

tudine, constantia, firmitate sit, nemo non videt.

CAPUT DECIMUM.

De causa motus corporum caelestium.

587 Attigimus tandem maximum totius Physicæ scopulum, in quem impingere necesse est, qui peculiari systemati addicti aut vortices, aut attractionem, aut magnetismum, aut impulsionem pro motuum caelestium causa in physicam intrudere tentarint. Quodcumque enim tetigeris, ulcus est, maximisque difficultatibus systemata hactenus inventa obnoxia sunt; etiamsi cartesiani suos vortices sapius sarcientes in diversas figuras mutaverint; newtoniani immensis calculis physicam conficiendo attractionem stabilire velut dogma crediderint; alii alia infelici semper successu tentantes, magnum supremi Artificis secretum divinari magis, quàm rimari, præsumperint. Præcipua ingeniorum commenta quàm breviter ac dilucidè potero exponam; rationes siquæ sunt, quibus fulciantur, adducam; difficultates, quibus opprimantur, non dissimulavero; iudicium cuique de his ferre liberum permitto. Neque verò in antiquorum obsoletis opinionibus referendis immorari operæ pretium duco. Nam stoicorum ac peripateticorum opinio, quæ motum astrorum ad Deum referebat, veritatem quidem exprimit, quam nullus ignorat, nec id explicat, quod ambigitur. Iidem tamen stoici et peripatetici plures motum ab intrinseco, quo

agitentur; astris concedunt. Animalia se moventia esse, Phytagoræ, Platonis, ac si Balbo stoico in 2 de Nat. D. credimus, suorum etiam opinio fuit, quos etiam Origenes sequutus, damnatus fuit in V. Synodo OEcumenica. Theologi peripatetici Angelis motum caelorum commiserunt. Sed nos his obsoletis opinionibus omissis, ad philosophos recentiores veniamus.

§. I.

Systema pleni, seu Cartesii vortices.

588 Antequam ad singulares opiniones exponendas descendamus, prius, quæ in ore omnium habentur, atque in concessis dantur, ob oculos ponere est animus, ut et vera à probabilibus discernamus, et quid in quovis systemate exponendum incumbat explicemus. Et 1. quidem planetæ omnes ita circum solem moventur, et circum suos primarios satellites, ut quadrata temporum periodicorum sint inter se, ut cubi mediocrium distantiarum. 2. Areæ triangulorum, seu spatia percursa à radiis vectoribus in periodica revolutione, temporibus sunt proportionalia. 3. Plana singula orbitarum in quibus planetæ moventur, diversam habent inclinationem ad eclipticam, seu terræ aut solis orbitam. 4. Omnes orbitæ ad ellipsis figuram conformantur: et quod indè consequitur, planetæ modo accedunt, modò recedunt à centro communi motus, ita ut in periheliis, ac perigæis incitatus, in apheliis et apogæis tar-

dius moveantur. 5. In planetis motus vertiginis observantur, quin revolutiones periodos aut distantia, aut magnitudini sit proportionalis. 6. Satellites circum primarios, et cum his circum commune centrum motus torquentur, quin unquam à principali recedant, ad motum circum centrum commune accedendo. Demum ea, quæ de gravitate Diss. 3, c. 5 disseruimus, præ oculis habenda sunt; quippe fundamentum astronomici ædificii jure habentur.

589 Jam Cartesius 1. Omnia cœlestia spatia, materia fluidissima, quam subtilem appellat, replens (16), in multiplices vortices distribuit, in quibus planetas circum centrum commune agitari jussit. Figuram tamen horum vorticum, quam eorum pater circularem posuerat, recentibus discipulis in cylindricam convertere placuit. Ceterum in systemate solari magnum vorticem statuit Cartesius, qui ab occidente ad orientem planetas omnes abripiat. Intra hunc vorticem planetæ et cometæ propriis vorticibus includuntur, et cujuslibet vorticis proprio motu agitantur: nihil tamen prohibet, alios peculiare vortices intra principalem contineri, quod necesse fuit admittere, ut satellitum motus locum haberet. 2. Vorticis materia juxta leges impulsionsis, à qua tantum motum haberi contendit Cartesius, ita disponitur, ut partes ipsius eam à centro distantiam nanciscantur, quam cujusque figura, ac moles permittit; neque enim eadem est omnium partium figura; densitas moles: quare ad motum aptiores versus circumferentiam pelluntur, majore

vi centrifuga donatæ, reliquæ ad diversas à centro distantias pro aptitudine ad motum concipiendum disponuntur. Omnes tamen suo modo vi centrifuga per tangentem elabi nituntur, ut saxum funda circumactum quovis momento è funda recedere conatur. 3. Quare ex hac generali impulsione, et cujusque vorticis planetarii figura, densitate, volumine oritur collocatio planetarum in vortice solari: qui majores, densiores, ac maximè ad motum apti sunt, in remotiore à sole distantia statuuntur; rarioribus, atque ad motum minus aptis, partes centro viciniores occupantibus. En igitur per cartesianos gravitatis causam: motus scilicet impulsionsis à fluido communicatus, qui juxta qualitates prædictas cuique corpori imprimitur, atque ab eo motu plus minusve incitato, ad centrum vorticis omnia traduntur. 4. Nam generales illæ leges vortici majori modò applicatæ, minoribus vorticibus communes sunt, à quibus omnia, quæ in ipsis accidunt phænomena, derivari etiam debent. Hinc per cartesianos nullum corpus grave est, ne materia ipsa subtili excepta: omnia enim juxta ipsos gravitant ab impulsione, qua motus communicatur.

590 Plura est gravia argumenta in sistema vorticum intenderunt primum peripatetici, deinde newtoniani; qui postremi valentioribus armis instructi, ipsum se pessundedisse gloriantur. Et primò quidem cometæ magno vorticum malo in sistema solare irruperunt, versus omnes plagas delati contra generalem vorticis di-

rectionem qui ab occidente in orientem eos abripere debebat, quum planè constet, plures directione ferri contraria. Deinde etiam in peculiare vortices planetarum irruunt, motibus sanè, qui deberent, vortices planetarios dissolvere: quoniam aliqui ex eis quam vicinissimi corpori solari accedant, necnon inter Martem et tellurem, aut alios planetas pertranseant.

2. Orbitalium diversæ inclinationes ægrè admodum in systemate vorticum exponi queunt: multoque minus earundem elliptica figura et collocatio planetarum non in centro, verum in foco ellipseos existentium. Perspicuum quippè est, impulsionem corporibus inditam, directionem unam tantum imprimere posse; quæ si varietur, ab alia impulsione, ab obstaculo incidente provenit quidem certè. Quam autem ex his causam inclinationi assignabunt cartesiani? Præterea hujusmodi orbitalium diversæ inclinationes, quæ generalem vorticis ductum non sequuntur, illius motum impedire, ut ab ipso extingui debent; ut in vorticibus in magno aquæ vortice excitatis, qui à majore ac prævalente ipsius motu tandem absorventur, fieri videmus.

591 Antonius Ludenna validè contra newtonianam attractionem insurgit, pluribusque contendit, vires omnes, quas in natura cognoscimus, ab impulsione provenire. Unde si materia ætherea, inquit laudatus scriptor, in qua circumaguntur planetæ, ita constituta intelligatur, ut normaliter applicetur, certè omnis ipsius vis, et ejusdem in planetas actio in ipso-

rum mutanda directione impendetur, quin eorum vim et velocitatem immutet. Nihil ergo in hac hypothesi requiritur, nisi fixa et determinata materiæ positio et applicatio: quæ neque excedit Omnipotentis potentiam, nec opponitur naturis corporum, nec legibus ab Auctore naturæ constitutis et latis contradicit: quin et ita constitutam esse, et experimentis constat à viribus gravitatis petitis, et metaphysica etiam ratione. Etsi enim vis gravitatis et motum inducat, et retardet, tamen, ipso computante Newtono, Sect. II. de invent. vir. centrip. vis centripeta est in projectilium motu, omnemque mutationem directionis inducit... Quamobrem et ipsa materia ætherea vis centripeta erit, vi cujus corpora cœlestia à propria directione deflectunt, iisdemque normaliter est applicata; quippe quæ nullam aliam in motibus cœlestibus mutationem inducit, unam si excipias mutationem directionis.

592 Omnia quidem benè conficta sunt; nonnullus tamen *mihî restat scrupulus, qui me male habet*. A quonam rogo materia ætherea normaliter applicatur? A Deone? incidimus iterum in motum non mechanicum: Deusque sine ullo interventu hujus materiæ lege liberrima hanc directionem corporibus cœlestibus indire potuit ut continenter vi projectili et inflectente moveantur. Et quidem quum materiæ hæc per universum diffusa normaliter omnibus corporibus applicetur, id fieri oportet juxta directiones cujusque corporis proprias. Quomodo igitur eadem materia, tot directionibus oppositis,

coelestibus corporibus applicatur, ut nullum sit, quod eandem, ac alterum, directionem affectet? "Si contigerit, respondet citatus scriptor, ut materiae aetherae cohaerentia in aliquo puncto varietur; sive id quidem diversitate quadam fluidi, sive conjunctione et vicinitate aliorum corporum, omnis profectò directionis mutatio minimè constans, sed variabilis haberetur, omnisque figurae descriptio prorsus irregularis. Ex quo fortasse irregularitates omnes petendae sunt, quae in lunae praesertim orbita ab astronomis observantur." Verum haec doctrina satis feliciter explicaret quasdam leves perturbaciones, ut in exemplo adducto iunaris orbitae indicantur. Motus tamen illi cometarum directionibus planè contrariis sibi invicem et planetis occurrentium, quomodo ab eadem materia, eadem, ut puto, directione circumacta induci queant, satis intelligere non possum. Quod si aether non in vorticem, verum in aliquod centrum impulsus suos ubique exercere ponatur, quum haec vis constans ubique esse debeat, ac tantum ex massa, quam impellit, mole variari, corpora caelestia non ellipses, verum circulos describerent. In omnibus quippe punctis aequali inflecteretur vi; ex quo revolutio periodica circularis evadet, ut ni vehementer alucinor, mihi quidem videtur manifestum.

593 Ceterum, ut insistit laudatus auctor, quamquam resistentia materiae aetherae, vi cuius corpora caelestia à propria directione deflectuntur et aguntur in orbis curvilineos, constans et invariabilis sit, si in se ipsa comparari posset,

tamen quia ipsius effectus solum ex sole valeat mensurari, ad ipsum profecto ipsius vis et actio referenda ab eoque solummodo puncto computanda erit. Itaque nihil mirum est, quod non constans, sed variabilis deprehendatur, quod variabilem directionis mutationem inducat, et legibus à Newtono demonstratis evidentissimè subjiciatur. In nostris namque principiis vis omnis quamquam natura sua constans, et corporibus accuratè respondens, variabilis prorsus evadit, si ad aliquod centrum referatur, ac diversas quodammodo inducit proprietates. Quare immortalis Newtoni systema in astronomia retinendum, non quia vis centripeta in sole existat, sed quia vis centripetae actio ex sole duntaxat computari debet, ut quod geometricè demonstramus, observationibus coelestibus confirmemus. Nullum quippe aliud punctum visibile est, si solem excipias, ad quod motus caelestes referantur.

594 Verum causa est inquirenda, quae huiusmodi corpora ad solem referat: neque enim id fortuitò factum existimandum est. Ipse enim Leibnitius hic cardinem difficultatis situm esse fatetur, "ut ostendatur, quomodo causa motuum caelestium à motibus aetheris, sive astronomice loquendo, ab orbibus deferentibus quidem, sed fluidis oriatur." Et quidem nisi clarius mentem suam aperiat praedictus scriptor, quomodo hic aether normaliter applicetur motibus caelestibus, ut tam diversi motus in eis generentur, hactenus mihi intelligere non licuit: idcirco aliis perspicacioris ingenii hanc provinciam remitto.

595 Circa vim projectilem alios etiam mihi scrupulus restat eximendus. Neque enim satis video, à qua demum causa proveniat. In cartesiano vortice materia circumacta vis projectilis et centrifugæ munus gerit; ab ea enim habet, ut centrum fugiat, et ad ipsum impellatur; quoniam vorticis motus et centrifugam et centripetam vim suâ circumvolutione communicat. In hypothesi tamen applicationis normalis materiæ æthereæ jam ponitur corpus vi projectili instructum, nec aliud ab æthere accipit, quàm mutationem directionis. A quam igitur causa hæc vis projectilis originem ducit? Sed hæc hæctenus.

§. III.

Systema vacui, seu attractionis newtonianæ.

596 Omnia spatia mundana materia subtili implevit Cartesius, ut suos vortices stabiliret: Newtonus, ut corpora cœlestia vi attractionis moverentur, universum omni materia evacua- vit, quæ ad globos systematum, eorumque atmosphæras non pertineat. Motus enim in fluido quocumque etiam subtilissimo sensim retardari, ac debilitari debet à resistantia, quæ etiamsi minima in quovis momento ponatur, tandem aliquando sensibilem effectum producat, necesse est. Hoc quasi præludium est newtoniani systematis; quod ut dilucidior est breviori methodu exponamus juventutis captu accommodata, filum, quo deductum est, ordine synthetico describant.

497 Ac I. Præter regulas generales motus

art. 95 traditas, has leges præcipuas gravitatis assumunt, ac pro basi fundamentali statuunt.

1. "Omnia corpora in se mutuò gravia sunt. 2. Gravitas ejusmodi proportionalis est materiæ quantitati. 3. Positis distantis inæqualibus, nisus gravitatis sunt inversè ut quadrata distantiarum." Vide dicta Diss. 3. c. 5. Vim hanc ait Gravesandus, gravitatem nominamus, considerando corpus, quod aliud versus spontè tendit; quia eo nomine vis hæc in telluris viciniis donatur. Considerando autem corpus, ad quod aliud tendit, vim hanc vocamus attractionem: nam quum omnis gravitas sit reciproca, corpora versus se mutuò gravitare, idem significat, quàm corpus se mutuò attrahere aut ad se mutuò spontè tendere. Nominibus *Gravitatis* et *attractionis* eundem effectum designamus. Effectum hunc pro lege naturæ habemus, quia numquam fallit, et hujus causa nobis est ignota; et ex legibus notis minimè deduci potest.

598 II. Concipi solem, et Mercurium in aliqua ad invicem distantia collocari: ex lege gravitatis ad se mutuò accedent; sol quidem insensibiliter ad Mercurium, quum ejus massa immensum ferè alteram superet; Mercurius vero magno impetu in solem irruet, et quidem majore quàm tormentum bellicum sursum projectum in terram labitur, illicque adhæret. Verum si globum hunc à tormento horizontaliter excussum concipiamus æquali vi projici, ei qua ejus gravitas illum versus tellurem trahit, semper se agitatum ire, orbem continenter descri-

bendo, quales à luna circa terram fieri videmus, perspicuum est. Pari modo Mercurius, si nulli motui præterquam gravitatis nisui obediret, in solem irrueret. Fac ipsum motu projectionis simul donari ea lege, ut qua vi in solem tendit, ab ipso retrahatur, ut ellipsim describat; perspicuum est ex legibus motus compositi, orbis continenter descripturum circum solem (186); quos etiam perennabit, dum utraque vis, seu nisus illum exagitet.

599 III. Id., quod in Mercurio modo fecimus, jam ipso circum solem gyrante, fingamus in Venere fieri: ex gravitatis lege uterque planeta et solem versus, et invicem gravitare debent; simulque vi projectionis addita, ne in solem labantur, retrahi, et ad motum curvilineum determinari (184). Turbabit quidem nonnihil gravitatio in Mercurium, et hujus in Venerem utriusque motum: at quoniam solis massa enormis est respectu utriusque, et vis projecticia optimè attemperata ex vi gravitatis, nisus hujusmodi ferè eliduntur à prævalentibus virium centralium pulsibus, quin unquam ab incepta semita retrahantur.

600 IV. Eodem modo, quo Mercurii et Veneris motus hætenus exposuimus, terram cum luna circum solem projectam concipe (Newtonus quippe, ut etiam Cartesius tellurem circum solem torqueri cum Copernico ponunt): haud dubium quin effectus motus curvilinei in proximioribus soli planetis descripti etiam in tellure sequentur, quoniam causa eadem ponuntur: quod pariter ad superiores planetas

Martem, Jovem, Saturnum, Uranum, imò ad cometas omnes, qui veri planetæ systematis solaris existunt (577), extendere oportet. En igitur causam motuum cœlestium per Newtonum; universalem nimirum *gravitatem* seu *attractionem* et *vim projectionis*: per primam omnes planetæ in solem gravitant, quoniam omnes simul massa superat, estque in centro collocatus, aut circum centrum ipse se torquet, parum ab illo remotus: ab altera per lineam rectam in immensum abirent, nisi à gravitate ad solem retraherentur, ab ipso attracti in ratione directa massarum et inversa duplicata distantiarum à centro, ut fert effectus gravitatis.

601 V. Quoniam attractio mutua est, etiam sol ejus effectus presentire debet; hinc est, quod sol tantillum agitetur, ac exiguus motus in illo sequatur pro vario planetarum inter se situ; qui semper pendet à motu jam acquisito, et vi qua turbatur ex attractione memorata, quæ omnibus momentis mutatur juxta varias astrorum positiones.

602 VI. Secundarii planetæ in primarios ex lege universalis gravitatis ferri debent, et circum ipsos moveri, perinde ac si quiescentes forent. Sic luna in terram gravitat; satellites Jove, Saturni, atque Urani in hos feruntur; dum motu projectionis ad ellipses describendas circum ipsos determinantur. Attamen quum ipsi non quiescant, sed circum solem à vi projectionis et gravitatis rotentur, necessariò illos abripiunt, ac secum ad motum ipsum curvilineum circum principalem determinant.

603 VII. Verum ab actione solis secundarios ad se trahentis, eorumdem orbita nonnihil turbari debet. Nam in revolutione periodica circum principalem, quandoque attractio solis cum attractione principalis conspirat, atque adeo fortius ad illos tendere debet, quam dum contrariæ sunt, ac se mutuò elidunt, ut ex resolutione virium deflexio ferè nulla sequatur. Hoc maximè in luna valere, cujus vicinia ejusmodi turbationes sensibiles reddit, ostendunt newtoniani; atque ab ea ipsum systema planè confirmari non dubitat. Et quidem motus lunares, qui antea indomabiles astronomis ferebantur, adhibita attractionis theoria penitus conciliari asserit Landius; qui pro attractionis systemate sequentia phænomena pugnare contendit, tamquam totidem demonstrationes, quarum quælibet satis esset ad attractionem stabiliendam, etiamsi reliquæ ignorarentur.

604 I. "Oestus maris, quem fluxum ac refluxum vocant, qui vis singulis diebus argumentum præbet oculos nostros feriens, *quodque manibus etiam posset attraheri* (verba sunt Landii) pro attractione lunari, cujus phænomena mirè cum solis ac lunæ attractionibus cohærent, ut suo loco ostendetur. 2. Lunaris orbitæ inæqualitates, quæ perspicuè ab attractione solis dependent. 3. Motus planetarum circum solem, qui semper hac lege eduntur, ut cubi distantiarum sint, ut quadrata temporum periodicorum (477). 4. Figura elliptica orbitarum tum lunæ circum terram, quum etiam planetarum, et cometarum circum so-

lem (479). 5. Æquinoctiorum præcessio (472). 6. Nutatio axis terrestris ab attractione lunæ proveniens (473). 7. Inæqualitates, quas Jupiter et Saturnus, imò omnes planetæ juxta diversas positiones producent, quando invicem accedunt, atque ab omnibus astronomis observantur (600). 8. Miræ inæqualitates comæræ anni 1759, cujus postrema revolutio periodica 580 diebus productior fuit quam antecedentes; quæ retardatio adamussim respondet calculo attractionis Jovis et Saturni in ipsam cometam exercitæ. 9. Complatio ad polos in Jove maximè, et tellure observata (254). 10. Attractio altissimi montis *Chimborazo* dicti in *Andibus* Peruvianis in filum pendulum seu libellam Buguerii et Condaminii, dum inibi observationes instituerent ad dimetiendum gradum latitudinis terrestris sub æquatore (256); quod filum plumbo, ut moris est, instructum ad perpendiculum 8" declinare ad partem montis observarunt; quod etiam in Alpibus, et Pireneis tentamen institutum cum prædicta observatione congruere deprehensum est. 11. Diminutio obliquitatis eclipticæ; et 12. Qui ejusdem effectus est longitudinis, et latitudinis variatio in stellis fixis deprehensa (473). 13. Motus *apsidum* (455) in planetis, ac præcipuè in lunæ apogæo (543), qui nullo disistente in cælo observatur. Et 14, quod cum præcedente phænomeno connexum est, motus seu variatio nodorum omnium planetarum, maximè lunæ, quæ adèò observabilis in hoc postremo planeta est, ut nono quoque anno ejus orbita inverra-

tur, ac 10 grad. distans ab eis stellis pertrans-
eat, quas novem ante annis occultabat in trans-
itu. 15. Demum inæqualitates lunaribus simi-
les in satellitibus Jovis præsertim observatæ.

605 Exposita phænomena, insistit landius, magna ex parte inexplicabilia sunt in hypo-
thesi pleni et vorticum. Quumque et illa existi-
tere, et maximè cum attractione congruere,
ostensum sit, plane convincitur falsitatis car-
tesianum systema. Nemo unus geometra, aut
astronomus mediocriter in his phænomenis, et
recentibus theoriis instructus invenietur, qui
systema pleni et vorticum recipiat, aut new-
tonianam attractionem rejiciat. Celebres qui-
dam physici universalis attractionis leges à cau-
sa impulsiva, fluido, aut motu atomorum de-
rivare conati sunt. Verum provectiones ab
his conatibus inveniemur in physicis? minimè
quidem; nam adhuc causa hujus motus primi-
tivi exponenda remaneret: causæ autem primi-
tivæ humanum captum prorsus effugiunt." *Astr. Com. art. 999.* Ceterum præcipuà quæ
contra attractionem militant argumenta non
dissimulabimus; responsionibus etiam exposi-
tis, quæ à newtonianis adhibentur, ut quilibet
judicium exerceat, partibus auditis.

Argumenta contra expositum systema.

606 Arg. 1. "Ex Newtoni principiis luna
decideret in solem. Nam massa solis ex New-
tono massam telluris 227512 vicibus superat

(imo ex Landio 365412); sol autem à tellure
distat vicibus 330 magis, quàm luna: igitur si
tractio est ut massa, et inversè ut quadratum
distantiæ, quando luna soli conjungitur, habi-
ta ratione inversa quadrati distantie minùs at-
traheretur à sole, quàm à terra, vicibus 108900,
quæ $330 \times 330 = 108900$; ut habita ratione di-
recta massæ solaris, attraheretur à sole 227512
vicibus magis, quàm à tellure; qui posterior
numerus quum sit ferè duplus numeri 108900,
profectò luna in solem caderet. R. Luna præ-
ter motum rationis circa suum axem, et revo-
lutionis, quo circa tellurem convertitur, ter-
tium motum habet, quo circa solem quotannis
agitur. Postremo hoc motu luna cum tellure so-
lis attractioni se subducit: ubicumque enim in
sua orbita motu projectili ab occidente in orien-
tem agitur; quo circa solem anno uno, ut tel-
lus, defertur. Ergo luna, ut et tellus, hoc mo-
tu annuo perpetuò nititur à magna sua curva
epicycloidali per infinitas curvæ hujus tangen-
tes, aut secantes effugere, per quas omnes à sole
recederet, nisi ab hujus attractione teneretur
in prædicta curva. Deinde quamvis acceleratrix
vis solis in lunam in conjunctione existentem
sit ad vim acceleratricem telluris in lunam ferè
ut 9 ad 4; nihilominus excessus hic aliundè
compensatur. Nam dum sol lunam in conjun-
ctione ad se trahit, tellurem etiam ad se acce-
dere compellit; et vis acceleratrix, qua sol lu-
nam ad se trahit, stat ad vim, qua tellurem ad
se venire compellit, ferè ut 2355 ad 2344:
quarè spatium, per quod ad solem tempusculo