

28  
5

SPECIMEN PHYSICUM  
DE  
ÆSTU MARIS,  
QUOD

FAVENTE SUMMO NUMINE,  
*Ex Auctoritate* MAGNIFICI RECTORIS

FRIDERICI WILHELMI PESTEL,

J. U. DOCTORIS ET PROFESSORIS JURIS PUBLICI  
ET PRIVATI IN ACAD. LUGD. BAT. ORDINARIJ,

NEC NON

*Amplissimi* SENATUS ACADEMICI *Consensu*, &  
*Nobilissimæ* FACULTATIS PHILOSOPHICÆ *Decreto*,

PRO GRADU DOCTORATUS ET MAGISTERII



Summisque in PHILOSOPHIA ET LIBERALIBUS ARTIBUS  
Honoribus ac Privilegiis rite ac legitime consequendis,

*Publicæ ac sollemni disquisitioni submittit*

GISBERTUS STAPERT,  
AMSTELÆDAMENSIS,

*Ad diem 14. Junii MDCCLXV. ab hora 8. usque ad 10. L. S.*

---

*Nox erat, ac densis natura sepulta tenebris:  
Sit Newtonus! ait Numen: & ecce dies!*

---

LUGDUNI BATAVORUM,  
Apud { PETRUM VAN DER EYK, } 1765.  
      { & JOHANNEM BOS. }



SPECIMEN PHYSICUM

TESTUM A. R. I. S.

1760

FACILITE SUMMO NUMINE

Ex Auctoritate Magnifici Rectoris

FRIDERICI WILHELMI PESTERII

U. DOCTORIS ET PROFESSORIS JURIS PESTERII  
ET PRIVATI IN ACADEMIA LEGUM, PAT. ORIGIN.

1760

Magistri SENATUS ACADEMICI PESTERII  
Venerabilis FACULTATIS PHILOSOPHICAE PESTERII

PRO GRADU DOCTORATUS ET MAGISTERII

Summopere in Philosophia et Libera Arte  
Honore et Privilegio sine ac legitime concordantia  
Publice ac solemniter habuit



CISBERTUS STAPERT

AMSTELÆDAMIENSIS

1760

Non erat, ac hanc naturam habere volebat  
Et Newtonum! ait Newton: Et erat illi!

LEODUNI BRABIORUM

PETRI VAN DER EYK

& JOHANNEM BOS

Apr 1760

1760

1760

PHYSICUM  
FAUTORIBUS

ATQUE

AMICIS

CAPUT PRIMUM

SACRUM.



F A U T O R I B U S

A T Q U E

A M I C I S

S A C R U M

## SPECIMEN PHYSICUM

DE

## ÆSTU MARIS.

**Æ**stum Maris utcunque explicaturo hunc mihi ordinem tenendum proposui, ut

Priori Capite ipsa phænomena, prout diversis temporibus & locis aut eadem aut diversa fuerunt observata, exhibeam:

Altero autem singula recenseam Systemata, quae huic nostro Aestui Marino explicando excogitata esse sciam, adjectis ubique singulorum meritis:

Tertio denique Newtonianæ explicationis veritatem ac sufficientiam, deductis ad amissim omnibus fere exinde phænomenis, demonstrarem.

## CAPUT PRIMUM.

## §. I.

**P**hænomena Aestus Marini hoc Capite enarraturus, ab iis auspicabor, quæ, quia plerumque & in plerisque Telluris partibus obtinent, regularium & ordinariorum nomen sibi vindicare videntur, deinde ea adjungam, quæ hoc sensu tanquam extraordinaria & a regulis deflectentia a fide dignis Scriptoribus relata repperi.



## 2 SPECIMEN PHYSICUM

### §. I I.

In loco quocunque, ubi aqua satis libere cum Oceano communicatur, singulis circiter diebus naturalibus superficies aquarum bis adscendit & bis descendit: ex. gr. si hodie mane aqua fuerit altissima, descendet usque dum circa meridiem inveniatur depressissima; dein adscendere incipiet, donec vesperi altissima iterum deprehendatur: tunc secunda vice descendet usque ad mediam noctem, unde ad crastinum mane iterum adscendet, donec hoc mane observatæ similem acquisierit altitudinem. Verticalis autem iste motus ut plurimum conjunctus est cum motu horizontali aquarum nunc versus hanc, dein versus aliam plagam. Atque hic jam est ille Aestus Marinus, quem in sequentibus accuratiori penicillo imus depictum. Per *unum Aestum* autem intelligam unum adscensum aquarum, seu unum *Fluxum*, cum proxime insequenti uno descensu, sive *Refluxu*.

### §. I I I.

Data triviali hacce phænomeni nostri descriptione, ad singula, quæ in eo consideranda veniunt, majori cum accurate determinanda me accingo: & dum hætenus dictis satis fidei faciæ vulgaris oculati cujusvis experientia, omnia, quæ in sequentibus memorabo, facta idoneâ confirmabo auctoritate. Attendendum vero erit potissimum ad quinque sequentia:

- 1°. Ad Tempora altissimi ac depressissimi maris:
- 2°. Ad Altitudinem aquarum diversis his temporibus:
- 3°. Ad Statum motus aut quietis horizontalis aquarum itidem diversis his temporibus:
- 4°. Ad Incrementa ac Decrementa altitudinis singulis momentis intermediis: ac denique
- 5°. Ad Directionem motus horizontalis, ac Incrementa & Decrementa velocitatis, quæ ipsi contingunt, itidem singulis illis momentis intermediis.

Quinque hæcce capita ubi ex Observationibus innotuerint, habebimus Aestus phænomenon uti ordinario obtinet plenissime perspectum.

### §. I V.

Quantum igitur ad primum, Tempora scilicet altissimi ac depressissimi maris:



ris: hæcce singulis fere diebus & locis diversa sunt, utrumque tamen observatum fuit in quocunque determinato loco convenire cum adventu Lunæ ad certum aliquem Meridianum (*a*), sive supra horizontem loci sive infra eundem. Meridianus, ad quem appellente Lunâ plerisque in locis altissimum mare obtinet, est ille, qui a Meridiano loci Occidentem versus distat circiter 45 gradus (*b*); is autem, quem Luna attingit, dum depressissimum mare observatur, ille est, qui ab eodem loci Meridiano Orientem versus æquali fere angulo declinat (*c*): ita ut tempus maris altissimi sit medium inter duo momenta minimarum altitudinum, seu Fluxus æque diu fere duret ac Refluxus (*d*). Dico fere; nam in monumentis Academiæ Regiæ Parisinæ recensentur observationes (*e*), quibus constat, in omnibus Galliæ oris ordinario majus tempus refluxui impendi, quam fluxui: hæc autem mihi videntur non extraordinarium phænomenon continere, uti illæ quæ circa Bristoliam institutæ memorantur in Actis philosophicis Angliæ (*f*), sed revera ad regulam pertinere, quia in istis locis sunt institutæ, ex quorum & similium æstibus ipsa regula deducenda est.

## §. V.

Quoniam autem Lunæ adventus ad eundem quemvis Meridianum singulis diebus naturalibus circiter 50 minutis retardatur, sumto numero medio (*g*), sequitur, observatum esse, tempora altissimi ac depressissimi maris singulis diebus naturalibus circiter totidem minutis serius contingere: quia porro singulis diebus Novilunii ac Plenilunii, nec non singulis diebus eodem ab his intervallo distantibus, Lunæ appulsus ad eundem aliquem Meridianum quocunque in loco in eandem fatis exacte horam incidit, sequitur singulis Syzygiarum

(*a*) Vid. l'Hist. de l'Acad. Roy. des scienc. an 1710 p. 6 & 7. & les memoir. de la même année p. 322 & seq. Item mem. de 1720. p. 360.

(*b*) In plerisque enim locis diebus Novilunii & Plenilunii hora tertia tam antequam pomeridiana mare est altissimum. vid. G. WHISTON præl. phys. math. præl. 37 §. 96.

(*c*) Vid. WHISTON ibid §. 100.

(*d*) Vid. D. BERNOULLI traité sur le flux

& le reflux de la mer, c. 10. §. 11. & productum ex multis observationibus Plymouthi in Anglia habitis, relatum in Actis phil. OLDENBURGI mense Martio anni 1668. c. 3. §. 5.

(*e*) Vid. l'Hist. de l'Acad. de 1720 p. 2.

(*f*) Vid. OLDENBURGI Acta phil. an. 1668. Nov. c. 1. §. 7.

(*g*) Vid. s. GRAVESANDE Phys. El. math. l. 6. c. 14. n. 4462.



giarum diebus, & æqualiter ab iisdem distantibus singulis respectivè, eadem hora diei certo in loco easdem celebrari æstuum circumstantias. Hocce fundamento nituntur illæ tabulæ, quibus pro singulis locis exhibetur hora altissimi maris, qua diebus Novilunii ac Plenilunii obtinere solet (*b*).

Retardationes istæ æstuum quotidianæ aliquando tamen sunt majores, aliquando minores: minima observatur die secunda post Syzygias, inde augetur quotidie, usque dum secunda die post Quadraturam insequentem sit maxima, dein iterum minuenda (*i*). Ita ut a die Conjunctionis aut Oppositionis Lunæ ad Quadraturarum alteram retardationes simul efficiant 5 horas cum 12 minutis, a Quadratura vero ad Syzygiam 6 horas cum 48 min. (*k*).

### §. VI.

Transeo jam ad secundum indagationis nostræ objectum, Altitudines scilicet diversas aquarum temporibus maximæ & minimæ elevationis: has autem definire non licet, nisi respectu habito alicujus puncti fixi, quod licet revera arbitrarium sit, tamen nullibi convenientius poni videtur, quam ea in altitudine, ad quam maris superficies si nullus daretur æstus pertingeret. Imaginarium hoc quidem est, nec unquam ex sola observatione innotescere potest, quia altitudine continuo differente tempus non constat, cui naturalis iste aquarum status conveniat. Nihilo tamen minus doctrinæ gratiâ tale punctum fingere licet, præsertim cum ejus altitudinem inferius quodammodo simus determinaturi (*l*). Supra illud punctum igitur quotidie bis mare assurgit bis descendit, non vero eodem intervallo ubique & singulis æstibus, sed pro variis circumstantiis mox memorandis majori aut minori, ita tamen, ut regulariter, quo magis per fluxum attollatur supra illud, eo etiam profundius infra idem per insequentem refluxum deprimatur (*m*). *Magnitudo* autem Aestus dicitur

(*b*) Vid. Ex. Gr. VARENIUM in Geogr. Gen. c. 14. prop. 18. & omnino Belidor Architect. Hydraul. p. 2. t. 2. c. 1.

(*i*) Vid. memoir. de l'Acad. de 1710. p. 333-336 & p. 380-383. de 1713. p. 16. de 1714. p. 250 & seq. Similiter Londini observatum vide in actis OLDENB. mens. April. 1668. c. 4.

(*k*) Vid. mem. de 1712. p. 90 & 91 & de 1714. p. 250.

(*l*) Vid. infra §. 48.

(*m*) Vid. Hist. de l'Acad. de 1712. p. 3- & p. 94. mem. de 1713. p. 281. & acta OLDENB. Sept. 1666. c. 2 & 3. collatis iisdem actis Martii 1668. c. 3. §. 4 & Nov. c. 1. §. 2.



citur distantia inter punctum infimum & altissimum, estque ordinario pedum circiter 8, 10, 12. (*n*).

## §. VII.

Magnitudine autem differunt primo æstus duo illi inter se, qui singulis diebus naturalibus obtinent; nam ex observatis constat, quod 1°. circa Novilunia & Plenilunia æstiva æstus pomeridiani (id est, qui mare altissimum faciunt inter meridiem & mediam noctem) sint majores antemeridianis, circa hyberna vero antemeridiani excedant pomeridianos (*o*): ita tamen ut differentia illa æstate paululum major sit quam hieme (*p*): 2°. quod circa Quadraturas Lunæ vernaes æstus pomeridiani excedant antemeridianos (*q*), hi vero circa Quadraturas autumnales illos (*r*). Sed temporibus circa Syzygias vernaes & autumnales, ac circa Quadraturas æstivas & hybernas, observata non fuit constans aliqua inter duos ejusdem diei æstus differentia. Hæc autem omnes observationes, quia in hæmisphærio terræ boreali sunt institutæ, sequentem in modum contractas proponere licebit: nempe quod tunc tantum aliqua detur inter æstus ejusdem diei differentia, & tunc semper, cum Luna meridianum loci superius attingens non totidem gradibus ab horizonte declinat, ac cum eodem die inferius ad eundem appellit; major enim æstus comitabitur angulum istum majorem, minor minorem: & si anguli illi fere sunt æquales, ambo alicujus diei æstus vix different (*s*).

## §. VIII.

Præter hanc diurnam æstuum inæqualitatem etiam datur menstrua, quæ illi, qui circa Syzygia obtinent, longe majores observantur, quam qui circa Qua-

(*n*) Vid. NEWTON Phil. nat. pr. math. l. 3. prop. 37. coroll. 1.

(*o*) Vid. Memoir. de l'Acad. de 1713. p. 282. seq. de 1714. p. 256 seq. de 1720. p. 157 161. NEWTON l. c l. 3. prop. 24. uti & Acta phil. OLDENB. m. Martii 1668.

c. 3. §. 1 & 2. & Novemb. c. 1. §. 3.

(*p*) Memoir. de 1713. p. 284.

(*q*) Ibid. p. 285 & de 1714. p. 256 seq.

(*r*) Ibid. p. 286 & de 1714. ibid.

(*s*) Confer WHISTON præl. 37. §. 100.

## SPECIMEN PHYSICUM

Quadraturas: ita quidem ut maximus in diem secundum post Syzygiam, minimus in diem secundum post Quadraturam incidat (*t*).

### §. IX.

Tertio æstus Syzygiarum ceteris paribus sunt majores, Quadraturarum vero minores circa æquinoctiorum tempora, quam circa solstitia; licet enim hac de re dubitatum sit a CASSINO (*u*) & WALLISIO (*v*), tamen prior iterum hanc sententiam amplexus est (*w*), & WALLISIUS satis superque refutatus fuit a CHILDREJO, STURMIO aliisque (*x*). Causa hujus erroris fuit, quod non semper illud phænomenon ita observetur, sed tantum ceteris paribus, & difficillimum fuerit tales acquirere observationes, quæ ceteris paribus essent institutæ.

### §. X.

Quarto æstus hiemales excedunt æstivos, sed iterum tantum ceteris paribus (*y*): quod phænomenon quidem maxime in causa fuit, ob quam WALLISIUS, ut modo dixi, maximos æstus non circa æquinoctia, sed medio inter hæc & insequentia solstitia tempore, observari contendit, mense scilicet Novembri & Februario.

### §. XI.

Quinto æstus inveniuntur majores, cum Luna est in perigæo, quam cum in

(*t*) Vid. STURM. Phys. Elect. t. 2. p. 239. Mem. de l'Acad. de 1710. p. 325 & 329. & p. 369 & 373. de 1712. p. 90 & 91. de 1713. p. 17. junctâ p. 25. Item Acta phil. OLDENBURGII mens. Martii 1668. c. 3. §. 3. & Novemb. c. 1. §. 4. Idem etiam jam anno 1596. animadvertit OTHO CASMANNUS in Probl. marinis p. 2. quæst. 4. p. 148.  
(*u*) Vid. l'Hist. de l'Acad. de 1710. p. 9. Memoir. p. 325-29 & 369 & 70. Mem. de 1712. p. 91.

(*v*) Vid. ejus hypothesin in Actis OLDENB. Augusti 1666. c. 1.

(*w*) Hist. de 1713. p. 5. Mem. p. 18-20 & p. 288. Mem. de 1720. p. 363.

(*x*) Vid. The new abridg. of the Phil. Transact. by Mr. BADDAM vol. 1. p. 275. Acta OLDENB. Novemb. 1668. c. 1. §. 1. & STURM. Phys. El. p. 240. tom. 2.

(*y*) Vid. Memoir. de 1713. p. 289. Hist. de 1720. p. 3. Mem. p. 165 & 361.



in apogæo, & generaliter eo majores, quo Lunæ distantia (z) fuerit minor: imo inæqualitas hinc oriunda tanta est, ut per eam illa, quam §. 8. memoravi, sæpe penitus fuerit oblitterata. Sic ex. gr. d. 22. Julii anni 1713. die Novilunii, imo & die tertio post, in portu Brivatensi (*Brest*) æstus minor fuit observatus, quam qui ordinario in Quadraturis obtinet; Lunæ quippe erat in apogæo (a). Simile phænomenon ibidem observatum fuit mense Januario anni 1716 (b).

## §. XII.

Sexto minor distantia Lunæ ab Æquatore majores comitatur æstus, major minores (c): ita ut etiam Lunæ latitudo hic in computum veniat (d). Veruntamen observatum fuit simul, hinc ortam inæqualitatem æstuum duplo minorem esse, quam quæ ex diversa Lunæ a tellure distantia producitur, de qua præced. §. actum (e).

Patet autem, quia singulæ hæ periodi maxime inæqualibus absolvantur temporibus, quam diversimode inter se possint concurrere, ideoque harum respectu non habito nullam fere generalem de maximorum & minimorum æstuum periodo regulam dari posse, sed demum omnibus his simul confideratis; differentia enim, quæ ex dictis rationibus æstuum magnitudini inducitur, omnino meretur attentionem: sic ex. gr. quædam tantum harum conspirantes efficere valuerunt, ut æstus in portu Brivatensi immane quantum fuerit auctus paucis tantum interjectis diebus: anno scilicet 1711. die 6. Septembris observatus fuit 4 tantum pedum cum 4 digitis, die vero 14 ejusdem mensis pedum 20 & 11 digitorum, quæ differentia admodum est notabilis (f). Sunt etiam loca ubi æstus sensibiles non sunt nisi ubi juxta dictas periodos debent esse maximi, unde ibi singulis 15. diebus, aut etiam singulis Semestribus tantum spatiis Mare æstuate observatur semel (g).

## §. XIII.

(z) Vid. *Memoir.* 1710. p. 328, 29 & 369. de 1712. p. 91 seq. de 1713. p. 17 & 286 seq. de 1714. p. 253 seq. de 1720. p. 161 & 359.

(a) Vid. *Mem.* de 1714. p. 253.

(b) Vid. *Mem.* de 1720. p. 161 & 162.

(c) Vid. *Mem.* de 1713. p. 23. de 1720.

p. 163 & 360.

(d) Vid. *Hist.* de 1713. p. 2. mem. p. 23.

(e) *Mem.* de 1713. p. 27.

(f) *Ibid.* p. 24.

(g) Confer *BELINOR Archit. Hydr.* p. 3.

T. 2. c. 1. §. 604.



## §. XIII.

Præterea etiam quo magis ab æquatore ad polorum quemvis ascenditur, eo minor invenitur æstus: Sic ex. gr. ad insulas Orcades in Syzygijs ordinario est 8 pedum, in Quadraturis vero  $3\frac{1}{2}$  (*b*), ita ut maxime sit probabile, quod suo loco Cap. III. ex theoria derivabimus, in ipsis polis nulla omnino nostri phænomeni vestigia debere reperiri (*i*).

## §. XIV.

Denique circa litora multo majores fiunt æstus quam in alto mari, aut insulis sat insigni intervallo a litore remotis (*k*); imo absque dubio in medio mari loca sunt ubi ne vel digitum quidem mare ascendat aut descendat, quod licet observationibus non constet, tamen aliter se habere non posse infra patebit (*l*).

## §. XV.

Sequitur jam ut videamus de statu motus aut quietis horizontalis aquarum, & quidem momentis maximæ & minimæ altitudinis, quatenus hic ab æstu dependet. Constat autem ex omnibus nautarum observationibus, quæ publici juris factæ sunt, saltem in locis marinis litori propioribus, hisce temporum momentis aquas horizontaliter quiescere: videatur inter alia de *Lichtende Zeefakkel*, ubi de singulorum locorum æstibus refertur, fluxum versus hanc, refluxum versus oppositam partem currere, ideoque temporibus, quibus fluxus & refluxus permutantur, nullum aquarum cursum observari. Verum ratio mihi videtur esse dubitandi (& hanc §. 59. proponam), an non longe aliter hoc sese habeat in alto mari, ubi illud quod diximus non constat, & exploratu admodum etiam est difficile.

## §. XIV.

(*b*) Vid. VARENIIUM Geogr. gen. c. 14. prop. 14. init. & NEWTON Phil. nat. pr. l. 3. prop. 24. in medio adde M. MACKENZIE Aanwyzing door de Orcad. Eil. &c. edit. Amst. apud J. v. KEULEN cap. 1 & passim.

(*i*) Confer §um. 57.

(*k*) Vid. NEWTON. ibid. prop. 37. cor. 1. & quos citat S. STURMIUS Phys. Electr. t. 2. p. 136.

(*l*) Confer §um. 58.



## §. XVI.

Transeo ad quartum momentum : ad determinanda scilicet altitudinis marinæ Incrementa & Decrementa singulis temporis momentis durante Fluxu & Refluxu: illud autem ex observatis nondum satis accurate constat. Observatum tamen fuit Plymuthi a SAMUELE COLEPRESSIO (*m*), quod velocitas aquæ adscendentis increfcere incipiat ab initio fluxus usque ad ipsius medium, inde vero decrefcatur usque ad altum mare, eandemque proportionem sequatur velocitas maris descendentis, ita ut & in medio refluxu fit maxima. Confirmatur hoc per observationem in portu Orientis (*l'Orient*) hunc in finem institutam (*n*), ubi prima fluxus hora aqua adscendit 6 digitos, secunda 2 pedes, tertia 3 pedes, quarta 3 ped. 5. dig. & deinceps usque ad altum mare iterum diminutâ velocitate: dein simile fere observata progressionem iterum descendit: circa initia autem tam fluxus quam refluxus circiter horæ quadrantem immutatâ plane stetit altitudine: neque quod sciam aliæ hac de re publici juris factæ sunt observationes, quæ in locis ad apertum oceanum jacentibus sint institutæ, nisi quas ad insulas Orcades haud ita pridem instituit M. MACKENZIE, quæque cum prioribus hac parte conspirant (*n*\*).

## §. XVII.

Restat denique quinto loco, ut videamus de directione motus horizontalis aquarum ac velocitatis ejusdem incrementis ac decrementis, itidem momentis singulis fluxus & refluxus. De partibus maris longissime a litore remotis hic non magis quam §. 15. quicquam certi definire licet; circa litora autem Europæ & Africae Occidentalia constat, aquas currere durante fluxu versus Orientem, durante refluxu versus Occidentem (*o*), idemque observari ad oras Americae mari Pacifico adjacentes, contrarium vero obtinere ad litora Asiae & Americae Orientalia, ubi fluxus ab oriente adveniat, refluxus eodem defluat (*o*). De velocitatis horizontalis incremento ac decremento, non etiam scio immediatas observationes extare, verum quodammodo hæc in

(*m*) Vid. Asta phil. OLDENB. mens. Mart. 1668. p. 3. §. 5.

(*n*) Vid. Memojr. de 1720. p. 360.

(*n*\*) Vid. ipsum l. ad (*b*) cit. etiam c. 1.

(*o*) Vid. de Ligende Zeefakkel ad loca memorata maritima.



innotescunt ex proportione, quam velocitatem verticalem superius sequi diximus: nempe quia aqua non elevatur nisi aliunde affluat, nec deprimitur nisi aliorsum dilabatur, sequitur velocitatem motus horizontalis non longe a litore eadem proportione crescere & decrescere, ac ad ipsum litus motus verticalis augetur & minuitur: & quia circa litora eodem temporis momento uterque motus silere observatur (*p*), patet dicta utriusque incrementa & decrementa etiam quoad tempus ibi plane coincidere. Quinam præterea sit maximus ille velocitatis gradus, huc usque adsignatum nescio, nec generaliter adsignari potest; ubique enim hac parte diversitas obtinere debet, quemadmodum illud inferius sumus demonstraturi (*q*). In ipsis litoribus, saltem iis, quibus directio fluxus & refluxus sunt perpendiculares, nulla est, uti per se patet; in locis longissime ab iisdem litoribus remotis maxima est, uti hoc de freto Siculolo, quod æquali fere intervallo ab Orientali & Occidentali maris Mediterranei litore distat, jam animadvertit GALILÆUS (*r*).

### §. XVIII.

Descripto hætenus Aestu Marino, uti regulariter & ordinario observatur, jamjam transeo ad ejus phænomena enarranda, quæ hac vel illa parte a generali regula deflectunt. Horum quædam constanter tamen & perpetuo obtinent, a diverso pendentia locorum situ, quædam vero rarissime aut semel tantum acciderunt, ita ut nonnunquam pro genuinis miraculis habita fuerint, aut saltem ænigmatum adinstar vel a doctissimis Viris proposita. Prioris generis sunt sequentia. Scilicet I<sup>o</sup>. quoad tempora altissimi ac depressissimi maris irregularia sunt illa æstus phænomena, quæ in locis non ad apertum Oceanum sitis, sed cum ipso per sinus, freta aut vada tantum communicantibus, observantur; in hisce enim quo longius ab Oceano recesseris, eo seriores invenies æstus: cum ex. gr. in omnibus fere Lusitaniæ, Hispaniæ, Galliæ Angliæque portibus ad mare Atlanticum sitis diebus Novilunii & Plenilunii mare altissimum sit horâ juxta regulam tertiâ tam matutinâ quam pomeridianâ (*s*), sic statim ubi Galliam inter & Angliam coarctatur alveus, se-

(*p*) Confer §. 15 & 16.

(*q*) Confer §. 61.

(*r*) Dial. 4. de mundi syst. p. 400.

(*s*) Memoir de l'Acad. de 1710. p. 383.  
de 1714. p. 248.



ferior advenit æstus, ad *St. Malo* quippe hora sexta, ad Portum Gratiae (*Havre de Grâce*) hora nona & dimidia (*t*), & sic serius seriusque donec ad Caletum & Dunquerquam ipsa meridie & media nocte contingat (*u*). Ita etiam, cum ad occidentalem superioris Scotiae partem hora juxta regulam tertia dictis diebus mare sit altum, paulatim magis magisque ad septentrionalia & orientalia litora retardantur æstus, donec prope Edimburgum hora itidem duodecimâ observentur: abinde si juxta orientalia hæc litora descendere pergas, rursus horâ primâ, secundâ &c. mare altum celebrari reperies: quippe prope Newcastle horâ tertiâ, ad promontorium Flamburgense quintâ, ad Jarmuthum nonâ, denique ad Ostia Tamesis undecima, ac in ipsis freti angustiis iterum meridie ac media nocte. Omnia hæc videri possunt in de *Lichtende Zeesakkel* passim: quædam apud VARENIUM (*v*) & OTHONEM CASMANNUM (*w*). Idem & in Mosæ Scaldisque Ostiis ad sat longam a mari distantiam, item in sinu Austrino (*Zuider Zee*) & Ya flumine quotidie Nostrates observant.

## §. XIX.

II<sup>o</sup>. Etiam regula in eo eluditur, quod multis in locis tempus depressissimi maris non sit medium inter duo proxima summorum altitudinum; in aliis enim fluxus constanter diutius durat quam refluxus, in aliis hic illo diuturnior est. Sic in ostio fluvii Garumnæ in Gallia fluxus durat septem, refluxus quinque tantum horas: in portu Macao in China fluxus novem, refluxus trium modo horarum est (*x*). Contra ad Zenegæ Aethiopiæ fluvii litora affluit mare quaternis, defluit octonis (*x*): imo ad ipsius nostræ Hollandiæ litora prope Catvicum fluxus quatuor horis cum dimidia absolvitur, refluxus octo integras horas durat; idem fere & prope Bristoliam observatur, ubi referente STURMIO (*y*) mare per quinque horas fluit, per septem reliquas refluit. Nec dubium est, plurimis aliis in locis tales observari anomalias.

## §. XX.

(*t*) *Memoir. de 1710. p. 367.*

(*u*) *Ibid. p. 322.*

(*v*) *Geogr. gen. c. 14. prop. 18.*

(*w*) *In Problematibus suis marinis A. B. 1596. in 8o. editis, parte poster. c. 7. p.*

*165 & 166.*

(*x*) *Vid. VAREN. l. c. c. 14. prop. 19. & KIRCHERUM mund. subterr. t. 1. l. 3. c. 4. p. 152.*

(*y*) *Vid. Acta phil. OLDENB. mens. Novembris. 1668. c. 1.*



## §. X X.

Plurimæ quoque dantur exceptiones a regula quoad æstuum magnitudinem: sic quibusdam in locis minima tantum hujus phænomeni vestigia observantur; uti in mari Mediterraneo, ubi ad litus prope Romam ex. gr. dimidiati tantum pedis est (*z*), prope Syriam tamen & Hispaniam paulo major obtinet (*a*). In mari Balthico & Caspio nullus est (*b*), in Atlantico ubi inter Brasiliam & Guineam arctius est, longe minor observatur, quam in reliquis ejus partibus latioribus (*c*). Ad insulas Bermudas ultra 5 pedes vix excurrit (†): Sic & ad litora nostra Catvicensia æstus medii sunt 5 pedum Rhen., Amstelædami tantum duorum; qui omnes minores longe sunt, quam secundum regulam observandos esse supra vidimus. Contra aliis in locis, maxime iis qui sinuoso suo situ maris partem quasi complectuntur, incitatissimi deprehenduntur æstus: sic teste GALILÆO (*d*) Venetiis ascendit ad 5 aut 6 pedes, quod respectu maris Mediterranei notabile est: in mari Pacifico ad urbem Panamam, & maxime in sinu Asiæ Cambajenti portentosus & incredibilis æstus obtinere dicitur (*e*). Ad urbem Galliæ *St. Malo* circa Syzygias aliquando ad 60 & 70 pedum altitudinem excurrit (*f*), circa Bristoliam ordinario ad 45 (*g*), imo ad ipsa Flandriæ vicinæ litora ad 20 pedes. Plura talia apud recensitos Auctores inveniri possunt, quæ omnia hic exhibere nimis longum foret. Porro, quod §. 8. dixi, maximum æstum menstruum in diem secundum a Syzygiis incidere, in ea loca non quadrat, quo æstus non ordinario tempore adveniunt, sed longiore demum via perducuntur: sic Amstelædami in diem tertium incidit, &c.

## §. X X I.

Quantum ad rationem crescentis ac decrecentis velocitatis in adscensu descensuque aquarum, dantur & nonnullæ anomalix. Sic observatum fuit a  
S. STUR-

- (*z*) GALIL. Dial. 4. de mund. syst. p. 414.  
 (*a*) GALIL. ibid. & STURM. Phyl. El. t. 2.  
 P. 241.  
 (*b*) VAREN Geogr. gen. c. 14. prop. 14.  
 & STURM. l. c.  
 (*c*) NEWTON. l. c. l. 3. prop. 37. corol. 1.  
 (†) Vid. Acta phil. OLDENB. Decemb.  
 1667. c. 4 & Octob. 1668. c. 2.  
 (*d*) Dial. 4. p. 414. & STURM. l. c.  
 (*e*) STURM. l. c. & OTH. CASMANN. probl.  
 mar. part. 2. quæst. 6. p. 159.  
 (*f*) Acta phil. OLDENB. Januar. 1660.  
 c. 8.  
 (*g*) Ibid. Novembr. 1668. c. 1.



S. STURMIO prope Bristoliam (b), paulo post initium fluxus aquæ adscenden-  
 tis velocitatem esse summam, dein paulatim imminui usque ad altum mare,  
 eandemque rationem ibi & in refluxu observari. Aliud obtinet ad nostra  
 prope Catvicum litora, de quibus per observationes plurium mensium inter  
 se collatas constat, uti pro sua humanitate mecum communicare dignatus fuit  
 Cl. LULOFS, sequentem ibi obtinere proportionem: quod scilicet

*Fluxûs hora: aqua adscendat digitos Rhen. Refluxûs hora: descendat digitos ejusmodi*

1 <sup>a</sup> . . . . . 2	1 <sup>ma</sup> . . . . . 8
2 <sup>a</sup> . . . . . 12	2 <sup>da</sup> . . . . . 11
3 <sup>a</sup> . . . . . 20	3 <sup>a</sup> . . . . . 12
4 <sup>a</sup> & quod superest 29	4 <sup>ta</sup> . . . . . 10
	5 <sup>ta</sup> . . . . . 6
	6 <sup>ta</sup> . . . . . 8
	7 <sup>a</sup> . . . . . 4
	8 <sup>a</sup> . . . . . 4

*Durante toto Fluxu 63 digit. Rhen.*

*Durante toto Refluxu 63 digit. Rhen.*

In qua refluxus ratione id maxime notandum est, quod dum hora quarta 10  
 digitos, hora sexta 8 descendat, hora intermedia quinta minorem habeat ve-  
 locitatem, ita ut in medio fere refluxu species novi fluxus incidere sit conci-  
 piendus: id quod manifesto se ostendere prope insulam Hollandiæ Goeream  
 ab eodem Cl. Viro accepi, ubi memorata quinta refluxus hora non tantum  
 minori vi descendit aqua, verum omnino de novo attollitur, & deinde de-  
 mum continuato impetu detumescit usque ad novi æstus initium: quam re-  
 novati fluxus speciem incolæ vocant *den Agger*.

Similes regulæ elusiones etiam obtinere quoad rationem celeritatis aqua-  
 rum horizontalis, licet non tam accuratis quod sciam constet observati-  
 bus, tamen exinde facile intelligitur, quod, eadem manente universa aquarum  
 massa & volumine, altitudines tantummodo mutantur prout majori aut minori  
 copia ac celeritate affluat vel defluat.

§. XXII.

Denique & in directione fluxuum ac refluxuum regula exceptioni est ob-  
 noxiâ:

(b) Ibid. l. c.



noxia: hæc autem, quam primum freta ingressus fuerit Oceanus, diversimodè variat, plerumque tamen sequitur positionem litorum, & juxta illa decurrit. Sic ad omnia Scotiæ Angliæque litora Orientalia fluxus versus Euro-Notum, refluxus versus Zephyro-Boream dirigitur; in ipso freto Britannico ad Cælitum fluxus currit versus Euro-Boream, refluxus versus Zephyro-Notum. Ad nostra Hollandiæ Zelandiæque litora maxima iterum hac parte obtinet irregularitas, quippe ubi singulis æstibus directiones maris fere omnes pyxidis nauticæ plagas percurrere perhibentur (*i*). In Occidentalibus Scotiæ insulis circa quadraturas Lunæ etiam miræ huc spectantes observantur varietates, quas referre longum esset (*k*).

## §. XXIII.

Omnium autem maxima regulæ elusio datur in illo æstus marini phænomeno, quod ad portum urbis Tunquin in China constanter observatur (*l*). Sunt ibi non bini æstus singulis diebus, sed unicus, qui tamen hoc commune habet cum ordinario, quod singulis diebus 50 minutis serior contingat: ipsius magnitudo non sequitur Lunæ adspectus, uti ordinarius, verum ejus declinationem, ita ut, si Lunæ nulla fuerit declinatio, etiam nullus observetur æstus, maximus vero, si illa fuerit maxima: si hæc fuerit Borealis, fluxus erit dum Luna supra horizontem versatur, ita ut aqua in ipsius occasu sit altissima, dein eâ infra horizontem delapsâ refluxus ibit: ubi vero Lunæ declinatio Australis est, permutata inveniuntur fluxus ac refluxus tempora. Quod phænomenon vel ideo majori attentione dignum est, quia valde dubium censerunt, an huc usque a summis philosophis, qui illud explicandum susceperunt, genuina & sufficiens ipsius ratio fuerit perspecta; qua de re in Cap. III. aliqua dicemus.

## §. XXIV.

(*i*) Videantur hæc omnia in de Voorn. Lichtende Zeefakkel, suis quæque locis.

(*k*) Vid. Acta phil. OLDENB. Junii 1665.

c. 1.

(*l*) Vide accuratam ejus descriptionem ab

HALLEJO traditam in the new Abridg. of the phil. transact. by M. BADDAM vol 2. p. 94. item apud WHISTON. præl. phys. mat. præl. 38. §. 101.



## §. XXIV.

Supereſt ut jam quædam adhuc adjiciam phænomena, quæ, nullâ obſervatâ periodo, non niſi ſemel aut iterum accidiffè feruntur. Huc refero illud quod in Anglia non longe a *Milfordhaven* obſervatum fuit anno hujus ſæculi 49 die 16. Julii (*m*): ibi prima fluxus horâ aqua ſepties magno cum impetu & ſubterraneo aliquo quaſi fragore ad ordinariam alti maris libellam aſcendit, interea toties iterum ſubſidens. Eodem etiam referendus eſt ille non interruptus 20 horarum refluxus, qui anno 1672 menſe Julio, fœderatis Gallorum Anglorumque claſſibus extrema Patriæ noſtræ minitantibus, vindicandæ libertati haud ultimum fuit remedium. Moliabantur quippe, uti notum, deſcenſionem in litus non longe a pago *de Helder*, & proxime ſecuturum fluxum eum in finem exſpectabant, noſtratibus haud dubie fatalem: verum continuus pergebat currere refluxus, & quidem eâ vi, ut hoſtes in altum iterum dilapſi a propoſito ſuo deſiſtere cogerentur. Quod phænomenon licet merito ſpeciali Divinæ providentiæ fuerit adſcriptum (*n*), nihiſi minus pro miraculo habendum non eſſe, ex iis, quæ ejus explicandi gratia in Capite tertio afferemus, dilucide conſtare poterit.

## §. XXV.

Alia ſine dubio dantur hiſce magis minusve analogâ phænomena hic illie obſervata, verum quæ memoravimus inſtituto noſtro ſatiſfacere credimus. Unicum illud hic addo, quod minime ad æſtuum phænomena pertineant extraordinariæ illæ aquarum marinarum elevationes ac depressiones, quæ ſæpius accidunt ſpirante vento violentiore a parte, unde aut fluxus aut refluxus advenire ſolet: quales elevationes ingruentibus præcipue poſt æquinoctium autumnale ex Zephyro-Borea tempeſtatibus, ſæpe non ſine cataractarum periculo experiuntur Amſtelædamenſes, ceterique Sinus Auſtrini accollæ; fluxui enim, qui eo advenit a Septentrionali Scotiæ parte, directe favent venti Sep-

ten-

(*m*) Vid. the Gentleman's Magazine  
Vol. 19. p. 330.

(*n*) Vid. BRANDT 'tleven van de Ruitor  
12de Boek p. 697.



tentrionales, refluxui vero sunt contrarii, ideoque aquæ majori copia affluentes quam refluentes in Sinu Aufrino accumulatur: quod unice a vento pendere, exinde satis clarum est, quod eo cessante tantâ iterum vi dilabantur ac detumescant, præcipue ubi contrarii venti insurrexerunt, ut etiam fluxus tempore aquæ descendere non desinant, licet aliquanto minori vi deferantur quam refluxus tempore. Plures tales ventorum effectus in aquas marinas videri possunt in monumentis Academiæ Regiæ Parisinæ (o).

## CAPUT SECUNDUM.

### §. XXVI.

Cum priori Capite undecunque satis determinatum fuerit, quid sit ille Aestus Marinus, quem in hisce pertractandum mihi sumsi, jam hoc Capite, juxta propositum ordinem, omnes exhibebo eum explicandi methodos, seu systemata, quæ a Philosophis veteris ac recentioris ævi adhibita inveni, quidque de singulis mihi videatur subjungam; primo quidem ipsum exploraturus singulorum fundamentum, & hoc comprobato, demum in ipsius sufficientiam inquisiturus; falsæ enim hypothese etiam ingeniosissima superstructa systemata sua sponte concidunt, nec contra statim ac rem aut non, aut non omnino explicant, aliorum cogitata plane sunt rejicienda: forsitan fundamentum explicationis verum est, & licet genuinam rationem non constituat, tamen ipsam aliquo modo afficit: & hoc casu illo ipso in partes non vocato nunquam adæquatam explicationem sperare licebit.

### §. XXVII.

Quædam autem redditæ phænomeni nostri rationes ejus sunt indolis, ut ne seriam quidem Lectoris attentionem mereantur, ideoque eas proposuisse erit refutasse. Sic, teste SOLINO (p), non defuere physici, qui mundum au-

(o) Vid. *Memoir. de 1710. p. 323-326* & p. 369. *Memoir. de 1714. p. 251.*

(p) In *polyhistore c. 23. in fine.*



tumantes esse animal, cujus nares in fundo Oceani essent constitutæ, æstum maris per hujusce animalis respirationem oriri credebant: alii magis pie, sed æque stolide Angelos maris motores in partes vocarunt (q): alii rationem statuerunt in necessitate immittendi & emittendi aërem in fundum maris ne ibi ignis, quemadmodum odum sub testa prunæ, extingueretur (r). Alii per ignes subterraneos mare æstare (s) faciunt, quos lepide GALILÆUS (t), tum demum de Oceani tumefactione scribere jubet, ubi prius dextram tantum ahenam aquæ ferventis immiserint, ut aqua per calorem unum digitum adscenderit. Rursus alii per inæqualitatem fundorum aliqua parte Mare ponderosius esse, quam alicubi, nihilque aliud præter æquilibrî appetitum causam constituunt (u). Alii nescio quos sibi fingunt spiritus nitrosos, qui a Sole Lunaque in actum deducantur; alii rarefactionem aquarum statuunt per radiorum horum luminarium calorem productam (v). Iterum alii per motum Maris perpetuum ab ortu in occasum, litorum diversis directionibus reflexum ac modificatum rem aggrediuntur (w), sed æque infeliciter; licet enim generalem istum Maris motum non negem, verum potius aliquem forte ejus effectum, quo æstus marini quodammodo turbentur, agnoscam, tamen non video, quod ipse ullo unquam modo inde produci possit, cum continuo eandem partem versus dirigatur, quo nihil magis æstum reciprocatum contrarium est. Similiter per ventos quidam volunt ARISTOTELEM æstum explicare voluisse, qui a Sole producti nunc ingruant nunc cessent (x), licet vulgo credatur ille philosophus, quia æstus marini causam perspicere non valebat, desperatione adactum se in ipsum mare præcipitasse (y). Non etiam inter recentiores defuerunt, qui rejectis melioribus rationibus serio phænomenon nostrum ex fluminum in Mare delapsu derivare student (z).

§. XXVIII.

(q) STURM. l. c. t. 2. p. 244.  
 (r) Vide qui id probare studet A. GALATEUM de situ Elementorum cap. de mari & aquis p. 91.  
 (s) Vid. OTH. CASMANNUM probl. marin. part. 2. c. 8. p. 187 seq.  
 (t) Dial. 4. p. 401.  
 (u) GALIL. ibid. p. 400.  
 (v) STURM. l. c. p. 244 & 261. ubi eandem & is, VOSSII sententiam esse refert.

(w) GALIL. l. c. p. 423 & CASMANN. l. c. p. 183  
 (x) CASMANN. l. c. p. 173.  
 (y) GALIL. l. c. p. 414. Sed fabulam hanc esse, liquido constare potest ex BRUCKERI Hist. Crit. phil. T. 1. p. 792 & BAYLE dict. crit. in Voce ARISTOTELES.  
 (z) Vide, qui hoc defendit, SENGUARDUM in phil. nat. part. 3. c. 11. p. 338.



## §. XXVIII.

Alii ad summam convenientiam, quam inter Lunæ motum æstusque periodos reperiebant, attendentes causam in actione aliqua Lunæ quæsierunt, sed diversi diversis iterum modis. Quidam dixerunt Lunam pollere vi humefativa, qua aquas Maris revera quantitate augeat; quidam ei adtribuunt vim magneticam respectu aquarum, qua ipsas ad se trahat (*a*). Alii ipsius lumen in causa esse voluerunt (*a*<sup>\*</sup>): sunt & qui metum vacui in partes vocant, quo Luna progrediente, ideoque in aëre vacuum post se relincente, aër in ipsius, aqua iterum in hujus locum succederet (*a*). Sed hisce omnibus, præterquam quod mera sint figmenta, obstat quod non explicent quo pacto in parte telluris a Luna aversâ æstus producat; mare enim etiam altissimum evadere vidimus Luna meridianum infra horizontem attingente (*b*): quod sentientes horum quidam dixerunt, & quidni? Lunam etiam hanc vim cum opposito sibi Zodiaci gradu communicare (*c*), nec defuit FROMONDUS, qui Lunæ nostræ visibili aliam invisibilem semperque oppositam fingeret Anti-selenam, quæ mare eodemmodo ac nostra, sed ab adversâ parte, moveret (*d*).

## §. XXIX.

Eodem vitio laborat explicatio HON. FABRI, quæ ceteroquin, ingeniose licet sit excogitata, etiam ideo rejicienda esset, quod falso, uti patebit, nitatur fundamento. Lunam agnoscit maris motricem & quidem hoc modo (*e*).

Sic

(*a*) STURM. l. c. p. 244. 45.

(*a*<sup>\*</sup>) Quod nuper recoxit Anonymus quidam Gallus in libro in 4<sup>o</sup>. edito Parisiis Anno 1749, cui titulus: *Explication du flux & reflux de la mer dans leurs veritables circonstances &c.* NEWTONI, CARTESII aliorumque explicationes fabularum Romanensium numero habet: imo dolo malo viros illos præcipuas æstus circumstantias dissimulasse ubique fere criminatur; se vero jam rem acu tetigisse tam operose nec minus confuso ordine indicat, ut quid saltem velit difficulter perspicias: Ætherem per radios Solis ac Lunæ, active ab una parte, ab al-

tera per eorum absentiam reactive, electrifari contendit, & inde magis aut minus in Atmosphæram aëream premere, prout radii dicti aut oblique aut directe incidunt, quod qui vel intelligat saltem, certe is mihi magnus Apollo.

(*b*) Confer §. 4.

(*c*) Vid. GALIL. l. c. p. 400 & CASMANN. l. c. p. 186.

(*d*) Vid. STURM. l. c. p. 246.

(*e*) Vid. ipse FABER in physices suæ tract. 6. lib. 3. prop. 30-96. præsertim prop. 35 & 36.



Sit in Fig. I. T Tellus, L Luna. Atmosphæra aërea tellurem undiquaque ambiens & premens longe ultra Lunarem distantiam extenditur ex ejus sententia, ideoque constat columnis innumeris CO, quæ, quo altiores sint, eo majori vi premant. Jam his positis patet, in A, cui Luna verticulis aut saltem in meridiano est, longe minorum premere atmosphære columnam, nempe quæ tantum extenditur ad BD, ubi gravitas aëris propter Lunam propinquiorem in ipsam Lunam major facta est, quam in Tellurem, dum ceteræ columnæ CO fere pro infinitis sint habendæ: unde Oceanus in A minus pressus, quam in qualibet alia terrestri superficie parte C, cui integra atmosphæra insistit columna, necessario circa A adscendere, in aliis punctis subsidere debet. Explicaretur hâc ratione inter alia satis speciose, quare Lunâ in apogæo existente minores, in perigæo vero majores æstus observentur (*f*), quippe priori casu differentia columnarum prementium longe minor esset, quam posteriore. Verum quia juxta hanc hypothesin, uti jam dixi, adscensus aquarum in *a*, cui Luna inferius in meridiano est, absque FROMONDI Antifellenâ concipi non potest, patet, hanc genuinam rationem non esse; præterea ipsam ne genuinam, quæcunque sit, causam ullo quidem modo afficere, inde constat, quod ipsa hypothesin per rerum naturam impossibilis est; vel concessa enim Terrestri Lunarisque atmosphære huc requisita extensione, quam tamen omnino negamus, nihilominus, ne minimam quidem pressionis inæqualitatem inde oriri posse, ob eandem rationem certum est, per quam æqualitas pressionis in fundum follis hydrostatici (*g*) demonstratur, quocum noster casus summam habet analogiam. Obstat quippe in utroque natura fluidi, quatenus singulæ particule quacunque in directione æqualiter premuntur & reprimunt, quæ efficit, ut nihil hic ad altitudinem fluidi prementis sit attendendum (*b*).

§. XXX.

Speciosa etiam prima fronte videri potest GALILEI sententia, quam in dia-

(*f*) Confer §. II.

l. 3. c. 2 n. 1452.

(*g*) Vid. 'sGRAVESANDE phys. Elem. math.

(*b*) Vid. Eundem ibid. n. 1442. in fine.



dialogo suo IV. de Mundi systemate operose satis proponit: sequenti fere ratiocinio: detur vas aquam continens: motum illud fuerit aliquamdiu certa cum celeritate, aqua in vase quiescet, & ubique ejusdem erit altitudinis: jam vas illud minori velocitate moveri incipiat: quid fiet de aqua? prout est corpus iners, motum suum adhuc retinebit, & proinde in anteriorem vasis partem procurret, ibique per accumulationem elevabitur, dum in postica parte subsidet: si denuo vasi aliqua concilietur celeritas, aqua jam tardius mota in posteriore parte vasis accumulabitur, in anteriore vero deprimetur. Quodsi jam oceani fundus, qui, uti omnes terrestres superficiei partes, continuo ab occidente in orientem fertur, ita variis moveatur celeritatibus, & quidem semel auctâ semel imminutâ quotidie, sequitur, inquit GALILÆUS, ut æstus marinus, ita ut sit, obtinere debeat: atqui illa diversa celeritas actu obtinet ex ejus sententia, quod sequenti methodo demonstrat: sit in Fig. II. ABC telluris orbita annua: detur tellus in B, cujus superficies sit DEFG: moveatur tellus in orbita sua a B versus C secundum signorum Zodiacalium consequentiam: moveatur & eandem partem versus circa suum centrum B telluris superficies spatio 24 horarum, ut hæc revera ita obtinent: manifestum dicit esse GALILÆUS, punctum quodvis ejus superficiei, cum est in E & G, moveri eadem omnino celeritate ac ipsum centrum B, majori autem cum est in D, minori cum est in F; quippe in D motus diurnus cum annuo conspirat, eorumque summa motum absolutum conficit, dum in F sibi sint contrarii, verasque motus per eorundem tantum differentiam repræsentatur. Hinc æstum marinum hoc fere modo derivat: cum oceani fundus igitur quotidie acceleretur & retardetur, ipsa aqua in acceleratione, a G ad E, in posteriorem i. e. occidentalem maris ripam accumulabitur, ibique fluxum producet, dum eodem tempore ad orientale litus refluxus observabitur; in retardatione vero fundi, ab E ad G, in occidentali litore erit refluxus, in orientali contra fluxus: patet hinc, quod in Mari aliquo secundum longitudinem satis extenso a *d* ex. gr. ad *e*, quale fere est Mare mediterraneum, de quo solo proprie GALILÆUS loquebatur, intra 24 horarum spatium semel aqua fluere debeat semel refluere: verum cum aqua simul in terram gravis sit, addit GALILÆUS, ipsam per 12 horas in uno loco elevatum in opposito depressum manere non posse, sed interim pro longitudine aut brevitate fundi *de* pauciores aut plures oscillationes conficere debere, quod in mari Mediterraneo forte fortuna tantum semel accidat: unde concludit, veram



ram se jam rationem adduxisse binorum singulis diebus in mari Mediterraneo obtinentium æstuum, in aliis maribus ipsorum numerum non definit.

## §. XXXI.

Deinceps GALILÆUS hæcè principia menstruæ ac annuæ variationi obnoxia esse demonstrat, & inde menstruam ac annuam æstus periodos, §. 8 & 9. nobis memoratas, deducit. Cum vero periodi diurnæ, atque adeo totius systematis, invalidum sit fundamentum, ulteriorem ejus explicationem non persequemur.

Ne scilicet hic dicam, quod minime probabile sit, istam sex horarum oscillationem, in Mediterraneo mari casui adscriptam, in toto terrarum orbe, ubi æstuat mare, constanter, uti sit, observatum iri: ne & addam quod sic æstus eadem semper diei hora inciperent, tota explicationis vis enervatur, si consideremus, de oceani aquis hic agi, perinde ac si tantum per consequentiam firmarum telluris partium moverentur, uti aqua quod moto demum vase insequi cogitur: quam analogiam si concedamus, certe ad minimum aliquem influxum haberet hæcè GALILÆI explicatio in genuinam æstus rationem: verum non ita res sese habet: eadem vires, quæcunque sint, quibus tellus quotidie circa axem, ac quotannis circa Solem revolvitur, æque communicantur fluidis ac solidis terræ partibus, ideoque, ut in exemplo vasis maneamus, concipiendæ sunt singulæ aquæ particulæ, eo contentæ, eadem iisdem temporis momentis velocitatis incrementa ac decrementa recipere, quæ & quibus ipsum recipit vas: jam nemo non videt, aquam hoc casu plenissime in vase quieturam esse, ideoque nullum ex GALILÆI principio motum in mari produci posse, sed etiam illud constanter, respectu sui alvei, eundem situm esse servaturum: præterea, ut absurditas manu palpabilis reddatur, tota differentia, quam GALILÆUS hic inter solida & fluida statuit, in eo fundatur, quod fluida non firmiter factis cum terræ massa, uti nec cum vase, cohæreant, ideoque impetum non æque celeriter acquirant & deponant: si igitur hoc principium, ad mare applicatum, esset verum, deberet etiam globus, qui in plana ac horizontali superficie reponeretur, ab hora matutina sexta ad eandem vespertinam versus orientem promoveri, abinde ad sextam iterum matutinam versus occidentem; globus enim iste non magis quam fluida



aqua cum terræ superficie cohæret, & eosdem, ac illa in vase diversis velocitatibus promoti, præstabit effectus.

Cum hacce GALILÆI explicatione optime convenit, ac forte ipsi ansam dedit (prior enim est) illa, quam ab ANDREA CÆSALPINO excogitatam tradit sæpius jam citatus OTHO CASMANNUS (*i*), quæ ideo eodemmodo refutatur.

§. XXXII.

GALILÆI sententiam adeo deperit JOANNES WALLISIUS, ut eam aliqua parte deficientem supplere omni opera studuerit in dissertatione, quam Actis philosophicis Angliæ inferi curavit (*k*). Non scilicet rationem reddiderat GALILÆUS retardationis æstuum quotidianæ (*l*), & J. BAPT. BALEANUS frustra illud explicare tentaverat, faciendo Terram secundarium tantum planetam, qui circa Lunam spatio menstruo revolveretur (*m*). WALLISIUS tamen illud idem ingeniose ex eodem GALILÆI principio deduxit, ponendo Terram singulis lunationibus circulum describere circa commune sibi cum Luna centrum gravitatis, quod revera ipsi negari nequit: verum, quia eodem, quo GALILÆUS, suam explicationem superstruit fundamento, cum eodem jam refutatus est §. præcedenti.

§. XXXIII.

Sequitur jam, ut etiam CARTESIANAM de æstu maris hypothesin ad examen revocemus: is autem in suis Philosophiæ principiis (*n*), sequenti modo rem aggreditur: supponit, mundi systema innumeris constare vorticibus, atque in his unum esse, cujus Sol sit centrum, circa quem omnes planetæ, & inter hos cum Lunâ suâ Tellus nostra, circumvolvantur: dein & Telluri suum circumdat vorticem, in quo Luna spatio menstruo periodum suam absolvat, acta per materiem hujus vorticis celerius quam ipsa circumgyrantem.

Re-

(*i*) In probl. mar. p. 2. quæst. 8. opin. 6. Confer. etiam STURM. Phys. El. t. 2. p. 264.

(*k*) Vid. Acta OLDENB. mens. Augusti 1666. c. 1.

(*l*) Confer §. 5.

(*m*) Vid. WALLISIUM ibid. & STURM, l. c. p. 264.

(*n*) Parte 4. num. 49. & seqq.



Repræsentetur dictus Terræ vortex per spatium in Fig. III. inter circulos ABCD & *abcd* contentum, quorum prioris centrum est M, hujus vero, qui atmosphæram terrestrem complectitur, T & idem ac ipsius Telluris: si, inquit, nulla detur Luna in hoc vortice, centrum Terræ T cum M, vorticis centro, coincidet; Tellus enim in eo loco hærebit, ubi ab omni parte pressio est æqualis: ob eandem hanc rationem, posita Luna in L, materia vorticis intra B & *b* ob coarctatum spatium magis premetur, ideoque & aqua in  $\beta$ : præterea per hanc pressionem Telluris centrum ab M versus D removebitur, usque dum, spatio D*d* eo usque coarctato, ut pressio in *d* ipsi pressioni in *b* sit æqualis, pervenerit in T, ibique sit in æquilibrio. Exinde jam binis quotidianis æstibus satisfactum putat, cum quisque locus per puncta  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  quotidie transeat.

§. XXXIV.

Ut autem CARTESIUS etiam menstruæ periodi reddat rationem, supponit, vorticem Telluris non esse circularem, sed ellipticum, cujus minor axis, in quocunque Terræ in orbita situ, exacte Solem versus dirigatur: idque D. CASSINI ex pressione Solis in vorticem Telluris derivare studet (*o*). Hinc Luna, cum nova est, aut plena, semper erit in minori vorticis diametro; cujus respectu corpus Lunæ cum majus sit, quam respectu diametri longioris, coarctationem & idcirco pressionem ibi semper majorem efficiet, quam circa quadraturas, quando semper in longiori vorticis diametro reperitur.

Annuam denique periodum, qua scilicet circa æquinoctia æstus sunt majores, inde explicat, quod quo minus Luna, cum plena aut nova est, ab æquatore distet, eo directe magis adsignata æstus causa agere possit, cum, si Luna in æquatoris polo daretur, nullus omnino obtineret æstus, pressione maximâ & minimâ perpetuo iisdem Terræ partibus applicatis.

§. XXXV.

Hæc CARTESII sententia cum plurimos invenerit, & hand dubie aliquos adhucdum habeat asseclas, sedulam certe meretur attentionem, licet nihilo

pro

(\*) Memoir. de l'Acad. de 1720. p. 362.



proinde difficilior refutetur; ipsum etenim fundamentum, certissimis naturæ legibus adversans, falsum est ac nullum: nisi nempe has in Vorticismo omnino diversas fingere velimus, motus iste Lunæ jam dudum eandem ac ipsa vorticis materia celeritatem accepisset, atque adeo facultatem producendi æstum amisisset (*p*): absque eo etiam Luna fluido vorticis innatans premere non posset, quia, in æquilibrio existens cum ipsa vorticis materia, nihil hac parte efficere valeret, nisi quod ipsius massa jam vorticis materiæ additus pressionem ab omni Telluris parte redderet intensiorem. Scio equidem FONTENELLIUM (*q*), cum hanc sentiret difficultatem, de novo sibi fingere vorticem circumlunarem, qui, vorticis terrestris motui infra Lunam contrarius, hoc ipso conflictu istam pressionem efficeret: verum hic, si usquam, manifestissimus hypotheseum abusus cernitur, cum, prioribus non sufficientibus, novæ ac novæ iterum cumulantur, donec propositum fueris affectus; præterquam quod non videam rem, vel hoc admissio, ad umbilicum perducere.

Sed ponamus, quod tamen ponere non licet, CARTESII hocce fundamentum sua natura posse procedere, manebit tamen mere hypotheticum, de cujus valore unice ex ipsius cum phænomenis convenientia iudicium ferendum est. Verum ne his quidem, non dicam satisfacit, sed primario phænomeno plane contrarium est; exinde enim deduceretur, quod mox a transitu Lunæ per meridianum alicujus loci maritimi aqua ibi debeat esse depressissima, dum contra vidimus, tunc temporis esse in velocissimo ascensu (*r*): quod quomodo concilietur non video; non enim dici potest, uti a nonnullis fit (*s*), aquas ad litora ascendere, quando maxime premitur mare: quia ad hoc requiretur saltem, ut prope litus eo tempore minor quam in alto detur pressio, cum revera contrarium obtineret juxta ipsum CARTESIUM; Lunam enim in meridiano litoris existente, aqua, quo litori propior esset, eo magis premeretur, quomodo igitur hic ascendere posset ex minori, quæ in medium mare ageret, pressione? præterea si hæc solutio admittatur, ratio non erit, quare ex gr. non eodem tempore mare altissimum sit ad litora Hispaniæ & Americæ Sep-

ten-

(*p*) Quicquid etiam contra machinetur  
 A. CAVALLERI in dissertat. sur la Cause  
 Physique du flux. & reflux. p. 25. & seq. Quæ  
 invenitur dans les pieces qui ont remporté le

prix de l'Acad. R. des Scienc. an. 1740.

(*q*) Histoir. de l'Acad. de 1710. p. 5.

(*r*) Confer §. 4. junctâ §. 16.

(*s*) V. STURM. l. c.



trientionalis, dum scilicet maxima pressio in medium maris Atlantici operetur. Ex quibus igitur merito deducitur, explicationem etiam *CARTESIANAM*, pace tanti Viri dixerim, esse prorsus nullam.

## §. XXXVI.

Certiolem longe, rejectis hypothefibus, in pertractanda philosophia viam elegit Ill. *NEWTONUS*: nihil posuit, quod non indubiis constet observationibus; ex hisce, ducente Mathesi, certas consequentias derivavit, atque ita plurima naturæ mirabilia, quibus ante ipsum ne hypothefium quidem hypothefibus superinstructarum cumuli suffecerant, explicuit. Quod ad præsentem quæstionem attinet, clamabant uno ore omnia observata astronomica, gravitatem esse universalem; non jam ingenium suum consumpsit in istius causa scrupulose investiganda, verum utiliori longe proposito, eo stabilito axiomate, scrutatus est, quænam exinde phænomena in singulis systematis solaris partibus necessario consequantur, & inter hæc, primarias etiam repperit Æstus Marini proprietates (*t*), reliquisque omnibus ex eodem principio derivandis commodissimam præbuit ansam. Ipsum autem hujus explicationis fundamentum indubitatum est (*u*), & revera aliquem mari motum conciliare debet, quia partes Oceani per motum terræ diurnum cui-cunque nostri systematis corpori, ex. gr. Soli, nunc magis nunc minus propinquæ, necessario etiam nunc majori nunc minori vi in illud gravitant. Idcirco, etiamsi solum omnibus phænomenis explicandis non sufficeret, tamen necessario in partes vocari deberet, cum sine ipso æstus saltem non eodem, quo revera obtinent, modo observarentur. In sequenti autem Capite, ubi ex professo genuinam nostri phænomeni adoriemur explicationem, patebit luculentissime, *NEWTONIANUM* hocce principium solum totam rem consummare, ideoque, quotquot etiam in posterum huc adhibeantur hypothefes, & quantumvis ingeniosæ, superfluas esse ac merito explodendas.

## §. XXXVII.

Deinceps alia adhuc phænomenon nostrum per vortices explicandi ratio proposita est a Patre *A. CAVALLERIO*, Jesuita, cujus quidem dissertatio de *Causa Phy-*

(*t*) Vid. ejus *Phil. nat. princ. math.* l. 3. prop. 24. 36 & 37.

(*u*) Confer §. 39 & 40.



Physica æstus marini, Gallice conscripta, Anno hujus sæculi 40 præmio, ab Academia Regia Parisina huic indagatiioni constituto, fuit decorata (v). Nullum is, CARTESII more, in rerum natura agnoscit vacuum, sed omnia fluidis vorticum instar motis repleta esse censet: ideoque & Soli suum vorticem, in quo Tellus nostra revolvatur, & Telluri iterum suum, per quem Luna moveatur, circumdat: horum materiam semper majori velocitate circumagi vult quam corpora, quæ in ipsis periodos suas describunt: quum autem tanquam vera agnoscat KEPLERI aliorumque observata, quibus Terram circa Solem, Lunamque circa Tellurem constat areas describere temporibus proportionales, inde concludit, cum NEWTONO, quod corpora hæc agantur vi ad centrum suæ orbitæ tendente; sed vorticismi tenacissimus illud ipsum refert ad vim, quâ vortices polleant premendi versus suum centrum, quæque causa sit gravitatis, tum Lunæ in Terram, tum hujus in Solem: dein iterum a CARTESIO deflectit, qui maximam vorticis terrestris pressionem sub Luna, & in parte diametraliter opposita, obtinere voluerat: quippe, contrariâ doctrinâ, ipsum illum vorticem, qui, non existente Sole & Luna, æquabiliter in omnem Terræ superficiem premeret, minus sub Sole & in parte averfa, minus etiam adhuc sub Luna & in parte diametraliter opposita, pressurum demonstrare allaborat: prius equidem exinde, quod pars vorticis terrestris Soli adverfa, cum dicto modo in Solem graviter vi vorticis solaris, minus in Terram premat, quam partes laterales: quod tunc & ipsa Terra, a postica parte magis pressa quam ab antica, Solem versus tendat, ideoque pressioni isti prævalenti se subducendo illam ipsam reddat minorem: posterius vero hinc, quod Luna, materie vorticis terrestris tardius mota, ipsius in se illabentis impetum frangendo, pressionem in Terram imminuat infra se, ideoque, Terrâ se prævalenti ab opposita parte pressioni subducente, etiam a parte averfa. Ex quibus addita quotidiana Telluris circa axem rotatione phænomena æstus satis accurate derivat. Verum quid aliud de hocce conatu dicendum, quam quod, NEWTONIANAM explicationem cum CARTESII figmentis jungendo, de illâ pessime admodum fuerit meritis, quodque eatenus cum NEWTONO comprobandus sit, quatenus cum ipso in gravitate aquarum versus Solem Lunamque sufficientem Aestus Marini ponit rationem; eatenus vero cum CARTESIO jam refutatus, quatenus cum eodem illius gravitatis causam ex meris vorticum figmentis & inani vacui metu extorquere satagit.

C A-

(v) Vid. les piéces qui ont remporté le prix de l'Acad. an. 1740. ubi est prima.



## CAPUT TERTIUM.

## §. XXXVIII.

**R**ecentis & exploratis præcedenti Capite diversis methodis, quibus hætenus usi sunt Philosophi, ut fluxus ac refluxus marini redderent rationem, nunc genuinam exhibere aggredior explicationem, quam tamen ulterius non extendam, quam ut omnia illa & singula, saltem regularia, æstus phænomena cum mirandis ipsorum periodis nihil aliud esse comprobem, præter ipsum illud triviale, quod quotidie in corporibus cadentibus observamus, gravitatis phænomenon, pro diversis tantum circumstantiarum varietatibus modificatum: ipsius autem gravitatis causam, cujus inventio hætenus vel doctissimorum Virorum ingenia frustra exercuit & forsitan semper exercebit, in hisce non curabo; quippe intricatissimum illud Æstus Marini paradoxon ad hanc simplicitatem reduxisse contentus.

## §. XXXIX.

Ante omnia igitur demonstrandum mihi incumbit, vim illam gravitatis non esse propriam terrestribus tantum corporibus qualitatem, sed singulis nostri systematis planetarii particulis in singulas competere: hoc autem præstitero, si planetas, tam secundarios, quam primarios, per hanc ipsam in orbitis suis retineri probavero.

Nullum corpus in curva moveri posse, nisi viribus pluribus simul operantibus animetur, ex prima naturæ lege NEWTONIANA est certissimum. Hinc statim jam patet, planetas primarios, & inter hos Tellurem nostram, animari vi quadam, qua continuo Solem versus pellantur; describunt enim circa ipsum curvas in se redeuntis, ita ut areae, ductis ad Solis centrum lineis, temporibus quibus describuntur sint proportionales (*w*). Eodem argumento etiam patet, vim quandam dari, qua secundarii planetæ continuo versus suum quique prima-

(*w*) Vid. GRAVES. Phys. El. Math. l. 6. c. 1. n. 3712.



mariam agantur. Dicitas autem vires easdem esse cum vi gravitatis, inde constat, quod uti hæc, sic etiam illæ sequantur rationem directam quantitatis materiæ corporis, cui insunt, & inversam quadrati distantiae ipsius a corpore attrahente: quod uti de gravitate terrestrium corporum certum est, tum ex quotidiano bilancis usu, tum diversa pendulorum isochronorum sub æquatore & circa polos, item ad radicem & in vertice summorum montium, longitudine ( $x$ ), sic de dictis illis viribus satis invictè ex sequentibus probatur: I<sup>o</sup>. equidem, quod quantitatis materiæ directam rationem sequantur, inde sequitur, quod corpora inæqualia ad eandem a corpore attrahente distantiam æquales eodem tempore translationes experiantur, uti in planetis satellitio stipatis evidens est; nisi enim vis Jovis ex. gr. præcisè tanto major esset vi cujusvis ex ejus satellitibus, quanto ipse Jupiter eundem quantitate materiæ superat, non possent illa corpora tam exactam temporis periodici circa Solem æqualitatem observare, sed dedum jam ab invicem longe fuissent dissipata: II<sup>o</sup>. quod scilicet dictæ vires insuper rationem sequantur inversam quadrati distantiae inter corpora, patet, quia in omnibus corporibus nostri systematis, cum quæ circa Solem, tum quæ circa Saturnum ac Jovem revolvuntur, constantissime fuit observatum, quod quadrata temporum periodicorum sint inter se uti distantiarum cubi, respectivè a Sole, Saturno ac Jove ( $y$ ); ideoque vocatis duorum quorumcunque distantis a centro virium D ac  $d$ , temporibus periodicis T ac  $t$ , viribus ipsis V &  $v$ , erit  $T^3, t^3 :: D^3, d^3$ . Jam vires centrales corporum æqualium (rationem enim quoad inæqualitatem massæ modo jam determinavimus, ideoque hic non curamus) sunt semper in ratione directâ distantiarum a centro virium, & inversâ quadratorum temporum periodicorum ( $z$ ), sive est semper  $V, v :: \frac{D}{T^3}, \frac{d}{t^3}$ , pro quo ex priori ratione substituto

$V, v :: \frac{D}{D^3}, \frac{d}{d^3}$ , factaque multiplicatione & divisione requisita, acquirimus  $V, v :: d^3, D^3$ , seu quod idem est, vires quibus planetæ, tam secundarii quam primarii, in orbitis suis retinentur, esse in ratione etiam inversâ quadratorum distantiarum a centrum virium. Q. E. D.

§. XL.

( $x$ ) Vide, qui huc spectantes observationes recenset Cl. DE LA CAILLE, in Lect. Mechan. part. 3. §. 534 - 39. item DESAGULIERS. Natuurk. uit onderv. opgem. Iste

deel 5 de les §. 76 & 77. ibique notas ad n. 15.

( $y$ ) V. 'sGRAVES. l. c. n. 3747.

( $z$ ) V. 'sGRAVES. ibid. l. 1. c. 23. n. 618 - 620.



§. XL.

Poffem ad gravitatis universalitatem ulterius evincendam addere obfervationes, quibus Saturni Jovisque mutua in fe invicem, hujusque fatellitum in priorem, gravitatio fuit detecta, poffem & alia argumenta ex planetarum omnium sphæricis figuris proferre; verum quæ dicta funt fatis evidenter rem probant, nifi quod quis urgere poffet, de Lunæ in Tellurem gravitatione non probatum effe, quod præcifè tanta fit, quanta in Lunari diftantia, juxta inverfam diftantiarum ejus & corporum in Telluris fuperficie a centro rationem, requiretur, quoniam demonftratio præcedenti §. huc adhibita in Lunam non quadrat, quum, hæc folitario existente Telluris fatellite, temporum periodicorum ac diftantiarum hic in fenfum non veniat comparatio: concedo: fed nihilo fecius idem & de ipfâ verum eff, uti ex vi qua in orbita retinetur cum corporum terreftrium directe comparata gravitate manifeflum eff; compute mus enim fpatium, quod Luna, dum in orbita retinetur, ad Tellurem cadendo fingulis minutis fecundis percurrit, illudque comparemus cum fpatio, quod gravia quæcunque circa Telluris fuperficiem cadendo eodem tempore emetiuntur; inveniemus fcilicet, illa effe in ratione inverfa quadratorum diftantiarum a Telluris centro. Sit, in Fig. IV, C centrum illud, ADEF Lunæ orbita: fit Luna in A: arcus AD tantillus fit, ut elapfo uno minuto fecundo illa perveniat ad D. Si jam nulla vis daretur, qua C verfus pelle retur, perveniret ad B, ideoque, cum, ea vi præfente, perveniat ad D, idem eff, ac fi fpatium BD cadendo percurriffet: hæc linea jam eff deter minanda: eff autem illa propter arcum AD, minuti tertii gradus dimidium vix adæquantem, parallela & æqualis lineolæ AI: & eff  $AI \times IE = DI \times IF$  (a), hinc (propter  $DI = IF$  (b), &  $IE = AE$  (c))  $AI \times AE = DI^2 = AD^2$  (c), ideoque  $AI$  feu  $BD = \frac{AD^2}{AE}$  Q. E. I. Jam compu tandæ tantum funt AE & AD, quod fequenti fit modo: eff TC, Telluris femidiameter, pedum Rhenol. 20339640 (d), ideoque, propter AC fexa-

(a) EUCLID. EL. I. 3. prop. 35.

(b) Ibid. l. I. prop. 12.

(c) Propter arcus AD exiguitatem.

(d) sGRAVESANDE l. c. n. 3750.



gesies & dimidio majorem (*e*), AE pedum eorumdem 2461096440, hinc autem orbita ADEF pedum 7734874526: quam cum Luna spatio 27 dierum, 7 horarum & 43 min. percurrat (*f*), cuilibet minuto secundo, adeoque arcui AD, conveniunt pedes 3276 $\frac{1}{2}$ . Hujus igitur quadratum per modo inventam AE divisum lineam BD exhibet =  $\frac{1}{230}$  pedis Rhenol.: quod igitur est spatium, quod Luna uno minuto secundo, Tellurem versus cadendo, percurrit. Spatium autem, quod grave quodcumque eodem tempore in Telluris viciniis cadendo percurrit, est pedum eorumdem 15, 66 circiter (*g*). Ut igitur hinc computemus, quantum spatium servatâ inversâ quadrati distantiae ratione in distantia Lunari a gravi quocumque percurri deberet, dividendi tantum sunt isti 15, 66 pedes per quadratum numeri 60 $\frac{1}{2}$  (*e*), & inveniemus spatium determinandum =  $\frac{1}{233}$  pedis Rhenol. (*e\**), cujus a priori differentia vix sensibilis est, & non nisi rudi admodum Lunaris distantiae determinationi (*b*) debetur. Nullum itaque amplius dubium est, quin & Luna eâdem ac omnia terrestria corpora gravitate in Terram afficiatur.

Quod autem etiam Tellus nostra mutuo in Lunam gravis sit, tum ex analogiâ a ceteris viribus attractivis, uti magneticâ, electricâ, imo & ab ipsâ gravitate (*i*) Jovem inter & Saturnum, quæ omnes non alterutrum sed utrumque corpus afficiunt, tum etiam ex redditâ ad amissim per hanc hypothesein a NEWTONO æquinoctiorum præcedentium ratione, satis probabiliter & tantum non mathematicâ cum certitudine deducitur. Quibus unica methodi ratio hic addere vetat, quod hoc admissio phænomenon etiam nostrum plane ad umbilicum perducatur; unde tamen haud exiguum iterum certitudinis gradum proposita veritas lucrabitur.

## §. X L I.

Telluris singulas igitur partes tam in Lunam quam Solem graves esse, id est, viribus eo directis animari, quæ sint in directâ ratione quantitatis materiæ in hisce Luminaribus (*k*), & inversâ quadrati distantiae ab iisdem, ex

(*e*) Ibid. n. 3742.

(*e\**) Confer. N. STRUYCK Aanmerkingen over de loop van Jupiter p. 48, seqq.

(*f*) Ibid. n. 3743.

(*g*) Ibid. n. 4337.

(*b*) Confer NEWTON. p. l. 3. op.

(*i*) Juxta determinationem Cl. LULORS (qui loco dictorum 15, 66. ped. hisce in oris invenit 15, 628. ped. Vid. Verhand. van de Holl. Maatschappy 3. D. p. 504.)  $\frac{1}{233}$  ped. Rhen.

(*k*) Ob gravitatis universalitatem in superioribus demonstratam.



dictis constat. Jam tentemus, an ex hoc principio æstus marinus tanquam necessaria consequentia derivari queat. Eum autem in finem invenienda erit aliqua differentia inter vires, quas diversis oceani partibus hæc luminaria inducunt, & quidem differentia continuo variata, ut exinde relativus partium inter se motus possit intelligi; absque aliqua enim tali virium discrepantia Tellus, etiamsi tota fluidissima, perfectam partium suarum inter se quietem experiretur, dum corporum plurium, eâdem directione, & æquali licet maxima vi, motorum, locum relativum non mutari certum est.

Sit ergo in Fig. V. S Sol, aut commune gravitatis inter Lunam & Tellurem centrum, *a, b, c, d*, centrum Telluris in quatuor diversis orbitæ suæ circa Solem, aut circa dictum centrum, punctis: (demonstratio quippe in utriusque luminaris actionem quadrabit, ideoque deinceps brevitatis gratia de Sole tantum loquemur, idem & mutatis mutandis de Luna intelligentes.) Constat, Telluris axem EF continuum singulis revolutionibus sui ipsius observare parallelismum, ideoque singulas Telluris partes æquales & similes curvas circa Solem describere: unde manifestum est, vim centrifugam in singulis quovis temporis momento esse eandem. Verum vis centripeta, seu gravitas, in iisdem omnibus, excepto solo centro, continuo variatur, quia per motum diurnum nunc magis nunc vero minus Soli redduntur propinquæ: centrum, ac partes cum ipso æqualiter a Sole distantes, certâ vi centripetâ donantur, quæ, si nullæ aliæ cum ipsis cohærent, æqualis esset vi centrifugæ: in partibus Soli propioribus eo major est, quo in remotioribus minor, vis centripeta, ideoque vel sic illa virium remanet in centro æqualitas, dum in partibus Soli propioribus vis centripeta seu gravitatis prævalet, & quidem tanto, quanto in remotioribus prævalet centrifuga. Posito itaque in Fig. VI. ABCD Telluris æquatore, in cujus plano producto sit Sol aut Luna in S, aut quocunque ipsius parallelo, omnibus punctis semicirculi TBAD, prævalente vi centripetâ, inerit vis quædam recedendi a diametro BD versus S, omnibus vero semicirculi TBCD punctis itidem vis ab eodem recedendi, sed versus oppositam partem, prævalente scilicet vi centrifugâ.

§. XLII.

Præter hanc etiam alia datur virium a Sole Lunaque profectarum inæqualitas, qua nempe particule singulæ in semicirculis TCDA & TCBA ver-



fus diametrum AC pellantur. Sint scilicet illæ particulæ D, *d*, ac vires, ipsas in directionibus DS, *dS* trahentes, per hæcæ lineas repræsententur: idem est, ac si viribus duabus, DI, *di*, ipsi CS parallelis, & DT, *dt*, eidem normali, agerentur: harum prior situm relativum respectu diametri CA non mutat, posterior utique.

## §. XLIII.

Ambæ hæ vires in eo conveniunt, quod circulem æquatoris figuram in ellipticam transformare conentur, dum prior diametrum AC prolongare, posterior BD brevior reddere nititur: verum obstat soliditas firmarum Telluris partium, quominus conatus iste in effectum deducatur; fluidæ, quæ cedere possunt, solæ ipsi obediunt, omnes vero, tam solidæ, quam fluidæ, quotidie bis auctam versus centrum T experiuntur gravitatem, maxime dum per D aut B transeunt, bis quoque imminutam, maxime dum in A & C reperiuntur.

Videamus jam quanta sint hæcæ gravitatis augmenta & decremента, ut inde constet, an ex hiscæ æstuum reciprocationes dependere possint.

## §. XLIV.

Quantum ad vim priorem, qua gravitas minuitur, dicatur hæc *x*: vis autem, qua Telluris centrum in S gravitat, vocetur *a*: est *x*,  $a :: TS^2 - AS^2$   $TS^2$ : quia autem lineæ TS & AS, tam posita Luna quam Sole in S, fere sunt æquales, & ratio inter differentiam quadratorum, quorum radices fere sunt æquales, & inter alterutrum ex iis quadratis, sit eadem ac inter duplam differentiam radicum & alterutrum ex iis radicibus, sequitur, quod sit  $x, a :: AC, TS$ : hinc *x* potest exprimi per  $\frac{a \times AC}{TS}$ , & quia *a* est  $\frac{1}{TS^2}$ , per  $\frac{AC}{TS^2}$ , denique, quia AC constans est, per  $\frac{1}{TS^2}$ .

Quantum ad alteram vim, quæ nempe gravitatem intendit, vocetur hæc *y*: erit *y*,  $a :: DT, TS$ , hinc *y* exprimi potest per  $\frac{a \times DT}{TS}$ , & substituto iterum, pro *a*,  $\frac{1}{TS^2}$ , per  $\frac{DT}{TS^2}$ , denique, quia DT constans est, per  $\frac{1}{TS^2}$ .

Utra-



Utraque igitur hæc vis est in ratione (præterquam directâ quantitatis materiæ corporis in S) inversâ cuborum distantiarum Telluris a Sole & Luna respective. Vis autem gravitatem immittens dupla est ejus, quæ illam auget, positâ utrâque maximâ, AC enim est dupla DT.

§. XLV.

Investigemus jam, quamnam hæc vires rationem habeant ad gravitatem corporum in superficie Telluris. Est hæc gravitas (posita  $m$  massâ Telluris = 1, itidem  $d$  distantia dictorum corporum a centro = 1) =  $\frac{m}{d^3}$ , i. e. = 1.

Vis autem  $x$  respectu Solis, ubi est maxima, est =  $\frac{AC \times M}{TS^3}$ , per §. præc., denotante  $M$  quantitatem materiæ in Sole;  $M$  autem est (posita  $m = 1$ ) = 195312 (1), AC =  $2d = 2$ , ideoque numerator fractionis = 390624: porro (posita iterum  $d = 1$ ) erit TS = 19643 ( $m$ ), ejusque cubus, seu fractionis denominator, = 7579201440707; ideoque facta reductione vis Solis

$x = \frac{1}{19402805}$ : hujus dimidio cum æqualis sit vis Solis, quæ gravitatem auget,

erit  $y = \frac{1}{38805610}$ , dum gravitas Terram versus sit = 1. Ideoque vis Solis  $x$ , ubi maxima est, est ad vim gravitatis, uti 1 ad 19402805, vis vero  $y$  ad eandem, uti 1 ad 38805610. Cum autem vis centrifuga partium Terræ æquatorem, quæ est ad vim gravitatis, uti 1 ad 202 ( $n$ ), efficiat ut mare sub æquatore perpetuo pedibus Rhenol. 114408 altius sit, quam sub polo ( $o$ ), vis Solis  $x$ , eadem servatâ ratione, efficiet ut mare in A & C 1 pede 2 digitis Rhenol. circiter altius sit, vis vero  $y$ , ut mare in B & D 7 digitis fere depressius sit, quam naturaliter sine hisce Solis viribus, fuissent, atque ut adeo tota differentia sit 1 pedis & 9 digitorum.

§. XLVI.

Vires autem  $x$  &  $y$  respectu Lunæ hoc modo investigari nequeunt, quia  
Lunæ

(1) Vid. GRAVES. l. c. l. 6. c. 14, n. 4163.

(m) Vid. eund. ibid. n. 4161.

(n) Ibid. n. 4333.

(o) Ibid. n. 4322.



Lunæ massa incognita est, nisi quatenus ex ipsissimo æstus marini phænomeno utrunque fuit deducta. Illud igitur dicendum restat, tantum actioni Lunæ in hisce deberi, quantum ordinarii æstus dictam virium Solarium quantitatem excedunt: verum id ipsum determinatu admodum est difficile: diximus quidem §. 6, ordinarios æstus esse pedum circiter 10, verum cum illud defumatur ex iis, quæ ad litora obtinent, ubi per resistantiam continentis & ingruentem nihilominus a tergo oceanum æstus necessario augeri debent, non potest hæc pro genuina æstuum altitudine accipi. Aliâ itaque methodo vis Lunæ ad æstum producendum investiganda est: inferius (p) autem patebit, æstus maximos, qui Syzygias Lunæ sequuntur, causari a virium Solarium ac Lunarium summâ, minimos vero, qui post Quadraturas veniunt, ab earundem differentiâ: hinc itaque earum inter se ratio constare poterit: Ill. NEWTONUS (q) huc adhibet observationem ad ostium fluvii Avonæ prope Bristoliam institutam, qua constat, æstus ibi circa Syzygias esse 45 pedum, circa Quadraturas tantum 25, qui numeri sunt uti 9 ad 5: hinc vis Lunæ esset 7, dum vis Solis esset 2, ideoque hæc ad illam, uti 1 ad  $3\frac{1}{2}$ . Hoc admissio, ex vi Lunæ altitudo aquæ differentiam subiret 6 circiter pedum Rhen., posito quod, uti diximus, vires Solis inducant differentiam 1 pedis & 9 digitorum: totaque virium unitarum actio esset 8 pedum fere, & reliqui 2, vel qui excurrunt, pedes reactioni litorum debebuntur. Diversam tamen ab hac virium distantiarum inter se relationem exhibet Cl. DAN. BERNOULLIUS (r), quam deducit ex observatione in portu urbis *St. Malo* institutâ; ratio inter æstus maximos & minimos exinde constat, uti 10 ad 3, ideoque vis Solis esset ad vim Lunæ, uti  $3\frac{1}{2}$  ad  $6\frac{1}{2}$ , sive uti 1 ad  $1\frac{6}{7}$ . Quare ex vi Lunæ (retenta quippe Solarium virium quam dedimus determinatione) mare elevaretur pedes Rhen. 3 cum 3 digitis, & ex viribus conjunctis pedes 5. Verum ob rationes, quas BERNOULLIUS l. c. allegat, quibus accedit, quod dicta observatio loquatur de æstibus maximis & minimis, non autem de æstibus Syzygiarum & Quadraturarum inter se comparandis, hæc determinatio non tanti valoris est, ut præ NEWTONIANA adoptari mereatur; ideoque aliam quodammodo viam ingreditur BERNOULLIUS, quæ fere hæc est: videbimus §. 49.

æstum,

(p) Confer §. 54.

(q) Phil. nat. pr. math. l. 3. prop. 37.

(r) *Traité sur le flux & reflux de la mer*

dans les pieces qui ont remporté le prix de  
1740. chap. 6. §. 10.



æstum, quum a viribus Solis & Lunæ simul oriatur, semper dirigi ad punctum inter horumce luminarium loca in cælis intermedium, illud autem, saltem circa Syzygias, tanto magis à Sole distat quam a Lunâ, quanto hujus actio illius superat actionem. Sit jam die Novilunii altum mare hora tertia, postridie Lunæ a Sole distantia erit 13 graduum, qui 50 minutis temporis conveniunt, ideoque, si ad Lunam dirigeretur altum mare, eo die observabitur 50 minutis post tertiam: verum hoc non fit, nam regulariter (uti BERNOULLIUS innuit) tantum eo die 35 (s) minutis retardatur, ideoque dirigitur ad punctum inter Solem Lunamque, quod a priore distat  $\frac{3}{5}$ , ab hac  $\frac{2}{5}$ , totius distantiae: hinc igitur concludit, vim Lunæ ad eam Solis esse, uti 35 ad 15, seu hanc ad illam fere, uti 1 ad  $2\frac{1}{2}$ .

Quæ determinatio cum satis probabili ratione nitatur, ac media fere sit inter NEWTONIANAM, ac illam, quam ex observatione ad portum *St. Malo* deductam dedimus, suo jure palmam mereri videtur. Ulterius haud parum confirmatur per experientiam, qua constat in insulis, non quidem in medio oceano sitis, (ubi ob aliam rationem æstus exiguos esse debere §. 58. dicemus) sed tamen longo satis intervallo a litore remotis, quo minus dicta aquarum accumulatio eo pertingere valeat, præcise tantos observari æstus, quanti juxta hancce theoriam observandi sunt: quippe posita iterum, quod probavimus, altitudine æstus ex vi Solis 1 pedis 9 dig., ex vi Lunæ erit 4 pedum 4 dig., ex virium summâ 6 ped. 1 dig., ex differentia 2 ped. 7 dig.: satis exacte quemadmodum ad insulas Bermudas, quæ omnino situm illum, quem modo requisivimus, habent, observari supra diximus (t).

### §. XLVII.

Ex dictis igitur patet, vires has Solis & Lunæ & actu existere & æstui marino producendo omnino pares esse. Nunc paucis adhuc inquiremus in rationem, quam singulæ sequuntur, habito respectu distantiarum ab illo Telluris meridiano, ubi quæque maxima est. Vis  $\propto$  gravitatem minuens in A & C, quando maxima est, repræsentetur per lineam CT: tota in hoc casu interfert gravitati minuendæ, quia ipsius directioni directe contraria est: per §. 44 eadem

(s) Quod satis exacte convenit periodo hibuimus.  
retardationum quotidianarum quam §. 5. ex- (t) Confer §. 20.



eadem vis in  $\delta$  repræsentabitur per lineam  $\delta\alpha$ , ipsi CT fere parallela: sed hic non tota gravitatem minuit, quia oblique tantum ejus directionem afficit: Si autem resolvatur in  $\delta\gamma$ , quæ cum radio  $\delta T$  coincidit, &  $\delta\beta$ , quæ ipsi est normalis, patebit, quod sola  $\delta\gamma$  gravitatem imminuat: est autem (quia  $\alpha\gamma$  normalis est ad  $\delta T$ )  $\delta\gamma, \delta\alpha :: \delta\alpha, \delta T$ , ideoque  $\delta\gamma = \frac{\delta\alpha^2}{\delta T}$ , & propter  $\delta T$  constantem  $= \delta\alpha^2$ , five vis  $x$  in diversis distantis ab A & C diminuitur in ratione quadrati cosinus anguli ab A & C, respective.

Eodemmodo se habet ratio vis  $y$ : ubi maxima est in B & D repræsentetur per DT: per §. 44. in  $d$  repræsentabitur per  $dt$ , paralellam ipsi DT: in D tota inserviet augendæ ibi gravitati, non vero in  $d$ : resolvatur igitur  $dt$  in  $do$ , quæ cum radio  $dT$  coincidat, &  $dp$  ipsi normalem, patet, quod sola  $do$  gravitatem augeat,  $dp$  vero nihil hac parte operetur: est autem  $do, dt :: dt, dT$ : ideoque  $do = \frac{dt^2}{dT}$ , & propter  $dT$  constantem,  $= dt^2$ : five vis  $y$  in diversis a B & D distantis diminuitur in ratione itidem quadrati cosinus anguli a B & D, respective.

### §. XLVIII.

Si igitur quæraturn punctum inter A & D, ubi hæ vires se mutuo destruant, ubi itaque aquæ in eo statu sint, in quo si nullus daretur æstus invenirentur, dicendum est, illud ibi esse, ubi duplum quadratum  $da$  est æquale simplici quadrato  $dt$ , quia vis  $x$  duplo major est vi  $y$  ( $u$ ): ideoque ubi angulus  $ATd$  est 54 graduum 44 min.

Inservire hoc posset ad punctum illud imaginarium, de quo §. 6. diximus, utcunque determinandum; tempore enim Syzygiarum Lunæ, saltem in locis, ubi nulla alia peculiaris æstum marinum aut augens aut imminuens ratio obtinet, quemadmodum de Bermudis insulis §. 46. diximus, aqua in altitudine naturali erit, cum Luna angulo 54: 44: distat hinc inde a meridiano, cui in loco altum mare convenit, ideoque fere 2 horis & 26 minutis post depressissimum, & fere 3 horis & 34 min. post altissimum mare. Verum aliis temporibus, cum & Luna & Sol non sunt in productâ CS, item aliis locis,

ubi

(u) Confer. §. 44.



ubi aut per litorum reactionem, aut alias rationes, æstus aut intenditur aut remittitur, hæcce determinatio non congruit, sed pro circumstantiis diversimode variatur.

§. XLIX.

Quodsi igitur terra tota fluida esset, figuram indueret sphaeroidis, rotatione ellipsis *abcd* (Fig. VII.), in quam circulus ABCD mutatus est, circa axem majorem *ac* descriptæ, verum, uti jam supra diximus, solidorum cohæSIONem hæ vires minime superant, nec nisi in fluidis terræ partibus, quæ satis extensæ sunt, ut insignem circuli ABCD partem conficiant, id est in oceanis sat longo ab oriente in occidentem spatio patentibus, conatus iste in effectum deducitur.

Notandum autem, axem majorem *ac*, quæ in Lunæ Syzygiis est simplex, dum in eâ productâ utrumque luminare invenitur, in aliis Lunæ adspectibus fore duplicem, si vires Solis & Lunæ separatim effectum producere possent, cum vero hoc æque rerum naturæ contrarietur, ac si corpus duabus viribus motum duas directiones simul sequi posse dixeris, sequitur his casibus axem majorem sphaeroidis non præcisè Lunam nec Solem versus dirigi, sed ad punctum cæli intermedium; excepto tamen ipso Quadraturæ adspectu, ubi, propter vires Solis & Lunæ sibi mutuo oppositas & tamen prævalentes Lunares, axis *ac* etiam exacte Lunam versus spectat. Sit Sol in *S*, Luna in *L*, axis major sphaeroidis non erit *ef* aut *gb*, sed *ac* respiciens ad *l* punctum inter *S* & *L* in cælis intermedium. Si autem Sol sit in *s*, Luna in *l*, five si Luna erit in Quadratura, in *B* & *D*, ubi per vim Solis aquæ maxime elevantur, per Lunam tamen magis deprimentur; in *A* & *C* vero, ubi per Solem maxime deprimuntur, per Lunares vires magis adhuc elevantur, ideoque hoc casu etiam axis major sphaeroidis *ac* directe versus Lunam in *l* spectat. Quare maxima declinatio hujus axeos *ac* a *gb* circa octantes medio inter Syzygias & Quadraturas tempore obtinet.

§. L.

Ex hocce fonte prono jam alveo fluit omnium, regularium saltem, æstus marini phænomenorum explicatio, uti jam eodem observato ordine, quo Cap. I<sup>o</sup>. in enarrandis iis usi fuimus, demonstrare aggredimur.



Ante omnia igitur hinc ratio redditur phænomeni nostri, uti rudi admodum penicillo §. 2. fuit descriptum; singula enim loca ad mare sita (*u\**) cum quotidie semel per puncta A, B, C & D transeant, sequitur, quod quotidie ibi aqua bis sit altissima, bis etiam maxime depressa: quia autem hoc fieri nequit, nisi aquæ aliunde afferantur & aliorum iterum deferantur, patet etiam ratio motus aquarum verticalis, nunc in hanc, dein in aliam plagam.

## §. L I.

Exhibita in §. 3. methodi nostræ ratione, §. 4. determinavi tempus altissimi ac dein & depressissimi maris respectu Lunæ ad meridianum loci adventus: & quidem altum mare dixi contingere 3 ferme horis a Lunæ per illum meridianum transitu: ratio, quare non est, altissimum ipsissimo transitu Lunaris aut saltem puncti *l* momento, hæc est: vires aquas attollentes eo momento quidem ad *axylw* pervenerunt, verum nondum effectus; vires enim non nisi paulatim decrescunt, ideoque maximis proximæ necessario effectum adhuc augent, dum aquæ motus prioribus viribus acquisitus adhuc perdurat, donec tantillæ fuerint redditæ, ut amplius aquam ne in acquisita quidem altitudine conservare valeant, quod hora tertia, quando maxime imminuuntur & mox aquas deprimere incipient, contingere manifestum est. Analogum huic phænomenon præstat annum in Zonis temperatis caloris incrementum & decrementum ipsis solstitiorum temporibus, sed sesqui fere mense post observatur.

Quantum ad tempus maris depressissimi dixi §. 4. illud fere medium esse inter duo maximarum altitudinum, propius tamen secuturo quam præcedenti, ita ut refluxus paulo diuturnior sit fluxu. Rationem, quare fere medium sit, quisque perspicit, cum *bd* sit perpendicularis ad *ac*. Sed differentia ratio ex-

(*u\**) Ea saltem omnia, ex quorum æstibus generales regulæ in Cap. 1. sunt derivatæ: in locis autem, ubi altitudo poli tanta est, ut Lunaris declinationis complementum excedat, seu, quod idem est, ubi Luna toto 24 horarum spatio aut non oritur aut non occidit, quæque idcirco ad dextram vel sinistram lineæ BD partem perpetuo remanent, unicus tantum observabitur æstus: cum autem declinatio Lunæ quotidie mutetur,

patet etiam, terminos locorum, quæ hocce fatum experiuntur, continuo transferri, & quando Luna in æquatore versatur, nullibi terrarum illud observandum esse, quia tunc nullibi poli elevatio Lunaris declinationis complementum excedere potest. Observationibus directis hoc quidem non constat, sed ejus vestigia cernere licet in illo, quod §. 7. proposuimus, §. 53. explicabimus, phænomeno.



explicari meretur: videtur mihi hæc esse: vires aquam deprimentes, quæ ad *angulum* pervenerunt, cum locus est in B aut D, æque ac de viribus attollentibus modo dictum fuit, paulatim tantum decrescunt, ideoque aqua depressissima erit aliquo demum tempore post: verum hocce tempus majus erit, quam illud, quod, postquam locus in A aut C fuerit, requiri diximus, ut aqua cum effectu sit altissima; etenim vires deprimentes tardius decrescunt quam attollentes, vidimus quippe §. 48, angulum  $ATd$  (posito quod in  $d$  aqua sit in naturali altitudine) esse  $54^\circ : 44'$ , angulum vero  $DTd$   $35^\circ : 16'$ : cum jam hic posterior designet tempus inter vires deprimentes maximas & nullas, prior vero inter eosdem virium attollentium, quæ illas duplo excedunt ( $v$ ), limites, &  $35^\circ : 16'$  sit longe plus quam dimidium  $54^\circ : 44'$  patet quod, uti dixi, vires deprimentes tardius decrescant, quam attollentes, quodque ideo refluxus diutius durare debeat quam fluxus.

§. L I I.

Ex differenti situ lineæ  $ac$  respectu  $gh$  oritur diversitas retardationum æstus quotidianarum, quam §. 5. memoravimus. Si enim semper hæ lineæ coinciderent, retardatio singulis diebus esset 50 minutorum: verum hoc rarissime fit, uti vidimus, & nunquam per unius æstus spatium durat: sed a Syzygiis ad Quadraturas  $ac$  occidentalior est ipsa  $gh$ , a Quadraturis vero ad Syzygias orientalis ( $w$ ), cujus periodi termini ob rationes §. 54. memorandas in secundam a Syzygiis & Quadraturis diem incident. Hinc minima retardatio debet esse die secunda post Syzygias, dum  $ac$ , antea ipsa Luna orientalis, nunc ipsa occidentalior facta est, adeoque ejus adventus ad meridianum non tantundem ac ipsius Lunæ retardatus fuit. Maxima contra retardatio erit secunda die a Quadraturis ob rationem contrariam. Sufficientia hujus rationis animadvertitur adhuc clarius, si computemus quanta harum retardationum differentia juxta propositam theoriam esse deberet, quod satis cum experientia convenit: patebit §. 54. propter motus acquisiti tenaciam, quod æstus singuli tales sint, quales, si aqua inertia careret, duabus fere diebus antea accidissent; sit itaque (Fig. VIII.) S locus Solis & Lunæ in Conjunctione, Q locus Lunæ in Quadratura: quantum ad æstuum singulorum qualitates tam respectu tempo-

ris

( $v$ ) Confer §. 44.

( $w$ ) Confer §. 47.



ris quam magnitudinis attinet, idem est, ac si Luna in conjunctione esset in  $L$ , in Quadratura in  $l$ , ita ut  $SL$  &  $Ql$  sit 21 graduum: punctum aquæ in conjunctione altissimæ respondens erit  $I$ , in Quadratura  $i$ , ita ut  $IL$  &  $il$  sit circiter 6 graduum, ratione habita virium Solis ac Lunæ ( $x$ ): hinc dum  $Ll$  sit 90 gr., & 6 horis conveniat, quæ est retardatio adventus Lunaris ad meridianum a Conjunctione ad Quadraturam,  $Ii$  tantum erit 78 gr. & efficiet retardationem ætus a conjunctione ad Quadraturam 5 & 12 min. dum  $ii$  est 102 gr., ideoque retardatio ætus a Quadratura ad Syzygiam 6 horarum 48 min., exacte utraque, uti §. 5. observatione detectas esse diximus.

### §. LIII.

Quantum ad differentes æstuum magnitudines (de ordinaria enim §. 46. jam actum fuit) vidimus §. 7, quomodo ætus duo ejusdem diei naturalis singulis anni temporibus differant, eamque rem ibidem ad certam regulam redeimus: quam etiam ex proposita theoria consequi ex sequentibus patet: sit (in Fig. IX.) ADPEBS sphaera Telluris,  $SP$  axis,  $AE$  æquator,  $Ll$  ipsius parallela,  $abcd$  figura sphaeroidica aquarum: Luna sit in  $l$ , ita ut  $lc$  cum æquatore angulum efficiat. Patet quod angulus  $DxL$  sit mensura depressionis Lunaris infra horizontem loci alicujus, cum est in  $L$ , angulus vero  $Bxl$  mensura elevationis ipsius supra horizontem loci, cum est in  $l$ , elapsis 12 horis lunaribus. Simul etiam manifestum est, æstum majorem in  $L$  comitari angulum illum majorem, æstum vero minorem in  $l$  comitari angulum etiam minorem: idem ratiocinium procedit in quacunque parallela locus concipiatur, præterquam in ipso æquatore, ubi cum Luna in  $A$  &  $E$  æquali infra & supra horizontem angulo semper transeat, semper etiam uterque diei ætus sunt æquales: idem est, si axis  $SP$  coincidat cum axe sphaeroidis minore  $BD$ , id est, si Luna sit in æquatore, tunc enim quamcunque etiam sumseris parallelam æquatoris  $\lambda\lambda$ , anguli elevationis Lunaris supra, depressionisque infra horizontem loci sunt æquales.

Differentia autem æstuum hinc orta multum minuitur per aquarum inertiam, qua motus per majorem æstum acquisiti tenaces minorem augment, sequentem majorem iterum diminuturæ.

### §. LIV.

( $x$ ) Confer §. 46. in medio.



## §. LIV.

Sequitur, ut & menstruæ æstuum periodo §. 8. memoratæ satisfiat: quippe in Syzygiis utrumque luminare est in  $l$  (Fig. VII.) ideoque vires suas conjungunt ad æstum producendum; in Quadraturis Sol fit in  $s$ , Luna in  $l$ , patet, hanc aquas elevaturam, ubi ille deprimit, in  $a$ ; ubi vero ille elevat, in  $b$ , ibi hanc illas deprimere, unde hoc casu virium differentia tantummodo æstui producendo impenditur, quod reliquum est in conflictu perit.

Verum explicandum restat, quare itaque non ipsa Syzygiarum & Quadraturarum momenta hujus periodi sint termini: nempe aquæ per æstum motum aliquem oscillatorium acquirunt, qui ipsis aliquamdiu inhæreret, etiamsi causâ agere subito cessaret: hinc cum iste motus sit ingens in ipsis Syzygiarum momentis, & vires, quæ de novo agunt, sint tantum maximis minores, patet, effectum adhuc augeri debere post ipsarum virium maximarum terminum, donec motum per attritum amissum novæ vires amplius restituere non valeant. Hicce languor maximus est in Quadraturis, sed vires dein de novo agentes, quæ minimis tantum sunt non æquales, hunc superare non valent, nisi aliquantisper jam increverint: unde & post Quadraturas aliquod tempus elabi debet, antequam æstus iterum augeantur.

## §. LV.

Si axis major sphaeroidis  $ac$  (Fig. IX.) coincideret cum Telluris axe  $SP$ , nullus omnino daretur æstus, quoniam quisque locus, semper in eadem a luminari æstum producente permanens distantia, semper iisdem viribus afficeretur: quo posito nullum æstum dari posse §. 41. probavimus.

Contra, si axis minor sphaeroidis  $bd$  coincideret cum eodem Telluris axe  $SP$ , æstus omnium maximus dari deberet, quia quisque locus omnium maximam subiret distantiarum a luminari attrahente varietatem.

Patet hinc, quod §. 9. innuimus, quod æstus Syzygiarum majores, Quadraturarum vero minores sint circa Æquinoctia quam circa Solstitia: in Syzygiis enim Æquinoctiorum & Quadraturis Solstitiorum  $bd$  fere coincidit cum  $SP$ , in Syzygiis vero Solstitiorum & Quadraturis Æquinoctiorum angulum fere 25 graduum efficiunt.



## §. LVI.

Quod §. 10 & 11. retuli, majores esse æstus cum minor est tum Solis tum Lunæ a Terra distantia, & vice versa, planum est ex sola virium, quas adhibuimus expressione, quam §. 44. dedimus: sunt enim in ratione inversa cuborum distantiarum.

## §. LVII.

Quod §. 12. diximus patet ex iis, quæ §. 55. demonstrata sunt: quo enim minor est Lunæ ab æquatore distantia, eo etiam minor est axeos brevioris sphaeroidis a Telluris axe declinatio.

Eadem etiam ratione nititur assertum §. 13. quod æstus, quo propius ad polos accesseris, eo sint minores: etenim loca polis proxima longe minorem subeunt distantiam a luminari attrahente variationem, ideoque juxta §. 41. longe etiam minorem æstum. Hinc in ipsis polis nullum omnino dari certum est.

## §. LVIII.

Cogitemus mare 90 ad minimum gradus ab Oriente in Occidentem patens, uti fere est Mare Atlanticum inter Hispaniam & Americam Septentrionalem: sit illud, dum nullo agitur æstu,  $AabB$ : (Fig. X.) Dum vero ad litus alterutrum, ex. gr. Hispaniæ,  $A$  aquæ altissimæ tempus celebratur, aqua humillima erit in opposito litore  $B$ : quippe in  $A$  altitudo erit  $Aa$ , in  $B$  vero  $Bb$ : integer igitur ad utrumque litus virium effectus obtinebit. Quando vero in  $C$  circa medium maris tempus maris altissimi adest, in  $A$  &  $B$  erit in statu fere mediæ altitudinis  $Aa$ ,  $Bb$ ; quare in  $C$  altitudo vix differet a naturali: tempore depressissimi maris in  $C$  aqua in  $A$  &  $B$  itidem fere erit in eadem mediâ altitudine, unde nec tunc in  $C$  a naturali altitudine  $Cc$  sensibiliter differet: patet hinc, quod §. 14. memoravi phenomenon, quo ad litora multo majores quam in alto mari æstus observantur: quo enim ab  $A$  aut  $B$  magis ad  $C$  accesseris eo minores erunt æstus.

## §. LIX.



## §. LIX.

Quod §. 15. diximus de horizontali quiete aquarum non longe a litore diffitarum tempore, quo in litore aqua est altissima ac depressissima, patet, quia, dum ad litus motus verticalis est nullus, etiam in locis proximis nulla aqua transit; hoc enim si ponatur, in litore aut adscendet aut descendet.

Verum longe aliter hoc sese habere debet in locis maris mediis, ac insulis, quæ ibi inveniuntur: repræsentet C locum talis insulæ; sit ibi tempus altissimi maris: in A, Hispaniæ litore, medius ibit refluxus, in B vero Americæ orâ medius fluxus: unde cum spatio 6 horarum lunarium omnis aqua intra *dce* a parte A contenta debet transisse per *c* in *dce* a parte B, & jam 3 horæ sunt elapsæ ab ejus transitus initio, patet, quod tunc temporis motus horizontalis in C sit velocissimus: idem obtinet, si in C celebretur tempus maris depressissimi, quando aqua ibidem erit in velocissimo motu a B ad A.

Verum temporibus intermediis inter memorata, cum aut in A aut in B aqua est altissima, ideoque in opposito litore depressissima, ibique quiescit, etiam quies horizontalis erit in C, longe aliter ac temporibus mediis in locis littori vicinis observandum diximus.

## §. LX.

Sit (in Fig. VI.) punctum, ad quod major sphaeroidis axis dirigitur in S: moveatur locus quicumque Telluris motu diurno a D ad A, quod fiet 6 horis lunaribus: in ipso D vis deprimens erit maxima, vis attollens nulla (juxta §. 47): a D ad A accedendo vis deprimens decrescit, in ratione cosinus anguli descripti; attollens vero crescit in ratione sinus ejusdem anguli, usque dum locus in A pervenerit: adscendet igitur continuo mare & quidem omnium celerrime tunc, cum sinuum & cosinum longitudines celerrime mutantur, id est, ubi angulus descriptus est semirectus; ideoque hinc patet ratio quare, quod §. 16. diximus, mare in adscensu continuo auctâ usque ad medium fluxum celeritate, dein ad finem ejus iterum imminutâ, moveatur: idem & in descensu aquarum verum est, dum locus ab A ad B movetur.

## §. LXI.

Directiones Maris horizontales locis non longe a litore remotis, ac ibidem obti-



obtinens motus hujusce incrementorum ac decrementorum ratio, uti has §. 17. observari vidimus, ex §§ duobus proxime præcedentibus, 59 & 60, & ipso §. 17 fat lucis jam acquirunt: verum illas pro singulis partibus maris longius a litore determinare difficilius est: in §. 59. patuit, in C maximam velocitatem horizontalem esse ipsis iis momentis, quibus, pro A & B sumtis, ibi esset omnino nulla: igitur patet, etiam in determinanda directione aquarum in C similem mutationem adhibendam esse.

Porro patet, velocitatem horizontalem maximam in C longe majorem esse quam maximam, quæ in D ex. gr. obtinere potest, quia supra D minor aquarum quantitas singulis æstibus transire debet: in D ob eandem rationem erit major quam in E, & sic singula loca non æqualiter a litore distita hac parte diversa fortientur fata: uti etiam ratione temporum, quibus directiones horizontales in iis permutantur.

#### §. LXII.

Cum itaque satisfactum sit omnibus ordinariis æstus phænomenis, & quidem nullo precario adhibito fundamento, apparet jam, quam longe NEWTONIANA methodus ceteris omnibus sit anteponenda. Superesset nunc, ut eadem cura extraordinarios etiam casus persequeremur: verum cum jam nimium & præter opinionem excreverint hæ pagellæ, leviori illos transveher pede, defensus tantum, nihil in iis esse, quod cum data explicatione stare non possit, sed omnes potius exinde consequi, si modo litorum, fretorum, vadorum, aliundeque ortas diversitates cum ipsarum in primariam causam influxu haberemus perspectas.

Quod ad illam quam §. 18. proposuimus circa tempus æstuum anomaliam: si mare aliquod, uti ex. gr. Germanicum una cum freto seu Canali inter Angliam & Galliam, per se nimis sit augustum, quam ut æstus proprios intra suum ambitum experiatur, quia semper partes æqualibus inter se omnes viribus animantur, & tamen cum Oceano sat amplum commercium, ab hujus agitationibus etiam suas mutuabitur, quæ quo magis a principio recesseris eo serius communicabuntur, perinde ac, pilâ in aquam delapsâ, partes aquæ quo remotiores sunt eo etiam serius agitari incipiunt, & sonus aliquo tempore indiget, ut in loco a corpore sonoro remotiori percipiatur. Ex eodem principio petenda videretur ratio, quare in quibusdam puteis prope mare aqua altissima sit, cum depressissima est in ipso mari, & vice versa (y).

#### §. LXIII.

(y) Vid. de Tegenw. staat van Vrankryk 2d. 1ste stuk. p. 247.



## §. LXIII.

Anomalix respectu æstuum magnitudinis plurimæ ex ipsa theoria pronò fluunt alveo: sic, quod in maribus 90 gr. minoribus, Mediterraneo, Atlantico inter Bresiliam & Guineam, aliisque, minores æstus observentur, patet, quia non sat insignem ab oriente in occidentem habent extensionem, ideoque partes non sat diversis viribus (*z*) a luminaribus afficiantur; eadem ratio, quare in minimis nullus æstus. Ratio, quare aliis in locis maxime intendatur, certe a minori profunditate, sinuoso situ qui aquarum diffluxum prohibeat, ac directe irruentis Oceani impetu, repetenda est. Ad vicinæ Flandriæ Zealandiæque litora multum, si non omne, eo confert convenientium ibi eodem tempore ab oppositis partibus duorum æstuum mutua accumulatio, quorum alter infra, alter vero supra Britanniam eo defertur, uti ex §. 18. clarum est. Ex eodem hoc concursu derivari forsitan debent illæ, quas §. 21 & 22. ad litus nostrum Hollandicum observari diximus, in adscensus descensusque, uti etiam in horizontali directione, irregularitates; eo enim & uterque æstus pertingit, sed non, uti in ipsis freti fere angustis, eodem exacte tempore.

## §. LXIV.

Mirabile istud phænomenon, quod ad portum urbis Tunquin in China observatur, quod §. 23. descriptum dedimus, Ill. NEWTONUS & post eum plurimi, speciose satis explicarunt, hac adsumta hypothese, quod ad illum portum bini adveniant æstus, alter 6 horis serior altero, hic ex mari Pacifico supra insulam Luconiam, ille ex mari Indico (*a*). Quæ explicatio sane maxime arridet. Aliam istius æstus theoriam dedit Cl. EULERUS (*b*), subnixam ea ratione, quod hic portus situs sit in extremitate altera maris alicujus separati, cujus extensio in longitudinem fere nulla sit, in latitudinem vero tanta, ut usque ad æquatorem, & inde versus Austrum duplo adhuc majori spatio extendatur: mare illud a reliquo oceano separatum vult partim per continen-

(*z*) Confer §. 41, 55 & 57.

(*a*) Vid. illa in ipsius Phil. Nat. pr. Math. l. 3. prop. 24. adde WHISTON. præf.

Phys. Math. præf. 38. §. 101.

(*b*) Inquis. Phys. in caus. flux. & refluxus. §. ult.



## 46 SPECIMEN PHYSICUM DE ÆSTU MARIS.

continentem Asiæ, partim per insulas, Luconiam, Mindanao, Moluccas, cæteras, quæ ibi exiguis ab invicem intervallis reperiuntur: & speciali propositione demonstrat, in ejusmodi mari illas præcise æstuum periodos esse observandas, quæ ad Tunquin revera obtinent: verum mihi saltem non apparet, quod ex insularum istarum situ tale, quale requirit, mare ab oceano separetur: ideoque NEWTONI præferam rationem, licet nec in eâ penitus acquiescam.

### §. LXV.

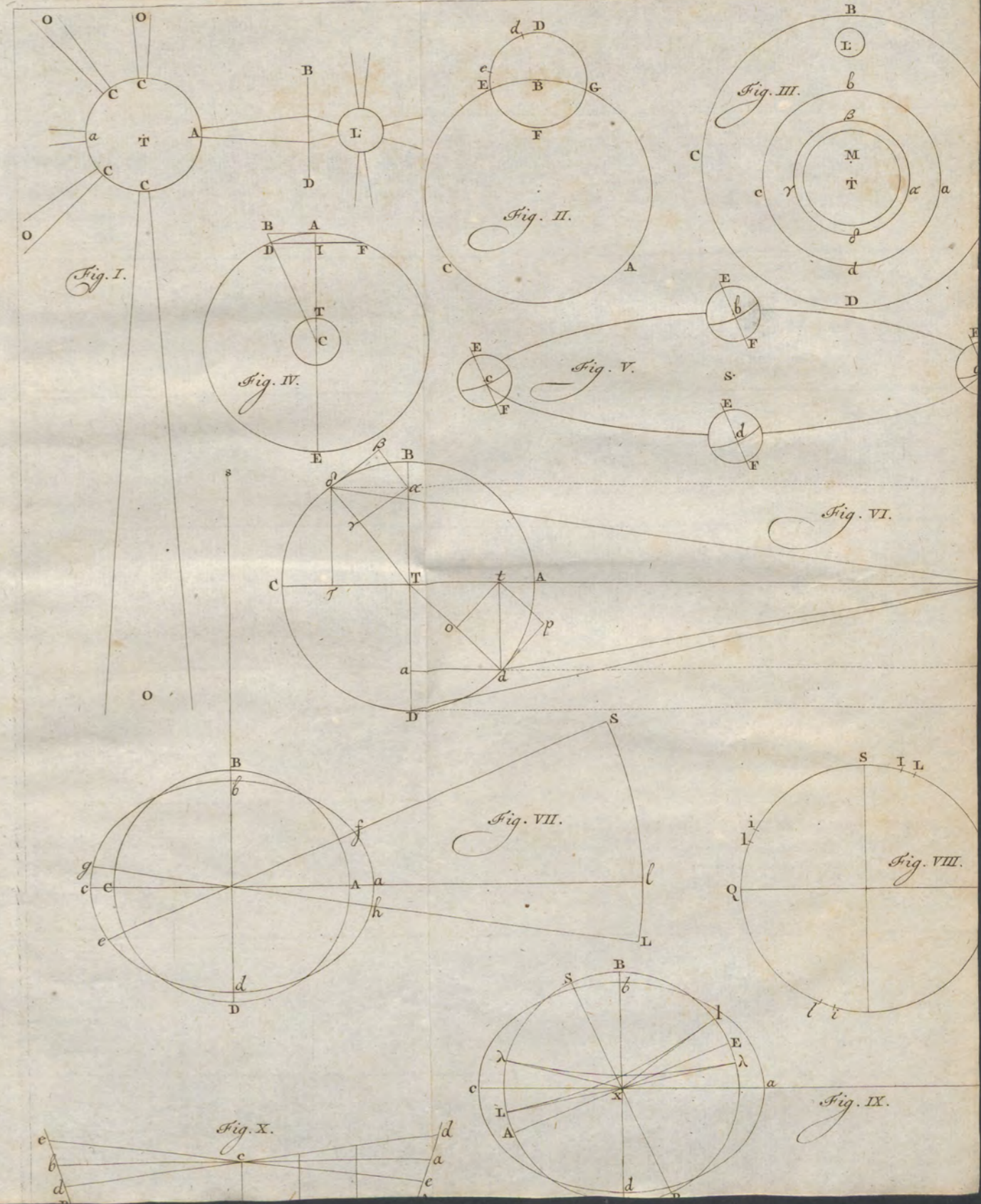
Vidimus §. 25. quantum in mare Ventorum impetus habeat influxum: an exinde explicari non poterit mirabilis ille refluxus, quem superiori sæculo hostium nostrorum tela a nobis avertisse §. 24. retulimus? grassabantur scilicet eo tempore tam horrendæ quotidie ex Austro tempestates, ut classis Patriæ Præfectus, invictus M. DE RUITER, literis ad Præpotentes Ordines datis affirmaret, nullum a descensione hostium in terram metum fore, quamdiu venti illi durarent. Ad Texeliam autem fluxum advenire constat a Zephyro-Borea, refluxum vero eodem tendere: venti itaque Australes huic favent, illum supprimunt, unde facile fieri potuit, ut fluxus solito fuerit brevior, refluxus contra fere continuus: quemadmodum, phænomenon huic analogum Amstelodami sæpius observari, §. 25. dictum fuit. Præterea sine dubio rem exaggerant incolæ, a BURNETO enim in Historia sui temporis ad annum 1672 narratur tantum, fluxum 3 modo horas durasse, & insequentem refluxum eo fuisse diuturniorem; quod si verum sit, non mirificum adeo fuit phænomenon, cum, fluxum ad nostra litora ordinarium  $4\frac{1}{2}$  horas durare, §. 19. fuerit observatum.

Reliquas æstuum anomalias, quas capite I. recensui, cum pluribus aliis, quæ forte recenseri poterunt, hæctenus explicari mihi non datum est; nullum vero dubium est, quin, si omnes circumstantiæ ac causæ secundæ plenissime essent cognitæ, ex propositâ theoriâ optime possent derivari, verum

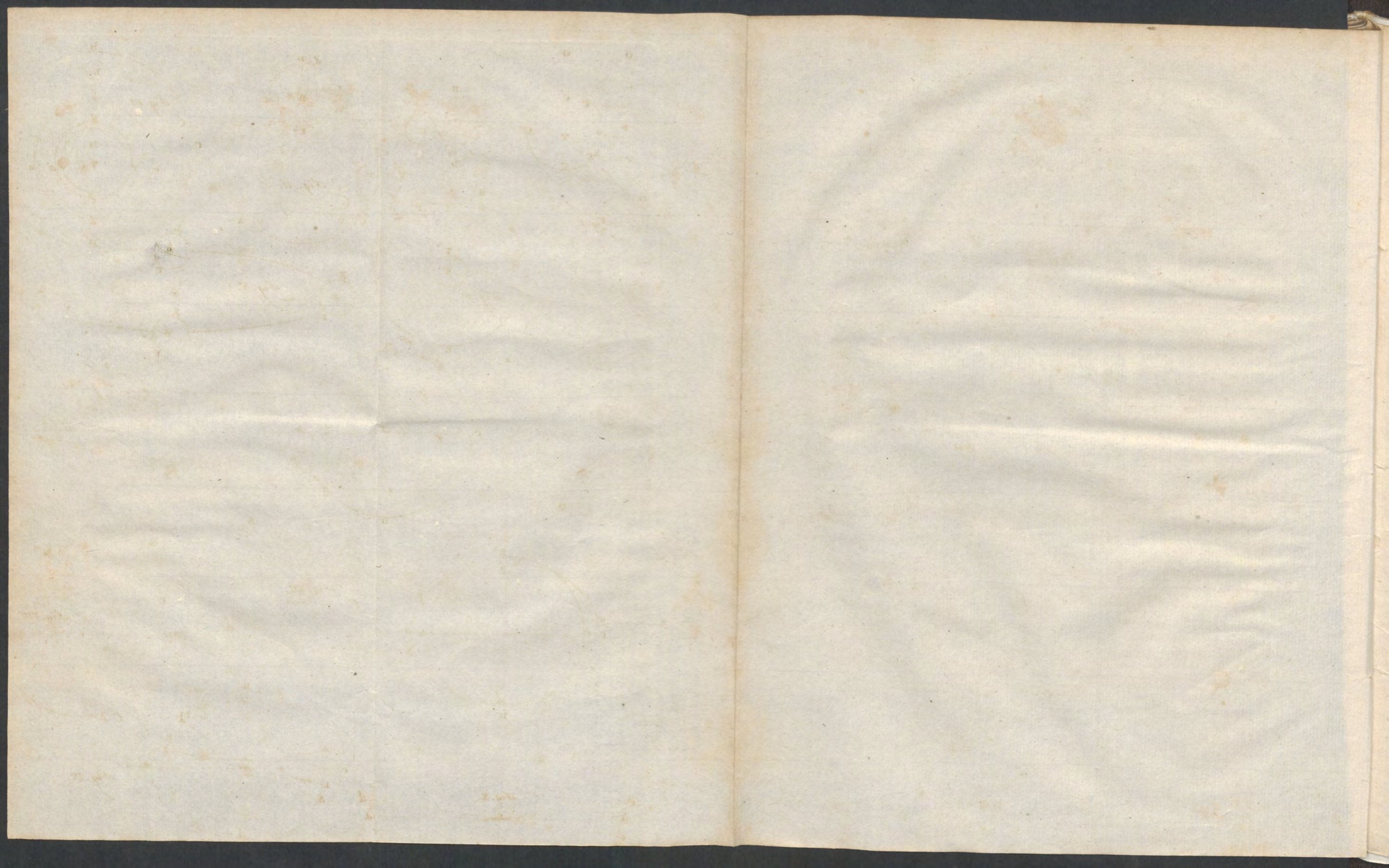
FELIX, QUI POTUIT RERUM COGNOSCERE CAUSAS!

T H E.











# T H E S E S.

## I.

*Causarum effectuumque series absque initio sua natura impossibilis est, ideoque Mundus non est ab æterno.*

## II.

*Mens humana est immaterialis.*

## III.

*Imo brutis animalibus aliquid a materia distinctum inesse censemus.*

## IV.

*Ratio, quare ab influenti continuo per fretum Gaditanum aqua non augeatur mare Mediterraneum, in eo esse videtur, quod inferior & lateralis aquarum pars ibidem oppositam plagam versus feratur.*

## V.

*Infantes, cum primum videre incipiunt, objecta duplicata videre, probabile est.*

## VI.

*Lunam nullam atmospheram circumdari statuimus.*

## VII.

*Cometarum caudae nihil aliud sunt, quam vapores tenuissimi, Solis calore ex nucleo producti, ejusdemque radiis illuminati.*



T H E S E

Constatum est, quod spiritus sanctus non est ab aeterno, sed ab aliquo tempore, sicut etiam spiritus sanctus non est ab aeterno, sed ab aliquo tempore.

I.

Mens humana est immaterialis.

II.

Una pars animalis est materia distincta inesse corpore.

III.

Ratio, quare ab intellectu continuo per se ipsum existens non arguitur motu mechanico, in eo esse videtur, quod inferior & lateralis agitur per se ipsum oppositam partem sui sensus.

IV.

Infans, cum primum videtur incipit, objecta duplicata videtur, probabile est.

V.

Luna nulla atmosphaera circumdatur humilis.

VI.

Constantium caudae nihil aliud sunt, quam vapores tenuissimi, sed hic calor ex nocte produci, quodammodo certis illuminat.



