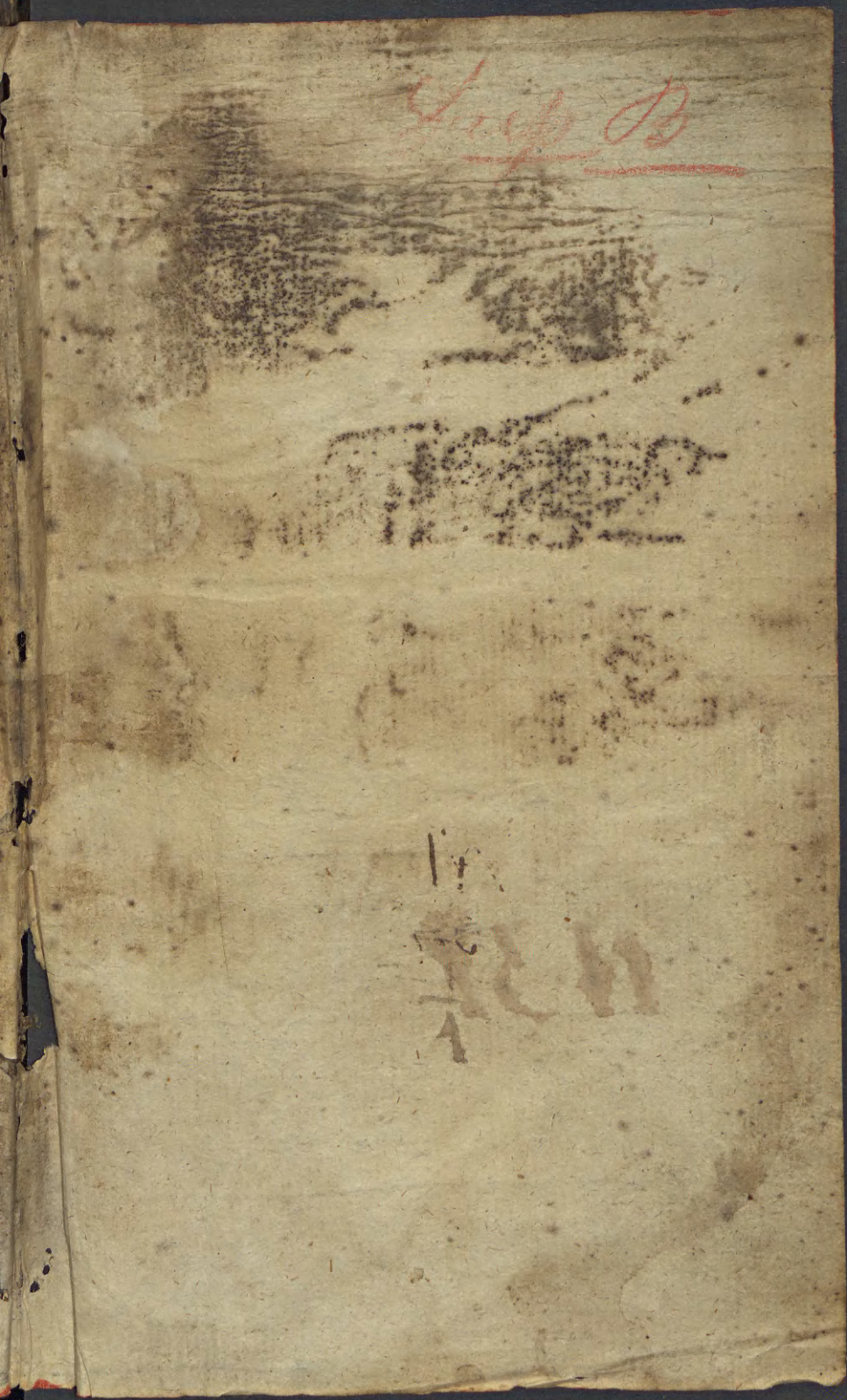
BIBLIOTHECAE
CONVENTUS
GENERALIS
VILNENSIS SANCTI
SPIRITUS ORDINIS
PRAEDICATORUM.

M
54
2
1



N 31

DISSERTATIO,

DE

STVDII PHYSICI

NATVRA

EIVS PERFICIENDI MEDIIS,

ET

VM SCIENTIIS RELIQVIS NEXV.

QVAM

PHYSICAE

VAE GENERALI

PRAEMITTIT

LEOPOLDVS BIWALD

E SOCIETATE IESV

PHYSICAE IN VNIVERSITATE GRAECENSI

PROFESSOR PVBLICVS,

ET ORDINARIVS.

GRAECII,

SVMTIBVS IOSEPHI MAVRITII LECHNER,

BIBLIOPOLAE ACADEMICI.

TYPIS HAEREDVM WIDMANSTADII.

1767.

0-18-0-1644
8°-6715

Bibliothecae majoris Cntûs
Gnrâlis Vilnr Ordinis Praed:
accessit sub Prioratu A R P S T.
Magistri Ildefonsi Bylewski
Prioris Cntus pratio Flor 19.

Ut Auditorum animos ad Physicae studium accenderemus, dissertationem hanc praemittere visum est, quam in partes tres dividimus, quarum prima de studii Physici natura, altera de eiusdem perficiendi mediis, tertia de Physicae cum scientiis reliquis nexu actura est.

PARS I.

De studii physici natura.

ARTICVLVS I.

Quid nomine Physicae intelligatur, & circa quae obiecta eadem versetur.

I.

Physica, si nominis etymon spectes, rerum naturalium scientia dicenda est; ex quo manifeste elucet, eam quam latissime patere, neque aliis, quam ipsius universi terminis constringi. Omne igitur substantiarum genus ad Physicam pertinet, estque muneris eiusdem non modo corporeas, sive materiatas, verum etiam spirituales substantias ad examen vocare. Quid Physica?

SCHOL. *Usu tamen receptum est, ut de substantiis spiritualibus in ea metaphysicae parte, quae Pneumatologia dicitur, tractetur, solae igitur materiales sive corporeae substantiae ad Physicam referuntur.*

Quae eius obiecta?

2. *Ad Physicam igitur pertinent* 1) *Corpora totalia, quae universum hoc constituunt, eorumque dispositio, sive varia distantiarum, situsque relatio.* 2) *Corpora particularia, ex quibus illa coalescunt, praecipue vero ea, ex quibus terraqueus noster globus, quem inhabitandum nobis Deus concessit, componitur.* 3) *Corporum eorundem affectiones variae, sive constantes eae fuerint, omnibusque communes, quas* proprietates *appellant, sive mutabiles, aut certe non omnibus convenientes, quas* qualitates *vocant.* 4) *Phaenomena omnia, quae in corporibus iisdem notantur.*

SCHOL. *Quoniam porro circa obiecta haec diversis modis versari Philosophus potest, discrimen inde aliquod oritur, quod uberius exponi meretur.*

ARTICVLVS II.

De discrimine inter Physicam, & historiam naturalem.

3. Physica, *de qua articulo praecedente egimus, sensu latissimo pro rerum omnium naturalium scientia accipitur: quoniam vero haec naturalium rerum scientia circa obiecta sua modis admodum diversis versari potest, inde quaedam naturalis scientiae divisio oritur in Physicam* stricte talem, & historiam naturalem, *quam paucis declarabimus.*

4. *Est*

4. *Est igitur historia naturalis corporum omnium, ex quibus tellus nostra coalescit,* cognitio historica, *quae in eorundem descriptione, inque classes varias distributione occupatur: eiusdem munus est adnotare omnia, quae in corporibus iisdem occurunt, sive ea ad eorundem clariorem cognitionem, sive ad usum quemlibet vitae humanae pertineant.* Quid historia naturalis?

SCHOL. *Res naturales recepto iam passim more in regna tria dividuntur,* animale *nimirum,* vegetabile, & fossile: *ad primum regnum omnes viventium species referuntur, ne ipso quidem homine dempto. Ad alterum plantae, ad tertium saxa, salia, sulphura, minerae, & quaecunque vastissimo suo sinu tellus complectitur, pertinent. Quamvis igitur naturalis historia circa omnes materiales substantias versari possit, in iis tamen, quae tria ista regna constituunt, studio praecipuo occupatur.*

5. *Physica stricte talis est rerum naturalium cognitio,* philosophica, *ac* mathematica. *Dicimur vero cognitionem rerum* philosophicam *habere, dum ipsas rerum causas perspectas habemus,* mathematicam *vero, si ipsas causarum vires, atque effectuum magnitudines definire possimus. Itaque physica stricte talis effectuum naturalium causas scrutatur, ad easque eruendas omnes conatus suos dirigit, ac tum denique acquiescit, cum in earum notitiam, post effectuum examina varia, eorumque inter se comparationes, dimensionesque multiplices perlata est.* Quid Physica stricte talis? Quid cognitio philosophica? Quid mathematica?

6. *Cum itaque physica stricte talis in effectuum naturalium causis investigandis occupetur, videndum iam,*

quibusnam mediis ea potissimum utatur ad consequendum eum, quem propositum sibi habet, finem. Occurunt vero duo prae aliis memoranda, primo nimirum effectuum naturalium cognitio historica, *secundo eorundem cognitio* mathematica, *de quibus iam modo agendum.*

ARTICVLVS III.

De effectuum naturalium cognitione historica.

7. *Dum in causas effectuum naturalium inquirimus, illud me quidem iudice primum se omnium offert, effectus ipsos, quorum causam inquirimus, intime perspectos nobis esse debere. Quis enim effectus incogniti, aut certe non satis cogniti causam in apricum producet? haec porro effectuum cognitio ut obtineatur, iidem, si fieri possit, in partes quotlibet dividendi sunt, tum partes singulae ad examen vocandae, atque inter sese comparandae. Attendendum praeterea ad circumstantias, & adiuncta omnia, quibus mutatis in ipso quoque, quem examinandum suscepimus effectu mutatio quaedam notatur. Proderit hunc in finem circumstantias quoque ipsas data veluti opera mutare, videreque, quaenam ex harum mutatione in effectum ipsum alteratio redundet: nihil denique negligendum, quantumvis parvi illud momenti videatur; quae enim minimi nos facimus, ea in naturalium rerum investigatione maximum saepe momentum habent.*

SCHOL. Iuvat rem omnem exemplo familiari illustrare: offeratur barometrum, in quo mercurius ad certam altitudinem suspensus haereat, petaturque, ut suspensionis huius causa physica pro-

da-

datur. Qui igitur methodo praescripta utendum sibi existimat, ita in hoc negotio procedet. Primo quidem instrumentum ipsum, in quo mercurius suspensus haeret, ad examen vocabit, quod deprehendet admodum esse simplex, tubulum nempe vitreum superne hermetice clausum, inferne vero patentem: neque istud arduum erit intelligere, vitrum esse corpus admodum compactum, per quod non aliud cognitum fluidum, praeter lucem permeet, aerem adeo ab ingressu vitri arceri, in eaque, tubuli portione, quae inter superiorem Mercurii superficiem, & tubuli partem extimam intercipitur, aeris nihil omnino contineri. Deinde mercurium ad examen vocans deprehendet, esse eum corpus fluidum quidem, attamen grave, quod suo pondere deorsum nititur, debere igitur adesse fluidum aliud, a quo suspensus teneatur; fluidum hoc esse ipsum aerem suspicabitur primo, cum advertet, mercurio in vase stagnanti incumbere aerem, sive atmosphaeram, cuius premendi vim ex aliis experimentis perspectam habere potest; at postquam repetitis observationibus eidem innotuerit, mutato atmosphaerae statu mercurii in barometro suspensi altitudinem itidem mutari, in ea sententia plurimum confirmabitur; quod si denique ad maiorem a superficie terrae distantiam barometrum deferens animadvertat, eo recessu suspensi mercurii altitudinem continenter imminui, tum vero iam nihil haesitans affirmabit, veram eius suspensionis causam in incumbentis atmosphaerae pondere contineri.

ARTICVLVS IV.

De effectuum naturalium cognitione mathematica.

8. Ut ea, quam praecedente articulo exposuimus, effectuum cognitio ad causarum quoque cognitionem nos perducat, eidem saepe mathematicam ipsorum effectuum cognitionem adiungere necesse habemus, quae in effectibus mensurandis, atque ad calculum vocandis, cumque aliis comparandis consistit: ut si cui dubium quodpiam de causa physica suspensionis mercurii in barometro suboriatur, is nullo negotio illud depellet, si suspensi mercurii altitudinem dimetiatur, tum in specificam eiusdem gravitatem inquirat, quo facto comperiet, esse altitudinem suspensi mercurii ad altitudinem atmosphaerae incumbentis, uti est reciproce aeris gravitas specifica ad gravitatem specificam mercurii, qua in sententia plurimum confirmabitur, si mercurio aquam substituens deprehendat, eiusdem in similibus tubis suspensae altitudinem tanto maiorem esse altitudine suspensi mercurii, quo minor vicissim specifica eiusdem gravitas est gravitate specifica mercurii.

Cognitio effectuum mathematica nonnunquam necessaria est.

9. Saepenumero etiam usuvenit, ut absque mathematica hac effectuum cognitione in eorundem causas penetrare sese Physicus omnino nequeat. Ita dum physica motus astrorum causa inquiritur, nisi & semita, quam astra tenent, accurate determinata habeatur, & tempus, quo orbitas suas percurrunt, innotescat, & celeritas, qua in singulis orbitae suae punctis feruntur, calculis definiatur, & virium ad orbitas eiusmodi describendas requisitarum mensura capiatur, fieri haud poterit, ut compertum fiat, eam astrorum conversionem

a mutua corporum omnium in se gravitate, vique altera, quam proiectilem astronomi vocant, tanquam physica eius causa ortum ducere.

10. *Nonnunquam mathematica cognitio haud quidem ad causam physicam effectus cuiuspiam eruendam valet, illud tamen praestat, ut certissimo constet, eam, quam suspicati sumus, causam, huic effectui producendo parem haud esse. Sic dum causam physicam descensus corporum gravium terram versus quis investigat, eam a materiae cuiuslibet subtilis pressione repeti haud posse, facile intelliget, si mathematicam huius phaenomeni cognitionem sibi comparare adnitens advertat, pondus corporum massae eorundem proportionale esse, descensum vero motu uniformiter accelerato peragi. Quorum prius cum fluidorum actione in solida, quae volumini respondet, alterum cum materiae illius diminuta actione, quam particulae corporum ab ea propulsae, eamque veluti fugientes efficerent, componi haud potest. Est vero hic mathematicae cognitionis fructus magni admodum faciendus, dum enim hac via causas effectuum putatitias, fictasve de medio tollimus, ad verarum causarum investigationem accendimus animos, viamque sternimus ad easdem detegendas.* *Cognitio mathematica ad causas effectuum non veras dignoscendas servit.*

COR. *Illud hinc facile deducitur, in causarum naturalium investigatione cum spe laeti successus versaturo, matheseos cognitionem esse admodum necessariam: qua enim ratione effectuum mensura capienda sit, qualiter hi cum aliis comparari debeant, non aliunde, quam ex Arithmeticae, Algebrae, Geometriaeque principiis discitur.*

SCHOL. Methodus haec in causas per effectuum ipsorum accuratam cognitionem inquirendi, methodus philosophandi a posteriori *dicitur, quam tenuit, maximisque incrementis provexit* Newtonus; *huic opponitur altera, quae a* priori *nominatur, cum a causis ad effectus descendat, quam excoluit* Cartesius, *atque hic genuinus est character Physicae Newtonianae, quo a Cartesiana nativo veluti discrimine secernitur.*

ARTICVLVS V.

De Newtono methodi huius authore.

Vita Newtoni. 11. *Cum utilissimam hanc philosophandi methodum Newtono potissimum debeamus, operae pretium fuerit, viri huius de Physica tam praeclare meriti ortum, & praeclara gesta paulo pluribus enarrare. Fuit itaque Isaacus Newtonus in lucem editus anno* 1642 *Wolstropii in provincia Incolnienſi Angliae. Natalium splendorem, quem a nobilissima familia traxit, in ipso aetatis flore summis ingenii dotibus, ac stupendo in abditissimis quibusque disciplinis progressu plurimum auxit. Vigesimum quartum aetatis annum nondum egressus testante Barrovio calculum infinitesimalem invenit. Constitutus deinde in Collegio Sanctissimae Trinitatis mathematum Professor Lucasianus ob ingenii sublimitatem Academiae scientiarum Parisiensi adscriptus, Londinensi vero praefectus fuit. Ita vero in theoreticis disciplinis versatus est Newtonus, ut a civilis etiam vitae prudentia, usuque popularibus suis se plurimum commendaverit. Quamobrem rei quoque monetariae cura eidem demanda-*

to

ta fuit, quae opes illi ampliſſimas, equitisque aurati honores comparavit. Cum vero tam acri eſſet mentis acie, facile perſpexit, Phyſicam Carteſii, & Gaſſendi fundamento admodum fragili niti, excogitatis nimirum ad lubitum, effictisque hypotheſibus, quae vim quidem noſtram imaginandi oblectarent, ad veritatis vero cognitionem, cui uni intellectus acquieſcere poteſt, minime perducerent. Ad aliud itaque philoſophandi genus viam ſtravit, in quo nihil principii loco aſſumeretur, quod nondum ex phaenomenis comprobatum fuerit. Cuius ut illuſtre exemplum afferret, explicationem ſyſtematis mundani ex theoria gravitatis deduxit, vimque illam gravitatis, ſive conatum mutuo ad ſe accedendi corporibus omnibus ineſſe ex phaenomenis oſtendit. Habentur haec fuſe expoſita in opere celeberrimo, cui titulus eſt: Philoſophiae naturalis Principia mathematica, *quod primum anno* 1687, *ſecundo* 1713 *auctius, rurſum anno* 1725 *ab ipſo authore emendatum, & additionibus nonnullis auctum, demum anno* 1739 *Genevae perpetuis commentariis virorum doctiſſimorum Thomae le Seur, & Franciſci Iacquier e Gallicana minimorum familia illuſtratum lucem publicam aſpexit, ex quo tanquam fonte inexhauſto deinceps hauſerunt ii omnes, qui Philoſophiam Nevvtonianam ſibi explicandam ſumpſerunt. Elapſis a prima operis huius editione annis ſeptendecim, opticae, ſive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus, & coloribus lucis libros tres ſermone patrio divulgavit, quos Samuel Clarkius latinos reddidit. Editio operis huius nitidiſſima, & exactiſſima Genevae facta eſt anno* 1740. *In hoc porro opere methodi Nevvtonianae fructus uberrimi elucent:*

cum enim Nevvtonus in naturam lucis a posteriori inquisivisset, institutis eum in finem per 20 annorum intervallum experimentis innumeris, eas lucis proprietates detexit, quae Philosophos in admirationem summam rapuerunt, fertilemque illam portentorum materiam subtilem penitus prostraverunt. Reliqua Nevvtoni opuscula, quae sparsim ediderat, in tomos tres collecta typis itidem Genevensibus elegantissimis edita fuere. Erat Nevvtonus (quod viros omnes doctos decet, & plurimum ornat) iurgiorum, & rixarum osor acerrimus, erga eos vero, a quibus impetebatur admodum comis, & urbanus. Certe cum P. Pardies e Societate Iesu eiusdem experimenta de coloribus in dubium adduxisset, hasque dubitationes suas Londinum transmisisset, Nevvtonus epistola humanitatis plena Pardiesii dubitationes diluit, ex qua sequentia excerpsimus: „ in observationibus R. P. Pardies, quas ad te denuo „ conscripsit, an maius sit humanitatis argumentum, „ quod meis responsionibus vim omnem tribuit, an ingenii, quod obiectiones proponit, quae si non pro„ be tollantur, doctrinam nostram frustrari possint, „ vix dixerim: utrumque sane ad determinandam „ veritatem optime conducit, efficitque, ut acceptis „ quam lubentissime respondeam. „ Epistolam eandem his verbis claudit: „ quod R. P. doctrinam no„ stram hypothesim vocaverit, non aliunde factum „ esse credo, quam quod vocabulum usurpavit, quod „ primum occurrit, siquidem mos obtinuit, ut quid„ quid exponitur in philosophia, dicatur hypothesis, „ & ego sane non alio consilio vocabulum istud repre„ hendi, quam ut ne invalesceret appellatio, quae re-

„ cte

„ ste philosophantibus praeiudicio esse potest. R. ve-
„ ro Patris candor in omnibus conspicitur, indeque
„ modus efferendi benevolentiam, qui mihi minime
„ convenit. Quod tamen nostra non displiceant, ve-
„ hementer gaudeo. „ Haec Newtoni responsio ad P. Pardies transmissa id effecit, ut ille die 9. Iulii 1672 rescriberet in hunc sensum: „ omnino mihi „ satisfecit novissima responsio a D. Newtono ad „ meas instantias data, novissimus scrupulus, qui mi-„ hi haerebat circa experimentum crucis, penitus fuit „ exemptus. Atque nunc plane ex figura ipsius in-„ telligo, quod non intellexeram ante. Experimentum „ peractum isto cum fuerit modo, nihil habeo, quod „ in eo desiderem amplius. Rem mihi pergratam „ feceris, si ipse singulare meum ingenii, & doctri-„ nae eius cultum contesteris, & pro illo studio ma-„ ximas gratias agas, quo voluit adnotationes meas „ examinare, iisque respondere. Praeter existima-„ tionem illam, quam iam ante de acumine eius con-„ ceperam, affectus hic officiosus magnopere me ipsi „ devinxit. „ Ita scilicet viri docti, qui, dum opinionibus dissident, solo veritatis amore ducuntur, animis manent coniuncti, neque turpe esse sibi putant, si argumentorum pondere superati a sua se sententia lubentes decedere profiteantur. Finem vivendi Newtonus fecit anno 1727, 85 annos natus. Defuncto honores prope Regii exhibiti fuere. Corpus in splendidissimo ferculo spectaculo publico expositum, deinde ad Abbatiam Westmonasterienſem delatum fuit, in qua Reges Angliae sepeliri solent. Feretro, in quo efferebatur, humeros suppoſuerunt magnus Angliae Cancel-

cellarius, Duces Montrosius, & Rogsburgius, aliique primae nobilitatis viri. Ita nempe viros doctos in honore habet Anglia, doctorum virorum seminarium perquam fertile. In eadem Abbatia defuncti honoribus sequens monumentum Anglia posuit.

H. S. E.
Isaacus Nevvtonus Eques auratus,
Qui Animi vi prope divina
Planetarum motus, figuras,
Cometarum semitas,
Oceanique aestus
Sua Matheſi facem praeferente
Primus demonstravit.
Radiorum lucis dissimilitudines,
Colorumque inde nascentium proprietates,
Quas nemo ante suspicatus erat,
Perveſtigavit.
Naturae, Antiquitatis, S. Scripturae
Sedulus, sagax, fidus interpres.
DEI. O. M. Maiestatem Philosophia aperuit,
Evangelii simplicitatem moribus expressit.
Sibi gratulentur Mortales
Tale, tantumque exstitisse
Humani generis decus.
Natus. XXV. Dec. A. D. MDCXLII.
Obiit Mart. XX. MDCCXXVII.

In quo quidem monumento ea, quae ad Physicam, & Matheſim spectant, omnium cultarum nationum viri docti Nevvtono rectissime tribui censent. Quod vero antiquitatem, & sacras literas attinet, Nevvtonum non modo orthodoxi omnes, verum heterodoxorum

rum doctissimi merito carpunt, eumque a vero quam longissime aberrasse profitentur. Popius Newtoni elogium his verbis complexus est:

Isaacus Newtonus
Quem immortalem
Testantur tempus, natura, coelum,
Mortalem
Hoc marmor fatetur.

P. Baudorius e S. J. in Dissertatione ea, quam de novorum systematum inventoribus conscripsit, Newtonum cum Cartesio comparatum proponit, ex quo sequentia excerpsimus: „ *Unde calor ille repentinus,* „ *qui tota passim in Europa non ita pridem exarsit,* „ *& illas praesertim disciplinas, quae in rerum naturalium disquisitione versantur, suis afflavit ignibus?* „ *surrexit nimirum magnus ille vorticum fabricator* „ *Cartesius. Vix pendula vorticum structura gyravit* „ *in Gallia, cum ecce! omnia simul ingenia eodem* „ *correpta motu circumagi in orbe Philosophico visa* „ *sunt. Hinc ariete crebro vortices impetuntur, hinc* „ *levi vorticum declinatione ictus eluduntur, hinc va-* „ *cuola tanquam cuniculi furtivo ducuntur assultu* „ *ad machinam disturbandam, hinc pulveris tenuissi-* „ *mi iactu referantur hostiles cuniculi, & obturantur.* „ *At ecce dum vorticosa substructio acriter impu-* „ *gnata, acriter defensa novis firmatur indies turmis* „ *auxiliaribus, ecce ab insula Gallicae Philosophiae* „ *raro consona, quia semper aemula, in Gallicum sy-* „ *stematis inventorem nova procella detonat. Gens* „ *aequilibrii semper amica, ne systema Gallicum in* „ *Europa praeponderet, huic Anglici systematis oppo-*

„ *nit*

„ nit aequipondium. Iam prope dominantem Carte-
„ ſianam impulſionem toto virium luctamine audacter,
„ quamvis latenter parat impetere attractio Newto-
„ niana. Grande certamen! nihil agitur minus, quam
„ orbis philoſophici principatus. Vel ſe Gallia New-
„ tonianam victa fateatur, oportet, vel ſe Carteſia-
„ nam Anglia. Utra ſerviet alteri, an Roma Car-
„ tagini, an Romae Cartago? Par in utroque Duce
„ artis peritia, par aemulatio, ſed longe diſpar ar-
„ ma philoſophica tractandi ratio. Carteſius ipſa na-
„ turae primordia primo arripit impetu, indeque ad
„ varia ſingillatim rerum naturalium effecta ſponte de-
„ labitur. Newto ab effectis caute, & ſuſpicioſe viam
„ auſpicatur, & iis innitendo ad primordiales rerum
„ fontes conatur pedetentim adrepere. Alter primam
„ naturae ſcaturiginem audacter occupat, & ſequaces
„ inde rivulos pertentat explorando, alter haeret pri-
„ mum in rivulis, & eorum veſtigia remetiendo ad
„ latentem ſcaturiginem iter eluctatur. Carteſius,
„ quamvis praeeunte apertiſſima principiorum ſerie
„ nonnunquam aberrat in evolvendis naturae effectibus.
„ Newto, quamvis effulgente patentium effectuum
„ luce ſaepe caligat in diſquirendis principiis. Al-
„ ter in conſtruendo audacia plus, quam humana, alter
„ in computando plus quam allata velocitate. Ille
„ planior, ac dilucidior loquitur omnibus, & omnibus
„ intelligitur, hic obſcurior ſolis loquitur viris ſaga-
„ ciſſimis, & eorum fugit ſaepe intelligentiam. Gal-
„ lus more Gallorum pugnat media de luce, procur-
„ rit in aciem nudo pectore, amat videri, nec timet
„ vulnerari; Anglus profunda ſeptus computationum

obſcu-

„ *obſcuritate in umbra dimicat, & oculos eludendo vul-*
„ *nus eludit. Carteſium denique cum Ducibus illis*
„ *audaciſſimis, & experientiſſimis conferre mihi poſſe*
„ *videor, qui amant in plano, ac patenti aciem in-*
„ *ſtruere, qui ſic agmina confertis ordinibus denſant,*
„ *ut ne minimo quidem loci vacui interſtitio ſinant*
„ *ab invicem ſegregari, qui omnes vaſtiſſimi corporis*
„ *partes ea motuum aequabilitate temperant, eo inter*
„ *ſe turmarum, ac legionum ſitu diſponunt, ut equi-*
„ *tes, ac pedites, ſtationaria, ac levis armatura ſe mu-*
„ *tuo tueantur aequilibrio. Nevvtonum vero Duci-*
„ *bus illis verſutis, & alta meditantibus rite contule-*
„ *rim, qui amant per abrupta montium, per loca de-*
„ *ſerta, vacua, & concava caſtra metari, qui diſſi-*
„ *mulando, explorando, ſpeculando, experiendo bel-*
„ *lum gerunt, nec tam aperto Marte, quam occulta*
„ *molitione, quam impervia conſiliorum caligine vi-*
„ *ctoriam ad ſe conantur attrahere.* „

ARTICVLVS VI.

De regulis philoſophandi Nevvtoni.

12. *Qua via, & methodo in effectuum naturalium cauſis inveſtigandis incedendum eſſe Nevvto-nus iudicaverit, non aliunde magis elucet, quam ex quatuor illis regulis, quas tertio principiorum libro praefigit: eas nos bis paucis declarabimus.*

Regula prima.

Effectuum naturalium causae non plures sunt admittendae, quam quae & verae sint, & effectibus explicandis sufficiant.

13. Haec regula plures partes complectitur, seorsim exponendas. Et quidem 1) oportet causam esse veram, id est, eiusmodi, cuius non modo possibilitas, sed etiam existentia in natura ostendi potest. Reiiciendae ergo sunt hypotheses omnes, quae ad effectuum naturalium causas explicandas assumuntur. Neque enim satis est, quod ostendatur, possibiles eas esse, nihilque continere absurdi, aut notis naturae legibus repugnans; verum nisi earum existentia ex observationibus, aut experimentis legitimo ratiocinio deducatur, procul ablegandae eae sunt. Licet tamen interdum hypotheses quasdam assumere, in quarum deinde veritatem a posteriori inquiratur. Ita Astronomi cum animadverterent planetas circa solem revolvi in lineis curvis in se ipsas redeuntibus, posuerunt primo eam curvam circulum esse; dum vero phaenomena motus astrorum, quae ex observationibus eruerant, cum proprietatibus circuli, motuumque in circulo peractorum contenderent, facile animadverterunt, phaenomena ea, cum motu circulari haud posse componi. Circulo igitur substituerunt ellipsim, quam suppositionem cum ad examen vocarent, deprehenderunt ea omnia, quae in astrorum motibus Astronomorum industria detexit, curvae ellipticae quam optime convenire; quamobrem statuerunt, planetas reipsa in ellipsibus circa solem revolvi. 2) Oportet, ut causa adaequata sit, sive ut singulis effectus

ctus partibus explicandis sufficiat. 3) Tandem inventa adaequata effectus causa plures admittendae non sunt. Quod his verbis Newtonus comprobat: „ Dicunt utique Philosophi: natura nihil agit frustra, „ & frustra fit per plura, quod fieri potest per pauciora. Natura enim simplex est, & rerum causis „ superfluis non luxuriat. „

„ SCHOL. Regulam hanc exemplo illustrat Cl. „ Musschenbroek (Introd. ad Phys. N. 31.) „ Sit antlia, cuius cauda aquae in puteo immittatur, ex ore emineat rostrum: embolo per antliae cavum reciprocato aqua ascendens eam implet: causa ascensus est aeris pressus in aquam putei, excepta parte, quae caudae cavae respondet, ex qua embolus aerem hausit. Aerem veram esse causam ascensus liquet 1) quia aer est in puteo, & aquae incumbit. 2) Quia pondus atmosphaerae tantum est, ut aquam in altum premere possit. 3) Quia sublato aere ex puteo, vel si hic ad oram omnino plenus operculo denso, & aerem arcente claudatur, nihil aquae in superimpositam antliam utcunque reciprocetur embolus, ascendit, quae admisso aere cavitatem antliae implet: idemque fit, quando loco aquae quodcunque fluidum actioni antliae subiicitur, id enim pro vario pondere specifico ad maiorem, minoremve altitudinem ab aere pellitur, ex quibus tuto colligitur, aeris pressum, & pondus esse veram causam phaenomeni. Si proinde causa quaedam existat, operata fuerit, & effectui producto sufficerit, inutile

erit aliam quaerere causam, quamvis effectus ab alia quadam assumpta causa excitari potuisset.

Regula secunda.

Ideoque effectuum naturalium eiusdem generis eaedem assignandae sunt causae, quatenus fieri potest.

14. *Exempla ipse Newtonus adfert, nimirum respirationis in bestia, descensus lapidum in Europa, & America, lucis in igne culinari, & in sole, reflexionis lucis in terra, & planetis. Regula haec* analogia naturae *vocatur, estque prioris veluti consectarium. In cuius tamen usu sollicite cavendum est, ne effectus eiusdem generis esse censeamus, inter quos nonnisi apparens quaedam similitudo intercedit. Quod ut exemplis illustretur, ea adscribam, quae in regulae huius explicatione doctissimus P. Iacquier de-*
„ *prompsit:* „ *Venti, ait vir clarissimus, analogiam*
„ *quandam praeseferunt, ventosque singulos, tanquam*
„ *effectus eiusdem generis facile sibi persuaderet, qui*
„ *singulas circumstantias, variasque conditiones accu-*
„ *rate non consideraret. Cavendum ergo est diligen-*
„ *ter, ne ex characteribus mere externis de perfecta*
„ *effectuum similitudine audacter pronunciemus. Ita*
„ *plantae quaedam lethales externam plantarum salu-*
„ *brium speciem imitantur, sed principio quodam in-*
„ *terno, & non facile conspicuo inter se maxime dif-*
„ *ferunt. Saepe enim miramur improvisum alicuius*
„ *causae effectum, alium plane diversissimum expe-*
„ *ctantes. Haec autem effectuum diversitas procul du-*

„ *bio*

„ bio tribui debet varietati causarum, & subtilissimae
„ conditioni nobis imperviae. Itaque id summopere
„ curandum est, ut nempe certo compertas habeamus
„ omnes effectuum partes, conditionesque singulas; si
„ autem eo pervenire liceat, iam regula extra omnem
„ dubitationem posita est. Immerito igitur huius re-
„ gulae vim enervare conantur aliqui Philosophi, re
„ quidem vera si de effectuum perfecta similitudine
„ vel minimum superst dubium, errori obnoxia esse
„ potest analogiae regula, atque in hoc casu certissima
„ veritatis norma haberi non debet. Quamvis autem
„ analogia demonstrationis vim non semper obtineat,
„ attamen tantam conciliat probabilitatem, ut non
„ solum in rebus physicis, sed etiam in tota fere vi-
„ vendi, agendique ratione sine stultitia reiici non
„ possit: ita si domus hodie stet firmissima, crastina
„ die sine ullo timore eandem domum ingredi possum,
„ si nullum appareat ruinae indicium, quamvis ta-
„ men fieri possit, ut ob causam aliquam latentem
„ praeceps rueret aedificium. Huic regulae innitun-
„ tur pleraeque hominum actiones. Etenim actiones
„ suas secundum experientiam moderantur sapientes
„ homines, in gravissimis negotiis experientia magi-
„ stra utuntur, & quid agendum sit in casu singulari
„ iudicant ex eo, quod factum fuit in alio casu prae-
„ terito, cui praesens similis est, vel apparet. Ma-
„ nifestum autem est, hanc agendi rationem nihil aliud
„ esse, nisi perpetuum huius regulae usum. „

Regula tertia.

Qualitates corporum, quae intendi, & remitti nequeunt, quaeque corporibus omnibus competunt, in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum habendae sunt.

35. *Ut regulae huic locus sit, satis non est, experimenta in paucis quibusdam corporibus instituisse, verum opus omnino est, ut in quamplurimis ea capiantur. Deinde videndum, an qualitates illae, quas compluribus corporibus inesse experimenta demonstrant, crescant, decrescantve, aut certe an certa, & determinata lege incrementum illud, decrementumve peragatur. Ita quamvis minimas plerorumque corporum lamellas pellucidas esse experimenta doceant, quia tamen facile advertitur, pelluciditatem vitri, aliorumque corporum tractu temporis decrescere, atque penitus etiam tolli, neque regula quaedam certa assignari possit, iuxta quam decrementum illud fiat, pelluciditatem pro universali corporum omnium qualitate habendam haud esse facile intelligam. Quod si vero in corporibus omnibus, quae quidem sub sensus cadunt, resistentiam illam ad examen vocem, qua ex eodem sese loco ea excludunt, quam Physici impenetrabilitatem, vel soliditatem corporum appellant, cum nullum in ea sive augmentum, sive decrementum notari intelligam, eam generalem corporum omnium affectionem esse fidenter pronunciabo.*

Regula quarta.

In Philosophia experimentali propositiones ex phaenomenis per inductionem collectae non obstantibus contrariis hypothesibus pro veris aut accurate, aut quam proxime haberi debent, donec alia occurerint phaenomena, per quae aut accuratiores reddantur, aut exceptionibus obnoxiae.

16. Hac regula docetur, propositiones ex experimentis, aut observationibus erutas ingeniosis quibusvis hypothesibus praehabendas esse. „ Oportet enim (ait Cl. Musschenbroek Introd. ad Phys. N. 36.) in novarum rerum examine analysi uti, „ antequam ad Synthesim pergere licet. Analysis colligit phaenomena, vel effectus rerum obviarum, & singularium, quae examinantur, atque ex „ effectibus eruit, si potest, potentias vel causas, quae „ effectus adnotatos operantur. Sequelae ex phaenomenis formatae sunt propositiones, quae primum sunt „ particulares, sed si hae multitudine examinum fiunt „ universales, introductio erit universalis, uti si inveniam ignem terrestrem & solis rarefacere aurum, „ propositionem singularem condo: aurum ab igne „ rarescit, deinde si examinem reliqua metalla, semimetalla, multa fossilia, partes corporis animalis, & „ vegetabilia, quae omnia etiam ab igne rarescant, propositionem formo universalem: omnia corpora ab „ igne rarescunt, haec pro vera est habenda. Sin autem deinceps offendatur corpus, quod ab igne contrahatur, aut densetur, limitanda erit prior conclusio

„ *propter hanc exceptionem. Ita metallorum plurimo-*
„ *rum mixturae ſolent maſſas praebere firmiores, me-*
„ *tallis ſolis ſinceris, Unde univerſaliter concludo:*
„ metalla admixtione aliorum metallorum, aut
„ ſemimetallorum fieri firmiora; *ſed quando ſtan-*
„ *num ſincerum Anglicum cum Malaccenſi miſcetur,*
„ *mixtum metallum eſt infirmius, ideo in hoc caſu*
„ *oritur exceptio a regula, & priorem univerſalem*
„ *concluſionem limito: aut ſi quaedam proportiones*
„ *confuſorum metallorum firmitatem cuiuslibet metal-*
„ *li mixti minuant, exceptio a generali regula ori-*
„ *tur, cuius termini notantur. Analyſi multum pro-*
„ *mota, effectuumque multorum erutis cauſis contra-*
„ *rio ordine, nempe ſynthetice pergere licebit: quan-*
„ *do cauſas detectas, & probatas aſſumimus tanquam*
„ *principia, quorum ope phaenomena ſimilia explican-*
„ *tur: uti quoniam explorata corpora ab igne vulga-*
„ *ri penetrantur, & ignis quaquaverſus ſe expandens*
„ *corpora dilatat, concludo hunc, quem manu capio,*
„ *lapidem igni ſimili expoſitum, etiam tumefactum*
„ *iri, atque ita inter cauſas dilatantes erutas, & co-*
„ *gnitas in ſequentibus aſſumam ignem, quotiescun-*
„ *que corpus tumefaciendum eſt. Mathematici res dif-*
„ *ficiles, & incognitas primum inveſtigant analyſi,*
„ *ſed deinde utuntur ſyntheſi, ſive methodo compo-*
„ *ſitionis: horum methodum Philoſophi ſequi nitun-*
„ *tur.* „

ARTICVLVS VII.

De methodo philosophandi a priori.

17. *Qui methodum hanc sectantur, viam tenent omnino oppositam illi, quam Newtonus instituit, & quatuor illis regulis, quas articulo superiore exposuimus, complexus est. Cartesius certe methodi huius author princip. Part. II. §. 22. aperte profitetur, se non ex effectibus causas, sed ex causis in effectus inquisiturum.* „ *Perspicuum est, inquit, optimam philoso-* „ *phandi viam nos secuturos, si ex ipsius Dei cogni-* „ *tione rerum ab eo creatarum explicationem deducere* „ *conemur, ut ita scientiam perfectissimam, quae est* „ *effectuum per causam, acquiramus.* „ *Principiorum vero parte 3tia §. 4to haec habet:* „ *& cum dein-* „ *de de Phaenomenis loquendi occasio sese offerret, stu-* „ *diose nos admonuit, se nullam penitus eorundem ra-* „ *tionem habiturum, cum res quaepiam stabilienda oc-* „ *currat, quod cognitio effectuum ex causis suis non* „ *vero vicissim causarum ex effectis deduci debeat.* „

18. *Qui igitur hanc viam insistunt, dum ad effectus naturales explicandos sese conferunt, concedi sibi postulant, ut existentiam alicuius fluidi certos eiusdem motus, minimarum particularum figuras quaslibet, &c adstruere possint, quae nullo argumento evincere teneantur, neque ullam motuum, aut figurae, aut aliarum quarumvis proprietatum, quas huic fluido perquam liberaliter tribuunt, rationem reddere. Hoc posito omnia se huius universi phaenomena, effectus naturales omnes perquam dilucide exposituros promittunt.*

Carteſius certe principiorum a ſe ſtabilitorum tantam eſſe ubertatem profeſſus eſt, ut non modo ſingula univerſi huius phaenomena, ſed & ea, quae in mundis quotvis aliis poſſibilibus notarentur, ſua velut ſponte inde conſequi doceret. Effectus praeterea cuiuslibet non unam, ſed diverſas plane explicationes ſibi ſuppetere contendit, haec enim (de Methodo §. 6.) ſcribit:

„ *Sed confiteri me etiam oportet, potentiam naturae*
„ *eſſe adeo amplam, & diffuſam, & principia haec*
„ *eſſe adeo ſimplicia, & generalia, ut nullum fere*
„ *amplius particularem effectum obſervem, quem ſta-*
„ *tim variis modis ex iis principiis deduci poſſe non*
„ *agnoſcam, nihilque ordinarie mihi difficilius videri,*
„ *quam invenire, quo ex his modis inde dependeat.* „

19. *Ut vero methodi huius indoles clariorem in lucem conſtituatur, illud inſuper probe notandum eſt, authores, qui eam tenent, quantumvis operum ſuorum initio pauca fere principia ponant, quorum ope omnia aſpectabilis huius univerſi phaenomena ſeſe expoſiturospollicentur, utplurimum per decurſum eorundem operum, dum novae ſe difficultates ingerunt, novas ſibi rurſum ſuppoſitiones indulgere, novasque fluido illi, cuius ope eam phaenomenorum expoſitionem abſolvi poſſe cenſent, identidem proprietates, affectionesque largiri. Ita certe dum aetheris ope gravitas corporum exponenda eſt, eidem vel directio ad terrae centrum tendens, vel vero vorticoſus circa terraqueum globum motus tribuitur, ubi vero ejusdem fluidi ope corporum cohaeſio explicanda venit; eidem motus ad ſingulorum corporum veluti centra directus ineſſe ponitur, ut particulas corporum impulſu ſuo coerceat, maſſamque ſoli-*

dam,

dam, ac distractioni partium resistentem efficiat. Iam vero exposita hac philosophandi methodo authorem eiusdem Cartesium paullo amplius noviſſe juverit.

ARTICVLVS VIII.

De Carteſio authore mehodi philoſophandi a priore.

Vita Carteſii.

20. Renatus Carteſius natus eſt anno 1596. Hagae Turonum nobili proſapia, literarum curriculum abſolvit in collegio Flexienſi Societatis Ieſu. Adeo vero in eo collegio amorem literarum combibit, ut cum militiam ſecutus animadverteret, eo in ſtatu ſe literis vacare pro animi ſui propenſione haud poſſe, poſito ſago in Hollandiam ſe receperit, atque in arce quapiam ab omni ſtrepitu, & turba remota viginti prope annos exegerit. Hoc in receſſu pleraque opera compoſuit, quae annis ſubſequis evulgata fuere, librum nempe principiorum, meditationes, tractatum de methodo, de paſſionibus, geometriam, tractatum de homine, dioptricam, tractatum de meteoris, & literas complures, quae in volumina aliquot dein congeſtae fuerunt. Vix ea opera lucem aſpexerunt, cum iis integer velut exercitus veteris Philoſophiae ſectatorum ſeſe oppoſuit, cui unus Carteſius obiicere debebat. Dux formidandi illius exercitus Voetius erat, Theologiae Profeſſor, & Rector Univerſitatis Ultraiectenſis. Virum hunc P. Daniel nobis exhibet aetate venerabilem, voce tonitrui aemula, qua in publicis diſputationibus formidandum ſe omnibus exhibuit. Hic gravi in Carteſium flagrabat odio propterea, quod ſe eo redactum

videret, ut vel novam illam Philoſophiam addiſceret, aut certe in exercitiis publicis conticeſceret. Ab adverſario tam formidabili minime abſterreri ſe paſſus eſt Regius *medicinae in eadem Univerſitate Profeſſor, quin publicis theſibus* formas ſubſtantiales *proſcriberet, iisque diverſas particularum exiguarum configurationes ſubſtitueret. Inde in Univerſitate turbata omnia (ait P. Daniel) & veluti claſſicum ceciniſſet, ad arma undique concurritur, in ſectas binas urbs omnis dirimitur, nullus de novis publicis ſermo, ſubſtantiales formae in circulis, in foro, in privatis aedibus unica iam ſunt colloquiorum materies. In re tam gravi minime ſibi Voetius defuit, verum ad ſolennes Regii diſputationes accedens in diverſis publicae illius paleſtrae locis diſcipulos, ſectatoresque collocavit, qui cum primum Regiani* de materia ſubtili, globulis ſecundi elementi, particulis ramoſis, & ſtriatis *ſermonem inferrent, clamores inconditos, cachinnosque tollerent, manuumque complosionibus omnia turbarent. Comediae huic tragaedia ſucceſſit, Voetius enim Regium apud magiſtratum reum egit, & jam in eo res fere erat, ut officio ſuo ſpoliaretur Regius, & velut haereticus condemnaretur. Regius, ut ictum declinaret, neceſſe habuit ſpondere, ſe magiſtratuum ſententia mox vulganda ſtare velle, novaeque Philoſophiae nuntium mittere, neque ultra ſubſtantialibus formis bellum indicere. His ſucceſſibus elatus Voetius non ante quievit, quam cum Philoſophiam Carteſianam ab Univerſitate ſolenni ſententia confictam videret. Lugdunenſis quoque Univerſitas Profeſſoribus ſuis ſolenni decreto interdixit, ne opinionum novarum vel mentionem in*

exer-

Art. VIII.

exercitationibus publicis inferrent. Neque melior fortuna in Galliis Carteſio ariſit, Univerſitates enim Cadomenſis, & Andegavenſis Carteſianiſmum proſcripſerunt, velut ſanae Theologiae contrarium, ſuisque Profeſſoribus vetuerunt, doctrinas Carteſii, ſeu viva voce, ſeu ſcripto docere, interminata privilegiorum, & officiorum amittendorum poena. Idem ab aliis praeſtitum. His non abſterritus Carteſius iter in Gallias ſuſcepit, annoque 1647. Pariſios tenuit, qua in urbe a Ludovico XIV. Galliarum Rege perbenigne acceptus fuit, & quamvis nihil non agerent Peripatetici, quibus odium Philoſophiae, quam ignorabant, acres ſtimulos ſubdebat, ut Carteſio haereſeos notam appingerent, ſua ſe tamen ſpe fruſtratos viderunt. Quorum calumniis nil quidquam obſtantibus annuum trium millium librarum ſtipendium Carteſio aſſignatum fuit. Invitatus deinde a Chriſtina Sueciae Regina (quae literas ſua manu enaratas ad eum miſit) relictis Galliis in Sueciam ſe contulit, ubi is ei honor obtigit, ut diebus ſingulis horas quinque antemeridianas cum Regina illa in Bibliotheca exigeret, quibus ſuae Philoſophiae placita eidem exponeret, dubiaque, quae doctiſſima illa Princeps identidem obmovebat, dilueret. A Regina hac honoribus, divitiisque cumulatus, laetiſſimam ſibi fortunam arridere vidit, cum paulo poſt lethali morbo correptus finem vivendi fecit, 11. Februarii anni 1650., 54. annos natus. Animam agenti ſacerdos catholicus adfuit, & Eccleſiae myſteriis ad aeternitatem comparavit. Vita functo lacrymis Regina parentavit, eumque Regiae ſepulturae inferre parabat; verum obſtitit Legatus Gallicus, effecitque, ut ritu catholi-

tholico absque funebri pompa tumulo conderetur. Post an. 16. cadaver eiusdem iussu Galliarum Regis e Suecia in Galliam asportatum, ibique solenni pompa tumulo rursum illatum fuit. Nihil porro ad Cartesii memoriam illustrandam honorificentius esse potest, quam publicum Reginae Sueciae testimonium his verbis conceptum: „ Praesentibus certum facimus, praedictum D. Cartesium „ plurimum ad glorioſam nostram conversionem contu„ lisse, divinamque providentiam eodem & illustri „ eiusdem amico D. Canutio (Galliae apud Suecos le„ gato) uti voluisse, ad conversionis illis primos velu„ ti radios in nobis excitandos, quam gratia, & mi„ sericordia Dei in nobis deinde consumavit, & ad ef„ ficiendum, ut veritates religionis catholicae, Apo„ stolicae, & Romanae amplecteremur. „

Monumentum defuncti bonoribus Parisiis positum sequenti epigraphe exornavit Alibertius, Cartesio dum viveret, coniunctissimus

D. O. M.

Vir supra titulos omnium retro Philosophorum
Nobilis genere, Marmoricus gente
Turonicus origine
In Gallia Flexiae studuit,
In Panonia miles meruit,
In Batavia Philosophus delituit,
In Suecia vocatus occubuit.
Tanti Viri pretiosas reliquias
Galliarum percelebris tunc Legatus
Petrus Chanut.
Christinae sapientissimae Reginae
Sapientum amatrici
Invidere non potuit, nec vindicare Patriae;

Sed quibus licuit cumulatus honoribus
Peregrinae terrae mandavit invitus
Anno Domini 1650. *menſe Februario aetatis* 54.
Tandem poſt ſeptendecim annos
In gratiam Chriſtianiſſimi Regis,
Ludovici XIV.
Virorum inſignium cultoris, & remuneratoris
Procurante Petro d'Alibert
Sepulcri pio, & amico violatore
Patriae redditae ſunt.
Et in iſto urbis, & arcium culmine poſitae.
Ut qui vivus apud exteros otium, & famam quaeſierat,
Mortuus apud ſuos cum laude quieſceret,
Suis, & exteris in exemplum & documentum futurus.
I nunc viator,
Et Divinitatis, immortalitatisque animae
Maximum, & clarum aſſertorem
Aut iam crede felicem,
Aut precibus redde.

SCHOL. *Quae numero praecedente retulimus, totidem fere verbis excerpſimus ex dictionario phyſico P. Paulian S. I. edito Avenione anno* 1761, *item ex eiusdem authoris tractatu gallico, cui titulus:* Traité de paix entre Deſcartes, & Newton, *edito etiam in urbe anno* 1763.

ARTICVLVS IX.

Utra expoſitarum philoſophandi methodorum alteri praeferenda ſit?

20. Poſteaquam utramque philoſophandi methodum in clara, quantum quidem licuit, luce conſtituimus, illud iam indagandum venit, quaenam alteri ſit praehabenda. Qua in re fidenter pronuncio, eam, quae a poſteriori dicitur, ſive quae ex effectuum diligenti conſideratione ipſas cauſas rimatur, alteri, quae ex cauſis ad effectus deſcendit, anteferendam longiſſime eſſe. Quam ſententiam graviſſimis rationum momentis conſuaderi exiſtimo.

Methodus philoſophandi a poſteriori praeferenda.

Argumentum primum pro ea ſententia.

21. Ac primo quidem, ſi Phyſicae naturam ſpectemus, eam in effectuum naturalium cauſas perveſtigandas praecipuo quodam ſtudio incumberere facile intelligemus, ex quo illud conſequitur, illam methodum alteri praehabendam eſſe, quae ad cauſarum cognitionem rectius, feliciusve nos deducit, qualem quidem eſſe Newtoni methodum vix dubitare licet. Dum enim effectus ſollicite rimamur, dum eos in partes dividimus, ſingulasque partes ad examen iterum vocamus, dum eas inter ſeſe, ac cum aliis conferimus, deprehendemus fortaſſis aliquid, inter quod & effectum, quem ſcrutamur, nexus eiusmodi intercedat, quem inter effectum, cauſamque efficientem intercedere debere cognitum habemus, aut certe ſi adhibita omni induſtria nihil quidquam occurrat, a quo velut cauſa efficiente effectus is procedere poſſit, tum vero intelligemus, cauſam effectus admodum abditam & a cognitione noſtra quam longiſſime remotam eſſe.

22.

Art. IX. Argumentum secundum.

22. *Quod si iam oculos in omnium effectuum naturalium causas convertamus, quas eruere adhuc mortalibus licuit, eas non alia, quam hac potissimum via detectas fuisse cognoscemus. Corpora coelestia circa solem converti veteribus quidem cognitum erat, quaenam vero eam circa solem conversionem causa efficiat, adeo ignorabant, ut ad coelestium spirituum ministerium confugere necesse habuerint. Posteaquam vero coelestium motuum phaenomena ab Astronomis ad examen fuere vocata, posteaquam Keplerus inter corporum coelestium motus comparationes quamplurimas instituisset, tum vero constitit, planetas vi duplici urgeri, quarum una continenter in solem tendat, altera eos per rectas orbitarum tangentes urgeat. Et vero non alio, quam hoc in exemplo elucet manifestius, quanti ponderis sit Mathematica effectuum cognitio, quae in capienda eorum mensura, & multiplici tum inter se, tum cum alliis comparatione consistit. Certae binae illae, quas Astronomi vocant, Kepleri regulae, quibus totius coelestis Physicae solidissimum aedificium superstructum est, non alia, quam hac potissimum methodo inventae fuerunt. Nisi enim areas illas, quas radius planetarum vector dato tempore describit, dimensus quam creberrime Keplerus fuisset, nunquam sane constitisset, radios planetarum vectores describere areas temporibus proportionales. Deinde nisi periodica quoque tempora planetarum inter se modis quam diversissimis indefessus idem Astronomus comparasset, illud fortassis mortales adhuc lateret, ea tempora esse in ratione subduplicata cuborum distantiarum mediarum a sole. Sane qui in Kepleri scriptis versati sunt, optime*

norunt, quantos vir hic labores exantlaverit, quot calculorum taedia superarit, quot comparationum terminos exhauserit, dum demum eam, quam nominavi, secundam Kepleri regulam maximo astronomiae bono in lucem proferret. Ea deinde, quae de admirandis lucis proprietatibus habemus cognita, quanam obsecro ratione detecta sunt? an omnes illae materiae rigidae, elasticae, globulosae, fluidissimae hypotheses ad naturam lucis penitus perveſtigandam momenti quidpiam habuere? An colorati illius spectri, quod in charta alba radius lucis per prisma vitreum transmissus efformat, causa nobis cognita foret, nisi radium lucis in plurimas veluti partes dissuisset Newtonus, partesque singulas ad examen vocando comperisset, singulis lucis particulis constantes quasdam, & immutabiles affectiones inesse. Aestus marini causa, quandonam mortalibus innotuit? non ante certe, quam postquam Christianissimi Galliarum Regis iussu, & liberalitate in pluribus Galliae portubus phaenomena singula, quae in aquarum maris motu notantur, per plures continenter annos summa industria observata, & congesta fuere. Oportebat sane & altitudinis, ad quam aquae assurgunt, mensuras quam exactissimas capere, oportebat tempus elevationis maximae ad ammussim definire, oportebat, quamplurimos eiusdem loci aestus & inter se, & cum aliorum locorum aestibus comparare, ut de causa eos motus efficiente sententia ferri potuerit. Quae quidem tam habetur patens, ex solis lunaequae actionibus (quamvis modus ille, quo vim suam luminaria illa exerunt, incognitus nobis adhucdum sit) ut qui sive ad torrentes aetheris, sive ad gurgites, vorticesque, quos in ma-

ris

Art. IX.

ris fundo partim deprehendunt, partim pro lubitu collocant, confugiendum sibi esse existiment, iam vix refutari mereantur. Ita denique per omnem late Physicam eundo deprehendimus, nihil haberi in ea solidae de effectuum naturalium causis doctrinae, quod hac potissimum via erutum non fuerit.

23. Habet praeterea haec philosophandi ratio illud commodi, ut si abstrusae etiam adeo sint effectuum causae, ut ad eas penetrare nobis non liceat, ipsa tamen effectuum cognitio accurata, qualem adhuc commendavimus, utilitate sua non careat, quin & maxima non raro pariat emolumenta. Ita certe successu minime felici in causam physicam virium, quas in ferrum magnes exerit, a Philosophis inquisitum adhuc est: neque tamen tentamina ea, quae ad dignoscendos magnetis effectus instituta fuere, utilitate sua carent. His certe debemus, quod cognitum sit, acum chalybeam magnetica vi imbutam non ipsum boreum mundi polum respicere, sed ab eo sive ortum, sive occasum versus gradibus pluribus declinare, neque aequalem plurium saltem annorum intervallo declinationem eam esse, quae cognitio navigantibus commodi adfert plurimum, longissimis intervallis a proposito itineris termino aberraturis, si eam, quam vocant magneticam acum in ipsum mundi polum borealem converti existimarent. His cum magnete institutis experimentis aceeptum ferre debemus, quod constet, chalybi artis ope omnes magnetis affectiones conciliari posse, eiusque rursum ope acus magneticas ad eum, quem navigantibus praestant usum, magis idoneas reddi. Quot utilissima toti humano generi debemus chemiae inventa, quae non alia, quam

Argumentum tertium.

observationum, ac experimentorum via in lucem protracta fuere, quantumvis a fine, quem suis in laboribus chemici ii sibi praefixerunt, non raro quam longissime aberraverint.

Argumentum quartum.

24. *Haec denique philosophandi methodus ipsa natura duce indicari, commendarique nobis videtur; quascunque enim de rebus extra se existentibus ideas anima efformat, sensuum ministerio debet. Hos naturae author largitus nobis fuisse videtur, ut iis ad consideranda phaenomena universi huius, & naturales effectus examinandos utamur, quorum quo exactam magis cognitionem nobis comparamus, eo magis in sapientissimi eorundem authoris admirationem, laudem amoremque rapiamur est necesse.*

Argumentum quintum.

25. *Prodeant iam in aciem systematum innumerorum fabricatores, & quos naturae cognitio eorum conatibus progressus debeat, edisserant. Ego certe existimo, omni illo torrentis aetherei, vorticumque omnis generis apparatu ad effectuum naturalium causas cognoscendas nil quidquam subsidii allatum fuisse. Nam illa semper cogitatio mentem veri amantem habere debet sollicitam: quid porro, si nulli sint id genus vortices, aut si motibus illis, quos tam varios, tam non raro oppositos illis tribuere necessum est, ii careant? sed mittamus curas has: ipsa horum systematum multiplicatio, & increscens in dies numerus argumento esse potest, quam parum in iis subsidii, roborisque insit. Exemplo sit P. Bertier Physica (Principes Physiques a Paris 1764) in qua cum systemata varia Cartesianorum gravibus difficultatibus premi animadverteret, quaecunque ha-*

hactenus excogitata ab iisdem fuere, reiicit, indeque eorum locum vortices alios aliis itidem affectionibus, motibusque praeditos substituit. At en! vix anni duo abeunt, cum nova Parisiis Physica coelestis, & terrestris authore Cl. de la Perriere (Nouvelle Physique coeleste, & terrestre par Monsieur de la Perriere a Paris 1766) editur, in qua ea omnia, quae Cl. Bertier protulerat, tanquam figmenta vanissima reiiciuntur. Cl. enim la Perriere vortices omnes ex natura expellit, quin ea omnia, quae a Cartesio, eiusque sequacibus producta fuere, nulli ad naturae phaenomena explicanda usui esse docet, hisque omnibus sufficit duos atomorum, corpusculorum, sive elementorum indestructibilium ordines, quorum primus continet atomos elasticas flexibiles, compressibiles, alter non elasticas, verum duras, & incompressibiles, ex quarum varia associatione, combinatione, densitate, & organizatione omnia universi phaenomena se nitidissime expositurum promittit, idque absque omni apparatu calculorum, comparationum, figurarum, quas per decursum Physicae pro deceptionibus, illusionibus, magiis passim habet. Quam porro fertile sit authoris huius ingenium, vel ex eo collige, quod praeter eam, quam iuris publici fecit coelestem, terrestemque Physicam paratos se habere doceat tractatus plurimos, novam scilicet luminis, & colorum theoriam, physicam generalem corporum organizatorum, trium item naturae regnorum, physicam affinitatum chemicarum solutionum, sublimationum, fermentationum, &c: quae omnia opera je evulgatarum minatur, si coelestem suam, terrestremque Physicam benigne accipi animadverterit, quod quidem vix eventu-

rum puto, cum physica haec coelestis, terrestrisque effroenis plane fingendi libertatis, contemptus item omnis verae, solidaeque doctrinae documentum maxime illustre sit.

Respondetur obiectioni Cartesianorum.

26. *Verum queruntur Cartesianorum nonnulli, otium omne, laboremque in effectuum scrutatione divisione, comparatione insumi, sistendum aliquando tandem, atque collectis veluti sat copiosis materialibus structuram aedificii inchoandam esse.*

Verum qui ita sentiunt, non satis attendere videntur, quam late naturae cognitio pateat, & quam arctis ea constringantur terminis, ad quae ministerio sensuum, sine quibus cognitionem rerum naturalium obtineri haud posse ostendimus, pertingere nobis licet. Obiecta certe nonnisi ea, quorum & moles, & distantia organorum nostrorum dispositioni convenit, percipimus, maxima aeque, ac minima sensus nostros fugiunt, de quibus nonnisi divinando, aut per inductionem ab aliis cognitis corporibus petitam philosophari possumus, quod periculosae plenum aleae est opus. Id quidem vanitati, ac superbiae nostrae admodum arridet, si systema quodpiam a nobis excogitatum videamus, cui omnis, qua late patet, rerum universitas subdita veluti sit. At vero verendum est merito, ne pro Iunone nubem captemus, dum phantasiae nimis liberaliter indulgentes hypotheses hypothesibus cumulamus, & aereas arces magno apparatu struimus, quas unica observatio, aut experimentum levi saepe negotio difflet. Id certe Cartesianis evenisse constat, qui ut astrorum motus exponerent, torrenti aethereo motus diver-

verſiſſimos affinxerunt, ac ſyſtemata ea de re innumera condiderunt; ſed en! vix obſervationibus Aſtronomorum conſtitit, cometas in planetarum regionibus diverſantes contra ſignorum ordinem ferri, cum omnis illa vaſtiſſima machinatio, totque annorum labor uno velut ictu concidit, patuitque, quam fragili fundamento omne illud hypotheſium aedificium innitatur.

27. *Neque vero illud iure a Carteſianis aſſeritur, eos qui a poſterioi philoſophantur, tempus omne in effectuum rimatione inſumere. Eſt enim haec Newtonianae methodi vera indoles, ut primo experimentorum, obſervationumque ope in effectus ipſos inquiramus, quod* per analyſim *fieri dicitur, tum ex his, ſi fieri poſſit, principia quaedam certa, ac indubitata eruantur, quibus ſtabilitis converſa analyſi in ſyntheſim ex principiis his phaenomenorum particularium explicatio eruatur; ita Newtonus ex obſervationibus, & experimentis plurimis deduxit, corpora omnia in maioribus diſtantiis poſita ad ſe invicem accedere niti, eoque principio ſtabilito, corporum terreſtrium gravitatem, motum aſtrorum, aeſtus marini phaenomena, & alia plura perquam nitide expoſuit.*

28. *Sunt etiam, qui querantur, reiecta philoſophia Carteſiana Phyſicam mechanicam, quam tantopere cordi habent, peſſumdari omnino, & everti. Hi vero a querelis iſtis omnino abſtinerent, ſi probe intelligerent, quid Phyſicae mechanicae nomine venire debeat. Ea nimirum phyſica mechanica dicenda eſt, quae effectuum explicationem regulis mechanicae conformem promit; quod a Newtono omnino praeſtatur, qui ex*

simplicissimis motuum regulis phaenomena, quae intricatissima videbantur, feliciter deduxit. Qui igitur mechanismum in sola particularum figura, earumque impactu fundari existimant, falsis rerum ideis luduntur, quas si ad examen rite vocaverint, deceptos se fuisse non difficulter animadvertent.

29. *Illud etiam a nonnullis oggeritur, methodum Cartesii amoeniorem, tyronumque captui magis esse accomodatam. Quibus id unum reponimus, Philosophi munus est, non quid amoenius, sed quid magis verum sit, indagare. Nisi etiam faciem cerussa, stibioque pictam, venustati naturae, quae in partium totius corporis debita proportione, ac conformatione consistit praeferendam esse iudicent.*

SCHOL. Non adeo durus in Cartesianos esse volui, ut exemplo Mac-Laurini impia Spinozae dogmata suum ex Cartesianismo ortum duxisse contenderem, quamvis non ignorem, absurda gravissima consequi, si quis cum Cartesio extensionem ad materiae essentiam pertinere contendat.

ARTICVLVS X.

De altera Physicae generatim considerandae parte, sive de historia naturali.

30. *Physicam pro rerum naturalium scientia generatim sumptam in binas partes discerni docuimus (3), quarum una Physicam stricte talem, seu scientiam causarum effectuum naturalium, altera historiam naturalem complectatur, quae in corporibus particularibus globi nostri terraquei iis praecipue, quae*

ad

ad expoſita (4) tria naturae regna referuntur, examinandis occupatur. Hanc quoque aliquanto penitus cognoviſſe iuverit.

31. *Ultimus hiſtoriae naturalis finis eſt, ut vires, affectionesve quasvis ſingularium globi terraquei corporum inveſtiget, easque in humani generis uſum, commodumque convertat. Ad hunc vero conſequendum clara, & diſtincta eorundem corporum notio admodum eſt neceſſaria, cuius ope non modo ſingulas corporum ſpecies ab aliis rite diſcernere noverimus, verum etiam ſuis notis inſignire, ut alium quemlibet in eorundem cognitionem deducere poſſimus. Quod ſi enim ſedulus quispiam naturae ſcrutator plantam aliquam in America deprehendat, cuius ſpecificam contra quodvis morborum genus virtutem uſu earum regionum edoceatur, is de humano genere haud ſatis recte merebitur, niſi eam ſibi plantae illius notitiam comparet, ut in Europam reverſus eandem ab omnibus reliquis plantis dignoſcere valeat, atque etiam ſuis characteribus inſignire, ut qui in Europa naturae ſtudio incumbunt, ex hac plantae illius deſcriptione intelligant, plantas Europaeas ſibi cognitas, aut ab aliis detectas, vel differre ab illa Americana, vel unam, eandemque cum illa eſſe.*

Quid naturalis hiſtoria ultimo intendat.

32. *Quoniam vero corporum, quae ad tria illa regna referuntur, ſtupendus eſt numerus, ut memoriae hominum conſulatur, corpora ad regnum quodvis pertinentia in claſſes certas, hae in genera, iſta in ſpecies dividi ſolent, ac debent; neque vero id unius memoriae iuvandae cauſa fieri exiſtimandum eſt: ſedulus enim naturae ſcrutator cum plantas plurimas inter ſe*

Diviſio corporum ad regnum aliquod pertinentium.

contulerit, inter complures tantam notarum omnium congruentiam deprehendet, ut ab ipsa natura plantas has in unam veluti familiam coordinatas fuisse nihil dubitet, quo in examine, ac multiplici comparatione, si indefesso studio persistat, eo demum pertinget, ut corpora illa omnia, quae vegetabile v. g. regnum constituunt, in certum ordinem redacta videat, idque partim naturae ductu, partim ubi naturae vestigia se subducunt, arte naturae vices supplente, atque ita regni eius systema consurget, cuius supremus perfectionis apex is erit, si naturae omnino conforme fuerit. Ad hunc apicem perfectionis dum assurgat, ante hiatus varios, quos in systemate hoc suo deprehendet, arte, & industria explebit; ita tamen animo comparatus erit, ut artificiales omnes divisiones abiicere lubens velit, cum primum novarum observationum sive a se, sive ab aliis institutarum ope naturalis eidem ordo innotuerit. Idem in animali quoque ac minerali regno observandum erit.

33. *Stabilito hoc praecipuo naturalis historiae fundamento sedulus naturae investigator in eo minime sistendum sibi esse intelliget. Id enim non aliud foret, quam vocabulorum numero immenso memoriam onerare, & scientiam naturae in notitiam vocum convertere. Opera igitur danda erit, ut corporum eorum omnium, quae ad tria naturae regna pertinent, proprietates, affectiones, vires, & quaelibet alia innotescant, ex quibus sive ad scientiarum limites proferendos, sive ad humanae vitae usum, sive ad alios quoslibet utiles, honestosve fines derivari quidpiam possit.*

34. *Ac primo quidem materia medica ex omnibus tribus regnis depromenda venit, quem in finem vires singulorum corporum in examen vocandae sunt. Quo in negotio quantumvis experimentorum, ac observationum ope unice fere incedendum sit, observari tamen meretur, quod doctissimus Linaeus in vegetabili regno adnotavit: plantas nimirum eas, quae genere conveniunt, viribus etiam utplurimum convenire, ut adeo solus plantae nunquam ante visae aspectus artis peritum in ipsam non raro virium, quibus ea pollet, notitiam deducere possit. At vero praecipuus, quod diximus, observationibus, experimentisque locus hic esse debet. Estque animadversu dignum, praestantissima medicamenta, specificasque plantarum virtutes a populis barbaris solo usu, observationeque detectas fuisse, quas in re tam patentis utilitatis imitari conveniret. Certe Academici Parisini postquam aliquot plantarum centurias secundum artis chemicae regulas in suas veluti partes dissolvissent, eadem ex diversissimis, viribusque suis plurimum distinctis plantis principia se eruisse sunt professi, ex quo intulerunt, analysim chemicam ad plantarum vires detegendas minus aptam esse. Quae tamen res minime obstat, quo minus chemicis nonnullis operationibus ex omni regno saluberrima medicamenta praeparari possint.*

35. *Quod si deinde ad usus oeconomicos respiciamus, in omni regno plurima occurrent, e quibus emolumenta maxima haurire liceret. Haec vero, ut innotescant, non alia iterum, quam saepe nominata via incedendum erit. Hac certe una utentibus innotuit, fila sericea non a bombycibus modo, sed aliis quoque compluribus* Usus historiae naturalis in oeconomia.

insectis duci; telam non ex solo lino, sed aliis diversis plantis contexi posse: cibos nutrimentum convenientissimum praebituros ex pluribus plantis, animalibusque parari posse, quae ut inutilia, imo etiam noxia reiecta ante fuere.

PARS II.

De studii physici perficiendi mediis.

Dum de studii perficiendi mediis sermonem inferimus, Physicam latiore sensu pro rerum naturalium scientia accipimus, quae & illam, quam diximus Physicam stricte talem, & naturalem quoque historiam complectatur. Ad promovendam itaque, perficiendamque naturalium rerum scientiam plurimum momenti esse censemus. 1) *In studio matheseos.* 2) *In observationum, & experimentorum frequentia.* 3) *In virorum doctorum studiis communibus, sive societatibus eruditorum.*

ARTICVLVS I.

De Mathesi considerata ut medio naturalem scientiam perficiendi.

36. *Matheseos nomine hic intelliginus partes matheseos abstractas, calculum scilicet omnis generis, & geometriam. Disciplinis his naturalis scientiae studium perfici posse vel illud argumento sit, quod universim hae scientiae intellectum humanum mirum quantum illustrent, & ad omne scientiarum genus felicissime praeparent, & disponant. Non enim aliunde quam ex his di-*

Art. I.

disciplinis melius addiscitur idearum clararum, distinctarumque efformatio, cuius summum est ad faciendos in scientiis quibusvis progressus momentum. Certe matheſis ex principiis certissimis, quorum veritas ex terminis ipsis rite apprehensis elucet, conclusiones deducit, quarum ope veritates, quae humani ingenii vires prope superare videntur, admodum luculente demonstrat. Hinc exhibet eam propositionum plurimarum mutuo abs seſe dependentium seriem, quam contemplans intellectus humanus docetur in proposita semper materia versari, neque extra id, de quo agitur excurrere, quod illis familiare est, qui verae, solidaeque differendi, disputandique methodo non assueverunt. Verbo: quidquid utilitatis a veterum dialectica expetebatur, speraturque, id ex ipsis matheſeos elementis multo uberius, certiusque illi hauriunt, qui eadem laboris minime pertaesi condiscere adlaborant.

Instauratores Physicae in Matheſi excelluerunt.

37. Quod si deinde ad illud advertamus, omnes eos, qui naturalis scientiae limites provexerunt, mathematicarum disciplinarum peritissimos fuisse, facile intelligemus, quantum subsidii in matheſi ad studii physici incrementa insit. Carteſius certe de re physica optime meritus, quod unus vetustatis praeiudicia excuere, formidandoque Peripateticorum exercitui seſe obiicere ausus fuerit, in suo de geometria, & dioptrica opere profundae matheſeos peritiae illustria specimina dedit. Quid de Newtono dicam summo geometra, analyseos altioris cum Leibnitzio inventore, quem una profundioris matheſeos cognitio ad eruenda abditissima naturae secreta deduxit? Certe quae de coelestium corporum motibus, eorumque causis comperta habemus,

unius

unius sublimioris geometriae ope detecta sunt. Et hoc nostro aevo Clairaut, D'Alembert, Euleri summi Mathematici in naturalibus itidem disciplinis plurimum eminuere. Cuius rei illustre specimen a Cl. Clairaut editum habemus, qui causam physicam, quae reditum cometae anni 1759 retardavit, ex planetarum variorum in eum cometam actionibus nonnisi calculorum sublimium, & geometriae transcendentalis ope eruit.

38. *Sed non opus est, longius his immorari, cum ex supra dictis constet, ad faciendos in Physica progressus effectuum naturalium cognitionem mathematicam necessariam esse, quae in effectuum capienda mensura, variisque tum inter se, tum cum aliis comparatione consistit, quae res utique calculorum, & proportionum notitiam non vulgarem requirit.*

ARTICVLVS II.

Qua ratione observationum, & experimentorum ope Physica perficiatur.

39. *Alterum, quod ad naturalium scientiarum incrementum plurimum confert, est observationum, & experimentorum selectissima copia. Ad quam rem penitius intelligendam notandum est,* experimentum *vocari tentamen quoddam de industria institutum, quod absque humana industria haud eveniret.* Observatio *vero appellatur, quidquid in rebus naturalibus sibi relictis adnotatur, quodque eveniret, nulla etiam humana industria accedente. Ita observatio fieri dicitur cum ad transitum stellae cuiuspiam per loci meridianum attenditur, qui nemine mortalium in*

Quid experimentum?

eum

eum ſtellae motum intento pari ratione perageretur. Phaenomenon denique dicitur, quidquid ſub ſenſus cadit, & adnotari meretur.

40. *In inſtituendis experimentis, & obſervationibus capiendis illud primo loco obſervandum venit, quem propoſitum ſibi finem habeat, qui hoc in negotio verſatur.* Quod ſi enim non aliud, quam experimenti iam noti repetitionem, veritatisque ab omnibus paſſim receptae comprobationem prae oculis habeat, haudquaquam ſumma ea accuratiane, machinarumque ſelectu, atque ad omnes circumſtantias ſollicita circumſpectione opus ſibi eſſe intelliget. Quod ſi vero experimentorum, & obſervationum ope aut nova veritas in lucem protrahenda ſit, aut de controverſa quapiam Phyſicorum opinione ferenda ſententia, tum vero nulli parcendum induſtriae, ut experimentum, aut obſervatio maxima, qua fieri poteſt, accuratione peragatur. Ac 1) quidem inſtrumenta, quibus utemur, accuratiſſime ſint elaborata, atque ad ſummum perfectionis gradum a dexterrimis artificibus deducta. 2) Machinis ad debitum perfectionis gradum adductis, priusquam experimentum ipſum capiatur, attendendum eſt ad ſitum loci, in quo obſervator degit, ad anni tempeſtatem, ad atmoſphaerae ſtatum, & plura alia, a quibus experimentorum ſucceſſus non raro dependet. 3) Videndum etiam an machina a corporis illius, quod explorandum ſuſcepimus, actione, aut vi qualibet mutari, alterarique nequeat, ut ſi quis in vaſe aureo mercurium aſſervans tentamen quodpiam inſtituere pararet, facile adverteret, mercurium in ipſam auri maſſam ingreſſum, eidemque immixtum fuiſſe, minus proinde aptum,

In inſtituendis experimentis duplex finis intendi poteſt.

cuius

cuius quaelibet affectio eo in statu exploretur. 4) Contenti haud esse debemus experimentum semel instituisse, sed repetendum illud crebrius erit, mutatisque circumstantiis variis videndum, quaenam ex earum mutatione in ipsum experimentum mutatio redundet. 5) Extendendum quoque nonnunquam erit experimentum, ut appareat, an illud, quod in exiguis quorundam corporum massis notatur, in maioribus quoque locum habeat.

SCHOL. I. Quanti momenti sit machinis ad omnem perfectionis apicem elaboratis instructum esse, ex eo liquet, quod earum defectu saepe experimenta certissima successu careant, saepe etiam eventus notentur, qui a sola machinarum imperfectione ortum ducunt. Exempla bina eam in rem depromit Musschenbroek in oratione de methodo instituendi experimenta physica, quae eiusdem verbis proponam: „ Postquam elapso saeculo Philo„ sophus experientissimus, & pariter inclytus „ Geometra Torricellius demonstraverat, mercu„ rium in erecto, clausoque tubo a pondere at„ motsphaerae ad 29 pollicum altitudinem eleva„ ri, atque aquam ex puteis in antliam ope „ reciprocis vicibus adducti emboli assurgere „ per eiusdem atmosphaerae gravitatem, con„ clusum simul fuit, & recte fluida per tubos „ inflexos, atque inaequalium crurum moveri, „ ascendendo in breviorem partem, & ex longio„ ri, depressiorique effluendo propter aeris in„ cumbentis pondus, ex quo ratiocinio corollarii „ ad instar sequebatur, nullum liquorum trans-

„ flu-

„ *fluxum fieri posse, si sipho impletus ut solet,*
„ *includeretur vacuo; neque in hac sequela er-*
„ *rorem ratio commisit; verum ad experientiam*
„ *provocatum fuit, quae quidquid ratio college-*
„ *rat, confirmaret: extemplo in partes hic di-*
„ *scessum fuit, nonnullis, nec obscurioris famae*
„ *viris rudiori antlia instructis contentisque, qua*
„ *non accurate aer omnis ex recipientibus exhau-*
„ *riri poterat, adferentibus transfluxum fluidi*
„ *per tubos aeque in vacuo, ac in aere observa-*
„ *ri, atque hinc aliam causam phaenomeni effin-*
„ *gentibus; aliis vero, inter quos agmen ducit*
„ *Hombergius, Volderus, Gravesandius, qui-*
„ *bus maior dexteritas, & meliora arma omnino,*
„ *& recte negantibus ullum in vacuo per siphones*
„ *fieri liquorum motum: quemadmodum saepius*
„ *in Traiectino theatro plurimis spectatoribus evi-*
„ *dentissime exhibuimus. Illustre exemplum do-*
„ *ctrina colorum suppeditat, in qua sidus illud*
„ *clarissimum Britanniae Newtonus diligentissi-*
„ *mus Philosophiae experimentalis cultor proba-*
„ *vit, lucis radios e sole modo emissos pennicil-*
„ *li instar componi ex radiolis exilioribus omni*
„ *genere colorum, & diversa refrangibilitate do-*
„ *natis, qui colores illis innati immutati per-*
„ *stant, quomodocunque radii tractentur, si-*
„ *ve separentur, refringantur, reflectantur,*
„ *ita, ut rubri ruborem semper conservent, fla-*
„ *vi flavedinem, virides virorem, quod sub-*
„ *tile, & admirandum lucis attributum inve-*
„ *nit ope vitreorum prismatum optime notae,*

„ *in quibus nec venae, nec bullulae, nec a-*
„ *renae, nec inciſurae conſpiciuntur. Quoties*
„ *haec nova doctrina in dubium non vocata fuit*
„ *ab aliis, qui eadem repetituri tentamina,*
„ *tantum vulgaria adhibuerunt prismata ex im-*
„ *puro fuſa vitro, venis, gyrisque interrupto*
„ *nec planarum ſuperficierum, per quae accu-*
„ *rata tranſeuntium radiorum lucis refractio ne-*
„ *quaquam fit, adeo, ut in refractis radiis mi-*
„ *ſtura colorum ſemper contingat, & ex quoli-*
„ *bet colorato radio iterum refractionis ope di-*
„ *verſi colores colligantur. Ipſe Mariottus, quo*
„ *dexteriorem in capiendis de corporibus pericu-*
„ *lis Gallia non tulit, imitaturus* Newtoniana
„ *immutabilitatem coloratorum radiorum nun-*
„ *quam obſervare potuit, deprehendens ſemper*
„ *aliquam cum primario colore aliorum diverſo-*
„ *rum miſturam, atque his erroneis confiſus ob-*
„ *ſervationibus volumen non exiguum de colori-*
„ *bus memoriae prodidit: quam dolendum, tantum*
„ *virum ignoraſſe, ſe ab impuritate ſui vitri,*
„ *erroribusque aliis trigoni deceptum fuiſſe, cer-*
„ *tiſſimum enim eſt, ſi puriſſimis quoque vitris*
„ *inſtructus fuiſſet Philoſophus, coloratorum con-*
„ *ſtantiam ab ipſo non aliam notatam eſſe, quam*
„ *hac tempeſtate ab omnibus ſolertibus conſpici-*
„ *tur Phyſicis.* „

SCHOL. 2. *Tribuitur haec Anglis iuſtiſſima, ac meritiſſima laus, quod cum de veritate quapiam phyſica experimentis, aut obſervationibus confirmanda, aut refellenda agitur, neque ſumptibus,*

neque labori ulli parcant, ut instrumenta, sive machinae, quarum usus est, ad summum, ad quem humana industria eluctari licet, perfectionis apicem exacta sint. Certe cum observationibus Astronomicis determinandum esset, an stellae fixae parallaxi sensibili gaudeant, non ante acquieverunt, quam instrumentis selectissimis ad eas observationes adhibitis innotesceret, nulla eas stellas parallaxi gaudere.

SCHOL. 3. *Regionum, tempestatis anni, status atmosphaerae rationem habendam esse plurima suadent. Ita acus magneticae declinationem ex observationibus eruturus, nisi regionis, in qua observatio ea instituitur, rationem habeat, nihil certi, determinatique a se compertum esse animadvertet. Est quoque plane diversus aliquando similium experimentorum successus, si ea diversa anni tempestate capiantur. Ita citatus Musschenbroek hieme se maiores magnetis vires deprehendisse testatur, quam aestate. Denique atmosphaerae status ita corpora quamplurima alterat, atque immutat, ut nisi eius ratio habeatur, deceptum se esse Physicus non raro sit animadversurus. Ita novimus, ipsum caloris gradum, quo aqua perfecte ebulliens gaudet, varium esse pro vario atmosphaerae statu, & fere maiorem cum atmosphaerae pondus, sive pressio maior fuerit. Experimentorum repetitio non modo dexteritatem nobis conciliat, sed non raro a gravissimis erroribus nos immunes praestat. Newtonus ea in re exemplo praeivit, qui mirandas, quas detexerat, lucis proprietates non ante divulgavit, quam repetitis complu-*

ribus vicium millibus, leviterque mutatis eiusdem generis experimentis tutum se, certumque de eorundem successu praestiterit.

SCHOL. 4. *Qua porro ratione corpus quodlibet hactenus incognitum examinandum sit, ut eius structura, vires, affectiones, qualitatesque detegantur, his verbis (oratione citata) docet Musschenbroek:* „ *Lubet aperire campum experimen-*
„ *torum patentissimum, in quo qui spatiari de-*
„ *siderat, semper nova invenire poterit, aeternam*
„ *sibi comparare famam, & optime de Philoso-*
„ *phia, imo interdum de universo humano gene-*
„ *re mereri, sibique & suis non male rebus consu-*
„ *lere: artes enim quemlibet alunt artificem,*
„ *nec ingratae sunt unquam cultoribus. Induxe-*
„ *rimus ergo in animum aliquod ex regno quolibet*
„ *sive animali, sive vegetabili, sive fossili petitum*
„ *examinare: primo hoc opponatur omnibus or-*
„ *ganis sensoriis, notetur, quomodo se visui offe-*
„ *rat, qua gaudeat magnitudine, qua figura, an*
„ *pelluceat, an opacitate lucem reddat, quomo-*
„ *do coloratum, homogeneae, an heterogeneae sub-*
„ *stantiae appareat. Distinguat in hoc corpore*
„ *tactus mollitiem, duritiem, elasticitatem, gra-*
„ *vitatem specificam, quantum caleat, frigeatve,*
„ *siccum, humidumve, fuerit. Deinde explore-*
„ *tur, quemnam odorem naribus suppositum spar-*
„ *gat, quemnam saporem detegat lingua, & pa-*
„ *latum: percussum qualem edat sonum, aut si*
„ *quocunque alio charactere se distinguat, obser-*
„ *vandum erit. Utile quoque est cognovisse lo-*

cum

„ cum eius natalem, quomodo colligatur, crescat-
„ que; ita externam superficiem explorandi corporis
„ didicimus, ignari tamen, quid intus alat, e qui-
„ bus partibus componatur, quasnam vires in sub-
„ stantia interiori concludat; a facilioribus inci-
„ piendum, & ab iis, quae ultro se offerunt, per-
„ gendum ad ea, quae abstrusa, & abscondita
„ in intimis visceribus latent. „

41. *Quod si praescriptae methodo insistentes Philosophi diversas corporum species ad examen vocaverint, dubitare vix licet, plures adhuc incognitas, ac delitescentes corporum proprietates in lucem magno tum physicae scientiae, tum humani totius generis bono protractum iri.*

ARTICVLVS III.

De societatibus Eruditorum.

42. *Societates eruditorum authoritate publica fundatae, & firmatae ad naturalis scientiae incrementa conferre plurimum possunt. Dum enim vel communibus studiis in veritatis cuiuspiam investigationem incumbitur, vel partitis laboribus singulares sibi naturae effectus examinandos singula eiusmodi societatum membra sumunt, plurimum inde commodi in naturae studium redundet, est necesse: plures enim oculi, ut fert adagium, plura vident, & quod unius hominis summa licet mentis acie pollentis improbo quantumvis labore nequit effici, conjunctis plurium conatibus non raro felicissime praestatur.*

Societates doctorum experimentis fidem conciliant.

43. *Illud etiam inter praecipua emolumenta, quae e literariis societatibus physica haurit, merito recense-*

tur, quod illae observationibus, & experimentis, quorum ope effectuum naturalium causas investigandas esse saepe diximus, fidem & authoritatem eam concilicnt, cui reliqui naturae scrutatores, quibus vel otium, vel media necessaria ad experimentorum horum repetitionem desunt, tuto acquiescere possint. Sunt enim tentamina quaedam, quae & instrumentorum apparatum ingentem, & observatorum indefessam industriam & attentionem maximam deposcunt. Id genus tentamina, si ab unico quantumvis peritissimo, celeberrimoque viro instituantur, praecipue si eorum ope vel nova in lucem protrahatur veritas, vel cognita, & ab omnibus recepta labefactari videatur, attentos quidem Physicos omnes reddunt, eorum tamen assensum haud extorquent: quod si vero in publico Societatis literariae congressu praesentibus, & inspectantibus plurimis artis peritis laeto cum successu tentamina eadem repetitis vicibus exhibeantur, tum quidem tuto ab omnibus recipi possunt. Ita certe Galli Academici Newtonianis de luce, & coloribus experimentis fidem non ante habuere, quam postquam Londinum profecti praesente tota Londinensi Scientiarum Regia Societate eadem repeti optato cum successu viderunt.

44. *Quod si iam ad laetissimos illos fructus animum advertamus, quos naturales scientiae ex literariis his societatibus hauserunt, in ea plane sententia confirmabimur, non aliud esse perficiendae Physicae medium magis idoneum his doctorum virorum in unum conspirantibus studiis. Certe qui harum Academiarum monumenta, sive acta literaria pervolvunt, thesauros sibi inexhaustos pandi animadvertunt, ex quibus plurima*

ad naturalis scientiae cognitionem pertinentia depromere possint. Ea sane, quae novissimis temporibus de stupendis electricitatis phaenomenis, de magnetum artificialium paranderum modo, de telescopiorum perficiendorum ratione detecta sunt, non aliunde melius, quam ex actis Parisinis, transactionibus Anglicis, actis novis Academiae Petropolitanae discuntur, ut adeo quicunque Physicae perficiendae operam navant, monumentis his carere vix possint.

SCHOL. 1. *His doctorum virorum societatibus facem veluti praetulisse videtur Academia Consentina a Bernardino Telesio instituta. Hanc complures per Italiam consecutae sunt, inter quas eminuit Academia* Lynceorum, *quae illustres in naturae scientia viros protulit. Duodecimo currentis saeculi anno studio, & sumptibus Ill. Comitis Marsilii surrexit institutum Bononiense, quod ad hunc usque diem floret, & naturales scientias observationibus, & experimentis plurimis illustrare pergit. Hi vero, quos adhuc recensuimus, privatorum virorum conatus erant, qui, dum publica deinde authoritate stabilirentur, majus robur, firmitatemque obtinuere. Et primo quidem in Germania is honor literis obtigit: cum enim anno 1652 Suinfurti authore Laurentio Bauschio Medico viri nonnulli docti frequenter convenirent eo fine, ut communicatis inter se observationibus, & experimentis naturam scrutarentur, deinde 1666. aliarum quoque regionum literatos viros ad ineundam secum communium studiorum societatem invitarunt. Cui nobilissimo instituto anno demum 1687. Leo-*

poldi I. Augusti Caesaris, qui propensissima in bonas literas utebatur voluntate, authoritas accessit, qua illud publice confirmatum, legibus munitum, & insignibus privilegiis auctum fuit. Instituto huic debemus miscellanea curiosa, seu ephemerides Physico - medicas Academiae Caesareae naturae curiosorum. Quod opus magno literatorum applausu per dimidium prope saeculum exceptum, nomen deinde actorum Physico - medicorum sortitum est, sub quo ad hunc usque diem continuatur, quin etiam in patriam linguam conversum legitur. Aetati huic suppar est Academia Florentina del Cimento dicta, quam magnus Etruriae Dux Leopoldus anno 1657. excitavit, ut in naturae arcana inquireret: experimenta in ea Academia capta ex Italico sermone in latinum convertit Petrus van Musschenbroeck, & insignibus adnotationibus auxit. Circa idem tempus condendae simili Academiae primum quasi lapidem posuit Ill. Verulamius, cum in opere quodam a se edito literarium id genus societatum utilitatem dilucide exponeret. Hujus enim viri a prudentia consiliorum, & literarum vastissima scientia celebratissimi hortatus tantum valuerunt, ut viri nonnulli Philosophiae naturalis amantes Oxoniae primum privatos congressus celebrarent, tum anno 1660. Carolus II., quae viri illi feliciter auspicati fuerant, confirmaret, eorumque institutum privilegiis, & Regiae societatis titulo condecoraret. Regiae huic Societati debemus annis

Art. III.

nis singulis volumen transactionum Philosophicarum, in quibus quam plurima ad rerum naturalium scientiam promovendam utilissima continentur, suntque transactiones illae ab experimentorum fide minime suspecta, maxime commendandae. Patrio sermone hos ingenii, & industriae suae fructus viri illi doctissimi divulgant, quos in linguam gallicam traducere tentarunt varii, verum ab incaepto rursum destiterunt. Anno tandem 1763 communibus plurium studiis ea copiosorum illorum voluminum in linguam gallicam conversio suscepta est, atque ad finem perducenda speratur. Academia Parisiensis ortum suum debet Ioanni Colberto viro & auboritate maxima pollenti, & literarum amore celebratissimo. Vir hic Ludodovico XIV. Galliarum Regi apprime carus, & regni negotiis maximis praefectus, cum videret bonarum literarum incrementum cum felicitate publica perquam coniunctum esse, doctissimos quosque exterarum gentium viros in Galliam accersivit, proposita amplissimorum praemiorum spe, & oblatis annuis stipendiis, quibus vitam non sustentare modo, verum etiam omnibus eiusdem commodis frui tutissimo possent. Ex his deinde viris anno 1666 Academia scientiarum coaluit, Regiis sumptibus instituta, tantaque magnanimitate sustentata, ut maximi inde in naturales scientias fructus redundarint. Historiam eius Academiae primus conscripsit Ioannes Bapt. du Hamel Academiae a secretis, eandem post factam Academiae illius renovationem continuavit Fontenellius, a gratia styli,

& perſpicuitate celebratiſſimus. Eſt certe doctiſſimorum virorum communis ſententia, Fontenellium paucis plagulis ea ſaepe complexum, quae in ampliſſimis Academicorum diſſertationibus latiſſime diffuſa continebantur. Fontenellio ſucceſſit Cl. Grand-Iean de Fouchi, cuius opera annis ſingulis volumen commentariorum mathematicorum, & phyſicorum ex chartis Academiae Regiae ſcientiarum excerptorum in lucem publicam emittitur. Cum vero poſtremis his annis ea commentariorum editio moras neſcio quam ob cauſam pateretur, Regis iuſſu Academici eum edendorum novorum voluminum laborem inter ſe partiti ſunt, quorum indefeſſis conatibus factum eſt, ut iam nonniſi perpauca actorum illorum volumina deſiderentur. Acceſſit praeſente ſaeculo ſocietas ſcientiarum Berolinenſis, quam inſtigante Leibnitzio, Germaniae Newtono, Fridericus I. anno 1700 fundavit. Acta huius Academiae annis ſingulis ſermone gallico evulgantur, plurimaque continent ad naturales ſcientias pertinentia. Exempla tam praeclara imitatus Petrus I. Moſcoviae Monarcha ſocietatem virorum doctorum in eo quoque regno, ad quod bonarum literarum vix nomen ante pertigerat, excitandam iudicavit, quod cenſeret, nihil magis ad regnorum culturam, morum comitatem, utilesque artes promovendas eſſe idoneum, quam naturalium ſcientiarum ſtudia ſedulo exculta: hanc vero Academiam a Petro I. anno 1723, quod diximus, conditam, anno demum 1725 Catharina Ruſſorum Imperatrix perfe-

Art. III.

fecit, virisque doctis ex universa Europa accitis, ac perbenevole habitis illustrem redidit. Doctorum virorum, ex quibus haec Academia consurgit, conatus annis singulis latino idiomate in publicam lucem emittuntur, sub titulo commentariorum societatis Petropolitanae. Demum novissimis his annis Monachii in Bavaria, Moguntiae, Götingae, atque in praecipuis aliis Germaniae, Hispaniae, Galliae, Angliae, Sueciae, Daniae &c. urbibus similes virorum doctissimorum societates consurrexere, quorum indefessis conatibus naturae scientia laetissima indies incrementa capit. Nominari hic merentur acta suecica, quae lingua quidem patria evulgantur, a Cl. vero Kaestnero in germanicam linguam traducta scientiae naturalis cultoribus exhibentur. In his actis plurima sane occurunt, quae ad naturales omnes disciplinas perficiendas maximum momentum habent.

SCHOL. 2. *His quae de studii physici perficiendi mediis tradidimus, adiungenda etiam nonnulla forent de obstaculis, quae progressus uberiores scientiae illius morantur. Quem locum paucis expediam, propterea, quod probe intelligam, eum admodum salebrosum, & invidiae plenum esse. Duo igitur tantum summa capita attingam. Itaque Physicae progressibus illa primum obstat nonnullorum existimatio, arduum admodum esse hoc studium, adolescentum ingenia eum laborem haud ferre, matheſim, quam addiscendae physicae necessariam diximus, supra captum partis*

maximae eorum, qui his ſtudiis ſe addicunt, potam eſſe. Quae quidem querela, ſi ex eorum ore proficiſceretur, qui in hac ipſi aliquando palaeſtra deſudarunt, & matheſi, veraeque Phyſicae operam dederunt, momenti fortaſſis cuiuspiam videri poſſet; quando vero nonniſi ab iis proficiſcitur, qui ſcientias has ne primis quidem labiis attigerunt, nullam proinde earum ideam animo ſuo effingere idonei ſunt, refutari haud meretur. Verum ipſo opere ea querela admodum luculenter diluitur: poſtquam enim Auguſtae non modo voluntate, ſed etiam imperio in publicas ſcholas, terrarum Auſtriaco ſceptro ſubditarum Phyſica ea, ad quam absque elementorum matheſeos cognitione pertingere haud licet, introducta eſt, progreſſus laetiſſimi, quos annis ſingulis Auditorum complures in ea diſciplina fecerunt, publicisque experimentis demonſtrarunt, ſatis manifeſte, ut opinor, oſtendunt, ſcientiam hanc ſupra aetatis eorum, qui illi operam navant, captum haudquaquam poſitam eſſe. Quaerunt deinde frequenter, cui bono? quid ex Phyſica utilitatis hauritur? quis ſcientiis reliquis cum Phyſica nexus? horum ut querimoniam retundam, Phyſicae cum ſcientiis reliquis nexum parte diſſertationis tertia exponam.

SCHOL. 3. Cl. *Linaeus in amoenitatibus Academicis volumine 3tio pag. 233. ſequentia refert:* „ *Samuel Klingenſtierna cum primum electriſmi phaenomena caput exſererent, vocatus fuit a Friderico I. Rege noſtro ut haecce ipſe demonſtraret. His* „ *peractis vir magni nominis adſtans ridens dixit:*

„ *D.*

Art. I.

„ *D. Klingenſtierna ſed cui bono haec? at Pro-*
„ *feſſor Klingenſtierna reſpondebat, mox idem*
„ *mihi obiecit I. C. (mercator quidam ditiſſi-*
„ *mus, qui vendidit ſalia, haleces, ſimiliaque,)*
„ *ſubridens Rex mitiſſimus nobili viro dixit: ca-*
„ *pe haec.* „

PARS III.

De nexu Phyſicae cum aliis ſcientiis.

Illud rurſum praemonendum hic duxi, me de Phyſicae cum ſcientiis reliquis nexu agentem Phyſicam in ſenſu latiore nempe tam pro ſcientia cauſarum effectuum naturalium, quam pro rerum naturalium cognitione hiſtorica ſumere. Phyſicae ſic acceptae nexum cum ſcientiis reliquis iam oſtendere aggredior.

ARTICVLVS I.

De nexu Phyſicae cum ſtudiis theologicis.

44. *Ut nexus Phyſicae cum Theologia claram in lucem conſtituatur, illud primo loco declarandum cenſui, quid nomine verae theologiae mihi veniat. Ego itaque eam cenſeo veram Theologiam, quae in dogmatum fidei expoſitione, & aſſertione, deinde in errorum, qui dogmatis his adverſantur, refutatione occupatur. Duplex itaque Theologi munus eſt, primum quidem fidei dogmata & exponere dilucide, & ſolidiſſime conſtabilire; alterum, adverſantes, & refractarios argumentorum pondere refellere, & erroris*

Quae idea verae theologiae?

ar-

arguere. Quibus muneribus an absque naturalis scientiae cognitione defungi Theologus possit, iam dispiciamus.

45. Haud quidem ignotum mihi est, fontes Theologiae diversos prorsus esse ab iis, e quibus naturalis scientiae cognitionem haurimus. Certe scripturarum oracula, conciliorum, Patrum, Canonum, & venerandae antiquitatis consensus, ipsa praeterea non interrupta traditio Theologis, & fundamenta dogmatum invicta, & arma contra adversantes fortissima suppeditant. Verum naturales quoque scientias plurimum iisdem deservire posse certum habeo. Ac primo quidem ipsa supremi Numinis existentia, quae totius Theologiae, omnisque revelatae Religionis fundamentum, ac basis est, non aliis luculentius argumentis evincitur, quam iis, quae e rerum naturalium consideratione hauriuntur. Testantur hoc tractatus peene innumeri, qui existentiam Dei e creatis demonstrare nituntur. Alii quidem, ut Archiepiscopus Cameracensis Fenelonius existentiam Dei ex naturae contemplatione universim, alii ex particularium quorundam corporum consideratione, ac examine derivare adnisi sunt. Ex machinae humanae structura Fridericus Hoffmannus, ex oculi structura Sturmius, ex astrorum motu, & dispositione Derhamus, ex lapidibus, & conchyliis Listerus, ex acaro animalculo perquam exili Ignatius Franz S. I. in erotematis philosophicis Pragae an. 1754 in lucem datis existentiam Dei demonstrare adnisi sunt. Et sane fieri haud posse videtur, ut ordinem, & structuram universi, corporum coelestium dispositionem, motus eorundem regulares, certisque periodis ita redeuntes, ut praedici ab Astronomis accuratione maxima possint, numerum, molem, & distantiam

Existentia Dei e creaturis demonstratur.

Art. I.

tiam fixarum, quas, cum propria luce gaudeant, totidem soles esse Astronomi censent, circa quos certus planetarum numerus revolvatur, stellas illas innumeras, nudo oculo vix perceptibiles, quarum collectio lacteam illam, quam vocant viam constituit, ac innumera alia coelestium corporum phaenomena quis speculetur, quin intima eum conscientia convincat, haec sapientissimo, potentissimoque authori originem debere. Deinde si ad minima illa plantarum, & animalculorum organica corpuscula oculos convertamus, nova sese offeret admirationis, & stuporis materies. In plantula quantumvis exigua partes omnes distincte cerni possunt, quae ad eiusdem propagationem necessariae sunt, semen quoque, in quo futurae plantae omnia velut stamina continentur, vel rectius seminum, in exigua saepe plantula ingens copia deprehenditur. Quam stupendae vero exilitatis canaliculi in his plantulis adsint oportet, per quos nutritius succus, quem ex terra hauriunt, in caulem ascendat, & per omnem plantam propagetur? animalcula vero quorum plurima microscopiorum ope in guttula aceti, aut alterius liquoris deprehunduntur, quam omnem captum superantis exilitatis sint oportet? Vivunt enim; organis adeo ad respirationem, nutritionem, speciei propagationem &c: necessariis instructa sint oportet. Quis maxima illa, & minima haec considerans in authoris naturae agnitionem, & amorem non rapiatur? creaturarum certe diligens consideratio vel invitos authoris sui commonet: interroga enim iumenta, & docebunt te, & volatilia coeli, & indicabunt tibi, loquere terrae, & respondebit tibi, & narrabunt pisces maris. Quis ignorat, quod omnia

haec

haec manus Domini fecerit. (*Iob.* C. 12. *v.* 7. 8. & 9.) Coeli nimirum enarrant gloriam Dei, & opera manuum eius annunciat firmamentum. (*Pſal.* C. 18. *v.* 1.) *Ipſe etiam Apoſtolus (ad Rom.* C. 1. *v.* 20.) *Dei exiſtentiam e creatis hauriendam tradit:* inviſibilia Dei a creatura mundi per ea, quae facta ſunt, intellecta conſpiciuntur, ſempiterna quoque eius virtus, & Divinitas. *Haec ipſa rerum creatarum diligentior conſideratio Ethnicos quoque Philoſophos in Authoris naturae cognitionem deduxit, cum viderent perquam abſurdum eſſe, ut a fortuito atomorum concurſu tanta ordinis univerſi concinnitas ortum ducere cenſeatur, ita* Cicero *de nat. Deor. L.* 2. „ *hoc inquit, (id eſt mundum ornatiſſimum, & pul-* „ *cherrimum) ex concurſione fortuita qui exiſtimat* „ *fieri potuiſſe non intelligo, cur non idem putet, ſi* „ *innumerabiles unius, & viginti formae literarum,* „ *vel qualeslibet aliquo coniiciantur, poſſe ex his in* „ *terram excuſſis annales Ennii, ut deinceps legi poſ-* „ *ſint, effici &c. Quod ſi mundum efficere poteſt concur-* „ *ſus atomorum, cur porticum, cur templum, cur* „ *domum, cur urbem non poteſt, quae ſunt minus* „ *operoſa, & multo quidem faciliora.* „ *Plutarchus vero de Placitis Philoſophorum L.* 1. *haec ſcribit:* „ *homines coeperunt ideam Dei habere, cum viderent* „ *ſtellas tantam concinnitatem efficere, ac dies, no-* „ *ctesque, aeſtates, ac hyemes ſuos ſervare ſtatos* „ *ortus, atque obitus. Certum igitur habendum eſt,* „ *non aliud occurrere argumentum efficacius ad Dei* „ *exiſtentiam aſſerendam, quam rerum naturalium* „ *conſiderationem; huius porro argumenti vim, atque*

„ *ro-*

„ robur ut pandat Theologus, naturalium scientiarum
„ aliquam sibi comparatam habeat cognitionem oportet,
„ qua si careat, praeter universales ordinis universi,
„ corporum coelestium numeri, & dispositionis expres-
„ siones, vix quidquam afferet, quod Dei cognitio-
„ nem impiis quibusdam, & pervicacibus efficaciter
„ persuadeat. „

SCHOL. *Cum praeterlapso saeculo numerus eorum, qui existentiam Dei in dubium vocare ausi fuerunt, in Anglia plurimum excresceret, probi quidam viri, ut gravissimo malo medelam ferrent, collato aere annuum stipendium viro cuidam litterato assignarunt, cujus id sit officium; edito aliquo opere existentiam Dei contra impios mortales solidissimis argumentis adstruere, cuius fundationis is existit fructus, ut praestantissima opera, inter quae eminent Derhami Astro-Theologia, & Physico-Theologia, in lucem emissa sint, quae existentiam Dei non aliunde, quam ex creatarum rerum consideratione eruerent. Newtonum pariter ex iis, quae de coelestium corporum motibus detexerat, tam sublimem Numinis ideam sibi efformasse ferunt, ut, quoties sanctissimum Dei nomen enunciaret, venerabundus, & veluti adorabundus defixis in coelum oculis tacitus aliquantum subsisteret.*

46. *Alterum, quod ad Theologica dogmata iure optimo refertur, est, doctrina de miraculis. Est enim Religio nostra sanctissima miraculis fere fundata, & identidem confirmata, ut adeo inter notas verae Reli-*

gionis referatur, quod ea miraculis comprobata sit. Est vero miraculum effectus supernaturalis, id est effectus vires naturae transcendens omnes; itaque necesse est, ut qui de miraculi veritate sententiam ferre velit, naturae vires cognitas sibi habeat, & quid earum ope praestari possit, universim saltem pervideat. An non huius scientiae defectu superioribus saeculis non pauca inter miracula relata fuere, quae naturae viribus effecta fuisse, efficique posse, omnibus modo est cognitum. Quae quidem res maximi est plane momenti, hac enim temporum illorum iniquitate abusi impii complures dum fidem miraculorum nonnullorum, quae non satis cauti, attentique quidam depraedicarunt, suspectam faciunt, ea etiam, quae extra omnem dubitationem posita sunt, in dubium adducunt, ipsamque miraculorum possibilitatem in dubium vocant. Quos qui erroris convincere velit, naturalium scientiarum peritia carere minime potest.

47. *Est & illud Theologi munus, superstitiones, veneficia, & alias id genus impietates ad examen vocare, reos arguere, innocentes absolvere, dubitantes instruere, &c: quo officio absque Physicae notitia, aut omnino non, aut certe aegerrime, neque absque gravissimorum errorum periculo defungi poterit. Neque praestituti huic dissertationi limites, neque ea, quam maioribus debemus, reverentia sinunt, ut errores innumeros gravissimosque, quos verae Physicae ignorantia in ea, de qua agimus, materia peperit, recenseamus. Certe illae innocentiae in materia veneficii comprobationes, quae ex aqua & igne desumebantur, nunquam locum habuissent, nisi omnis rerum naturalium scientia hor-*

horrido vocabulorum inanium squalore contecta, ac consepulta fuisset.

48. Alterum Theologi munus diximus, errores, qui forte nascuntur, solide, ac invicte refellere; qua in re, quamvis haud ignorem, praecipuos omnis aevi haereticorum errores ad examen vocandos esse, praecipuam tamen in iis refellendis operam ponendam existimo, qui nuperrimis his annis grassari coeperunt, praesensque periculum minantur; sunt vero praecipui horum errorum sequentes: Deum vel nullum esse, vel certe humanarum rerum curam haud gerere, religionem revelatam nullam esse necessariam, nullam dari, miracula neque dari, neque possibilia esse, animam humanam, neque spiritualem, neque immortalem esse, libertatem indifferentiae commentum esse, omniaque fatali necessitate adstringi &c: Errores hi ultra, quam credi potest, late undique sparguntur, altioresque in dies radices agunt. His igitur obviam ire iunctis viribus, agminibusque unitis Christianos, Catholicosque Theologos oporteret, & sepositis, quibus illi inter se disiunguntur controversiis in hostem universalem non modo Catholicae, sed omnis Christianae religionis arma convertere. Vident belli huius necessitatem heterodoxi ipsi, quorum opera lucubrationes frequentissimae in lucem publicam emittuntur, quibus iam supremi Numinis, iam revelatae religionis existentiam, iam animae spiritualitatem, ac immortalitatem, aliaque his similia adstruere nituntur. In Galliis doctorum virorum ex variis religiosis ordinibus Societas coaluit, quae opiniones perversissimas, nocentissimasque, quibus recentiorum plurimorum scripta scatent, communibus studiis redarguat, atque refellat.

Hoc vero in negotio quid faciet Theologus, si Physicae verae, naturaliumque scientiarum expers sit. Quibus armis in adversarios irruet? Divini verbi oracula, Patrum effata, conciliorum decreta proferet? At illi neque scripturae, neque conciliorum, neque Patrum authoritatem recipiunt, verum cum rationibus naturalibus pugnent, id exigunt, ut iisdem pariter refellantur. Spiritualitatem certe animae eo ex capite impugnant, quod per mechanicas actiones ea omnia confici posse existiment, ex quibus nos animae spiritualitatem arguimus, quem nocentissimum errorem haud refelles, nisi animae facultates, vim cogitandi, idearum naturam solertissime expendas, & cum motibus pure mechanicis pugnare doceas. Miraculorum possibilitatem impugnant eo ex capite, quod patrato vel unico miraculo ordo omnis universi mutaretur, ac turbaretur, alterque prorsus esset mundus ab eo, qui adhuc fuit. Hos ut redarguas, veram legum naturae indolem nosse debes, & qua ratione illae immutabiles, aeternae & necessariae dicendae sint, dispicere. Quod si particulare miraculum quodpiam promas, negabunt omnes naturae vires cognitas adhuc esse, multa fieri posse naturaliter, quorum nos causas haud assequimur. Quod si vero ostendere possis, factum quodpiam certissimis, communiterque receptis naturae legibus adversari, ora contradicentium facilius obtundes, quam si ad authoritatem quamlibet confugias. Mitto plurima alia, his similia, e quibus manifeste elucet, Theologum cognitione naturae carere non posse.

49. *Unum superest, caput, quod silentio praeterire nefas est, Theologis nimirum SS. literarum expositionem*

nem incumbere, ad quam naturalium rerum cognitionem apprime neceſſariam eſſe ita manifeſtum eſt, ut in dubium adduci nequeat. Nam 1) Scriptura non raro ex creatis rebus ſimilitudines decerpit, quarum vim, & energiam non aſſequetur, qui debita earum rerum, ex quibus ſimilitudo ducitur, notitia caret. 2) In lege veteri, quae ad gentis Hebraicae ritus, ceremonias, & Divinum etiam cultum pertinent, quae de animalibus mundis, immundisque, de cibis vetitis, & permiſſis, de ſacerdotum, & templi ornatu referuntur, exponi nequeunt ab eo, qui naturalis hiſtoriae cognitione imbutus non eſt. 3) Heterodoxorum nonnulli, Angli praecipue, ſacrarum ſcripturarum authoritatem eo praecipue ex capite impugnant, quod plurima in iis contineantur Phyſicae, & naturali hiſtoriae aperte (ut illi falſo criminantur) repugnantia, praecipue vero primum caput geneſeos, librum item Iob, aliosque nonnullos acerrime impetunt; hos ut refellas, non aliunde arma depromenda ſunt, quam ex intimis Phyſicae receſſibus, quibus ſi vel deſtitutus ſis, vel iis recte uti neſcias, declinabit adverſarius ictum, atque in nocentiſſimo errore ſuo magis, magisque obfirmabitur.

50. Eſt & iſtud conſideratione digniſſimum, plerosque eorum, qui theologiae operam navant, ad animarum curam aliquando deſtinari, cui quidem muneri ſi praeficiantur, intelligent, quam multum commodi ex rerum naturalium ſcientia haurire poſſint. Illud enim conſtat, ruralem plebeculam ad ſuos animarum paſtores in dubiis omnibus, quae forte incidunt, recurrere. Illud quoque a nemine in dubium vocari poteſt, rudes illos, ac imperitos homines plurima naturae phae- *Scientiae naturales animarum curatoribus utiles ſunt.*

nomena, quae aut nunquam, aut raro admodum conſpexere, pro portentis, effectibusque naturae vires ſuperantibus habere. Si pluvia rubro, flavoque colore tincta decidat, ſanguine aut ſulphure pluiſſe vulgus exiſtimat. Si aurora borealis coeli plagam occupat, ardere coelum, igneasque columnas eiicere creditur, ſi meteorum quodvis igneum in atmoſphaera ſpectetur, illud irae coeleſtis, impendentisque publicae calamitatis prodromus habetur. Si pecora repente infirmentur, ſi lactis loco ſanguinem vacca fundat, ſi uredo, aut rectius minima quaedam inſecta ſegetes letiſſimas devaſtent, id mali doemonis artibus, & praeſtigiis tribuitur. In omnibus igitur his, plurimisque ſimilibus Paſtoris ſui ſententiam ruricolae inquirunt, illudque pro certiſſimo habent, quod ab eo affirmatum fuit. Quid vero naturalium ſcientiarum ignarus faciet? unde dignoſcet, phaenomenon eiusmodi naturae legibus adverſari, aut vero cum iisdem conſentire, ſi has ipſas leges ignoret? an non omnimoda haec naturalium ſcientiarum ignorantia in graviſſimum periculum eum coniiciet in errores varios incidendi, vanosque metus, & alia ſubditi gregis felicitati plurimum adverſantia fovendi. Nolo per exempla ire, quae ſe quamplurima hic offerrent, illud modo contendo, ſapientiſſime ab Auguſtis Patriae Parentibus cautum eſſe, ut iis qui Theologiae operam daturi ſunt, occaſio non deſit, qua ſcientiis naturalibus ante rite imbui poſſint.

Exempla SS. Patrum idem ſuadent.

51. Ipſi etiam ſanctiſſimi Eccleſiae Patres naturalibus ſcientiis operam ſedulo navarunt, idque prae aliis ſelegerunt philoſophandi genus, quod ſui aevi erroribus refellendis aptius erat. Hinc Platonem alii, alii Ariſtotelem

ſtotelem ſecuti ſunt. Cum igitur oſtenderimus, ad noſtri aevi graviſſimos errores profligandos non aliam, quam naturalem Philoſophiam ſive eam, quae in effectuum naturae cognitione verſatur, valere, an non Eccleſiaſticis viris huic quoque operam navare conveniet?

Dignitas ſtatus Eccleſiaſtici.

§2. *Verum alio quoque motivo ſanctiſſimos Eccleſiae Patres incitatos fuiſſe, ut profanis, quas vocant ſcientiis, ac naturali cumprimis philoſophiae operam navarent, minime dubitari poteſt. Intellexerint illi nempe, quantum interſit viri Eccleſiaſtici, ut in honore ab omnibus habeatur; qui certe honor per doctrinae & ſcientiae famam efficaciſſime comparatur. Hoc igitur aevo, quo ab omnibus cultioris Europae nationibus diſciplinis mathematicis, & naturalibus ſummus honos habetur, an non exiſtimationi ſuae rectius conſultum ibit Eccleſiaſticus, ſi earum ſe quoque peritum profiteri poſſit. Haec certe rerum naturalium peritia viris Apoſtolicis aditum in remotiſſimas regiones aperuit, haec illis infidelium aeſtimationem primum, tum etiam benevolentiam comparavit, haec diſſeminandis Evangelii veritatibus viam ſtravit. Pronioribus enim auribus eum fere excipimus, quem ab excellenti doctrina, ac profunda variarum diſciplinarum ſcientia ſuſpicimus.*

COROL. Minime igitur aſſentiri poſſum Cl. Puteo in diſſertatione de ſtudiis Eccleſiaſticis (pag. 253. edit. Graecenſ.) affirmanti: „ Phyſicam magis „ Medicorum, quam Clericorum propriam eſſe, „ quibus ſat foret, eandem delibaſſe. „ Quamvis enim non diffitear, Phyſicam ad medicinam uberius pertinere, quam ad Theologiam, ex iis

tamen, quae retulimus, non obſcure colligi cenſeo, Clericum, qui Phyſicam tantum delibavit, eos inde fructus haud percepturum, quos ex penitiori eiusdem notitia Theologus hoc praecipue aevo haurire poteſt. Quod deinde idem author aſſerit, „ *veteres Romanos ſeſe abſtractis mathematicarum* „ *ſcientiarum theoriis parum impendiſſe, & ta-* „ *men in aedificiis, in mechanicis, in bonis arti-* „ *bus, in bello, in navigationibus, annorum-* „ *que, ac temporum partitione optimos evaſiſſe* „ *id ſane non magni momenti videtur; conſtat enim Romanos Graecorum artes ad ſe transtuliſſe, & quidquid in architectura, ſculptura, aliisque artibus praeclari oſtentarunt, vel ex Graecia accerſiviſſe, vel ad Graecorum normam exegiſſe. Graecos vero in omni diſciplinarum mathematicarum genere ſeſe pro illius aevi modo indefeſſe exercuiſſe, opera eorum ad nos transmiſſa teſtantur. Certe Ptolaemeus in Aſtronomia, Apollonius in ſectionibus conicis, Archimedes, & Euclides in geometria theoretica admodum excelluere. Cur deinde Romanos a navigandi arte commendet, haud ſatis perſpicio: conſtat enim eam tam arctis terminis conſtrictam fuiſſe, ut ultra fretum Gaditanum exire auſi non fuerint, cum cenſerent, celebres illas Herculis columnas globi ſimul terraquei terminos eſſe. Quod ſi vero ad noſtra tempora reſpiciamus, Anglos artem nauticam ad ſummum perfectionis culmen deduxiſſe facile advertemus, quos una etiam abditiſſimas matheſeos diſciplinas indefeſſo ſtudio excoluiſſe conſtat. Sola haec fere*

na-

natio (si Gallos perpaucos demas) eos navium Praefectos ostentat, qui tum praxi nauticae, theoriam profundissimam artis eiusdem felicissime iungunt, peritissime commissa sibi navigia gubernant, & ad remotissimas orbis plagas salva perducunt. Haec quoque natio artificibus gloriatur, qui dum machinas diversas ad omnem perfectionem perducunt, simul in mechanicae theoria excellunt. Huic manuum dexteritati cum profundissima speculatione coniunctae perfectionem tuborum a Dolondo haud ita pridem laetissimo eventu susceptam debemus. Quodsi enim is radiorum lucis diversam refrangibilitatem, constantemque rationem, quam sinus incidentiae ad sinum refractionis habet, ignorasset, nunquam sane eam, quam literatus orbis suspicit, telescopiorum emendationem aggressus fuisset. Grabamus eiusdem gentis celeberrimus artifex automata illa, quorum ope temporum Astronomi mensuram capiunt, nunquam ad tantum perfectionis culmen adduxisset, nisi & Astronomiae ipse peritus, eorundem automatum ope observationes complures ante instituisset, quam ea aliis utenda traderet. Hinc fit, ut si instrumento, aut machina quapiam opus sibi esse intelligant omnium nationum doctissimi viri, quae ad summam accurationem exacta sit, eam non aliunde, quam ex Anglia accersant. Ex horum vero consideratione patebit, quo loco habendum sit illud, quod a nominato superis authore asseritur (pag. 6. dissert. cit.) „ humanarum „ scientiarum, ut mathematicarum, metaphysi„ carum, Rhetoricae, Logicae, Politicae prin-

„ cipia & veluti semina quaedam congenita no-
„ bis sunt, unde, qui acri ingenio a natura in-
„ structus est, praeclarum in ipsis profectum fa-
„ cere citra difficultatem potest, & homines
„ quidam interdum reperiuntur, qui, quin un-
„ quam studuissent, nec quidquam legissent, so-
„ lo naturali ingenio rem considerando, specular-
„ do, seseque exercendo in inventionibus, execu-
„ tionibusque mathematicis, in arte ratiocinandi,
„ & id quod magis optant, persuadendi, in
„ praeceptis politicae, atque in temporali popu-
„ lorum, regnorumque gubernatione optimi eva-
„ dunt. „ Sunt nempe illa congenita nobis humanarum scientiarum semina non aliud, quam vis animae cogitandi, per quam apti reddimur, ad condiscendas illas scientias. In quo negotio felicius, celeriusque alii, alii lentius, & minus prospero successu desudant. Illos vero, qui quin unquam studuissent, aut quidquam legissent, profectus insignes in humanis, quas author vocat, scientiis fecere, si qui aliquando fuere, adeo raros fuisse existimo, ut argumentum ab his ad alios duci minime posse certum habeam.

ARTICVLVS II.

De nexu Physicae cum studio Medicinae.

§3. Physicae cum studio medicinae nexus tam est patens, ut uberius declarari vix necesse habeat. Est enim medicina ipsa sensu latiore accepta Physicae pars, quae nempe praeter materiam medicam ex tri-

bus

bus naturae regnis decerptam corporis humani ſtructuram, morborum cauſas, & indicia, eorumque medelam pro objecto labet. Inde illud velut adagium: Ubi deſinit Phyſicus, ibi incipit Medicus. Nomine igitur Medici dignus haud foret, qui Philoſophiae principiis haud imbutus ad eam diſciplinam condiſcendam ſe conferret, neque vere alium laboris ſui fructum ferret, quam centurias aliquot formularum medicarum, quibus memoriam oneraret, quasque aegrotis liberaliter deinde praeſcriberet. In hanc ſententiam ſcripſit Cl. Verdrieſius (Proleg. Phyſ. p. 14.) „ Quis enim, niſi „ qui infra ineptum vulgus ſapit, ignorat, quod haec „ (Medicinae) ſcientia, quando Philoſophiam ex„ cludit, & nuda medica eſt, in Empyricorum, abu„ ſive ſic dictorum, biſtrionum, & circumforaneorum „ ampullis, ſuperbiloquentia, & impoſturis tota ſub„ ſiſtat. „

§4. Sed & illud hic paucis perſtringi meretur, quodnam philoſophandi genus medicinae ſtudio ſit conducentius, an illud, quod hypotheſibus ingenioſis ſe commendat, an id, quod obſervationum, ac experimentorum via in effectus naturae inquirit, latentesque eorum cauſas in apricum educere conatur. Qua quidem in re arduum haud eſt ſententiam ferre, quando cognitum omnibus eſt, ab eo inde tempore, quo rejectis veterum hypotheſibus Newtoniana philoſophandi methodus in medicinam eſt recepta, eandem laetiſſima coepiſſe incrementa, & novis in dies, iisque ampliſſimis acceſſionibus augeri. Primus ſcilicet magnus ille Medicinae, & Chemiae Inſtaurator Boerhaave, cum videret utramque hanc diſciplinam multorum fraudibus, aut igno-

Quodnam philoſophandi genus medicinae magis conveniat:

rantia velut pessumdatam, omnia verborum inanium obscuritate tegi, hypotheses innumeras ad libitum effingi, ad quarum genium aegrotorum quoque corpora curarentur, tam gravi malo medelam afferre constituit. Cum itaque in Newtoni scriptis probe versatus esset, videretque methodo, quam Newto institerat, in aliis naturalis scientiae partibus progressus laetissimos factos fuisse, hanc quoque methodum in medicinam, & chemiam felicissime traduxit. Instituis nimirum experimentis, aut observationibus innumeris ex iisdem consectaria quaedam deducere adnititur, quibus tum inter se, tum cum aliis, quae forte ex aliis observationibus derivantur, rite comparatis ad causas ipsas effectuum lente, cauteque progreditur. Hanc Magistri methodum inter Batavos natam per universam fere Europam doctissimi eiusdem, ac immortalis iam modo nominis discipuli Illustris Van-Swieten, Linneaus, Halerus, aliique disseminarunt maximo sane totius humani generis bono.

SCHOL. Prodiit ante paucos hos annos opus quoddam medicum authore Cl. Sauvages, in quo Physicae, quam commendavimus, cum medicina arctissimus nexus luculentis sane argumentis comprobatur. Primo enim doctissimus author morbos in classes certas, has in genera, & haec rursum in species dividit, eo prorsus modo, quo plantas, animalia, & fossilia coordinavit Cl. Linaeus. Deinde vero observationes, & experimenta, quorum ope latentes morborum causas eruere nititur, ita proponit dilucide, ut non modo effectus singulos in plures partes diremtos examinet, verum

etiam

etiam menſuret praeciſione geometrica, & cum aliis comparet, ut adeo inſigni matheſeos, ac imprimis calculi literalis notitia inſtructus ſit oportet, qui inoffenſo pede in operis huius lectione verſari deſiderat.

SCHOL. 2. *Illuſtriſſimus van Svvieten in doctiſſimorum commentariorum, quos in Boerhaavii aphoriſmos conſcripſit, tomo primo refert, Boerhaavium orationem habuiſſe* de uſu ratiocinii mechanici in medicina. *Tum haec ſubiungit:* „ *obſervaverat in curſu ſtudiorum partem matheſeos (ſeu Phyſicae latiore ſenſu acceptae) quae corporum vires ex motu, figura, velocitate, archimedeo radio metitur, mechanicen totam in medicina praetervideri, cum tamen ob fabricam corporis ad mechaniſmum contexti, & ſanguinis circulum ad easdem leges decurrentis non infinitae tantum utilitatis ſit, ſed etiam abſolutiſſimae neceſſitatis.*

ARTICVLVS III.

De nexu phyſicae cum ſtudio iuris.

55. *Nexus Phyſicae cum ſcientia iuris vix ullus videtur, ſiquidem rem oſcitanter tantum conſiderare libeat; at ſi aliquanto accuratius expendatur, facile, opinor, apparebit, eum qui eminere in iuris ſcientia velit, naturalium ſcientiarum cognitione carere haud poſſe. Ac primo quidem Phyſicae latiore ſenſu acceptae inſignis prorſus uſus eſſe poteſt in ea iuris naturae tractandi ratione, quam modernorum nonnulli excolue-* *Nexus Phyſicae cum iure naturae.*

excoluere. Hi enim arctissimum, quod inter animam & corpus intercedit, vinculum ad examen vocantes, illudque perpendentes, pro varia corporis, organorumque corporeorum dispositione varias quoque animae functiones, actionesque esse, multa, quae ad passiones, inclinationes varias, & alia animi pathemata pertinent, ex mechanica cerebri structura, fluidorum per totam corporis machinam diffusorum motu concitatiore, aut lentiore, aliisque similibus explicare adnituntur, eaque in explicatione ad leges staticae, hydrostaticae, & hydraulicae recurrunt. Ita certe Cumberlandius de legibus naturalibus C. II Sect. 22. & aliis in locis frequenter ex magnitudine cerebri humani, copia sanguinis, defaecatione, longiore hominis aetate &c: corollaria plurima deducit, ob quae a nonnullis quoque carpitur, quod totus in Physicis sit. Qui igitur huic iuris prudentiae parti operam navant, si Physicae & Matheseos cognitione destituantur, quo fructu in authorum horum lectione versabuntur? quanam ratione dispicient, an non ultra iustos ii forte limites progrediantur, & dum affectiones animi ex mechanica corporis structura derivare adnituntur, incautis occasionem praebeant, de animae humanae spiritualitate minus recte sentiendi. In quem quidem errorem non alii facilius coniici possent, quam qui naturalium scientiarum rudes eiusmodi librorum lectione distinentur.

Nexus Physicae cum iure civili & Ecclesiastico.

56. Quod si deinde civilem, & Ecclesiasticam iuris prudentiam respiciamus, illud quidem negari non potest, plurima in his non ratione naturali, sed legum, canonumque authoritate decidi. At vero si Iurisconsultorum recentiorum scripta inspiciamus, illud faci-

facile intelligemus, multas in iis tractationes occurrere, quae naturalium scientiarum cognitionem exigunt. Eiusmodi sunt de iure sensuum, de iure circa somnum, & somnia, de non rescindendo contractu emptionis loc. cond. ob metum spectrorum, de praesumptione furoris, & dementiae. De iure circa Astrologiam, de officio & iure medicorum, de ventre, illiusque iure, de iure embryonum, quas certe, hisque similes alias materias haud satis intelliget, qui nulla rerum naturalium scientia imbutus est. Disceptatur etiam a Iurisperitis de iure circa aerem, de iure ventorum, de iuribus diversis ex diversitate climatum natis. Praeterea in servitutibus consideratur lumen, & aqua; flumina, eorumque cursus varii tam in privato, quam publico iure amplam disceptandi materiam praebent. Exstant quoque iurisconsultorum scripta de metallis, salinis, animalibus, arboribus, de auro chemico, & alchymia in republica toleranda, de agyrtis, & circumforaneis, quae omnia Physicae non mediocrem notitiam deposcunt. Pertinet illud etiam ad iuris prudentiam late sumptam, ut agricolis, opificibus, machinarum structoribus, metallurgis &c leges ferantur, quae ut non modo aequae, verum etiam utiles Reipublicae evadant, agriculturae, artiumque variarum peritia opus est. Exemplum ea in re illustre praebuit Gallia: cum enim tinctoribus leges, & statuta fere perspicacissimus Colbertus vellet, Cl. du Fay Academiae Parisinae socio in commissis dedit, ut experimenta plurima ad colores pertinentia institueret, ex quorum experimentorum eventu consectaria eiusmodi deduxit Colbertus, quae tinctioribus artem suam exercentibus pro norma ac regula servirent.

57.

Usus physicae in iurisprudentia criminali.

§7. *Quod si deinde iurisprudentiam criminalem respiciamus, plurima sane occurrent, quae physicae notitiam deposcunt. Diiudicandae nimirum frequenter veniunt laesiones corporeae, inspicienda ac examinauda vulnera; disquirendum praeterea est, an veneno aut alio quovis modo sublatus quis videatur. Ferendum iudicium est de philtris, de superstitionibus, de actionibus melancholicorum, homicidio ab his commisso, αὐτοχειρία & aliis his similibus. Discutiendum est, an v. g. indicium sufficiens magiae Doemoniacae sit non lacrymari? non mergi in aquis? in homicidio communi inquirendum est, num effluvia sanguinis e cadavere occisi ad praesentiam accusati homicidae indicium ad torturam faciant. Quae omnia doctissime pertractat Ioan. Petrus Baniza (Sac. Caes. Reg. Maiest. a Consil. Reg. ac Digest. & Iur. Crim. Professor) in systemate iurisprudentiae criminalis Viennae anno 1758. in lucem dato. In his porro aliisque similibus omni naturalium scientiarum cognitione destitutus haud absque gravissimorum errorum periculo versabitur. Quod superiorum saeculorum experientia sat luculenter comprobatum est; non alteri enim causae magis, quam verae physicae ignorantiae tribuendum est, quod in materia veneficiorum & praestigiarum sententiae quam plurimae sint latae, quas non alia ratione, quam aut communi tum omnium persuasione, aut temporum illorum iniquitate salvas praestare possumus. Suntque adeo immortales augustae Patri parenti agendae gratiae, quod eam noviſſime iudicibus in materia sagarum, veneficiorum & his similium normam praescripserit, quae eosdem ab omni erroris periculo tutissimos praestet.*

§8.

§8. *Erunt fortaſſe, qui dicant, iurisperitis id minime muneris incumbere, ut de rebus, quae ad Phyſicam, aut Medicinam pertinent, ſententiam ferant, adhiberi eum in finem Medicos, Chyrurgos, aliosque artis peritos. Addent & illud: cuilibet in arte ſua perito credendum eſſe. Vitam hominis tot ſcientiis condiſcendis haud ſufficere, eosque qui nimis late per ſcientiarum regna vagantur, ut plurimum ſola contentos eruditionis fama, ad ſolidam doctrinam vix pertingere. Quamvis vero haud ignorem, iurisperitos ſententiam de rebus naturalibus ferre haud debere, eumque in finem alios earum rerum peritos adhibere poſſe, & etiam ſolere, illud tamen primo advertant velim, non raro evenire, ut eiusmodi artis peritorum copia haud ſit, debeatque ipſe iudex ſententiam absque mora ferre, quo certe in caſu omni rerum naturalium cognitione deſtitutus, graviſſimorum errorum periculo ſeſe obiiciet. Accedit & illud, quod dicta naturalium rerum cognitione carens, fidem adhibere, chyrurgo cuilibet, aut in contentionibus de fundis, de fluviorum curſu &c rudiſſimi cuiuslibet ac forte etiam ſtudio partium abrepti, ſententia ſtare debeat, neque diſcerne ulla ratione poſſit, an veritati, aut aequitati conforme illud ſit, quod ab eodem pronunciatur. Quod deinde dicunt, vitam hominis brevem eſſe, neque tot ſcientiis condiſcendis ſufficere, id quidem lubens do; neque illud contendo, Theologum, aut iurisperitum in rebus naturalibus debere eſſe verſatiſſimum, aut vaſtiſſimas illius ſcientiae partes exhaurire, verum eam certe ſibi comparare notitiam, quae illum aptum reddat, ad diſpiciendum in caſibus minus ſaltem intricatis, an cum veritate, aut aequitate illud conſentiat, quod ab al-*

Diluitur quaedam obiectio.

tero, qui consulitur, affirmatur. Eiusmodi vero notitia haud obstabit, quo minus in eius, quam quisque profitetur scientiae abditissimos recessus sese immergat.

ARTICVLVS IV.

De nexu physicae cum artibus liberalibus, literis amoenioribus, & humanae vitae rationibus universim.

§9. *Vastissimus se hic mihi campus pandit usum scientiarum naturalium, & utilitatem maximam exemplis selectissimis declarandi, verum praestituti huic dissertationi termini brevem me esse iubent. Pauca igitur tantum delibabo, ac liberales cumprimis artes, pictoria, sculptoria, architectonica &c insignia illa incrementa, quae hoc nostro aevo coeperunt, non alteri magit causae, quam naturae studio insigniter promoto accepta referunt. Pictoria certe & sculptoria dum demum ad perfectionis culmen assurgunt, cum naturam fidelissime imitantur; quod absque indefesso eorum obiectorum, quae repraesentanda sibi sumunt, examine, & contemplatione vix quidem obtinebunt: Leges opticae, doctrina de umbris corporum opacorum, radiorum lucis proprietates diversae, Pictoriae facem praeferunt. Anatomia, seu sectio corporum animalium, doctrina proportionum, particures quidem mechanicae staticaeque tractatus sculptoribus plurimum utilitatis adferunt. Architectonica vero, plurima ex Physica decerpit: haec certe illam docet, arenae, calcis, lignorum, aliorumque quibus ad struendae aedificia opus habet, qualitates dignoscere eaque ad*

Nexus physicae cum artibus liberalibus.

usum

usum suum rite praeparare. Quae deinde ad aedificiorum sive firmitatem, sive commoditatem, sive elegantiam pertinent, non aliunde rectius, quam ex variis naturalis scientiae partibus haurire potest. Quod si deinde amoeniores quoque literas respiciamus, illud se primum offeret, eos, qui in his praecellunt, elegantiae causa a naturalibus saepe rebus similitudines ducere, quae earundem cognitionem pro fundamento ponunt. Certe Virgilii Eclogae, Vanierii praedium rusticum haudquaquam eam tulissent apud posteros commendationem, si eorum authores naturalium rerum cognitione caruissent.

Nexus physicae cum vitae humanae ratione universim.

60. *Quod si deinde vitae humanae rationes universim dispiciamus, si commercia publica, artefacta omnis generis, & quaecunque ad vitae commoda, publicamque felicitatem pertinent, examinemus, illud non difficulter intelligemus, omnia ista incrementa maxima ex naturalium scientiarum augmentis & capere posse, & vero etiam coepisse. Anglia, Hollandia, Gallia exemplo esse possunt, quibus in terris & liberales artes omnes & machinarum structiones, & Fabricae mercium, ad humanae vitae sive necessitatem, sive commodum pertinentium summum perfectionis gradum attigerunt; verum in his ipsis quoque regionibus naturalium rerum scientiam studio indefesso excultam fuisse notius omnibus est, quam ut uberius declaretur.*

O. A. M. D. G.

PHYSICA GENERALIS,

QVAM

AVDITORVM PHILOSOPHIAE VSIBVS

ACCOMODAVIT

LEOPOLDVS BIWALD

E SOCIETATE IESV,

PHYSICAE

IN

VNIVERSITATE GRAECENSI

PROFESSOR PVBLICVS,

ET ORDINARIVS.



GRAECII,

SVMTIBVS IOSEPHI MAVRITII LECHNER,

BIBLIOPOLAE ACADEMICI.

TYPIS HAEREDVM WIDMANSTADII.

1767.

0-18-0-1644
8°-6716

Bibliothecae Cntus Gnrls Vilnensis O.P. accessit, sub Prioratu A.R.P. S.T. Magistri Ildephonsi

Bylewski

Prioris Cntus

pretio Flor.

1.9.

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 complecteretur, 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, aliique luculentis commentariis illustraverint, eorumque usibus accomodarint, quos sublimium calculorum ignoratio 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 Authoribus nequiquam requiras, quorum cognitione modernae Phyſicae Auditores carere haud debere exiſtimavi.

Hanc porro Phyſicam conſcribenti illud primo loco ob oculos verſatum eſt, tempus omne quod utiliſſimo huic ſtudio impenditur, Auguſtorum voluntate decem menſium intervallo contineri; deinde ad illud etiam conſtanter reſpexi, eos, qui ad Phyſicam accedunt, non alium, quam primorum matheſeos elementorum apparatum ex primo Philoſophiae anno adferre. Praeſtituti temporis brevitas effecit, ut complures materias, quae nec dignitate, nec utilitate carent, vel miſſas omnino facerem, vel leviſſime tantum, ac pro hiſtorica fere Auditorum notitia attingerem. Demonſtrationes deinde omnes, quae vel ſublimiorum calculorum notitiam depoſcunt, vel amplitudine ſua tyronum patientiam fatigant, exulare iuſſi, probe memor, Auditores meos noniſi primis mathe-

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 adniſus. Experimenta pleraque deprompſi ex Muſſchenbroekii 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. Adiumento 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 censerem, eam quam amplexus sum sententiam, ad veritatem propius accedere.

Historiam philosophicam compluribus sententiis aspersi, quod ea res & eruditioni inserviat, & tyrones demonstrationum, aut mediationum duro labore fractos 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 omnibus 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.

CON-

CONSPECTVS PHYSICAE GENERALIS.

PARS I.

DE CORPORE IN GENERE ET MOTV.

SECTIO I.

DE CORPORE IN GENERE.

		Pag.
Articvlvs I.	Quid nomine corporis veniat	1
Art. II.	De soliditate	5
Art. III.	De apparente corporum compenetratione, sive de porositate corporum	6
Art. IV.	De extensione	8
Art. V.	De divisibilitate corporum	10
Art. VI.	De mobilitate corporum	15

SECTIO II.

DE MOTV IN LINEIS RECTIS.

Art. I.	Notiones praeviae	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

SECTIO 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

SECTIO

SECTIO 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 proiectili 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 ellipſi - - - 91

PARS II.

DE PRINCIPIIS CORPORVM, ET GENERALIBVS EORVNDEM AFFECTIONIBVS.

SECTIO 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

SECTIO

SECTIO 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

PARS III.

DE CORPORVM VNIVERSVM HOC CONSTITVENTIVM DISPOSITIONE, MOTVVMQVE COELESTIVM CAVSIS.

SECTIO 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

SECTIO II.

DE MOTVVM COELESTIVM CAVSIS.

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

PHY-

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 dispositione, motuumque coelestium causis actura est.

PARS I.

DE CORPORE IN GENERE, ET MOTV.

SECTIO I.

DE CORPORE IN GENERE.

ARTICVLVS I.

Quid nomine Corporis veniat.

I.

Quid corpus?

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.

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

ſicis 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 perpaucas 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.

SCHOLION. Ut porro intelligi poſſit, quanam 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 *non*niſi 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 inſerebatur. „Si praecidas, inquit Gallenus, nervi medullam, „con-

„continuo membrum, cui nervus inſeritur, ſtupidum omni„no, & immobile reddideris. Similiter obſervante Boer„haave, ſi nervus bruti animalis vivi, v. g. cruralis ner„vus cani, denudetur, ligetur plano vinculo, taenia ali„qua, 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, 1mo. in obiectis ipſis certa vis, ſeu quantitas motus requiritur, qua 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 feles, veſpertiliones &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 obtundit, 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 poſ-

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 subsant, notantur; facile intelligemus, alia esse, quae in corporibus universis, omnique 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 atrractiva, &c. quae tamen quoniam a nonullis 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 dispescuntur. Corporibus firmis soliditatem competere obvia phoenomena 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 transudant. 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, specularum concavorum ope, in aere effictas; cum illas tactui minime resistentes notemus, solidas esse negamus.

ARTICVLVS III.

De apparente corporum compenetratione, ſive de poroſitate corporum.

10. Notantur phoenomena quaedam, quae compenetrationis ſpeciem referunt, ut cum mercurius in aurum, argentum, aes, & metalla reliqua demto ferro, ſeſe penetrat. *Quid pori?* 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 1mo. corpora omnia, ſi in lamellas tenues rediguntur, 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 *Fig. 1 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:

cae: aut vero * intra campanam vitream ſuſpendatur veſica ad medietatem fere fluido quovis repleta. Rarefacto intra recipiens aere, liquor * per lignum veluti per cribrum foraminibus pertuſum, in vaſculum D guttatim depluet, in altero vero caſu * per veſicam guttatim item erumpet. * Fig. 2 * Fig. 1 * Fig. 2

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 argentae 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.

ARTICVLVS IV.

De Extensione.

Quid extensio?

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

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

SCHOLION 2. Extensio mathematicis 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 quotcunque 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 Figura?

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

SCHO-

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 tenuissims, 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, & rursum horum quisque e sex lymphaticis componitur. Constantiam figurae affectant praecipue salia, quae aqua soluta, hac deinde evaporante in corpora concrescunt figurae saepe admodum regularis, & aequalis semper in eadem salium specie.

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

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 sensibilium 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 respectivae 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 omni„no 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 aeque magnum dimidii „pondo; foret in hoc corpore tantum pororum, quam so„lidi. Quia aurum est valde grave, & tamen porosum, ali„quid colligere licebit; supponamus eius volumini tantun„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 po„rorum in aqua ad eam in auro, ut 19, 5 ad 1. sive 39 ad 2. „Sed supposuimus auri partem semissem esse solidam, ut igi„tur 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 ex„tensa pororum aequalis 38. Est aurum 81, 5, gravius su„bere, hinc in subere erit volumen inanitatis ad solidi vo„lumen, ut 163 ad 1.„

ARTICVLVS IV.

De Divisibilitate Corporum.

Quid divisibilitas?

19. Omne corpus, quod sub sensus 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 stricte, seu mathematice tale (15) in infinitum divisibile est.

Demonstratur ab Euclide, & ex illo a plerisque Physicis.

Scho-

SCHOLION. 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 dividi „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 potest „rit in partes 1800 · 1800 quadratas, & tota 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 partes 13200000. Quod si consideremus fila „argentea inaurata, granum auri acquirit superficiem 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 milliarium ambitum rivulus, ex cuius arena per loturam, sensibilis auri portio erui nequeat. Per microscopia in unica aceti guttula animalcula plurima deprehenduntur, 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 sabuli 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 exilitatem comprobandam 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 definiri 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 tan„tum terminos effici. Id enim ordo conſtans „univerſi, quo ex diſſolutis regenerantur ea„dem corpora, ſemper cum iisdem proprietati„bus, pari modo, & tempore in iisdem regio„nibus, demonſtrare videtur - - - - - - - „neque ulla nova genera rerum obſervantur, „ſed ſemper eadem animalium, plantarum, „foſſilium, cum omnibus proprietatibus, & „characteribus nunc generantur, ac ante cente„nos annos; quamobrem, quae reſolvuntur, „corpora & nutrimentum aliorum evadunt,

„non

„non in infinite parvas partes diſſolventur: „Ex hiſce enim vario acervatis modo orirentur „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; ſit 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.

SCHOLION. Hoc incrementum ſuperficierum diverſis phaenomenis explicandis inſervit. Quoniam enim corpora quaedam agunt in ratione ſuperficierum, auctis iisdem, eorundem vim agendi plurimum increſcere manifeſtum 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 inſtar pyrii pulveris disjiciens.

AR-

ARTICVLVS V.

De Mobilitate Corporum.

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

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 fugiunt, 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.

SCHOLION. Erant sophistae quidam veteres, qui impossibilitatem motus argumentis quibusdam, vel rectius fallaciis evincere conabantur. Unum e multis afferam a Zenone propositum. Ponatur, aiebat Zeno, Achilles cursor velocissimus 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 assecutus: dum rursus Achilles spatium hoc conficiet, testudo milliaris partem $\frac{1}{10000}$ percurret, hanc dum emetiatur Achilles, testudo per partem milliaris $\frac{1}{1000000}$ promovebitur, & ita porro in infinitum: nundum igitur Achilles testudinem assequetur, quod absurdum est. Verum solutio fallaciae huius nullam illis difficultatem faceret, quibus summatio serierum etiam in infinitum progredientium cognita est. Quippe pars horae $\frac{1}{100} + \frac{1}{10000} + \frac{1}{1000000}$ &c. series est quantitatum in proportione geometrica decrescentium, cuius summa quantitati finitae aequalis est, scilicet uni parti horae nonagesimae nonae: assequetur igitur Achilles testitudinem post horam unam, & $\frac{1}{99}$ horae. Atque ita ex ipsis algebrae elementis solvitur argumentum, quod tanquam insolubile 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 *Achillem 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.

SECTIO 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.

ARTICVLVS I.

Notiones praeviae.

Quid motus, & quies?

27. *Motus* est translatio corporis de loco in locum. *Quies* eiusdem in eodem loco perseverantia. 28.

28. Notio motus ſequentium rerum ideas in nobis excitat: vis motricis, ſeu potentiae, quae illa demum cunque ſit, cui motus tanquam cauſae efficienti tribuendus eſt; Mobilis ipſius, quod locum mutat; Spatii a mobili confecti, cuius nomine intelligitur linea illa, quam mobile puncti inſtar conſideratum percurrit; Temporis, quo motus perdurat. *Quid vis motrix?* *Quid ſpatium?*

29. Ex comparatione ſpatii, & temporis enaſcitur idea celeritatis. Unde *celeritas* recte dicitur relatio ſpatii ad tempus: tanto enim maior cenſetur celeritas, quo maius eſt ſpatium eodem tempore confectum, vel quo breviori tempore ſpatium idem conficitur. *Quid celeritas?*

30. *Directio* mobilis deſumitur ex ſitu vario ſpatiorum, quae mobile percurrit. *Quid directio?*

31. *Motus abſolutus* eſt, dum mobile reipſa reſpectu terminorum, quos in immenſis univerſi huius ſpatiis concipimus, locum mutat. *Quid motus abſolutus?*

32. *Motus relativus* eſt, dum mutatio loci ad determinatum quoddam ſpatium, vel ad determinata quaedam corpora, vel obiecta refertur. *Quid motus relativus?*

33. Conformiter ad praedicta corpus *abſolute* quieſcit, dum reſpectu nullius aſſignabilis termini locum mutat. *Relative* vero tantum quieſcit, dum ſolum reſpectu quorundam determinatorum obiectorum eandem diſtantiarum relationem conſervat. *Quid quies abſoluta?* *Quid relativa?*

SCHOLION I. Si quis in navi aequabiliter progrediente ſedeat, aut erecto corpore conſiſtat, is abſolute moveri, relative vero, id eſt, reſpectu partium navis quieſcere cenſe-

ſetur. 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 quapiam 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 quaepiam ſive per ſe conſtans, ſive quae talis ſupponitur, occurrit, aut ſola, aut aliis etiam iuncta; tum vero citra rationis variabilium mutationem, ea formula ſimplicior redditur, ſi 1 in locum cuiusvis quantitatis conſtantis ſubſtituatur, reductionibus adhibitis, quas ea ſurrogatio exigit. 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 abſolu-

„tum

„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 $q = \frac{1}{z}$, qua non „aequalitas quantitatis q cum unitate divisa per z, sed „mutatio in ratione inversa quantitatis z designatur. „

SCHOLION 2. Ut doctrina superiore Scholio tradita usu ipso declaretur, iuvabit ex eodem authore exemplum sequens subiungere. „Ex notissimo axiomate effe-„ctus sunt proportionales suis causis: sequitur, inquit lau-„datus author, si effectus dependeat a causis pluribus di-„sparatis, vel heterogeneis, sive si eius productio habea-„tur concursu plurium agentium, semper fit ut produ-„ctum ex causis, quae dum crescunt, ad effectus incre-„crementum conferunt, divisum 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 robur, „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, fingu-„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 crescet in triplum, „eritque $E = \frac{3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot 1} = 3 = N$. Augeatur dein sin-„gulorum equorum robur in ratione 1 ad 4, sive 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 eaedem equorum vires ad translatio„nem carpenti quintuplo efficaciores 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 adiiciatur, 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 $E = \frac{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 2}{4 \cdot 2} = 15 = \frac{NRCT.}{PL}$„

Scholion 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 eaedem 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, & aeqalis est reactio.

ARTICVLVS II.

De motu aequabili simplice.

Quid motus simplex?

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

Cor-

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

36. In motu aequabili celeritas eſt aequalis ſpatio 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 $C = c$, ſive $C = 1$, 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 ſpatio 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 $C=\frac{1}{T^2}$.

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.

SCOLION. 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

ARTICVLVS III.

De Motu composito.

Quid motus compositus?

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

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

SCHOLION 2. Ut motus compositi ideam clariorem nanciscamur, considerandum cum la Caille pauliſper erit, quid homini in navi ventis impulsa 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 cur„su abrepta, lapis secundum eandem directionem in corpus „immotum proiiciatur, 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, praeterla„bente navi iugo, pontis opponeretur, iam navis velocitas „ictum aliquem adversus iugum efficeret. At vero, si „eadem vi lapis idem in iugum proiiciatur, navi iam pon„tem praetergressa; debilis admodum fit ictus, quando„quidem contraria navis celeritas tanto magis iugum „feriendum lapidis proiecti viribus subtrahit, quo ipsa „maior est; quod si deniqne 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 cor„pus navi quiescente describeret, pervenit, sed media „quadam inter utramque.

41. Si virium quotcunque 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-

rectionem 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 perallelogrammi diagonalem percurret.

* 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 linem AC, idem mobile vi utraque simul agente percurret 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 angulus A = D, item ob parallelas CE, & FB angulus E = 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 nuſpiam 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 quotcunque, reduci poſſunt ad tres, duas, unicam, aut quemvis

numerum datum. Componendo enim binas in diagonalem, haec binis illis ſubſtitui, ac cum tertia vi rurſum 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.

ARTICVLVS 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 lege decreſcat, motus erit uniformiter *retardatus*.

Quid 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.

SCHOLION: 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 temporis pusculis 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 progressione 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 distantiis, poni ea debet.

Cor.

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

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

Cor. 8. Cumque universim sit $c = \frac{s}{t}$, si loco s ponatur vt^2, erit $c = \frac{vt^2}{t} = vt$.

Scholion 1. 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 progredietur 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, Deschales, 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 assurget.

AR-

ARTICVLVS V.

De motu corporum per plana inclinata.

Quid planum inclinatum? Fig. 7.

48. *Planum 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 mulctata, ferretur; quod si incumberet plano horizontali, gravitatem omnem deperderet. Igitur, quo acutior est angulus inclinationis, id est, quo propius ad directionem plani horizontalis accedit, 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. 1. 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 constituatur 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. 1. 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 nanciscì 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)

(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 * vel ut AB: AC*

* *Fig.* 7
* *Fig.* 8

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.

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 continuae 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 respectivae ad absolutam $= AB : AC$ (51) ratio vero temporum ut AC: AB, (56) erit celeritas in $C = AB \cdot AC$, in B vero aequalis $AC \cdot AB$, quae est ratio aequalitatis.

Cor. 1. Eodem modo ostenditur, celeritatem in F fore aequalem celeritati in B. Hinc universim celeritates omnes ex eadem altitudine labendo acquisitae aequales 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.

COR. 3. Quod si etiam descendat motu libero, & continuo per plana infinite parva, sese continenter exci-
* *Fig.* 11. pientia AB, BC, CD *, quae solum serviant ad directionem motus, & quorum anguli B, C infinite parvi celeritatem mobilis non mutent, 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 nanciscereturr.

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 decrementa patiatur; Est enim demonstrantibus PP. Le Seur & Jacquier celeritas, quam per singula curvae latera amittit mobile, quantitas infinite parva secundi ordinis.

58.

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

Est enim descensus per AB *ad tempus descensus per ab, ut √AB : √ab (47. Cor. 4.) Item tempus descensus per BC: tempus descensus per bc, ut √BC: √bc; cumque sit AB: ab=BC: bc = √AB : √ab: sic quoque erit tempus descensus per CD ad tempus descensus per cd = √AB : √ab, vel = √BC: √bc, vel = √CD: √cd, vel = √EG: √eG. * *Fig.* 12

Cor. Cum circuli sint polygona infinitorum laterum, arcus similes circulorum sunt plana similia, similiter inclinata, hos igitur percurret 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. Omne mobile, quod vel actu movetur, vel moveri nititur, certa quadam, & determinata celeritate movetur (29), quae ipsa est vel *initialis*, *elementaris*, *potentialis*, & notatur in corporum pressione, uti dum globus plano incumbens illud premit, vel e filo suspensus illud extendit: quae celeritas propterea initialis dicitur, quia si motus reipsa sequere- *Quid celeritas initialis?*

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 a 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 pressionibus 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 asserenda producit.

Quid aequilibrium?

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 experte, 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 convertendo lineam AB circa punctum C, si A descendat, B attolletur, quod supposita eadem quantitate motus in utroque corpore fieri non posse manifestum est.

* *Fig.* 13.

61.

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

COR. Cum maſſae duae circa centrum aequilbrii 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 diſtantiis, 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 aequilibrii.

Quod si enim motus sequatur, dum massa A* describit arcum Aa, massa B attolletur 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 aequilibrii.

* Fig. 14

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

64. Si massae sint aequales, centrum aequilibrii erit in medio lineae rectae massas eas nectentis.

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 aequilibrii.

* Fig. 15

COR. 1. Si in centro aequilibrii applicetur vis Cc* aequalis summae virium A + B, & contraria agens directione, effectus omnis eliditur.

* Fig. 16

Cum enim C sit centrum aequilibrii, 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.

COR. 2. Idem eveniet, si in centro aequilibrii 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 aequilibrii applicatae ponantur.

SCHOLION. Cum posita aequalitate massarum A & B, Centrum aequilibrii 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 aequilibrii inter massas binas reperiatur, rectam, massas eas iungentem, in harum massarum ratione reciproca secandam esse.

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

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

COR. 1. Quae igitur de centro aequilibrii 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, rurſumque 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 1. 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 te-

tenui facile insistunt, 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.

SCHOLION 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 communegravitatis 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 . Aa + B . Bb = A + B . 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. * Fig. 18

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 . AM = B . BN. Est vero (ob Aa = Cc + AM, & Bb = Cc — NB) A . Aa + B . Bb = A . Cc + A . AM + B . Cc — B . BN ; igitur A . Aa + B . Bb = A . Cc + B . Cc = A + B . Cc.

COR. 1. 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 * si massae A, & B, quarum commune gravitatis centrum sit C, agant in planum LI, erit A . Aa — B . Bb = A + B . Cc. * Fig. 19

Hoc enim in casu erit A . Aa—B . Bb=A . Cc + A . AM—B . BN + B . Cc=A + B . 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 debebit 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 . Aa + B . Bb=A + B . Cc; quodsi ergo etiam G sit commune centrum gravitatis, erit quoque A . Aa + B . Bb = A + B . Gg, ac proinde erit Gg = Cc, quod est absurdum.

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

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

Sint massae binae A, & B, * quarum commune 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; quodsi 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 perstat, sive quiescit. * Fig. 21

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

Sint rursum massae duae A, & B *, quarum commune gravitatis centrum sit C, erit (66) A . Aa + B . Bb = A + B . Cc. Progrediatur A in D, & B in E, sitque tunc earum gravitatis centrum commune G: erit denuo A . Dd + B . Ee = A + B . Gg. Quod si subtrahatur a priore, relinquetur A . AM + B . BN = A + B . 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 . DM + B . EN = A + B . GK. Cum ergo massae A, & B ponantur moveri motu aequa- * Fig. 22

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 + B . BN ad A . DM + 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. 1. Si spatia AM, & BN spectentur tanquam latera homologa duorum polygonorum symetricorum, concentricorum & similium, patet, etiam CK fore latus homologum alterius polygoni symetrici, concentrici, & similis; id quod etiam ad curvas extendi potest. Unde licebit hunc in modum cum La Caille concludere: si corpora quotcunque describant singula eodem tempore curvas symetricas, 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 quotcunque corporibus constantis, vel quiescet, vel describet eodem tempore curvam concentricam, symetricam, ac similem.

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

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

AR-

ARTICVLVS II.

De conflictu corporum.

69. Dum 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?*

SCHOLION. 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, ac- * *Fig.* 23

ce-

cedent ad se quantitatibus motuum aequalibus, seu celeritatibus massae reciprocis, ut adeo si massa magnetis sit ad massam ferri = 2 : 1, magnete percurrente lineam B C unius pollicis, ferrum lineam A C duorum pollicum sit per-
* Fig. 24 cursurum. 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 phoenomena, 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, & terra 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 quandocunque 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 proiicit, simul aequalem vim in terram exerit; „hinc centrum gravitatis terrae, & lapidis nihil penitus „mutationis subit.

Cor. 1. Quod si ergo corpus in alterum quiescens impingat, quidquid motus in quiescente producitur, tantundem in incurrente per quiescentis reactionem destruitur. 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 corpore 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 impingat, 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 conflictum corpori B tres gradus motus accedant, totidem per eius reactionem in corpore B destruentur.

Cor.

Cor. 3. Si igitur corpus unum in alterum sive quiescens, sive 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, exstincto 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 exstinctis 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.

Scholion. 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, ſive celeritas, aut ſtatus quieſcendi, vel movendi uniformiter in directum ante, & poſt actionem iſtam eadem erit.

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

73. Corpus perfecte *durum* eſt, cuius partes ictui nulli cedunt, nullaque vi comprimi ſeſe ſinunt. *Quid corpus durum?*

74. Corpus *molle* eſt, quod impreſſioni cuilibet cedit, partes vero eius compreſſae ad priſtinum ſeſe ſitum haud reſtituunt. *Quid molle?*

75. Corpus *elaſticum* eſt, cuius partes comprimi ſeſe ſinunt, compreſſae vero eadem vi (ſiquidem perfecte elaſticum fuerit) qua compreſſae fuere, ſeſe reſtituunt. *Quid elaſticum?*

SCHOLION 1. Quantum a poſteriore colligere licet, nullum habemus corpus ſive perfecte durum, ſive molle, ſive elaſticum: regulae tamen traduntur pro eorum collisione, quae utilitate ſua non carent.

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

76. Si duo corpora non elaſtica, quae eadem directione, ſive 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, peracto conflictu verſus C progredientur quantita- * *Fig. 20*

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 easdem fore, patet ex actionis, & reactionis aequalitate superius (71. Corol. 3.) expositа.

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 C A, post ictum quiescet; quippe ob excessum massae obstaculi A B celeritas omnis globi C obstaculo huic communicata, perque eius actionem elisa est.

Cor.

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 (praec.) 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 divisae per summam massarum.

Cum enim in hoc casu post conflictum corpora ambo moveantur quantitate motus eadem, quae 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. Habetur 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 praecedens, erit celeritas communis post ictum aequa-

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

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

79. Si duo corpora non elaſtica confligant directionibus oppoſitis, poſt conflictum progredientur ſecundum directionem fortioris quantitate motus aequali differentiae quantitatum motus, quibus ante impactum ferebantur.

* *Fig.* 28 Moveatur globus A*, cuius maſſa $= 1$, celeritas vero $= 12$, orientem verſus, globus vero B eiusdem maſſae celeritate $= 8$ occaſum verſus progrediatur, peracto conflictu orientem verſus progredientur quantitate motus $= 4$.

Cum enim in hoc caſu (71. Corol. 4.) aequalis mutatio utrique globo eveniat, aequalis quantitas motus in utroque globo deſtruetur, 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 fuerint, globi ambo poſt ictum quieſcent.

80.

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

81. In conflictu corporum perfecte elasticorum corpus utrumvis acquirit, vel deperdit 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, & 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-

* Fig. 29

do se habet, ut in corporibus non elasticis: quod vero ad alteram actionum seriem spectat, * Fig. 30 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* imprimentur; 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.

Cor. 3. Sint globi elastici aequales 6, quorum centra sint in eadem linea recta: * in horum primum B incurrat * Fig. 31 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, & quantitatibus motuum aequalibus confligant, post ictum eadem vi a se recedent, qua ante ictum accesserant.

Quod

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

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 $\frac{2MC}{M+m} = \frac{48}{6} = 8$, qua globus B ortum versus progredietur. Celeritas vero globi A fuisset in hypothesi 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 rursum duo gradus celeritatis eadem directione imprimentur: 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 $\frac{2MC}{M+m} = \frac{24}{6} = 4$; globus vero A in hypothesi prius post impactum progrederetur 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 imprimentur: cumque bini gradus celeritatis, quibus ortum versus ferretur eidem superfint, 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 hypothesi 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 incurrentis A celeritas in hypothesi 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 hypothesi elasticorum, bini eidem celeritatis gradus supererunt, quibus ortum versus progrediatur.

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

pora forent perfecte dura, post impactum progrederentur directione incurrentis A * ortum versus celeritate = $\frac{MC-Mc}{M+M} = \frac{12-4}{4} = \frac{8}{4} = 2$: globus A igitur in hac hypothesi quatuor celeritatis gradus amisisset, binisque residuis ortum versus progrederetur; 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 hypothesi perfecte durorum ortum versus progressus fuisset celeritate eadem $\frac{MC-Mc}{M+M} = \frac{12-4}{4} = 2$; igitur in hypothesi praesenti eadem directione feretur celeritate = 4. Cum vero conflictus oppositа directione fiat, globus B etiam ut corpus impingens considerari debet, quo respectu gradus illos binos celeritatis, quibus ante conflictum versus occasum ferebatur, oppositа directione recuperabit; quos si addas prioribus illis quatuor, patescet, globum B ortum versus sex celeritatis gradibus progressurum. * Fig. 36

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. *Machina* 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, no- *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 constituatur, 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.

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

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

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

SCHOLION 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 denuo sustollantur, ut rursum 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 nisu 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 machina simplex? *Quid composita?*

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.

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

Quid vectis?

88. *Vectis* mathematice 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 resistentia, 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 resistentia occupet, is secundi generis, seu homodromus; si denique potentia in medio applicetur, tertii generis dicitur.

Et quotuplex?

89. In vecte potentia erit aequalis resistentiae, si ea fuerit ad resistentiam 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 arcum Bb percurret, 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. * Fig. 37

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 AD*n*, BD*m*, circa axiculum D, veluti circa fulcrum 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 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, 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 promoven- * Fig. 38 * Fig. 39 * Fig. 40

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.

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

* *Fig.* 41

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

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.

* *Fig.* 42

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 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. * *Fig.* 43

94. *Axis in peritrochio* tum horizontalis * tum verticalis * eſt cylinder ſolidus, circa axem ſuum mobilis, cui adnectitur circulus, vel rota, vel horum loco ſcytalae, vel radii transverſi infiguntur. *Quid axis in peritrochio?* * *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 ope cylindro adnectitur, peripheriam cylindri deſcribit: ſunt itaque ſpatia potentiae & reſiſtentiae ut peripheria circuli ad peripheriam cylyndri, ſive ut radius circuli ad radium cylindri; ſi igitur in horum radiorum ratione inverſa potentia ad reſiſtentiam fuerit, ei aequilibratur. * *Fig.* 44

Scho-

SCHOLION. 1. Dum funis craſſior eſt, vel ſaepius cylindro circumvolvitur, radio cylindri addi debet radius funis.

SCHOLION 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 trudat 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.

98. *Cochlea* est cylinder A, in prominentes 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. *Quid cochlea?* * *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 in eandem aciem desinens. *Quid cuneus?*

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

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, cultrorum 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, theoriam 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, & restistentis 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.

Quae obſtacula motus in vecte?

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: affrictus trochleae tum cum axe ſuo, tum etiam eius planorum lateralium cum loculamento. In axe in peritrochio notanda rurſum ſunt primo: funium pondus, & rigor. Secundo: eorundem craſſities: haec enim facit, ut diſtantia ponderis ab axe cylindri augeatur: accedit affrictus axiculorum, circa quos tota machina intra fulcrorum cavitates volvitur. In plano inclinato difficultas maxima in affrictu ſuperficierum conſiſtit. Affrictus 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 in trochleis?

Quae in axe in peritrochio?

Quae in plano inclinato?

Quid affrictus?

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 frictionum leges conſtituere hactenus 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 perſtabit, cuius rei exempla praebent rupes, & montium latera, quae in planis fere verticalibus immota longo annorum tractu perſiſtunt.

103.

103. Ad minuendum affrictum conducit primo: si superficies atterendae poliantur, laevigentur. Secundo: si eaedem minuantur, quod in iis, quae circa axes suos volvuntur, obtinetur, si ea instruantur 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 CD motu radente incedat. quam si rota C** super planum AB volvatur. *Qua ratione affrictus minuatur?* * *Fig.* 50 ** *Fig.* 51

SECTIO IV.
DE MOTV IN LINEIS CVRVIS.
ARTICVLVS I.
De motu in lineis curvis in genere.

104. Motus 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 repraesentant (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 impulsum a duabus, aut quotcunque 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.

Im-

Impellant mobile vires duae, quae vel ambae motum aequabilem, vel ambae motum eadem lege acceleratum producant. Dividantur lineae AB *, AC in ratione 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. * Fig. 52

Repraesentet iam AC * vim aequabilem, AD vero vim constanti quadam lege accelerantem; erit rursus mobile successive in punctis I, K, H. In hac vero hypothesi triangula AEI, AFK, ACH similia haud erunt (est enim AE = EF, & AB < BG): cum igitur anguli E, F, C aequales sint, 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. * Fig. 53

SCHOLION. Linea curva, quae dicta ratione describitur, *traiectoria* vocatur.

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

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.

* Fig. 53

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 subsequentibus 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 eaedem 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. Cor.

SCHOLION. 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 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

* *Fig.* 54

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 1. Theoremati huic innititur doctrina de motu gravium terrestrium oblique proiectorum, in quibus vis proiectionis motum aequabilem, vis vero gravitatis, (undecunque ea demum habeatur) motum uniformiter acceleratum producit: quamobrem globi e tormentis oblique eiecti, aquae item ex angustis canalibus directione ad horizontem inclinata prosilientes, lineas curvas ad parabolam utcunque accedentes describunt.

Origo balistica.

SCHOLION 2. Hinc etiam ortum duxit *balistica*, id est, ars globos omnis generis ex fistulis ferreis eiiciendi, datumque scopum feriendi. Posito enim quod corpora gravia oblique proiecta parabolas 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 proiectionis. Tertio: data vi proiectionis, invere elevationem requisitam, ut scopus propositus feriatur. Quarto: determinare maximam altitudinem, ad quam globus eiectus attolli potest &c:

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

„tae ad eos angulos directae. Verum qui penitius perſpe-
„ſpectam habuerunt theoriam reſiſtentiae, quam fluida cor-
„poribus in iis motis opponunt, vim, qua aer pilis fer-
„reis, atque igniariis globis obſiſtit, 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 proiectionis 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 eiectum e 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. „

Scholion 4. Inde eſt, quod Scholio primo ſuperiore aſſeruimus, 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. *Pendulum* univerſim vocatur corpus quodvis e filo, puncto immobili affixo, ſuſpenſum. Quod ſi corpus hoc grave puncti inſtar conſideretur, filumque, aut eius loco virga metallica maſſae omnis, & gravitatis expers habeatur, pendulum erit *ſimplex*. *Quid pendulum?* *Quid pendulum ſimplex?*

110. Si pondera plura in eadem virga rigida, & gravitatis experte appenſa ſimul oſcillent, pendulum *compoſitum* erit. *Quid compoſitum?*

111. *Oſcillatio* penduli dicitur motus, quo pendulum a perpendiculari AD* remotum, ſi- *Quid oſcillatio penduli?*

* Fig. 55

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, sive 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, *centrum oscillationis* dicitur.

Quid centrum oscillationis?

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 ſive unum, ſive plura infinite parva, 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 invenietur.

SCHOLION. In iis, quae de pendulorum oſcillationibus hactenus dicta ſunt, ſupponitur in puncto ſuſpenſionis D affrictum omnem abeſſe, pendulumque moveri in medio non reſiſtente. Quoniam vero in ipſo pendulorum uſu in puncto ſuſpenſionis affrictus 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 circulorum inaequalibus, ita tamen exiguis, ut a chordis sensibiliter non differant, pro isochronis haberi possunt.

* *Fig.* 57 Quod si quidem * arcus Be & Bf ita fuerint exigui, ut a chordis BD, & BC sensibiliter 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 hypothesi ad sensum aequales fore, manifestum est.

Scholion. 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 *cyclois* appellatur. *Quid cyclois?*

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

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

Scholion. Has cycloidis proprietates demonſtrant Newtonus, Leibnitius, Hoſpitalius, Bernoullius, Boſchovich, atque ex his Mechanici, Phyſicique 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.

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

Cor. Erunt igitur tempora oſcillationum per arcus omnes utcunque inaequales iſochrona.

Scholion. Applicatio iſta hodie iam fere antiquata eſt propterea, quod arduum admodum ſit formam ſemicycloidis laminis CE, & CF perfecte inducere. Quam ob rem a demonſtrandis curvae huius proprietatibus etiam 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 distantiis) 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 proiectili 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 unica impulsum tempore primo describat lineam AD; quodsi 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 percur-

* Fig. 60

ret, & ita porro: describet ergo polygonum DGK&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 DGK&c, quae traiectoria dicitur.

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

SCHOLION 2. Vis DF, GI motum aequabilem producens, dicitur *vis proiectilis*, vel *vis tangentialis*; vis vero DH, GL, &c mobile versus punctum C urgens, *vis centripeta* audit, ambae communi vocabulo *vires centrales* nominantur.

Quid vires centrales?

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 excerpsimus: „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. DF „effectum vis tangentialis, si nulla adesset vis centripeta; „recta vero FG, vel DH effectum solius vis centripe„tae, si vis tangentialis omnis abesset. Nihil sane isthic „est praeter illa duo, quorum compositione progignitur „motus per arcum DG. Virium istarum coniugatio fa„cit, ut mobile accedat a tangente versus centrum quan„titate FG. Quod si vero vis centripeta abfuisset, „mobile per tangentem DF abeundo, a centro C recessisset „quantitate GF. 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 absit, quae, cum praesto est, plenum habet effe„ctum, accessum nempe mobilis ad arcum ipsum: accessus „au-

Animadversio de vi centrifuga.

„ 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.

SCHOLION. Dum in hac propositione additur *caeteris paribus*, intelligitur, vim proiectilem in omnibus curvae punctis eadem quantitate exprimi, eundemque in singulis curvae 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 orbitae 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, aquales 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.

SCHOLION. Propositio haec appellatur *regula prima Keppleri*, propterea quod Keplerus primus ex observationibus Tychonis Brahe collegerit, planetas ita moveri circa

ca 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 defigenda.

129. Quamcunque curvam mobile dictis viribus deſcribat, erit velocitas eiusdem in quovis orbitae puncto in ratione inverſa perpendiculi 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 percurſa (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 perpendicula ex centro virium in ipſa demiſſa.

Cor. Quod ſi igitur mobile in curva moveatur ea celeritate, quae ſit ut perpendicula ad tangentes curvarum demiſſa reciproce, movetur motu compoſito ex vi centripeta, & vi projectili, 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 progrederetur, 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 MLQ punctis * vel acceleratur, vel retardatur uniformiter, prout radius vector cum curva, vel eius tangente angulum acutum CLS, rectum CLO, vel obtuſum CλR fecerit verſus Q, quo tendit motus corporis.

* *Fig.* 61

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 eiusdem auget. Quod ſi in puncto λ ſimilis virium reſolutio fiat, patebit, partem vis centralis $\phi\nu=\mu\lambda$ opponi directioni mobilis verſus Q progredientis, eiusque adeo celeritatem imminuere. In puncto tandem l, ubi radius vector ad tangentem normalis eſt, eiusmodi virium reſolutio locum non habet.

AR-

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 trajectoriae puncto (129) in ratione inversa perpendiculi ex centro virium demissi, quae perpendicula in circulis cum sint ipsi radii, omnia sunt aequalia, velocitatem igitur generant ubique 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 inferius dicetur) $= \frac{C^2}{R}$.

Existat mobile in quovis puncto peripheriae circularis B *, quod impellatur viribus binis, BE projectili, & BD centripeta; patet, mobile his duabus viribus impulsum arcum circuli BE describturum, qui si ponatur infinite parvus, a chorda haud differet. Sumpta igitur 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 sive $G = \frac{C^2}{R}$.

134. Celeritas mobilis peripheriam circuli describentis est aequalis celeritati illi, quam nanciscereturcadendo motu uniformiter accelerato per quartam diametri, sive 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.

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

Cum enim mobile circulum describens eandem semper habeat a centro distantiam, non afficitur inaequalitate gravitatis, utcunque illa varietur in diversis distantiis, 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 hypothesi 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 hypothesi erunt tempora periodica, ut radices cuborum earundem distantiarum, vel radiorum, 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-

lo 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.

Scholion 1. Quae postremis his theorematis continentur, *regulam secundam Kepleri* constituunt, propterea quod ex observationibus Astronomicis Keplerus eandem eruerit.

Scholion 2. In iis, quae de motu circulari hactenus 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'Gravesande, aliique 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 eaedem sint, vires erunt in ratione inversa duplicata temporum. Denique generaliter vires centrales erunt in ratione composita directa massarum & distantiarum a centro, & reciproca duplicata temporum periodicorum.

ARTICVLVS VI.

De viribus centralibus in Ellipsi.

139. Si mobile in Ellipsi revolvitur, vis centripeta mutatis distantiis 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 fit 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 focum S accessisset quantitate De (secus enim vi composita ad punctum d haud pertigisset). Pari modo cessante vi proiectili in A, mobile ad forcum 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 confeciisset, vim centripetam in punctis D, & A; est autem De > Am, cum sit Dd > Aa: erit igitur * Fig. 63

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

140. Mobile viribus centralibus in ellipsi revolutum, vi centripeta urgetur agente in ratione inversa duplicata distantiarum.

* *Fig.* 54 Sit ellipsis ABCD, *cuius apsis summa A a centro motus, seu foco F duplo magis distet, quam apsis ima B, ita, ut sit AF = 2BF: 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 perpendicula ex centro virium demissa (129), quae perpendicula 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 percurret 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.

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

PARS

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 1. Qui ipsam notionem *principii* animo recte informatam habent, in dubium haud adducent, 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 exstitere Philosophorum opinationes, 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 molesculas 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 sentiendum?

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,
„ Dissociata locis concordi pace ligavit. „

Scho-

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

SCHOLION 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: „nosti enim, quam„diu a te flagitaverim, ut cum in tradendis illius doctri„nae rationibus, quae a Carteſio est instituta, non me„diocrem legentium comprobationem esses consecutus, „eo loco minime consisteres, animumque ad Newtonia„nam etiam Philosophiam versibus exornandam adiun„geres. Tametsi enim superioris operis non inelegantem „scribendi rationem, venustatemque satis agnoscerem, de„siderabam tamen probatioris disciplinae selectum, ne, „cum te ad scribendum contulisses, videreris sententias „secutus esse eiusmodi, quae *musarum* ingenio magis es„sent 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 symetricum 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 quali*Systema Atomistarum veterum.*

Et Gassendi.

tatibus, figura nimirum, mole, textura, motu, vel quiete derivanda esse. 3.) Ex coniun-

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

SCHOLION. 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 vi-„detur 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, impene-„trabiles, & mobiles, iis magnitudinibus, & fi-„guris, iisque insuper proprietatibus, eoque „numero, & quantitate pro ratione spatii, in „quo futurum erat, ut moverentur, quo pos-„sent ad eos fines, ad quos formatae fuerant, „optime deduci. Quae porro particulae pri-„migeniae, quippe plane solidae, longe durio-„res sunt, quam ulla corpora ex iisdem dein-„ceps cum occultis interiectis meatibus compo-„sita; imo tam perfecte durae, ut nec deteri „possint unquam, nec comminui; ne adeo ul-„la 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 inte-„gratae 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 loco 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. „

Quid de atomis sentiendum?

146. Quod hanc atomorum doctrinam attinet, illud unum videtur absurdi, quod cum atomi ponantur figurae, molisque variae, atomus dari possit, altissimi montis magnitudinem aequans, quae tamen in partes secari nequeat. 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 competerent, 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 adstipulari 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 primarium 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 ſubſtantiis materialibus id tribuat, quo admiſſo, genuinum illud, verumque ſpiritum inter & materiam diſcrimen (vis cogitandi videlicet) omnino tollitur. Sed ſunt, qui cenſeant Leibnitium iſta ſcribendo, ex animi ſenſu locutum haud fuiſſe, ſed magis genio ſuo, eique, quo exarſerat, Newtono contradicendi ſtudio indulſiſſe. *Quid de monadibus ſentiendum?*

149. Carteſiani quidam recentiores, quibus & 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 nu- *Syſtema elementare.*

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 conflari censebant. Ellerus Academicus Berolinensis duo 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 confirmentur. Neque huic sententiae suae obstare existimabant, quod variae corporum species prolatae fuerint, quae in dicta elementa resolvi renuant; id enim asserebant defectu instrumentorum ad ea resolvenda habilium fieri, neque dubitandum esse, fore, ut repetitis tentaminibus eo denique pertingamus, ut nullum omnino corpus inveniatur, quod in illa elementa sese veluti dissui tandem non sinat.

Quid de systemate elementari sentiendum?

150. His vero illud unum opponimus: & vulgaria illa quatuor elementa, & ea, quae chemica apellant, 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.

Scho-

SCHOLION 1. Neque obstat, quod elementa haec *secundaria*, sive *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.

SCHOLION 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 corporeae 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. Deum 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.

SCHOLION 1. 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.„

SCHOLION 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 reſiſtant? - - - - „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 phoenomenorum 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. Videmus enim corpora motioni suae ita resistere, ut vis, quae sufficiens foret, massae determinatae loco emovendae, massam certa ratione auctam e quiete ad motum transferre nequeat, inique hac massarum emotione ex vi impellentis partem quampiam semper destrui. Videmus etiam corpora in motu constituta motum coeptum tanto maiore intervallo prosequi, quo minora sunt motus obstacula. Corpus item in motu constitutum alterum, in quod impingit, ad motum determinat. Haec porro omnia vis cuiusdam activae argumenta esse, in dubium vocari haud potest.

SCHOLION. Cartesiani, ut ex metaphysica constat, substantiis corporeis vim omnem vere, ac proprie agendi eripuere, easque effectuum suorum, quos producunt, occasionales causas tantum esse docuere: 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 efficientem 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.

PROPOSITIO III.

Vis corporum activa non alia est, quam vis motrix.

153. Nam 1.) quae numero praecedente recensuimus phoenomena, 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.

Scholion 1. 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 comminiscamur, quorum ideam nullam efformare possumus.

SCHOLION 2. Corporibus vim motricem tribuendam esse Leibnitius quoque agnovit; haec enim (in actis Lipsiensibus 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 monadibus ab eo tributam fuisse superius (147) dictum est. Ex his vero rursus confirmatur, Leibnitium suam de monadibus 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 censeri 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 diffitendum, 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.*

PROPOSITIO IV.

Corpora sunt entia composita.

154. Sunt enim (5.) extensa, & divisibilia: entia igitur composita sunt.

PROPOSITIO V.

In resolutione entis compositi deveniri tandem debet ad entia simplicia.

155. Quod 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 debebit ad entia simplicia, in quorum varia coniugatione ratio entis compositi inveniatur.

SCHOLION. Propositionem hanc exemplo a numeris petito Leibnitius 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 Leibnitius *monadem* dixere.

PROPOSITIO VI.

In resolutione corporum ad entia simplicia tandem deveniri debet.

156. Sunt 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. Eſſentia entis compoſiti conſiſtit in modo, quo partes, ex quibus ens compoſitum conſurgit, 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 uſi ſumus. 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-

florenorum millia requiri, aut etiam exercitum tantam ciborum copiam die una absumsisse, 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.

PROPOSITIO IX.

Principia corporum sunt substantiae simplices vi motrice preditae.

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 variias 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 1. Substantias has simplices, ex quibus corpora omnia coalescere asserimus, P. Boscovich *puncta indivisibilia, ac inextensa* appellat.

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

Scho-

SCHOLION 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 vidimus (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. Fundamentum praecipuum huius ſententiae, quod nempe in reſolutione entium compoſitorum tandem ad entia ſimplicia deveniendum ſit, expugnandum ſibi ſumſit 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, aliique, 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 enti-

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: conceſſo primo ſyllogiſmo nego 1mam. ſubſ. 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 1. 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. ꝛc.

SCHOLION 2. Neque illud movere quempiam debet, quod idem author assertioni nostrae obmovet: exemplum a numeris petitum ex Geometria haustum esse, hanc vero versari circa obiecta *idealia*, 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 beschäftiget 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 petitum, quamvis ex Geometria hausum sit, ad Metaysicam, imo & ad Physicam recte transferri, idque ex eo facile colligitur, quod quaecunque in Arithmetica de quantitatibus abstractis demonstrantur, de quantitatibus 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, & posteum 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. cons. Disparitas est: quod solida, & plana, circa quae Geometrae versantur, continuum sint stricte 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 stricte

cte 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.*

℟. 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 unirant! quis quaeſo hac imaginandi vi ideam ſibi efformet minimorum illorum corpuſculorum lucis, quorum myriades per foramellum acu in charta efformatum tranſeunt, ſeque intercelerites ſuas immutent? ſatis eſt, ſi *vi intelligendi* ideam punctorum eiusmodi efformare nobis conceſſum ſit.

SCHOLION. Obiectionem hanc egregie diluit P. Boſcovich, 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 exi„guum. Hinc factum eſt, ut nullam unquam per ſenſus „acquirere potuerimus ideam pertinentem ad materiam, „quae ſimul & extenſionem, & partes, ac diviſibilitatem

„non

„non involverit. Atque idcirco quotiescunque punctum
„nobis animo fiſtimus, 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
Idea puncti negativa. „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
Idea eiusdem poſitiva. „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 expers: 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
„interſit. 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 petita a similitudine punctorum.*
milia; cum enim nec magnitudine, nec figu-
ra praedita sint, nihil erit, quo unum ab al-
tero differat; sed nequeunt dari entia omni
ex parte sibi similia: ergo. Minorem probat
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.

℟. 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 similium elementorum vi motrice praeditorum coniunctione omnem eam diversitatem oriri posse, quam in corporibus notamus.

Obiectio petita a corporibus, quae sub sensus cadunt.

164. Eo ipso, quod corpora omnia, quae sub sensus cadunt, impenetrabilia sint, recte arguitur, ipsa etiam corporum elementa impenetrabilia esse; cum igitur omnia quoque corpora, quae sub sensus 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.

℟. 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*, sive 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) consideranto 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 impenetrablitatis 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 phaeno-

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 analoga 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 ſat magno intervallo removemus.

Quaenam proprie vivant?

ARTICVLVS 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-

ra-

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

PROPOSITIO I.

Modus, quo ſubſtantiae materiales motum producunt, ignotus omnino eſt.

166. Ignoramus enim intimas rerum eſſentias: 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 quomodus, 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 producunt.

167. Sunt enim vi motrice praeditae (135); effectus porro vis motricis alter cogitari nequit, quam productio motus; producunt 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.

SCHOLION 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.

PROPOSITIO III.

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

168. Est 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.

SCHOLION 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 consurgit, 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.

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

Quae causa motus inchoati?

SCHOLION 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, etiamsi 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 deposcat, 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. Quodsi iam quaeras, 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, refluentem, 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.

PROPOSITIO IV.

Actiones corporum in se mutuae sunt.

169. Cum enim vis corporum tanquam entium compositorum tribuenda sit unice substantiis illis simplicibus, ex quibus ea coalescunt, substantiae illae, sive puncta indivisibilia, & inextensa vi illa praedita sunt: possunt igitur movere se ipsa efficacia propria, possunt item puncta alia extra se posita ad varias motuum directiones, & celeritates habendas determinare. Quod si igitur concipiantur
* *Fig. 65* puncta eiusmodi duo A, & B *, si punctum A determinat punctum B distans a se intervallo AB ad habendam quamvis directionem, & celeritatem; punctum B, quod eiusdem cum puncto A naturae est, punctum A ad similem directionem & celeritatem habendam determinabit; erit igitur actio horum punctorum, ac proinde etiam corporum, quae ex iis conflantur, mutua.

* *Fig. 66* SCHOLION. Quodsi ergo iam sint corpora duo A & B*, quorum mutua in se invicem actio consideretur, videndum erit, quaenam in singulis punctis massae A determinationes oriantur ex singulis punctis massae B, & vicissim quaenam in singulis punctis massae B oriantur determinationes ex actionibus singulorum punctorum massae A.

PROPOSITIO V.

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

170. Contiguitas aliud non est, quam determinatus quidam duorum corporum coexistendi modus; sed nullus determinatus coexistendi modus ad agendum necessarius est: ergo.

SCHO-

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: qui cum ex eorum mente e corpore uno in alterum transiret, 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 potuissemus: 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, rationibus duci vidissemus, aut vero omissis vocibus istis eosdem in utilissimam hanc scientiam inclinandos iudicassemus, ipso opere id fuissemus 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. Probatur argumento ex motu astrorum petito. Constat nimirum ex Astrono-

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.

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

PROPOSITIO VII.

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

172. Patet ex probatione propoſitionis praecedentis, ex qua conſtat, planetas primarios ad ſolem perpetuo accedere niti, & cum moveantur (quod in Aſtronomia oſtendetur) in ellipſibus, 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. Probatur 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: molecula 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 hactenus inveniri haud potuere.

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

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

PROPOSITIO IX.

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

174. Docent 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 principiis corporum.

SCHOLION. 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 constent, 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.

PROPOSITIO X.

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

175. Hoc certe ordo universi exigit, qui ab omni inde aevo, quantum sive nostra memoria recolere, sive ex monumenti re-

retro lapsorum saeculorum 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 eaedem 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. Exiguae 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 eximium.

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 atomorum 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 mutationes omnes substantiarum materialium, ex quibus phaenomena universi huius dependent, peraguntur, *leges naturae* vocamus. Harum author alius esse nequit, quam ipse naturae universae Conditor Deus, qui eas libere tulit, 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 considerari, nulla ratione habita motuum liberorum, quos substantiae spirituales producunt, quibus tamen motus illos, qui a dictis naturae legibus dependent, propter actionis, & reactionis aequalitatem nihil quidquam turbari existimamus.

SCHOLION 6. Cum itaque mutationes substantiarum materialium, quas per mutationes motuum, id est, directionum, & celeritatum peragi diximus, a variis corporum distantiis dependeant, illud iam praecipuum Physici munus est, ut ex diligenti phaenomenorum consideratione eruat, quanam ratione pro diversitate distantiarum corporum motorum directiones, & celeritates immutentur.

PROPOSITIO XI.

Corpora in minimis distantiis sese ad recessum determinant, sive in minimis corporum distantiis admittenda est vis repulsiva.

176. Probatur 1. Corpora omnia impenetrabilia sunt, id est, ex eodem sese loco excludunt; est igitur in corporibus, dum ea ad minimas distantias deveniunt, vis quaedam, qua se mutuo ab ulteriore accessu prohibeant, quae intelligi nequit absque conatu a se invicem mutuo recedendi: in minimis igitur his distantiis 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 quaepiam adsit, 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 comprobat 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 distantiis 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. Variae possunt esse corporum distantiae, quas ob organorum imperfectionem pro physico corporum contactu habemus. Ita certe diversa corporum solidorum specifica gravitas nos convincit, moleculas eorum, quae specifice graviores sunt, minus a se distare, quam eorum, quae specifice sunt leviores. At nostrorum sensuum iudicio omnes eae moleculae sese contingunt, sive continuum extensum formant.

SCHOLION. Probationis nostrae secundae vis nequaquam infringitur dicendo: raritatem corporum ex eo ortum habere, quod, cum moleculae minimae, ex quibus corpora componuntur, diversis figuris praeditae 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 moleculae coniunctae sunt, ex quarum compositione massa corporea quantumvis exigua perfecte solida consurrexerit.

PROPOSITIO XII.

Vis haec repulsiva agit in ratione quapiam inversa earundem distantiarum, ita ut distantiis in infinitum diminutis, vis ista in infinitum excrescat.

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

omnem impediat, ac proinde par sit exstinguendae celeritati cuivis 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 distantiis imminutis crescere, atque adeo in distantiarum harum ratione aliqua inversa agere oportet.

Quid lex continuitatis?

SCHOLION. Hanc corporum in distantiis 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 unicus etiam omitteretur, 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 exstingui; parique modo vi repulsiva globi incurrentis gradus, singulos celeritatis in globo quiescente produci.

PROPOSITIO XIII.

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

178. Vim repulsivam, cui in minimis corporum distantiis 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 distantiis decrescere, ac demum in distantia aliqua omnino evanescere, ac in vim attractivam migrare, quam nobis resistentia illa, quam corpora cohaerentia suarum partium divulsioni opponunt, indicat. Sint enim fluidi cuiusvis partes exiguae in alio fluido, cui non facile commiscentur, 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

* Fig. 67

non

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** 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. * Fig. 68

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 A D * efformantes, collo in medio angustiore B C E F. * Fig. 69 * Fig. 70

Haec quidem vi repulsivae in distantiis minimis vim attractivam auctis aliquantum distantiis succedere comprobant, cuius actio ad aliquod iterum quantumvis perquam exiguum intervallum pertinet, cum constet, guttulas eiusmodi figuram sphaericam retinere, etiamsi leni calore moleculae 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 moleculae, quamprimum maiore numero copulantur, & in maiores massulas concrescunt, vim produnt elasticam, qua in maius se volumen expandunt, & ita ex aqua, aliisve 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, variaque 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 effun-

„dan-

„dantur, etiam in guttas globoſas corrotundantur: pon-
„dere autem ſuo deorſum nituntur, & inferius a plano ſu-
„ſtentantur; ideo a parte inferiori applanantur, ſuperiori
„perſtante 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 & buxeo:
„minor adhuc gibboſitas in ligno Granadillae, & nucis:
„minor adhuc eſt in mercurii ſuperficie; minima in ſpe-
„culo vitreo, in quo late diffluens, ſegmentum amplio-
„ris pilae parvum 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 o, 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 ro-
„ tundo, ex ſphaera quaſi multo minori ſecto, finiuntur, ſi-
„ ve ſuperficiem inferiorem, vitrum attingentem, ſive ſu-
„ periorem 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 increſcit, donec guttae diameter
„ fuerit unius pollicis. Si evaſerit maior, uti 2, 5 polli-
„ cum, non amplius altitudo increſcit: altitudo maxima
„ eſt, 0, 15 poll. quam in gutta mercurii comperi. Poſ-
„ ſunt guttae mercurii iacentes in vitro ovatam 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-
„ litura ſuperficierum non parum pendere videtur. Ma-
„ ior eſt guttarum tarditas, poſitarum in ebore, 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-
* *Fig.* 72 „ retur, aliam feci machinam. Sunt A, B, C * tres pedes „ mobiles in articulis, adnexis orbiculo DE aeneo, huic „ firme inſiſtunt duae regulae IK, quodam diſcretae in- „ tervallo, & diviſionibus notatae; parte ſuperiori ſunt

iun-

„iunctae craſſiori capite, per cuius medium cochlea L „tranſit, ut regula GH in intervallo mobilis ſurſum, 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.„

SCHOLION 3. Eaedem virium alternationes ex actione corporum variorum in radios lucis, quos pro diſtantiarum varietate iam attrahunt, iam repellunt, eruuntur: ſed haec in Phyſica particulari, ubi proprietates lucis declarabimus, uberius exponentur.

PROPOSITIO XIV.

Neque numerus dictarum alternationum, neque celeritas, ſive intenſio motus, quam vires in dictis diſtantiis agentes producunt, determinari a nobis poteſt.

179. Cum enim diſtantiae illae adeo exiguae ſint, ut vix unquam ſub ſenſus noſtros cadant, patet propoſitum. Accedit, numerum molecularum maximum, in quas corpora reſolvi, experimenta ſuperius adducta teſtantur, & inde provenientes diverſiſſimas combinationes omnem noſtram ſive imaginandi, ſive intelligendi vim plurimum ſuperare.

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

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.

PROPOSITIO XV.

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

180. Primam 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 ellipsibus 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 atractionis lege phaenomena quoque corporum gravium terrestrium consspirare suo loco docebitur.

AR-

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 intensione 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. Probatur ipsam illam legem verbis citati Authoris promendo (Theor. vir. §. 10.): lex autem virium est eiusmodi, ut in minimis distantiis sint repulsivae, atque eo maiores in infinitum, quo distantiae ipsae minuuntur in infinitum, ita ut pares sint exstinguendae cuivis velocitati utcunque magnae, cum qua punctum alterum ad alterum possit accedere, antequam eorum distantia evanescat; distantiis vero auctis minuuntur ita, ut in quadam distantia perquam exigua evadat vis nulla: tum adhuc aucta distantia mutentur 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 distantiis plurimis,

sed

sed adhuc perquam exiguis; donec ubi ad aliquanto maiores distantias ventum sit, 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 distantiis 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 effictam 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.

SCHOLION. Formulam algebraicam cum complicatior fit, 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 nonnisi 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

cium & intenſionem, & directionem repraeſentet. Quod ſi iam apices omnium eiusmodi perpendicularium inter ſe nectantur, orietur linea curva BCDEFGHI, quam *curvam virium* cum P. Boſcovich appellamus.

Quid curva virium?

SCHOLION. 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.

* *Fig.* 75

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 diſtantiis omnium minimis; ſecunda de diſtantiis exiguis; tertia de diſtantiis maioribus, ad maximas quasvis progrediendo. In diſtantiis minimis vires ſunt repulſivae (176), aguntque in ratione inverſa diſtantiarum, atque diſtantiis in infinitum diminutis, ipſae in infinitum creſcunt (177). Quod 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 B*b* eſſe aſymptoticum,

* *Fig.* 74

cum, id est, habere pone se asymptotum AK, sive lineam eiusmodi, ad quam semper quidem propius accedat, eam tamen in finitis saltem distantiis non contingat, aut secet: igitur ordinatae diminutis distantiis 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 exstinguendae velocitati utcunque magnae, impediendoque omni corporum contactui stricte tali.

In secunda parte legis virium dicitur, repulsionem auctis distantiis 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 rursum vis repulsiva intervallo *cde*, atque ita per vices plures, vires dictae alternant. Velut autem harum alternationum & numerum, & intensionem virium in dictis distantiis agentium nos ignorare professi sumus (179), ita numerus horum flexuum, uti & interfectionum distantiae, & arearum sive attractivarum, sive repulsivarum magnitudines arbitrariae sunt, modisque innumeris variari possunt.

Tertia legis virium pars docet, in distantiis maioribus ad maximas usque progrediendo vires esse perpetuo attractivas, agereque quamproxime in ratione inversa duplicata distantiarum (180.). Quod si igitur in puncto *h* maiorum distantiarum initium sumatur, patet, crus *hI*, 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 abcissarum, illud quoque indicabitur, quod vires hae attractivae in ratione inversa duplicata distantiarum quamproxime agant.

SCHOLION 1. Haec igitur curva linea 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.

SCHOLION 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*,

e, *f*, &c, quae puncta limites a P. Boscovich appellantur. Statuit autem is duplicis generis limites, quorum alios vocat *limites cohaesionis* propterea, quod, ut inferius ostendetur, ad corporum cohaesionem explicandam inserviant, 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 remotioni huic obnitentem: quod si enim versus A urgeatur, obstat area *c*D*d* vim repulsivam repraesentans; quod si vero inde abstrahatur, obsistit vis attractiva areae *d*E*e*. At vero ex limite non cohaesionis *c* intervallo quantumvis exiguo remotum corpusculum vi attractiva areae *b*C*c* ad *b*, aut vi repulsiva areae *c*D*d* 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 limites?

Quid limites 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 declaretur.

188.

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, motu accelerato ad limitem *d* progredietur, eoque superato, ultra *d* motu retardato eousque progredietur, dum celeritas omnis, quam ab *e* usque ad *d* conceperat, exstincta 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 exstinguatur. Quod si vero celeritas intervallo *ed* concepta tanta sit, ut ei exstinguendae 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 exstincta omni velocitate viam iterum relegere cogat. * Fig. 74

189. Dum puncta ad se invicem accedunt celeritate quacunque finita, viam tamen iterum relegent, ob crus bB aream infinitam, & cuivis celeritati exstinguendae parem comprehendens. Quod si vero a se invicem recedant, fieri poterit, ut superatis limitibus pluribus deveniant ad aream repulsivam adeo validam, ut omnium subsequentium attractivarum 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 *d*, vel quaevis alia limitum distantia referat spatium motu accelerato confectum, ordinatae vero referant vires, area *c*D*d*, & aliae quaevis huic similes quadrata velocitatum repraesentent. Deinde illud ab Arithmeticis animadvertitur, quod si quadrato ingentis cuiuspiam radicis 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.

191. Quod si punctum e limite cohaesionis dimotum, limitum distantias habeat satis magnas, poterit vi quacunque e limite suo utrinque ad intervallum maius dimoveri, cessanteque vi illa ad priorem limitem sua velut ponte regredietur; quod si vero limitum distantia sit perquam exigua, e limite cohaesionis abstractum, post exiguum intervallum ad novum cohaesionis limitem pertinget, in eoque persistet. Prius horum in corporibus elasticis, alterum in corporibus mollibus obtinere videtur.

192. Hucusque legem virium inter duo quaevis materiae puncta contemplati sumus. Quod si vero plurium inter se punctorum actiones considerentur, mira orietur arearum varietas, sive earundem numerus & distantiae, sive amplitudo & excursus utrinque ab axe spectentur. Id ut exemplo simplicissimo pateat, ponamus puncta duo A, & *a* * agere in punctum quodvis γ. Repraesentet legem virium, quae inter punctum A, & quaevis alia intercedit fig. 76. *; legem vero virium puncti *a* fig. 77.* Accipiatur in figura 78. $\gamma\mu = ab$ fig. 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 producunt vim attractivam $\pi\nu$. Sumpta deinde distantia $\gamma\varrho = ac = AR$, punctum

De lege virium ad plura materiae puncta applicata.

* *Fig.* 78

* *Fig.* 76

* *Fig.* 77

ctum γ nullam vim puncti a in se sentiet, at a puncto A repelletur quantitate $\rho\sigma = RS$. In distantia demum $\gamma o = ad = AT$, 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, sive corpusculorum ex punctis iis compositorum mutuae in se invicem actiones considerentur, eae exhiberi semper poterunt per lineas curvas superioribus similes. Omnes porro curvae istae inter se convenient quoad primum crus asymptoticum, item quoad crus postremum itidem asymptoticum, ut & in eo, quod axem in intervallis mediis per plures vices secent. Discrimen vero omne consistet 1) in numero harum intersectionum. 2) In distantia earundem. 3) In excursibus arearum, sive supra, sive infra axem. 4) In diversitate an-

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 diſtantiis exiguis agentibus; cum contra in diſtantiis 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. Newtoniam virium legem repraeſentat curva DU, quae eſt hyperbola gradus tertii, iacens tota citra axem, cuius ordinatae omnes as, 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 utcunque 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.

ARTICVLVS VI.

Respondetur obiectionibus.

194. Contra 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 aeque „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 reſpe„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 constituant „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.

℞. 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 eripuere, 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.

℞. 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.

℟. 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 distantiis 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.

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

minime debere: hos enim minima aeque, ac maxima fugiunt. Neque dubio locus est, sensus in ferendo iudicio de distantiis, quae inter minimas corporum moleculas intercedunt, falli. Ita certe massa plumbi iudicio sensuum nostrorum aeque 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 petitum 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 „corporibus nobis obiiciunt sensus nostri, „in plerisque nequaquam haberi. In metallis, in marmoribus, in vi„tris, & crystallis continuitas 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 insinuentur 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. Suspicari igitur licet, exa„ctam continuitatem sine ullis spatiolis, 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, reflexione vel non utentis, vel abutentis. Eſt enim ſolemne 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 telluris, & diurnum ſolis, ac fixarum motum ſenſuum teſtimonio evinci, cum apud Philoſophos iam conſtet, eiusmodi quaeſtionem longe aliunde reſolvendam eſſe, quam „per ſenſus, in quibus debent eaedem prorſus impreſſiones fieri, ſive ſtemus & nos, & terra, ac moveantur „aſtra, ſive moveamur communi motu & nos, & terra, „ac aſtra conſiſtant. Motum cognoſcimus per mutationem poſitionis, quam obiecti imago 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 quidem 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 remos, 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 perquiſitione, ac in ea, quae ab infantia deduxit, debet diligenter inquirere. Si inveniat easdem illas ſenſuum perceptiones duplici modo aeque 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 noſtro; ſenſationes habebuntur eaedem, ſive materia conſtet punctis prorſus inextenſis, & diſtantibus inter ſe per „intervalla minima, quae ſenſum fugiant, ac vires ad illa „ulla ſenſibili interruptione afficiant, ſive continua ſint „& per immediatum contactum agat - - - - Quamobrem „errabit contra rectae ratiocinationis uſum, qui ex prae-

„ic-

„ 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. „

SCHOLION 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 resistentiam vel a nostris, vel a maternis
„ membris ortam, quae cum nullam interruptionem per
„ aliquod sensibile intervallum sensui obiiceret, 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 theoria 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-

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 1. 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 vidi„mus; at id ipsum est omnino falsum. Utraque vis „pertinet ad eandem speciem, cum altera respectu alte„terius negativa sit, & negativa a positivis specie non dif„ferant. Alteram negativam esse respectu alterius patet „inde, quod tantummodo differant in directione, quae „in altera est prorsus opposita directioni alterius; in al„tera enim habetur determinatio ad accessum, in altera „ad recessum, & uti recessus, & accessus sunt positivum, „& negativum, ita sunt pariter & determinationes ad „ipsos. Quod autem negativum, & positivum ad eandem „pertineant speciem, id sane patet vel ex eo principio: „*magis, & minus speciem non differunt.* Nam a positivo per con„tinuam 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, sive 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, introducta hac virium theoria, Philosophiam mechanicam everti, quae communi fere doctorum omnium assensu in scholas passim recepta fuerit.

Hi vero sat produnt, sibi minime perspectum esse, quid Philosophiae mechanicae nomine 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 phaenomena secundum leges, & regulas mechanicae explicat, nihilque continet, quod dictis regulis quavis ratione adversetur; qualem esse Philosophiam hanc cum per decursum Physicae ostensuri simus, mechanica iure optimo vocari poterit. Certe praecipua mechanicae fundamenta, nimirum actionis, & reactionis aequalitas, aequilibrium massarum, centri gravitatis status vel quiescendi, vel movendi uniformiter in directum in hac virium theoria sal-

va, integraque manent. Quamobrem qui mechanismum in sola particularum diversa mole, figura, uniusque in alteram impactu consistere existimant, ideam mechanismi 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. Mechanismum non ad solam impulsionem restringi ostendit P. Boscovich (Theor. vir. §. 129.) „De „nominibus quidem non esset, cur solicitudinem 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„pulsionem 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 „proiectis, quae de centralibus in circulo viribus, & oscil„lationis centro Hugenius, quae Newtonus generaliter „de motibus in traiectoriis 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. „Ubicunque 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 impulsionem unicam ad mechanismum 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 *mechanismum*, nec vero incognitum, & occultum, „sed admodum patentem, & manifestum.„

SECTIO

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 distantiis vim repulsivam locum habere, quae in quadam distantiarum ratione inversa 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 obiicerent, massa quaevis aliam libere permearet, sine ullo unquam vel duorum punctorum occursu, aut nexuum dissolutione: ea vero mora facile vinceretur, si massae cuipiam 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 incursio fieret, nullam fore ad sensum impedi-tionem. Ita sane lumen ob incomprehensam, qua etiun-

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 brevitas temporis, ut vires, valvae puncta inter se devincientes tantum propignant motum, qui nexum eorundem dissuat, 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 disturbatione. 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 immodo speciem aliquam roris marini agnosceret, sed etiam tum aliquod eius folium microscopio contemplaretur, non 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 no-

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

PROPOSITIO II.

Per eandem virium legem recte quoque exponitur extenſio.

202. Extenſio etenim ex impenetrabilitate oritur, & in eo conſiſtit, quod aliae partes ſint extra alias; quod quidem certe evenit, 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 punctorum numerus, 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-

catur ad corporis constitutionem pertinens. Oritur vero ingens hic difficultas, quaenam 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 dependent. 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 $m = dv$, & $v = \frac{m}{d}$.

PROPOSITIO III.

Ex hac virium lege corporum quoque divisibilitas repeti potest.

203. Primorum 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 moleculae, nonnisi finitis viribus ad se invicem accedant, vel accedere nitantur, hic eorum ad se invicem accedendi nisus finitis quoque viribus vinci, eaque a se invicem divelli, sive dividi poterunt.

AR-

ARTICVLVS II.

De cohaesione corporum, variisque eius speciebus, & Phaenomenis.

204. *Cohaesionis* nomine intelligimus eam corporum sive solidorum, sive fluidorum coniunctionem, qua massam unam continuam constituunt. *Quid cohaesio?*

SCHOLION. 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. Cohaesionis phaenomena a Physicis 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) Cohaesionis 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 appressione ita cohaerent, ut nisu perpendiculari aegre distrahantur, tametsi non magno negotio divellantur, si altera superficies per alteram excurrat motu ipsis superficiebus parallelo: ut si capiantur duo specula vitrea plana, polita, munda, sicca, specu- *Quaenam cohaesionis phaenomena?*

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 (Phyſ. 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 exemtis, linteo abſterſis, extemplo 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 ℔ 130.
„Orichalco ℔ 150.
„Aere fulvo ℔ 200.
„Argento ℔ 125.
„Chalybe indurato ℔ 225.
„Ferro molli ℔ 300.
„Stanno ℔ 100.
„Plumbo ℔ 275.

„Zin-

„Zinco ℔ 100.
„Bismutho ℔ 150.
„Marmore albo ℔ 225.
„Marmore nigro ℔ 230.
„Ebore ℔ 108.

„In his vero experimentis pondus incum-„bentis atmosphaerae aereae, quod fuit cir-„citer ℔ 41, subtrahi debet, ut vis vera „cohaesionis a causa mox afferenda prove-„niens inveniatur. Pari ratione inter cylin-„dros ex orichalco interfusa est aqua, dum „appressi sunt, ut aer, quantum potest, ex-„pelleretur; cohaeserunt aliquoties pondere „17, 5. unciarum. „

„Ab interfuso lacte bovino ℔ 1. unc. 9.
„Ab interfuso spiritu vini Gallico unc. 24.
„Ab oleo Terebinthinae unc. 37½.
„A Petroleo tenui unc. 20½.
„Ab interfuso oleo olivarum unc. 30.
„Ab interfuso oleo raparum unc. 30.
„Ab interfuso oleo lini unc. 37.

„7) Si fluida inter corpora interiecta tempo-„re, vel frigore indurantur, tum indurato „fluido multo firmius connexa erunt corpora, „quam fluido liquato: quando enim iisdem „orichalceis cylindris adlinimus refusum se-„bum bovinum, aut colophoniam, ceram, vel „picem, calentes examinati parum cohae-„rescunt, & a ℔ 4, vel 5 divelluntur: ve-„rum postquam refrixerunt, & fluidum indu-„ruit, vi maiori cohaeserunt: nam interfuso „sebo ovillo cohaerentia fuit ℔ 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 corpo-
„ra tantum aquae bullientis calore incaluerunt,
„qui est levis, partesque solidas vix removet,
„aut poros aperit; sebum refusum, non mul-
„tum attenuatum, ut a violentiori igne fit,
„vix poros ingredi, fortisque magnetis mu-
„nere fungi potuit: ut hoc fieret, cylindros
„priores multo vehementius calefeci, cylindros
„tum sebum quasi ebulliret; cylindri ut adli-
„fricati, appressi, quiescentes, frigidi, sequenti
„die his ponderibus cohaeserunt.„

„Ex vitro ℔ 300.
„Orichalco ℔ 800.
„Ferro 950.

„Ae-

„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 comprimentur, priorem cohaesionis gradum non amplius adipiscuntur.

SCHOLION 1. Diversos cohaesionis gradus in omni corporum specie experimentis eum in finem institutis exploravit Musschenbroek. Examinavit is firmitatem lignorum, metallorum, vitri, nervorum, funium, pellium, pannorum, amplasque experimentorum tabulas condidit, in quibus plurima continentur ad omnem vitae humanae usum perquam conducentia.

SCHOLION 2. Idem pro corporum divulsorum cohaerentia restituenda glutinum diversissimas species divulgavit, ex quibus nonnullas referam.

Variae glutinum species.

„Ad metalla unienda fabri aerarii sequentibus ferruminibus utuntur: 1) Capiantur tres partes argenti, „una pars orichalci, confundantur, iuncturis imponuntur ramenta cum borrace, a levi igne liquantur, iuncturas 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 capiantur 12 partes orichalci, una pars argenti, sesquipars Zinci, a violento igne refunditur, sed firmissime copulat &c.

„Argentifabri utuntur 4 differentibus speciebus ferruminum, 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 „mollissimum.

„Calx

„Calx tellinarum ex arte ſubacta cum arena, & aqua, aut „calx cum tuſo topho, & 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, & ſiccata ſtructuras confirmat. „Pulvis Puteolanus (qui naſcitur circa Veſuvium) miſtus „cum calce, & coemento ſub aqua ſolideſcit, aedificiis „praeſtat firmitatem, fitque lapis inexpugnabulis undis. „Eſt nempe in topho, & 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, & efflureſcentes cruſtam albam effi„ciunt, quae poſt duos, pluresve annos a pluvia ablui„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 confricta facit ſtridorem, 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 adhaereſcentem „difficulter exſiccetur, 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, pavimentum ex iis fit duriſſimum, quod ob „politurам nitet, imprimis ſi oleum lini, vel nucis adli„natur.„

„Calces, & gypſum potiſſimum lapidibus iungendis „ſerviunt, qui etiam in nonnullis occaſionibus bene uniun„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 pultem 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 tuſis, miſtisque, pa„ri pacto ac lapides, qui mos eſt Afrorum. Lapones ex „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 immitantur 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 satis adolevit, „folliculum pro statu nympheseenti 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.„

SCHOLION 3. Ex his, aliisque similibus colligit Muschenbroek, falso a nonnullis statutum fuisse, corporum animalium sive viventium, sive non viventium partes nunquam cum vegetabilibus, aut fossilibus coniungi posse: corpora eiusdem modo regni, vegatabilia cum vegetabilibus, animalia cum animalibus, fossilia cum fossilibus copulari.

ARTICVLVS III.

Opiniones variorum de causa physica cohaesionis corporum.

Sententia Cartesii de causa cohaesionis.

206. Quod ad causam physicam cohaesionis 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 firmitate 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 positarum, quam aliunde respectivam solum esse Cartesiani, Copernicani systematis sectatores, diffiteri nequeunt, ingenti illi cohaesioni, quam in corporibus nonnullis v. g. in metallis experimur, explicandae haudquaquam sufficit. Hac enim quiete separationi partium non magis resistunt corpora, quam motui: est autem resistentia, quam corpora motui opponunt, massae proportionalis, vis autem cohaesionis massae corporum, sive densitati (205) minime respondet. *Quid de ea sentiendum?*

208. *Ioannes Bernoullius*, & *Leibnitius* cohaesionem corporum a motibus conspirantibus eorundem repetunt, utunturque exemplo veli aquae, quod in fontibus conspicere nonnunquam licet: velum hoc, aiunt illi, ex conspirante duntaxat motu tenuissimarum guttularum confit, si tamen digito quis velit perrumpere, eo maiorem experietur resistentiam, quo ipsa effluentis aquae velocitas maior est, ut adeo multo adhuc maior conspirantis motus velocitas requiratur ad eorum, quae sensus nostros afficiunt, & nonnisi vi ingenti diffringuntur, corporum cohaesionem efficiendam. *Sententia Bernoullii, & Leibnitii.*

109. Opinionem hanc ita refutat P. Boscovich (Theor. vir. §. 407.) „Ea, quae cohaerent, utique respective quiescunt, sive mo- *Quid de ea sentiendum?*

„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.

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, „dissociandique libertatem.„

211. At vero uncinuli, hamulique eiusmodi ex Physica iam dudum proscripti sunt: quaestio enim instauranda identidem foret, undenam hamorum, uncorumque istorum cohaesio ortum ducat. Deinde phaenomena cohaesionis articulo superiore exposita cum uncis, 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, advolant? an omnia fluida, quorum interiectu corpora solida tam valide cohaerescunt, ex uncis, hamisve componuntur? Mitto plura. *Quid de ea sentiendum?*

212. *Purchotius*, *Noletus*, pluresque Cartesiani, quos inter recentissime Cl. *Bertier* Presbyter Oratorii, cohaesionem corporum a mutuo partium contactu secundum planas superficies, & tenuissimi cuiusdam fluidi pressu repetunt. *Quae sententia Purchotii, & aliorum?*

Cenſent nimirum corpora ab aere externo, alioque fluido aere vulgari multo ſubtiliore omni ex parte comprimi, quod fluidum, cum corpora quaelibet, ipſumque adeo vitrum liberrime permeet, in vacuo quoque Boyleano praeſens eſt, eosdemque effectus praeſtat.

Quid de ea ſentiendum?

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 ponderе „omnes cylindri, ex quacunque materia fue„rint, 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, corporum cohaesionem vel fore in ratione voluminum, vel in ratione densitatum, quorum neutrum phaenomenis consentit.

214. *Newtonus* cohaesionem corporum repetit ab attractione, quae diversa sit ab ea, per quam gravitas corporum explicatur. Hanc ponit diminutis distantiis crescentem ita, ut in contactu sit admodum magna, & ubi primigeniae particulae se in planis continuis, adeoque in punctis numero infinitis contingunt, sit infinities maior, quam ubi particulae primigeniae 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; quorum 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 dividimus. *Quae sententia Newtoni?*

Quid de ea sentiendum?

215. Quoniam vero argumentis superius allatis ostendimus, nullum esse corporum contactum stricte talem, facile intelligitur, explicationem hanc locum habere non posse. Accedit, quod non facile a Newtonianis determinetur, in quanam ratione attractatio 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 distantiis minima itidem erit, quod phaenomenis repugnat.

ARTICVLVS IV.

Quae sit causa physica cohaesionis.

PROPOSITIO I.

Cohaesio corporum oritur ex collocatione punctorum materiae in limitibus cohaesionis, vel etiam extra eosdem limites, in iis tamen distantiis, in quibus vires utrinque aequales, & oppositae se elidunt.

216. Patet enim ex natura horum limitum supra (185) expositа, puncta in his limitibus constituta, ita in iis persistere, ut inde nonnisi superata ex una parte vi repulsiva, 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. Ac primo quidem hic intelligitur, diversissimas esse posse cohaesionum species, cum limitum & frequentia, & fortitudo diversissima item esse possit. Potest enim cuiusvis numeri punctorum vis legem virium 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 uberiorem diſcriminum fontem reperiri, qui explicandis quibusvis phaenomenis ſufficiat.

SCHOLION 1. Ut idea clarior 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 diſtantiis 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 diſtantiis ex una parte plurima, ex altera pauciſſima ſint; ac haec ipſa loca poſſunt in diverſis diſtantiis 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 diſtantiis 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

bis

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 quaepiam ab una alterius parte attracta, ab altera repulsa ad latus itidem urgeatur, nec possit conquiescere, nisi in certa positione comparativa, quam consecuta deinceps tueatur.

SCHOLION 2. Qua ratione ex certis molecularum ordinibus maiores massae consurgere possint, docet Muschenbroek (Phys. Tom. I. §. XCVIII.) „Videntur corpora maiora sequenti utcunque modo composita esse: concipiantur 3, 4, vel plura ultima solida (sive in nostra sententia, 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 (uti ea vocat Muschenbroek) etiamsi omnino similia fuerint, particulae primi ordinis componi possint, aut omnino similes, aut etiam aliquantum diversae, ita explicat: „sint 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, etiamsi aliquantum differenti; ex quibus patet, discrimen aliquod si- * Fig. 84

„ gurae in particulis maioribus nequaquam probare, ultima „ ſolida figura diſcrepare. „

218. Quoniam uti ſupra vidimus, limitum fortitudo haudquaquam ab eorundem a puncto
* Fig. 74 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 reſiſtentia vincenda ſit, at ſi alia quavis directione divulſio fiat, pauciores limites partium ſeiunctioni obſiſtant.

219. Quartum cohaeſionis phaenomenon explicatum perfacilem habet: dum enim corpora planae, laevigataeque ſuperficiei ad ſe invicem apprimuntur, atque interuntur, plures ſimul moleculae ad limites cohaeſionis perveniunt, quod in corporibus, quorum aſpera eſt ſuperficies, ob prominentium molecularum reſiſtentiam 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 reſiſtentia vincenda ſit; ut ſi planum *ab*
* Fig. 85 *cd* * ſuper planum ABCD directione parallela excurrat, illae particulae, quae a margine

ne aliquanto magis distant, aequalem fere utrinque resistentiam experiuntur a particulis ad latera positis, a quibus prope aequaliter distant: quamobrem in hac planorum disiunctione earum duntaxat virium resistentia superanda est, quas exerunt moleculae in margine positae. 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 moleculae 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 distantiis 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 moleculae 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 marmoris coniunctis, alia inter easdem, & argenti particulas orietur, cum & numerus punctoum, sive 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 moleculae 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, nullaque 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 *hik** Fig. 86 corporis CD propius accedent, quam moleculae *a*, *b*, *c*, ad moleculas *l*, *m*, *n*; horum igitur denticulorum in distantiis 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.

AR-

ARTICVLVS 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 moleculae 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 accepere, conservant. Dependet hoc in theoria nostra a limitum exiguo robore, & frequentia magna: limites quippe parum validi partium sive distractioni, sive compressioni haud multum obsistent; frequentia vero limitum efficiet, ut moleculae ex limite quopiam, intervallo quantumvis exiguo dimotae in alio iterum cohaesionis limite existant: neque corporis diffractio consequetur, neque conatus ullus ad figuram pristinam recuperandam in corpore eiusmodi notabitur.

225.

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. Elaſticitas 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 niſus 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 comprimentem omnino aequet, nulla reperiuntur. 3) Corporum quorundam elaſticitatem humor, aliorum calor minuit, ſed is ipſe nonnullorum elaſticitatem auget: corpora quaedam diuturno *Elaſticitatis phaenomena.*

ſitu

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 increſcens, quod teſtantur experimenta a Boyleo, Derhamo, aliisque capta, & a Muſchenbroekio repetita.

SCHOLION 1. 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, effictum, quem partes corporis compreſſi retrocedentes ſeſeque iterum in ſitum priſtinum reſtituentes patiuntur. Perfecta elaſticitas, ait citatus author, eſſe nequit: nam cum a potentia externa corporis figura mutatur, partes ſupra partes motae aeque in receſſu, ac in reditu, patiuntur attritui; hoc attritu vis quaedam perit, - - - attritum hunc inter partes adeſſe, & motum tollere ſic pa-

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 utcunque ad perfectam accedens in unguibus, cartilaginibus, chalybe indurato, vitro, gemmis, & avium nonnullarum plumis.

228. Causas elasticitatis varias Philosophi prodiderunt, ac quidem 1) fuere, qui elasticitatem aeri crassiori intra corporum poros intercepto, iisque compressis compresso, sese 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 elasticitas habeatur. Eadem quaestio illis solvenda venit, qui aetheri, sive materiae subtili elasticitatem primigeniam tribuunt. 2) Nonnulli Cartesianorum, ut causam elasticitatis reflexorum poros esse cylindricos, flexorum veros, ab interiori *de* angustiores. Partem latiorem *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 *fgh*, quo facto, pristinum iterummolecularum situm ABC restitui. His vero reponimus primo, aetherem hunc precario assumi. Secundo admisso quo-

Opiniones variorum de causa elasticitatis.

* *Fig.* 87

que hoc aethere, illud utique concedent, illum reliquorum fluidorum instar certa quadam, ac determinata directione fluere: fluat igitur directione, quam habent partes corporis A B C inflexae in situm *abc*, ingrediatur partem latiorem, effluensque per angustiorem, in qua resistentiam 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, mutataqne directione illuc affluet, unde paulo ante effluxerat? 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 K L M; 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 restituri. Verum haec vorticulorum hypothesis haud graviori fundamento nititur, quam magnorum vorticum, quos inferius, cum de motu astrorum sermo erit, refellemus. 4) Nonulli 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 moleculatum 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 nisus ab attractione nulla ratione provenire posse videtur.

Quae vera elaſticitatis 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 reſiſtentia. 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.

SCHOLION. Oſcillationes has, quas moleculae 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

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 convertendas, 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 tunsione magis elastica reddi poterunt. Quoties enim universim loquendo sive numerus molecularum, sive respectivae earundem distantiae mutantur, vires quoque, quas curvae nostrae flexus illi varii indicant, mutari debebunt, 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, aqueae praecipue, moleculae intra corpus sese insinuant, tunsione 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 constituantur.

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 inlatus 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 quo-

rum

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 conſtent particulis ad figuram ſphaericam proxime accedentibus, ſive eiusmodi, quarum puncta ita in ſuperficies ſphaericas concentricas disponuntur, ut in aequalibus a centro diſtantiis 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 revolvi 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 quaepiam 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 innumerabiles 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 adiuvarent. Quod si quis unum eiusmodi globulum a tellure avulsum tolleret, secundus relicta terra eidem adhaereseeret, 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 explicatnm habent: ac quidem 1) partes fluidorum in aequilibrio inter se esse nolecu-

leculae gravitate, vel potius pondere suo eousque ad se accedant, donec ea gravitatis vis a repulsione in distantiis minimis agente, corporumque contactum impediente penitus elisa fuerit. Hinc quoque fit, ut si in quapiam 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, virium harumque directionem tollunt, fluiditatem quoque tollere, quae vero ista immiuuunt, ipsam quoque fluiditatem imminuere. Istud autem fieri aeque 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 moleculae admixtae sunt.

SCHOLION. Nonnulli Physici distinguunt *fluidum*, *humidum*, & *liquidum*. Liquidum vocant fluidum illud, cuius partes sibi relictae 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, seseque 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, sive quod & fluidum, & liquidum sit.

237. Quod si puncta in aequalibus a centro distantiis 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 concrescere incipientis. Mutata igitur aliquantum figura globosa, vel densitate in aequalibus a centro distantiis, fluiditas quoque decrescet, 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 produnt.

Quid viscositas?

238. Quod si fluidum corpori solido 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 varia itidem 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 innatant, quamdiu eorum moleculae agitantur, his vero ad quietem redactis ad fundum ſubſidunt, in eoque immotae haerent. 3) In fluidis puris in vaſe quieſente, & loco quieto aſſervatis partium motus inteſtinus induſtria nulla, nullis lentibus, aut microſcopiis deprehendi poteſt. 4) Quin potius obſervationes microſcopiis maxime augentibus factae globulorum illorum, ex quibus fluida coaleſcunt, quietem comprobant. *An partes fluidorum motibus inteſtinis agitentur?*

240. Qui contrarium ſentiunt, his fere argumentis pugnant. 1) Fluida cum aliis fluidis permiſcentur, quod ſine inteſtino partium *Argumenta partis adverſae, 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 Musschenbroek) 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 effervescentia cum signi spuma, & magno calore; ita motus ille quiscunque, sine quo solutio peragi nequit, in ipso

ipso fluido non ante fuit, quam corpus solvendum eidem iniiceretur.

SCHOLION. Dum de motu hoc intestino partium fluidi sermo fit, 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.

ARTICVLVS VII.

De chemicis corporum proprietatibus.

241. *Proprietates chemicas* corporum eas vocamus operationes, quarum ope chemici corpora omnis generis in sua veluti elementa dissuunt, 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 specifice 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 decidit, ibique non solutum haeret. Quod si vero alterius speciei sal iniiciatur aquae eidem, eiusdem determinata rursum 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 solvuuntur 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 antimonii. *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 liquescat, 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. Albumis ovi cocti, & per deliquium soluti aqua blanda solvit myrrham, quam nec aqua fortis, nec alii spiritus acidi asperrimi 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. *Solutionum adminicula, & obstacula.*

Ita

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 menstruis 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 particulis menstrui copulat, tanta est, ut vim gravitatis superet, teneatque particulas illas in fluido suspensas, etiamsi gravitate specifica fluidum superent.

Scho-

SCHOLION. Particularium phaenomenorum, quae in solutionibus notantur, explicatio ingenii nostri vires plurimum exsuperat.

247. *Praecipitatio* est operatio chemica, in eo consistens, quod corporibus duobus, quae se mutuo solverunt, affundatur tertium, quo affuso, corpus solutum a menstruo excutitur, & si specifice levius binis solventibus fuerit, enatat, si specifice 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 liquetur, argenti formam rursum induet. Quod si vero uncia mercurii in 2 unciis aquae fortis soluta fuerit, & solutio duplo pondere aquae purissime diluta, eique solutioni rursum lamel-

Quid praecipitatio?

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 ſpecifice gravius fuerit, ſecus vero ad ſuperficiem fluidi extrudetur. Particulae vero corporis ſoluti praecipitatae eum inter ſe nexum haud acquirent, 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 tunſionem, vel aliis ſimilibus modis ſolidum in pulverem redactum eſt, vel utcunque confractum, iuxta ſuperius (205) dicta, non poteſt iterum ſolo acceſſu, & appreſſione 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 permiſto intime cum aqua, quam ſolvit: quod ſi igitur eidem adiicias ſalem 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 agitatis 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 effervescit, funditur, & locum gravi odore replet. In commixtione fluidorum univerſim fluida acida alcalinis permixta effervescunt; 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 effer- *Fermentationum exempla.*

vescentiae, quae ultra duos annos durant, uti est referente Muſschenbroek Lithontripticon Tulpii, aliaeque.

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 attactu 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 desuper

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.

Scholion. Imaginem rei, inquit Boſcovich, admodum vividam habere poſſumus in ſola etiam gravitate: „emergat e mari ſatis editus mons, per cuius latera diſpo„ſitae ſint verſus fundum ingentes lapidum praegrandium „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 deiicit, 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 crescere„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 liquatio?

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 habebitur 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 homogeneum 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 relictae sub forma calcis, aut cinerum remanebunt, quorum prius in lapidibus, & lignis, alterum in ipsis quoque metallis evenire cernimus.

Quid in liquatione minerarum notandum?

254. Liquatio minerarum, id est, metallorum, quae alteri substantiae non metallicae, uti sulfuri, arsenico, variis item terrae speciebus intime commixtae sunt, hic quoque considerari meretur. Sunt autem duo liquationis huius praecipua fundamenta, primum quidem est certus ignis gradus, quo eae minerarum partes, quae minus firmiter cohaerent, a massa reliqua avelluntur, & ad ingentes arcus repulsivos delatae maxima celeritate erumpunt, relictis aliis firmioribus, atque ad eam ingentem agitationem minus aptis. Fundamentum alterum in eo consistit, ut minerae liquandae 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 haec quaedam praecipitationis species. Exemplum esto in minera plumbi, quae plumbum sulphuri intime unitum continet. Ut minera plumbi liquetur, addi solent lapides ferrarii, qui sulfur vehemen-

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 sero 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.

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 Muſſchenbroek (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 te„nues, ut vix niſi praeſtantiſſimis microſco„piis cerni queant, natant per totam aquam „diſtributae, quae iis quoque vi quadam ad„haereſcit. Quando ex huiusmodi ſolutione „ſalina in vapores multum aquae ab igne, „ſole, aere, vento expellitur, levis ſalium „pellicula in ſuperficie formatur ab iis parti„bus, 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 mi„nori aquae copia conſtantis; ſpiſseſcit igitur „pellicula, & temporis ſucceſſu multo ſpeci„fice gravior fit, quam reliqua ſolutio, rumpi„tur in partes, quae ſua magnitudine, & pon„dere aquae partes removent, & ita ad fun„dum ſubſidunt, in quo iacentes pergunt tra„here alias ſalinas partes, & increſcere una „cum aqua intercepta in moleculas variae ma„gnitudinis, quae *cryſtalli* vocantur.„ *Quae eius cauſa?*

Scholion I. Figura harum cryſtallorum in diverſis ſalium ſpeciebus diverſa eſt; ita ſal marinum conſtat pyra-

ramidibus, quarum baſes ſunt quadrangulares, & ſubtus concavae. Sal cornu cervi dat cryſtallos ramoſas. Sal abſynthii folia aemulatur. Nitrum parallelepipedi conſtat hexangulis. Sal hellebori alibi rhombum format. Vitriola ſunt rhomboidaea; 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: ſuſpicantur 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, prout 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 moleculae, 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 concurrit, 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 obſtet, 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 ſalis &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 argento 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 ſequentem 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 amalgama ex mercurio, & argento, cui ſolutio prior aqua puriſſima aliquantum diluta affundatur, naſcentur extemplo rami, arborem aemulantes.

260. Vegetationes iſtae non alteri cauſae, quam inaequalitati virium tribuendae ſunt. Dum nempe ex variis punctorum coniugationibus particulae oriuntur, quae comparate ad *Quae vegetationis cauſae?*

alias vires exerunt vel nullas omnino, vel perquam exiguas, respectu aliarum vero agunt viribus tum vigore, tum directione plurimum differentibus.

SCHOLION. 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 distantiis 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.

ARTICVLVS VIII.

De mobilitate corporum, ubi de vi inertiae.

Quid mobilitas?

261. Inter 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.

261.

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 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 immutatur.*

Scholion 1. Utiliter hic monet P. Boſcovich (Theor. vir. §. 390.) „per hanc ipſam legem comprobari pluri„mum ipſas vires mutuas inter materiae particulas, & „deveniri ad originem motuum plurimorum, quae inde „pendet; ſi nimirum particulae maſſae cuiuslibet ingen„tem 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 ſub„ſtantiarum permixtionem, quarum particulae non omnes „ſimul iam in unam feruntur plagam, iam in aliam, ſed „ſingillatim motibus diverſiſſimis, & inter ſe etiam contra„riis, quos idcirco motus omnes illarum centra gravitatis „habere non poſſunt: ii motus provenire omnino debent „a mutuis viribus, & commune gravitatis centrum inte„rea 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 metho-

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 quid„quam ab inertia massae, nisi in modo concipiendi. Per „inertiam materiae fit, ut corpus omne de statu suo vel „quiescendi, vel movendi uniformiter difficulter detur„betur; 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 & resistentia, & impetus: resistentia, quatenus „corpus ad conservandum statum suum reluctatur vi im„pressae; impetus, quatenus corpus idem vi resistentis ob„staculi difficulter cedendo conatur statum eius muta„re. Vulgus resistentiam quiescentibus, & impetum mo„ventibus 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 „ſita; 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 liceat, punctum illud, quod commune centrum gravitatis vocatur, non eſſe niſi punctum imaginarium, unde ex eo, quod punctum hoc vel quieſcat, vel moveatur uniformiter in directum, inferre non poſſumus, ipſa quoque puncta realia, quibus utique vis inertiae tribuitur, vel quieſcere, vel moveri in directum; quin & Clariſſimus vir pluribus in locis oſtendit, nullum materiae punctum unquam ſive abſolute quieſcere, ſive uniformiter moveri in directum, ſed potius a primo creationis ſuae exordio puncta ſingula curvas continuas, nullibique interruptas deſcribere: quod ſi vero puncta materiae neque quieſcunt unquam, neque aliquando uniformiter in directum moventur, qua ratione iisdem determinatio ſive quieſcendi, ſive uniformiter in directum movendi tribui poterit. Quoniam igitur de vi in-

Quid de eà ſentiendum.

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.

PROPOSITIO I.

Vis inertiae passiva phaenomenis explicandis non sufficit.

267. Cum 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.

PROPOSITIO II.

Vis inertiae activa in sensu definitionis N. 264. sumpta a priori ostendi nequit.

268. Probatur argumentis ex P. Boscovich depromptis, quibus ille Eulerum vim inertiae a priori deducentem refellit. Est autem argumentum Euleri eiusmodi: corpus unicum 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 moveri

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, perstat 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, aeque 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: aeque 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; aeque 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 infinities 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 hypothesi infinities 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 collocetur, nexum cum aliis corporibus utique nullum habebit, neque proinde in eius natura eſſe debebit quidquam, in quo nexus eiusmodi fundetur. Alia igitur natura erit corporis in immenſo vacuo conſtituti, alia eiusdem in mundo hoc corporibus referto poſiti.

PROPOSITIO III.

Vis inertiae ſumpta pro determinatione perſeverandi in eodem ſtatu quietis abſolutae, vel motus uniformis rectilinei nec a poſteriori evinci poteſt.

269. Quod ſi enim oſtendi poſſit, neque quietem abſolutam, neque motum uniformem rectilineum in natura unquam notari, tum certe a poſteriori, ſive ex phaenomenis vis inertiae dicto modo accepta erui nulla ratione poterit. Id vero non admodum arduum eſt comprobare. Ac primo quidem nullam unquam in rerum natura quietem abſolutam exiſtere, argumenta ſane gravia evincunt. Id certe colligitur 1) ex natura virium mutuarum, a diſtantiis pendentium, iisque mutatis mutatarum; ex his enim ſequitur, mutata diſtantia unici materiae puncti, diſtantias reliquorum omnium punctorum, vel particularum, omnium adeo maſſarum univerſum hoc, vel certe ſyſtema noſtrum planetarium conſtituentium mutari, 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 diſtantiis 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, punctisve, ex quibus ea coaleſcunt, determinationem perſeverandi in ſtatu quietis abſolutae, vel motus uniformis rectilinei tribuendam eſſe dicat?

PROPOSITIO IV.

Mutatio ſtatus alia in corporibus locum non habet, quam mutatio directionis, vel celeritatis, qua ante ferebantur.

270. Cum 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. Datur 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 nisus, 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 exi„stant, vel si alia alibi existant puncta, componendi per „notam, & communem methodum compositionis virium, „& motuum parallelogrammorum ope praecedentem mo„tum cum motu, quem determinant vires mutuae, quas „inter bina quaevis puncta agnosco a distantiis pendentes, & iis mutatis mutatas iuxta generalem quandam „omnibus communem legem. In ea stat illa, quam dici„mus, *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 existen-

tibus sive tribui quidpiam, sive denegari possit; nisi forte a priori, sive ex incognitis rerum naturis, sive 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 conponendi motum priorem cum motu, quem determinant vires mutuae, non video, quamobrem punctis iisdem realibus, sive pro hypothesi, si alia alibi existant puncta, tribuat vim inertiae sumptam pro determinatione perseverandi in eodem statu quietis, vel motus uniformis.

SCHOLION 2. Vim motricem cum vi inertiae sumpta pro determinatione conservandi statum praesentem sive quietis, sive 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, sive destruatur, quod tamen experientiae repugnat.

PROPOSITIO VI.

Omnia phaenomena, ex quibus deduci videtur, corpora mutationi status positive resistere, per proprietates corporum articulis praecedentibus expositas explicari possunt.

272. Phaenomena, 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 distantiis 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 resistentiam 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-

scente, 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 affrictu 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: quodsi, dum corpus sursum proiicimus, praeter resistentiam a gravitate provenientem, 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 oritur ab affrictu, 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

* *Fig.* 87

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, ſive *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 affrictu, 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 producitur, qui a vera corporum reſiſtentia oriretur, inde eſt, quod mutuam hanc actionem reactionem, ſive reſiſtentiam appelare etiam poſſimus.

SCHOLION 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 phaenomenum hoc tribuendum ſit.

SCHOLION 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 diſtantiis 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 quaepiam continuo agens, novosque celeritatis gradus producens. Sunt igitur causae quaedam, quae motum corporum perpetuo retardant, ac tandem penitus exstinguunt, quae vulgo *obstacula motus* dicuntur. Causae eiusmodi duae praecipue a Physicis considerantur, quarum prior resistentia affrictus, altera resistentia medii dicitur: de resistentia affrictus in mechanica (102) egimus. De resistentia medii hic pauca quaedam monenda sunt.

Quae obstacula motus?

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 destruatur est necesse. Haec igitur fluidi, in quo corpus solidum movetur, reactio, sive resistentia, *resistentia medii* vocatur.

Quid resistentia medii?

275. Quanam lege haec fluidorum resistentia peragatur, Newtonus, ac post eum complures alii indagarunt, successu tamen minus prospero; ad hanc enim resistentiam definiendam „oporteret, ait P. Boscovich, „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-

Qua lege ea peragatur?

„determinatio omnium motuum, satis constat „ex ipso problemate trium corporum in se „mutuo agentium, quod nondum sat genera„liter est solutum.„

Illud hic universim 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 resistentiae 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 distantiis 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 moleculorum numerus, ad quas solidi moleculae anteriores tam prope accedent, ut ad mutuos sese recessus determinare debeant, unde ex hoc etiam capite resistentia crescet; deque quo maior fuerit tenacitas fluidi, eo maioribus itidem viribus opus erit ad eam resistentiam vincendam, quam cohaesionis limites, ex quibus moleculae fluidi aliquantum dimovendae sunt, inducunt.

SCHOLION I. Quanquam ob causas numero praecedente allatas incertum sit, qua lege fluidorum resistentia peragatur, illud tamen ex P. Boscovich hic notamus: „resi„sten-

„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 velocita„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 breviore 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. I. pag. 213) nam 1) ſi pendula duo eiusdem voluminis, & denſitatis 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 tempus ſat longum penitus conquieſcet. 2) Si machina quaedam ex rotis dentatis compoſita automatum vulgo utimur, inſtar quibus ad temporis menſuram vulgo illorum ad 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 infigantur alae quatuor, ſeu tabulae ligneae tenues eiusdem voluminis: quodſi cylindri hi vi aequali circa axes ſuos convertantur, motus eorundem pro varia illarum alarum poſitione citius, tardiusve ſiſtentur. 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 tinet 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 distantiis 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 actio-
„num collectio, ut proinde gravitatio corporum desumen-
„da sit a gravitatione mutua partium. Gravitas corporis
„cuiuspiam in terram ex partium eius gravitatione
„nascitur; vis, qua mons tellurem premit, pendet ex ni-
„su eius partium versus tellurem; haemisphaerii borealis
„gravitatio in australe colligitur e corporum, quibus con-
„stat, omnium actionibus versus illud, & si terram in por-
„tiones duas inaequales sectam cogitemus, gravitas maio-
„ris in minorem oritur e singularum illius partium viribus
„in partes singulas huius coniunctim agentibus. Pari ratio-
„ne si totius telluris, dempta unica particula, actionem in
„hanc ipsam particulam spectemus, ea constituitur e reli-
„quarum omnium gravitatione in separatam illam molecu-
„lam. Quare quaevis pars huius globi in omnes, & sin-
„gulas alias partes gravis est, & eodem argumento quaeli-
„bet pars materiae totius solaris huius systematis gravita-
„re dicenda est in omnes reliquas, e quibus immensa haec
„rerum compages exsurgit.„

SCHOLION 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 distantiis maioribus in ratione inversa duplicata distantiarum agente, consectaria eliciantur, eaque deinde cum iis contendenda sunt, quae in corporibus nostris terrestribus evenire, sensuum, & experientiae testimonio edocemur: Horum igitur consectariorum 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 distantiis 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 consectaria ex citata attractionis lege notentur, methodo, qua licuerit, planissima indicare.

PROPOSITIO I.

Si sit sphaera quaepiam vel omnino, vel saltem in aequalibus a centro distantiis 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. Quod si enim concipiamus singula puncta ad centrum eiusdem sphaerae C accedere, & in eo veluti condensari, puncta hemisphaerium anterius ADB constituentia, accedendo ad * *Fig.* 89

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,* * Fig. 91 *nullam ibi gravitatis vim sentiet.*

279. Quod si quidem punctum illud in centro positum sit, per se patet, illud ex omni parte (cum sphaera in aequalibus sal-

tem

tem a centro distantiis 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 sensibiliter haud differunt: 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, coni 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 $= \frac{M}{D^2}$.

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.

PROPOSITIO III.

Attractio punctorum seu in superficie sphaerarum solidarum, seu intra easdem positorum est in ratione directa distantiarum a centro.

280. Sint 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-

* Fig. 92

sphaera a attrahit punctum $y = \frac{R3}{R2} : \frac{r3}{r2} = R : r$. 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; 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. * Fig. 93

Cor. 1. 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 persentiscunt, 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 transituras. 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 1. Cl. Maupertuis causam inquisivit, ob quam inter alias possibiles plurimas leges, quibus corpora in maioribus distantiis 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. Verum haec doctissimi viri animadversio minus arridet P. Boscovich, cuius haec sunt verba: (§. 125) „At „mihi quidem imprimis nec unquam placuit, nec fane „placebit unquam in investigatione naturae causarum fi„nalium usus, quas tantummodo ad meditationem quan„dam, contemplationemque usui esse posse arbitror, ubi „leges naturae aliunde innotuerint. Nam nec perfectio„nes omnes innotescere nobis possunt, qui intimas rerum „naturas nequaquam inspicimus, sed externas tantummodo „proprietates 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 cprporibus locum habent, quae vel omnino sunt homogenea, vel saltem in aequalibus a centro distantiis 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. Corpora omnia in telluris ſuperficie, aut in quavis ab eadem diſtantia, in qua nobis experimenta capere licet, poſita, ad terram accedunt, aut accedere nituntur, quem niſum preſſio eorundem, quo deſcenſus ſui obſtacula urgent, atque etiam, ſi ea ſatis valida non ſint, perrumpunt, ſatis indicat. Hic porro corporum ad terram accedendi niſus *gravitas* eorundem appellatur. *Corpora omnia gravia ſunt.*

Scholion. Gravitatem 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, quamcunque 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 gravitatem tribuendam 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 distantiis illis, in quibus vulgo experimenta capimus, in distantiis tamen admodum magnis aliquod eiusdem decrementum advertitur. 4) Gravia ad terram accedunt motu uniformiter accelerato, sursum 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.

PROPOSITIO IV.

Phaenomena corporum gravium terrestrium recte explicantur per attractionem in maioribus distantiis agentem in ratione inversa duplicata distantiarum.

Explicatio primi phaenomeni.

283. Quod quidem primum phaenomenon attinet, ut res plenius intelligatur, con-

concipiantur massae duae A, & B *, quae in se invicem dicta ratione agant: notandum est, quamlibet particulam massae A a qualibet particula massae B, & vicissim quamlibet particulam 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 celeritas tanquam effectus virium in ipsa virium ratione est, erit quoque celeritas singularum particularum massae A, ut numerus particularum massae B, sive ut massa B; quod si igitur massa B immutata maneat, quacunque ratione massa A sive crescat, sive decrescat, celeritas singularum particularum, atque adeo totius 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 distantiis 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* vocat, 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. * Fig. 95

Cor. 1. 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 $P : p = mM : Mm$, 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 phaenomeni 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 distantiis 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 ab„solvisse; 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 editio„ribus.„

SCHOLION. 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 inver„sa quadratorum distantiae potuit oriri tum a figura ter„rae sphaeroidaea, partim ab observationibus minus ac„curatis, partim quia radius terrae nondum satis bene „determinatus est, aut quia massa terrae non est homoge„nea, sed hinc inde solidior, alibi propter multas, ma„gnasque 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 phaenomeni.*

considerari potest in iis distantiis, in quibus experimenta capimus. Vis vero constans producit celeritatem tempori 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.

SCHOLION. Ex observationibus Parisiis institutis constat, corpus grave prope superficiem terrae libere delapsum in linea ad superficiem terrae perpendiculari tempore minuti secundi percurrere pedes parisinos 15, 1 digitum, lineam $1\frac{7}{9}$, sive lineas 2173, 631356. Sequenti minuto secundo pedes 45, digitos 3, lineas $5\frac{1}{3}$. 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.

SCHOLION 1. 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.

SCHOLION 2. Qua ratione experimentum hoc institui possit, Physici experimentales Desaguliers, Nollet, aliique passim tradunt. Binas methodos suppeditat Musschenbroek introductione ad Physicam §. 319.

Explicatio sexti phaenomeni.

188. In medio resistente corpora, quorum sub eodem volumine massa maior est, maiori celeritate delabuntur, quod tribuendum est resistentiae medii, quae corporum superficiebus, sive 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 + ½ alterius = 2, maior proinde celeritas corporis, cuius massa maior est.

SCHOLION 1. Experimenta, e quibus praesens phaenomenon erutum est, a compluribus Physicis instituta fuere 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 altitutinibus non adeo magnis delabi. Quamobrem, ut in his corporibus discrimen aliquod deprehendatur, accuratione 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 sive quoad massam, sive quoad volumen plurimum differant, veluti dum globus chartaceus, & plumbeus ex eadem altitudine decidunt, phaenomenon istud facile a quovis observari poterit.

SCHOLION 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 demisisset, comperit, eas, quibus sub eodem volumine maior massa fuit, maiori quoque celeritate delapsas fuisse.

Explicatio septimi phaenomeni.

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.

ARTICVLVS XI.

De inaequalitate gravitatis in variis terrae locis.

Qua ratione inaequalitas gravitatis detecta fuerit?

290. Gravitas corporum terrestrium in aequalibus a superficie terrae distantiis eadem esse putabatur per universum terrarum orbem, donec superioris saeculi anno septuagesimo secundo Richerus in Insulam Cayennam 5 circiter gradibus ab aequatore Austrum versus remotam Astronomicarum observationum causa profectus animadvertisset, pendulum, quod Parisiis attulerat, lentius oscillare

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 accuratione maxima longitudinem pendduli oscillationes singulas minuto uno secundo in insula Caienna absolventis, eamque aeri indicidit: 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 distantiis diversa est, crescitque continenter ab aequatore polos versus.

291. Experimentis 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 1. 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 $126\frac{1}{2}$ 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 longitudines deprehenderunt, quorum omnium observationes in eo satis conspirant, quod crescente locorum latitudine ipsa quoque penduli isochroni longitudo continenter crescat.

SCHOLION 2. Ut experimenta haec fidem apud viros doctos mereantur, accuratione opus est quam maxima, & exquisitissimo instrumentorum apparatu. Mairanus in actis Acad. Paris. ad annum 1737 haec 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.

SCHOLION 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 institu ae 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 accuratione 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 & affrictus, quae duo pendulorum oscillationes esse haud possint: verum ut exactae satis observationes eadem proxime est sub aequatore, & sub polis, ac proinde aequaliter utrobique & aeris, & affrictus resistentia celeritas imminuitur. Quin ex causis his pendulorum velocitate aeris resistentia nulla fere etiam in tam exigua 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,

quier, omni caret verisimilitudine, observationes omnes in eundem perpetuo errorem conspirare, quod nempe penduli isochroni longitudinem minorem faciant per gradus pergendo a polis ad aequatorem. 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.

PROPOSITIO II.

Qua lege hoc gravitatis incrementum ab aequatore versus polum fiat, incertum adhuc est.

292. Patet hoc inspicientibus 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 exspectandum nobis est, dum posteri repetitis, suppletisque observationibus pluribus certius quidpiam ea de re eruant.

SCHOLION. Demonstrante Newtono, si terra sit ellipsois ad polos compressa, ac in iisdem a centro distan-

tiis

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 hypothesi assumi potest.

PROPOSITIO III.

Causa huius gravitatis incrementi satis cognita necdum est.

293. Probatur, causas illas, quas Physici hactenus attulerunt, ad examen vocandi mitur, 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

„omnium maxima esse debet, atque eo gra-
„datim decrescit magis, quo magis acceditur
„ad polos. Rem igitur ad tellurem transtule-
„runt. Posito eius diurno motu, considerarunt
„vim centrifugam sub aequatore maximam esse
„debere, prope polos minimam, in polis nul-
„lam. Illud praeterea notarunt, vim centri-
„fugam sub aequatore dirigi ad partes centro
„telluris oppositas, quod ipsius aequatoris est
„centrum, quod quidem centrum eo remotius
„est a centro terrae, quo magis circulus ille
„ab aequatore recedit, ac proinde cum vis
„gravitatis ubique dirigatur versus terrae me-
„dium, observarunt ipsam vim centrifugam
„sub aequatore magis etiam directe gravitati
„opponi, quam versus polos. „ Verum Bou-
guerius, cum vim centrifugam pro variis ab
aequatore distantiis determinasset, tabulam
quoque condidit, quae exhibet, quantum
pendula pro diversa ab aequatore distantia ob
hunc vis centrifugae effectum abbrevianda fo-
rent, haec vero cum ea pendulorum isochro-
norum decurtatione, quae ex observationibus
accuratissimis eruitur, minime consentit. Sunt
denique, qui diminutionem gravitatis sub ae-
quatore existimant tribuendam esse defectui
materiae, seu massae attrahentis, quem sub
aequatore oriri censent ex calore ingenti, quo
corpora omnia rariora efficiuntur, cum versus
polos perpetuis nivibus, & glacie omnia ri-
geant. Addunt, observationes prope aequa-
torem in iis potissimum locis factas esse, quae
mari patentissimo, & profundissimo 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, saxis, metallisque 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. Ad quamcunque a superficie terrae distantiam recedamus, corporum omnium ad terram accedendi nisum animadvertimus; verosimillimum igitur videtur, auctis quoque amplius distantiis ad ipsam usque luminae 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.

SCHOLION. 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 coaetaneus, eique arctiſſimo amicitiae, parumque 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 diſtantiis, in altiſſimis videlicet montium iugis, ad quae eluctari nobis licet, vim ſuam prodere; quid ergo cauſae putemus eſſe, quod in maioribus a terra diſtantiis, atque in ea etiam, quam a terra luna habet, eiusdem vires exſtinguantur? Quod ſi vero eousque agat gravitas, ea certe motum lunae afficiet, Lunamque in orbe ſuo continebit. Quamvis vero in iis diſtantiis, 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 illam deprehenderet, iuxta quam haec gravitatis diminutio peragetur, 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 urgeantur: 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 decreſcere 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 di-

distantiarum ratione decrescat, illud sibi investigandum sumpsit, an gravitas dicta lege decrescens ad lunam in orbita sua continendam sufficiens futura sit. Cum vero ad rei huius investigationem mensura peripheriae telluris opus sibi esse videret, supellectile libraria destitutus gradum latitudinis in superficie terrae 60 milliarium anglicorum posuit, usus ea in re rudi nautarum aestimatione. Quoniam vero post exactiorem peripheriae terrestris mensuram innotuit, gradui latitudinis $69\frac{1}{2}$ milliaria anglicana respondere, facile patet, Newtoni calculum suppositioni adeo erroneae innixum, exspectationi eiusdem minime respondere potuisse. Is vero etiam tam malo laborum suorum successu absterritus eo adactus est, ut censeret, praequae lunam per tangentem orbitae suae abire non sinat, verum inde continuo retractam terram versus incurvet. Spe igitur sua frustratus omnem de ulteriore eius rei investigatione cogitationem abiecit. Dum vero post elapsos complures annos laborem pristinum resumeret, usus exactiori, quae tum a Picardo inventa fuerat, telluris mensura, 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. Constat 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.

SCHOLION 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.

SCHOLION 2. Ad praesentis propositionis probationem illud quoque facit, quod lunae celeritas crescat, dum ea terrae propior fit, minuatur vero, dum a tellure recedit.

SCHOLION 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. Ad 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 terraqueum, cuius centrum sit T, radius AT. Sit *a*L*c* 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 parisinos 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 * Fig. 96

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 $15\frac{1}{12}$ 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 transiret. 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-

re-

retur, quantum modo in vera sua orbita intra unum minutum primum, ac proinde effectus vis centripetae uni minuto secundo respondens foret $15\frac{1}{12}$ pedum parisinorum. Est autem teste experientia idem omnino effectus gravitatis corporum terrestrium; haec enim & ipsa intra unum minutum secundum ad terram libere descendendo pedes $15\frac{1}{12}$ quam proxime conficiunt. Dubitari igitur nequit, eandem esse quantitatem vis centripetae lutitas vis gravitatis, corpora terrestria impellentis, ac quod inde sequitur, vires has eiusdem omnino generis esse.

SCHOLION. In hac motus lunaris investigatione rationem non habuimus correctionum complurium, quas infenarius, 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. 1. 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 & celeritatis 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 distantiis ad se invicem accedendi nisus 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 pollen„tes, quemadmodum supra de terrestribus ostensum est. „In diversis autem distantiis erunt & harum vires in du„plicata ratione distantiarum reciproce: nam ex particu„lis hac lege trahentibus componi debere globos eadem „lege trahentes mathematice demonstratur. Conclusio„nes praecedentes huic innituntur axiomati, quod a „nullis non recipitur Philosophis: effectuum scilicet eius„dem generis, quorum nempe, quae cognoscuntur, pro„prietates eaedem sunt, easdem esse causas, & easdem es„se 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 la„pidis, & terrae componatur in Europa ex viribus attra„ctivis partium, quis negabit, similem esse compositio„nem in America? si attractio terrae ad omnia corpo„rum genera, & ad omnes distantias propagetur in Eu„ropa, quidni pariter propagari dicamus in America? „in hac regula fundatur omnis philosophia; quippe qua „sublata nihil affirmare possumus de universis. Constitu„tio rerum singularum innotescit per observationes, & „experimenta: inde vero nonnisi per hanc regulam de „rerum universarum natura iudicamus. Iam cum gravia „sint omnia corpora, quae apud terram, vel in coelis „reperiuntur, de quibus experimenta, vel observatio„nes instituere licet, omnino dicendum erit, gravita„tem corporibus universis competere. Et quemadmo„dum nulla concipi debent corpora, quae non sint ex„tensa, mobilia, & impenetrabilia, ita nulla concipi de„bere, quae non sint gravia. Corporum extensio, mo„bili-

„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 mussitare. Gravitatem scilicet occultum esse quid
„perpetuo argutari 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. Gravitas ergo non erit oc-
„culta 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 statuant 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.„

ARTICVLVS XIII.

Recenſentur aliorum opiniones de cauſa gravitatis.

Syſtemata Carteſianorum.

297. Carteſiani, 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 ſummae 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.

298. Supponunt igitur nonnulli, materiam subtilem, sive, a peripheria universi versus centrum eiusdem, sive a peripheria systematis cuiusdam particularis ad eiusdem centrum in lineis rectis perpetuo manare, aut certe premere, atque adeo corpora huic materiae innatantia versus idem centrum urgere, atque impellere. Verum ut nihil dicamus de centris illis sive universi, quod prorsus ignoramus, sive 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, sive universi, sive 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 hemisphaerio venientibus, atque ob stupendam suam subtilitatem illud liberrime permeantibus a terra repellatur. *Systema materiae subtilis rectilineae prementis.* * *Fig.* 97

299. Concipiunt alii materiam quandam maxime elasticam, in cuius centro terra haereat. Huic materiae a Deo aut ab alia qua- vis causa supponunt impressum fuisse motum quendam vibratorium, qui versus terrae centrum quam velocissime propagetur. Quod si igitur huic materiae innatet corpus quoddam, illud per excurrentes continuo eiusdem mate- *Systema materiae subtilis oscillantis.*

riae

riae undas terram versus propelli asserunt, ad eum fere modum, quo corpora levia mari innatantia ab undis eiusdem, quas venti concitant, ad littora eiici non raro conspicimus. 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 conspicimus. Undae enim illae nonnisi in maris superficie excitantur, nihilque aliud sunt, quam quarundam aquae partium per ventorum, aut corporum iectorum impulsum effectae elevationes, & aquae elevatae 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 iectorum 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.

SCHOLION. 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 explo-

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 pulsuum aetheris infra ea corpora positi, ac aetheris superioris

300. Cum materiam rectilinee, 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 vorticosa 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-

Systema vorticum.

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, sive 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 pernicitatem pene infinite su„peraret, ac proinde momento temporis radi„citus everteret, secumque abriperet omnia. „Neque isthuc dixerint Cartesiani, materiam „vorticis omnia tanquam cribra quaedam liber„rime pervadere, atque ideo nec tantum impul„sum progignere. Istud enim si ita sit, nulla „sane congrua ratio dari potest, cur simplici „pressione gravia tantopere impellat, tantos„que in illis pariat motus, quantos in ruen„tibus vastissimis rupibus experimur. Idem „sane est, ei materiae tantam tribuere vim „premendi deorsum, & nullam vehementissi„ma sua incursione impellendi, ac dicere, pos„se lignum aquarum gravitate praevalente

„sur-

„ ſurſum protrudi, ſed in medio deinde prae-
„ cipiti curſu fluvii cuiuspiam poſſe immotum,
„ ac quietum innatare. 3) A vortice eiusmo-
„ di gravia haud ad telluris centrum, ſed ad axem
„ ipſum dirigi neceſſe foret. Cum enim vor-
„ tex ille in circulis ad aequatorem parallelis
„ flueret, 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. „

SCHOLION 1. 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.

SCHOLION 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 interſecent, continuo hoc materiae impactu, & colliſione nihil omnino de motu ſuo deperdere, neque tandem vorticem unum ab altero abripi, aut vero eorundem motus omnino exſtingui. Ea porro, quam ad duorum eiusmodi vorticum declarandam actionem 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 & Gaſſendi.*

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.

SCHOLION 1. Sententiis pluribus recensendis supersedemus, quod eae sint numero plurimae, & ea, quam sibi earum authores 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 superficie terrae posita inditum sibi habent nisum, quo ad terrae centrum tendunt. Verum quid is nisus sit, qui in punctum quoddam imaginarium, quale esse potest terrae centrum, perpetuo tendat, explicari nequit. Cur non est similis huius puncti in corpora gravia nisus, quae terram quoque ad corpora gravia accedere faciat? mitto plura.

SCHOLION 2. Nonnulli ex quaestione 21 opticae Newtoni occasionem sumpserunt gravitatis phaenomena explicandi per actionem materiae elasticae a centro versus peripheriam semper densioris. Verum non est, cur huic sententiae refutandae immoremur, cum argumenta superius prolata contra hanc quoque aperte pugnent.

SCHOLION 3. P. Bertier Presbyter oratorii systema vorticum recens iterum resuscitavit, reiectisque priorum Carteſianorum hypotheſibus rem omnem ita expedit. Docet nimirum vortices tum circa ſolem, tum circa planetas primarios fluere, quorum celeritas maxima ſit prope centrum, inde vero peripheriam verſus continenter decreſcat. 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 hypotheſim, cum de aſtrorum motu ſermo erit, aliquanto accuratius expendemus.

ARTICVLVS XIV.

Reſpondetur obiectionibus.

302. Primum, quod noſtrae huic ſententiae de cauſa gravitatis corporum terreſtrium obſtare videtur, illud eſt, quod ſi corpora omnia in diſtantiis maioribus poſita ad mutuos ſeſe acceſſus determinarent, hic eorundem acceſſus, ſive accedendi niſus ſub ſenſus cadere deberet, ac proinde 1) corpora levia prope turres, aut montes vaſtiſſimos delabentia ad eosdem accedere. 2) Sphaerae duae in ſuperficie laevigata poſitae ſeſe mutuo petere, ac demum 3) corpora omnia ſolida aeque, ac fluida figuram ſphaericam aſſumere deberent. Quorum tamen nihil omnino evenire experientia teſte ſatis edocemur. *Obiectio prima.*

Verum reſpondeo primo, univerſalem hunc corporum omnium in maioribus diſtantiis poſitorum ad ſe invicem accedendi niſum ſenſibilem fieri experimento ſingulari, quod a Cl. Bertier inſtitutum refert Muſchenbroek (Phyſ. §. 1008.) „E capillo tenui, longoque „pendeant lamellae tenuiſſimae, ſciſſae ex „charta, pergameno, coreo, ligno, ferro, „&c: pedem longae, ſemilineam latae, eaeque „ſuſpendantur in altis campanis vitreis, ne aere agitentur; campanae in variis intervallis

„quae-

„quaelibet corpora admoveantur: tum pendu„lae 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 distantiis agente sententiam plurimum corroborat.

Respondeo secundo, dictos corporum accessus sub sensum vulgo cadere non posse. Cum enim in distantiis maioribus attractio sit in ratione directa massae attrahentis, & inversa duplicata distantiae, massa vero globi terraquei 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 1. 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, „nor est, quam quae sentiri possit.„

Scholion 2. Quod si tamen corpus attrahens sit molis 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, declinatiouem 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 effectu 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.

SCHOLION 3. Accessui illi sphaerarum duarum in superficie laevigata positarum illud praeterea obstat, quod nullum habeamus corpus perfecte glabrum, sed omnium corporum superficies asperitatibus plurimis aspersae 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 mutuam „generalem, ut esset is, qui muscam non esse gravem in „terram censeret, idcirco, quod crassum, & bene tensum funem nihil ad sensum videret deprimi, ipsa ad eum „musca advolante.„

SCHOLION 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 distantiis 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 affrictu 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 quaepiam ab ipsa terrae superficie removerentur.

SCHOLION 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, & distantiis oritur, quam sit gravitatis vis in distantiis 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 1. Difficultates illae, quae Newtonianos premunt, qui ad ipſum uſque corporum contactum legem illam attractionis pertinere contendunt, in noſtra de lege 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 ſpecifice leviora ad ſpecifice graviora accedant, iisque adhaereſcant. Verum hanc, quam dicunt *adhaeſionis* legem a poſteriori, ſive ex experimentis refutat Muſchenbroek (Phyſ. §. 1034.) nam 1) „minii, fluidum graviſſimum, qui ſolutus eſt admodum tenax, attrahitur aeque 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 ſidunt, adhae- „ reſcunt cotoneo, lanae, ſuberi. 5) Mercurii guttula „ inſiſtat chartae; admove vitri cuſpidem: adhaereſcit at- „ tractus mercurius. Si duo vitra iunxeris, ut angulum „ forment, quem gutta mercurii ſphaerica tangat; ſimul ac „ vitra removere conaris, gutta a vitro attracta ſit 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 munditſimus infundatur, ad latera vaſis in „ rotundum aſcendit attractus mercurius. 8) Plumbatura „ ſtanni fit ex ſtanno, & plumbo componente maſſam „ ſtanno ſpecifice graviorem, 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 „ ſpecifice graviorem, aere, aut orichalco conſtituente: „ hoc ferrumen in igne ocyus funditur, quam aes, vel „ orichalcum, a quibus trahitur, adhaereſcensque facit, „ ut aeri aes iungatur. 10) Santerna, ſive auri ferrumen, „ quod fit ex auro, & argento, in igne fuſum argento le- „ viori adhaereſcit, eique aurum, vel orichalcum fuſum adhae- „ glutinat. 11) Cuprum, vel aliud argentum ag- „ reſcit ferro ſpecifice 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 relicta, cui una cum ſpiritu innatat. Ex „ quibus omnibus cadit illa lex, quae adhaeſionis appel- „ latur. „

SCHOLION 3. Erant etiam, quî attractionem cum magnetiſmo confunderent. His vero opponimus 1) quod actio magnetis in ferrum ad multos pedes pertingat, aliamque diſtantiarum rationem ſequatur. 2) Quod attractio ſit univerſalis, magnetica vero vis certae tantum corporum ſpeciei convenit. 3) Quod attractio tolli nequeat, aut mutari, vis vero magnetica debilitari, tolli, & mutari pro libitu, in ferro, & magnete poſſit.

SCHOLION 4. Plurima supersunt phaenomena, e quibus mutua corporum in se invicem tum in distantiis exiguis alternans, tum in maioribus distantiis ad accessum mutuum determinans actio eruitur. Haec inter praecipuum sibi locum vendicat actio lunae in aquas maris, indeque ortae alternae maris intumescentiae, & depressiones; lunaris motus turbationes variae, a solis actione repetendae; Iovis, saturnique praecipue tempore coniunctionis 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, MOTVVMQVE COELESTIVM CAVSIS.

Expositis iam corporum omnium universum hoc constituentium principiis, generalibusque eorundem affectionibus, priusquam ad particularium quorundam corporum proprietates exponendas transeamus, ordo doctrinae deposcere 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 eruitae, 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.

SECTIO I.

DE CORPORIBVS MVNDI TOTALIBVS, EORVMQVE DISPOSITIONE, SIVE SYSTEMATE VNIVERSI.

ARTICVLVS I.

De corporibus totalibus in genere.

Quid mundus?

304. *Mundi* 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 indigitent. 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, durationc, &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. Planetae 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 Terrae, 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 planetae sex primarii cum sole, decem secundarii cum cometis, & stellis fixis corpora ea sunt, e quorum collectione universum hoc, seu aspectabilis hic mundus consurgit.

Scholion 1. Plurima esse corpora totalia, quorum existentia mortalibus omnibus incognita est, a nemine Philosophorum in dubium vocari potest. Tribuendum id

est organorum nostrorum, praecipue visus, imperfectioni, qui ab obiectis admodum dissitis, aut omnino non, aut certe non ita commoventur, ut eorundem obiectorum perceptio ab anima effici queat. Inde factum ut satellites Saturni, Iovisque, innumerae item illae, minutissimaeque stellulae, quae candenti illo coeli tractu (galaxiam vulgo vocant) continentur, mortalium nulli cognitae fuerint, donec superiore saeculo inventis astronomicis tubis illa organi visus imperfectio aliquantum emendata, illudque ad remotiora etiam obiecta dignoscenda aptius effectum fuit. Minime igitur dubitandum est, astronomicis illis tubis ad maiorem perfectionis gradum adductis corpora complura coelestia in conspectum nostrum venitura, quae modo ne coniectura quidem assequimur.

SCHOLION 2. Horum consideratio mentem nostram ad potentiam, & maiestatem supremi universi Conditoris humili obsequio colendam excitare debet. Non enim in alia physicae parte, quam ea, quam nunc tractamus, elucet manifestius, quam sint magna, & mirabilia opera Domini.

ARTICVLVS II.

De stellis fixis, item de stellis novis, & nebulosis.

308. Quid stellarum fixarum nomine veniat, ex superius (305) dictis constat. 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 comparetur lumen, quod planetae ad nos reflectunt, illud multo debilius, tranquillius, pallidique coloris ideam excitans facile animadvertetur. Accedit, quod incredibilis sit fixarum a tellure nostra distantia, in qua si collocarentur planetae, dubitari non potest, eosdem aspectui nostro penitus eripiendos.

Quae fixarum natura?

SCHO-

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.

Quot numero stellae fixae?

309. Numerus fixarum accuratus a nobis iniri nequit. E veteribus Ptolaemeus 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.

Quae fixarum divisio?

310. Ratione apparentis magnitudlnis stellae fixae dividuntur in classes sex. Illae nimirum, quae magnitudine reliquas vincere videntur, primae magnitudinis, quaeque minimae omnium apparent, sextae magnitudinis esse dicuntur.

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 divisere, id quod de Peruvienſibus quoque Americae populis testatur Iosephus a Costa.

SCHOLION 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 eosdem inseruerunt; vel denique obiectorum quorumvis, quorum ideam facile animo effingimus.

SCHOLION 3. Ut stellae illae fixae, quarum collectio constellationem quampiam constituit, ipsae quoque facilius dignoscerentur, earum quaepiam, quae reliquas magnitudine superant, appellationibus propriis insigniuntur, aliae a certo quopiam situ, quem in constellatione, ad quam pertinent, occupant, nomen trahunt, aliae demum literis graecis a Bayero primum distinctae fuere, quem morem hodierni etiam Astronomi retinent. Exempli loco
• *Fig.* 98 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.

Quid stellae novae, & mutabiles?

312. Astronomorum monumenta variarum stellarum mentionem faciunt, quae alio temporis intervallo spectandas se mortalibus praebuerunt, tum vero videri rursus desierunt, quas propterea *stellas novas* dicunt. Alias *mutabiles* vocant, quarum nempe apparens magnitudo ita immutata fuit, ut cum ad primae magnitudinis stellas aliquando pertinerent, decrescentes 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. Bouilliaudus ex fixarum circa axem proprium conversione evenire existimat, ut eae iam partem sui fulgentem, iam obscuram telluri obiiciant. *Quaenam earum causae?*

SCHOLION. 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 comprimentur, 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;

nit; pari modo videri desinet, quae conspicua ante fuit. Verum haec ultra coniecturam haud assurgunt.

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 stellae 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 esse deprehenduntur, in aliis nullae omnino stellae, in aliis stellae nonnullae candidis veluti maculis cinctae conspiciuntur: exiguos hos coeli tractus *stellas nebulosas* appellant.

Scho-

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 glaudio Orionis Hugenius primus vidit. Stellas has lapſu temporis diverſas ſubiiſſe mutationes Aſtronomi adnotarunt.

317. Haec igitur ſpatia coeleſtia, in quibus 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. Maraan pro Atmoſphaera plurium ſtellarum habet, quarum aliquae in candidis illis coeli tractibus conſpiciuntur, aliae viſum noſtrum omnino effugiunt. *Quae earum natura?*

ARTICVLVS III.

De planetis primariis.

318. Primarios planetas vocavimus (306) qui circa ſolem revolvuntur numero ſex, quorum nomina, adiunctis ſignis, quibus Aſtronomi eos denotant, adſcribimus: *Mercurius* ☿, *Venus* ♀, *Tellus* ♁, *Mars* ♂, *Iupiter* ♃, *Saturnus* ♄. *Quid planetae primarii?*

SCHOLION. Quae ad corporum horum totalium magnitudinem, ſoliditatem, diametros, diſtantias a ſole, temporа revolutionum &c: pertinent, in adiecta tabella exhibentur.

TABVLA SYSTE

Exhibens Planetarum magnitudines, distantias,

Nomina Planetarum.	Ratio Diametrorum ad diametrum telluris.	Ratio superficierum ad superficiem telluris.	Ratio soliditatis ad soliditatem telluris.	Inclinatio orbitarum ad Eclipticam.	Inclinatio orbitarum ad aequatorem ☉	Inclinatio orbitarum ad suos aequatores.
☉ Sol.	Centies maior tellure.	Decies millies maior.	Millionesies maior.	- - -	- - -	- - -
☿ Mer	$\frac{1}{3}$ Telluris.	$\frac{1}{9}$ Telluris.	$\frac{1}{27}$ Telluris.	G. M. 6. 59$\frac{1}{3}$.	G. M. 3. 10.	- - -
♀ Ven.	$\frac{16}{19}$ Tellur.	$\frac{256}{361}$ Telluris.	Paullo minor quam $\frac{2}{3}$ Telluris.	G. M. 3. 27.	G. M. 4. 6.	G. M. 15. 0.
♁ Tellus.	Diamet. telluris 1720. milliar. Germ.	Superficies tell. 9288000. mill. quadrata.	Soliditas telluris 2665560000 milliaria cubica.	- - -	G. M. 7. 30.	G. M. 23 28$\frac{1}{2}$
☾ Lun.	$\frac{1}{4}$ Diam. telluris.	$\frac{1}{13}$ Telluris.	$\frac{1}{50}$ Telluris.	- - -	- - -	G. M. 7. 30.
♂ Mar	$\frac{3}{5}$ telluris.	$\frac{1}{2}$ Telluris.	$\frac{1}{5}$ Telluris.	G. M. 1. 51.	G. M. 5. 50.	- - -
♃ Iup.	Plus decies maior tellure.	106 maior tellure.	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.

Apparentes Diammetri in dist. minim. tellur.	Distantia minima a tellure in semidiametris Telluris.	Distantia a Sole in semidiametris Telluris.		Tempus periodicum circa solem	Tempus revolutionis circa axes propr.
		Distant. maxima a Sole.	Distantia minima a Sole.		
M. S. 32. 43.	21626.	- - -	- - -	- - -	DHM 25 12 0
M. S. 0. 15.	352.	10274.	6754.	D. H. M. 87. 23. 15.	Incognitum.
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.	Incognitum.

Quae eorum natura?

419. Planetae hi sunt corpora opaca, telluri nostrae similia, quae lucem solis in se incidentem ad tellurem nostram reflectunt.

Suadet hoc lumen eorum admodum debile ac pallidum, quod praesertim in Saturno a sole longissime distante facillime animadvertitur. Idem conficiunt Mercurii, & Veneris phases, seu variae apparentiae pro vario eorum ad solem situ, e quibus ad reliquos argumentum ducimus. Sed iam de singulis pauca quaedam adnotabimus.

Notanda de Mercurio.

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 immersus, 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, sive macularum in eodem fors occurrentium, neque tempus revolutionis periodicae Astronomis adhuc innotuerunt.

SCHOLION. Phases Mercurii, sive variae eiusdem apparentiae pro diverso, quem respectu solis habet, situ nonnisi telescopiis plurimum augentibus notantur.

Phases Veneris.

321. Venus pro diverso respectu solis situ iam falcata, iam gibba, iam pleno orbe refulgens conspicitur. Diversas has Veneris phases, quales anno hoc, quo ista scribimus, conspicuae sunt, figura 99 * exhibet, in qua

Fig. 99

n. 1.

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 notantur, cum ultra terram a ſole pertineat: illud tamen a Keplero, Hevelio, & Caſſino notatum, eundem aliquando figuram ellipticam referre, qualis in luna notatur, tribus ante plenilunium diebus. Maculas in eius ſuperficie, quae rubeum fere colorem praeſefert, detexit primus Fontana anno 1636, Caſſinus vero easdem anno 1666 maximo ſtudio obſervavit, indeque motum rotationis circa axem proprium deduxit. Easdem obſervavit Maraldus, ex quo quatuor earundem ſchemata** excerpſimus. *Figura Martis.* *Maculae in eius ſuperficie.* *Fig. 10.*

223. In Iove Aſtronomi illud adnotarunt ſingulare, quod figura eius ſub polis compreſſa ſit, eſtque ex recentiſſimis Shortii obſervationibus diameter Iovis per polos eiusdem tranſiens ad diametrum aequatoris = 13: 14, id quod mutuae gravitatis actioni conforme deprehendit ſummus geometra Clairaut. Maculas in eiusdem ſuperficie, ſive faſcias quasdam obſcuras primi notarunt Neapoli RR. PP. Zup- *Figura Iovis.* *Maculae eiusdem.*

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 conversionem. Nos schemata eiusdem bina * exhibemus, quorum prius *a* ab Hugenio delineatum fuit, alterum *b* utrumque hemisphaerium exhibens Cassino debetur.

* *Fig.* 101

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 102 * eundem ex Cl. De la Lande exhibemus, qualis per telescopia optimae notae conspicitur.

* *Fig.* 102

Quid de eo sentiendum?

325. Annulus hic ad mentem celeberrimi Hugenii 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)

SCHOLION I. Notarunt Astronomi, annulum hunc nonnunquam disparere ommino, tumque Saturnum figurae sphaericae videri. Est quoque latitudo eiusdem quandoque maior, aliquando etiam ansarum 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 elliptoidaeam a Saturni globo aliquantum remotam. Alii praegrandes duos ſatellites Saturno affinxerunt. Robervallius annulum hunc pro vaporibus habuit ex aequatore eiusdem aſſurgentibus. Alii pro maculis, quae pro varia Saturni circa axem ſuum converſione ſub diverſa figura ſpectandas ſe nobis exhiberent. Verum relata ſuperius Hugenii 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 intervallis nonnunquam elevantur, Caſſinus iunior oſtendit. *Maculae Saturni.*

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 1. 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 aeque abſurdam aſſerere exiſtimabat, quam qui diceret, in vaſtiſſimo agro nonniſi unicam tritici ſpicam excreſcere poſſe. Idem ſenſerunt Xenophanes, Zeno, Anaximenes, Democritus, aliique, quorum catalogum in bibliotheca graeca Fabritii 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 planetarnm horum incolae ob diversam suam a sole distantiam, & axium suorum ad eclipticam inclinationem dierum, noctiumque, variarum item anni temperiem vicissitudines experiri necesse habeant.

SCHOLION 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.

SCHOLION 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 incola, 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 aeque 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 tegantur, atque ad eorundem radices urbes reperiri incolis refertas, qui toto anni decursu ea fere aeris temperie gaudeant, quam in zona temperata sub autumni exordium persentiscimus; cadentes nimirum statis anni temporibus pluviae amoenam hanc aeris temperiem efficiunt. Neque quaerere hic cuipiam 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.

SCHOLION 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.

ARTICVLVS 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 consuessent, 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 peripheria eiusdem circularis erit, cuius si gradus unicus determinetur accurate, facta per 360 multiplicatione totius peripheriae 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 hexa-

xapedis universa telluris peripheria definiatur.

SCHOLION 1. Priusquam Cl. Picardus supradictam dimensionem suscepisset, magnitudo peripheriae terrestris, 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 Norwod 57400, secundum P. Ricciolum 62900. Quam in. certitudinem 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 diffitorum dimetiri, quod trigonometriae ope ita perfecit: primo dimensus est in via, quae ex *Villeuive** ad *Iuvisi* ducit, lineam rectam 5663 hexapedas 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° 6′ 55″; translata deinde statione in A, tuborumque altero directo in C, altero in B, angulus A inventus fuit 54° 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 *Montl héry*, terminabatur, dimensusque rursum 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-

* Fig. 103

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 repeterent 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 deſigeret, in monte Schökel Graecio adſito pyramidem eiusmodi excitari fecit, ad quam ex monte Wexel, qui Styriam ab Auſtria, & Hungaria diſterminat, 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 1. 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 $48^{\circ}, 50'$ hexaped. - - 57183.
3) A Chazellio in latit. $45^{\circ}, 42'$, hexap. - 57068.
4) A Cassino, & Caillio in latit. $43^{\circ}, 31'$, hexap. 57048.

5) 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 perpendicula 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, perpendiculum 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 siti erant, a quorum attractionibus perpendicula 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 $\frac{1}{2}\frac{1}{3}\frac{1}{0}$ 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 tamen

„men eas non magis supra libellam oceani attolli videa-
„mus, quam continentis partes aequatori subiectas. Ce-
„dit igitur hoc quoque ad immortalem Newtoni gloriam,
„& mutuarum virium theoriae confirmationem, quod eam
„telluris figuram a priori, sive ex ipsa theoria Newto-
„nus eruerit, quam & pendulorum experimenta, & insti-
„tutae eum in finem dimensiones confirmarunt.„

Scholion 5. Veterum nonnulli terram undique complanatam, & in orbem diffusam esse existimarunt: eam vero ad sensum rotundam, seu sphaericam esse dubitari nequit. Nam 1) ab aequatore alterutrum polum versus progredienti stellae quaepiam ante non visae conspiciuntur, aliae disparent. 2) Umbra terrae, quam luna eclipseos 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 com-

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 inflammant, eosque omnes effectus edunt, qui nonniſi violentiſſimo igni adſcribi poſſunt.

SCHOLION. Solem conſtare ex puriſſimo igne, *ſive* fluido ſubtiliſſimo, quod motu perturbato, ac concitatiſſimo agitetur, Carteſianorum nonnulli docuerunt. Verum repudianda eſt haec ſententia; ex phaenomenis enim macularum ſolarium recte arguitur, eſſe in Sole non modo 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 nonnullae 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 quaepiam, postquam longiore tempore videri desierunt, eodem in loco rursus conspiciendas se praebent, in quo primum disparuerunt. Ex his igitur phaenomenis de macularum harum natura consectaria quaepiam deducemus.

332. Ac quidem 1) ex his consequi censemus, maculas solares non esse corpora quaedam a Sole distincta, quae planetarum instar circa Solem revolvantur. Talia enim si forent, *Macularum natura, & sequelae ex iis deductae.*

eiusdem proxime magnitudinis viderentur, sive in medio solaris disci, sive in eiusdem extremitate conspiciantur. Praeterea brevius foret tempus, quo in Sole conspiciuntur, tempore illo, quo post Solem latent. Denique ratio reddi non posset, cur per plures etiam annos inconspicua haec nobis corpora aliquando 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 vagarentur. 3) Neque etiam sunt partes ipsius corporis solaris exustae, ac instar scoriae in molem ingentem accrescentes. Huic enim sententiae obstat phaenomenon decimum, quo docemur, easdem in eadem superficiei solaris parte quandoque iterum renasci, in qua prius videri desierant. Accedit, quod illa tam sovaria, tamque repentina figurae mutatio, solidis eiusmodi exustisque massis minus conveniat. 4) Verum censeo cum de la Hire (acta Paris. ad annum 1700) maculas has esse partes ipsas solidas massae solaris reliquis magis exstantes, opacas, figurae irregularis, fluido igneo, sive materia Solis ardente ut plurimum tectas, per cuius fluxum, & agitationem fit, ut partes hae solidae aliquando in conspectum nostrum veniant. Hoc certe phaenomena supra allata suadere videntur. Ita enim facile intelligetur, cur maculae hae aliquando in conspectum se dent, alias conspectui eripiantur, cur figuram tantopere mutent, cur in eadem

dem solaris disci parte denuo conspiciantur, cur tam regulares motus habeant, &c.

SCHOLION 1. P. Scheinerus, & Hevelius praeter maculas solares recensent etiam partes quasdam Solis caeteris lucidiores sibi conspectas aliquando esse, quas *faculas* 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.

SCHOLION 2. Maculas solares primus detexit P. Scheinerus e S. I. Matheseos in Universitate Ingolstadiensi Professor. Cum enim mense Martio anni 1611 Solem lustraret, 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 concredidit Welsero 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 epigraphe *Apelles post tabulam.* Anno 1619 Galileus de iisdem maculis solaribus quaepiam scripsit, in quibus Scheinerum plagii literarii accusat; verum Scheinerus in opere magno, cuius evulgandi facultatem anno 1626 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, 12h, 20′: axis porro ille, circa quem Sol convertitur, ad pla- *Conversio Solis circa 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.

SCHOLION. 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) „modum etiam definivi argumentis talem, ut Sol manens „quidem in loco suo rotetur tamen ceu in torno, emittat 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 anplitudinem, 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 *atmosphaera Solis* 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 proprior est, quod rectissime convenit atmosphaerae in Solem gravitanti. Alterum argumentum petitur a lumine zodiacali, quod ab ipsa Solis Atmosphaera diversum nihil esse mox dicemus.

SCHO-

SCHOLION 1. In eclipsi totali Solis anni 1715 Cl. Valerius Upsaliae annulum hunc vidit circa polos Solis magis compressum, in extremis vero diametri punctis latiorem, 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.

SCHOLION 2. His argumentis manus dedit Cl. Eulerus, qui atmosphaeram solarem censuit esse annulum Soli circumfusum annulo Saturni simílem, quam sententiam retractavit in literis anno 1751 ea super re ad doctissimum Clairaut datis.

335. Lumen Zodiacale appellant Astronomi, Physicique candorem quempiam, splendoremve viae lacteae aemulum, qui certis anni temporibus ante solis ortum, vel post eius occasum conspicitur. *Quid lumen zodiacale?*

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 proprior, 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 difficilius conspiciatur.

SCHOLION 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.

SCHOLION 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.

SCHOLION 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,

AR-

ARTICVLVS VII.

De Cometis.

338. Cometae vocantur corpora quaedam coeleſtia, quae certis temporibus conſpicienda ſe praebent, & cum frequenter lucidam veluti caudam poſt ſe trahant, ab hoc quoque nomen hauſerunt. *Quid Cometae?*

SCHOLION. Quot numero Cometae inde a mundi exordio ſpectandos ſe praebuerint, incertum eſt. Veteres enim, qui eos vel pro ſignis a ſupremo Numine ad publicam quandam calamitatem praeſignandam immiſſis, vel vero pro vaporum in atmoſphaera noſtra enatorum congerie habebant, de iisdem ad poſterorum memoriam transmittendis 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 usque tempore uſque ad annum 1763 34 conſpecti ſunt. Eſtque notatu dignum, quod ab anno 1757, quo tempore Aſtronomi in Cometam ab Halleio praedictum inquirebant, intervallo annorum 7, 7 item Cometae viſi fuerint, ex quo arguere licet, non adeo raros eſſe hos hoſpites, quamvis ſaepe exilitate ſua ſpectatorum terreſtrium oculos effugiant. Illud etiam hic probe notandum, ex magno 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 recentiorum potiſſimum aſtronomorum induſtriae debentur, haec fere ſunt: 1) Cometae moventur circa Solem. Debetur inventum hoc magno Newtono, qui poſtquam obſervationes tres a Flamſtaedio factas habuiſſet, eiusdem circa Solem motum determinavit, ac loca eiusdem plurima ex vis projectilis, & gravitatis univerſalis legibus definivit, inter *Phaenomena Cometarum.*

quae & loca, quae ex ipsis observationibus innotuerant, exiguum prorsus discrimen repertum est. Idem ab Astronomis subsequis successu optimo pluribus iam vicibus est praestitum. Accedit, quod ductis ex Sole ad Cometas radiis, radius Cometarum vector describat areas temporibus proportionales, quod iterum argumento est, eosdem circa Solem revolvi. 2) Cometae moventur in orbitis ellipticis admodum excentricis, quarum pars inferior Soli proxima ad curvaturam parabolae proxime accedit. Enimvero cum Cometarum orbitas, qua parte ii nobis conspicui sunt, pro parabolis habuissent Astronomi, admirabilem inter calculos, & observationes consensum reperierunt. Ostendit vero Newtonus, partem inferiorem ellipseos admodum prolongatae a curvatura parabolae valde parum abesse. Quamobrem cum praeterea iam certum sit, Cometas peracta revolutione iterum reverti, eosdem in lineis curvis in se ipsas redeuntibus, atque adeo in ellipsibus ferri est necesse. 3) Cometae per varias coelorum regiones vagantur, neque Zodiaco, quo planetarum reliquorum orbitae continentur, includuntur. 4) Motus eorundem iam directus, sive secundum ordinem signorum, iam retrogradus est. Ita sane Cometa anni 1556, postquam contra ordinem signorum sat longo tempore progressus fuisset, directus esse coepit. Cometae anni 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. Cometas 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 poſitis inceſſiſſe, 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 rurſum aſpectabilem futurum praedixit Halleius, eiusque praedictionem eventus comprobavit; cum eodem ipſo anno Cometa hic a celebrioribus totius Europae Aſtronomis conſpectus, eiusque motus ab iisdem cum motu priorum illorum admodum conſpirans deprehenſus fuerit. Sunt praeterea alii tres, quorum reditum Aſtronomi exſpectant. 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 debebit. 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 eiusdem 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, differret, quod & ad insignem nominis eius gloriam, & theoriae Newtonianae commendationem, & confirmationem maximam cessit. Galli, ut tanti viri nomen apud posteros perennaret, Cometam hunc planetam septimum, & Clairautium passim compellarunt.

Quae de natura Cometarum sententiae peripateticorum?

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 praesagiebat, color eiusdem 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 indicasse 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.

SCHOLION. Newtonus ut sententiam hanc refutaret, exemplo utitur Cometae anni 1680, qui cum Soli perquam vicinus effectus sit, diffluri 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 Cometas 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 spatia vagantes, tum nobis conspicuos fieri, cum in vorticis terrestris parte extrema mensium aliquot intervallo iisdem commorari concessum est. Verum haec retulisse, refutasse est. *Sententia Cartesii?*

342. In tanta astronomiae luce novum systema produxit Cl. Bertier oratorii Presbyter. Duplicis generis Cometas ille distinguit, priores appellat *sublunares*, alios *superlunares*. Cometas 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 Cometae 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 conspicimus, 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 parabolas, non vero ellipſes ſive lineas curvas in ſe ipſas redeuntes deſcribunt, quod adverſatur reditui Cometae anni 1759, quem nemo Aſtronomorum (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 Cometas planetis adnumerant, illud eſt, quod „complures Cometae abſoluta periodo ſe rurſum ſpectandos praebuerint. Hunc quidem „reditum Cometarum admitto, qui ſolidiſſime „comprobatus iam eſt; Cometa enim anni „1682, cuius reditum Halleius praedixit, Clairautius vero pro menſe Aprili anni 1759 prae„nunciavit, de Cometarum reditu dubitare nos „iam haud ſinit.„ Sed quomodo iſta cum orbitis parabolicis, quas diſertis verbis author idem Cometis omnibus tribuit, conciliari poſſint, ipſe viderit. 5) Hic vero ipſe Cometarum reditus, ex quo corporum horum per plura ſaecula, quin ab ipſo mundi exordio continuata exiſtentia eruitur, vorticum illud ſyſtema evertit, quandoquidem tantorum annorum intervallo vortices iſti ob diverſos reſpectu planetarum, Solisque, atque eorundem vorticum ſitus, mutationes varias ſubire debuiſſent, quod in ſyſtemate hoc negari tanto minus poteſt, cum ipſa vorticum horum exiſtentia vicinorum vorticum actioni tribuatur.

Quid de Cometis sentiendum?

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 rursum in conspectum nostrum se dant, hoc longior eorundem in Solis vicinia perseverantia, quin difflentur 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 proiectionis 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, sive

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 aversam 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 aversam a Sole partem propellente sententia duplex est. Newtonus censet Cometarum caudas ab ipsis radiis solaribus atmosphaerae cometicae particulas secum abripientibus 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 propinquiores 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 aversam, 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 aversam, quo dupli- * *Fig. 105*

ci

ci motu acti diagonalem veluti describent, quae versus partem a Cometa relictam inclinabitur. 2) Notatur praeterea in caudis iisdem incurvatio quaedam, quae cavitatem relictae parti obvertat, haecque 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 rursum decidunt. 4) Quod vero Cometae aliquando caudati, alias comati, aut barbati sint, Cl. Mairan a vario terrae respectu Solis, Cometaeque situ dependere existimat. 5) Planetae 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 planetae suas a Sole distantias haudquaquam tantopere variant, Cometae vero, posteaquam in inferiori orbitae parte Soli proximi fuere, ad maximas quasque a Sole distantias recedunt, quo recessu in ipso Cometarum nucleo internae compagis alteratio, mutatioque multo vehementior progignatur est necesse.

SCHOLION 3. Quae adversus nostram de Cometis, eorumque caudis sententiam a nonnullis, praecipue vero a Cl. Bertier proferuntur, haec 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 haec a vario terrae 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 nucleus Cometae anni 1661 a radiis lucis, quibus undique cingebatur, vix differebat, quin & alter in frusta plura dissectus, alter in radium lucidum crassitie nuclei desiisse refertur, quae omnia rectius vaporum congeriei, quam corporibus solidis, mundoque coaevis convenire videntur. At vero notandum in spectaculis eiusmodi opticas illusiones a telescopiorum etiam vitiis, quae 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 Cometae 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) Cometae, 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 increscere 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 fuisse 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 Cometae anni 1744 invigilaret, deprehendit, disci eiusdem a Sole illuminati partem nonnisi dimidiam aspectabilem fuisse, ac proinde phasim Cometae 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 rectu 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 decrescere constat. Vix autem evenit unquam, ut plures simul Cometae prope perihelium existant. Denique rarae admodum esse possunt Cometarum massae, quod caudae eorum, quas diximus esse vapores ex corpore eorum enatos, comprobare videntur.

SCHOLION 4. Erant, qui Cometas 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 dicentur, apparebit, metuendum haudquaquam esse, ut massa Solis ob copiam lucis, quam emi-

emittit, diminuatur, atque adeo ad similia his massae solaris incrementa minime recurrendum videtur.

SCHOLION 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 cuipiam, ipsi etiam telluri admodum propinqui efficiantur, quod quidem sine gravissima strage haud eventurum multis ostendit MacLaurin (in exposit. Phys. Newton.) attamen sperare licet, ita divinam sapientiam motus eorum attemperasse, ut eas semper servent a planetis reliquis distantias, quas ordo universi, & perduratura, dum supremo eiusdem conditori allibuerit, corporum coelestium dispositio exigit.

ARTICVLVS VIII.

De planetis secundariis.

Satellites Iovis.

346. Planetas secundarios vocamus, qui circa primarios revolutiones suas peragunt; planetae eiusmodi 4 circa Iovem revolvuntur, quos Galileus septima Ianuarii 1610 paulo post inventa telescopia Astronomica deprexit. 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, Hugenius 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 circa

ca Saturnum eum in modum revolvi, quo circa tellurem noſtram luna convertitur.

Satelles terrae.

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.

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 provenientem, 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.

Satellites Iovis.	Tempus periodicum circa Iovem.			Ratio Diametrorum ad Diametrum Iovis.	Ratio Diametrorum ad Diametrum Telluris.	Diametri orbitarum.	
	D.	H.	M.			M.	S.
1.	1.	18.	29.	ut 1. ad 20.	1. ad 2.	3.	55. 16.
2.	3.	13.	18.	1. - 20.	1. - 2.	6.	
3.	7.	4.	0.	1. - 18.	5. - 9.	9.	58. 30.
4.	16.	18.	5.	1. - 20.	1. - 2.	17.	

SYSTEMA SATVRNI.

Satellites. ♄	Tempus periodicum circa Saturnum.			Diametri Orbitrarium.	
	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 exterioris annuli 24. Secunda.

Diameter marginis interioris annuli 30. Secunda.

Inclinatio plani huius annuli ad Eclipticam 23. gr. 30. mi.

ARTICVLVS IX.

De Luna.

349. Quae ad Lunae magnitudinem, distantiam a terra, tempus revolutionis periodicae attinent, in tabella numero 318 adnexa exhibuimus. Est vero Luna corpus opacum, proxime sphaericum, id quod fortassis lentissimae eiusdem circa axem conversioni tribuendum 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 Astrono- *Quid phases Lunae?*
mis vocantur, ad quas rectius intelligendas sit * Sol in S, terra in T, ABCD orbita Lu- * *Fig. 106*
nae, 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 oppositа coeli puncta referantur. Cum ad B pervenerit Luna, illuminatus semicirculus MPN totus terrae non obvertitur, sed pars MP aspectui nostro subducitur, Luquae in figura 107 * per B denotatur. Luna * *Fig. 107*
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 pertigerit, nulla illustratae faciei pars e terra spe-

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 rurſum 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 (☍) oppoſitionem, (☌) coniunctionem, (□) aſpectum quadratum, (△) aſpectum trigonum, &c denotant.

350. Lunae ſuperficies polita, ac laeviga-
ta minime eſt, talis enim ſi foret, lucem un-
dequaque haud reflecteret, ſed Solis imaginem
exiguam admodum inſtar puncti ſplendidiſſime
micantis exhiberet. Eſt ea igitur aſpera, par-
tesque habet alias caeteris magis eminentes,
alias vero infra reliquas depreſſas. Et quidem
ſi quis inermi etiam oculo Lunam contemple-
tur, varias in eiusdem ſuperficie inaequalita-
Quae maculae Lunae? tes, quas vulgo maculas dicunt, facile animad-
vertet; quod ſi vero eandem tubo aſtronomi-
co luſtret, quasdam diſci lunaris partes prae
aliis lucidas, candidasque, alias vero obſcu-
ras, nigricantisque coloris eſſe deprehendet.
Quaedam praeterea maculae conſtantes, viden-
tur, aliae vero mutabiles.

Quae macularum natura? SCHOLION 1. 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 univerſim 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 hactenus 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.

An in Luna montes occurrant?

Scholion 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 disterminaret 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 novilinium 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 mutantes, donec parti illuſtratae omni 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 decreſcentibus, 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.

„Puncta itaque illa, extra lucis confinium micantia, sunt „cuspides, & vertices praealtorum 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 aeque clare, „ac montium vertices conspiciuntur, imo multo illis lu„cidiores. Lunae itaque superficies praeruptis monti„bus, profundissimisque vallibus ubique scatet.„ Eodem in loco Clarissimus ille author docet, qua ratione montium illorum altitudinem dimetiri spectatori terrestri liceat, contenditque lunares illos montes terrestribus nostris longe excelsiores 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 limbum Lunae subeant directione valde obliqua, deberent post immersionem saepe iterum subito emergere, subitoque iterum immergi, siquidem in lunaris disci margine hiatus quidam forent, per quos aspectus pateat, quod tamen a nemine Astronomorum observatum fuit.

Quae sententia P. Boscovich?

Scholion 3. P. Boscovich, ut adversantes has sententias conciliet, statuit, in superficie Lunae montes quidem, vallesque quamplurimas occurrere, ipsam vero Lunam undique ambiri fluido quodam homogeneo, pellucido, ac ultra altissimorum montium cacumina assurgente. In fluidi huius laevissima superficie censet nobis apparere umbrarum, & cuspidum inaequalitates ope refractionis infra ipsam demersas, ipsum autem fluidi huius limbum glaberrimum 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, experimen„tum 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 reflexionem exhibeantur, factam circa marginem, quod quidem evitabitur facile collocato ad latus nigro panno.„

351. Illud etiam a Physicis, Astronomisque quaeritur, an Lunae fluidum aliquod omni ex parte circumfusum sit, ad eum modum, quo terraqueum nostrum globum aer, omnisque generis particulae in eum evectae ambiunt. Qua in re P. Boscovich sententia est, Lunam non habere atmosphaeram nostrae similem. Argumenta, quibus id probet, tria in dissertatione, quam de Lunae atmosphaera scripsit, depromit. Ac quidem 1) si Lunam atmosphaera cingeret, nostrae similis, in fixarum planetarumque occultationibus variae, eaeque constantes notari deberent loci, temporis, figurae, coloris mutationes. Haec siquidem atmosphaera lucem sensibiliter refringeret, qua refractione praeter alios eiusdem effectus figura planetarum sphaerica in sphaeroi-

An Luna atmosphaeram 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, aliaque 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.

SCHOLION. 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 appareret, 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 perpendiculum refringuntur, „Solisque diſcum apparenter maiorem effi„ciunt„ 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 Lu„nae hemiſphaerium obiiciatur, ab eius„dem actione exhalationes, vaporesque „omnes, qui in eo hemiſphaerio aſſurgunt, „in diſcum Lunae a Sole averſum propellun„tur, quamobrem illud ſerenum continuo, hic

„vero pluvius, nubibusque contectus sit, „oportet, eum in modum, quo Sol vapores „in Zona torrida, cui tum ad perpendiculum „imminet, assurgentes 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, acerbeque 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. Seiour 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 authore n. 352. retulimus, acerrime contendat.

SCHO-

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 diffractio illa producere deberet.

SCHOLION 3. Minoris momenti sunt, quae Wolfius, aliique ad lunaris atmosphaerae existentiam adstruendam congesserunt. Cassinus 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 observationi„bus 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 occursibus, & „coniunctionibus planetarum cum Luna ipsam non habe„re 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 „congessimus, 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 *fere* 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 oriri posse. Similibus causis tribuendum videtur, quod stellae, & planetae, dum a Luna occultantur, lumen valde tremulum exhibeant.

SCHOLION 4. Patroni atmosphaerae lunaris illud quoque obiiciunt, Clarissimos de Louville, & de Lisle, cum anno 1715 28 Iulii occultationem Veneris observarent, notasse, splendorem Veneris Lunae appropinquantis subito

bito diminutum, limbumque eiusdem Lunae propiorem 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 situm radii in colores dividebantur.

SCHOLION 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 sentiendum?

353. Quod si igitur argumenta in utramque partem prolata in examen vocentur, videtur nihil certi de Lunae atmosphaera statui adhuc posse, sed exspectandum, 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 obverſa 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 hactenus notitiam pertigere, ipſam coeleſtium horum corporum diſpoſitionem exponere aggredimur, ad quam rite animo concipiendam praeviae quaedam notiones exponendae ſunt, quae potiſſimum ad ſphaerae coeleſtis, tetreſtrisque notitiam pertinent, nulloque negotio intelliguntur, ſi ſphaere eiusmodi coeleſtis ac terreſtris, ea itidem, quam armillarem vocant, praeſto ſint.

355. Dum quis coelo ſereno in campo patente obtutum in obiecta omnia circum ſe poſita

sita defigit, facile obſervat, viſum planitie quadam circulari terminari, quae obiecta ſpectabilia ab iis disterminat, quae conſpici nequeunt; Aſtra item omnia ſupra hunc circulum elata tamdiu oculis ſe exhibent, quamdiu ſupra illud planum in coelo gyrant, 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 fuit, *ſenſibilis*, ſeu *phyſicus* dicitur, cui ſi concipiatur alius circulus parallelus per terrae centrum tranſiens, erit is horizon *rationalis*, ſeu *mathematicus*.

Phyſicus?

Et rationalis?

357. Puncta duo, a quibus ſingula horizontis puncta quadrante circuli removentur, *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?

SCHOLION. Quicunque circuli, aut lineae, aut puncta in tellure concipiuntur, eadem omnia in ſphaera coeleſti ab Aſtronomis deſignata intelliguntur.

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

Quid poli?

Et axis mundi?

rae audiunt, & linea ea connectens axis terrae nominatur.

359. Circulus a polis his aequali utrinque intervallo distans *aequator* dicitur. Dividit is sive tellurem, sive mundum universum in hemisphaeria duo, quorum unum inter aequatorem & polum arcticum interceptum hemisphaerium septentrionale, alterum meridionale nominatur. *Quid aequator?*

SCHOLION 1. *Aequator* nomen trahit ex eo, quod dum Sol in circulo hoc existit, dies noctesque per universam tellurem aequentur.

SCHOLION 2. Polus arcticus vocatur propterea, quod prope eundem constellatio quaedam sit, quam Astronomi Arcton, sive 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, sive 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.

SCHOLION 3. Circuli omnes, qui per Zenith, & Nadir transeuntes 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 parallelos 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. 1mo Viam Solis, sive circulum per certas stellas ductum, qui aequatorem in duobus punctis oppositis secaret,

hunc-

huncque circulum dixerunt *eclipticam*. 2do Circulos illos diurnos, quos Sol in maxima sua ab aequatore distantia describit, *tropicos* nominarunt. *Quid Ecliptica?* *Quid tropici?*

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 $17^{o}\frac{1}{2}$. Fasciam hanc *Zodiacum* dixere. *Quid Zodiacus?*

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 ♈, Taurus ♉, Gemini ♊, Cancer ♋, Leo ♌, Virgo ♍, Libra ♎, Scorpius ♏ Arcitenens, sive Sagittarius ♐ Capricornus ♑, Aquarius ♒, Pisces ♓. 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 vernum* igitur in principio arietis, autumnale in principio librae conſtitutur. *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, eclipticaeque 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.

Quid longitudo ſyderis?

Quid latitudo?

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.

Quid declinatio?

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 terreſtris puncta ducunt.

366. *Aſcenſio recta* ſyderum vocatur ille gradus aequatoris, qui cum ſydere quovis meridianum attingit. Principium numerandi ſumitur in primo arietis gradu, ſive in eo puncto, in quo ecliptica aequatorem ſecat.

367.

367. Planetae in lineis curvis in se ipsas redeuntibus circa Solem revolvuntur. Puncta, in quibus hae orbitae planum eclipticae secant, *nodi* appellantur, diciturque nodus *ascendens* ille, per quem ab australi hemisphaerio ad boreale transitur, *descendens* vero, per quem ex isto ad illud venitur. Orbitae hae planetarum sunt proxime ellipticae, quarum focum Sol ad sensum occupat. Minima planetarum a Sole distantia *perihelium*, vel apsis ima dicitur, maxima vero *aphelium*, vel apsis summa, linea recta puncta haec duo connectens, quae est axis maior illius ellipseos, *linea apsidum* appellatur. Semiaxis transversus pro *distantia media* fere habetur. Distantia centri ellipseos a foco *excentricitas* nominatur. Puncta maximae, & minimae distantiae a tellure apogaeum, & perigaeum dicuntur.

SCHOLION. Axes maiores, & minores, excentricitatem item, quam variae planetarum orbitae habent, sequens tabella exhibet, in qua axis maior telluris in 20000 partes divisus concipitur, inque iisdem partibus reliquorum planetarum axes, & excentricitas exhibentur.

Comparatio temporum period. axium, excentricitatis.

Pro	Tempus periodicum.	Axis maior.	Axis minor.	Excent.
	Dies, Horae.			
Saturno.	10579, 8	190758.	190448.	5430.
Iove.	4332, 12.	100420.	103899.	2505.
Marte.	686. 23. 30′½.	30474.	30342.	1415.
Terra.	365, 6, 8′, 58″	20000.	19997.	168.
Venere.	224, 16, 48′½.	14466.	14465.	52.
Mercur.	87, 23, 15′½.	7742.	7570.	211165.

368. Ipsa etiam planetarum aphelia, & nodi motu quodam lentissimo progrediuntur, cuius tamen accurata mensura ab Astronomis necdum reperta fuit. Sequentem tabellam ex la Caille excerpsimus, in qua signum + denotat motum in orientem, signum — in occidentem.

Pro	Motus Aphelii.		Motus Nodi.	
	Ex Cassino.	Ex Halleyo.	Ex Cassino.	Ex Halleyo.
Saturno.	+ 2″.	+ 30″.	+ 6″.	— 32″.
Iove.	+ 6.	+ 22.	— 27.	0.
Marte.	+ 21.	+ 20.	— 17.	— 12.
Venere.	+ 35.	+ 6.	— 17.	— 19.
Mercur.	+ 19.	+ 2.	0.	0.

Quae planetarum 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 potissium perturbant: parallaxis, refractio, & 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 cavae punctum, ad aliud item e ſuperficie terrae ſpectatum ex opticae legibus refertur, haec locorum, quae in cava ſphaera obtinere nobis videtur, differentia eorundem *parallaxis* dicitur. *Quid parallaxis?*

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, ſive 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 $\overline{Zm} - \overline{Zn}$, 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.

* *Fig.* 109

Quid refractio?

372. Refractio est mutatio loci syderum inde proveniens, quod lux, cuius ope ea conspicimus, 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. 1. Quod si ergo * sydus in S exstiterit, sitque pars atmosphaerae terrae incumbens AEDBF, 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 AD referet ad *q*.

Cor.

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 quaedam loci mutatio proveniens ex motu terrae in orbe annuo, & successiva luminis propagatione. Ad hanc rite concipiendam sit * stella 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 terra describit AB: erunt BC, & AB spatia a luce, & terra eodem tempore confecta, ut earundem celeritates. Ducatur linea CD parallela & aequalis lineae AB, ductaque DB compleatur parallelogrammum ACDB, celeritas lucis CB secundum dicta de motu compositio resolvi potest in CD, & CA, quarum prior CD aequalis, & parallela celeritati terrae AB a spectatore terrestri ex A in B delato percipi non poterit (motus enim aequales, & parallelos a nobis non percipi ex infra dicendis apparebit.) Sola igitur celeritas lucis per CA expressa sensibilis evadet, radiusque ad oculum spectatoris ex A in B delati directione CA, aut BD illi parallela pertingit, quamobrem spectator quoque stellam ad lineae huius BD extremitatem referet, eamque in puncto G existere iudicabit. Angulus CBD *angulus aberrationis* dicitur, hic enim indicat, quanto intervallo sydus a vero loco ob annuum terrae motum, & successivam luminis propagationem removeatur.

Quid aberratio?

Fig. 110

COR. 1. Quoniam 20″ in tabulis motus solaris 8′, 7″ $\frac{1}{2}$ 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 $\overline{CD}$ ad lineam AB sensibilem rationem nullam habeat, nulla quoque sensibilis aberratio futura est. Quoniam igitur celeritas, qua terra circa axem suum revolvitur, nonnisi pars $\frac{1}{577}$ celeritatis est, qua terra in orbe annuo defertur, 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.

SHOLION 2. Aberrationem hanc syderum detexit Bradleyus Astronomus Anglus. Occasionem vero praebuit 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 terrestris (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 infertur, terram in orbe annuo deferri, lumenque successive propagari.

AR-

ARTICVLVS XI.

De Mundi systemate.

374. *Systema mundi* vocatur certa quaedam corporum totalium, quorum collectio mundum hunc constituit, dispositio, sive varia eorundem ad se invicem ordinis, distantiarumque habitudo. *Quid systema mundi?*

375. Est vero dispositio haec, quam Astronomorum observationibus potissimum debemus, eiusmodi: in medio, sive prope commune gravitatis centrum planetarum omnium Sol constituitur, circa hunc revolvuntur planetae primarii sex ordine sequenti: Mercurius, Venus, Terra, Mars, Iupiter, Saturnus. Distantiae horum planetarum a Sole sunt ut numeri sequentes 4. 7. 10. 15. 52. 95. Terram Luna eiusdem satelles, Iovem quatuor, Saturnum quinque satellites ambiunt. Cometae, quos planetarum genus aliquod esse docuimus, in ipsis primariorum planetarum regionibus versantur, neque infra Lunam descendentes, neque ultra Saturnum, quod nonnullis aliquando visum, admodum evagantes. In ingentibus ab his distantiis constitutae sunt stellae fixae, quas Soles totidem esse, novorumque fors systematum centra tenere superius diximus. *Systema mundi.*

Scholion 1. Haec corporum coelestium dispositio systema Copernicanum vulgo dicitur, propterea, quod Nicolaus Copernicus illud in opere suo *de revolutionibus orbium* exposuerit, illudque exhibet fig. III.* * *Fig.* III.

Scholion 2. Terram moveri veterum complures docuerunt: referente enim Cicerone, Nicaetas Syracusanus

terrae motum vertiginis tribuit. Philolaus Pythagoricae sectae Philosophus eandem circa Solem revolvi docuit. Heraclides, aliique Pythagorici ita passim huic 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 veri„tate moveri, licet nobis hoc non appareat, cum non ap„prehendamus motum, nisi per quandam comparationem „ad fixum.„

Scholion 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 mutuam 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 revolutiouibus 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 explicentur. 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 Copernicano.

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, sive nos ab obiecto in linea recta recedamus, sive 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, quantulus sit terraqueus noster globus, cum enormibus illis massis comparatus expendat, vix quidem sibi persuadebit, tot, tantaque corpora tantis intervallis dissita 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, admi„rabunturque posteri, 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 absum„psit. Quodque tot ante Atlantes non potuerunt, unus „hic Hercules ausus est sustinere. „

377. Phaenomenon alterum, quod in hoc systemate explicandum venit, est apparens Solis in ecliptica annuus motus, de quo articulo praecedente egimus. Hic porro motus per ipsum terrae motum in orbe annuo sive ecliptica rectissime exponitur. Dum enim terra in principio arietis existit, Solem in libra esse iudi- *Explicatio motus annui Solis.*

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 & retrogradationum.

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 videbuntur. 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 spectatori

* *Fig.* 112

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 revolvi, 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

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 perpendiculum incumbet. Quod si vero axis PH radio solari, sive diametro eclipticae, secundum cuius directionem radii solares propagantur, ad perpendiculum 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 Cancri L, sed tropico Capricorni R respondebit, eaque die loca omnia sub hoc tropico sita diurna terrae circa axem revolutione Solem suo vertici imminentem habebunt, atque ita Sol eo die tropicum Capricorni, sive parallelum 23°½ ab aequatore australem versus remotum describere videbitur. Hinc vero illud quoque patet, quo tempore Sol tropico Cancri, sive puncto H respondet, omnes regiones inter hunc tropicum, polumque arcticum sitas 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 sitis 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 imminent, 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 producatur, 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 confinxerunt, existimantes peculiari motu opus

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 systemate copernicano.

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 sane 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.

Obiectiones contra ſyſtema Copernici.

SCHOLION I. Contra ſyſtema terrae motae 77 argumenta congeſſit P. Riccioli, non adnumeratis illis, quae ex ſacrarum literarum authoritate depromſit, ex eo poſteriores ſcriptores fere excerpſere, 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 authoritate 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, eaedem 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.)

Ipſae etiam volucres tranantes aera leni
Remigio alarum celeri vertigine coeli
Abreptas gemerent ſylvas, nidosque tenellà
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 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 obiecta externa, quae iis motibus carent. Ita ſi ingens quaedam navis in mari motu aequabili provehatur, qui in ea navi ſunt, ambulare, diſcurrere, pila ludere non ſecus poterunt, quam ſi navis quieſceret; lapis ex mali apice delapſus ad eiusdem mali pedem decidet,

det, qui intra hanc navem sunt, ipsum navis motum non persentiscent, nisi obiecta quaedam extra navim existant, ad quae navis motum referre possint. Quod si in ingenti eiusmodi navi natum quempiam fingas, 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 fidentem inducas, ut se una cum tellure revolvi assentiatur. Horum principiorum applicatione non modo obiectionibus 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 efficimur, 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 sensibiliter 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 6771770000000 leucarum a terra removentur.

Denique sacrarum literarum authoritatem 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 literali 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 dericulo 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

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 viguit, 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. Orbes porro planetarum ex veterum opinione ſolidi erant, cryſtallo pellucidiſſima fuſi, quos inter excavatos tramites globi illi coeleſtes ex eorum mente percurrebant. Pro hac porro ſententia ſua ex ſcripturarum, Patrumque teſtimoniis 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 ſatis 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 authoritati 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 cen- * *Fig.* 115
tro 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,

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.

SCHOLION 4. P. Boſcovich (Diſſert. 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 effictae, qualis in vera phyſica locum habere nullum omnino debet.

SECTIO 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 felicius 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.

Phaenomenon primum motus aſtrorum.

381. Inter 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 exſtiterant. Hanc deinde revolutionem circa Solem peragi ex eo conficitur, quod ſi ſpectator in Sole

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, sive variae disci illuminati, tenebrisque involuti apparentiae satis 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 Keillio 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

* Fig. 116

multo

multo minore distantiarum varietate in Iove, quam in Marte, & adhuc minore in Saturno, quam in Iove, hos quoque planetas in diversis orbitis ultra Martem positis 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, quaenam curvae species sit, ad quam planetarum traiectoriae 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** 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-

Phaenomenon secundum.

Fig. 117

tro radio CA describatur circulus MTNIM, cuius area aequalis erit areae traiectoriae assumptae, quique traiectoriam in punctis duobus M, & N secabit. *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 PMAN, ex observationibus dimensiones huius ellipseos deducendae sunt, videndumque, an omnes inter se congruant. Patet autem 1mo 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 K*k*, quae (elem. 817.) est tertia proportionalis ad AP, & B*b* 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, & S*k* 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 excerpsimus, indeque concludit, per observationes licere omnia puncta A, P, M, N, K, *k*, R, *r* in ellipsi 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-

* Fig. 118

netas primarios moveri in ellipſibus, quarum focum communem Sol occupat.

COR. Quod de planetis primariis reſpectu Solis, idem de ſecundariis reſpectu primariorum oſtendi poteſt.

SCHOLION 1. 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 perpendiculum 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 perpendicula ex centro virium demiſſa, ratio inde quoque erui facile poterit.

SCHOLION 2. Planetas non in circulis, ſed in ellipſibus deferri primus docuit Keplerus. Cum enim primo planetas in circulis moveri poſuiſſet, repetitis 70 vicibus calculis, figuram orbitarum circularem obſervationibus non reſpondere, dolens, & tam immenſi laboris pertaeſus animadvertit. Cum vero deinde advertiſſet, diſtantiam
* *Fig.* 116 mediam SN* minorem eſſe, quam ſit ſemiſumma rectarum 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 authoritate „omnium philoſophorum inſtructior, & metaphyſicae in „ſpeciem convenientior.„

SCHOLION 3. Cl. Saint Ignon in Phyſica anno 1763 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 expectanda

da ſententiae huius divulgatione inſumet, 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 propotionales. 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 peripheria terrae, Iovem vero tempore ad orbitam suam percurrendam indigere, quod duodecuplum sit temporis periodici telluris, in causam huius tarditatis, qua Iupiter in orbita sua incederet, inquisivit, ac 1mo 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, & medi„tationibus huius in unum conspirantium, ut somniare „me, & praesumere quaesitum inter principia primo cre„derem.„

Phaenomenon sextum.

386. Planetae 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. Planetae praeter 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 di-

stan

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 nonum.*

390. Stellae fixae pariter motus varios habent, quorum ratio ex mutua corporum omnium in ſe invicem actione reddi haud poſſe videtur. *Phaenomenon 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 ellipſibus, 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 1mo oſtendendum eſt, qua ratione fiat, ut planetae primarii circa Solem, ſecundarii vero circa primarios in lineis curvis in ſe ipſas redeuntibus revolvantur. Ac 1mo 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, Soliique addatur vis proiectilis, ambo (124) circa centrum hoc lineas quasdam curvas decurrent, 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 proiiciantur 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 centris illis haud multum diſtant, hi ipſi orbitas eas deſcribere videbuntur.

COR. 1. 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.

SCHOLION. Planetas circa Solem gyrantes vi centripeta in orbibus ſuis retineri poſſe oſtendit Newtonus (in Lib. de mundi ſyſtemate pag. 3.) paritate ex motibus proiectilium deſumpta. „Lapis proiectus urgente gravitate „ſua deflectitur de curſu rectilineo, & curvam lineam in „aere deſcribendo tandem cadit in terram: ſi motu velo„ciore proiiciatur, pergit longius; augendo velocitatem, „fieri poſſet, ut arcum deſcriberet milliaris unius, duo„rum, quinque, decem, centum, mille, ac tandem ut „pergendo ultra terminos terrae non amplius in terram „caderet. Deſignent AFB* ſuperficiem terrae, C cen- * Fig. 119
„trum eius, & VD, VE, VF lineas curvas, quas pro„iectile de montis praealti vertice V ſecundum lineas „horizonti parallelas, auctis cum velocitatis gradibus „ſucceſſive emiſſum deſcribat. Et ne aeris reſiſtentia, qua „motus coeleſtes vix retardantur, in computum veniat, „fingamus hunc omnem tolli, vel ſaltem nihil reſiſtere. „Et eadem ratione, qua corpus velocitate minore deſcri-

„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 traiectoriis pergent corpora ad modum plane„tarum coelos transcurrere.„

Explicatio secundi phaenomeni.

392. Phaenomenon secundum eodem modo exponitur: cum enim ex varia, debitaque harum duarum virium coniugatione omnis generis curva describi possit, poterit quoque curva elliptica hoc modo describi, modo & vis proiectilis cum vi centripeta debite attemperata sit. Phaenomenon tertium a prima proiectionis cum vi centripeta combinatae directione, & quantitate dependet.

Et tertii.

Explicatio quarti phaenomeni.

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 itidem 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 circulo, posita lege attractionis in ratione inversa du-

duplicata distantiarum agentis, ostendimus(137) quadrata temporum periodicorum esse ut cubos radiorum, 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 constituantur, commune tamen gravitatis centrum a centro Solis vix integra Solis diametro, atque adeo a superficie eiusdem vix dimidia diametro absit.

sit. 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, & parallelos 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 quaepiam 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 mo-

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.

Quomodo Planetarum moles inveniatur?

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, atatque adeo etiam diametrorum. Atque ex his principiis constructa est tabella, N. 318 adnexa, in qua exhibetur ratio, quam planetarum diametri ad diametrum telluris, eorum item volumina ad volumen terrae habent.

Quomodo massa?

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 $V = \frac{m}{d^2}$, ac proinde $m = Vdd$: 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. Quod si vero eaedem massae per quadrata semidiametrorum dividantur, vires gravitatis innotescunt, quibus corpora in horum planetarum superficie posita urgentur, cum constet vim gravitatis esse $= \frac{m}{r^2}$.

Et vis gravitatis in superficie?

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, sive attractione Solis conspiret, gravitas Saturni ex calculis Astronomorum $\frac{1}{222}$ 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 Newtoniane repetitis vicibus deprehendere. Mutua reliquorum planetarum in se invicem actio sive ob defectum massae, sive 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, & perihelis sive linea apsidum, quae ab occasu in ortum, sive 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 depoſcat, planeta igitur ad perihelium tardius pertingit, quam pertigisset, si ea Iovis actio abfuisset, ac proinde orbitae inflexio, sive 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, sive 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, sive loco Sol constitutus, sit AMPO orbita planetae, 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 minuat, 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 proiectilem, & 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 exſtinguatur. Velut enim corpus ad motum rectilineum determinatum vi propria motrice (168 Schol. 4.) in illa linea recta moveri

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 quaepiam illud ad motus huius sive directionem, sive celeritatem mutandam determinet.

COR. Qui igitur Newtonianis obiiciunt, 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 acquiret 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 qualecunque 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 proiectilem 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 attrahetur, 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.

PRO-

PROPOSITIO I.

Actio Solis in Lunam eiusdem gravitatem in terram in Syzygiis minuit, in quadraturis auget.

399. Repraesentet * circulus OLCP orbitam Lunae circa terram in centro T existentem: sit Sol in puncto S, sit LTP portio orbitae telluris circa Solem, C punctum coniunctionis, O oppositionis, L & P quadraturae. Patet ex figurae huius inspectione Lunam in C constitutam fortius a Sole attrahendam, quam terram in T, & quidem vim Solis 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 minuatur. * *Fig.* 120

Quod si Luna sit in oppositione O, ob maiorem eiusdem, quam telluris a Sole distantiam terra a Sole fortius, quam Luna attrahetur, eritque vis Solis in terram, ad vim eiusdem in Lunam $= OS^2 : TS^2$, rursusque horum quadratorum differentia indicabit, quantum 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; obliqua haec Solis in Lunam actio secundum dicta in mechanica de motuum resolutione in binas 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 augeret, 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.

PRO-

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; producatur 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 motum turbationem 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 etam 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 P 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° 44′ se extendit, augmentum vero eiusdem utrinque a quadraturis nonnisi ad 35° 16′.

Cor. 2. Suntque adeo puncta quatuor in orbita Lunae *a*, *b*, *c*, *d*, ea nempe, quae utrinque a Syzygiis 54° 44′ removentur, in quibus Lunae in terram gravitas non mutata persistit.

PRO-

PROPOSITIO III.

Per eandem Solis actionem celeritas Lunae a Syzygiis ad quadraturas, sive in primo, & tertio quadrante minuitur, a quadraturis vero ad Syzygias, sive 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 la 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, sive 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.

PRO-

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 diminuere quidem, at vero tollere omnino haud potest.

403.

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, sive crescat, sive 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 hactenus in orbita Lunae circulari ex inaequalitate actionis solaris oriri diximus turbationes, eae omnes locum etiam habent, si Lunae orbita concipiatur esse ellipsis, cuius focum 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), de-

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.

PROPOSITIO 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.

PROPOSITIO 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

tione ſuperat, ita, ut linea apſidum revolutionem integram reſpectu primi puncti ♈ 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 exigat, itaque distantia quoque apogaei, & perigaei modo maior, modo minor erit, quam dicta ratio deposcat, 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 reciprocam duplicatam 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.

PROPOSITIO IX.

Eadem solis actione in nodis quoque orbitae lunaris motus quidam contra signorum ordinem producitur, & inclinatio orbitae lunaris ad planum ecliptica mutatur.

• *Fig.* 121. 407. Repraesentet linea DM* ecliptica, LABN orbitam lunae, in qua ea existit, dum arcum LA percurreret, quoniam sol in plano ecliptica DN existit, actio eius, qua lunam attrahit, nitetur perpetuo lunam ad planum isthoc DM adducere, sive plano illi viciniorem 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 percurret, 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 ecliptica 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 deserere, 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 1. 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. 2551.), librationem nempe *diurnam*, quam parallaxi horizontali aequalem esse do-

cet, eamque uti & librationem in latitudinem a Galileo primum obſervatam fuiſſe tradit, & librationem *ab attractione terrae, & figura lunae ſphaeroidaea*, quam a celeb. Turinenſi Geometra la Grange fuſe 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.

PROPOSITIO X.

Actione 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 eaedem maculae ab orientali limbo remotiores apparebunt, quam ante: idem in maculis occidentali limbo adſitis eodem plane modo notabitur.

PROPOSITIO XI.

Libratio lunae in latitudinem ab eiusdem latitudine, ſive diſtantia ab ecliptica, & inclinatione axis lunae ad orbitam eiusdem ortum habet.

409.

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 adſitae ſolis radiis colluſtrantur, terraeque obverſae ab eius incolis conſpiciuntur. Contrarium eveniet, luna ex nodo deſcendente ad maximam latitudinem auſtralem vergente.

SCHOLION 1. Res in luna reſpectu terrae eodem modo ſe habet, quo in terra reſpectu ſolis. Velut enim ** 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 ſecat, ſive nodis diſtantia. *Fig.* 113

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 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 proiiciat, fieri poterit, ut luna per umbroſum hunc conum tranſiens obſcuretur. Ad hoc porro illud inſuper neceſſarium eſt, ul luna tempore oppoſitionis vel in ipſo nodo, vel certe prope eundem verſetur. Sit enim* ABC* *Quid eclipſis lunae?* *Fig.* 122

portio quaedam eclipticae, LLL pars orbitae lunaris, punctum L, in quo orbita lunae eclipticam secat, nodus eiusdem. Quoniam terra semper in ecliptica versatur, conus eiusdem umbrosus pariter in aversam 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 nonisi 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 vero tribuendum est radiis solaribus, qui in crassam terrae atmosphaeram incidentes, in eaque refracti umbrae terrae immiscentur, 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 iuteriectum 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 obtegat; cumque moles telluris lunam 50 vicibus superet, fieri haud unquam poterit, ut universa simul terra lunari umbra involvatur, sive ut eclipsis quaepiam 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 proiiciunt, transeunt; ingressus horum satellitum in umbram suorum planetarum *immersio*, egressus vero ex eadem *emersio* dicitur: quoniam porro ob ingentem satellitum horum distantiam eorum sive immersio, sive emersio 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. Decimum 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 sollertia, 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 phaenomeni.

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‴ mutent, integramque periodum nonnisi post annos 26000. absoluturae sint. Hinc quoque est, quod tellus ad vernam sectionem ante perveniat, quam integram periodum absolverit.

SCHOLION. 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

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 orbitarum, singularum eiusmodi lunarum retrogrados futuros, inclinationemque orbitarum earundem, eandem ob causam continuis mutationibus obnoxiam futuram. Quod si iam is lunarum numerus eousque excrescat, ut sese tandem contingant, solidumque circa terram annulum efficiant, huius quoque annuli nodi, sive puncta, in quibus eclipticam secat, retrogradi itidem sunt futuri.

Quoniam vero terrae figura sphaeroidaea 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 ecliptícam in punctis duobus secat, 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 conflari 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 proxime eclipticae, in qua sol existit, ad aequatorem inclinationem vis motum illum retrogradum punctorum aequinoctialium efficiens similis vi BC * eadem constanter maneat.

* *Fig.* 121

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 1. 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-Lau-

rin

rin in expoſitione Phyſicae Newtonianae, Cl. item Sigorgne in inſtitutionibus Nevtonianis 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*, ſive 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 inaequalis ſit (praec. Corol. 2.) non modo in praeceſſione aequinoctiorum mutationem quampiam efficere debet, verum in ipſo axe terreſtri librationem, ſive 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.

Quid nutatio?

Quae eius cauſa?

COR.

Cor. Nutatio haec ab inaequalitate actionis lunaris 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 obliquitatis elcipticae.

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 particulares.

415. Quinto peculiares 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.

Parallaxis annua.

416. Denique ex parallaxi orbis annui (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. Grahamo 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. 2221) 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, ſibique, 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.„

ARTICVLVS V.

An motus astrorum per vortices materiae subtilis, sive aetheris explicari possint.

417. Cartesiani, 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, sibique saepenumero e diametro oppositos deposcunt; aut vero, si hac se difficultate nimium premi intelligant, materiae huius subtilis classes varias comminiscuntur, quarum singulae singulis naturae phaenomenis explicandis inserviant. Nos quid de vorticibus his sentiamus, paucis expediemus.

Quid vortices?

PRO-

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 ſi fingas, 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 extima ſuperficie vorticis remotiſſimi poſitae 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 hypotheſi plurimarum fixarum vortices ſibi contiguos habeat, a quibus comprimitur, haud-quaquam in figuram ellipticam, ſed in aliam quamvis irregularem ea compreſſione abibit. Accedit, quod inde rurſum conſequatur, vortices eſſe numero infinitos; quod ſi minus arrideat, cauſa adferenda iterum eſt, quae vorticem extimum comprimat, ſuosque intra limites coerceat.

PROPOSITIO II.

Etiamſi exiſtentia horum vorticum concedatur, illi tamen explicandis motus aſtrorum phaenomenis minime ſufficiunt.

419. Nam 1) conſtat, planetas ſoli proximos 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, rariora in alio loco fingere auſit, quae hunc perpetuo ſitum, poſitonemque tueantur. 3) Notatur in planetis motus apheliorum, variaeque orbitarum turbationes, quae cum uniformi ſolaris vorticis fluxu minime cohaerent. 4) Planetae 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.

Scholion. Cl. Bertier (*Principes Phyſiques a Paris 1764*) ſyſtema vorticum apud ipſos Gallos iam fere antiquatum, viribus omnibus propugnandum ſuſcepit. Principium eius univerſale, cui totum ſyſtema ſuum ſuperſtruit, illud eſt: Oportet ex cognitis ad incognita argumentum ducere, neque propterea reiicere ſyſtema aliquod, quod multa in eo occurrant, quae cum obſcuritate aliqua coniuncta eſſe videntur. Quod quidem principium lubentes admittimus, quamvis haud appareat, qua ratione coeleſtibus illis torrentibus 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 innatantium, 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

a) 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 pronum 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 hypotheſi ſalvare poſſint. Iſtud vero attentione maxima dignum cenſeo. Docet enim Cl. Bertier, planetas vorticis ſolaris directionem non ſequi, hunc enim ſphaericum eſſe ſtatuit, cum planetarum orbitae ellipticae ſint; quae aſſertio eiusdem huic uni fundamento innititur, quod corpora ſolida fluviis noſtris innatantia eorum directionem haud ſequantur, verum ab iisdem ad litus ſaepe eiiciantur. 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 diffringunt; 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, relicta 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 admisso videat, qua ratione in Deo potentia novi mundi condendi salva praestetur.

ARTICVLVS VI.

Respondetur obiectionibus.

Adversum ea, quae primis quatuor sectionis huius arciculis de causa motus astrorum attulimus, sunt quaedam, quae difficultatem parere tyronibus possent, haec igitur paucis diluemus, 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. Cons. prob. Ideo primum, quia gravitas terrae, quae producit motum acceleratum de vi proiectionis continuo quidpiam decerpit, sed etiam vis centripeta solis de vi proiectionis planetarum continuo quidpiam decerpit, ergo si corpora gravia &c.

℞. N. M. ad prob. N. M. ad eiusdem prob. N. A., quod author huius obiectionis P. Castell certissimum, & invicte demonstratum supponit. Ad prob. Cons. negandum rursus

sus 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 decidant.

SCHOLION 1. 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 impulsum 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 fusius pertractant, demonstrant, corpus impulsum 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 conspiret, 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 perpendiculum insistat, & velocitas ea, quae constanti actione vis centripetae per dimidiam a centro virium distantiam obtinetur. 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.

SCHO-

SCHOLION 2. Corpora in ſuperficie terrae proiecta lineam ſpiralem deſcribere debere ita demonſtrat Caſtellus: concipiatur ſuperficies terrae BDEC * in lineam rectam 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 hypotheſi 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 parabolae 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 parabolae 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 deſiderat. 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, graviaque ad terrae centrum directe tenderent, celeritasque, qua proiiciuntur, 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 perpendicula in aliquot millia rium 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 proiectorum deducitur, quod planetarum circa ſolem revolutioni obſtare poſſit. Accedit, quod (N. 391. Schol.) ſuperius ex Newtono oſtenderimus,

* Fig. 123

mobile proiectum ea celeritate, qua ad punctum oppositum puncto proiectionis pertingere possit, ad ipsum proiectionis punctum reversurum, atque planetae instar circa terram revolvendum.

SCHOLION 3. P. Boscovich similem obiectionem commemorat, ait enim: „oritur hic difficultas, quam ut insolubilem clamoribus toties repetitis obiecere Newtoniae theoriae ii, qui primum tantummodo extimum quendam theoriae ipsius veluti corticem attigerunt, duriori„bus, 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 proiectionis velo„citas continua vis ad centrum tendentis actione demum „aliquando non exstinguatur? „ Quos geometriae expertium hominum clamores ita obtundit vir idem clarissimus: vis centripeta utcunque 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 proiectionis 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-

retur, 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.

SCHOLION 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 eiam maxima vis composita ex centrali, & tangentiali, cuius directio nequaquam ad centrum virium tendit, verum potius ad mobile ab eodem abstrahendum. Sit enim * ellipsis LMDN, cuius arcum BC planeta quilibet vi composita ex centrali AB, & tangentiali BD descripsit; planeta hic in puncto C, id est in perihelio existens duplici rursum 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 percurret, pari modo in F vi duplici HF, & FK actus, arcum FI percurret, & 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, * *Fig.* 124

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.

℞. 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 proiectili 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 diſtantiis, ſeſeque ſaltem ultra planetarum, cometarumque diſtantias extendere, oſtenditque P. Boſcovich, crus illud ultimum aſymptoticum in diſtantiis 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, ℞. 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 diſtantiis perquam exigua, nulloque ſenſu perceptilis eſſe poterit.

422. *Obiicies*: 3*tio* 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. Planetae omnes motu proprio ab occasu in ortum feruntur, eadem directione circa axes proprios revolvuntur, eorum orbitae 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 progrederentur, 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 causa quapiam anteriore, quae ab eodem naturae authore constituta sit, deposcat. Quoties igitur in rerum natura quempiam varietatis defectum, effectuumque convenientiam deprehendimus, iure arguimus, eandem a nexu eiusmodi cum causa quapiam anteriori originem ducere. Res haec exemplis manifestior efficitur: ita nempe cum fluviorum directio cum nulla causa anteriore ita sit connexa, ut quidpiam sit, quod certam aliquam, determinatamque eorum directionem exigat, fluvii versus omnes mun-

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 deposcat, 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 quaepiam assignari, quae illos ultra id spatium evagari haud sinat, qualis est actio cuiuspiam fluidi, quod cum in circulum gyretur, vi centrifuga planetas solem versus urget, atqe adeo ultra zodiacum ab eodem recedere haud sinit.

℞. 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. & Conſ. 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. 1mam 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 de-

pen-

pendeat, legi huic, cuius existentia haûdquaquam 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 cognitis 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, orbitarumque 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 depraedicat, ac pro lege, quam ipse naturae au-

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 iis temere quidpiam ſtatuendum eſt; certe qui machinam quampiam admodum compoſitam ſpectat, niſi partes omnes, ex quibus ea machina conſurgit, cognitas 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, nonniſi temere ſententiam ferret. Nobis quidem id certiſſime conſtat, Deum univerſi Conditorem 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. *Per aeſtum maris* motus quidam aquarum maris intelligitur, quo eaedem intra paucarum horarum intervallum iam attolluntur, iam deprimuntur; aquarum elevatio *fluxus*, earundem depreſſio *refluxus* nominatur. *Quid aeſtus maris?*

SCHO-

SCHOLION 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.

SCHOLION 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, & reci„procare maxime mirum: pluribus quidem modis, verum „causa in sole, lunaque. „

SCHOLION 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 authoritate Regia 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 portubus hora marini aestus intra paucorum saepe minutorum limites praenunciari possit, & magnitudo etiam aestuum utcunque innotescere. Nos haec phaenomena, subiuncta eorundem explicatione, ordine recensebimus.

PRO-

PROPOSITIO FVNDAMENTALIS.

Aestus 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.

Luna in terram eſt gravis, & terra in lunam.

425. Patet ex ſuperius (296) dictis.

PROPOSITIO II.

Lunae 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.

Haec 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. propos. 18. Corol. 2. „Cum, inquit, vis „lunae ad mare movendum sit 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 commentatores 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 sensibiliter augere, vel minuere 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.

PROPOSITIO IV.

Haec 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 removentur, in tellurem gravitas augebitur. Igitur ex hydrostaticae legibus fluidum gravius illuc affluet, ubi gravitas diminuta fuit, fluidumque levius extrudet, 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 brevitas 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 debebit.

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 sive in coniunctione respectu lunae positae fortius ab eadem attrahentur, quam centrum terrae T, idque rursum fortius, quam partes terrae in O, sive 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*, sive syzygias, minore per *qp*, sive 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, sive 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 remotiones, 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 distantian radii solares ad parallelismum propius accedunt, ac proinde minor quoque est directionum inaequalitas.

SCHOLION 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.

SCHOLION 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 perpendiculum 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.

Aestus 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. sexta matutina lunae directe subiectae elevabuntur; eaedem post sex horas in B delatae, quo in loco quadrante circuli a luna distant, deprimentur, post sex iterum horas in D ele- * *Fig.* 126

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 *l* 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 elevarentur, & 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 ſemiquadrante a luna verſus ortum remotae ad maximam elevationem pertingant. Similiter aquae intervallo 90° a luna diſſitae deprimi pergunt ſimili fere intervallo.

SCHOLION 1. P. Boſcovich, aliique hanc aeſtuum maximorum retardationem vi inertiae aquarum tribuunt. Hac enim fieri dicunt, ut aquae figuram illam, quam aequilibrii 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 affrictum, ſive per reſiſtentiam 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 hactenus 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 1. 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 utrius„que effectum, & aestum esse maximum. In quadraturis, „ubi sol per quadrantem distat a luna, sol ipse aquas ele„vabit, ubi luna deprimit, & vice versa. Quare aestus „erunt minimi, sed elevatio erit sub luna, non sub sole „ob eius vim praevalentem. In reliquis omnibus pro„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 maxi„ma aquae altitudo erit in punctis quibusdam mediis in„ter vertices diametri directae ad solem, & diametri di„rectae ad lunam. Quae puncta geometrice determinan„tur data ratione virium solis, & lunae, & ex ipsa de„terminatione infertur, diametrum longissimam nunquam „multum abesse a diametro directa ad lunam, tum ab ea

„re-

„recedere in orientem usque ad octantes, post hos regredi in occidentem ita, ut in quadraturis iterum congruat „cum diametro directa ad lunam, & pergat moveri in occidentem usque ad novos octantes: post hos iterum „regredi in orientem usque ad sequentem syzygiam, in „qua iterum congruat cum eadem diametro, directa ad „lunam. Quamobrem eadem est oscillatio verticum huius diametri longissimae, sive punctorum, in quibus habetur maxima intumescentia. Si igitur consideretur horum, positio respectu verticum diametri transeuntis per „lunam ea puncta ab octante praecedente utramlibet syzygiam usque ad octantem, qui eam sequitur, & praecedit alteram quadraturam, moventur in orientem: tunc „ab octante, qui praecedit utramque quadraturam, usque „ad octantem, qui eam sequitur, moventur in occidentem, & motus in orientem velocissimus est in syzygiis, velocissimus in occidentem in quadraturis. „

Scholion 3. Hinc explicatio dependet phaenomeni cuiuspiam, quo notatur, aestum maximum transitum lunae per meridianum loci iam praecedere, iam etiam sequi. Iacet nempe axis maior sphaeroidis solem inter, lunamque, 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. Quamobrem recte dicitur, horam aestus maximi dependere etiam a positione lunae respectu solis.

PHAENOMENON V.

Aestus maximus non ipsa syzygiarum die, verum secunda, tertiave post easdem notatur, idem intelligendum de aestu minimo quadraturarum.

436. Explicatio huius phaenomeni eadem est, quae phaenomeni III.

Scholion 1. Retardatio haec maximi aestus declarari solet paritate a calore, quem actio solis producit, desumpta. 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 effectu, quem actio solis in

ipso meridie produxit, actio eiusdem, licet debilior, succedat, atque adeo effectus summa aliquot horis increscat. Similem ob causam aestus maximus non in ipso solstitio aestivo, sed pluribus post illud diebus notatur.

SCHOLION 2. Phaenomena haec duo *menstrua* vocantur.

PROPOSITIO VIII.

Aestuum magnitudo dependet etiam a distantia luminarium a terra, ita ut sint maiores iis diminutis.

437. Quo enim minor est luminarium distantia, 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.

* Fig. 125

COR. Igitur caeteris paribus maiores sunt aestus lunae 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 vicinior 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 distantia proveniens haud adeo notabilis est.

SCHOLION. Phaenomenon istud *annuum* apellatur.

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 in„fra 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 eo„dem in loco elevare secunda vice, quo prima. „Utriusque oppositum contingit, luna extra „aequatorem sita, & quo maior est declina„tio, eo maior est inaequalitas morae infra, „& supra horizontem, eo maior distantia pun„ctorum, in quibus binae proximae elevatio„nes aquarum maximae fiunt, quae puncta de„bent esse in parallelis aeque hinc inde distan„tibus ab aequatore. Quare in luna in ae„quatore posita magis congruit actio lunaris „cum oscillatione iam concepta, & quo ea „magis ab aequatore recedit, eo magis se in„vicem 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.„

SCHOLION. 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. 1. 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 ſitis aeſtus nonniſi per communicationem cum aquis intra tropicos poſitis habebitur. Haec vero motus communicatio in diſtantiis 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. 1. 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, praesertim 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 *l* 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 nuspiam alibi legatur, praeterquam in observationibus per Galliae oras habitis, quae oceano conterminae 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 portubus aliqua anni tempestate „nullus aestus observatur, ut in portu Bathsam luna exi„stente in aequatore, vel quia ut Newtonus explicavit, „in eum portum ex una parte tum temporis advenit ae„stus,

„ 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 ſitis 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 motus aquarum, aeſtui marino perquam analogi, hi vero occultis, incertisque meatibus tribuendi ſunt, per quos tortuoſis anfractibus aquae de mari adveniunt.

An aeſtus in atmoſphaera?

Scholion 3. Illud quoque hic quaeri ſolet, an, cum globus noſter terraqueus fluido quodam corpore, quod atmoſphaeram vocamus omni ex parte cinctus ſit, ſolis lunaeque potiſſimum actionibus in eo quoque ſimiles aeſtuum viciſſitudines efficiantur. Quae quidem res in dubium 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 debere videtur; cum ea, terrae undique circumfuſa ſit, maria vero nequaquam continuo ductu terram ambiant, ſed prominentibus continentis ampliſſimis tractibus quaquaverſum interrumpantur. Quod ſi vero ſimiles in atmoſphaera 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. Boſcovich, id propterea fieri, quod inaequalitas ponderis, quae inducitur in Mercurio, ſi comparatur cum toto eius ponderis reſpectu, perquam exigua evadat, ſicut & variatio altitudinis aerea fere ſuſpenditur. Si dicas, marium etiam ſublationem comparate ad telluris ſemidiametrum eſſe admodum exiguam, reponit, eam tamen ſatis conſpicuam eſſe reſpectu noſtri. Alii cenſent altitudinem Mercurii in barometris ſuſpenſi ſenſibiliter non mutari propterea, quod ubi columnae aereae leviores redduntur, ex affluxu vicinarum earum altitudo creſcat, atque adeo altitudinis exceſſus defectum ponderis ſuppleat; ubi vero eaedem graviores efficiuntur, exceſſum ponderis columnarum diminuta altitudo veluti compenſet.

Scho-

SCHOLION 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 perpendiculum imminet, ad duorum milliarium altitudinem elevetur, 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.

SCHOLION 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, deposcat. 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 elevet, luna eosdem ad 8 pedum altitudinem assurgere faciat.

SCHOLION 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, bituminiosis 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 ingurgitetur, ab aliis vero exgurgitetur. 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.

ERRATA.

Pag.	*Lin.*	*Errata.*	*Corrigenda.*
3	4	cani	*canis.*
11	7	diviſibiles	*diviſibilia*
80	17	n2	n^2
87	18	BE	*BF*
105	10	inique	*inque*
112	25	probari	*probare*
144	27	AB	*Ab*
195	20	convaca	*concava*
221	10	ex	*in*
255	20	vere	*fuere*
277	18	in	*deleatur*
286	6	repraeſentat	*repraeſentant*
321	3	.	,
343	24	Zm - Zn	*Zn - Zm*
346	7	CD	*CB*
352	22	PH	*PA*
353	1	PH	*PA*
372	9	mutua ſe	*mutua in ſe*
382	17	T	*P.*

Biblioteka Jagiellońska

Tab. I.

Fig. 1

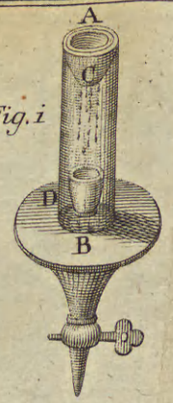


Fig. 2.

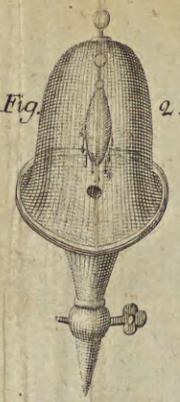


Fig. 3.

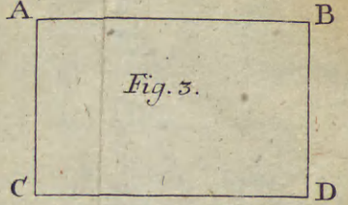


Fig. 4.

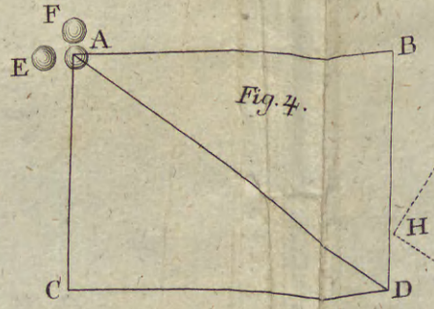


Fig. 5.

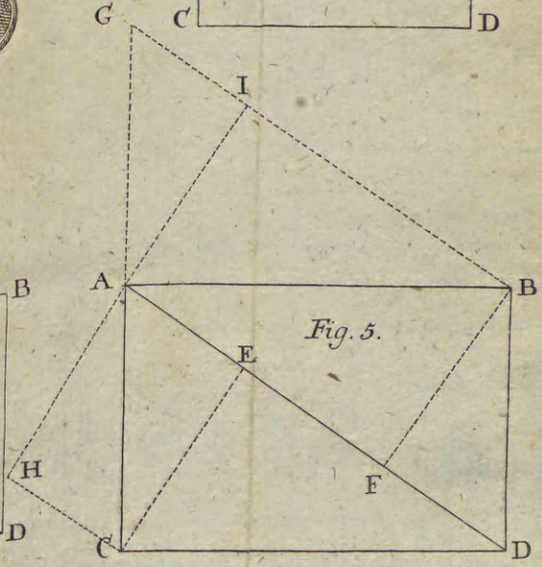


Fig. 6.

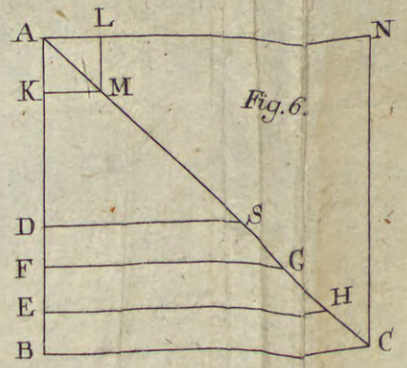


Fig. 7.

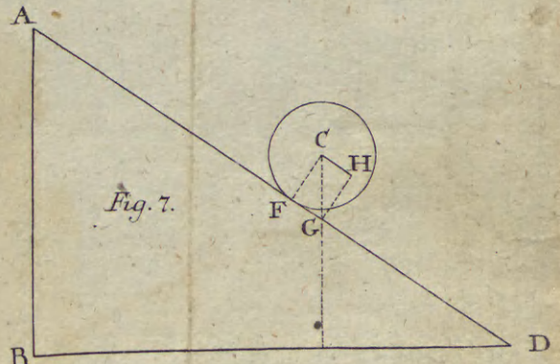


Fig. 8.

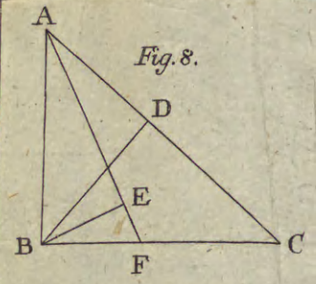


Fig. 9.

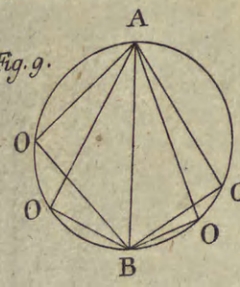


Fig. 10.

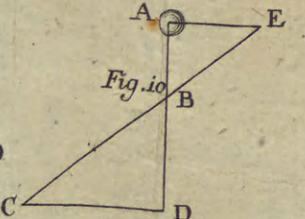


Fig. 11

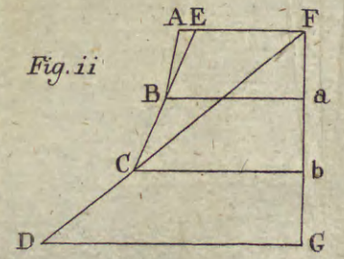


Fig. 12.

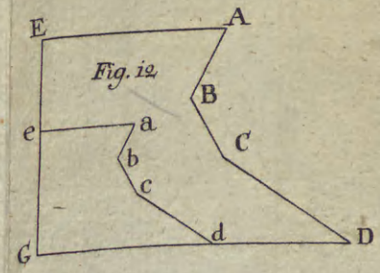


Fig. 13.

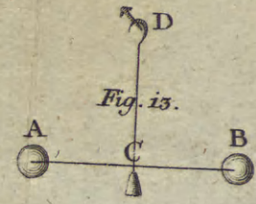


Fig. 14

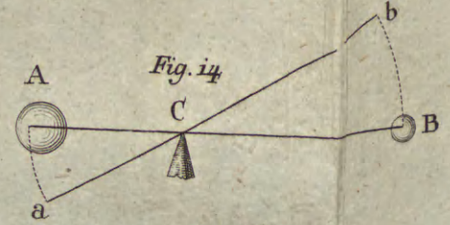


Fig. 15.

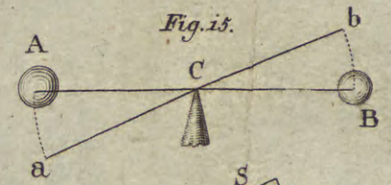


Fig. 16.

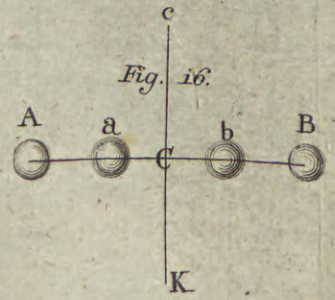
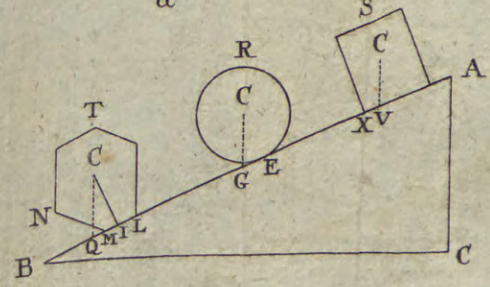


Fig. 17



Tab. III.

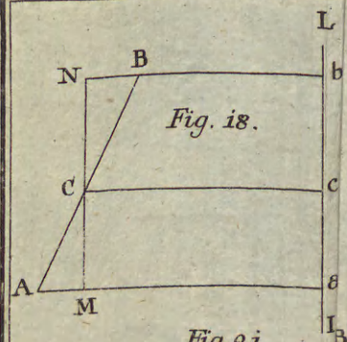


Fig. 18.

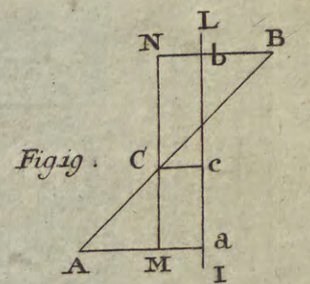


Fig. 19.

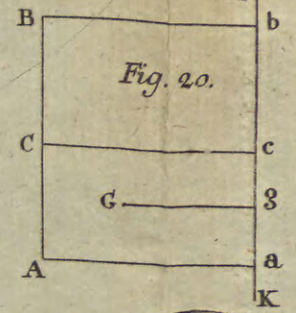


Fig. 20.

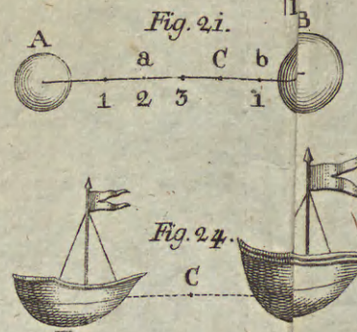


Fig. 21.

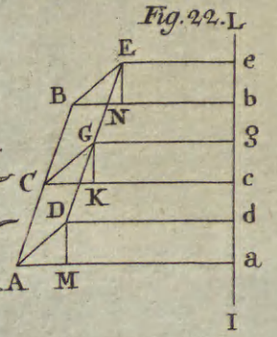


Fig. 22.

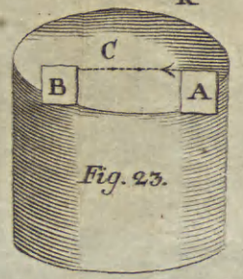


Fig. 23.

Fig. 24.



Fig 25.

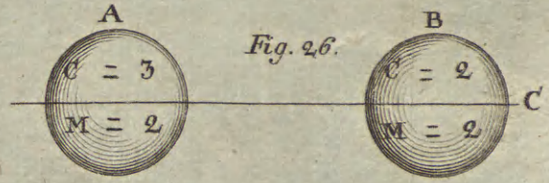


Fig. 26.

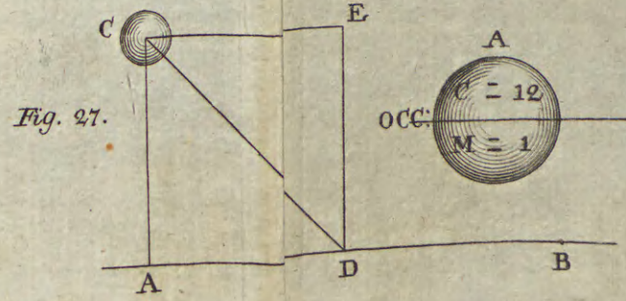


Fig. 27.

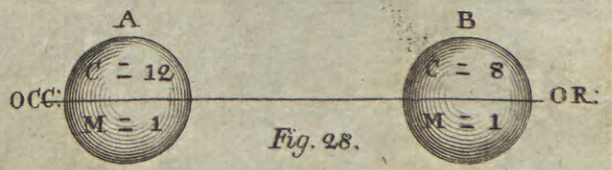


Fig. 28.

Tab. IIII.

Fig. 29.

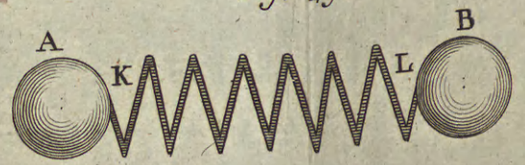


Fig. 30.

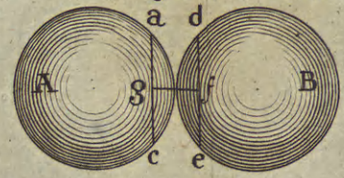


Fig. 31.

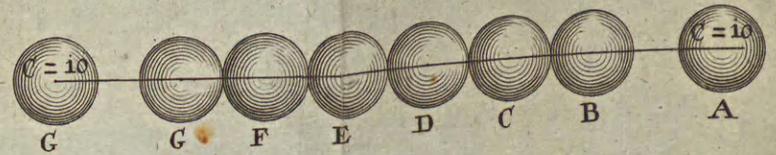


Fig. 32.

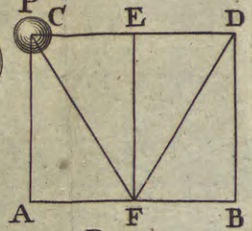


Fig. 33.

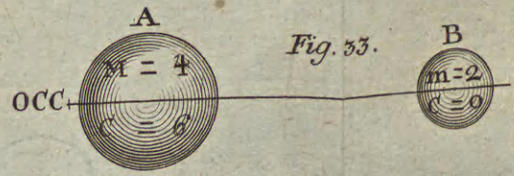


Fig. 34.

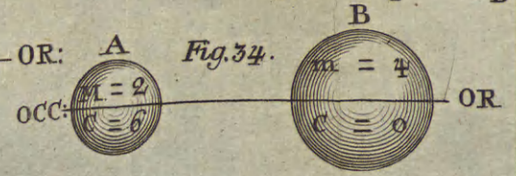


Fig. 35

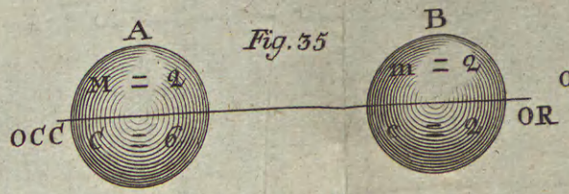


Fig. 36.

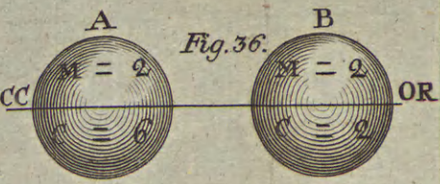


Fig. 37

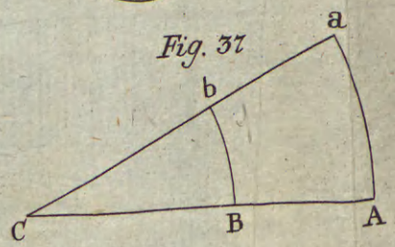


Fig. 38.

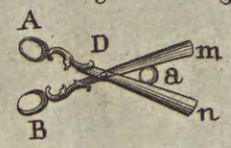
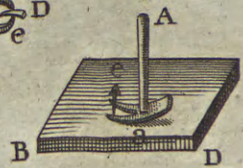
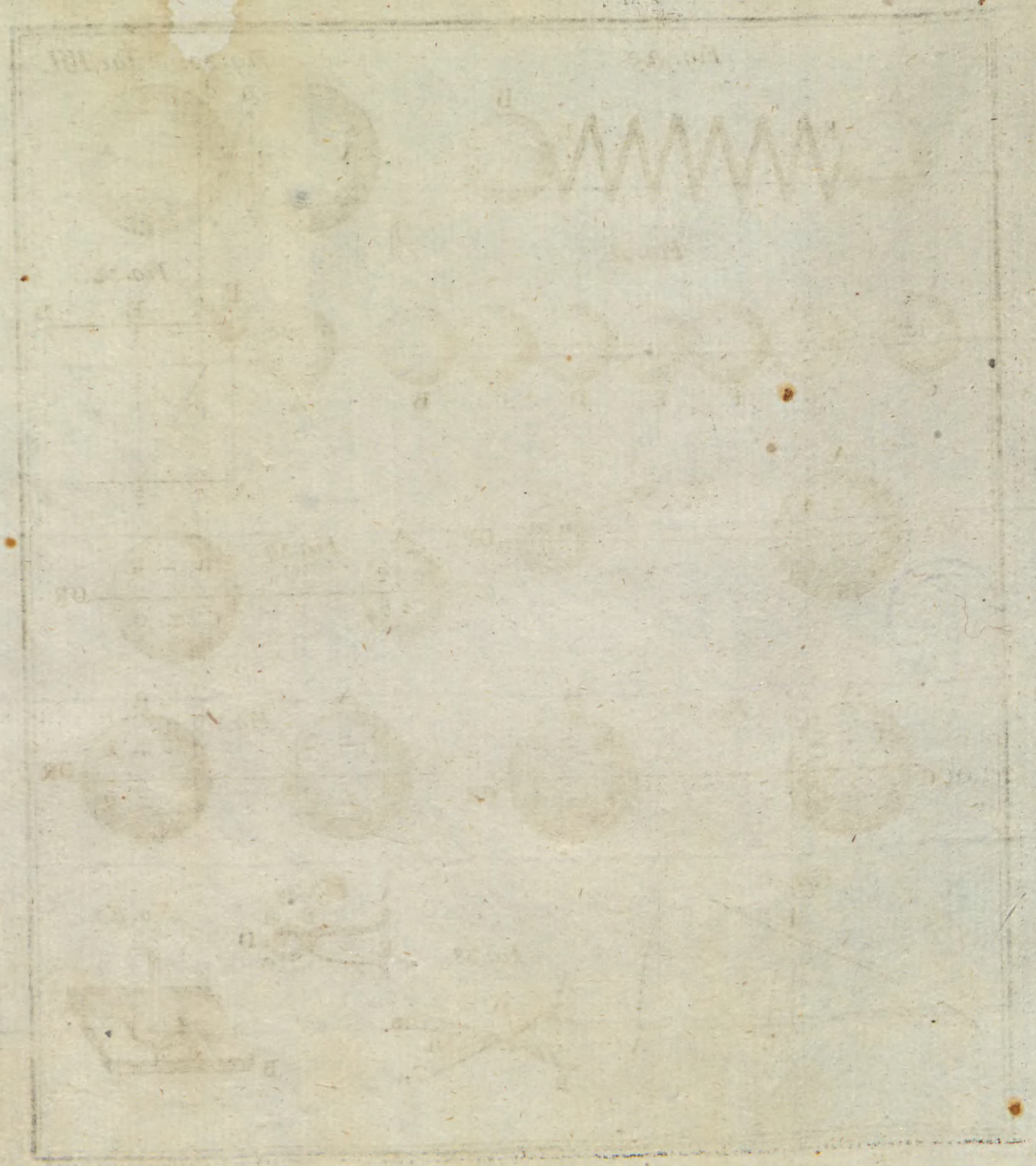


Fig. 39.



Fig. 40.





Tab. V.

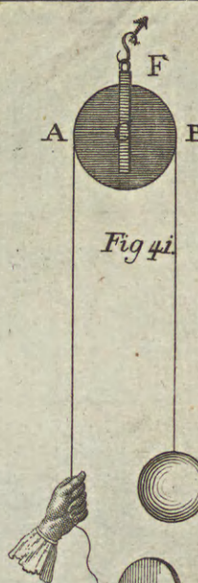


Fig 41.

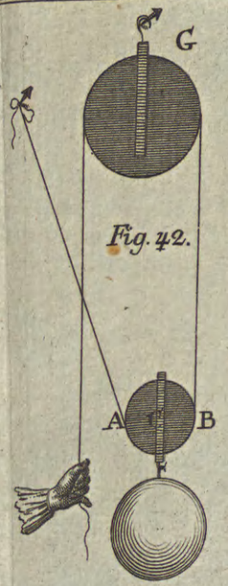


Fig. 42.

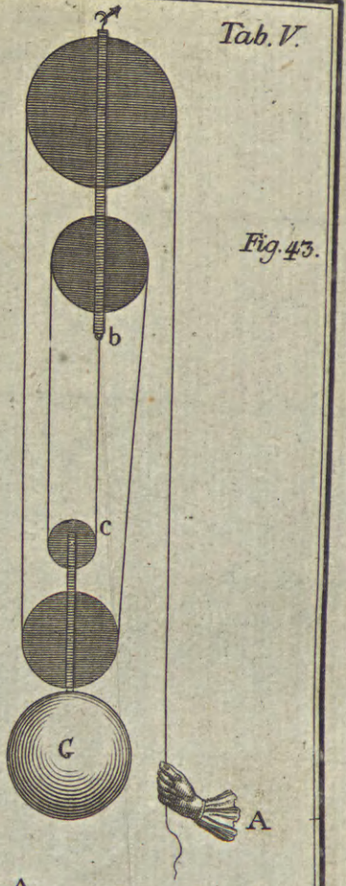


Fig. 43.

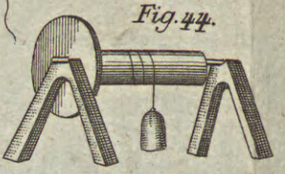


Fig. 44.

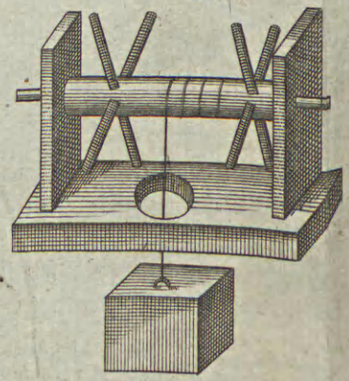


Fig. 45.

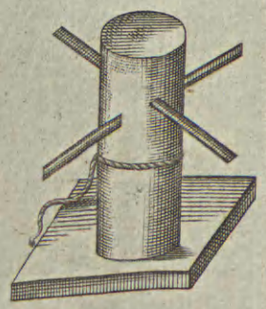


Fig. 46.

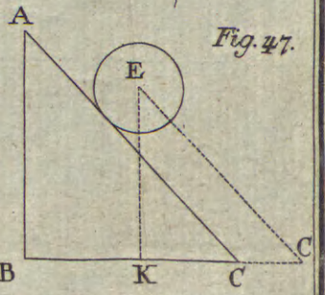
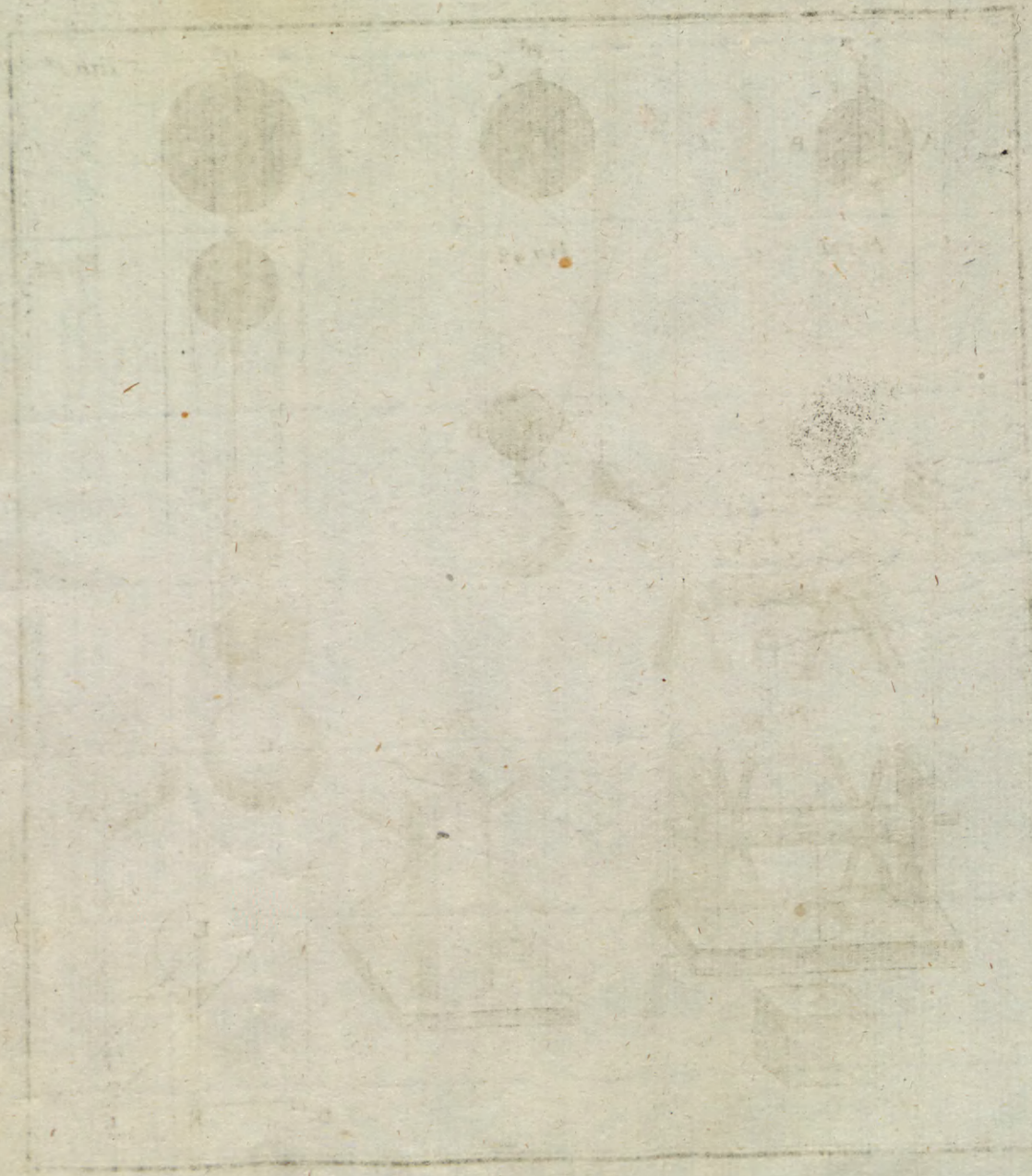


Fig. 47.



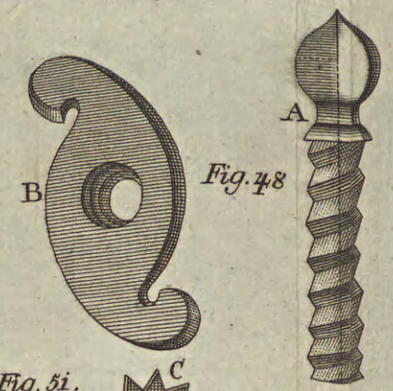


Fig. 48

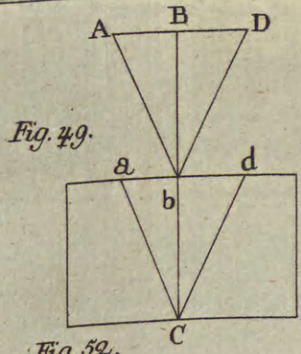


Fig. 49.

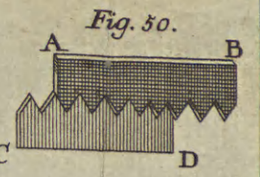


Fig. 50.

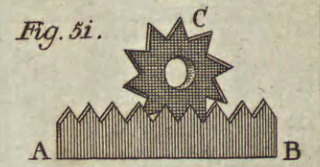


Fig. 51.

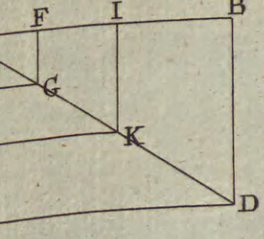


Fig. 52.

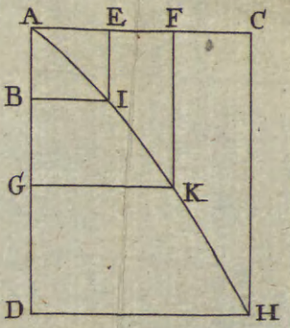


Fig. 53.

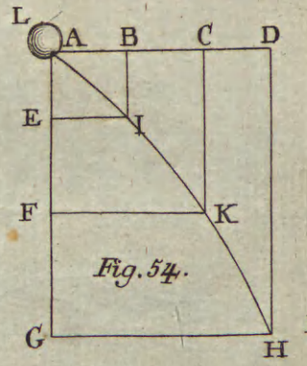


Fig. 54.



Fig. 55.

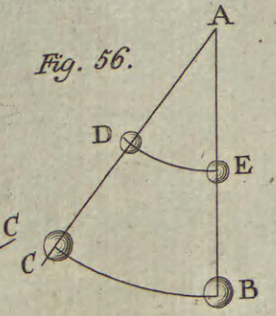


Fig. 56.

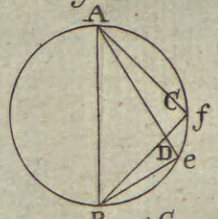


Fig. 57.

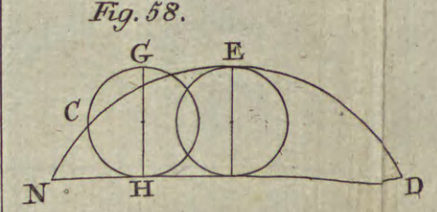


Fig. 58.

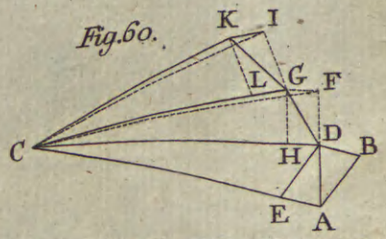


Fig. 60.

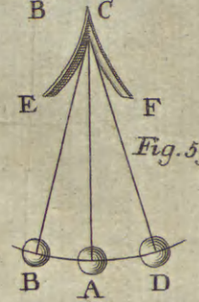
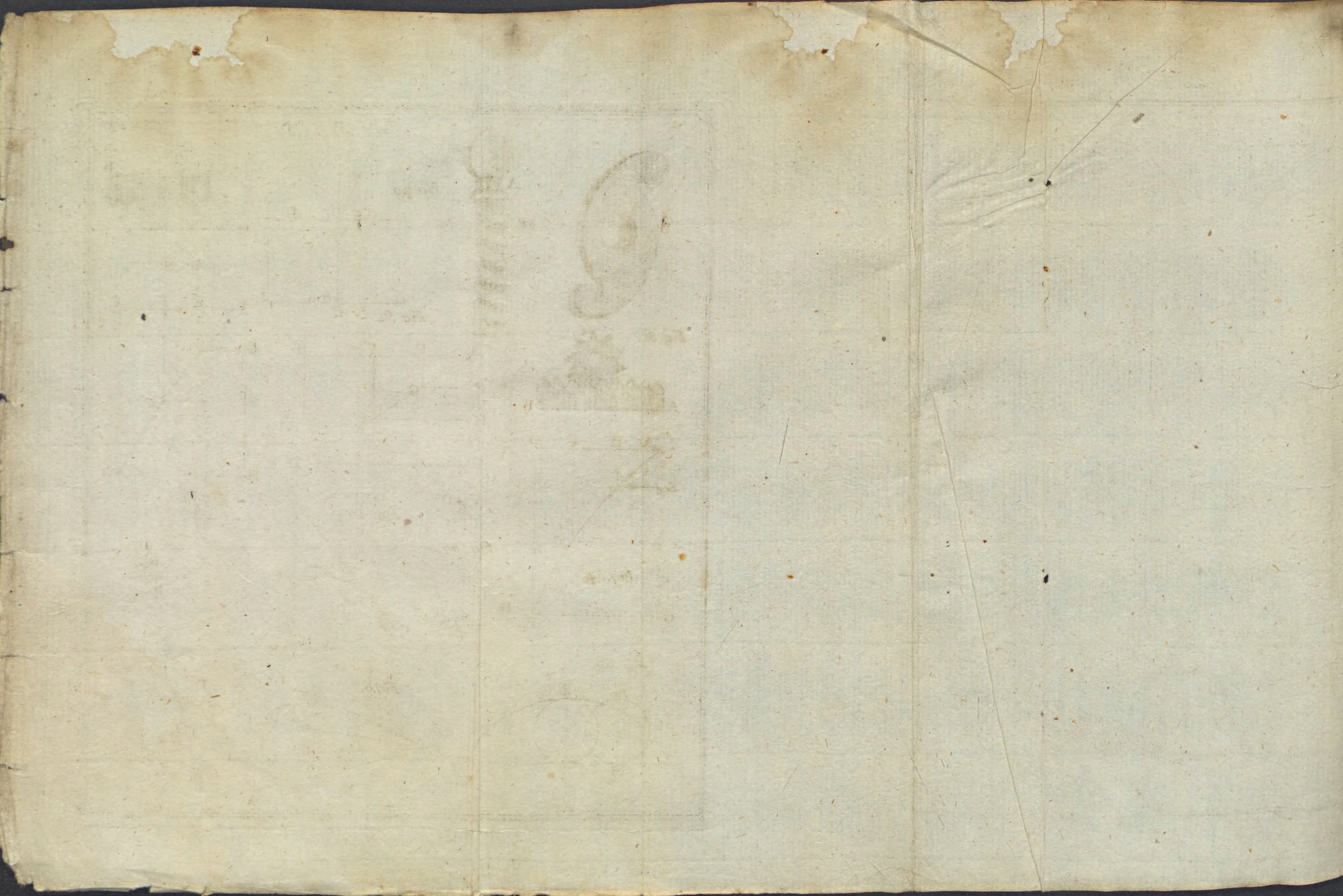


Fig. 59.



Tab. VII.

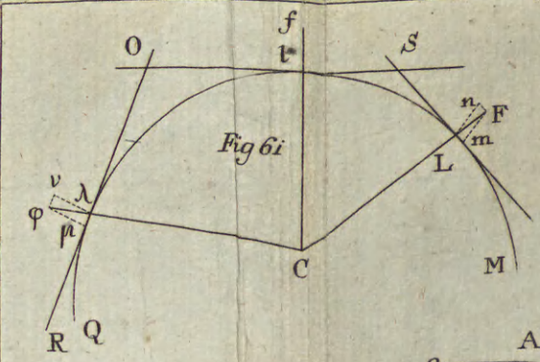


Fig. 61.

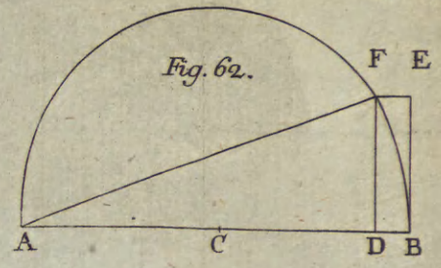


Fig. 62.

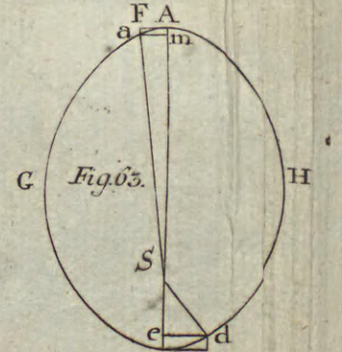


Fig. 63.

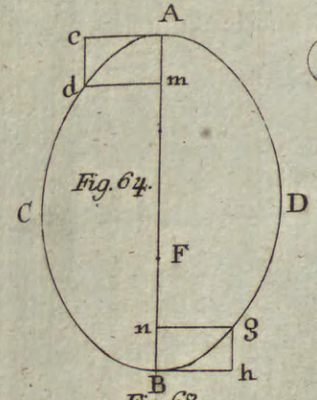


Fig. 64.

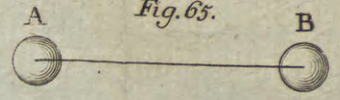


Fig. 65.

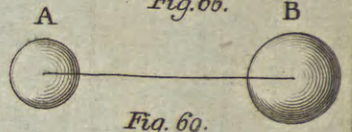


Fig. 66.

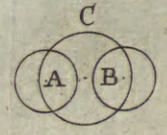


Fig. 69.

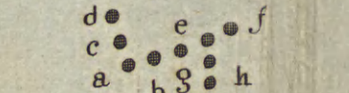


Fig. 67.

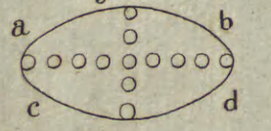


Fig. 68.

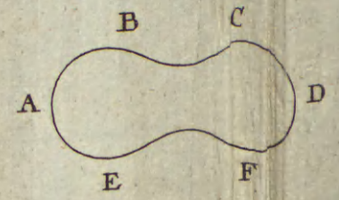


Fig. 70.

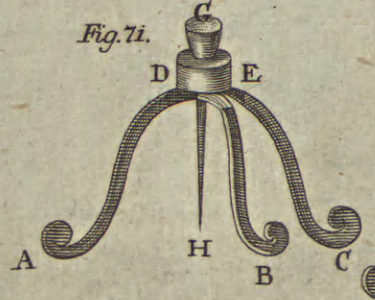


Fig. 71.

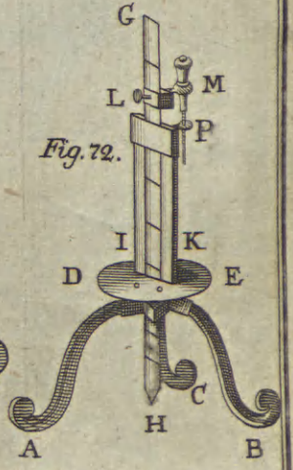
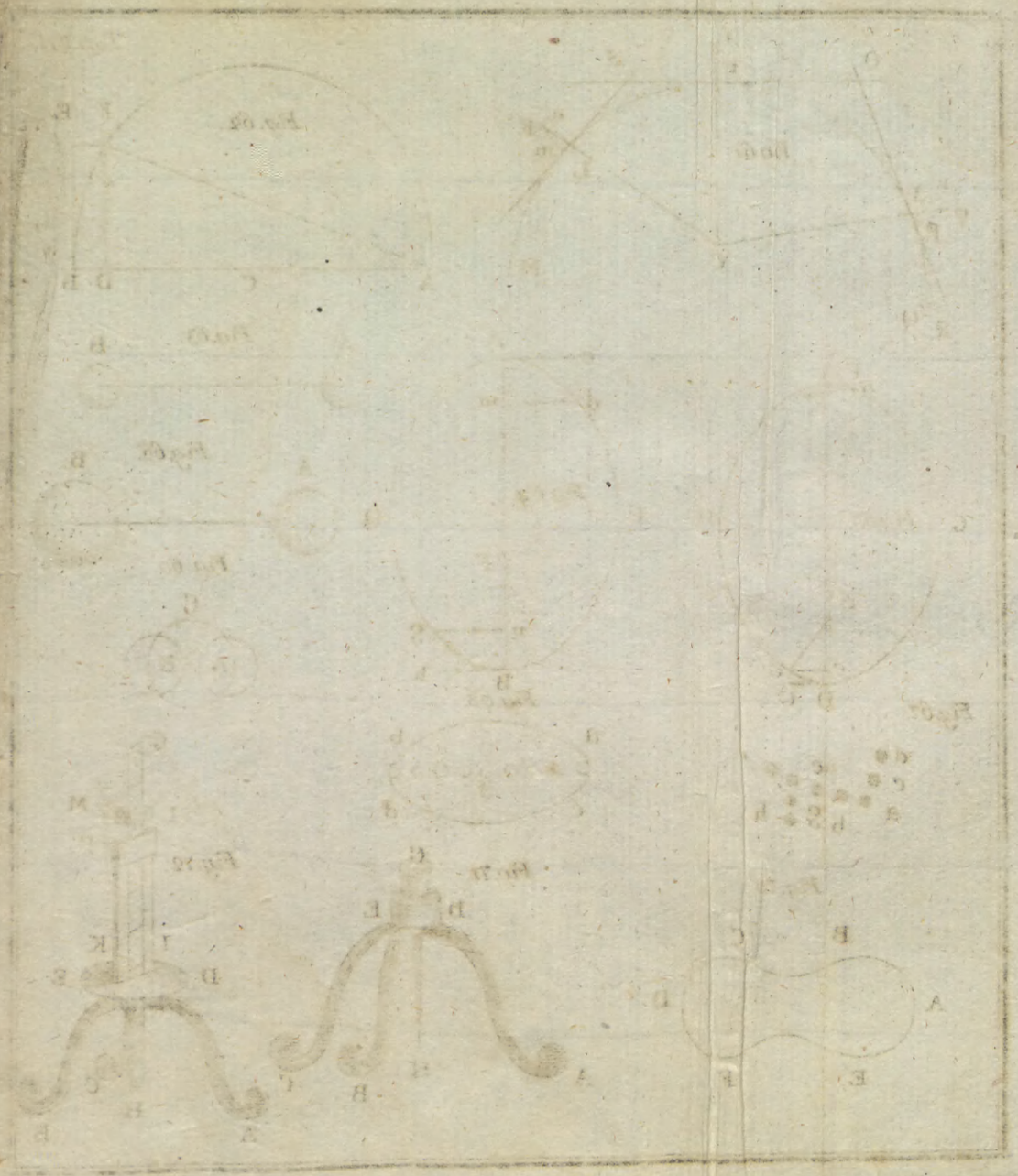


Fig. 72.



Tab. VIII.

Fig. 73.

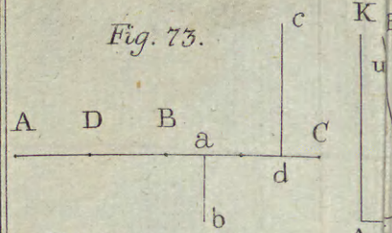


Fig. 74.

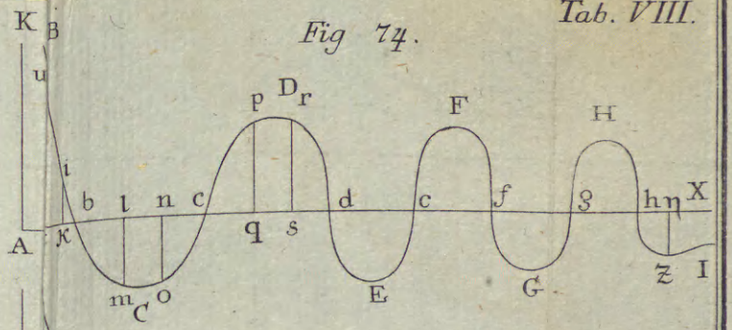


Fig. 75.

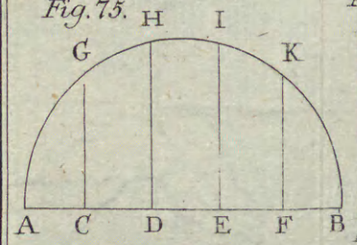
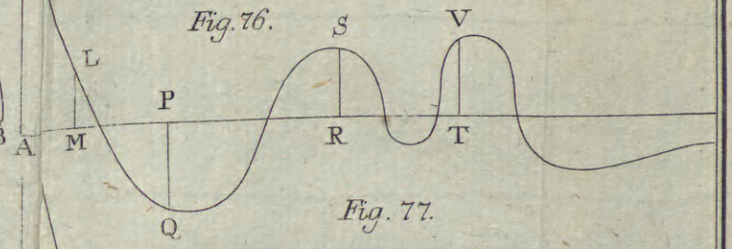


Fig. 76.



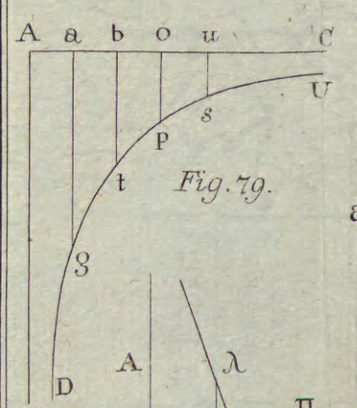


Fig. 79.

Fig. 77.

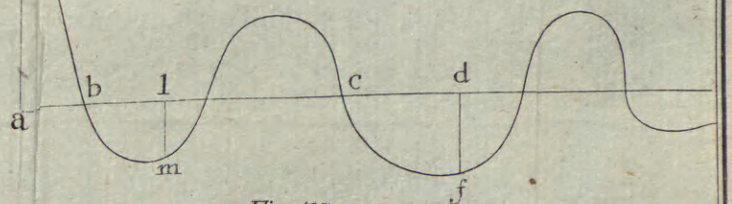
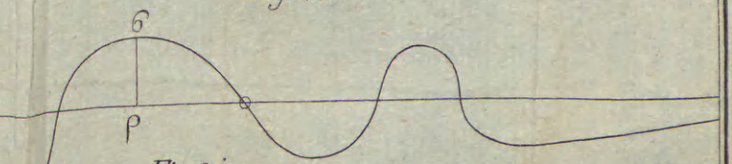


Fig. 78.



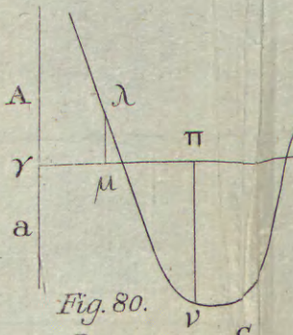


Fig. 80.

Fig. 81.

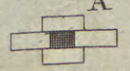
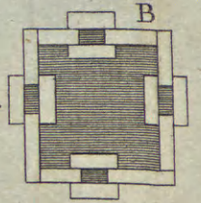
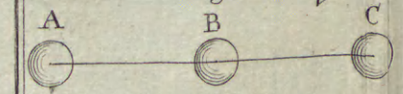


Fig. 82.





Tab. VIIII

Fig. 83.

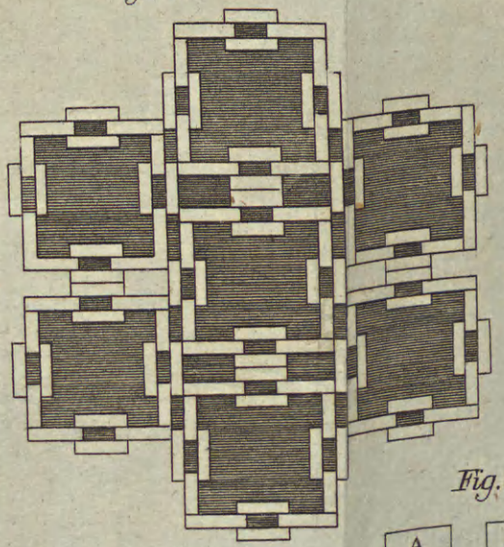


Fig. 84.

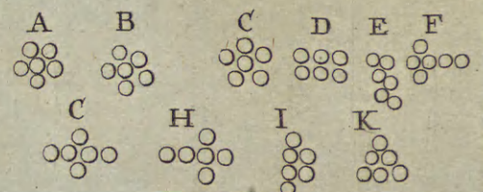


Fig. 86.

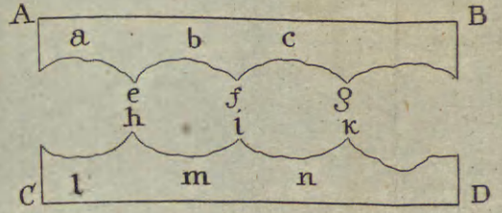


Fig. 87.

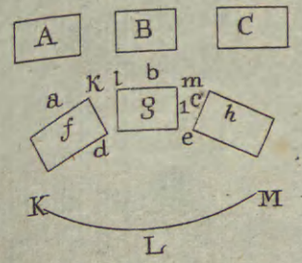


Fig. 88.

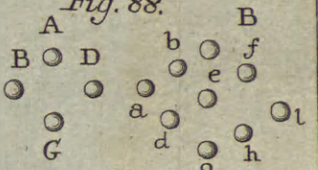


Fig. 85.

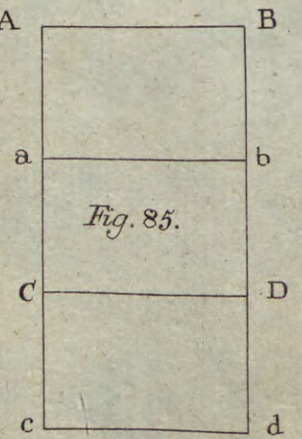


Fig. 89.

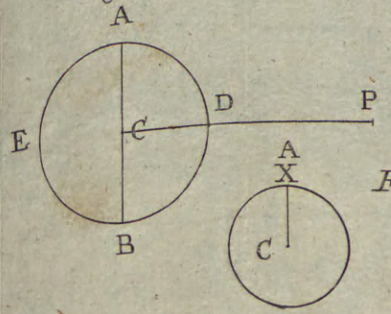


Fig. 90.

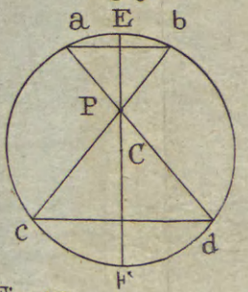


Fig. 91.

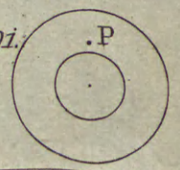
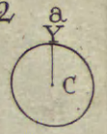


Fig. 92.



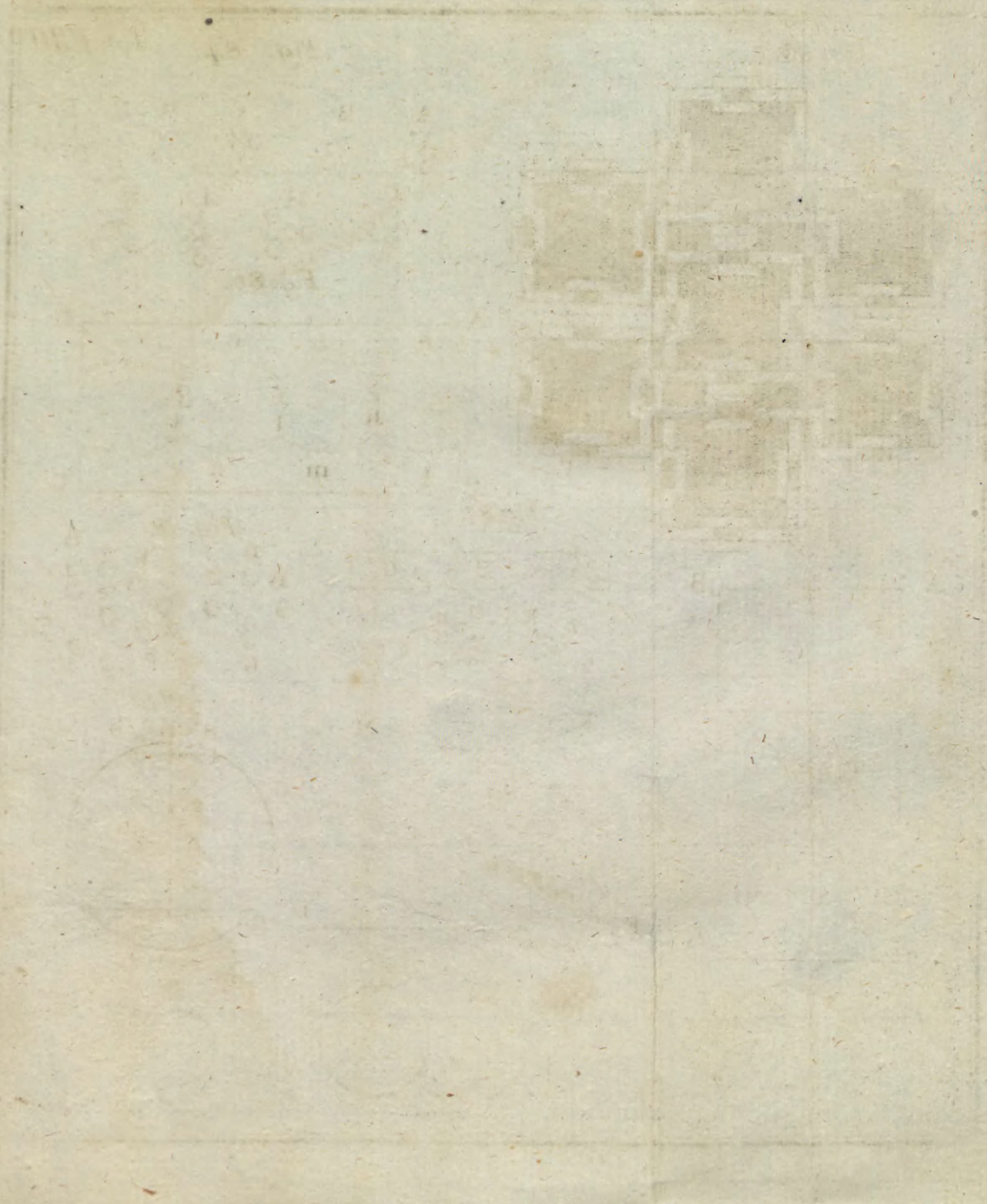


Fig. 93.

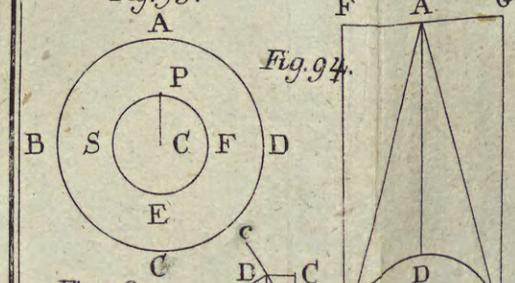


Fig. 94.

Fig. 95.

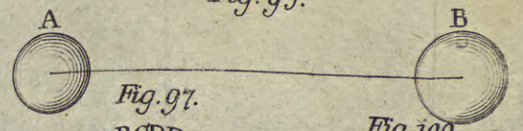


Fig. 96.

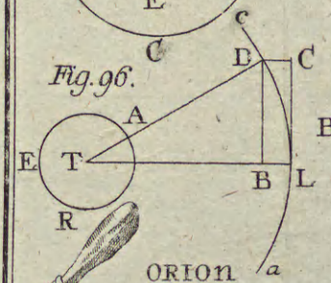


Fig. 97.

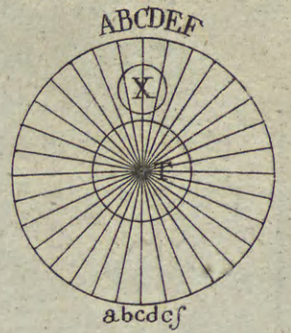


Fig. 100.



ORION



Fig. 98.

Fig. 99.

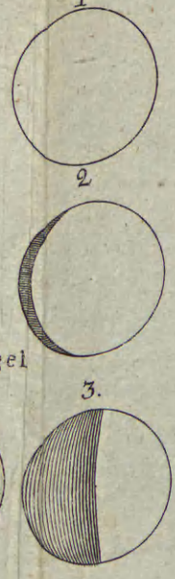


Fig. 100.

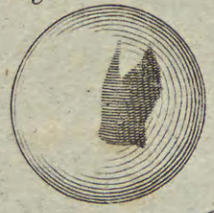


Fig. 100.

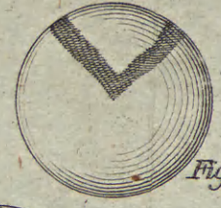
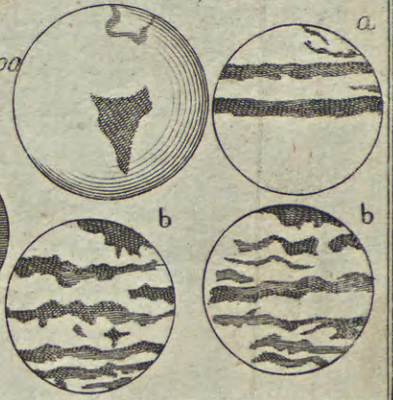


Fig. 101

Fig. 100



Mareuil Tab. XI.

Fig. 102.



Fig. 103.

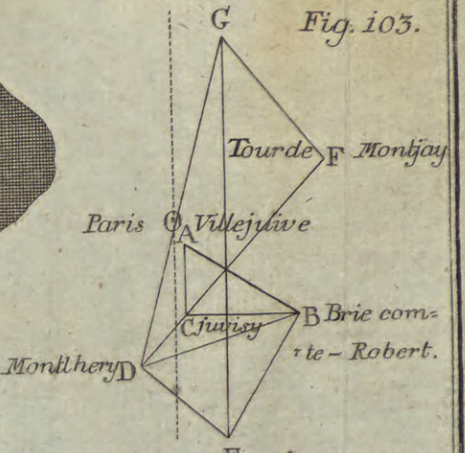


Fig. 104.

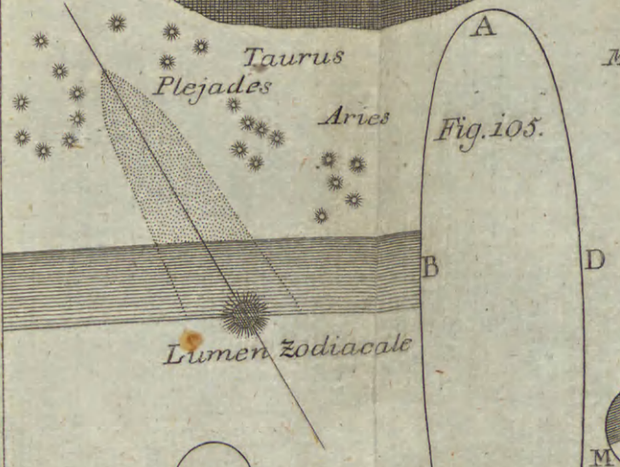


Fig. 105.

Malvoisine

Fig. 106.

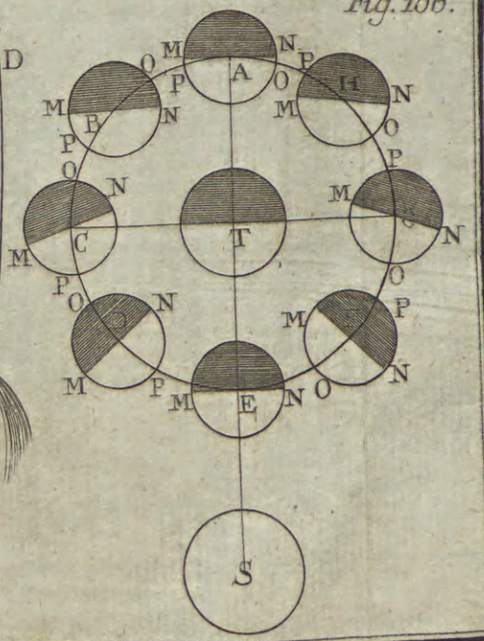
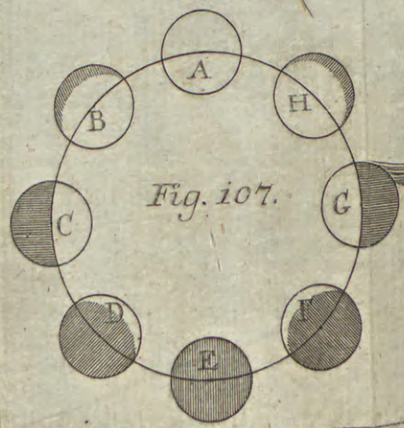


Fig. 107.



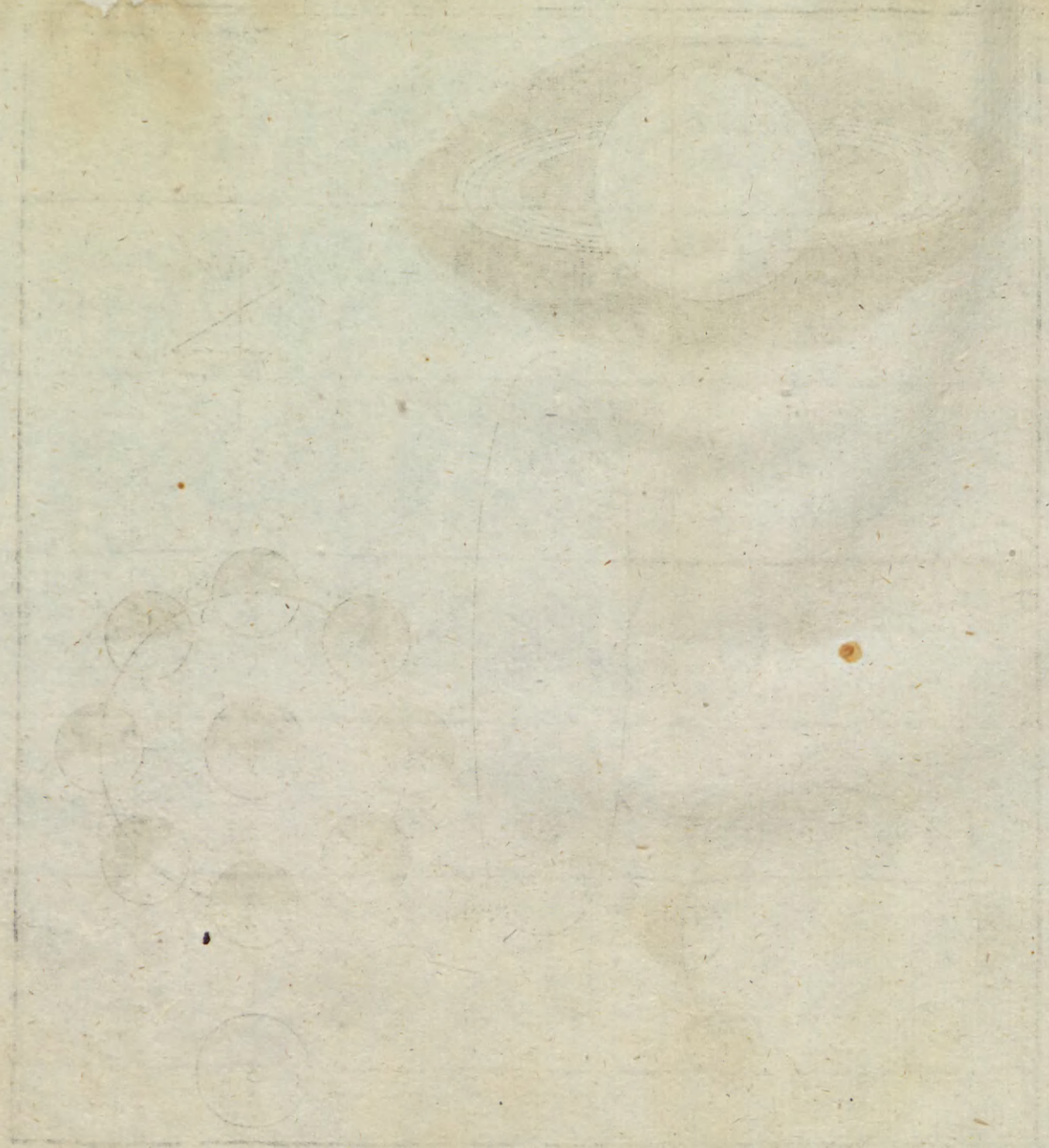


Fig. 108.

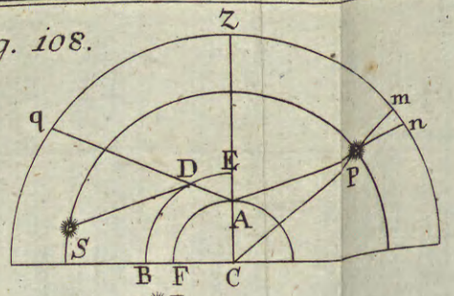
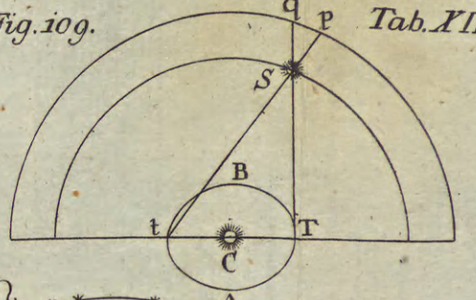


Fig. 109.



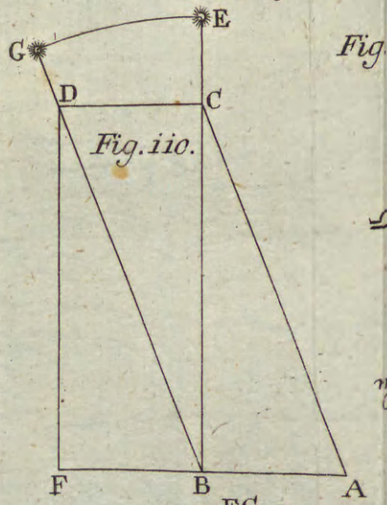
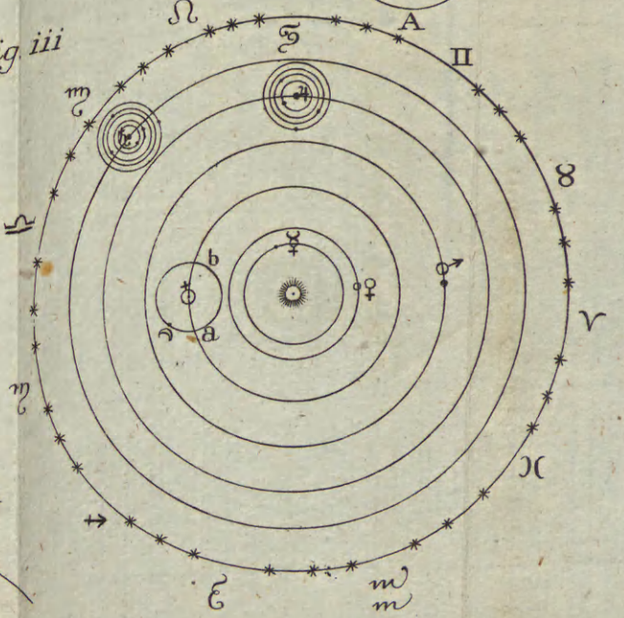


Fig. 110.

Fig. iii



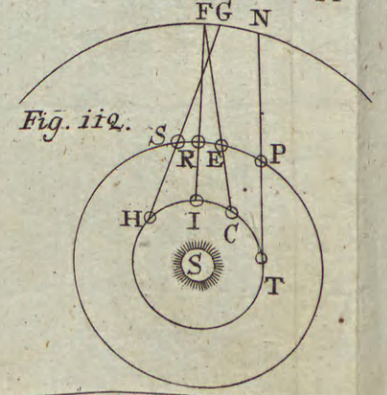
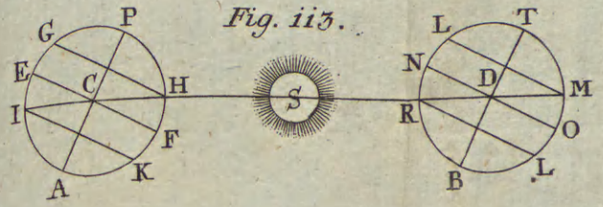
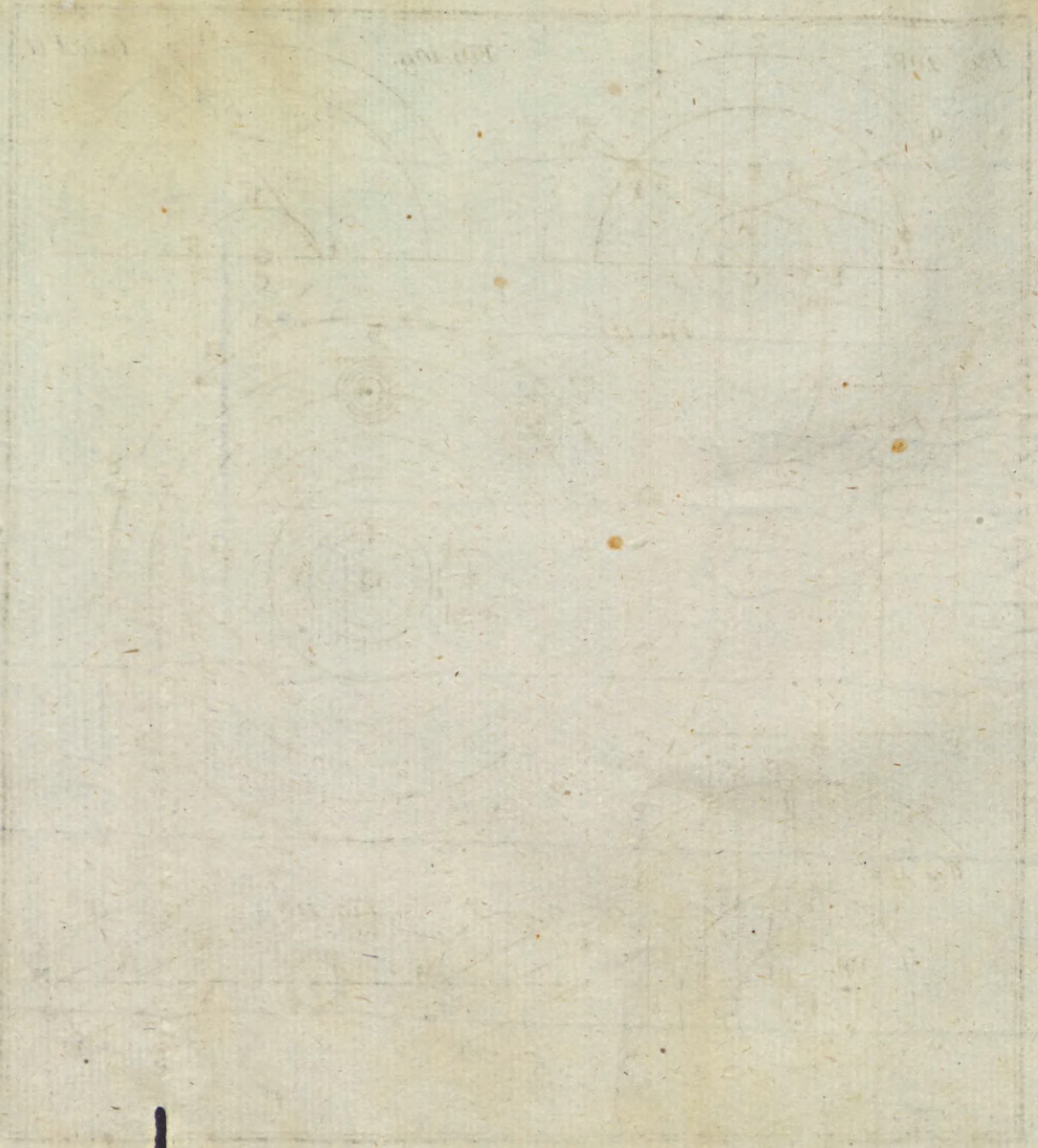


Fig. 112.

Fig. 113.





Tab. XIII.

Fig. 114.

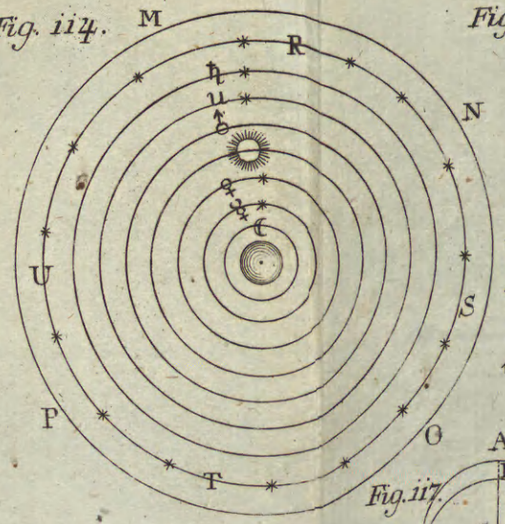


Fig. 115.

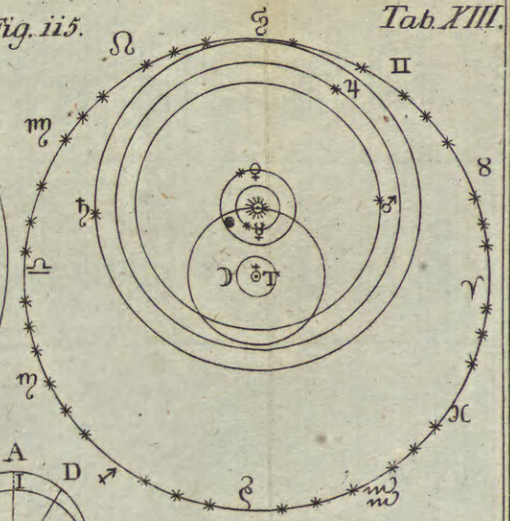


Fig. 117.



Fig. 119.

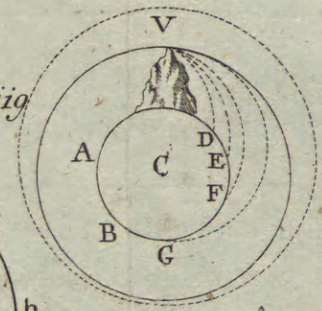


Fig. 116.

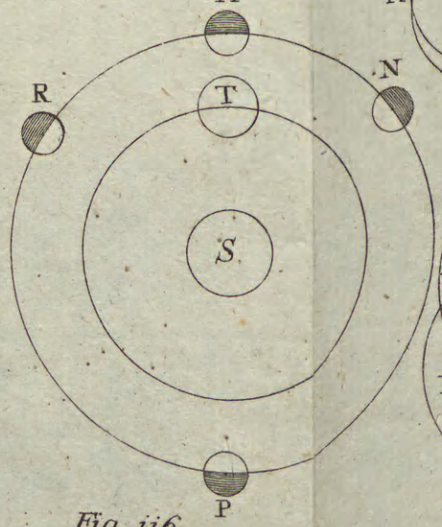


Fig. 118.

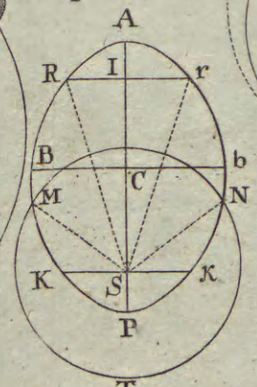
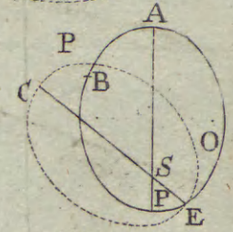
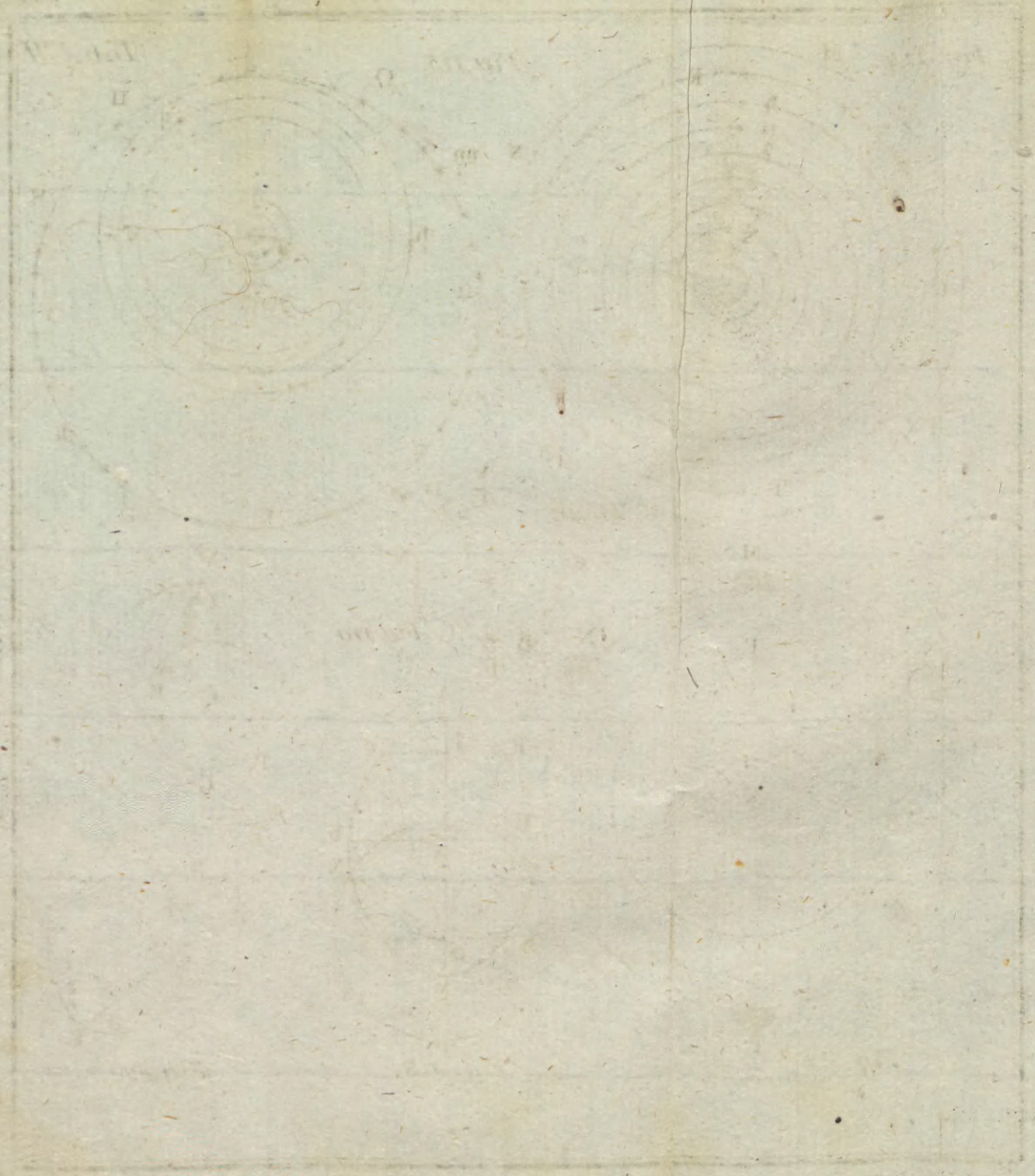
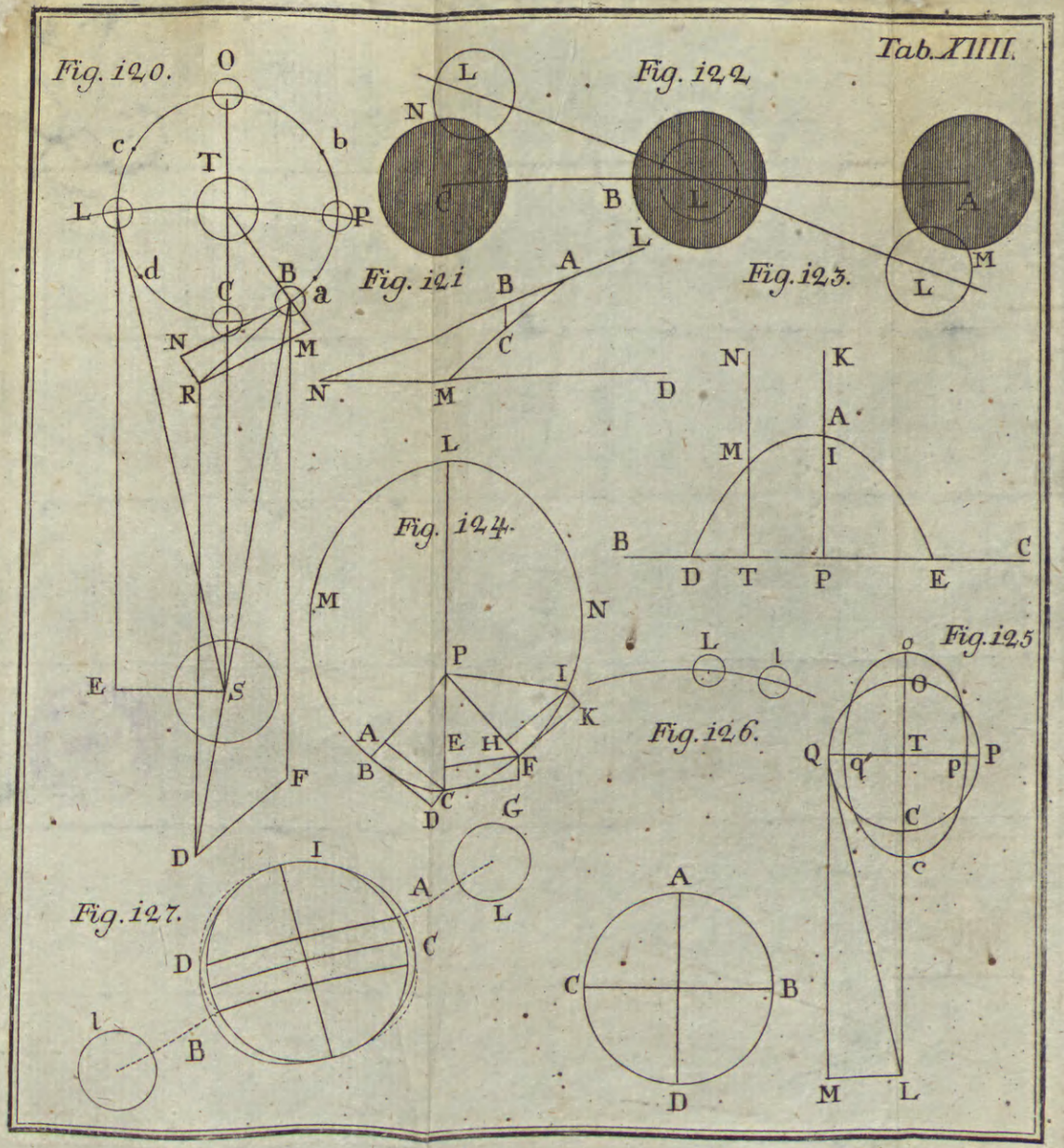
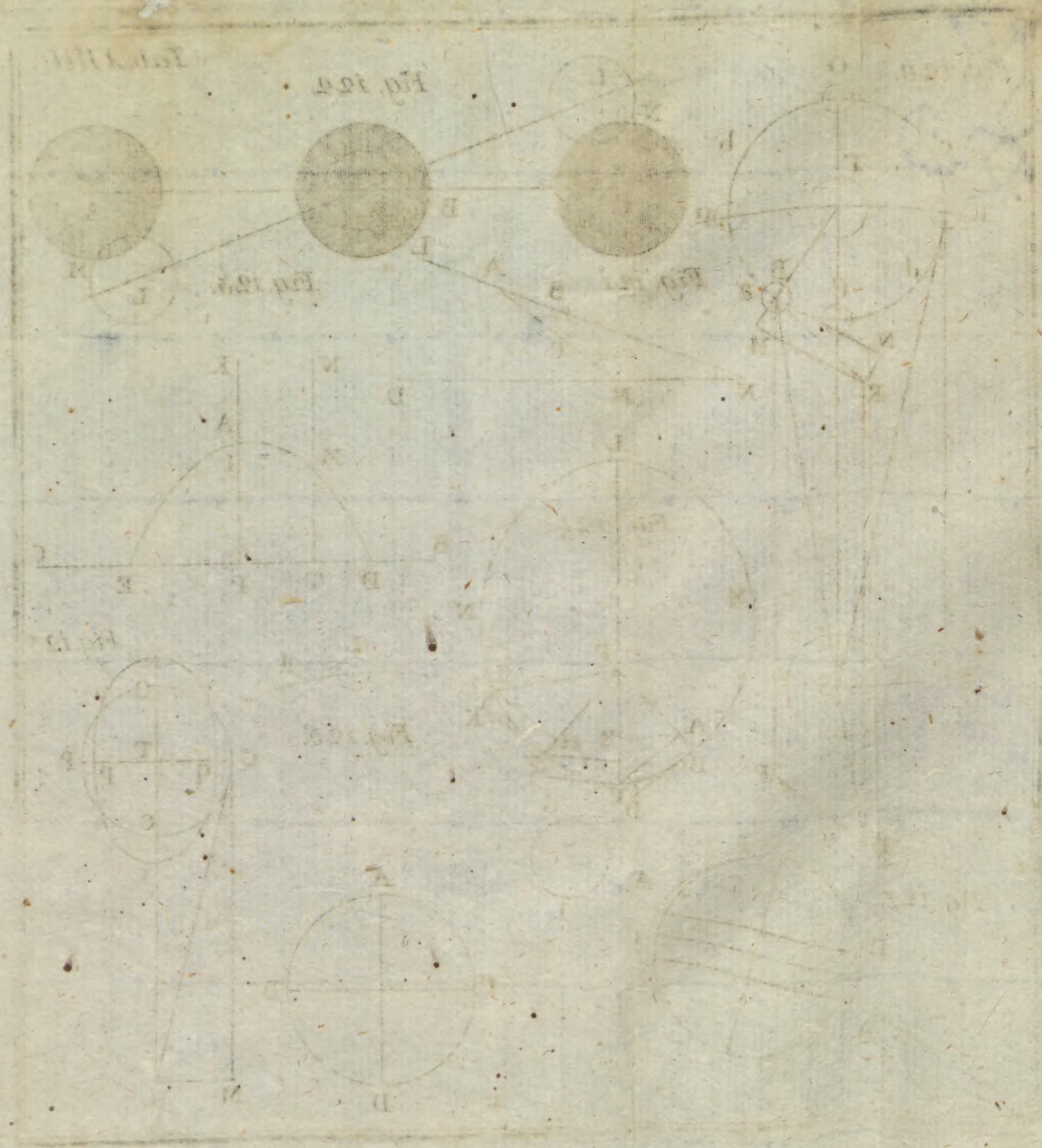


Fig. 120.






Tab. XIIII.
Fig. 120.
Fig. 121
Fig. 122
Fig. 123.
Fig. 124.
Fig. 125
Fig. 126.
Fig. 127.



KSIĘGOZBIÓR
MARCINA ZAMOYSKIEGO
3801 -KZ

3811 KZ