rupium lapsu ; immo in mari, mutato undarum rumore , succedentibus sibi fluctibus, telluris superficies perpetuo mutatur. Itaque dum figuram telluris investigamus , nulla montium et vallium irregularitas consideratur. Tota quaestio in eo posita est : adsumto nempe puncto quolibet in superficie terrestri, quaeritur superficies continua ab eo puncto circumquaque ducta tali lege, ut ad superficiem illam ubique perpendicularis sit directio gravitatis vi centrifuga adfectae. Igitur figura telluris pendet omnino ex lege gravitatis , ut saepe saepius observabimus, nec satis accurate et ad amussim definiri potest. Attamen tellurem compressam esse ad polos, non solum ostendunt observati meridianorum gradus, et instituta pendulorum experimenta , sed etiam confirmat lex analogiae. Nam accuratissimis observationibus compertum est, satis notabiliter oblongatum esse iovis aequatorem , quae quidem iovis figura ex rapidissima planetae huius rotatione repetenda est.

Obiectio 2. Figurae terrestris irregularitatem nullis umquam experimentis aut observationibus definiendam demonstrant observationes astronomicae. Terram non esse solidum ex rotatione curvae alicuius circa axem genitum , ostendunt graduum mensurae in Gallia atque in Italia a doctissimis viris habitae. Et quidem in Italia , eadem manente latitudine, sed mutato meridiano, gradus minor quam in Gallia observatus est. At si telluris figura regularis foret, aequales essent gradus aequaliter distantes ab aequatore , seu meridiani omnes essent similes ; quod quum non observetur , hinc argumentari licet : de figura telluris nihil adfirmari potest, si irregulares observentur meridiani terrestres illorumque irregularitas non nisi per observationes ubique locorum instituendas definiri possit; atqui res ita se habet , neque irregularitas omnium meridianorum potest explorari ; ergo nihil circa telluris figuram determinari potest. Resp. dist. mai. et inde colligitur fieri posse, ut meridiani terrestres neque similes sint neque elliptici , C. mai. ex observationibus colligitur, terram non esse versus polos compressam, N. mai. et cons. In praesenti quaestione hoc unum ostendere volumus , telluris figuram ad aequatorem esse oblongatam. Quod quidem variis argumentis probavimus , quidquid sit de figurae terrestris irregularitate. Neque necesse est singulos dimetiri longitudinis et latitudinis gradus ad determinandam hanc, quam diximus , telluris figuram. Satis enim est varios gradus in locis valde dissitis summa diligentia metiri , factasque observationes ad alia terrae loca transferre licebit , praesertim quum id fieri, generatim saltem , postulet gravitatis et vis centrifugae doctrina. Tandem quod spectat ad graduum differentiam in Gallia et Italia, haec differentia in-

Fig. ter utrumque gradum est hexapedarum 70 dumtaxat, quarum pars dimidia 35 unicuique gradui potest tribui. Porro si duorum minutorum secundorum error dumtaxat in arcus coelestis mensura committatur, hexapedarum 32 errore in gradus mensura peccabitur. Quamvis autem minime suspecta sit clarissimorum virorum diligentia; nobis tamen facile persuademus, rem tam periculosam aliis mensuris et in locis remotioribus confirmandam esse ita, ut tanta sit differentia, quae quidem omnino indubitatam faciat, et in ipsam observationem refundi nequaquam possit.

Obiect. 3. Tellurem versus polos compressam esse, concluditur ex incremento graduum pergendo ab aequatore ad polum; at conclusionem omnino contrariam ex iisdem observationibus derivarunt doctissimi etiam in
59. Gallia viri Picardus et alii. Et quidem sit *C* centrum telluris, *P* polus, *EHP* meridianus. Ex centro *C* ducatur recta *CH* comprehendens cum *CE* angulum unius gradus. Fingatur *EC* maior quam *CP*; arcus terrestris duabus rectis *CH*, *CE* comprehensus maior erit, quam versus *P*, quod evidens est. Ac proinde gradus maior foret versus aequatorem quam versus polos; ergo tantum abest, ut ex graduum mensura colligatur, terram esse oblongatam versus aequatorem, quin contra versus polos oblongata esse debeat. Resp.

N. cons. Adlato aut fortasse alio simili parallogismo in errorem inducti fuerunt clarissimi etiam viri (*Cassinus iunior et de la Hire, qui tamen captis mensuris decepti sunt, etsi non tali parallogismo*) qui ex suis observationibus terram versus polos oblongatam esse concludebant, contra quam facere debuerunt. Totus parallogismus in eo latet, quod nempe gradus terrestris non eo determinetur angulo, qui duabus lineis e centro ad circumferentiam ductis continetur, sed gradus definitur duabus perpendicularibus, quae ad telluris superficiem ductae angulum unius gradus efficiunt. Distantia stellarum a zenith, ac proinde et illarum altitudo harum perpendicularium respectu aestimatur. Porro perpendiculares illae per centrum telluris non transeunt, nisi tellus sit sphaerica, ut antea explicavimus. Atque hic est fons parallogismi. Pendulorum observationes plurimis obiectionibus impugnari solent, sed his abunde satisfactum est in physica generali.

ARTICVLVS III.

De phaenomenis pendentibus ex mutua planetarum actione, praesertim de aestu maris.

I.

In praecedentibus articulis planetarum orbitas velut ellipticas consideravimus, quales omnino esse debent, si nulla alia vis agat praeter attractionem in solem, quae decrescat in ratione distantiarum duplicata. At mutua est, atque eadem lege operatur planetarum actio in se invicem. Ita saturni et iovis actio mutua utriusque planetae motus perturbat pro diversa iovis, saturni et solis positione. Verum errores ex mutua attractione oriundi in motibus lunaribus maxime fiunt conspicui. Massa solis est circiter centies septuagesies millies maior massa telluris, et septem mille millies maior massa lunae. Quum autem tanta sit solaris massa; si cum tellure et luna conferatur, ex theoria newtoniana intelligitur, potentissimam esse in utrumque corpus solis actionem, qua fieri debet, ut minoris corporis motus et orbita circa corpus maius non parum turbetur. Facile etiam patet, errores illos variis de causis implicari. Orbis annuus telluris est soli excentricus, et praeterea orbita lunae non est in plano orbitae telluris, sed eam in duobus punctis seu *nodis* intersecat, atque deinde hinc et inde deflectit spatio circiter graduum quinque. Evidens autem est pro diversa virium directione diversaque velocitate multas oriri errorum ambages explicatu difficiles. Huc tota res reducitur: *datis scilicet tribus corporibus, eorum mutua positione, massa et velocitate, invenire curvas describendas, posita attractione in ratione directa massarum et duplicata inversa distantiarum.* Difficillimum problema illud primus omnium adgressus est, et sagacitate mirabili solvit celeberrimus vir D. Clairaut. Tantam calculorum difficultatem heic persequi non licet; sed satis sit monere, huius problematis ope comparatas fuisse lunares tabulas coelo apprime consentaneas. Hinc de laudato viro dicere licet, quod de Newtono cecinit Halleyus:

Discimus hinc tandem, qua causa argentea phebe
Passibus haud aequis eat, et cur subdita nulli
Hactenus astronomo numerorum frena recuset.*

* *Clairautii fidissimum amicum sese demonstrat Iacquierius, illum a gravissima iniuria vindicans, qua academia regia londinensis eum adfecit, parvi pendens tabulas accuratissimas inaequalitatum motus luna-*

Ex mutua planetarum actione generatim intelligitur *apsidum* motus. *Apsides* appellant astronomi duo illa orbitae puncta, in quibus planeta maximam vel minimam a sole aut terra distantiam obtinet. Punctum maximae distantiae *summa apsis* dicitur, minimae autem distantiae punctum *apsis ima* vocatur. Tandem linea per centrum orbitae transiens et duo illa puncta coniungens *linea aspsidum* nominatur. Iam vero si planeta nulla alia vi urgeatur praeter attractionem in ratione distantiarum duplicata decrescentem, evidens est ex demonstratis, lineam apsidum esse ipsum orbitae ellipticae axem maiorem. At ponamus, accedere vim aliam, quae tendat quidem ad ellipseos focum, sed vis tota minor sit quam in ratione duplicata inversa distantiarum; evidens est, planetam in priori orbita manere non posse, sed extra ipsam debet excurrere, quum minori vi ad focum urgeatur. Quare vel planeta aliam curvam describet, ipsamque ellipseos circumferen-

ris a Clairautio Londinum missas, ut problema resolveret de determinandis gradibus longitudinis. Newtonum saepe impugnaverat Vir ingenuus fucique nescius. Id ipsi inscio magnum apud anglos odium conflaverat, atque data occasione aerumnam peperit, quae et valetudinem eius et tandem vitam consumsit.

tiam deseret, vel ipsam ellipsim circa focum Fig.
revolvi necesse est ea lege, ut planeta maneat in pristinae orbitae circumferentia. In hoc casu, si planeta versus apsidem superiorem sit positus, et ad inferiorem promoveatur; manifestum est, superiorem ellipseos apsidem *AB* versus planetam promovendam 60.
esse ita, ut fiat *ab*, quum ellipseos puncta *A*, *B* versus apsidem hanc sint magis remota a foco, qui est centrum virium. Igitur axis maior *AB* secundum planetae directionem progredi debet, atque eo maiori velocitate, quo magis decrescit vis centripeta. At contra si crescat vis centripeta, planeta vi maiori ad focum tendit; ac proinde intra ipsam ellipsim curvam aliam describeret, nisi ellipsis circa focum ita revolvi intelligatur, ut planeta in iis maneat orbitae ellipticae punctis, quae auctae vi centrali conveniunt. Quare apsidem superiorem *AB*, quae longius distat a foco, ab ipso planeta recedere oportet ita, ut vergat in *cd*. Ac proinde in hoc casu apsidem progredi necessum est secundum directionem directioni planetae contrariam, atque eo maiori velocitate, quo magis crescit vis centripeta. Itaque apsidum motus per ellipsim mobilem ingeniosissime repraesentant astronomi. Errores ex mutua attractione in motibus lunaribus oriundos generatim tantum explicabimus. Nihil enim in universa astronomia difficilius.

Apsidum *A* et *B* motus in planetis fere nullus est, sed in luna maximus observatur. Tantus nempe est, ut linea apsidum lunae *AB* eidem coeli puncto non nisi post novem annos respondere videatur. Hoc scilicet temporis intervallo apogaeum lunae progreditur ab occidente in orientem seu secundum ordinem signorum, suamque revolutionem absolvit. Singulas huius motus circumstantias persequi res est difficillima, neque ad physices elementa pertinet, sed ex praecedentibus generatim intelligitur. Ex iisdem etiam principiis patet ratio generalis, cur moveantur orbitae lunaris *nodi*. Etenim vires perturbantes suam quoque exercent actionem in orbitae lunaris planum, quod ad planum ecliptica sub angulo circiter novem graduum inclinatum est. Igitur vires illae diversa illarum directioni plani lunaris positionem situmque nodorum mutant. Porro quamvis pro diversa telluris, lunae et solis positione in diversas partes agant vires perturbantes, ac proinde motus directos ac retrogrados per vices efficere possint; si tamen post plures revolutiones motuum directorum summa excedat motus retrogrados, iam motus fit in consequentia seu secundum signorum ordinem. Sic apogaeum lunae novem annorum spatio revolvitur in consequentia, sed nodi regrediuntur, seu feruntur in antecedentia. Porro evidens etiam est, easdem vires perturbantes in periodicis lunae temporibus inaequalitates aliquas efficere, atque etiam orbitae lunaris excentricitatem mutare. Hae sunt praecipuae motuum lunarium inaequalitates ex mutua attractione proculdubio derivandae, sed virium perturbantium quantitatem explicare longius et difficilius foret.

II. Breviter iam consideratis lunarium motuum inaequalitatibus, eadem brevitate inaequalitates alias attingemus in telluris motibus ex lunae gravitate oriundas. Si tellus nullum haberet satellitem, sola vi centripeta in solem urgeretur. At quia luna in terram gravis est, evidens fit, inde turbandum esse motum telluris circa solem. Illae tamen inaequalitates in motu annuo sunt valde exiguae; alioquin in motu apparenti solis observarentur. Et quidem recensitae iam inaequalitates lunares, actionibus solis, lunae et telluris productae sunt valde magnae ob lunae tellurisque proximitatem. Verum inaequalitates illae e sole visae apparere debent omnino minimae, ac proinde motus apparens solis parum turbatur. Praeterea quum lunae massa sit longe minor quam massa telluris; manifestum est, inaequalitates ex actione lunae in terram oriundas longe minores esse erroribus actione lunae in terram productis. Hinc ergo intelligitur, actione mutua lunae et terrae motus solis apparentes leviter tantum mutari, seu quod idem est, motus ve-

ri telluris eodem fere modo se habent, ac si tellus nullum haberet satellitem. Attamen in solis theoria *aequationem* adhibere solent astronomi his erroribus convenientem, si magna calculorum subtilitate opus sit.

At gravitas lunae in terram effectum alium satis sensibilem producit. Tanta est nempe actio lunae in terram, ut in mutua attractione plani aequatoris et eclipticae variationem inducat. Quod ut intelligatur, aliqua in memoriam revocari debent. Poni solet in astronomia, tellure circa solem revolvente, ipsum telluris axem sibi semper manere parallelum ita, ut cum ecliptica angulum efficiat 66° $\frac{1}{2}$. Vnde colligitur, planum aequatoris esse inclinatum ad planum eclipticae sub angulo 23° $\frac{1}{2}$ et planum istud productum planum aequatoris secare iuxta unicam lineam, quae per centrum solis pertranseat. Atque illa duo coeli puncta, quibus in his duobus casibus respondere videtur praedicta linea, dicuntur *puncta aequinoctialia*. In alio quolibet casu sol ad alterutram aequatoris partem iacet, nempe ad partem borealem tempore aestivo, et ad partem australem tempore hyberno. Puncta haec aequinoctialia fixa non manent, sed lentissime inter stellas moveri videntur ab oriente in occidentem. Atque hoc est phaenomenon, quod *aequinoctiorum praecessionem* iam appellavimus. Illud vero phaenomenon ex motu retrogra-

do nodorum aequatoris et eclipticae intelligitur. Etenim quemadmodum actio solis efficit, ut lunares nodi regrediantur, ita etiam si planeta aliquis circa terram prope illius superficiem revolveretur in plano aequatoris, nodi regrederentur quoque. Iam ponamus, augeri planetarum numerum, donec se invicem tangant, et annulum in aequatore componant; nodi huius annuli regrediuntur etiam, non secus ac singulorum planetarum nodi. Fingamus tandem, hunc annulum telluri adhaerescere, illius nodi deberent regredi, sed lentiori motu, quum annulus tellurem totam, cui adhaerescit, movere deberet. Iam vero quia tellus est oblongata versus aequatorem, excessus materiae in hoc loco gerit vices annuli; sed tardior est motus nodorum aequatoris, quum partes telluris accumulatae, quibus fit, ut tellus non sit sphaerica, per illius superficiem sint dispersae. Ac proinde minorem producunt effectum, qui maior omnino foret, si addita materia in plano aequatoris sub annuli forma foret disposita. Luna in hunc annulum vim maiorem exercet, quam sol, ob minorem illius distantiam. Et utriusque actio simul in punctis aequinoctialibus regressum inducit ita, ut temporis intervalum inter duo proxima aequinoctia, quod *annum tropicum* vocant astronomi, minus sit anno periodico, quo scilicet tellus ab uno orbitae suae puncto ad

idem punctum regreditur. Itaque generalem explicavimus praecessionis aequinoctiorum causam. Si autem ponamus, tellurem proxime sphaericam et versus aequatorem oblongatam, quantitas motus viribus solis et lunae in hunc annulum producta, et accuratiori calculo computata cum observationibus astronomicis praeclare consentit. Quare heic rursus confirmantur, quae de figura telluris iam antea ostendimus. Haec dicta sint de lunae et solis actione in motum telluris, praetermissis aliorum planetarum actionibus. Singuli enim planetae in attractionis generalis systemate telluris motum turbare debent, sed errores inde oriundi ob maximam planetarum distantiam vel minorem illorum massam ab astronomis negligi solent. Verum actionem veneris in terram post detectum eius satellitem maiori diligentia nunc aestimare licebit. De his omnibus mutuae gravitatis effectibus praeclarissima opuscula tradiderunt magni quidam viri. Sed sublimiorem explicarunt doctrinam, quam quae heic locum habere possit.

III. Non solum in corporum coelestium motibus sese manifestant mutuae gravitatis effectus, sed in terrestribus quoque phaenomenis, et qui omnium oculis obversantur, facile conspicua est attractio. Ineptissimas de fluxu et refluxu maris philosophorum quorumdam opiniones referre superfluum omni-

no est, genuinam atque omnino indubitatam huius phaenomeni causam in sequenti conclusione explicabimus.

CONCLVSIO.

Ex actione lvnae et solis repetenda svnt aestvs marini phaenomena.

Prob. Constat aestus maris duobus oppositis motibus fluxu scilicet et refluxu. In oceano, praesertimque sub zona torrida; maxime conspicui sunt huiusmodi motus. Maris aquae per horas circiter sex fluunt versus littora: et latissime occupant, atque in medio maris subsidunt. Deinceps per horas totidem refluunt inde longissime: littora sicca relinquunt, atque versus medium attolluntur. Horum motuum primus dicitur *fluxus*, alter vero *refluxus*. Vt autem conclusionem hanc recto ordine demonstremus, varia praemitti debent aestus marini phaenomena. Triplex observatur aestus marini periodus, *diurna*, *menstrua* et *annua*. Periodus diurna definitur spatio horarum 24 et minutorum primorum 49, quo scilicet tempore fluxus et refluxus bis contingit, atque hoc intervallum est tempus ipsum inter transitum lunae per meridianum et reditum ad eumdem. Periodus menstrua in eo posita est, quod aestus sint maiores in noviluniis et pleniluniis quam

Fig. in quadraturis, sive ut accuratius loquamur in qualibet lunatione aestus contingunt maximi, ubi luna 18 circiter gradibus distat a plenilunio vel novilunio; aestus autem fiunt minimi, ubi luna totidem 18 gradibus distat a quadraturis. Tandem quod spectat ad periodum annuam, haec in eo sita est, quod aestus in diebus aequinoctialibus celebrati sint maximi in noviluniis et pleniluniis, in quadraturis autem minores sint quam in aliis lunationibus. Contra autem in diebus solstitialibus aestus minores sunt in pleniluniis et noviluniis quam in aliis lunationibus; at in quadraturis maiores quam in lunationibus aliis aestus contingunt. Ex his generalibus phaenomenis iam evidens est; aestum maris reciprocum magnam cum motibus lunaribus societatem habere. Sed rem totam distincte
61. explicemus. Fingamus, lunam *l* quiescere, et ponamus, terram *T* esse globum solidum quiescentem ad datam altitudinem immersum fluido homogeneo et elasticitate destituto *FCfO* cuius superficies sit sphaerica. Ponamus deinde, huius fluidi partes singulas ad centrum globi vi gravitatis tendere, easque a sole et luna attrahi. Si fluidi et globi immersi partes singulae vi aequali et secundum directiones parallelas traherentur; evidens est, in hoc casu lunae et solis actione moveri dumtaxat totam globi et fluidi massam, eadem manente partium positione respectiva. At secundum attractionis leges hemisphaerii superioris *FCf* partes, luminari scilicet proximiores, maiori vi attrahuntur quam centrum globi *T*, et contra vi minori attrahuntur partes hemisphaerii inferioris *FOf*. Quare si actione solis vel lunae centrum globi *T* moveatur, fluidum superius *FCf* vi maiori attractum, ad motum vi maiori tendere debet quam centrum, ac proinde adscendere debet fluidum vi, quae aequalis sit differentiae virium, quae fluidum superius et centrum globi attrahunt. Contra hemisphaerii inferioris *FOf* fluidum quum minus attrahatur quam centrum globi *T*; tardius movebitur, ideoque fugiet centrum, ut ita dicam, hoc est, a centro recedet vi, quae circiter aequalis sit vi hemisphaerii superioris. Igitur intumescet fluidum in duobus punctis oppositis *C*, *O* lineae *lT* per solem et lunam transeuntis: accurrent singulae fluidi partes ad puncta illa, et eo maiori velocitate, quo iisdem punctis proximiores sunt. Hinc manifestum est, cur aquae maris in duobus eiusdem meridiani punctis oppositis eodem tempore intumescant atque detumescant. Hinc etiam intelligitur, aestum maris non ex tota solis et lunae actione provenire, sed ex differentia virium, quas luminaria illa exercent in centrum terrae et in fluidum tam superius quam inferius. Hanc virium differentiam appellabimus deinceps *actionem solarem* vel *lunarem*.

Vires illas seorsum aestimare et cum vi gravitatis comparare docuit Newtonus, et ex virium centralium doctrina demonsttravit, actionem solis esse ad vim gravitatis ut 1 ad 128682000. Quamvis autem non ita accurate determinata sit actio lunaris, utpote quia pendet e massa lunae nondum satis cognita; attamen ex quibusdam aestus marini phaenomenis actio lunaris fere quadruplo maior invenitur actione solari. At quidquid sit de iusta virium illarum differentia, certissimum est, actionem lunae multo maiorem esse actione solis. Iam praecipua phaenomena persequamur.

Quum aquae intumescere debeant in eo maris loco, qui lunae imminet, et in telluris puncto diametraliter opposito *O*; aquas deprimi necessum est in punctis *Ff* distantibus 90° ab iisdem punctis. Simili modo actio solaris efficere debet, ut aquae superiores soli subiectae intumescant, ac proinde et detumescant aquae ab iisdem punctis distantes 90°. Porro si actiones illae duae simul componantur, evidens est, aquarum adscensum in eodem loco varietatibus plurimis esse obnoxium, tum quod ad ipsam aestus marini quantitatem, tum quod ad horam, pro diversa scilicet loci positione respectu solis et lunae.

Generatim in coniunctionibus et oppositionibus luminarium conspirant vires duae,

quibus aqua tendit in solem et lunam. Nam in coniunctionibus solis et lunae luminaria duo supra meridianum eodem tempore transeunt; in oppositionibus autem, infra meridianum transeunte altero luminari, supra meridianum transit alterum, ac proinde aquas maris coniunctis viribus trahunt luminaria duo. Contra autem in quadraturis, aqua, quae vi solis attollitur, vi lunae deprimitur. Etenim in quadraturis luna distat 90° a sole; ergo aquae actioni lunari subiectae ab aquis soli subiectis distant 90°. Igitur in hoc casu luna attollit aquas: sol eas deprimit. Quare in syzigiis actio lunae conspirat cum actione solari; in quadraturis autem vires duae opponuntur. Ac proinde, ceteris paribus, aestus marini maximi esse debent in syzigiis, minimi autem in quadraturis; ut demonstrant aestus marini phaenomena.

Diei cuiuslibet naturalis intervallo duplex contingit fluxus et refluxus solis actione productus, non secus ac die qualibet lunari duplex aestus celebratur ob actionem lunae. Atque ambo illi aestus iisdem legibus peraguntur, hoc solum observato discrimine, quod aestus lunari actione producti maiores sint iis, qui solis actioni debentur. Quamvis enim solis massa longe maior sit massa lunae, ob maximam tamen solis distantiam illius actio longe minor fit actione lunari. Evidens etiam est ex attractionis legibus, eo

maiorem esse solis et lunae actionem, quo minor est illorum a terra distantia. Si abstrahamus a solis actione, aestus marini altitudo maxima contingere deberet in transitu lunae per meridianum, non tamen considerata vi inertiae, qua aquae non secus ac alia omnia corpora donatae sunt, qua nempe impressum motum servare conantur. Huius autem vis duplex effectus esse debet; horam scilicet, qua contingeret maxima aquarum altitudo, seclusa vi inertiae, debet retardare, et ipsam aquarum altitudinem minuere, ut patet. Etenim ponamus, terram quiescere, et lunam dato alicui terrae loco respondentem consideremus. Seposita solari actione, quae lunari longe minor est, aqua intumescet in loco, qui lunae imminet. Ponamus deinde, terram revolvi: haec respectu motus lunaris velocissime revolvitur, et praeterea aqua, quae vi lunae attollitur, et simul revolvitur cum terra, adquisitam altitudinem vi inertiae servare nititur. Interim vero recedens a luna aliquam amittit altitutinis suae partem. Quare quum duo illi effectus sibi sint mutuo contrarii, aqua telluris motu translata intumescet versus orientem lunae magis quam facere debuisset sine hoc motu, minus tamen adscendet, quam adscendere debuisset sub luna, quiescente tellure. Igitur telluris motus aestum marinum retardare et aquarum altitudinem minuere debet.

Post fluxum et refluxum per aliquod tempus exiguum neque adscendit mare, neque descendit. Aquae enim vi inertiae quietem et aequilibrium in utroque statu vel fluxus vel refluxus servare conantur. Praeterea quum telluris motus aquarum positionem mutet respectu lunae, ac proinde et ipsius lunae in aquas actionem; turbatur aquarum aequilibrium, et duae illae vires per aliquod tempus mutuo pugnant. His viribus iungi etiam debent aquarum tenacitas, aliaque impedimenta plurima, quae aquarum motum retardant. Proindeque efficiunt, ut aquae e statu altitudinis ad statum depressionis statim non transeant. Luna supra orientales plagas transit, antequam ad occidentales perveniat. Quare in prioribus locis fluxus debet citius contingere. Haec omnia cum aestus marini phaenomenis omnino consentiunt.

Si luna in aequatore semper maneret, evidens est, eam 90° a polis remotam fore, ac proinde sub polis nullus foret fluxus et refluxus. Quare in loois polo proximis fluxus et refluxus esset minimus, et nequaquam conspicuus, praesertim si consideremus enormes glacies, quae in his locis maxime obstant aquarum motibus. Verum quamvis luna non semper maneat in aequatore, 28° dumtaxat ab eo deflectit, ac proinde mirum non est, quod prope polos in latitudine 65° nullus observetur fluxus et refluxus. Iam po-

Fig. namus, lunam 24 horarum intervallo describere circulum aequatori parallelum: aqua in polo per totam hanc diem quiescet, quum luna eamdem servet a polo distantiam. At si die sequenti alterum parallelum luna percurrat, aqua eadem quoque die in polo quiescet, sed magis minusve alta, prout luna minus magisve distabit ad incolarum polarium zenith vel nadir. Consideremus locum aliquem *I* inter lunam *L* et polum *P*. *Sit*
60. DA *tropicus cancri*, BC *tropicus capricorni*. *Si versante luna in tropico cancri* AD, *fiat aestus in uno hemisphaerio, eodem tempore in hemisphaerio altero* DBC *fiet aestus in tropico capricorni* BC. *Contra existente luna in tropico capricorni, aestus, qui fiunt in uno hemispherio in tropico capricorni, fient eodem tempore in opposito hemisphaerio in tropico cancri. Iam vero locus* I *in primo casu proximior est puncto* A *quam puncto* B; *in secundo vero magis distat a puncto* C *quam a puncto* A. Haec igitur est ratio generalis, cur aestus versus polum borealem maiores esse soleant in transitu lunae per meridianum, luna in hemisphaerio boreali constituta; contra autem aestus sunt minores, dum luna versatur in puncto opposito infra horizontem. Immo longius progrediendo versus polum, unicus dumtaxat fluxus et refluxus 24 horarum spatio contingit. Dum enim luna est infra me-

ridianum in *l*, a loco dato multo minor est differentia; immo distantia illa ita parum differt a 90°, ut aquae deprimi potius debeant quam attolli.

Quum bis tantummodo in quolibet mense contingat, solem et lunam eidem coeli puncto vel iisdem punctis oppositis respondere; aquae ut plurimum non debent sub luna vel sole immediate adscendere, sed in loco inter haec puncta medio. Ita dum luna pergit a syzigiis ad quadraturas, hoc est, dum nondum distat a sole per 90°, maxima aquarum altitudo fieri debet versus occidentem lunae, et contra, dum luna pergit a quadraturis ad syzigias. Itaque in primo casu aestus maximus praecedere debet tertiam horam lunarem. Nam aquarum inertia faceret, ut aquae intumescerent tribus horis post transitum lunae per meridianum, at positio respectiva solis et lunae aquarum tumorem produceret ante transitum lunae per meridianum. Contra autem in alio casu aestus maximus tertia hora tardior esse debet. Varia aestus marini phaenomena, quae ex privatis lunae et solis actionibus pendent, non possunt a se invicem distingui, sed simul confunduntur. Astus lunaris actione solis aliquantulum turbatur, quod quidem singulis diebus contingere necessum est ob diei naturalis et lunaris inaequalitatem. Porro quia aquarum inertia et undulatio aestum marinum retardant;

hinc fit, ut aestus maximi non contingant in coniunctione vel oppositione lunae, sed post duos vel tres aestus. Simili ratione aestus minimi contingunt paullo post quadraturas. Tandem quum hyberno tempore sol telluri proximior sit quam tempore aestivo; aestus marini, qui solstitio hyberno contingunt, ceteris paribus, maiores observantur quam solstitio aestivo. Praecipua aestus marini phaenomena generatim enunciare satis sit. Alia sunt plurima, quae sublimiorem postulant algebrae doctrinam, atque vix umquam explicanda. Interim concludere licet: lunae solisque actioni tribuenda sunt phaenomena illa, quae non solum cum generali attractionis doctrina probe conveniunt, sed etiam cum lunae solisque motibus; atqui sic se habent phaenomena modo exposita; ergo ex actione lunae et solis ea derivanda sunt.

SOLVVNTVR OBIECTIONES.

Obiect. 1. Si attractioni lunae referenda sint aestus marini phaenomena, dum attolluntur aquae supra meridianum, eas infra eumdem meridianum deprimi necessum est; atqui observationibus compertum est, aquas in eodem meridiano aeque attolli tum supra, tum infra horizontem; ergo falsa est conclusio. Resp. N. min. Hanc obiectionem adversus attractionem newtonianam iactare

non desinunt cartesiani. Verum quam frivola sit, ex demonstratis intelligitur. Manifestum enim est, aquas infra meridianum vi minori attrahi, quam supra meridianum, atque hac attractionum inaequalitate fit, ut aquae in duobus punctis oppositis eodem fere modo intumescere videantur, ut antea explicavimus. In eo situm est cartesianorum sophisma, quod nempe fingant, aquas attolli tota attractione lunae, quum attollantur dumtaxat attractionum differentia; nempe differentia inter attractionem totam et illam attractionem, quam luna in centrum telluris exercet.

Obiect. 2. Si luna supra mare transiens ipsius aquas adiiciat, post transitum vero relaxet, sicque fluxum et refluxum producat; in zona torrida, ubi actio lunae est potentissima, mare potissimum intumesceret. At constat, in insula *D. Thomae* appellata et sub ipso aequatore constituta, mare vix ad quattuor pedes adsurgere, in *molucis philippinisque insulis* vix ad pedes duos aut tres; quum tamen in belgicis oris, quae extra zonae fines sunt, ad octodecim usque pedes aquae evehantur. Sic ergo obiici potest: in hypothesi newtoniana actio lunae, ubi potentior est, aestum maiorem produceret; atqui ita non observatur; ergo ex actione solis et lunae derivanda non sunt aestus marini phaenomena. Resp. dist. mai., aestum maiorem produceret, si cetera sint paria, C. mai. se-