

tem præsens periculum, uti possent qui in fodi-
nis; aliisque infectis locis non sine vitæ discrimi-
ne labori manum dare coguntur. Sed de hac re le-
genda sunt, quæ refert Clarissimus Dominus Ha-
les in eximio opere; cui titulus est: *Statica vege-*
tabilium. Hæc pauca dicta sint ad demonstrandam
præcedentis capitis utilitatem. Minimarum particu-
larum vim attractivam ad explicanda artis chimi-
cæ phænomena transferunt magni quidem viri; ve-
rùm quamvis hæc doctrina nonnullis experimentis
felicitè: satisfacere videatur, eo tamen abutuntur
Physici, qui singulas operationes chemicas per at-
tractionis, vel repulsionis nomen clare explicasse
confidunt: illi autem merum effectum, nullam ve-
rò effectus causam proferunt.

CAPUT III.

De gravitate constanti.

Quamvis in præcedenti capite demonstrata fue-
rit gravitatis cælestis, atque terrestris lex com-
munis, quæ nempe decrescat in ratione duplica-
ta distantiarum a centro; observavimus tamen,
ita exiguas esse distantias, in quibus experimen-
ta habere licet, si conferantur cum integra tellu-
ris semidiametro, ut nulla in gravitate terrestris
variatio experientis, vel observationibus conspi-
cua esse possit. Præterea corpora omnia, quæcum-
que sit illorum natura, figura, magnitudo, su-
blata aeris resistentia, ut sit vacuum boyliano, æ-
qualibus temporibus æqualiter descendunt, ac
proindè vis gravitatis æqualibus temporibus æqua-
liter agit. Itaque gravitatem terrestrem licet reip-

sa variabilem, tamquam constantem, et unifor-
mem usurpant Physici, nosque hanc gravitatem
in præsentis capite considerabimus. Tria autem
potissimum expendemus, 1. præcipuas gravitatis
affectiones explicabimus, 2. gravitatis causam in-
vestigavimus, 3. tandem centri gravitatis doctri-
nam exponemus,

ARTICULUS I.

De gravitatis terrestris affectionibus præcipuis.

I.

Gravitatis nomine hic generatim intelligitur vis
illa, qua corpora ad terram tendunt. Porrò con-
fundi non debet gravitas cum ipso corporum *pon-*
dere; gravitas enim est vis, quæ singulas mate-
riæ particulas deorsum urget; pondus autem est
ipsa gravitatis in unoquoque corpore, seu est ip-
sa gravitatum summa, vel aggregatum. Pondera
quantitatibus materiæ proportionalia esse, ex ip-
sa gravitatis natura facile colligitur: etenim cum
vis gravitatis sit constans, et in singulas æquales
materiæ particulas æqualibus temporibus æquali-
ter agat: seu æquales ictus imprimat, erit nume-
rus ictuum, ut particularum æqualium numerus.
Præterea cum corpora omnia per lineas ad sensum
parallelas recta descendere observentur, patet,
gravitatis directiones esse parallelas, id-oque gra-
vitatibus ictus in eandem directionem conspirant:
igitur gravitas tota erit, ut numerus ictuum, hoc
est, ut quantitas materiæ, nam quo plures sunt
æquales materiæ partiæ, eo plures erunt ictus:
quare pondera sunt quantitatibus materiæ propor-

tionalia; evidens autem est, hanc demonstrationem valere in quolibet corporum genere, quæcumque sit illorum figura, textura, natura, cum gravitas ex his corporum conditionibus nequaquam pendeat.

Ex his autem facile intelligitur experimentum, quod vix in animum sibi inducere possunt viri rerum physicarum imperiti, et sensuum præjudiciis assueti. In longioris tubi parti superiori suspenduntur duo pondera, utcumque inæqualia, ex. gr. gravissimum aurum, et levissima pluma: factò deindè, ut moris est, vacuo ope machinæ pneumaticæ, corpora illa eodem temporis puncto diuissa, eodem omninò tempore descendunt, et æqualibus temporibus æqualia spatia percurreunt. Experimenti ratio statim patet, et quidem corpora duo divisa intelligantur in particulas æquales innumeras; vis gravitatis in particulas illas æquales æqualibus temporibus æqualiter agit, ac proindè singulæ particula æqualibus temporibus æqualiter descendunt. Id verò declaratur exemplo hominum eadem velocitate currentium, sive enim conjunctis, sive sejunctis manibus currant, eodem tempore ad propositum scopum perveniunt. Pari ratione, sive corporum particula seorsim descendant, sive majus minusve corpus, atque aggregatum componant, eodem plane tempore debent descendere. Quod ergo corpora inæquali velocitate per aerem descendant, id tribuendum est aeris resistentiæ; sed hujus inæqualitatis causam deindè fusius explicabimus, ubi de medii resistentia sermo erit.

II. Gravitatem hactenus considerabimus in eodem terræ loco; verùm quamvis gravitas in eadem regione sit constans, vi tamen centrifuga in

remotioribus terræ locis eam plurimum immutari, certissimum est, quod qua ratione detectum fuerit, atque confirmatum, enarrabimus. Superioris sæculi anno 72 Cayennam insulam Æquatori proximam profectus est Dominus Richerus ad Astronomicas observationes incundas à Regia Parisiensi Academia missus; secum detulerat horologium, quod Parisiis cum cælestibus motibus accurate conspirabat. Eo adhibito deprehendit multo lentiorè ejus motum, ita ut singulis diebus per bina minuta cum dimidio ab integræ diei mensura deficeret. Rem miratus, quam vix ab aliqua machinæ mutatione, nec ab alia ejusmodi causa videbat oriri posse; illud coniecit, vim minorem esse versùs Æquatorem, quam Parisiis; unde fieret, ut pendulum lentius vibrationes suas perficeret, et horologium ipsam retardaret. Ut autem certius constare posset, an res ita se haberet, accuratissimè inquisivit in longitudinem penduli, quot singulis minutis secundis herariis singulas oscillationes absolveret, et ejus longitudinem aeri incidit, ut eadem observatione in Galliam regressus iterata, utramque mensuram conferre posset. Constat enim, pari gravitatis vi longiora pendula lentius oscillationes sunt peragere, breviora citius; pari longitudine penduli, et diversa vi gravitatis ea pendula lentius moveri, quæ minori aguntur vi, si autem bina pendula eodem tempore oscillationes suas peragant; quæ idcirco *isochrona* appellantur, inæqualem verò habeant longitudinem; illud, quod longius est, gravitate majori urgetur. Hæc quidem omnia pendent ex pendulorum doctrina, quam deindè explicabimus, interim verò evidens est, vim illam majorem esse, qua fit, ut pendulum eodem tempore per majores arcus excurrat. Nec

Richeri spem fefellit eventus; regressus enim Parisius, ita brevior penduli isochroni mensuram invenit, ut is quidem de inæqualitate gravitatis in diversis terræ locis dubitare omnino non posset.

Rei novitas universam perculit litterariam Rempublicam, atque commovit mirum in modum, multis sub initium reventibus, aliis observationum vitium phænomenum tribuentibus, aliis vi caloris durissima quæque metalla dilatantis. Nec defuerunt, qui observationibus per Europam institutis, gravitatem ubique æqualem se invenisse, affirmarent, cum nimirum iis methodis, quæ tum in usu erant, minus perfectæ, et perpolitæ, exiguum discrimen in tam exiguis locorum intervallis nequaquam deprehendere potuerint. Hinc observationes multo accuratiores in plurimis, et admodum dissitis terræ locis fuerunt institutæ; hinc Academici Parisienses Reges jussu, et liberalitate versus Polum Borealem, et versus Æquatorem expeditionem litterariam susceperunt, atque tandem summo observationum consensu certo definitum habemus, gravitatis vim ab Æquatore ad Poles augeri perpetuo. Nos quoque hic Romæ in hortis regis SS. Trinitatis Cœnobii longitudinem penduli ad minuta secunda oscillantis investigabimus. Nequæ in hac observatione ullam passi sumus desiderari diligentiam; observatio per plures dies instituta est in loco nullis currum tremoribus agitato; adhibuimus pendula duo, quorum unum à celeberrimo artifice Londinensi *Grahamo* elaboratum est. Utebamur etiam mensura bipedali Londinensi accuratissima, factaque observationum comparatione, res eadem propriis experimentis innotuit. Verum quod spec-

tat hujus variationis legem, ad præsentem locum non pertinet. tota res cum figura telluris, aliisque difficilioribus nondum explicatis Physicæ principiis conjuncta est. Eo loci ponimus vim gravitatis constantem, et per rectas parallelas tendentem; quod quidem facere licet, cum in hoc capite gravitatem consideremus in eodem terræ loco, vel in locis à se non multum dissitis. Sed hæc doctrina, quam minus accurate nunc considerare satis est, majori deinde subtilitate, et diligentia explicari debet, ubi de pendulis, et telluris figura tractabimus.

III. Neque tamen hic omnino præmitendum est, quod de hujus variationis causa afferri solet. Vi imaginandi nobis affingamus globum aliquem, qui circa suam axem convertatur. Partes illæ, quæ proximæ sunt polis, per quos axis ipse traducitur, eodem tempore peragunt gyros admodum exiguos, quiquidem eo magis crescunt, quo magis à polis recedunt, ita ut omnium maximus is sit, qui ab utroque polo æque distat, et in eo globi motu *Æquator* appellatur. Hinc ibi vis centrifuga omnium maxima esse debet, atque eo gradatim decrescit magis, quo magis acceditur ad polos; quod quidem demonstratum est, ubi sermonem habuimus de vi centrifuga. Rem igitur ad tellurem transtulerunt, posito ejus diurno motu considerarunt vim centrifugam sub Æquatore maximam esse debere, prope Poles minimam, in Pollis nullam. Illud præterea notarunt, vim centrifugam sub Æquatore dirigi ad partes centro telluris oppositas, quod ipsius Æquatoris est centrum; in reliquis autem locis dirigi ad partes oppositas illi axis puncto, quod est circuli descripti centrum, quod quidem centrum eo remo-

tius est à centro terræ, quo magis circulus ille ab Æquatore recedit, ac proindè cum vis gravitatis ubique dirigatur versus terræ medium, observant ipsam vim centrifugam sub Æquatore magis etiam directe gravitati opponi quam versus Polos. Ex dictis patet, duplicem considerari posse gravitatem, unam scilicet, quam *primitivam* vocant, nulla vi centrifuga turbatam, hæcque gravitas sub polis dumtaxat habetur: altera autem est gravitas *variabilis*, vel *actualis* pro varia scilicet à Polis distantia. Neque huic gravitatis variationi obstat, quod nullam in corporum pondere inæqualitatem deprehendere liceat, ejusdem corporis idem pondus tum hic Romæ, tum in America per bilances experimur: etenim pondus examinandum comparamus cum alio pondere, quod in Americam translatum æque mutatur, ita ut eadem maneat ponderum ratio, ac proindè corpus, quod hic inventum est libræ unius, debet et in America unius libræ pondus demonstrare. Re quidem vera si possemus perfecte nosse vim quam nos hic in sustinendo pondere exeremus, et ejusdem vis meminisse, ubi pondus in remotam regionem transfertur, liceret ex ea vi æstimare auctam, vel imminutam gravitatis vim. At nostri conatus nobis omninò ignoti sunt, vix crassiorem quamdam comparisonem sensationum ope instituimus, subtiliora discrimina nequaquam percipimus, atque etiam ipsæ vires nostræ mutantur in horas.

IV. Gravia esse corpora omnia, jam apud cultiores Philosophos compertum est. Et quidem pondus demonstrant corpora omnia, in quibus experimenta sumere licet; ne his quidem demptis corporibus, quæ à vulgo imperito levissima cre-

duntur. Ita fumus, qui in aere sursum ascendit, facto vacuo Boyliano, deorsum relabitur, proprio scilicet pondere. Quod ergo fumus per aerem sursum evehatur, id tribuendum est majori aeris gravitati, qua fit, ut aer majori conatu tendat deorsum, ac proindè fumum propellat sursum. Itaque nulla est vera corporum levitas, sed *relativa* dumtaxat, et *apparens*: quare distinguenda est gravitas in *absolutam*, et *relativam*. Gravitas absoluta est tota vis illa, qua corpora tendunt deorsum. Gravitas autem specifica est ratio gravitatis absolute corporis unius ad gravitatem absolutam corporis alterius sub eodem volumine, sive quod idem est, gravitas specifica est ratio ponderis corporis unius ad pondus corporis alterius eodem manente volumine. *Volume*, vel etiam *moles* dicitur totum spatium extrema corporis superficie comprehensam, sive includat spatiosa vacua, sive heterogeneas etiam particulas. Ex idea massæ, et voluminis oritur idea *densitatis*. Densitas eo major dicitur, quo major est corporis massa, seu quantitas materiæ sub eodem volumine; si verò eadem maneat quantitas materiæ, mutetur autem volumen; quo minus est volumen, eo major dicitur densitas; ac proindè densitas est, ut massa directe, et volumen inverse: quare si massa dicatur M, volumen V, densitas D;

$$\text{erit } D = = \frac{M}{V}, \text{ ac proindè etiam } M = = DV.$$

Quia verò gravitas specifica est ratio quantitatis materiæ, seu ponderis ad volumen; eodem manente volumine, evidens est, gravitates específicas esse, at densitates. Contraria ratione eo rarius dici so-

let corpus, quo minorem sub eodem volumine continet materiæ quantitatem, ac proinde raritas est in ratione inversa densitatis. Igitur ad corporum raritatem facillè transferuntur præcedentes formulæ. Jam verò quamvis ob minorem specificam gravitatem nullum pondus aliquando ostendere videantur corpora; probe tamen meminisse oportet levitatem illam relativam esse dumtaxat; sed hæc omnia in meliori lumine collocabimus, ubi fluidorum doctrinam exponemus. Ceterum quamvis dicamus, corporum gravitatem experimentis compertam esse id tamen dictum nolamus de subtilissimis quibusdam corporibus, igne, ex. gr., et flamma, horum enim corporum tantillam est pondus, ut nulla experimentorum subtilitate innotescere potuerit, quidquid affirmant Philosophi quidam suis experimentis plus æquo confici. Sed totam rem deinde ad examen revocabimus, ubi ignis proprietates considerabimus.

ARTICULUS II.

De causa gravitatis.

I.

Mirantur imperiti homines, à Philosophis tanto studio quæsitum esse, cur gravia descendant, hancque statim in pronta rationem adesse, respondent, quod nempe non sustineantur. Verùm quod ita facillè, et obvium creditur, ut imperitorum hominum mos est. summos viros in varias traxit sententias, et adhuc sub iudice lis est. De gravitatis causa quatuor circumferuntur Philosophorum opinionones. Peripatetici existimant, gravitatem esse

vim quamdam, vel qualitatem realem corporibus omnibus intrinsecam à Deo ipsi impressam, ita ut quemadmodum corpora per extensionem locum occupant, per impenetrabilitatem sese mutuo ab eodem loco excludunt, sic quoque per gravitatem ad locum infimum, sive telluris centrum ferantur. Newtoniani, gravitatem omnibus omninò corporibus inditam, ac impressam esse, constituent, ita ut non modo ignis, et aer, quos Peripatetici leves existimant, sed ipsa quoque tenuissima ætheris substantia, quæ gravitatis experta à Cartesianis effingitur, gravitatem aliquam habere debeat, ac nulla proinde levitas positiva in rerum natura reperitur. Atque ista quidem evidenter adeo, nitideque experimentis demonstrantur, ut dubitari non possit, gravitatem hæc, vel, ut vocant Newtoniani, vim centripetam corporibus omnibus inesse. At undenam centripeta vis illa singulis corporibus imprimatur, id nobis hactenus occultum, atque inexploratum esse, Newtonus ingenue fateatur, variasque causas enumerat ex quibus eadem vis centripeta velut origine pendere possit. At Newtonus non *physice* gravitatis originem scrutatur, sed *mathematicè* tantum gravitatis effectus, leges, atque phænomena exponere aggreditur. Itaque à definienda gravitatis origini prudenter abstinuit, et quamvis illam ab attractione oriri dixerit; in variis tamen locis profitetur, si physice res exploretur, ab impulsione originem habere posse. At etiam sapientissimi viri modestiam haud semper æmulati sunt, qui Newtoni doctrinam exponunt; etenim attractionem ipsam velut physicam exploratamque gravitatis causam ita ingerunt, ut eam in dubium vocari minime patiantur. Neque tamen putandum est: Philosophos illos occultas

Peripateticorum qualitates obtrudere voluisse. Peripatetici attractionem considerabant, velut *entitatem*, aut *qualitatem* certis quibusdam corporibus inherentem, quas quidem qualitates ex specificis corporum formis oriri aiebant: formæ autem nomine in veteri Philosophia nihil obscurius esse potest. Porro nullam talem *entitatulam*; aut *qualitatem* fingunt Recentiores Newtonianæ, sed attractionem admittunt, velut universalem naturæ legem à Supremo rerum omnium Auctore constitutam, vel etiam ut corporum omnium proprietatem habent; quæ quidem opinio à Scholasticorum qualitatibus longe differt. Gassendus existimat particulas, atomos, sive corpuscula plurima quaque versum velut radios è terræ gremio diffandi, quæ corpuscula, cum ferè uncinata; et humata intelligi possint, ubi in corpus aliquod incurrunt, illi maximè adhærent: hinc fit, ut terrestres particule cum corporis ejusdem particulis arctissime devinciuntur, illudque secum in terram abripiant eo prorsus modo, quo tenuissimæ quædam particule ex magnetis substantia prodeuntes, ubi ad ferram pervenerint, illisque hærent implicite, ferram ipsum ad magnetem referunt. Vix refelli merentur hac in re Peripateticorum, et Gassendistarum signa. Quid sint qualitates occultæ, neque explicent illarum defensores, neque ipsi videntur intelligere; recentioris philosophiæ lumine jam dissipatæ sunt illæ qualitatum occultarum tenebræ. Neque firmiori fundamento innotuit uncinata; atque occulta Gassendistarum corpuscula; nihil enim admitti jubet cultior Physica, nisi quod experimenta, atque observationes certò existere demonstrant. Deindè quam causam assignare poterunt Gassendistæ, cur uncinata illa corpuscula è tel-

lure exeant, ad diversas altitudines rapiantur, et tandem relabantur? Talia certe commenta difficultatem non explicant, imò non parum augent. Quid sentiendum sit de Newtonianorum sententia, ex hujus articuli progressu manifestum fiet.

Ultima tandem superest Certesianorum hypothesis magno doctrinæ apparatu munita. Materiam quamdam subtilissimam comminiscunt Cartesiani, hanc ponunt circa terram vorticis motu agitari, ipsamque terram circa axem revolvì: quo fit, ut eadem materia vim centrifugam acquirat, et corpora terrestria versus terram propellat, nempe secundum directionem vis centrifugæ directioni contrariam: Id autem illustrent exemplo fluidorum, quæ corpora sibi demersa si minorem habeant gravitatem specificam, sursum evehunt; ita etiam vorticis materia corpora, quæ non tanta pollent vi centrifuga, deorsum trudere debet. His explicatis sit.

CONCLUSIO.

(*A vortice Cartesiano repeti non potest gravitatis causa, neque ab ullo impellente fluido, quod eandem cum fluidis cognitis proprietates habeat.*)

Probatur prima pars. 1. ex hac hypothesis sequeretur, vim centrifugam vorticis ipsa vi centrifuga corporis multo majorem esse, vel materiam subtilem ipso corpore esse multo densiorem: etenim gravitas corporis fluido Cartesiano immersi æqualis foret virium centrifugarum, vorticis scilicet, et corporis differentia per suas respective massas multiplicata; si nempe gravitas corporis immersi dicatur G , vis centrifuga materiæ subtilis,

cujus locum occupat, dicatur V , massa M , vis centrifuga corporis U , massa m , erit $G = VXM - UXm$. Evidens enim est, virium illarum differentia corpus pellendum esse, ac proindè VXM major esse debet UXm , ideoque vel V major est, quam U , vel M major, quam m ; sed utrumque repugnat. Primum quidem; etenim vis centrifuga corpus ex rotationis velocitate circa terram oritur: hæc autem velocitas telluris velocitati proximè æqualis est. Itaque in primo casu multo majorem fore oportet vorticis velocitatem ipsa velocitate telluris; hinc secundum rotationis terrestris directionem, ab occidente scilicet ad orientem, perpetuus, isque vehementissimus sentiretur ventus. Neque minus repugnat casus alter, majorem scilicet esse vorticis, quam materiæ terrestris densitatem; hujus enim densissimæ materiæ resistentiam aliquam experiremur, tum sursum deorsum, tum deorsum sursum. At experimentis compertum est; totam, quam experimur resistentiam; aeri tribuendam esse, eamque nullam esse in vacuo boyljana, in quo corpora omnia æquali velocitate descendunt. Absurdissimum ergo est fingere tantam in materia vorticis densitatem, quod quidem ultro largiuntur Cartesiani: quare in primo casu paulo diutius immorabimur, variasque considerabimus velocitatis hypotheses.

Ponamus, vortici circum terrestris velocitatem eandem esse quam proximè cum velocitate telluris; jam ob datam diurnam telluris rotationem 24. horarum spatium dabitur quoque ipsa vortici velocitas. Præterea ex observationibus geographicis nota est semidiameter terrestris, ac proindè et ipsa maximi terrestris circuli peripheria, datur ergo vorticis circumferentia. His autem datis, meminis-

se oportet, vim centrifugam corporis in circulo revolventis tempore minuti unius secundi esse, ut quadratum arcus eodè tempore descripti per diametrum divisi. Ille autem arcus facilè invenitur per notissimam regulam trium, si dicatur: tempus totum viginti quatuor horarum est ad integram vorticis, sive maxime terrestris circuli circumferentiam, ut tempus minuti unius secundi ad arcum eodè tempore percursum; hujus arcus quadratum dividatur per vorticis, sive telluris diametrum, habebitur vis centrifuga, illa scilicet lineola perpendicularis, quæ continetur inter tangentem, et arcum minuti unius secundi tempore descriptum; tali scilicet vi centrifuga corpus aliquod per lineolam prædictam minuti unius secundi tempore descenderet. Si ex his principiis calculus ineatur, invenietur spatium tempore minuti unius secundi à corpore vi centrifuga vorticis agitato percurrendum non excedere pedem dimidium; igitur gravia vi centrifuga vorticis Cartesiani prope terram tempore minuti unius secundi non ultra dimidium pedem descenderent; at hoc ipso tempore pedes quindecim percurreunt, ut notum est experimentis: ergo gravitatis phænomenis non satisfaceret Cartesianæ hypothesis.

Ut hujus demonstrationis vim effugiant Cartesiani, fingunt, vorticis celeritatem telluris vertigine esse multo majorem. Et re quidem ipsa velocitatis decies septies majoris, hypotesi facta, inique, ut jam exposuimus, calculo, prodit lineola, quæ vim centrifugam exhibet pedum quindecim, ut postulant gravitatis phænomena. Verùm explicandis deindè motuum legibus repugnat hæc major velocitas, vortex enim velocior in ipsam terram transferret aliquam velocitatis suam partem,

donec tellus, et vortex communi velocitate moverentur; hanc tamen concedamus hypothesim, et quid ex ea sequatur, expendamus. Quicumque animo paululum attento rem perpenderit, facile assentietur, effici non posse, ut materia subtilis, ipsaque tellus tanta ferantur velocitatum differentia, nisi prominentia quæque corpora in telluris superficie, veluti arbores, ædes, turres abripiantur, atque subvertantur. Quis quæso hominum erectus stare super terram vel ad punctum temporis posset, capite decies septies velocius pedibus versus orientalem plagam translato?

Præterea experientia quotidiana compertum est; gravia in sublime jacta deorsum recta tendere, idemque soli terreni punctum, cui ad perpendicularum projecto respondent, relapsa attingere; at in prædicta hypothesi longe aliter se habent experimenta. Corpus omne, quo altius in atmosphaera translatum foret, eo longius in ortum recideret, et à perpendiculo longissime aberraret. At nulla in quolibet corporum terrestrium statu deprehenditur experimentorum differentia, omnia perinde se habent, ac si terra, quam inhabitamus, plane quiesceret. Nec aliquis dicat, subtilissimum ætherem, dum ab occasu in ortum gyrat, corporum crassierum poros rotationi suæ obvios pervadere, sicque perpendiculari eorum casui non obsistere. Quonam enim modo corpora versus communis vorticis centrum materia illa depelleret? Cur eorundem gravium poros secundum vis centrifugæ directionem patefactos nihil eidem materiæ intercludat? His demonstratis, jam concludere licet: rejici omnino debet hypothesi illa, quæ certissimis repugnat gravitatis phaenomenis; atqui cet. ergo cet.

II. In hypothesi Cartesianâ per circulos Æquatori parallelos defertur vorticis materia, ac proinde vires centrifuga secundum lineas in horum circulorum planis semper jacentes agere oportet; descenderent ergo corpora omnia in eorundem circulorum planis, et perpendiculariter ad axem, non ad ipsam telluris superficiem, tenderent; quod quidem falsum esse demonstrant experimenta; in circulis enim Æquatori parallelis per lineas obliquas gravia descenderent, quod est contra experientiam. Hanc demonstrationem experimento ita representare solent Physici. Sphæra vitrea ex parte continet, aquæ innatant corpuscula plurima; machina hoc modo comparata circa axem velocissime convertitur; id verò observare licebit, corpusculâ non centrum petere, sed dispoñi secundum axis longitudinem. Experimentum illud Cartesianam hypothesim satis apte representare videtur. Sphæra circumacta ipsam telluris vertiginem exhibet; corpuscula autem aquæ immersa cives gerunt corporum terrestrium, quæ vorticis materiæ innatant in prædicta hypothesi; idem proinde facere deberent corpora terrestria, quod in corpusculis illis observamus, non pè ad axem telluris tenderent. Itaque tum ratiocinatione, tum experientia facile refellitur Cartesianâ vorticum hypothesi.

Probatür secunda pars: si gravia subtilis materiæ vi deorsum quovis modo pellantur, vis, qua descendunt corpora, erit, ut numerus particularum fluidarum, quibus simul agentibus versus terram trandantur; sed numerus particularum est, ut corporis superficies, quod est evidens; quare vis, qua corpus deorsum præmitur, erit, ut ejusdem superficies, non ut ipsa quantitas materiæ, quod

quidem experientiæ repugnare, jam antea demonstravimus. Et quidem in hac hypothese corpora quælibet sub eodem volumine eandem habent gravitatem specificam ob æqualem fluidi actionem; ita æquale pondus haberent pes cubicus atri, et pes cubicus suberis. Præterea ob eandem rationem, seclusa aeris resistantia, descendentium corporum velocitas sub eodem volumine foret in ratione reciproca massarum; si enim eadem vis maneat, velocitates se habent in ratione inversa quantitatum materiæ, ut jam demonstratum est; at corpora omnia æquali velocitate in vacuo boyliano descendunt, ac proindè gravitas agit in ratione massæ, non autem voluminis. Hæc demonstratio quamlibet fluidi prementis hypothesein evertit, nisi reponant Cartesiani, quod quidem faciunt recentiores hujus hypotheseos reformatores, fluidum, quod gravitatis causa est, à nostris fluidis longe diversissimum esse, alias proprietates habere et secundum alias plane leges agere. Sed ita philosophari nugari omninò est; tali enim philosophandi modo jam ineptissima quæque hypothesein commenta in Philosophiam invhere licet, et de inversa Physica actum est. In hac conclusione de gravitate terrestri dumtaxat sermonein hebemus; quæ enim ad gravitatem cælestem pertinent, explicato systemate planetario convenientius tractabuntur. Proprio etiam loco disseremus de causa attractionis, quæ inter minimas viget corporum particulas, ubi phænomena ad hanc aliam attractionis speciem referenda exponemus.

Objic. centra primam partem: gravia ad telluris centrum, non ad axem tendere, ex Cartesiana hypothesei intelligitur, nec contrarium probat al-

lata inter probationes demonstratio. Re quidem vera si fingatur particula materiæ revolvens in circulo, cujus radius GB (*fig. 7.*), hujus materiæ vis centrifuga secundum radium GB dirigitur. Accurate quidem se habet demonstratio, si circulus solitarie spectatur; at si circulus, ipsaque revolvens materia in vortice spherico, cujus partes sint considerentur; jam radius GB, ideoque et vis centrifuga in puncto B oblique se habet respectu tangentis BR; quare directio obliqua BG resolvi debet in BC, quæ transit per centrum, et ad tangentem BR perpendicularis est. Hæc vis centrifugæ resolutio patet ex demonstratis de virium compositione, et resolutione: igitur vi centrifuga vorticis non pellentur gravia versus G, sed versus vorticis centrum C. His demonstratis sic argumentari licet; gravissima omnium difficultas, quæ objici solet, hæc est, quod nempe gravia ad centrum telluris non tenderet; atque huic objectioni satisfactum est: ergo cet.

Resp. transeat major, N. min. Mirum sane est, quod accuratissimæ demonstrationis vim tali responsione eludere tentaverint Scriptorum aliqui rerum physicarum non omninò imperiti. Et quidem si virium resolutionem instituire velimus, vis centrifuga GB non in solum vim per CB resolvitur, sed simul in vim tangentialem per BR. His autem duabus viribus conjunctis per BC, BR, corpus describet diagonalem BC. Propositam objectionem absurdam omninò esse, experientia confirmat; si enim vas MAD liquore plenum corpus aliquod in B minus grave specificè contineat, corpus illud verticaliter ascendet per BG, non autem per BC, quod tamen fieri oporteret, si valeret objectio.

Instabis: fingi potest vortex duplici motu simul agitatus circa axes duos, quam quidem hypothesis factam legimus à Clarissimo Bullingero in dissertatione de causa gravitatis, quæ ab Academia Regia Parisiensi anno 1728 præmio condecorata fuit. Hac posita vorticis duplici vertigine, jam fieri ait vir prælaudatus, ut fluidi particulae circulos maximos singulae describant. Itaque vis centrifugæ directio in quolibet puncto jacebit in circuli maximi plano, ac proinde vi centrifuga corpus pelletur ad commune circularum maximorum centrum, hoc est ad centrum vorticis.

Resp. N. ant. Ficticia omninò est, et male compacta Bullingeri hypothesis. Vix in prædictam dissertationem oculos conjeceram, cum statim cognovi, curvam hoc duplici motu describendam ad illud pertinere curvaram sublimiorem genus, quas duplicis curvaturæ appellant Geometræ. Idem problema litteris communicavi cum Clarissimo Viro Petro Martino Neapoli Astronomiæ Professore; nonnullaque ad hanc rem spectantia demonstravi. Tandem verò inveneram quæsita curvæ figuram, ut numeri arithmetici 8 notam referat. Proposuerat Bullingerus machinam quandam, cujus ope ad experientiam problema posset revocari, sed hanc nondum perfectam affirmat, cum tempus instaret transmittendæ Parisios dissertationis, quam transmisit experimento nondum facto. Talis autem est machinæ structura; globus vitreus circa axem perpendicularem, et simul circa axem horizontalem eodem tempore convertitur, qui quidem duplex motus facillè obtineri potest. Globi superficies macula aliqua facillè conspicua notatur, ejusdem maculae motus observa-

tur. Curavi talem machinam executioni mandari, sæpiusque experimento instituto maculae viam attentis oculis persecutus, eam curvam observavi, quem Geometria mihi jam certe demonstraverat.

Objic. contra secundam partem: extant Newtoni littere ad Boyleum datæ, in quibus ætheris cujusdam subtilissimi hypothesis hunc in modum constituit. Ponit Newtonus, ætherem formari ex particulis per gradus indefinitos mole diversissimis, fingit deinde, in corporum peris minus ætheris crassioris latere, quam in spatiis liberis; ideoque in telluris globo multo minorem contineri ætheris crassioris quantitatem, quam in aeris regione. Ponit deinde, ætherem crassiorem in aere ad regionem telluris superiorem tendere, subtiliorem verò ætherem in terram tendere ad partes aeris inferiores; ita ut à parte superiori atmosphæræ usque ad telluris superficiem, et à telluris superficie usque ad centrum per gradus perpetuo fiat subtilior. Fingamus jam corpus aliquod in aere suspensum, aut in ipsa telluris superficie positum; ætheris particulae in superioribus corporis partibus crassiores sunt particulis ætheris, quæ in inferioribus corporis partibus continentur (ex hypothesis). Præterea æther crassior cum sit poris minus accomodatus, quam æther inferior, atque subtilior, descendere debet æther crassior, et locum subtiliori ætheri inferiori cedere; id verò fieri non potest, nisi corpus spatium ab æthere relictum occupet, ideoque descendet. Hæc est hypothesis Newtoniana, quam ferè de verbo ad verbum ex prædicta epistola latine reddidimus; eandem hypothesis plurimis aliis in locis indicavit Newtonus. Tandem aliæ lingi possent hypo-

theses; quid enim vetat, quominus aliud quoddam invehamus fluidum, quod diversissimas à fluidis cognitæ proprietates habeat, secundum alias omninò leges agat, quod nullam, aut ferè nullam resistantiam præbeat, quod vi inertæ, vi gravitatis careat; sit tamen gravitatis causa. Unde sic concludendum: admitti possunt hypotheses philosophice, quarum falsitas demonstrari non potest; atqui cet.: ergo.

Resp. N. maj. Tamquam vanissimam repudiamus illam Philosophiam, quæ meris innititur conjecturis, atque hypotheses communibus naturæ legibus contrarias longe rejicimus. In memoriam revocentur, quæ de philosophandi regulis, et hypotheseon usu præscripsimus. Descripta hypothesis non satis digna videtur celeberrimo Auctore suo, qui tantam in philosophando severitatem, atque diligentiam adhibuit. Et certè nullam gravitatis rationem reddit hæc hypothesis, huic enim commentitio ætheri tribuit gravitatem, cujus proindè alia superest afferenda causa. Igitur non sine fundamento credunt Newtoniani, Magistrum suum in proponenda hac hypothese usum fuisse quadam philosophica prudentia, et receptis vulgaribus Philosophorum opinionibus parcere voluisse. Tandem philosophicam Newtoni modestiam nos imitati nequaquam pronuntiamus, nullam esse extrinsecam, et ab aliquo fluido oriendam gravitatis causam; id unum affirmamus, ex vorticibus Cartesianis eam repetendam non esse, neque ex alio fluido, quod eadem cum fluidis cognitæ proprietates habeat. Et quidem si fluidum illud grave sit, iterum de causa gravitatis redit quæstio. Si idem fluidum agat in corporum superficiem, vel in interiores corporum particulas; secundum vulgares fluidorum leges corporibus imprimere non po-

test talem motus quantitatem, quæ sit accurate, ut quantitas materiæ Tandem fluidum illud ita subtile foret, ut corporum etiam durissimorum substantiam penetraret, neque corporum motibus resistantiam præberet, vi tamen maxima in se mutuo corpora impelleret. Hæ quidem proprietates communibus fluidorum proprietatibus omninò repugnat, easque nobis ignotas esse, fatemur. Quæ cum ita sint, facilè concedimus, gravitatem esse qualitatem occultam, dummodo hæc nomen nihil aliud intelligatur, nisi ignota effectus alicujus causa. Valde autem probabile est, Aristotelem nullam aliam huic vocabulo tribuisse significationem, eamque ab illius sectatoribus fuisse corruptam, et pro arbitrio varie explicatam, vel potius obscuratam.

ARTICULUS III.

De centro gravitatis.

I.

Cum ab ipsa gravitate ortum habuerint centri gravitatis doctrina, et nomen, rerum ordo postulat; ut argumentum illud, hic data occasione, pertractemus. *Centrum gravitatis* est punctum, ex quo corpus utcumque suspensum manet in æquilibrio, nulla parte præponderante; quare si centri gravitatis motus omnis impediatur, immotas manere necessum est omnis corporis partes, ac proindè totum corporis pondus in ipso gravitatis centro collectum fingi potest, et loco ponderis ipsum gravitatis centrum substituere licet. Itaque patet, centrum gravitatis hoc modo definitum idem esse

se cum centro æquilibrium: quare utrumque vocabulum indiscriminatum usurpabimus. Non solum in corpore unico, sed quolibet corporum numero, seu, ut vocant, systemate considerari potest centram gravitatis. Si virgent rigidam, atque inflexibilem fingamus omni pondere, et inertia destitutam; ipsaque suspendatur è puncto medio, et ad æquales hinc inde à medio suspensionis puncto distantias annectantur bini globi æqualis ponderis, ipsi in æquilibrio manent, et neuter alterum vincere potest; quod evidens est, cum omnia hinc et inde sint paria, nullaque proinde sit ratio, cur unum alteri prævaleat. Si altera parte addatur pondus quantumvis exiguum, tolletur æquilibrium, et pars illa descendet, ascendente altera. Si distantia à puncto suspensionis non sit eadem, bina corpora æqualia non manent in æquilibrio, imò fieri poterit, ut id quod gravius est, se à puncto suspensionis proprius, cogatur ascendere; atque hæc est regula generalis æquilibrium; habetur nimirum æquilibrium, si distantia à puncto suspensionis sint ponderibus appensis reciproce proportionales, ita ut tanto minor sit distantia, quanto pondus majus est.

Hæc autem lex æquilibrium facili ratiocinatione ita intelligi potest. Si quædam vis requiritur ad movendum corpus aliquod per datum spatium dato tempore, evidens est, requiri vim duplam ad movendum idem corpus per spatium duplum eodem dato tempore; item requiritur vis tripla ad movendum corpus per spatium triplum, et ita deinceps: quare et illud manifestum est; si nempe quædam vis potest vim aliam contra propriam illius directione agere per datum aliquod spatium dato tempore; ad eandem vim ita agendam per duplum;

triplum, dimidium spatium, requiritur vis dupla, tripla, dimidia. Jam verò in virga prædicta si ponendum sit ex parte alterutra pondus, quod pondus aliud ex parte altera constitutum in eadem distantia sublevare debeat, ipso nonnihil majus esse oportet, ut ostendimus. Si autem corpus attollendum sit in dupla, tripla, dimidia distantia, attollendum erit per duplam, triplum, dimidium circuli arcum: illa enim pondera circa punctum suspensionis similes describunt circulorum arcus; qui proinde sunt, ut radii, sive ut distantia à centro motus: quare requiritur dupla, tripla, dimidia vis cet., ac proinde si pondus eo sit minus, quo distantia major est in eadem ratione neutra pars vincere potest, sed pondera in æquilibrio manere necessum est. Hoc ergo est principium æquilibrium: distantia scilicet à centro motus sunt in ratione reciproca ponderum, sive massarum; sunt enim pondera massis proportionalia. Fingi autem possent infinitæ gravitatis hypotheses, in quibus pondera non forent massis proportionalia; tumque centrum massæ, per quod nempe tractato utcumque plano corpus divideretur in massa æquales, idem non foret cum centro gravitatis. Verùm tales hypotheses Geometris considerandas relinquimus; Physicis gravitatem constantem, qualem in machinarum viribus, aliisque experimentis sese manifestat, contemplari satis sit.

II. (Præcedens doctrina ad machinarum quarumlibet vires æstimandas maxime valet. In quavis machina binæ utcumque vires inter se ponuntur connexæ, quarum quidem, unam appellare solent *potentiam*, alteram verò *resistentiam*.) Ubi autem vires quæcumque ad machinam transferuntur, non solum attendi debet ipsa potentia *absoluta*, si-

ne ullo scilicet machinæ adjuvamento; sed etiam velocitas, qua moveri incipient vires secundum propriam directionem, si vincerent, vel contra directionem propriam, si vincerentur. Jam verò in casu æquilibrii, vires sunt in ratione reciproca distantiarum à centro motus, vel quod idem est, reciprocè ut spatia eodem minimo tempore percurrenda, aut etiam ut velocitates *initiales* reciprocè: quare si vires absolute oppositæ multiplicentur per suas à centro motus distantias, vel per spatia iisdem temporibus describenda, erunt producta illa hinc et inde æqualia in casu æquilibrii. Productum ex potentia in distantiam à centro motus vocatur *momentum potentie*; productum verò ex resistantia in suam à centro motus distantiam dicitur *momentum resistantiæ*. Hic verò recordari oportet sæpius inculcatam virium definitionem; nempe viriam nomine nihil aliud intelligimus, nisi motum quemdam dato tempore genitum, ac proinde æquilibrii nomine nihil aliud intelligi volumus, nisi motum æqualem eodem tempore in partes contrarias procedendum; unde patet, æquilibrii notionem, et demonstrationem nulli ambiguitati, aut exceptioni obnoxiam esse posse. Eandem verò demonstrationem manere evidens est, si vires quotlibet ad machinam adhibeantur; collectis nempe virium omnium momentis, si summa omnium, quæ machinam in unam partem nituntur convertere, inveniatur æqualis momentorum summæ in partem oppositam, habebitur æquilibrium. Si autem altera summa sit major, hæc vincet, machinamque movebit. Sed hæc omnia simpliciorum machinarum exemplis illustrabimus.

In statera, quæ *Romanâ* dicitur, pondus mobile excurrit per virgam ferream in partes æquales

divisam, adscriptis numeris, qui libras, librarumque partes designant. Quo magis pondus removetur à puncto suspensionis, quod *hypomoclium* dicunt, eo majus pondus ex adversa parte in constanti quadam distantia suspensum requiritur ad servandum æquilibrium. In statera *vulgari* æquales sunt à puncto suspensionis distantia. Evidens autem est, utriusque stateræ ope æstimari posse corporum pondera. In *verte* generaliter, sive fulcrum immobile, cui vectis inuititur, sit inter vim, et resistantiam, quæ dirigantur ad partes oppositas, sive fulcrum jaceat ultra vim et resistantiam, quæ in eadem directione agant, quo remotior erit vis ab ipso fulcro, eo majus erit ejus momentum, ideoque, quo magis removemus manum à fulcro, eo facilius pondus sollevamus. In *cuneis* augetur momentum, si longiores sint, et tenuiores, nimirum si minor sit angulus, qui corpus frangendum, vel dividendum penetret. Nam si minor est angulus, eo majus erit spatium, quo cuneas promoveatur à vi ipsum impellente, et minus erit spatium, quo à se invicem discedunt partes *laterales*, quæ cunei progresum impedire nituntur. Quoniam autem angulus, quem efficiunt binæ lineæ curvæ, ubi se contingunt, est in immensum minor, quam angulus, quem efficit recta cum alia recta, ut constat ex ipsis Geometriæ elementis, idcirco ungues, et rostra incurvata, et multo magis novaculae utrimque introrsum excavatæ tam facillè penetrant. In *cochlea*, dum manus ingentem peragiturum axis per unicam spiram promovetur. Hinc momentam eo majus, quo spira tenuior, et circularis, quem manus peragit, eo amplior. In machina, quam dicunt *axem in peritrochio*, vectibus oblongis horizontaliter infixis cylindrus conver-