercurius, aut Venus per discum solis nigricantis maculae instar transeunt, solis quoque particulam aliquam nobis eripiunt, eclipsimque efficiunt, inermi oculo haud conspicuam.

SCHOLION 4. Satellites Iovis & Saturni, dum circa primarios suos planetas revolvuntur, ipsi quoque eclipsim frequenter patiuntur, dum per umbram, quam planetae hi in partem a sole aversam proiciunt, transeunt; ingressus horum satellitum in umbram suorum planetarum *immersio*, egressus vero ex eadem *emergio* dicitur: quoniam porro ob ingentem satellitum horum distantiam eorum sive *immersio*, sive *emergio* momento veluti peragitur, astronomi in huius phaenomeni observationem admodum intenti sunt, quod praeter alia longitudinibus locorum determinandis plurimum inservit.

ARTICVLVS IV.

De motibus apparentibus fixarum.

410. **D**ecimum phaenomenon, quod in astrorum motu observatur, ad stellas fixas pertinet, quae, licet nomen inde hauserint, quod eodem coeli loco defixae perpetuo videantur, motibus tamen nonnullis obnoxiae sunt, quos posteriorum astronomorum solertia, instrumentis praesertim astronomicis ad maiorem perfectionis gradum adductis, detexit. Motus hos fixarum ad 6 classes revocat Cl. de la Lande (Astron. N. 2160) 1) Ad praecessionem aequinoctiorum. 2) Aberrationem. 3) Nutationem. 4) Mutationem latitudinis in genere. 5) Motus varios particularium

*Explicatio
decimi
phaeno-
meni.*

quarundam fixarum. 6) Parallaxim annuam.
De singulis pauca quaedam adferemus.

Quid praecessio aequinoctiorum?

411. Praecessio aequinoctiorum vocatur motus quidam eorum punctorum, in quibus aequator eclipticam secat. Tellure videlicet in orbe suo progrediente axis ipsius aequabiliter non progreditur, verum inclinatione eadem ad planum ecliptice proxime retenta, circa axem ipsius eclipticae lentissime revolvitur; poli igitur aequatoris circa polos eclipticae relate ad stellas fixas circulum describunt intervallo 23 circiter graduum, 30', & *puncta aequinoctialia* contra ordinem signorum Zodiaci occasum versus regrediuntur. Hac regressione illud efficitur, ut stellae omnes motu apparente per circulos eclipticae parallelos versus ortum progredi videantur, eademque proxime latitudine retenta longitudinem anno quolibet 50'' 30''' mutant, integramque periodum nonnisi post annos 26000. absoluturae sint. Hinc quoque est, quod tellus ad vernam sectionem ante perveniat, quam integram periodum absolverit.

SCHOLIUM. Praecessio haec in causa est, quod Astronomi distinctionem fecerint inter signa Zodiaci apparentis, & rationalis. Zodiacum rationalem initium capere docent in ipsa verna sectione, sumptoque inde initio in partes 12 aequales, sive signa 12 totum eum circulum partiuntur. Haec vero signa a binis inde annorum millibus adeo progressa sunt, ut aries in locum tauri, taurus in locum geminorum successerit, & ita porro. Nimirum unumquodque signum apparens spatio integri signi rationalis orientem versus iam praecessit.

Quae causa praecessionis?

412. Physica iam praecessionis huius causa breviter exponenda est, eumque in finem

ea in memoriam revocanda sunt, quae de retrogrado nodorum lunae motu superius (407) attulimus, ex quibus illud facile colligitur, si quotvis lunae circa terram revolverentur in orbitis ad planum eclipticae inclinatis, nodos orbitalium, singularum eiusmodi lunarum retrogrados futuros, inclinationemque orbitalium earundem, eandem ob causam continuis mutationibus obnoxiam futuram. Quod si iam is lunarum numerus eousque excrescat, ut sese tandem contingant, solidumque circa terram anulum efficiant, huius quoque annuli nodi, siue puncta, in quibus eclipticam secant, retrogradi itidem sunt futuri.

Quoniam vero terrae figura sphaeroidaeae est, circa polos compressa, & sub aequatore protuberans, ea materiae portio, quae sub aequatore exstat, considerari potest instar annuli terram ambientis, atque in plano aequatoris terrestris constituti: velut ergo aequator eclipticam in punctis duobus secant, ita idem quoque praestabit hic annulus: haec igitur intersectionum puncta motu retrogrado ferentur, eam prorsus ob causam, eoque modo, quo nodos lunae in antecedentia ferri diximus, quo motu retrogrado horum punctorum *praecessio*, quam dicunt *aequinoctiorum* efficitur. Cum enim eo motu puncta aequinoctialia occasum versus regrediantur, terra antequam revolutionem integram absolvat, punctum aequinoctiale, quod interea recessit, attinget, atque ita brevior erit *annus tropicus*, id est, intervallum temporis inter aequinoctium, eiusque reditum

in sequente revolutione interiectum, quam *annus periodicus*, sive tempus, quo terra ad idem orbitae suae punctum revertitur.

COR. 1. Partes, ex quibus annulum illum sub aequatore protuberantem constari diximus, triplici vi urgentur, nempe 1) vi gravitatis versus centrum terrae. 2) Vi tendente in lunam. 3) Vi annulum eundem versus solem impellente.

COR. 2. Retrogressionis huius causa tum solis, tum lunae actioni tribuenda est, cum planum aequatoris terrestris non modo ad planum eclipticae, verum etiam ad planum orbitae lunaris inclinatum sit, ita tamen, ut maior sit efficacia lunae, quam solis, id quod minori eiusdem a terra distantiae tribuendum est, ad quam scilicet semidiameter aequatoris multo maiorem rationem habet, quam ad distantiam solis, quamvis massa eiusdem massam lunae plurimum superet.

SCHOLION. Newtonus ex principiis gravitatis universalis definivit efficaciam solis, lunaeque, ad eam aequinoctiorum praecessionem efficiendam, ostenditque actione solis anno quolibet regressionem effici $9''$, $7'''$, $20''''$, actione lunae vero $40''$, $52'''$, $52''''$, atque adeo universim $50''$, $0'''$, $12''''$, quod astronomicis observationibus admodum consentaneum est.

COR. 3. Quantitas praecessionis a gravitate annuli illius in terram, & attractione solis proveniens eadem est in singulis terrae revolutionibus, cum ob eandem proximam eclipticae, in qua sol existit, ad aequatorem inclinationem vis motum illum retrogradum punctorum aequinoctialium efficiens similis vi BC * eadem constanter maneat.

COR. 4. Quantitas praecessionis a luna proveniens ob causam oppositam, nimirum ob continuam, eamque perquam notabilem mutationem inclinationis orbitae lunaris ad planum eclipticae varia itidem, atque adeo mutabilis est.

SCHOLION I. Quaeret hic aliquis, quam ob causam fiat, ut, cum actio solis nodos lunae periodum integram intra annos circiter 19 absolvere faciat, solis, lunaeque coniunctae actiones retrogressionem adeo lentam efficiant. Respondeo, quatuor esse causas, quae solis, lunaeque coniunctas vires minus efficaces reddunt, quas Mac-Laurin

fin in expositione Physicae Newtonianae, Cl. item Sigorgne in institutionibus Newtonianis prodidere. 1) Radius annuli illius sub aequatore prostantis 60 vicibus minor est radio orbitae lunaris, quo fit, ut solis quoque, lunaeque vires ad efficiendam punctorum aequinoctialium retrogressionem minor longe sit, quam vis solis ad turbandos lunae motus. Velut enim vis motum lunae perturbans radio orbitae lunaris respondet, ita quoque vis perturbatrix solis, lunaeque radio annuli illius respondeat est necesse. 2) Annulus hic telluri cohaeret, nequit proinde ullam in partem converti, quin ipsa quoque tellus eam in partem convertatur, cuius massa cum sit sane ingens, conversio illa nonnisi perquam lente fieri poterit. 3) Materia illa sub aequatore eminens non format verum annulum aequatori insistentem, sed ad polos usque paulatim decrescens protenditur. Quare orbitae lunari minus similis est, quam si instar annuli veri aequatorem cingeret, minorque adeo in eam solis, lunaeque efficacia erit. 4) Denique cum annulus hic intra 23 horas, 56' circa axem convertatur, breviori tempore vires solis, lunaeque in eum annulum exeruntur, quam vires solis in lunam, cuius revolutio 27 diebus, 7 horis, 43' peragitur; quamobrem minor quoque esse debet effectus, quem eae vires edunt.

SCHOLION 2. Motus fixarum apparentes, qui ex aberratione proveniunt, superius (373) exposuimus.

413. Tertia igitur species motuum, quos in stellis fixis Astronomi observarunt, *nutatio*, *Quid nutatio?* five deviatio appellatur. Hoc motu 9'' *mutatio* in locis fixarum efficitur intra 19 annorum periodum. Causa eiusdem censetur esse actio lunae in sphaeroidem terrestrem, quae cum *Quae eius causa?* inaequalis sit (praec. Corol. 2.) non modo in praecessione aequinoctiorum mutationem quampiam efficere debet, verum in ipso axe terrestri librationem, five nutationem quampiam, qua fiat, ut aequator terrestris eclipticae iam propinquior, iam ab ea remotior efficiatur, ac proinde stellae fixae, quae aequatori respondent, iam ad illum accedere, iam recedere ab eodem, atque adeo declinationem mutare continuo videantur.

COR. Nutatio haec ab inaequalitate actionis Iunaris proveniens sensibilis esse potest. Dependet enim vis lunae a distantia eiusdem ab aequatore, sive ab inclinatione orbitae eiusdem, quae intervallo 18 annorum 10 omnino gradibus mutatur.

*Mutatio
obliquita-
tis eclipti-
cae.*

414. Quarta species apparentis fixarum motus mutatio latitudinis, sive distantiae ab ecliptica in genere dicitur. Censet enim Cl. de la Lande, ob mutuam planetarum omnium in se invicem actionem fieri debere, ut quotiescunque planetae duo circa idem centrum in diversis planis revolvuntur, actio planetae A nodos planetae B, huiusque vicissim actio nodos illius retrogredi faciat; unde existimat, fieri quoque debere, ut terrestris orbitae nodi regrediantur, eiusdemque ad aequatorem terrae inclinatio immutetur. Hinc vero illud consequetur, ut stellae fixae suas ab ecliptica distantias, sive latitudinem mutare videantur.

SCHOLION. Obliquitatem eclipticae non eandam constanter semper fuisse Cl. de la Lande sumpto ab ipso Ptolemaeo exordio ex Albadegnii Tychonis, Riccioli, Bouillaudi partim observationibus, partim testimoniis eruit. Demum id ipsum ex recentissimis la Caillii, Condaminii, Bradleyi, Cassini, aliorumque observationibus confirmat.

*Motus fixarum
particularis.*

415. Quinto peculiare quidam motus in nonnullis stellis fixis deprehenduntur. Ita certe Halleius in stellis quibusdam primae magnitudinis Sirio, Arcturo, & Aldebaran mutationem latitudinis advertit, quae cum nulla ex citatis adparentium horum motuum causis conspirat. Cassinus in lucida aquilae motum ab occasu in ortum deprehendit. Idem in *Rigel*, humero orientali Orionis, Regulo, aliisque nonnullis diversas latitudinis variationes animad-

animadvertit. Ex quibus observationibus confici videtur, nonnullas fixarum motu quodam proprio gaudere, cuius causa licet mutuae corporum omnium coelestium in se invicem actioni in genere tribuenda sit, nulla tamen actionis huius sive mensura, sive lex, iuxta quam sese ea exerat, deprehendi adhuc potuit.

416. Denique ex parallaxi orbis annui *Parallaxis annua.* (371. Schol.) apparentem quemdam motum in fixas stellas induci, Astronomorum complures olim existimarunt. Flamstaedius certe ex observationibus circa stellam polarem factis parallaxim annuam erui censuit, cuius sententiam Cassinus refutavit. Ipse dein Cassinus parallaxim annuam Sirii deprehendisse sibi visus est; verum Cl. Molineux usus sectore a cel. Grhamo elaborato apparentes Sirii mutationes cum annua parallaxi minime consentire ostendit. Denique Bradleyus, postquam varios fixarum apparentes motus motui terrae in orbe annuo, & successivae luminis propagationi (373) tribuendos ostendisset, illud una effecit) ut annuam fixarum parallaxim nullam omnino esse Astronomi moderni censeant.

SCHOLION. Clarissimus certe de la Lande (Astron. N. 221) aperte profitetur, post Bradleyanas observationes decisam iam esse quaestionem, quae de annua fixarum parallaxi olim agitata fuit, certumque habendum, eam nullam omnino esse. Commemorat quidem ex observationibus a Cl. la Caille ad caput bonae spei factis nonnullos parallaxim Sirii eruere contendisse, verum hos redarguit ex observationibus ab eodem Cl. viro Parisiis annis 1761, & 62 factis, ex quibus colligitur, apparentes illas Sirii mutationes ab annua parallaxi oriri haud potuisse. Denique refert observationes a Cl. Bewis Londini factas, sibi quae, dum anno 1763 ea in urbe degeret, communicatas.

tas, ex quibus aperte consequi docet, nullam esse Sirii parallaxim. Itaque suam de annua parallaxi fixarum sententiam his verbis terminat: „Si fixarum omnium maxime illustris (Sirius videlicet) parallaxi annua caret, vix sperare licet, eandem in reliquis fixis detegendam. quae dubio procul multo maioribus intervallis a nobis remotae sunt. „

A R T I C V L V S V.

An motus astrorum per vortices materiae subtilis, sive aetheris explicari possint.

417. **C**artesiani, ut causam physicam motus astrorum redderent, materiam subtilem in subsidium vocarunt. Docent igitur, circa solem, & quamvis stellam fixam subtilissimae cuiusdam materiae quendam velut oceanum circumfusum esse, qui circa id astrum tanquam centrum in circulum rapidissime feratur, planetasque omnes ad systema illud pertinentes abripiat, deferatque: eidem aethereo torrenti, quem illi *vorticem* appellant, propagationem luminis, gravium ad terram descensum, cohaerentiam corporum, restitutionem elasticorum, & praecipua quaevis universi phaenomena tribuunt, quae aetheris huius motus diversissimos, sibi que saepenumero e diametro oppositos deponunt; aut vero, si hac se difficultate nimium premi intelligant, materiae huius subtilis classes varias comminiscuntur, quarum singulae singulis naturae phaenomenis explicandis interserviant. Nos quid de vorticibus his sentiamus, paucis expediemus.

Quid vortices?

PROPOSITIO I.

Vortices materiae subtilis in natura rerum existere nequeunt.

418. Argumentum praecipuum cometae suppeditant, quos non raro ab ortu in occasum, atque adeo contra signorum coelestium ordinem deferri (339) constat. Hi porro cum in planetarum regionibus versentur, a vortice solari planetas omnes ortum versus deferente ipsi etiam abripi deberent. Quod siingas, planetas singulos, singulos item cometas vortice proprio gaudere, a quo variis directionibus devehantur, vortices ponis directionibus variis, variisque celeritatis gradibus praeditos, quorum is, cuius maxima est celeritas, reliquos secum abripere, communemque omnibus directionem imprimere debebit. Deinde particulae singulae vortices hos componentes, vi centrifuga praeditae esse dicuntur, qua a centro motus, sole nimirum, perpetuo recedere conentur; itaque vortices hi vel ad infinita spatia se extendent, atque adeo mundus in infinitum protendetur, vel vero particulae in extrema superficie vorticis remotissimi positaе vi sua centrifuga a reliquis discedent, atque adeo tota vorticum compages brevissimo tempore dissolvetur. Denique cum orbitas planetarum ellipticas esse (382) constet, vorticum, a quibus deferuntur, elliptica itidem figura esse deberet, hanc vero, qua ratione obtineant, arduum admodum explicatu est. Sunt, qui dicant, solarem vorticem figura elliptica gaudere, propterea, quod a proximis fixarum vor-

ticibus utrinque comprimatur: verum fieri id ea ratione non posse clarissime demonstrat Cel. d'Alambert. Cum enim vortex solaris in hac hypothefi plurimarum fixarum vortices sibi contiguos habeat, a quibus comprimitur, haudquaquam in figuram ellipticam, sed in aliam quamvis irregularem ea compressione abibit. Accedit, quod inde rursus consequatur, vortices esse numero infinitos; quod si minus ardeat, causa adferenda iterum est, quae vorticem extimum comprimat, suosque intra limites coerceat.

P R O P O S I T I O II.

*E*tiamfi existentia horum vorticum concedatur, illi tamen explicandis motus astrorum phaenomenis minime sufficiunt.

419. Nam 1) constat, planetas soli proximis maxima celeritate revolvi, deberet igitur solaris vorticis stratum, quod soli proximum est, maxima item celeritate gaudere; cum vero converti circa solem non possit, quin stratum proxime adsitum contingat, partem celeritatis suae eidem utique communicabit, celeritas igitur eiusdem sensim decrescat est necesse, donec aequaliter per universum solarem vorticem diffundatur, quo fieret, ut ipsa Mercurii, Veneris, aliorumque planetarum celeritas sensim languescat, & ipsa tandem etiam ad aequilibrium veluti redigatur. 2) Planetae neque in eodem plano omnes moventur, neque eadem orbitarum excentricitate gaudent, eorum aphelia idem coeli punctum
haud

haud respiciunt, quod certe fieri deberet, si ab uno communi vortice simul omnes abriperentur. Quis enim in vortice eiusmodi strata plura sub diversis angulis inclinata alibi magis, minus alibi compressa, densiora in uno, rario-
 ra in alio loco fingere ausit, quae hunc perpetuo situm, positionemque tueantur. 3) Notatur in planetis motus apheliorum, variaeque orbitarum turbationes, quae cum uniformi solaris vorticis fluxu minime cohaerent. 4) Planetæ circa axem proprium rotantur, habent item eorum aliqui satellites, qui circa eos convertuntur, quem in finem aliis iterum vorticibus intra solarem vorticem demersis opus est, quibus is rotationis motus, satellitumque revolutio tribuatur, hos vero a potentissimo solari vortice abripi, & in unum confundi oporteret.

SCHOLIUM. Cl. Bertier (*Principes Physiques à Paris 1764*) systema vorticum apud ipsos Gallos iam fere antiquatum, viribus omnibus propugnandum suscepit. Principium eius universale, cui totum systema suum superfruit, illud est: Oportet ex cognitis ad incognita argumentum ducere, neque propterea relicere systema aliquod, quod multa in eo occurrant, quae cum obscuritate aliqua coniuncta esse videntur. Quod quidem principium lubentes admittimus, quamvis haud appareat, quæ ratione coelestibus illistorrentibus applicari possit. Cl. Bertier ita arguit: vortices illi corpus fluidissimum sunt, quod circa solem, aliave corpora coelestia in circulum revolvitur, ea igitur, quae in fluidis terrestribus, corporibusque, quae his innatant, deprehendimus, coelesti quoque illi fluido convenire censenda sunt. Hinc totus in eo est, ut fluviorum cursum, corporumque iis innantium, aut ab iis abreptorum motum, variasque directiones in examen vocet, quaeque in his notantur, planetis quoque, qui coelestibus illis fluviis innatant, convenire doceat. At vero id non recte fieri censemus: nam
 1) Fluvii, qui in superficie telluris notantur, materia

constant ad sensum vix elastica, quae nullis adhuc viribus comprimi se est passa, coelestes vero illi fluvii ex materia summe elastica, quaeque vi qualibet exigua comprimi sese sinat, componuntur. 2) Fluvii vi gravitatis in terram urgentur, ex quo, aliisque fluidorum non elasticorum proprietatibus motus eorundem directio, & ad libellam compositio primum explicatum habet; vortices a centro solis recedere perpetuo nituntur, estque in diversis eorundem portionibus, imo & moleculis vis ista, sive conatus a sole recedendi admodum diversus. 3) Fluvii corpora sibi innatantia non permeant, sed in eorum tantum superficiem agunt, vortices vero ob particularum suarum subtilitatem planetarum intimam substantiam liberrime pervadunt, id quod vorticum patroni lubentes profitentur, ut pondera corporum terrestrium massis proportionalia in sua vorticum hypothese salvare possint. Istud vero attentione maxima dignum censeo. Docet enim Cl. Bertier, planetas vortices solaris directionem non sequi, hunc enim sphaericum esse statuit, cum planetarum orbitae ellipticae sint; quae assertio eiusdem huic fundamento innititur, quod corpora solida fluviis nostris innatantia eorum directionem haud sequantur, verum ab iisdem ad litus saepe eliciantur. Hic vero advertendum censeo, discrimen maximum haberi inter actionem fluidi, quod in superficiem tantum corporis innatantis agit, & eius, quod cum intimam solidi substantiam permeet, in singulas eiusdem moleculas vim suam exerit. Exemplum praebent fluida nostra terrestria, a quorum analogia omnem argumentorum suorum vim Cl. Bertier hausit. His certe si immergatur solidum, quod penetrare nequeunt, vi maxima illud comprimunt, atque nisi satis valide resistat, etiam diffingunt; quod si vero intra illud insinuare sese possint, nullam in eo figurae mutationem, nullam partium disiunctionem efficiunt. Exemplo hoc luculenter, nisi vehementer fallor, docetur, aliam esse actionem fluidi in solida, quae libere permeat, aliam fluidi, quod ab ingressu ad solida prohibetur. 4) Denique cum fluviorum terrestrium analogia viro huic tantopere arrideat, illud quoque expendere serio oportebat, fluvios nostros, qui minore celeritate, impetuque feruntur, si alteri forte, cuius maior est aquarum impetus, & vis, infundantur, relictâ directione priori potentioris huius, si ita dicere licet, fluminis cursum, directionemque sequi: cum ergo ex cognitis ad incognita transeundum esse, perpetuo oggerat, idem quoque vorticibus planetarum particularibus, quos iis, circa quos satellites revolvuntur, liberaliter tribuit, evenire debere, profiteatur est necesse.

SCHOLION. Idem Cl. Autor profiteri non dubitat, vortices in infinitum protendi, quo admissio videat, qua ratione in Deo potentia novi mundi condendi salva praestetur.

ARTICVLVS VI.

Respondetur obiectionibus.

Adversum ea, quae primis quatuor sectionis huius articulis de causa motus astrorum attulimus, sunt quaedam, quae difficultatem parere tyronibus possent, haec igitur paucis diluamus, eaque occasione nonnulla ad motus astrorum phaenomena pertinentia clariorem in lucem constituemus.

420. *Obiicies 1mo*: Corpora coelestia vi duplici, proiectili nimirum, & centripeta in solem tendente, impulsa tandem in solem deciderent, sed hoc experientiae repugnat, ergo. M. pr. Corpora coelestia duplici hac vi acta describerent lineas spirales, quae terminarentur in ipso sole, sed hoc ipso &c: ergo. M. pr. Corpora in superficie terrae quacunque vi proiiciantur, describunt spiralem, ergo etiam. Conf. prob. Ideo primum, quia gravitas terrae, quae producit motum acceleratum de vi projectionis continuo quidpiam decerpit, sed etiam vis centripeta solis de vi projectionis planetarum continuo quidpiam decerpit, ergo si corpora gravia &c.

R. N. M. ad prob. N. M. ad eiusdem prob. N. A., quod author huius obiectionis P. Castell certissimum, & invicte demonstratum supponit. Ad prob. Conf. negandum rur-

fus est, gravitatem terrae de vi proiectionis quidpiam decerpere, atque adeo accessus gravium ad terram vi proiectionis non satis validae, aut vero resistentiae aeris tribuendus est. Quorum neutrum cum in planetis locum habeat, patet, nunquam futurum, ut ii in solem decendant.

SCHOLION I. Ut vero magis pateat, planetas, quamvis vi in solem continuo tendente urgeantur, nunquam tamen in eundem delapsuros, notandum est 1) ex iis, quae N. 107 allata sunt, patere, speciem curvae, quam mobile viribus duabus diversae rationis impulsu describit, a varia harum virium compositione pendere, atque adeo curvam quoque in seipsam redeuntem a debita harum virium coniugatione oriri posse. Accedit, quod N. 124 demonstratum sit, mobile, si vi duplici, quarum una versus punctum determinatum constanter tendat, urgeatur, circa illud punctum tanquam centrum virium curvam quampiam decurrere. 2) Demonstratum est N. 140 vim centripetam mobilis in ellipsi revoluti esse in ratione inversa duplicata distantiarum; quoniam igitur ex phaenomenis motuum coelestium haec lex vis centripetae in motu primariorum circa solem, & secundariorum circa primarios (382) eruta fuit, patet eosdem in ellipsi incedere posse. 3) Mechanici, qui motus corporum in variis curvarum speciebus fufius pertractant, demonstrant, corpus impulsu vi duplici, quarum una versus punctum determinatum constanter tendens agat in ratione inversa duplicata distantiarum, altera vero quamcunque celeritatem efficiens cum priore sub angulo quolibet conspiciet, sectionem conicam descripturum. Et quidem si corpus proiiciatur ea velocitate, quae sit maior ea, quam vis centripeta constans manens in descensu mobilis ad ipsum virium centrum produceret, sectionem eam fore hyperbolam, si aequalis parabolam, si minor, ellipsim. Ellipsim vero abituram in circulum, si directio proiectionis rectae ad centrum virium tendenti ad perpendicularum insistant, & velocitas ea, quae constanti actione vis centripetae per dimidiam a centro virium distantiam obtineatur. Itaque, ut planetae in qualibet sectione conica deferantur, non alia re opus est, quam ut primae proiectionis velocitas ea fuerit, quae ad datae speciei sectionem conicam describendam requiritur.

SCHOLIION 2. Corpora in superficie terrae proiecta lineam spiralem describere debere ita demonstrat Castellus: concipiatur superficies terrae BDEC * in lineam rectam * Fig. 123
 extensa. Nam circulus infinite magnus, id est, cuius centrum abest intervallo infinito, rectilineam habet peripheriam, propterea quod ut quisque circulus maximus est, ita peripheria minime distat a linea recta. In hac geometrica hypothese concipiatur corpus profectum a D ascendere in A, & hinc descendere in E per lineam parabolicam DAE, tum fingamus rectam BDEC rotundam fieri circa centrum. Quo fiet, ut omnia parabola DAE puncta pariter aliquanto plus se in rotundum disponant ob legem centri, & interiores versus partes aliquantum inflectantur, & quidem eo magis, quo centrum minus abest. Iam vero Gregorius a S. Vincentio demonstravit, parabolam in hoc eventu in spiralem ordinariam abire. At vero dum recta BC, ad quam directiones NT, KP gravitatis perpendiculares sunt, in circuli peripheriam transformatur, transformatio parabola in spiralem a modo illo dependet, quo parabola rotundatur, sive a celeritate, qua puncta extrema I, & M directionum aequidistantium IP, MT feruntur, dum extrema P, & T versus circuli centrum diriguntur. Hic vero modus, atque celeritas a ratione illa dependet, qua vis centralis augetur, pro cuius variatione varia item erit ea celeritas, & quidem si ea in ratione inversa duplicata distantiarum crescere ponatur, linea spiralis haud obtinebitur, quae prorsus aliam virium centralium rationem considerat. Quod vero attinet lineam illam, quam corpora gravia in superficie terrae proiecta describunt, ea dicitur a mechanicis esse proxime parabolica. Quod si enim aeris resistentia abesset, gravitasque in ratione inversa duplicata distantiarum decresceret, gravitaeque ad terrae centrum directe tenderent, celeritasque, qua proliciuntur, minor foret ea, quam vi centripeta constanti in descensu ad centrum acquirerent, curva ea foret ellipsis. Quoniam vero neque gravitas in dicta ratione decrescit, & ob figuram terrae ad polos depressam gravia ad centrum terrae directe non tendunt, ita, ut perpendicularia in aliquot milliarum distantia parallela habeantur, neglecta aeris resistentia ellipsis ea in parabolam abire censetur; quod si vero aeris impeditio in considerationem veniat, curva, quam corpora proiecta describunt, ad hyperbolam magis accedet. Nihil ergo ex motu projectorum deducitur, quod planetarum circa solem revolutioni obstare possit. Accedit, quod (N. 391. Schol.) superius ex Newtono ostenderimus,

mobile proiectum ea celeritate, qua ad punctum oppositum puncto projectionis pertingere possit, ad ipsum projectionis punctum reversurum, atque planetae instar circa terram revolvendum.

SCHOLIUM 3. P. Boscovich similem obiectionem commemorat, ait enim: „oritur hic difficultas, quam ut infolubilem clamoribus toties repetitis obiecere Newtonianae theoriae ii, qui primum tantummodo extimum quendam theoriae ipsius veluti corticem attigerunt, durioribus, quae internam medullam concludunt, prorsus intactis. Petunt, qui fieri possit, ut planeta quispiam in solem, luna in terram gravis eo demum non recidant? quanam ratione eveniat, ut finita illa projectionis velocitas continua vis ad centrum tendentis actione demum aliquando non exstinguatur? „ Quos geometriae expertum hominum clamores ita obtundit vir idem clarissimus: vis centripeta utcumque magna id solum praestat, ut corpus a tangente ad arcum perpetuo accedat, ea igitur efficere haud potest, ut idem deserta orbita, quam semel insistere coepit, aliquando decidat? At vero non aliam admittimus vim, quam eam, quae id praestat, eius enim efficacia definitur a linea recta inter tangentem & arcum intercepta, quae proinde planetas ex orbibus suis deturbatos in solem praecipitare non potest. Falsum deinde est, vim centripetam de primae projectionis velocitate continuo quidpiam decerpere, eandem enim revera iam auget, iam minuit, & quidquid in una orbis parte efficit, in altera destruit. Auget sane in descensu ex aphelio ad perihelium, in quo cum directione mobilis magis conspirat; minuit, in regressu ex perihelio ad aphelium, in quo eidem magis opponitur. Deinde vis centripeta cum vi tangentiali in aphelio, & perihelio angulum rectum constituit, in descensu ex aphelio ad perihelium angulum acutum, in ascensu ex perihelio ad aphelium angulum obtusum. Iam vero ostendimus, N. 131. celeritatem mobilis augeri, minuive, prout angulus, quem radius vector cum tangente constituit, acutus, aut obtusus fuerit. Celeritas igitur mobilis in descensu ex aphelio ad perihelium continenter crescit, in recessu minuitur. Deinde illud quoque demonstrant mechanici, cum directio vis centripetae angulum acutum continet, mobile accedere ad centrum virium; quando continet obtusum recedere; quando rectum continet, vel accedere, vel manere in eadem distantia, vel recedere, prout eius velocitas fuerit minor, aequalis, aut maior ea, quae acquirere-

feretur, si mobile eadem vi, quae in illo curvae puncto habetur, laberetur per dimidiam a centro virium distantiam. Mobile ergo ellipsim describens in descensu ex aphelio ad perihelium ad centrum virium accedet, in ascensu recedet, in perihelio centro virium propinquius, in aphelio ab eodem remotius est futurum.

SCHOLIION 4. Urgent vero, in perihelio vim centripetam esse maximam, mobile igitur centrum versus abripiendum. Verum qui ita arguunt, non attendunt, quod in perihelio maxima quidem sit vis centripeta, sed simul etiam maxima mobilis velocitas, ac proinde etiam maxima vis composita ex centrali, & tangentiali, cuius directio nequaquam ad centrum virium tendit, verum potius ad mobile ab eodem abstrahendum. Sit enim * ellipsis LMDN, * Fig. 124 cuius arcum BC planeta quilibet vi composita ex centrali AB, & tangentiali BD descripsit; planeta hic in puncto C, id est in perihelio existens duplici rursus vi urgetur, una quidem centripeta CE, quae in puncto hoc maxima est futura, altera vero tangentiali CG, qua sola, sublata vi centripeta, lineam CG aequalem arcui BC, (qui utpote exiguus pro subtensa haberi potest) describeret. Motu igitur composito arcum CF percurreret, pari modo in F vi duplici HF, & FK actus, arcum FI percurreret, & ita porro. Patet vero ex arcuum horum directione, mobile ad centrum virium haud accessurum, sed potius ob vim centripetam in singulis punctis arcus DKNL aequalem vi centripetae in punctis correspondentibus arcus LMBD eadem lege a centro virium in ascensu ex perihelio ad aphelium recessurum, qua lege in descensu ex aphelio ad perihelium ad idem centrum accessit,

421. *Obiicies 2do*: Si phaenomena motus planetarum per mutuam eorum in se invicem gravitatem cum vi proiectili debito modo combinatam recte exponerentur, vis haec universalis foret, atque adeo ad ipsas etiam fixas pertineret, sed hoc dici nequit, ergo. min. pr. Si vis ista mutuae gravitatis ad ipsas etiam fixas pertineret, hae ad solem, vel certe sol ad easdem accedere deberet, quod sine maxima totius universi perturbatione fieri haud posset, sed hoc ipso &c, ergo.

R. N. M. Nos enim non aliud, quam planetarii nostri systematis motus explicandos suscepimus, quos per mutuam eorum corporum, quae systema hoc constituunt, in se gravitatem cum vi proiecili combinatam recte exponi ostendimus: ex quo inferri nequit, gravitatem hanc ita universalem esse, ut ad ipsas etiam fixas pertineat. Certe dum legem virium in natura existentium exponeremus, docuimus (180) vim attractivam locum habere in maioribus distantis, seseque saltem ultra planetarum, cometarumque distantias extendere, ostenditque P. Boscovich, crus illud ultimum asymptoticum in distantis maximis, quales merito habentur fixarum distantiae, posse rursus axem secare, viresque ex attractivis in repulsivas abire, aliamque virium legem ad aliud quodpiam corporum systema pertinentem nostrae illi succedere. Illud igitur unum contendimus, nullum apparere inter stellas fixas, nostrique planetarii systematis corpora nexum, qui nos cogat attractionem mutuam ad fixas quoque stellas pertinentem admittere.

Verum si id quoque daretur, R. 2do N. m. ad cuius prob. N. M. est enim fixarum distantia tam ingens, ut si gravitas ad eas quoque sese extenderet, effectus eiusdem sensibus percipi haud possent. Cum enim gravitas in ratione inversa duplicata distantiarum decrescat, ea in fixarum distantis perquam exigua, nulloque sensu perceptilis esse poterit.

422. *Obiicies:* 3tio Planetae omnes deferuntur a fluido quopiam corpore, coelestia spatia explen-

plente, sed hoc ipso eorundem motus per gravitatem mutuam cum vi proiectili combinatam haud recte exponuntur, ergo. M. pr. Planetæ omnes motu proprio ab occasu in ortum feruntur, eadem directione circa axes proprios revolvuntur, eorum orbitæ exiguo coeli tractu, zodiaco videlicet, concluduntur, sed hoc ipso &c, ergo. m. pr. Si quis lunam a longe aspiciens angustum in ea tractum adverteret, in quo corpora plura eadem perpetuo directione progredierentur, is, etiamsi nullum fluidum sensibus perciperet, a quo corpora ista deferantur, certissimum tamen haberet, esse fluidum aliquod, quod corpora ea angusto illo spatio coerceat, eandemque perpetuo directionem sequi cogat, ergo idem quoque de planetis circa solem revolutis sentiendum.

Confirm. Deus in condendo universo legem hanc sibi ipsi velut imposuisse videtur, ut maximam in operibus suis esse velit varietatem, nec unquam effectus similes producantur, nisi id nexus quidam cum causâ quâpiam anteriore, quæ ab eodem naturæ authore constituta sit, deponat. Quoties igitur in rerum natura quempiam varietatis defectum, effectuumque convenientiam deprehendimus, iure arguimus, eandem a nexu eiusmodi cum causâ quâpiam anteriori originem ducere. Res hæc exemplis manifestior efficitur: ita nempe cum fluviorum directio cum nulla causâ anteriore ita sit connexa, ut quidpiam sit, quod certam aliquam, determinatamque eorum directionem exigat, fluvii versus omnes mundi

di plagas discurrunt, at vero omnes versus ostia sua feruntur, neque unquam aliquis ad scaturiginem suam rediisse notatus est, propterea quod corporum omnium gravitas id exigat: ita quoque planetae omnes, sive molem eorundem, sive densitatem spectes, sive distantiam a sole, sive tempus revolutionis circa solem, aut rotationis circa axem proprium, sive orbitarum excentricitatem, sive axium, orbitarumve inclinationem, plurimum inter se differunt, propterea quod nihil sit, quod ea in re conditorem naturae velut impulerit, ut quamlibet in his convenientiam esse velit. Dum igitur planetas omnes in una motus sui directione ab occasu ortum versus conspirant, id certe indicio est, id ob nexum quempiam cum causa aliqua fieri, quae hanc directionum conspirationem exigat. Causa vero, quae id deponcat, haud alia assignari potest, quam fluidum quoddam, quod ab occasu in ortum fluens planetas eo in fluido demersos abripiat, eandemque directionem sequi cogat.

Confirm. 2do: Planetae omnes eo coeli spatio continentur, quod zodiacum appellamus; debet igitur causa quaequam assignari, quae illos ultra id spatium evagari haud finat, qualis est actio cuiuspiam fluidi, quod cum in circum gyretur, vi centrifuga planetas solem versus urget, atque adeo ultra zodiacum ab eodem recedere haud finit.

B. N. M. ad prob. N. m. ad eius prob.
dist. Ant. qui in luna corpora plura angusto
spa-

spatio contenta eadem directione progredi cerneret, certum haberet, id a fluidi cuiuspiam actione provenire, etsi fluidum illud sensibus percipere nequiret, si aliam motus eius causam non deprehenderet, neque contra fluidi huius existentiam, modumque agendi gravissimae sese difficultates ingererent. C. secus N. Ant. & Conf. Ex hoc vero simul apparebit, quam sit dispar ratio motus planetarum circa solem: huius enim & ratio physica a vis centripetae cum vi tangentiali debita combinatione desumpta habetur, & materiae subtilis in vorticem actae, a qua planetae deferantur, tum existentia, dum agendi modus ineluctabilibus difficultatibus laborant. Minime igitur ea directionum, quibus planetae omnes feruntur, uniformitas permovere quempiam poterit, ut a torrente materiae subtilis planetas omnes abripi existimet.

Ad confirm. Iam respondeo, nos causas finales effectuum naturalium plerasque omnes ignorare, deinde eam quoque, quam sive de corporibus, universum hoc constituentibus, sive de eorundem agendi vi, effectibusque ac phaenomenis, quae inde resultant, comparatam habemus cognitionem, arctissimis terminis conclusam esse. Quamobrem nullas cognitas habemus leges, quas sibi author universi, dum hunc mundum conderet, praefixit, neque ex eo, quod magnam videamus in operibus eius varietatem, continuo inferre licet, omnem effectuum naturalium congruentiam, quae a causa quapiam anteriori eandem exigente non depen-

pendeat, legi huic, cuius existentia haudquam comprobata est, adversari. Deinde ex eo, quod nulla causa anterior appareat, quae eam planetarum omnium sive circa solem, sive circa se ipsas revolutorum directionem exigat, nequaquam sequitur, nullam etiam esse, quantumvis a nobis assignari haud possit. Neque enim de nexu, quo systema nostrum planetarium cum aliis forte cohaeret, quidpiam habemus cognitum, neque corpora omnia ad nostrum systema pertinentia, eorundemque vires omnes perspectas habemus, quibus cognitae plurimorum fortassis phaenomenorum ratio reddi posset, quae a nostra cognitione quam longissime modo removentur. Accedit, quod in hac ipsa planetarum omnium ortum versus directione varietas quoque non exigua notetur, in eo fundata, quod planetae quidem omnes ortum versus ferantur, neque tamen eandem coeli plagam respiciant, quod fieret, si directionibus parallelis omnes ferrentur, sed ob axium, orbitaliumque inclinationes varias ad diversas itidem coeli plagas tendant, quamvis eae omnes ea ex parte sitae sint, quam nos orientalem vocamus. In hac certe, si punctum aliquod spatii mente concipiamus, ab eodem singulorum planetarum directiones diversam distantiarum rationem habere intelligemus. Denique cometae ipsi planetarum genus sunt (343), qui cum ab ortu occasum versus nonnunquam tendant, varietatem illam inducunt, quam obiectionis huius author P. Bertier tantopere praedicat, ac pro lege, quam ipse naturae

author libere sibi imposuerit, habet. Hinc quoque patet, quid ad alteram confirmationem respondendum sit, cuius vim cometarum orbitae ultra zodiacum quam longissime protensae plurimum infringunt.

SCHOLION. Mirari satis nequeo P. Bertier in hoc argumento adeo exultare, ut totum vorticum systema eidem superstruxerit. Quid enim faciet, si ex eo quaeram, quam ob rem non modo solaris vortex, verum etiam vortices reliqui, quos planetis illis, circa quos satellites revolvuntur, tribuit, ortum versus fluant? Aut cur si ea directionum conspiratio illi varietatis legi non adversatur, vis proiectilis cum vi centripeta combinatae directio planetas ortum versus impellens legem hanc evertat? Ignoramus videlicet longe plurima, praesertim quod ad finales effectuum naturalium causas attinet. Neque de his temere quidpiam statuendum est; certe qui machinam quampiam admodum compositam spectat, nisi partes omnes, ex quibus ea machina confurgit, cognitae habeat, finesque omnes, quos in ea machina construenda architectus eiusdem sibi praefixerit, probe norit, de singularum partium existendi fine, aut quamobrem hoc potius, quam alio quolibet ordine, situve dispositae eae fuerint, non nisi temere sententiam ferret. Nobis quidem id certissime constat, Deum universi Conditorum suae praecipue potentiae, aliarumque perfectionum manifestationem, gloriaeque *extrinsecae* augmentum intendisse. At vero fines alios particulares, propter quos hunc potius, quam alium corporum coelestium numerum, magnitudinem, distantias, directiones, aliaque his similia constituerit, ignoramus, in iisque investigandis operam perdimus.

ARTICVLVS VII.

De aestu maris.

423. **P**er *aestum maris* motus quidam aquarum maris intelligitur, quo eadem intra paucarum horarum intervallum iam attolluntur, iam deprimuntur; aquarum elevatio *fluxus*, earundem depressio *refluxus* nominatur.

Quid aestus maris?

SCHOL.

SCHOLIUM 1. Hoc aquarum maris phaenomenon in particulari quidem physica pertractandum foret, verum est is inter phaenomenon hoc, motusque lunae, quos exposuimus, nexus, ut ex iisdem corollarii instar dimanare videatur. Accedit, quod hoc phaenomeno universalis corporum omnium in se invicem actio, seu gravitas universalis plurimum confirmetur, quamobrem hoc potissimum loco aestus marini phaenomena exponenda iudicavimus.

SCHOLIUM 2. Aestus marini phaenomena veterum quoque Philosophorum animos defixos tenuerunt, estque popularis traditio (quam tamen veritati minus consentire ex Diogene Laertio constat) Aristotelem desperatione verae aestus marini causae detegendae in mare se praecipitem dedisse. Illud notatu dignum, veteres quoque inter aestum maris, lunaeque motum consensum quempiam advertisse, quo factum est, ut ipsi quoque causam aestus marini lunae tribuerint, quamvis modum ignorarent, quo luna tanto intervallo a tellure remota aquas maris ciere possit. Instar omnium sit Plinius, qui naturalis historiae L. 2. C. 97. haec scribit: „Aestus maris accedere, & recedere, procare maxime mirum: pluribus quidem modis, verum causa in sole, lunaque. „

SCHOLIUM 3. Phaenomena aestus marini usque ad praesentis seculi exordium incerta admodum, nullisque certis legibus adstricta habebantur, quorum ignoratio inquisitioni genuinae aestus marini causae plurimum officit. Debemus vero Academiae Parisinae curis, ut eadem iam certissimo determinata habeamus. Haec enim anno 1701 a Comite Pontchartrain obtinuit, ut autoritate Regiae per omnes Galliae portus ad oceanum sitos observationes phaenomenorum aestus marini instituerentur methodo ab Academicis Parisinis praescripta, & ad omnes Galliae portus transmissa. Ad hanc igitur normam ab idoneis viris per plures continenter annos observationes habitae, eorumque ephemerides ad Academiam Parisinam transmissae fuere: ex quibus summa cura inter se collatis Iacobus Cassinus in eiusdem Academiae commentariis ad annos 1710, 12, 13, 14, 20 phaenomenorum seriem eruit, regulasque quasdam generales constituit, tabulasque condidit ex sola inductione erutas, & observationibus ipsis confirmatas, quarum ope in singulis portibus hora marini aestus intra paucorum saepe minorum limites praenunciari possit, & magnitudo etiam aestuum utcumque innotescere. Nos haec phaenomena, subiuncta eorundem explicatione, ordine recensere.

PROPOSITIO FVNDAMENTALIS.

*A*estus marini phaenomena ab actione luminarium
(solis videlicet, lunaeque) dependent.

424. Propositionis huius veritas elucescet, cum ostenderimus, non modo singulorum phaenomerorum explicationem clarissimam ex luminarium actionibus erui, verum etiam eadem phaenomena actionis illius sequelam necessariam esse.

PROPOSITIO I.

*L*una in terram est gravis, & terra in lunam.

425. Patet ex superius (296) dictis.

PROPOSITIO II.

*L*unae in terram gravitas corporum omnium in superficie terrae positorum tam solidorum, quam fluidorum gravitatem in tellurem minuit.

426. Cum enim directio actionis lunaris directioni corporum in superficie terrae positorum, qua ea ad telluris centrum accedere nituntur, adversetur, patet, per eam corporum gravium ad terram accedendi nisum diminui.

PROPOSITIO III.

*H*aec gravitatis diminutio in corporibus solidis sensibilis fieri nequit.

427. Est enim nimis exigua.

SCHOLION. Vim lunae ad solidorum corporum gravitatem minuendam haud sufficere ita ostendit Newtonus

L. 3. Princip. propof. 18. Corol. 2. „Cum, inquit, vis „lunae ad mare movendum fit ad vim gravitatis, sicut 1 „ad 2871400, perspicuum est, quod vis illa sit longe mi- „nor, quam quae vel in experimentis pendulorum, vel „in staticis, aut hydrostaticis quibuscunque sentiri possit. „Quibus Newtoni verbis doctissimi eiusdem commentato- res sequentia addunt: hae quidem vires ad movendum mare sufficiunt, sed alios effectus sensibiles producere non possunt. Etenim granum unum cum pondere granorum 4000 etiam accuratissima libra comparatum sentiri vix potest, vis autem solaris est ad vim gravitatis, sicut 1 ad 12868200, summaque virium solis & lunae est ad eandem vim gravitatis, sicut 1 ad 2032890. Quare patet, vires illas licet coniunctas multo minores esse, quam ut pondus corporis cuiusvis in libra appensi sensibilibiter augere, vel minuire possint. Unde nec in experimentis pendulorum, barometri, vel in staticis, aut hydrostaticis sensibiles edent effectus. Idem corollarium eleganter demonstravit Cl. Eulerus p. 30. *dissert. de fluxu, & refluxu maris*. Ait vero Eulerus loco citato: differentiam in pendulorum oscillationibus, quando per attractiones solis & lunae gravitas maxime augetur, vel minuitur, posse solum eam esse, quae intercedit inter numeros 4666666, & 4666667, quae utique nullis experimentis sensibilibus percipi potest.

P R O P O S I T I O IV.

*H*aec vero gravitatis diminutio sensibilis fieri potest in corporibus fluidis, si ea ad ingens spatium ad 90 scilicet, aut plures gradus sese extendant.

428. Quod si enim ad tantum intervallum corpus fluidum sese exporrigat, partium lunae directe subiectarum gravitas minuetur (id quod paulo infra demonstrabitur) earum vero, quae 90 gradibus, sive quadrante circuli a luna remonentur, in tellurem gravitas augebitur. Igitur ex hydrostaticae legibus fluidum gravius illuc affluet, ubi gravitas diminuta fuit, fluidumque levius extruderet, neque ante quiescent aquae,

aquae, quam defectum gravitatis in aquas lunae subiectas columnarum altitudo, in iis vero, quae a luna quadrante circuli distant, gravitatis excessum earundem columnarum brevis compenſet.

COR. 1. Lunae igitur actio aquas maris turbare, ac figurae mutationem in iis efficere poterit, quae cum motu aquarum necessario coniungetur, unde phaenomena aestus marini derivari poterunt.

COR. 2. Nisi aquae maris ad 90 saltem gradus se extendant, aestus non notabitur.

COR. 3. Cum in corporibus solidis haec aequilibrii restituendi ratio non inveniatur, nullus in illis motus, aut figurae mutatio notari debet.

PROPOSITIO V.

Aestus maris non efficitur absoluta lunae vi, seu attractione, sed inaequalitate actionis lunaris in diversas terrae partes.

429. Quod si enim luna singulas particulas, ex quibus globus terraqueus componitur, vi aequali, & directionibus parallelis attraheret, nulla oriretur figurae mutatio, verum cessante vi proiectili terrae, terra ad lunam absque omni figurae mutatione accederet; quod si enim singulae terrae particulae vi aequali, directionibusque parallelis cierentur, respectivos situs, & distantiarum a se invicem rationem haud mutarent, ipsa proinde globi terraquei figura immutata persisteret.

COR. Inaequalitas actionis lunaris in varias terrae partes ex duplici fonte derivatur, primo quidem ex diversa distantia lunae a variis terrae partibus; secundo ex diversa directione actionis lunaris. Sit enim Luna * in L, superficies terrae, quam aquis omni ex parte tectam concipiamus

Fig. 125

OCPQ, partes terrae in C five in coniunctione respectu lunae positae fortius ab eadem attrahentur, quam centrum terrae T, idque rursum fortius, quam partes terrae in O, five in oppositione. Itaque conformiter ad ea, quae de actione solis in lunam (399) diximus, aquarum in C, & O positarum gravitas minuetur; cumque aquae in Q, & P positae a luna oblique, partes vero in C, & O perpendiculariter attrahantur, facta resolutione attractionis obliquae QL in QT, & QM patet earundem in terram gravitatem obliqua hac solis actione augendam; hae igitur ad O, & C affluent, aquasque leviores extrudent, quo fiet, ut figura aquarum sphaerica in sphaeroidaeam commutetur, axe maiore per *oc*, five syzygias, minore per *qp*, five quadraturas transeunte.

COR. 2. Quo maior igitur attractionis huius inaequalitas fuerit, eo maior erit lunae efficacia ad aquas maris turbandas.

COR. 3. Erit vero inaequalitas haec tanto maior, quo maiorem rationem discrimen distantiarum punctorum C, & T, item T, & O ad CL, five distantiam corporis attrahentis habuerit.

PROPOSITIO VI.

Ad aestum maris efficiendum solis quoque actio efficaciam quampiam habet.

430. Ipse enim sol pariter in diversas terrae partes diverso modo agit, fortius attrahendo partes viciniores, debilius vero remotiores, item perpendiculariter directe subiectas, oblique vero quadrante circuli remotas.

PROPOSITIO VII.

Efficacia solis longe minor est efficacia lunae.

431. Ob ingentem enim solis distantiam discrimen distantiarum partium C, & T, item T & O longe minorem rationem habet ad distantiam solis, quam ad distantiam lunae. 2do

Ob

Ob eandem solis distantiam radii solares ad parallelismum propius accedunt, ac proinde minor quoque est directionum inaequalitas.

SCHOLIION 1. Distantia minima solis ab aquis in C est (318) 12625 semidiametrorum terrestrium, ab aquis in O 12627, a centro terrae T 12626; discrimen itaque distantiarum inter C, & T, sive inter T, & O est ad distantiam solis = 1: 12625, distantia vero minima lunae ab aquis in C est 53 semidiametrorum terrestrium, a centro terrae T 54, ab aquis in O 55. Itaque ratio, quam discrimen distantiarum partium terrae C, & T ad distantiam lunae habet, est = 1: 53, quae est utique ratio priore illa multo maior.

SCHOLIION 2. Illud hic quoque probe notandum, solis, lunaeque motus intra tropicos coerceri, atque adeo astra non aliis, quam iis aquis, quae intra tropicos continentur, aut certe ab iis parum admodum distant, ad perpendicularum imminere, in has igitur potissimum actionis suae inaequalitatem exeret, earum in terram gravitatem minuendo, augendo vero gravitatem earum, quae quadrante circuli hinc, & inde ab iis aquis removentur. Phaenomena igitur regularia, quae ex inaequalitate actionis luminarium immediate dimanant, in iis duntaxat aquis, & praecipue quidem in libero, patentique oceano locum habebunt.

PHAENOMENON I.

*A*estus in quolibet loco intra diem lunarem id est 24 horas, 48' quater contingit, bis nempe affluxus, & bis refluxus.

432. Cum enim terra intra 24 horas circa axem suum revolvatur, aquae in A * hora v. g. * *Fig. 126* sexta matutina lunae directe subiectae eleuantur; eadem post sex horas in B delatae, quo in loco quadrante circuli a luna distant, deprimuntur, post sex iterum horas in D ele-

vatae, tandem post sex rursus horas in C secunda vice deprimentur.

PHAENOMENON II.

Aestus retardatur quotidie 48' circiter.

433. Eaedem aquae hora sexta matutina ad eundem locum reversae, ex quo ante 24 horas discesserant, lunae directe non subiacebunt, utpote interea temporis ex L ad I in orbita sua ortum versus progressae, debent igitur aquae hae 48' intervallo progredi, donec ad eundem respectu lunae situm pertingant, quem die praecedente hora sexta tenuerunt.

PHAENOMENON III.

Maxima aquarum elevatio non contingit tunc, cum aquae lunae directe subiacent, sive ut vulgo dicunt, in ipso transitu lunae per meridianum loci, sed dum eae a luna versus ortum iam fere semiquadrante circuli digressae sunt, sive post duas, tresve horas.

434. Quod si quidem terra quiesceret, aquae lunae directe subiectae maxime eleventur, & axis maior sphaeroidis, in quam aquae ex actione lunae mutantur, per ipsam lunam transiret: quoniam vero ob motum telluris circa axem aquae versus ortum continuo recedunt, earum gravitas per actionem lunae directe imminentis iam minuta ab eiusdem actione licet debiliore, adhuc tamen perseverante
minui

minui pergit, atque adeo aquarum elevatio continenter augetur, donec femiquadrante a luna versus ortum remotae ad maximam elevationem pertingant. Similiter aquae intervallo 90° a luna dissitae deprimi pergunt simili fere intervallo.

SCHOLION I. P. Boscovich, aliique hanc aestuum maximorum retardationem vi inertiae aquarum tribuunt. Hac enim fieri dicunt; ut aquae figuram illam, quam aequilibrui ratio exigit, nec momento temporis acquirant, nec deperdant. Verum quemadmodum pendulum impetu, quem labendo concepit, ascendit in partem contrariam, licet gravitas per totum ascensum retro ipsum urgeat, donec omnis penduli impetus sive per affricum, sive per resistantiam medii exstinguatur, ita censent aquas maris etiam a luna elevatas hinc inde velut oscillare, easque oscillationes primum crescere, deinde minui, donec tandem a novis viribus penitus destruantur. Neque tamen retardatio ista definiri accurate potest, & saepe a particulari locorum situ dependet, quod 8, quin etiam 9 horis post transitum lunae per meridianum loci maxima aquarum elevatio notetur. Illud tantum hic universe notandum, aestum, quo maior est futurus, eo magis retardari: quod si enim infinite parvus foret, eodem temporis momento accideret, quo luna ad meridianum loci pertingeret, tunc enim tempus deesset, quo impedimenta aestum retardantia agerent. Cum ergo ostensuri mox simus, aestus syzygiarum maiores esse aestibus quadraturarum, patet, illos quoque magis retardari, quam hos.

SCHOLION 2. Exposita haecenus phaenomena a Physicis phaenomena diurna appellantur.

PHAENOMENON IV.

*Aestus maiores sunt caeteris paribus in syzygiis
luminarium, minores vero in quadraturis.*

435. Tempore enim syzygiarum vires lunae, & solis conspirant, cum haec astra in eadem fere linea recta tunc iaceant, atque adeo aestus fit summa virium, quarumque aquarum

gravitatem auget sol, earum quoque gravitatem auget luna, uti etiam earum aquarum gravitatem luna minuit, quarum gravitatem minuit sol. In quadraturis vero luminarium actiones sibi adversantur, aestus igitur fit differentia virium solis, & lunae, atque adeo minor est.

COR. A syzygiis itaque ad quadraturas aestus matutini maiores sunt vespertinis, a quadraturis vero ad syzygias vespertini matutinos superant. Cum enim in syzygiis sint aestus maximi, iidem ad quadraturas usque decrescunt, matutini ergo vespertinis maiores sunt. Contrarium evenit a quadraturis ad syzygias, ubi aestus continenter crescunt.

SCHOLION I. Tametsi dicatur, aestus maximos esse in syzygiis, illud tamen facile ostenditur, aestus qui fiunt in noviluniis maiores nonnihil esse aestibus, qui fiunt in pleniluniis.

SCHOLION 2. Cum constet, (430) aestum maris a solis, lunaeque actionibus coniunctis effici, ita tamen ut efficacia lunae (431) efficaciam solis plurimum superet, facile quoque intelligitur, axem maiorem sphaeroidis, in quam aquae, superficiem telluris tegentes, abeunt, eam debere habere positionem, quam vires luminarium sive conspirantes, sive adversantes exigunt. Hanc axis positionem P. Boscovich in dissert. de aestu maris ita declarat:
 „Hinc iam statim patet, in syzygiis, in quibus sol, & luna
 „cum terra in directum iacent, debere coniungi utriusque effectum, & aestum esse maximum. In quadraturis
 „ubi sol per quadrantem distat a luna, sol ipse aquas elevabit, ubi luna deprimat, & vice versa. Quare aestus
 „erunt minimi, sed elevatio erit sub luna, non sub sole
 „ob eius vim praevalem. In reliquis omnibus positionibus diameter terrae longissima iacebit in acutis
 „angulis, quos continent diametri directae ad solem, & lunam, uti in secunda parte demonstrabimus, sed multo
 „propior diametro directae ad lunam, ac proinde maxima aquae altitudo erit in punctis quibusdam mediis inter vertex diametri directae ad solem, & diametri directae ad lunam. Quae puncta geometricè determinantur data ratione virium solis, & lunae, & ex ipsa determinatione infertur, diametrum longissimam nunquam
 „multum abesse a diametro directa ad lunam, tum ab ea
 „re-

„recedere in orientem usque ad octantes, post hos regre-
 „di in occidentem ita, ut in quadraturis iterum congruat
 „cum diametro directâ ad lunam, & pergat moveri in oc-
 „cidentem usque ad novos octantes: post hos iterum
 „regredi in orientem usque ad sequentem syzygiam, in
 „qua iterum congruat cum eadem diametro, directâ ad
 „lunam. Quamobrem eadem est oscillatio verticum hu-
 „ius diametri longissimae, sive punctorum, in quibus ha-
 „betur maxima intumescencia. Si igitur consideretur ho-
 „rum, positio respectu verticum diametri transeuntis per
 „lunam ea puncta ab octante praecedente utramlibet sy-
 „zygiam usque ad octantem, qui eam sequitur, & praece-
 „dit alteram quadraturam, moventur in orientem: tunc
 „ab octante, qui praecedat utramque quadraturam, usque
 „ad octantem, qui eam sequitur, moventur in occiden-
 „tem, & motus in orientem velocissimus est in syzy-
 „giis, velocissimus in occidentem in quadraturis. „

SCHOLIION 3. Hinc explicatio dependet phaenomeni
 cuiuspiam, quo notatur, aestum maximum transitum lu-
 nae per meridianum loci iam praecedere, iam etiam sequi.
 Iacet nempe axis maior sphaeroidis solem inter, lunam-
 que, ita tamen, ut vicinior sit lunae, quam soli. Quod
 si igitur sol lunam praecedat, elevatio maxima aquarum
 transitum quoque lunae per meridianum loci praevertet;
 quod si vero sol lunam sequatur, maximus quoque aestus
 transitum lunae per meridianum loci subsequetur. Quam-
 obrem recte dicitur, horum aestus maximi dependere etiam
 a positione lunae respectu solis.

PHAENOMENON V.

*Aestus maximus non ipsa syzygiarum die, verum
 secunda, tertiaeque post easdem notatur, idem
 intelligendum de aestu minimo quadraturarum.*

436. Explicatio huius phaenomeni eadem
 est, quae phaenomeni III.

SCHOLIION I. Retardatio haec maximi aestus declarari
 solet paritate a calore, quem actio solis producit, desum-
 pta. Hic quidem certe maximus esse deberet in ipso
 meridie, attamen duabus, tribusve post meridiem horis
 maior reperitur, quam in ipso meridie, idque eam ob
 causam, quod perseverante effectû, quem actio solis in
 ipso

ipſo meridie produxit, actio eiſdem, licet debiliſor, ſuccedat, atque adeo effectus ſumma aliquot horis increſcat. Similem ob cauſam aeſtus maximus non in ipſo ſoliſtitio aeſtivo, ſed pluribus poſt illud diebus notatur.

SCHOLIION 2. Phaenomena haec duo *menſtrua* vocantur,

PROPOSITIO VIII.

Aeſtuum magnitudo dependet etiam a diſtancia luminarium a terra, ita ut ſint maiores iis diminutis.

437. Quo enim minor eſt luminarium diſtancia, eo maiorem rationem ad eandem habet diſcrimen diſtantiarum partium terrae C, & T, item T, & O*, ac proinde eo maior eſt inaequalitas actionis luminarium in diverſas terrae partes.

COR. Igitur cæteris paribus maiores ſunt aeſtus luna in perigaeo, terra vero in perihelio exiſtente.

PHAENOMENON VI.

Aeſtus hyeme caeteris paribus maiores ſunt, quam aeſtate.

438. Hyeme enim terra in perihelio exiſtit.

COR. 1. Aeſtus maiores aequinoctium autumnale ſequuntur, vernum antecedunt. Poſt autumnale enim aequinoctium ſol ad ſigna auſtralia, in quibus perigaeum ſolis exiſtit, deſcendit, atque adeo terrae viciniſor fit; ubi vero poſt vernum aequinoctium ad borealia ſigna aſcendit, a terra continuo recedit.

COR. 2. Quoniam efficacia ſolis ad turbandas aquas maris exigua eſt, diverſitas aeſtuum a diverſa ſolis a terra diſtancia proveniens haud adeo notabilis eſt.

SCHOLIION. Phaenomenon iſtud *annuum* appellatur.

PRO-

PROPOSITIO IX.

Aestuum magnitudo dependet etiam a situ luminarium respectu aequatoris, estque caeteris paribus tanto maior, quo minus ea ab aequatore distant, maxima vero, si sint in ipso aequatore.

439. Propositionis huius probationem P. Boscovich in citata dissertatione de aestu maris sequentem suppeditat : „Quando luna est „in aequatore, per 12 horas ubique est supra „horizontem, per 12 infra, & punctum ipsi „oppositum, ea appellente ad meridianum infra „horizontem fit illud ipsum, quod, ea „supra horizontem, appellente, ad meridianum „erat ipsi subiectum. Quare lunaris quoque „actio aequalibus ubique temporis intervallis „nititur elevare aquam, & deprimere, ac eodem in loco elevare secunda vice, quo prima. „Utriusque oppositum contingit, luna extra „aequatorem sita, & quo maior est declinatio, „eo maior est inaequalitas morae infra, „& supra horizontem, eo maior distantia punctorum, in quibus binae proximae elevationes aquarum maximae fiunt, quae puncta debent esse in parallelis aequae hinc inde distantibus ab aequatore. Quare in luna in aequatore posita magis congruit actio lunaris cum oscillatione iam concepta, & quo ea magis ab aequatore recedit, eo magis se invicem ista duo turbant. Hinc eo maior in primo casu fit aestus, & minor in secundo. Porro quae de recessu lunae ab aequatore sunt dicta, eadem intelligenda quoque sunt

„de recessu solis, sed minus ob minorem eius
 „actionem sensibilis erit eius effectus.“

SCHOLIUM. Eiusdem propositionis explicatio a Newtono tradita haec est: si luna in ipso polo existeret, aquae lunae subiectae elevarentur quidem, eaeque, quae quadrante circuli a luna removentur, deprimerentur; quoniam vero facta hac suppositione, dum terra circa axem suum convertitur, aquarum distantia a luna haud mutaretur, aquae, quae elevatae fuerunt, figuram hanc suam perpetuo retinerent, uti etiam aquae depressae; quamobrem nulla fieret elevationis, ac depressionis reciprocatio, nullus proinde aestus. Itaque quo magis a polo luna recedit, eo maiores erunt aestus, maximi proinde luna in ipso aequatore existente. Hanc vero Newtoni ratiocinationem adeo valide impugnat P. Boscovich, ut eiusdem dicti phaenomeni explicationem Newtonianae praeferendam censuerimus.

COR. I. Aestus igitur, qui fiunt in syzygiis aequinoctialibus maiores sunt illis, qui fiunt in syzygiis solstitialibus.

COR. 2. Aestum maximum in syzygiis aequinoctialibus sequetur minimus in quadraturis aequinoctialibus: tum enim sol in aequatore, luna vero in tropicorum aliquo invenitur: igitur solis actio, maximae efficaciae adversatur actioni lunae ab aequatore remotissimae, ac proinde vi minima aquas perturbandi praeditae.

PHAENOMENON VII.

Aestus maris haud notatur ultra 65 gradus latitudinis.

440. Cum enim sol & luna intra tropicos motus suos absolvant, eorum actio perpendicularis in eas solum aquas exercebitur, quae intra tropicos existunt; in maribus igitur extra tropicos fitis aestus nonnisi per communicationem cum aquis intra tropicos positis habebitur. Haec vero motus communicatio in distantis admodum magnis sensibilis esse desinet, quales

les distantiae merito censentur eorum locorum, quae ultra 65° ab aequatore remota sunt.

COR. Quo magis igitur locus quispiam a loco veri fluxus, & refluxus remotus fuerit, eo minor caeteris paribus aestus in eo notabitur.

SCHOLLION. Facit tamen nonnunquam sinuum, fretorumque angustia, ut mare in locis ab aequatore admodum remotis ad maximam altitudinem assurgat.

PHAENOMENON VIII.

In syzygiis aequinoctialibus aestus vespertini aequales sunt aestibus matutinis.

441. Hoc enim in casu cum sol, & luna in aequatore positi sint, aestus maximus illo die extra aequatorem haud excurret, eundem igitur circulum aestus tam superus, quam inferus describent, atque adeo locus quilibet aequali intervallo ab utroque aestu removebitur. Cum igitur (praec.) magnitudo aestuum dependeat a distantia locorum a loco aestus maximi, sequitur, in hoc casu aestum vespertinum matutino aequalem fore.

COR. I. Si sol & luna ab aequatore declinent, bini eiusdem diei aestus aequales haud erunt. Hac enim suppositione facta luna, & punctum ei oppositum diurno motu non eundem, sed diversos circulos percurrent, hinc si luna declinet, v.g. ad boream, magis accedit ad zenith loci cuiuspiam extra tropicum cancri positi, dum in ipso meridiano supra horizontem existit, quam accedat ad loci eiusdem verticem punctum lunae ad meridianum infra horizontem appellenti oppositum, ac proinde nominatus locus vicinior erit aestui maximo in casu priore, quam posteriore, maiorem igitur aestum in eodem casu priore, quam posteriore habebit; contrarium eveniet. luna versus austrum digrediente.

COR.

COR. 2. Ex his porro explicatio habetur phaenomeni alterius cuiuspiam, quo docemur, hyberno tempore maiores esse in Europa aestus matutinos vespertinis, praefertim circa syzygias. Hoc enim tempore sol prope tropicum capricorni existit, tempore igitur novilunii, seu coniunctionis, luna ad inferiorem meridianum delata, circa horam tertiam matutinam aestus fit prope tropicum cancri; cum igitur in climate nostro posita maria tropico cancri viciniora sint, quam tropico capricorni, sequitur, aestum in casu priore maiorem futurum, quam in posteriore. Idem in plenilunio eventurum facile intelligitur. Potest

Fig. 127 res ista schemate declarari, sit enim * luna L in tropico, erit aestus maximus matutinus in A, & puncto illi opposito B; quoniam vero die illo luna, atque adeo etiam vertex axis maioris sphaeroidis tropicum hunc describit, post horas 12 aestus maximus in D, & C eveniet: patet vero, locum I maiorem aestum habiturum, si aestus maximus in A, quam si in C eveniat. Idem notabitur, si luna in I constituta, aestus maximus matutinus in B, & A, vespertinus vero in C, & D contingat.

SCHOLION 1. Inter phaenomena regularia illud quoque Cassinus recenset *quod mare semper celerius ascendat, quam descendat.* Id censet idcirco fieri, quia etiam post transitum luminarium per meridianum perseverat actio maria elevans, quae ea aliquantulum suspensa tenet. P. Boscovich vero existimat, ad eam inaequalitatem plurimum conferre positionem locorum, idque confirmat ex eo, quod phaenomenon hoc nusquam alibi legatur, praeterquam in observationibus per Galliae oras habitis, quae oceano terminae sunt.

SCHOLION 2. Phaenomenis his regularibus, quae ex ipsa lunae theoria consequuntur, alia plurima addenda forent, quae a particulari locorum quorundam dispositione, situve dependent. Ita aestus ad littora, & in angustioribus fretis multo maiores sunt, quam in aperto mari, quia ubi aqua impetu concepto se effundens obstaculum invenit, antequam refluat, debet necessario elevari multo magis, ait P. Boscovich „quod potissimum continget, ubi „littora non descensu praecipiti ad mare apertum spectant. „Alicubi in quibusdam portibus aliqua anni tempestate „nullus aestus observatur, ut in portu Bathsam luna existente in aequatore, vel quia ut Newtonus explicavit, „in eum portum ex una parte tum temporis advenit aestus,

„stus, dum ex alia recedit, vel quia, ut notavit Eulerus,
 „in tractu maris extenso a Borea in Austrum, & magis in Au-
 „strum quam in Boream certo quodam limite luna, ac sole in
 „aequatore fitis nullus aestus ad marginem borealem haberi
 „debet, aqua, quae sub aequatore detumescendo subsidet, se
 „effundente in illud maius australe intervallum. Similem
 „autem ob causam potest aliquando in eodem portu uni-
 „cus haberi aestus singulis diebus, & possunt etiam plu-
 „res, aqua per diversas vias diversis temporibus eo dela-
 „ta. „ Notantur in puteis, & fluminibus quibusdam mo-
 „tus aquarum, aestui marino perquam analogi, hi vero
 „occultis, incertisque meatibus tribuendi sunt, per quos
 „tortuosis anfractibus aquae de mari adveniunt.

SCHOLION 3. Illud quoque hic quaeri solet, an, cum *An aestus*
 globus noster terraqueus fluido quodam corpore, quod *in atmo-*
 atmosphaeram vocamus omni ex parte cinctus sit, solis *sphaera?*
 lunaeque potissimum actionibus in eo quoque similes ae-
 stuum vicissitudines efficiantur. Quae quidem res in du-
 bium vocari non potest, cum omnes illae rationes, ex
 quibus aquarum maris motus reciprocos deduximus, pro
 similibus in atmosphaera motibus excitandis pugnent:
 quin etiam maior lunae in atmosphaeram efficacia esse de-
 bere videtur; cum ea, terrae undique circumfusa sit, ma-
 ria vero nequaquam continuo ductu terram ambient, sed
 prominentibus continentis amplissimis tractibus quaque-
 versum interrumpantur. Quod si vero similes in atmo-
 sphaera motus cieantur, quaeri ulterius potest, cur ii in
 barometris sensibiles non evadant, curque iis in locis,
 ubi luna aeris gravitatem minuit, mercurius in barometro
 non descendat, aut ascendat in illis, ubi aeris gravitas
 actione lunae augetur. Respondet P. Bosovich, id
 propterea fieri, quod inaequalitas ponderis, quae indu-
 citur in Mercurio, si comparatur cum toto eius pon-
 dere, perquam exigua evadat, sicut & variatio altitudi-
 nis respectu pollicum 27, ad quos Mercurius a columna
 aerea fere suspenditur. Si dicas, marium etiam sublatio-
 tionem compare ad telluris semidiametrum esse admo-
 dum exiguam, reponit, eam tamen satis conspicuam esse re-
 spectu nostri. Alii censent altitudinem Mercurii in ba-
 rometris suspensi sensibiliter non mutari propterea, quod
 ubi columnae aerae leviores redduntur, ex affluxu vici-
 narum earum altitudo crescat, atque adeo altitudinis ex-
 cessus defectum ponderis suppleat; ubi vero eadem gra-
 viores efficiuntur, excessum ponderis columnarum dimi-
 nuta altitudo veluti compenset.

SCHOLIUM 4. Bernoullius demonstrare conatus est, efficaciam luminarium ad turbandum aequilibrium atmosphaerae tanto maiorem esse, quo illa rarior est aquis marinis. Hunc vero refutare conatur P. Boscovich, qui ostendit, si totus terrae globus ad eam, quam aer habet tenuitatem redigatur, omni reliqua materia in centrum amandata, aestum ad sensum eundem fore, qui nunc est in maribus. Docet praeterea ex Bernoullii sententia sequi, ut atmosphaera, cui luna ad perpendicularum imminet, ad duorum milliarium altitudinem eleuetur, quod sine sensibili mutatione mercurii in barometris fieri haud posset. Caeterum non desunt hodie Physici, qui mutationes varias atmosphaerae variis lunae positionibus respondentes summa cura ad examen vocent, poteritque fortassis aliquando ex his lumen non leve affundi statui atmosphaerae pro futuris etiam temporibus praenoscendo, & praedicendo.

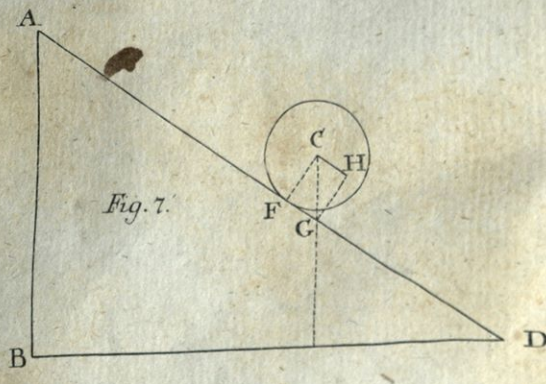
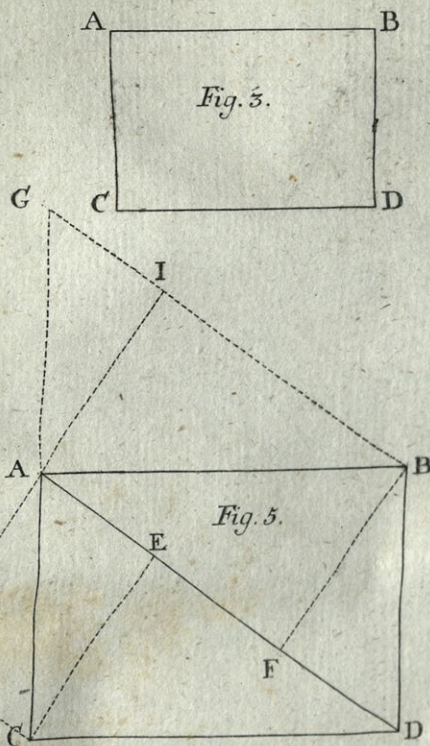
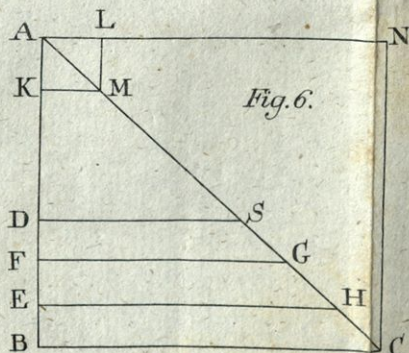
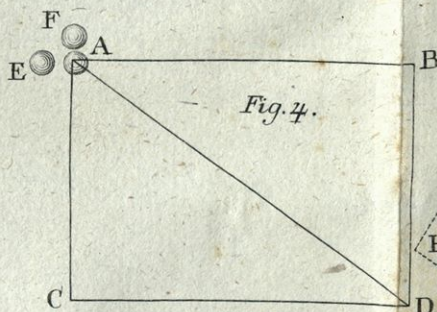
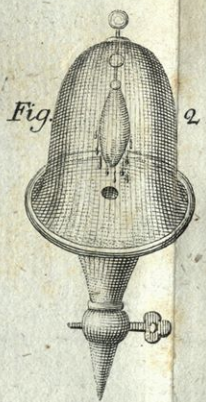
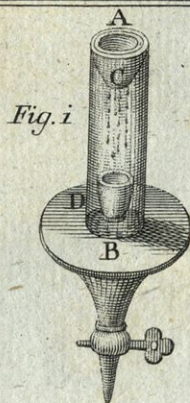
SCHOLIUM 5. In hac phenomenorum aestus marini expositione partem mathematicam, quae in determinanda, & ad calculum vocanda quantitate virium solis, lunaeque ad aquas maris turbandas occupatur, penitus missam fecimus, propterea, quod ea vel calculorum sublimium notitiam, vel constructiones geometricas, quas tyronum patientia haud fert, deponat. Illud notasse sufficiat, ex Newtoni calculis constare, vim solis esse ad vim lunae in ratione $1 : 4,4815$. Ex Bernoullii vero observationibus uti $2 : 5$. Communiter vis lunae quadrupla vis solaris esse ponitur, ut si sol aquas ad 2 pedum altitudinem eleuet, luna eosdem ad 8 pedum altitudinem assurgere faciat.

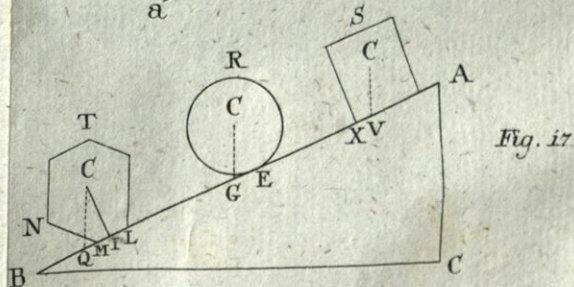
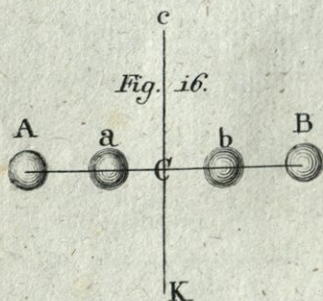
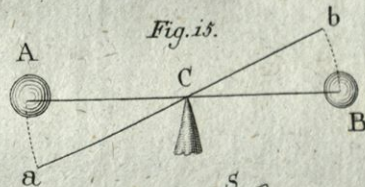
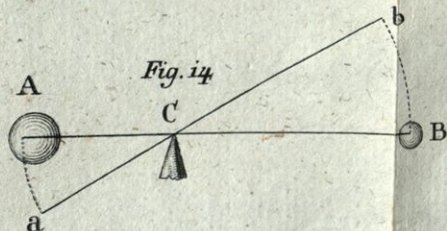
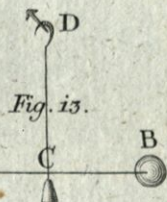
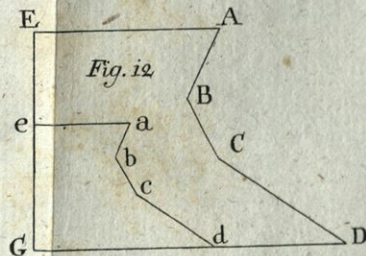
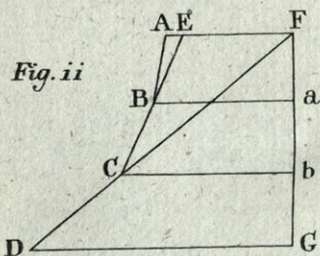
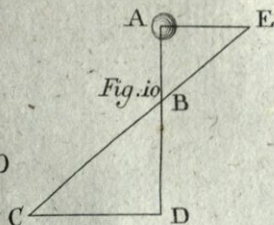
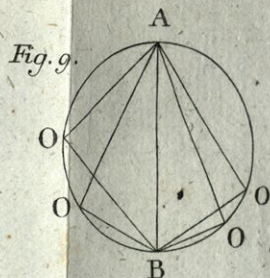
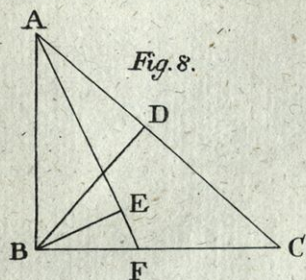
SCHOLIUM 6. Denique pro notitia historica aliorum quorundam sententiae de causa aestus marini paucis perstringendae sunt. Itaque 1) ex luna effluvia copiosissima emanare magni nominis Philosophi censuerunt, quae in fundum maris delata particulisque sulphureis, nitrosis, bituminosis immixta fermentationem quandam excitent, qua aquae maris intumescant. 2) Cartesiani vorticem materiae subtilis inter lunam, & maria interiectum a luna nonnunquam comprimi, eiusque ope aquas, quibus is vortex incumbit, deprimi, aliisque in locis elevari docuerunt. 3) Galileus aestus maris a duplici motu telluris, diurno circa axem, & annuo circa solem derivare conatus est. 4) Alii in mari gurgites, voraginesque diversas notarunt, per quarum aliquas aqua maris ingurgitur, ab aliis vero exgurgitur. Verum his, aliisque sententiis refutandis immorari non vacat: sunt certe phaenomena aestus marini adeo regularia, adeo cum lunae in orbita
sua

sua progressu connexa, ut causam regularem, constanterque agentem deposcant, quam luminarium actio, aut rectius actionis eorundem inaequalitas admodum patentem, luculentamque suppeditat. Hac igitur insigni mutuae gravitatis comprobatione finem Physicae generali, quae aliquanto uberius, quam initio propositum fuit, iam excrevit, imponimus: particulares corporum affectiones, & singularia quaedam corpora, quae terraqueum nostrum globum constituunt, in Physica particulari ad examen vocaturi.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO
 LIBRARY
 540 EAST 57TH STREET
 CHICAGO, ILL. 60637





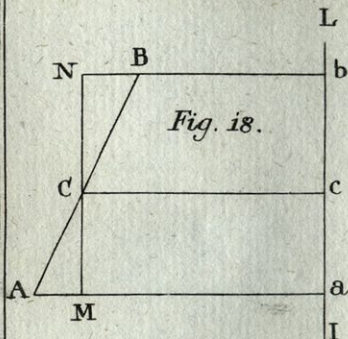


Fig. 18.

Fig. 19.

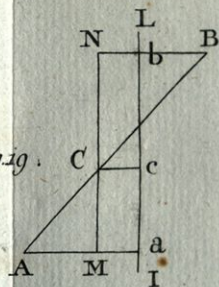


Fig. 22. L

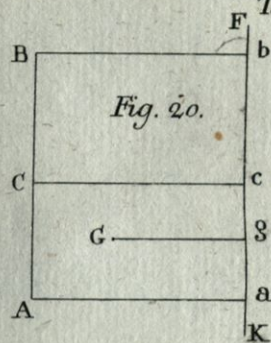


Fig. 20.

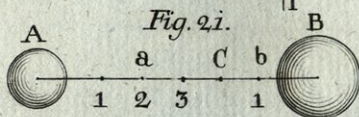


Fig. 21.

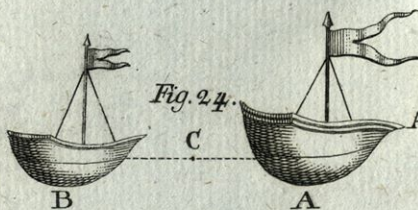


Fig. 24.

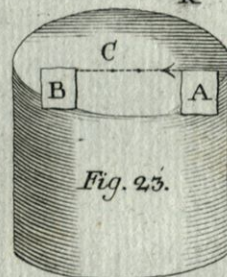
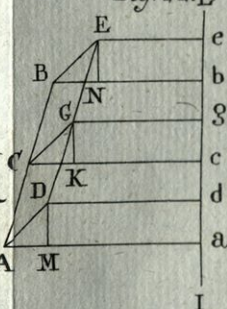


Fig. 23.

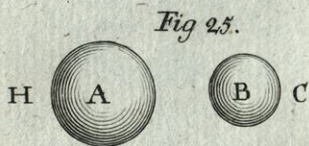


Fig. 25.

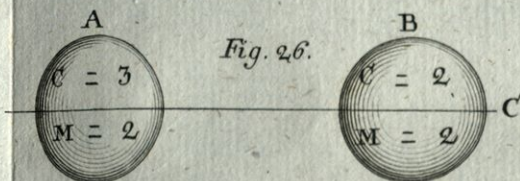


Fig. 26.

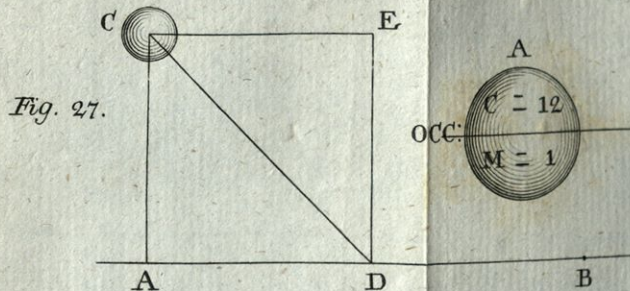


Fig. 27.

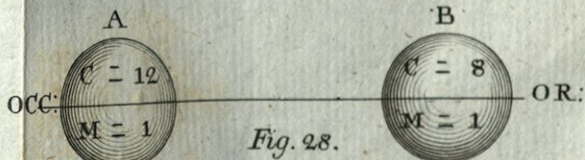


Fig. 28.

Fig. 29.

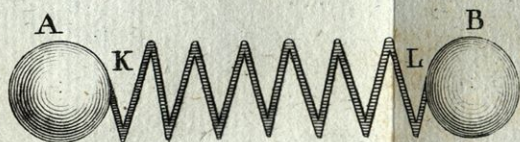


Fig. 30. Tab. III.

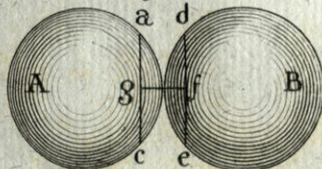


Fig. 31.

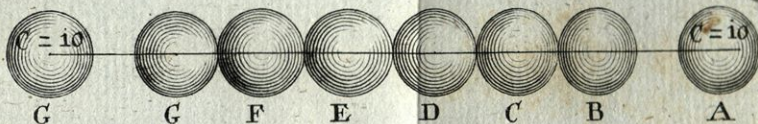


Fig. 32.

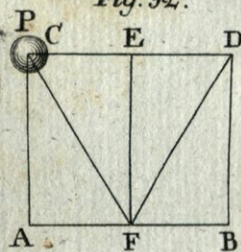
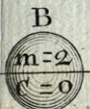
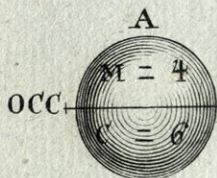


Fig. 33.



OR:

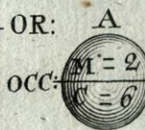


Fig. 34.

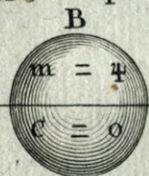
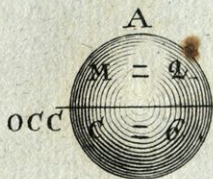


Fig. 35.



OCC:



Fig. 36.

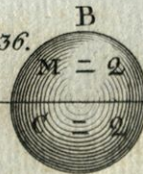


Fig. 37.

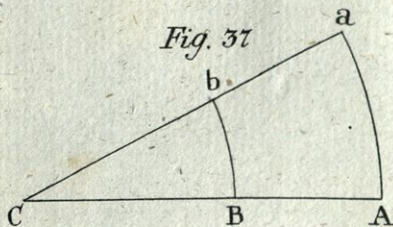


Fig. 38.

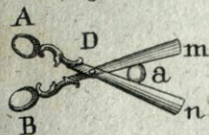


Fig. 39.

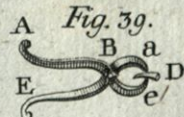
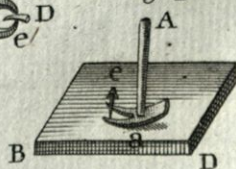


Fig. 40.



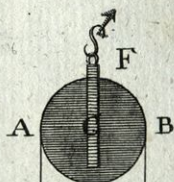


Fig. 41.



Fig. 44.

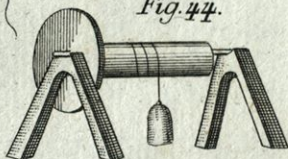


Fig. 45.

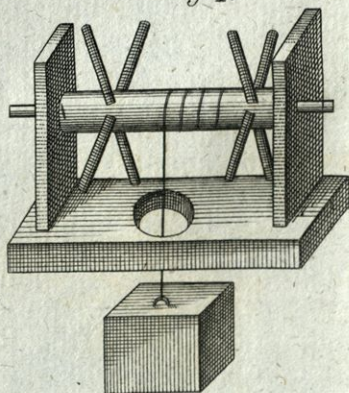


Fig. 46.

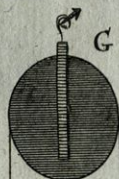


Fig. 42.



Fig. 43.

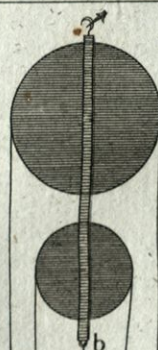
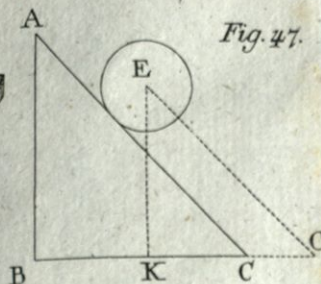
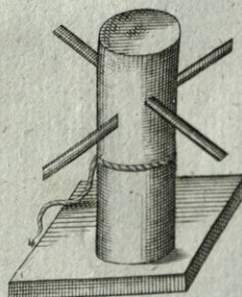
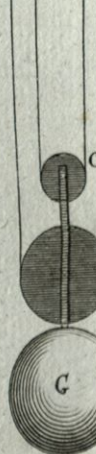


Fig. 47.



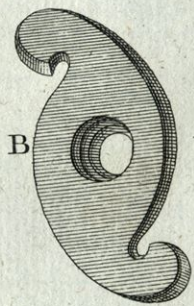


Fig. 48

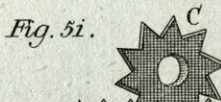


Fig. 51.

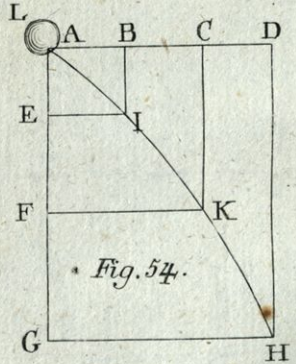


Fig. 54.

Fig. 58.

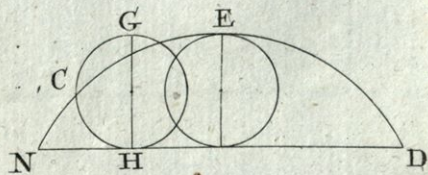


Fig. 55.

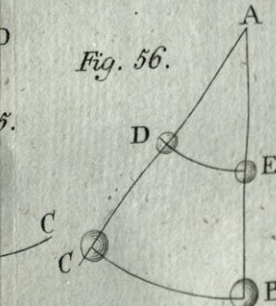


Fig. 56.

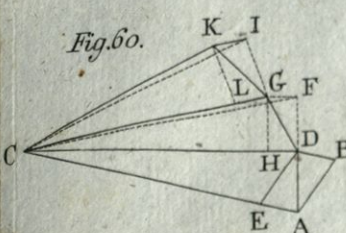


Fig. 60.

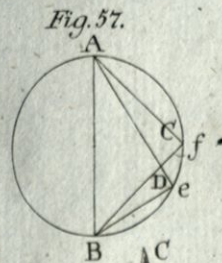


Fig. 59.

Fig. 50.

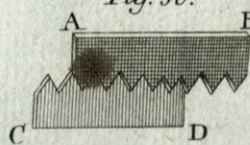


Fig. 53.

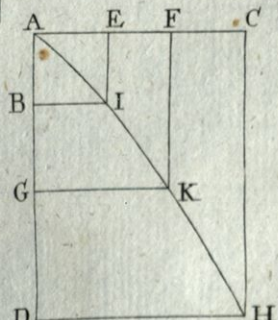


Fig. 57.

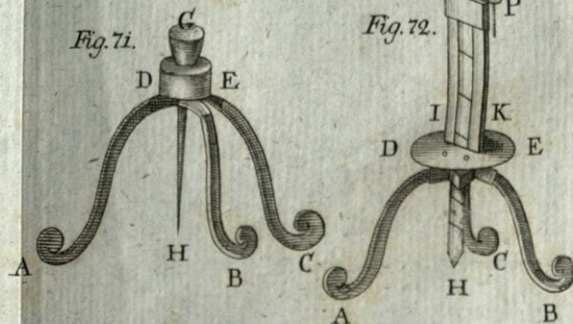


Fig. 73.

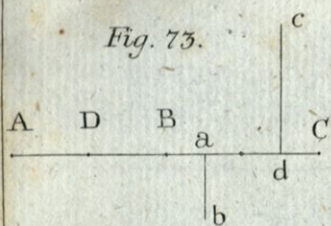


Fig. 75.



A a b o u C

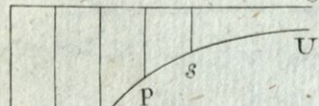


Fig. 77.

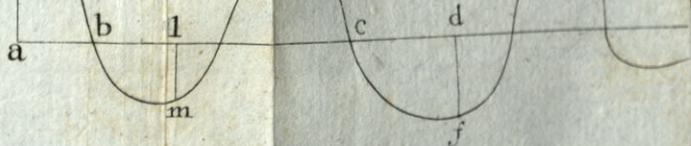


Fig. 78.

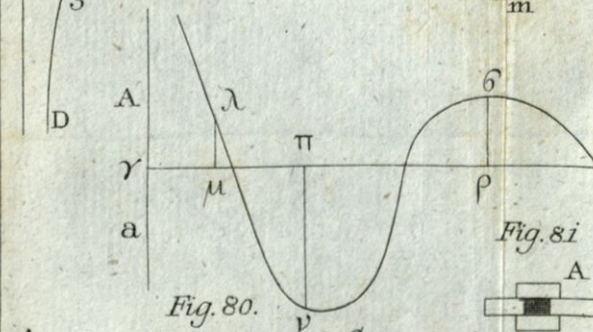


Fig. 80.

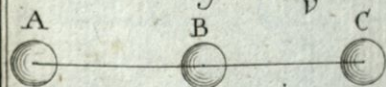


Fig 74.

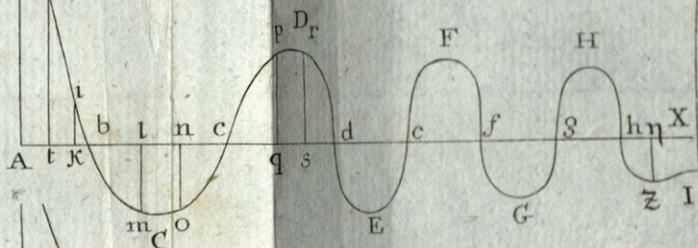


Fig. 76.

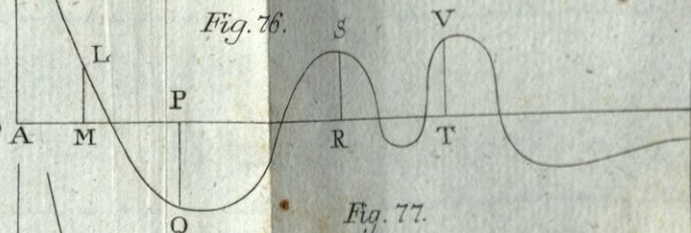


Fig. 77.

Fig. 81

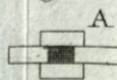


Fig. 82.

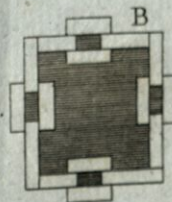


Fig. 83.

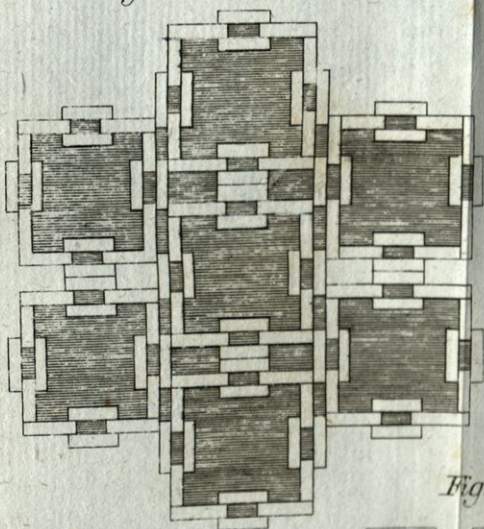


Fig. 84. Tab. VIII

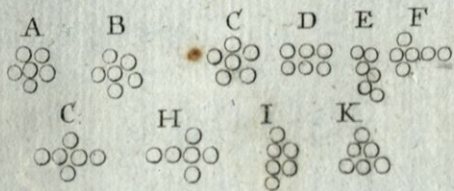


Fig. 86.

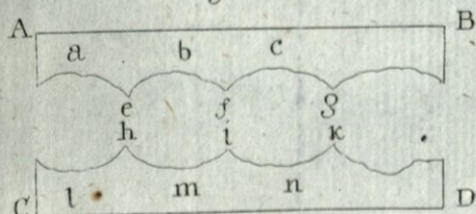


Fig. 87.

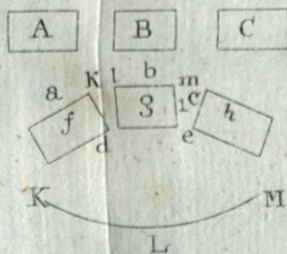


Fig. 88.

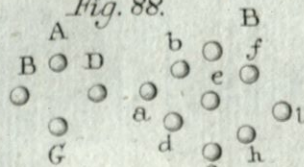


Fig. 90.

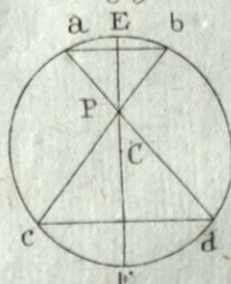


Fig. 92.

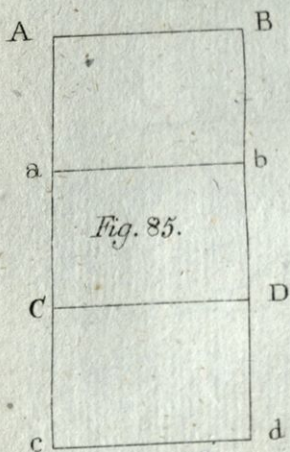
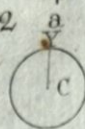


Fig. 91.

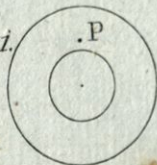


Fig. 89.

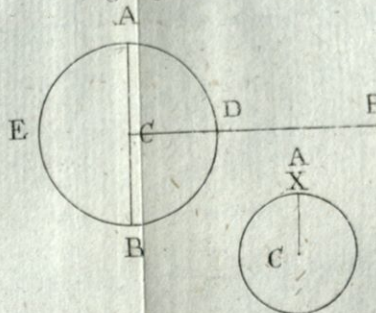


Fig. 93.

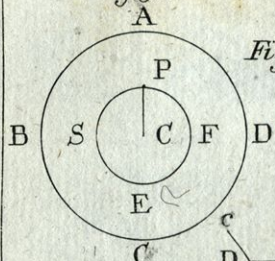


Fig. 94.

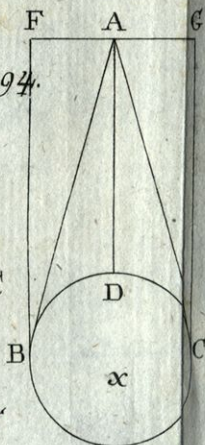
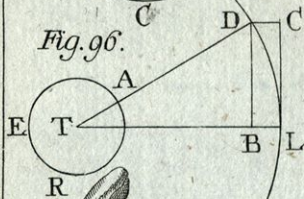


Fig. 96.



ORION



Fig. 98.

Fig. 99.



Tab. X.

Fig. 95.



Fig. 97.

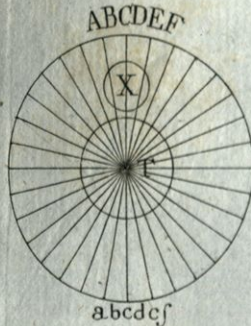


Fig. 100.



Fig. 100.

Fig. 100.

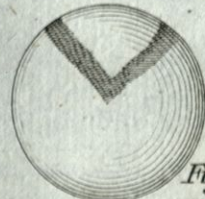
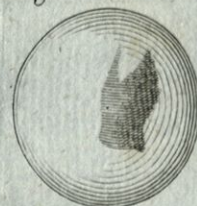
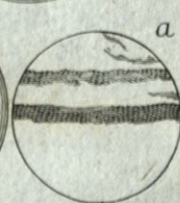
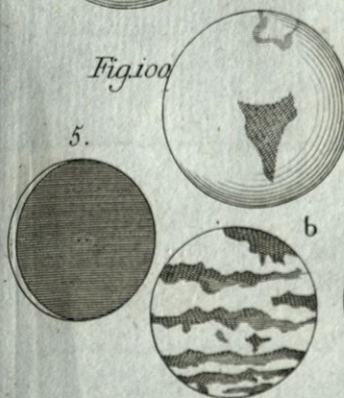


Fig. 101.

Fig. 100.



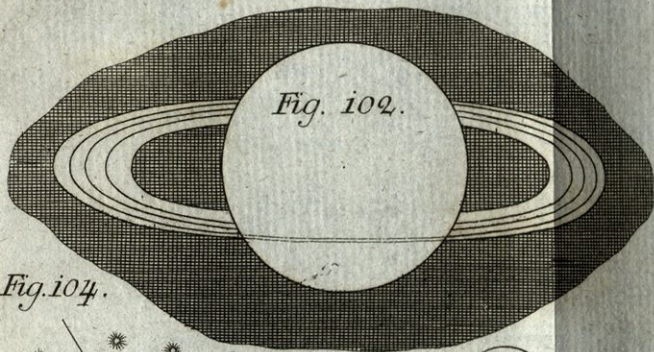


Fig. 104.

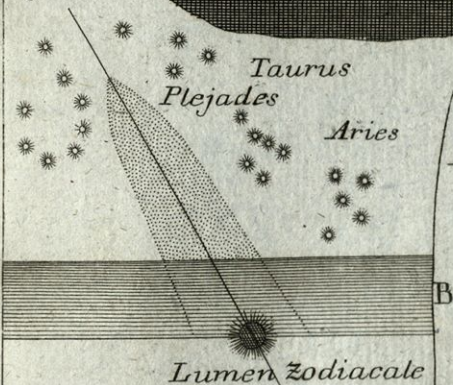


Fig. 105.

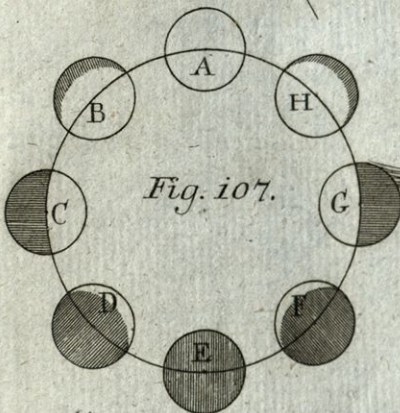


Fig. 103.

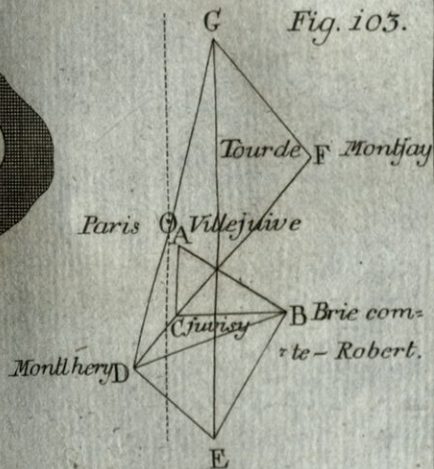


Fig. 106.

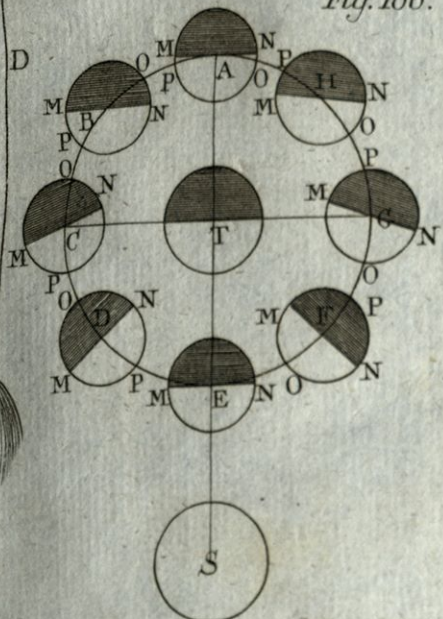


Fig. 108.

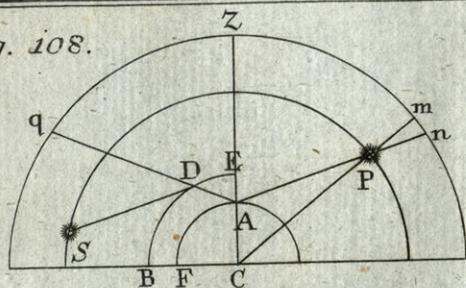
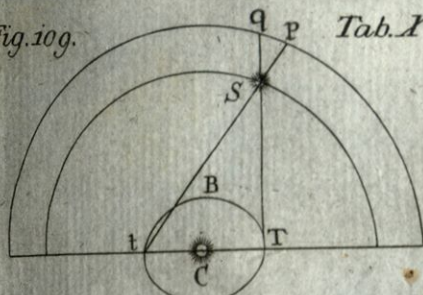


Fig. 109.



Tab. XII.

Fig. iii

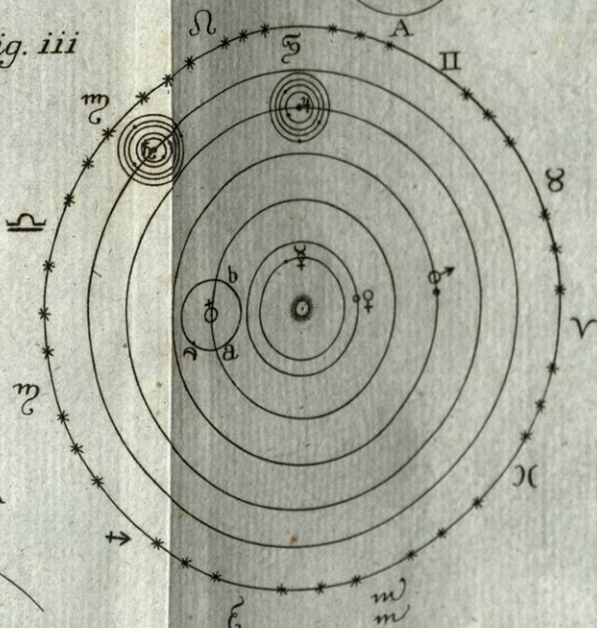


Fig. iio.

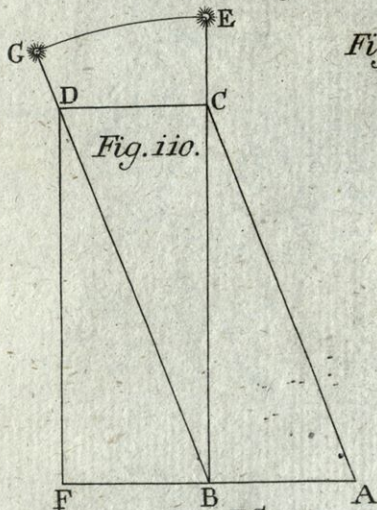


Fig. 112.

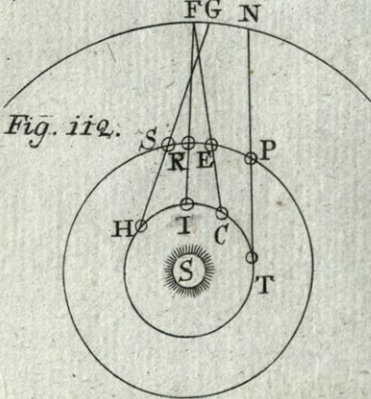


Fig. 113.

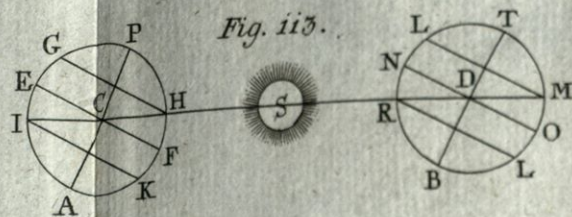


Fig. ii4.

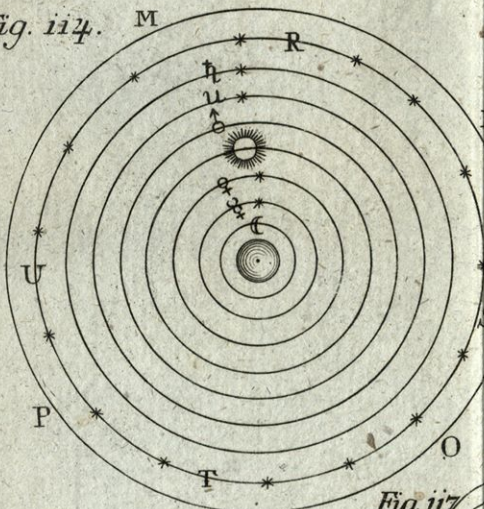
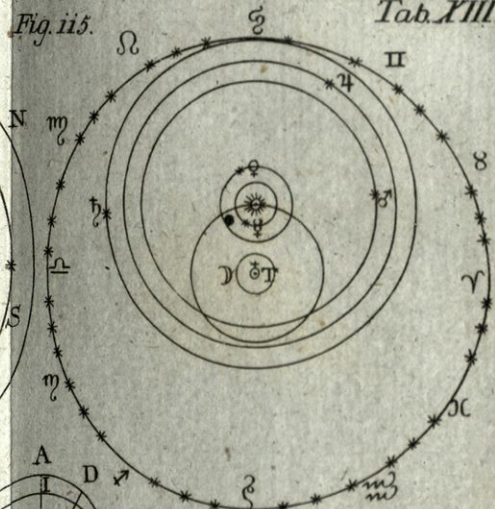


Fig. ii5.



Tab. XIII.

Fig. ii7.



Fig. ii9.

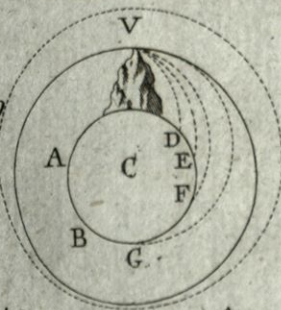


Fig. ii6.

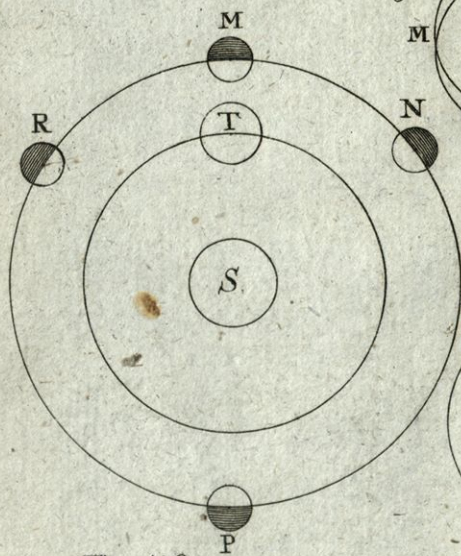


Fig. ii8.

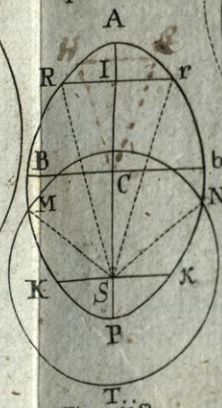


Fig. ii10.

