



239 F3 10

D I S S E R T A T I O  
P H I L O S O P H I C A  
I N A U G U R A L I S

*D I S S E R T A T I O*  
*P H I L O S O P H I C A*  
*I N A U G U R A L I S*

E W A L D I H O L L E B E E K

D E

Æ S T U M A R I N O .

PHILOSOPHIAE DOCTORUM ET MAGISTRORUM

SCHOLAE IN PHILOSOPHIA & LINGUARUM  
Graecae & Latinae in Universitate

Almae Matris Lipsiensis

AVGVSTO JOHANNES WANDER

1812

—————

ALMA MATER LIPSIIENSIS

AVGVSTO JOHANNES WANDER

RECTOR

DEPARTMENT OF

AGRICULTURE

WASHINGTON

1912

WEST VIRGINIA

10

D I S S E R T A T I O  
P H I L O S O P H I C A  
I N A U G U R A L I S,  
D E

ÆSTU MARINO;  
Q U A M,

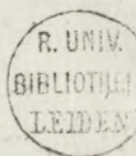
FAVENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE  
RECTORIS MAGNIFICI

EWALDI HOLLEBEEK,

SS. THEOLOGIAE DOCTORIS, HUIUSQUE FACULTATIS  
IN ACAD. LUCD. BATAV. PROFESSORIS ORDINARIJ,

N E C N O N



*Amplissimi* SENATUS ACADEMICI *Consensu*,  
& *Nobilissimae* FACULTATIS PHILOSOPHICAE *Decreto*,

P R O D O C T O R A T U E T M A G I S T E R I O,

Summisque in PHILOSOPHIA & LIBERALIBUS ARTIBUS  
Honoribus & Privilegiis rite consequendis,

*Publicæ ac solemnæ disquisitioni submitter*

SAMUEL JOANNES VAN DE WYNPERSSE,  
G R O N I N G A N U S,

*Ad diem xxvi. Sept. MDCCCLXXX. H. L. Q. S.*

---

LUGDUNI BATAVORUM,  
APUD SAM. ET JOANN. LUCHTMANS,  
M D C C L X X X.

239 10/  
F 3 /

DISERTATIO  
PHILOSOPHICA  
IN AUCUSTIS  
DE  
ESTU-MARINO:  
Si quis observaverit, nudari litora, pelago in se recedente, eadem-  
que intra exiguum tempus operiri, credet, caeca quadam voluta-  
tione modo contrahi undas, & introrsum agi, modo erumpere,  
& magno cursu repetere sedem suam: cum illae interim portioni-  
bus crescunt, & ad horam ac diem subeunt, ampliores minores-  
que, prouti llas lunare sidus elicit.

SENECA, C. I. de Provid.

---

101/102  
101/102

CLARISSIMO VIRO,  
DIONYSIO VAN DE WYNPERSSE,

A. L. M. SS. THEOL. ET PHILOS. DOCT.  
PHIL. MATH. ET ASTRON. PROF. P. O.

P A R E N T I  
OPTIME DE SE SUISQUE STUDIIS MERITO,

PUBLICAS HAS LABORUM SUORUM  
PRIMITIAS,  
OMNI, QUA DECET, VENERATIONE,

A U C T O R

DEDICAT.

C. H. VAN DE WYPERSSSE

DIONYSIO VAN DE WYPERSSSE

A. L. M. S. THEOL. ET PHILOS. DOCT.

THEOL. PASTOR PRON. A. O.

P. A. R. E. T. I

OPTIME DE SE SUISQUE STUDIIS MERITO

PUBLICAS HAS LABOREM SUORUM

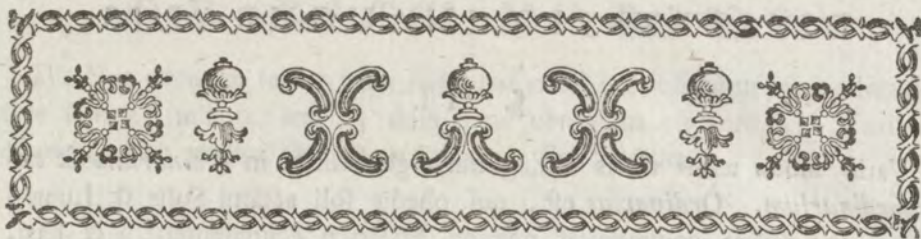
PRIMITIAS

OMNI GUA DEOCT, VENERATIONE

A U C T O R

DEDICAT

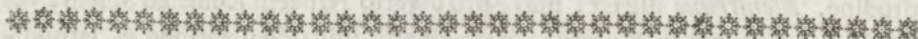




DISSERTATIO PHILOSOPHICA  
IN NAUIGURALS,

DE

ÆSTU MARINO.



CAPUT I.

*Generalia de Æstu marino.*

§. I.

**D**um mari varii motus, constantes & inconstantes, generales & speciales, jure adscribuntur; præ cæteris attentionem mereatur *Æstus*, sive fluxus marinus, id est, ille motus maris, quo statis vicibus adscendit & descendit. Vocatur etiam *motus generalis*, ut VARENIO *Geogr. gener. Lib. I. C. 14. pr. 7.* quia in omnibus fere Oceani partibus reperitur: sed bene distinguendus ab alio motu maris, qui etiam generalis dicitur, quo mare ab Oriente ad Occidentem pellitur, quique aliis penitus de causis, præsertim vento generali, oritur. *Vid. Cl. LULOFS, Aardrykbeschouwing, I. Deel, H. 14.*

A

§. II.

## §. I I.

Vario modo æstus maris distinguitur: generaliter in *ordinarium* & *extraordinarium*. *Ordinarius* est, qui obedit soli actioni Solis & Lunæ, (quæ duo postea communiter nomine Astrorum denotabimus,) & hæc, dum ab Oriente ad Occidentem tendunt, sequitur. Alter est *extraordinarius*, qui a communi regula recedere, & pro varia obstaculorum conditione, peculiarem sequi cogitur, nonnunquam communi contrariam. Eandem distinctionem jam olim fecit PLINIUS, *Hist. Nat. L. II. C. 97.*

## §. I I I.

*Ordinarius* æstus distinguitur in diurnum, menstruum, annum: confer iterum PLINIUM, *l. l.* *Diurnus* est ille, quo mare bis intra *εὐχθήμερον* adscendit & descendit; non tamen præcise intra 24 horas, nec ubivis eadem altitudine. *Menstruus* ille est, quo, pro diverso respectu Lunæ ad Solem, vel in Quadraturis, vel in Syzygiis, item diversa illius declinatione & latitudine, æstuum magnitudines & tempora differunt. *Annuus* denique spectat æstuum varietatem, quæ a diversa distantia, & declinatione, Solis pendet, quæque ideo potissimum Solem sequitur. Singulorum horum præcipua phænomena breviter indicemus.

## §. I V.

Quod ad æstum *diurnum*, sequentia nobis obversantur.

I. Singuli æstus, quo nomine unum adscensum cum sequente descensu complectimur, 12 fere horis regulariter durare solent: ita ut, dum tempore fluxus, per 6 horas, sensim elevatur aqua marina, ad punctum usque maximæ altitudinis, quod maximum vel finis fluxus dicitur, per 6 horas iterum resuat, ad punctum usque maximæ depressionis, quod maximum vel finis refluxus nuncupatur.

II. Celeritas, qua aqua sensim elevatur vel deprimitur, non constanter eadem est: sed crescit, ab initio fluxus vel refluxus, usque ad ejus medium; quo postquam devenit, minore sensim velocitate fluere porro vel resfluere solet.

III. Naturaliter tempus elevationis maximæ, præcise intermedium est inter initium fluxus præcedentis, & finem refluxus sequentis.

IV.

IV. Non accurate tamen intra *νυχθήμερον* æstus bis absolvitur, sed addenda fere sunt 48 minuta: ita ut, dum nunc conspicua est hora XII. maxima elevatio, hæc crastina die 48' tardius sit locum habitura.

## §. V.

In æstu *menstruo* hæcce observantur.

I. Æstus quovis mense solent esse maximi tempore Syzygiarum, majores tamen adhuc in Novilunio, quam in Plenilunio: minimi vero sunt in Quadraturis.

II. Æstus, licet sensim augeantur, Luna tendente versus Syzygias, minuantur vero, cum Luna ad Quadraturas procedit; attamen, secunda demum die post Syzygias vel Quadraturas, incipiunt diminui vel augeri.

III. Retardatio æstuum, quam intra 24 horas vidimus esse 48', minuitur versus Syzygias, & proxime post has minima est; versus Quadraturas augeatur, & secunda ab his die maxima est.

## §. VI.

Æstus *annuus* sequentia nobis offert.

I. Hyberno tempore æstus sunt majores, quam æstivo.

II. Æstus majores sunt, quo minorem Astra a Zenith loci, in quo obtinent, declinationem habent. Hinc, respectu locorum in Æquatore sitorum, æstus Solstitiorum Æquinoctialibus minores sunt.

III. Omnium maximi sunt, si Sol & Luna ambo sint in suo perigæo, & simul obtineat Novilunium.

## §. VII.

Differunt porro æstus marini pro diversa latitudine locorum; unde altitudo illorum multum alteratur, ut & differentia inter æstum diurnum & nocturnum ejusdem nychthemeri: cui ergo causæ etiam attendere fas est.

## §. VIII.

Æstus *extraordinarius* quoque rite distingui debet, pro ut vel in omnibus fere portibus, & ad quævis litora marina obtinet; vel in quibusdam tantum locis phænomena, a regula communi penitus recedentia, sive semper, sive aliquando, offert.

## §. IX.

Dictorum æstus marini phænomenorum, aliorumque, confirmationem & explicationem sequens materiæ petraçtatio dabit. Cujus hunc ordinem mihi præstitui, ut

Cap. II. Varias illorum explicationes recenseam.

Cap. III. Sententiam Newtoni, quippe veram, cum fundamentis suis proponam.

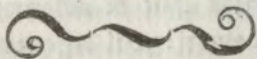
Cap. IV. Ad phænomena singula explicanda hanc applicem.

Cap. V. Æstum extraordinarium, qui dicitur, distinctius referam.

Cap. VI. Modum definiendi magnitudinem, tempus, & celeritatem, æstuum marinorum, subjungam.

## §. X.

Quia hujus materiæ maxima in Physicis, in scientia Navali, in Astronomicis, utilitas eos, qui hisce operam dabant, non fugit; inde nec nova est, nec raro pertractata theoria æstus marini; in quo explicando, five, quæ offert, phænomenis observandis, five tota re per sublimiorem analysin illustranda, jam multi defudarunt. Hos inter consultissimus STAPERT, eleganter omnino, hac ipsa in Academia, de hoc argumento, & publice, quondam differuit. Dum vero hæc materia neque exhausta est, nec nova ejus tractatio inutilis; in multis, quantum licuit, brevior esse volui, in aliis prolixior, quæ non ita passim, nec a laudato Viro, ex professo tractata fuere.



## CAPUT II.

*Varie sententiæ circa causas Æstuum marinarum.*

## §. XI.

**Æ**stus maris quantopere nostram attentionem mereatur; non tamen vulgo Græcis Romanisque antiquitus innotuisse videtur. Testatur illud summa militum admiratio, quos ALEXANDER MAGNUS Indiam versus duxerat: insignem enim, quem illi observabant, æstum pro miraculo habebant. Confer CURTIUM, L. IX. C. 9. Nec ullum fere indicium est, unde colligi queat, Romanos, ante tempora JULII CÆSARIS, æstum marinum diligenter observasse. Quantam enim æstus, die Plenilunii ortus, confusionem, suis excitaverit, ipse narrat *Comm. de Bello Gallico*, L. IV. C. 29. Nec mirum. Æstus enim in mari Mediterraneo tam parvus est, præsertim prope Græciam, ut vix sentiat. Tot præterea, hinc inde ortis, mutationibus & irregularitatibus est subjectus, ut, prima fronte, impetu ventorum solo oriri posse videatur. Romani autem, quibus hanc in rem inquirendi melior suppetebat occasio, magis intenti erant rebus Politicis, quam Physicis; quæque de his noverant, Græcis, si non omnia, saltem magna parte, debebant.

## §. XII.

Inter Veteres jam locutus fuisse de æstu marino deprehenditur HOMERUS, *Odyf.* 12. vs. 105. Τῆς μὲν γὰρ τ' ἀνίσσω ἐπ' ἡμαλῆ, τῆς δ' ἀναροῖσθαι. Quem versum secuti videntur VIRGILIUS, *Æn.* L. III. vs. 412., & OVIDIUS, *Pont.* L. IV. *Eleg.* 10. vs. 595, quia eundem errorem committunt, loquentes de Scylla & Charybdi: ubi bis tantum fluxus & refluxus quotidie obtinet; confer STRABONEM *de Situ Orbis*, L. I. p. 43. Cæterum an illud, quod de Scylla dixit HOMERUS, in genere de omni mari intellexerit, dubium est.

## §. XIII.

Græcorum primus inquisivit in causam æstus marini PYTHEAS *Maffiliensis*: qui statuisse dicitur Lunam plenam esse causam fluxus, &, quo magis a Syzygiis distaret Luna, eo majorem esse refluxum. Confer PLUTARCHUM *de plac. Phil. L. III. C. 17.* Quum tamen, narrante STRABONE, *L. II. pag. 104*, in Angliam aliasque regiones profectus fuerit, ibique æstum observaverit, probabile vix videtur, eum induci potuisse, ut putaret, æstum semel tantum quovis mense obtinere. Ideo, PLUTARCHUM hic errasse multi credunt, ut GASSENDUS, *Phil. Epicur. p. 562.* DE LA LANDE, *Astron. §. 3591.* ARISTOTELEM etiam accurate quærivisse causam phænomenorum in æstu conspicuorum, quam cum reperire non potuisset, ideo in mare se præcipitasse, narrat GREGORIUS NAZIANZENUS, *contra JULIANUM, Orat. I.* Negat tamen rectius BRUCKERUS, *Hist. Phil. T. I. p. 792.* ut & STANLEY, *Hist. Phil. Cap. XI. p. 427.* Tam paucis præterea locis, (quorum præcipuos adfert DE LA LANDE, *l. l.*) apud illum mentio æstuum fit, ut vix animum his applicuisse videatur; præsertim si illud, quod legitur *Cap. 41* in fine, *de Mundo*, ubi aliquid narratur de elevationibus aquarum motui Lunæ analogis, spurium, &, ut totus liber *de Mundo*, non ab ARISTOTELE, sed ab alio quodam confectum esse, ab eruditis discamus. Alius autem locus sæpe etiam citatus, qui legitur *Prob. Sect. 23. Prob. 17.* non de æstu, sed de undis marinis, explicandus esse videtur. Cæterum, quod PLUTARCHUS narrat *l. l. L. III. C. 17.*, eum cum HERACLITO sensisse, incertum est.

## §. XIV.

Certius loqui possumus de Stoicis, qui dicebant, Mundum esse animal, ex cujus narium respiratione, ad instar balænae, aquas sursum ejectionis, æstus marium oriatur. De ATHENODORO idem narrat STRABO, *l. l. L. III. §. 173.* de qua similibusque sententiis confer GASSENDUM, *Phil. Epicur. p. 562.* VOSSIUM, *de Orig. & Prog. Idolol. L. II. C. 97.* HERACLITUS autem, testante PLUTARCHO, *l. l.* dixit, æstus fieri a Sole, qui plerosque spiritus moveat, & secum circumducatur, quibus incidentibus propellatur mare Atlanticum, & intumescat, quo affluxus maris efficia-

efficiatur, iisdemque desinentibus, retro abstrahatur ac recedat, quo pacto reforbeatur mare. TIMÆUS causam æstuum posuit, in fluviis se exonerantibus in mare Atlanticum, & cadentibus de montibus Gallicis, qui, impetu & irruptione sua violenta, propellant aquas marinas & elevent, unde oriatur fluxus, &, cum subsistant, refluxus producat. Confer iterum PLUTARCHUM, *l. l.*

Alias veterum sententias suppeditabit POMPONIUS MELA, *de situ Orbis, Lib. III. Cap. 1.* Et e recentioribus præter auctores jam citatos, STURMIUS, *Phys. Elect. T. II. C. 3.* HON. FABRI, *Phys. T. III. Lib. 3. pr. 98.*

## §. X V.

Maxima vero convenientia inter motum Lunæ & Oceani, non potuit non Philosophos sagaciores ducere ad sententiam, qua actioni Lunæ æstus obsequi agnoscitur. Quo posito, facilis erat ad quædam phænomena eruenda & explicanda transitus: & multi, qui hac in sententia versati sunt, præceteris optime de æstu marino egere; ut PLINIUS, POSIDONIUS, CICERO, alii. Conferatur CICERO, *de Divinat. L. II. C. 14.* PTOLOMÆUS, *L. II. C. 37.* STRABO, *de Sit. Orb. L. III.* sed quomodo, quærebatur, in mare Luna agit? Hic iterum diversa diversi. Peripatetici de qualitibus abstractis toties locuti, per has Lunam, putabant, omnibus rebus humidis dominari. Alii loquebantur de sphaera activitatis, quæ ei Astro dederit qualitatem attractivam ad fluxus elevandos; alii de influxibus humidis salinis, per quos mare fermentare cogeretur; alii de virtute Lunæ, qua rarefaceret aquas, vel de vi ejus magnetica. Vid. SCALIGERUM, *Exerc. II.* STURMIUM, *l. l. T. II. l. 3. p. 245.* F. BAYLE, *Inst. Phys. Tom. II. p. 457.* CAVALLERI, *Diss. sur le flux & reflux de la Mer, p. 21.* STAPERT, *Diss. de Æstu marino, p. 18.*

## §. X V I.

Alii tamen inter eos, non adeo insistentes quæstioni, qua vi Luna in æstus ageret, laudabiliiori instituto ipsorum phænomenorum explicationem ex cognitis susceperunt, & progressus fecerunt. Inter eos qui referatur, dignus est

## 8 DISSERTATIO INAUGURALIS

est POSIDONIUS, cujus sententia, tradente STRABONE *L. III. p. 173.* eo rediit, motum Oceani sequi motum Solis & Lunæ, & in fluxu maris esse motum diurnum, menstruum, annum: quod ad diurnum, eo mare adscendere & descendere bis singulis diebus: quod ad menstruum, æstus majores vel minores esse, quo magis Luna ad Syzygias vel Quadraturas accedat: quod ad annum, prope Solstitia æstiva fluxus & refluxus maris esse maximos, hinc diminui usque ad Æquinoctia autumnalia, augeri iterum usque ad Solstitium hybernium, tum iterum diminui.

## §. XVII.

PLINIUS a POSIDONIO non dissentit, nisi quod, respectu motus annui, contendat, maximos æstus obtinere in Æquinoctiis, minimos in Solstitiis. Plura insuper phenomena accurate proposuit, & bene explicuit; v. c. æstus fore majores, si Luna prope adsit Telluri, id est, in perigæo suo: porro, intra 8 annos, post centum revolutiones Lunæ, eadem phenomena æstuum observari, eademque augmenta; quod sane multum convenit cum motu apogæi Lunaris. Quum enim secundum DE LA LANDE *Astron. §. 1432.* apogæum Lunæ ad eundem locum redeat intra 323 d. 8 h. 34'. 57", accuratior autem calculus doceat, Lunam intra 29 d. 12 h. 44'. 3" mensē synodicum absolvere; vid. DE LA LANDE *l. l. §. 1422.* sequitur, circa 104,6 menses Synodicos interlabi, antequam apogæum Lunæ ad eundem locum redeat. Tandem observavit, æstus per motum corporum cœlestium productos non ita mox præsto esse, sed aliquid temporis intercedere; vide PLINIUM, *l. l. L. II. C. 97.* Cæterum de utraque hac & PLINII, & POSIDONII sententia, confer RIVINUM, *Diff. de Venilia & Salacia, a GRÆVIO edit. p. 702. Mem. de l'Acad. des Sciences ann. 1713. p. 369. p. 357. HANOVII Phil. Nat. T. II. C. 2. Sect. 2. parte 2. p. 626.*

## §. XVIII.

Addi poterit SENECA, *Quæst. Nat. L. III. C. 28.* ubi dicit, æstus Æquinoctiorum omnium esse maximos. MACROBIUS etiam recte de æstu egit, in *Somnio Scip. I. 6.* cujus hæc sunt verba: *Oceanus primo nascentis Lunæ die, fit copiosior solito; minuitur paulisper secundo; minoremque*



*remque videt eum tertius, quam secundus, & ita decreſcendo ad ſeptimum diem pervenit: rurfus octavus dies manet ſeptimo par, & nonus fit ſimilis ſexto; decimus quinto; & undecimus fit quarto par; tertio quoque duodecimus; & decimus tertius fit ſimilis ſecundo; decimus quartus primo. Tertia vero hebdomas eadem facit, quæ prima; quarta eadem, quæ ſecunda.*

§. X I X.

Inundante totam Europam barbarie, ut vera quævis eruditio penitus defecit; ſic etiam fuere, qui abſurdiffime de noſtra materia cogitarunt: aliis immediatæ Dei operationi æſtum adſcribentibus; aliis angelos advocantibus; dum alii de ſympathia inter Lunam & Oceanum; alii de fermentationibus maris; alii de aliis rebus loquebantur.

Poſtea KIRCHERUS cauſam quærebat in motu Oceani univerſali, *Mund. ſubterr. T. I. L. 3. S. 2. C. 9. diſq. 10.* HERBINIUS in barathris ſubterraneis, *De admir. Mund. Cataractis, C. II.* BECKMANNUS hanc æſtuum marinorum dat rationem, quod polus ſeptentrionalis abſorbeat omnes aquas marinas, auſtralis has iterum expellat. Quod congruum eſt narrationi KIRCHERI, verſus polum Antarcticum navigantes obviam habere potentiſſimum aquæ refluxum, quo impediuntur naves, ne ulterius progrediantur: ſed cujus contrarium conſtat ex recentiorum itineribus, v. c. COOCKII, qui ultra circulum polarem Antarcticum, & ulterius quam ullus alius, proceſſit, & nihil ejus invenit. De variis iis ſententiis vid. KIRCHERUS, *l. c. L. III. C. 2.* HERBINIUS, *l. l. STURMIUS, l. l. FABRI, Phyſ. L. III. T. 3. prop. 100.* MORHOF, *Polyh. Tom. II. pag. 363. ſeqq.* GASSENDUS, *Phil. Epic. pag. 562,* FABRICIUS, *Theol. de l'Eau, L. III. C. 2.* STAFFERT, *Diſſ. cit. &c.*

§. X X.

Alii melius quidem cauſam æſtuum denuo in Luna, vel Sole, vel utroque, poſuerunt: quorum catalogum dabit RIVINUS *Diſſ. cit. p. 734.* Variæ tamen iterum opiniones eorum fuere. Nonnulli putabant, rationem proximam quærendam eſſe in vacui metu. Alii in eo, quod Luna moveat aëra, hic iterum maria: ſed quantus huc requireretur aëris motus & vis, qua poſſet elevare aquas eo altitudinis, quo nullus ventorum impetus eas

elevare valet? Alii hanc rationem dedere, quod, ope spiritus salini, qui e Sole & Luna emittitur, aquæ eleventur. Vid. CHAUVIN, *Lexic. Phil.* ad voc. *Æstus*. Alii quæſivere cauſam in radiis ſolaribus, per quos aquæ marinæ rareſcant, & elevetur mare; quam ſententiam ſecutus eſt IS. VOSSIUS, *de motu Marium*, C. XI. & XV. *Conf.* SCALBERGE, *l. l.* p. 21. & 23. MORHOF, *Polyh. T. II.* p. 364. STURMIUS, *l. l.* p. 247. EULER, *Diff. de fl. & reſt. maris*, p. 239. GALILÆUS, *Syſt. Cosm. dial.* 4. SENGUERDUS, *Phil. Nat.* p. 338. contendit, cauſam eſſe influxum fluminum: æſtum enim non obſervari, niſi in maribus, in quæ flumina ſe evacuent; &, quum hyeme fluvii altiorem ſint, quam æſtate, inde æſtus hyemales æſtivis majores eſſe.

## §. XXI.

Tres præſertim ſententiæ præ cæteris accuratiore examine dignæ ſunt, GALILÆI, CARTESII, & NEWTONI: quorum primus, in rotatione Telluris circa axem, duo poſteriores cauſam in Sole & Luna poſuerunt.

GALILÆUS *de GALILÆIS*, *Dial.* 4. *Syſt. Mundi*, contendit, æſtum marinum oriri ex motu diurno Telluris, dum ipſa hæc procedat motu ſuo annuo circa Solem. Licet enim hi duo motus ab Occidente ad Orientem dirigantur, unumquodque tamen punctum Telluris debet habere diverſum velocitatis gradum: nam per motum diurnum Telluris partes Soli expoſitæ feruntur directione contraria motui circa Solem, partes autem a Sole averſæ directione illi congruente feruntur; unde oritur motus compoſitus, cujus velocitas eſt major in partibus a Sole averſis, quam huic expoſitis, ideoque continue variat. Hinc, quia partes Telluris, nunc citius, nunc lentius, moventur, aquæ maris, quæ non mox obedient mutato ſuperficiæ Telluris motui, debent fluere & refluere intra 24 horas: eodem modo, ac aqua vaſe contenta, quamdiu vaſ movetur eodem velocitatis gradu, ſecundum aliquam datam directionem, motum vaſis ſequetur; ſi vero vaſ minori velocitate moveri recipiat, motum ſuum præcedentem retinebit, &, in anteriorem vaſis partem procurrens, ibi accumulabitur, dum in poſtica parte ſubſidet. Sin iterum majori moveatur velocitate, aqua tardius mota in poſtiori parte vaſis accumulabitur, in anteriore ſubſidet. Unde concludit, fluxum & refluxum debere obtinere intra 24 horas: ſed, quia aqua conatur ſemper in æquilibrium ſe reſtituere, & varias ob cauſas accidentales, quæ  
a varia

a varia profunditate maris, & directione litorum oriri possint, fluxum posse accelerari ad 6 horas usque, unde in mari Mediterraneo observari solet fluxus maris sex horarum, licet in aliis locis aliter se habeat.

§. XXII.

Quod ad motum menstruum, hunc ita explicat. Vis emanans e Sole movet potentius corpora propiora, quam magis remota: unde Luna majorem velocitatis gradum in Conjunctione habebit, quando Soli est propior, quam in Oppositione. Quod efficit, ut acceleretur vel retardetur motus Telluris: æque ac pendulum citius oscillationes peragit vel tardius, quo pondus ali- quod ei annexum est centro motus propius, vel inde remotius.

§. XXIII.

Annuum motum maris ita explicat. Motus diurnus Telluris fit circum polos Æquatoris, annuus circa polos Eclipticæ, qui duo poli distant  $23\frac{1}{2}$  gr. Hinc, cum Tellus est in punctis orbitæ Solstitialibus, idem colurus transit per polos & Æquatoris & Eclipticæ, & tangens Eclipticæ coincidit cum Æquatoris diametro, motusque in parte Telluris a Sole vel averfa, vel huic obversa, aut plane cum motu annuo conspirat, aut plane contrarius est. Si vero Tellus est in Æquinoctiis, duo hi motus sunt inclinati ad se invicem, & faciunt angulum  $23\frac{1}{2}$  gr. unde oritur compositio a priore diversa: ut æstivum causa potentius in Solstitiis, quam Æquinoctiis, operetur.

§. XXIV.

Multa vero obstant, quominus hanc sententiam sequamur.

I. Inde sequeretur, ordinarium æstum semel contingere intra 24 horas; si vero intra 12 horas obtineat, id oriri de causis accidentalibus: dum tamen constanter æstus in mari aperto, ubi causæ hæ irregularitatem producentes non adsunt, fluxus & refluxus maris intra 24 horas bis contingit.

II. Nullo modo hinc explicari potest, cur æstus marinus quotidie circa 48' retardetur.

III. Fluxus & refluxus semper inciperent, & finirentur, ubi Sol est in meridiano: nam meridies faciet terminum maximæ retardationis, media nox terminum maximæ accelerationis.

IV. Hinc etiam sequeretur, contra experientiam, æstus in duabus Quadraturis fore maxime regulares, & ejusdem ferme magnitudinis, differre vero valde in duabus Syzygiis. Præterquam, quod male fingatur, Tellurem habere minorem velocitatem, tempore Novilunii, quam Plenilunii.

V. Neque tempore Solstitiorum æstus in quovis hujus Telluris loco, etiam sub Æquatore, majores sunt. Qui prope Æquatorem habitant, maximos æstus tempore Æquinoctii patiuntur. Conf. FABRI, *Phys. Tom. III. L. 3. pr. 99. Mem. de l'Acad. 1713. p. 371.*

VI. Ipsa fundamenta hujus sententiæ regulis Physicis repugnant; sed quod satis demonstrarunt F. BAYLE, *l. l. T. II. p. 461.* GASSENDUS, *Phil. Epic. p. 564.* STAPERT, *Diff. cit. p. 21.* Omnium vero amplissime FOURNIER, *Hydrographie, L. IX. C. 14.*

### §. XXV.

Melior videtur, utpote experientiæ aliquanto congruentior, sententia CARTESII, qui solam Lunam advocat. Ingeniosissimus Philosophus Mundum constare facit ex innumeris vorticibus, in quorum uno, cujus Sol centrum occupet, circumagatur Terra, & ipsa vortice suo circumdata. Esto (Fig. I.) vortex Terræ ABCD, dum EFGH sit Terra Oceano circumdata, & *e f g h* repræsentet aëra Tellurem ambientem. Centrum Terræ T non erit idem cum M centro vorticis; quod fieret, nisi adesset Luna: sed, quia utrimque pressio debet esse æqualis, centrum Terræ debet esse inter M & D, dum Luna est in B, at inter M & B, si Luna sit in D, & sic porro. Atqui cum Luna est in B, non modo spatium inter B & F fiet argustius, sed illud etiam, quod est inter H & D. Ideo materia cœlestis ibi celerius fluat; magisque premet superficiem aëris in *f* & *h*, & aquæ in F & H, quam si Luna non esset in vorticis diametro BD. Hinc protuberabunt partes aquæ G & E, & aëris *g* & *e*; deprimentur F & H, *f* & *h*. Quia autem Terra intra 24 horas circumvolvitur, pars F, in qua mare nunc depressum, post 6 horas veniet in G, ubi erit altissimum; atque adeo mare bis intra *νυχθήμερον* elevatum erit, bis quoque depressum. Interea Luna non mansit in B, sed jam progressa est ad alium locum, ut K: quare non præcise intra 24 horas mare bis altissimum, sed quotidie æstus serior erit.

### §. XXVI.

## §. XXVI.

Quod ad motum menstruum, ponit, vorticem ABCD non esse præcise rotundum, sed ellipticum; & Lunam, cum est in Oppositione vel Conjunctione cum Sole, respectu Telluris, esse in minori ejus axe positam, hinc Terræ propiorem: unde minor distantia inter Lunam & Terram, & major pressio. Hinc mare magis est altum in Syzygiis Lunæ, quam in Quadraturis.

Motum vero annum explicat, observando, Lunam semper esse in plano Eclipticæ vicino, Terram autem motu diurno, secundum planum Æquatoris converti; quæ duo plana in Æquinoctiis se invicem fecerunt, in Solstitiis autem maxime a se invicem distent: unde fluxus sint altiores tempore Æquinoctiorum, quam Solstitiorum. Conf. CARTESIUS, *Princ. Phil. parte IV. §. 49. seq.* ROHAULT, *Tract. Phys. p. 329.* VERDRIES, *Phys. p. 381.* VARENIUS, *Geogr. Gen. Lib. I. p. 124.* HARTZOEKER, *Conjectures Physiques, L. II. p. 51.* HANOVIUS, *Phil. Nat. T. II. p. 627.*

## §. XXVII.

Ista CARTESII sententia, a magnis Viris licet, etiam nostro seculo, animose defensa, refellitur; sive ejus fundamentum expendas, sive ad ipsa rei phænomena attendas. Quod ad primum, observo generatim, varia his vorticibus obstare; alia quippe iis non posse explicari, alia penitus absurda reddi.

I. Secundum CARTESIUM, ex vorticibus petenda quoque erit ratio, quare corpora deorsum premantur. Verum, ex illorum motu omnis gravitatio foret perpendicularis in axem; non ubique in centrum vorticis, quod experientia requirit. Neque huic difficultati solvendæ duplex motus directio, una in alteram perpendicularis, a BULFINGERO proposita, sufficit: cujus conatus, ingeniosi licet, & post bis propositam quæstionem, duplicato præmio ab Academia Parisina ornati, experimento tamen refutantur.

II. Hæc pariter solvi nequit difficultas, quod pressio gravium ita sequeretur superficiem magis, in quam fluidum vorticis operaretur, quam massam.

III. Observationibus præterea Astronomicis repugnat. Nam, secundum eam sententiam, partes exteriores vorticis, magis a centro remotæ, citius

circumvolverentur; dum tamen Planetæ inferiores citius superioribus moventur.

IV. Imo vix possent Planetæ in orbitis aliis, quam circularibus, moveri, quæ reapse sunt ellipticæ. Saltem lineæ apsidum non possent, in diversorum Planetarum orbitis, diversam directionem habere: nedum Cometarum longissimæ adeo exspatiationes dari, vel quorundam motus ordini Zodiaci contrarii esse.

V. Porro, omnes Planetæ gyri deberent in vorticis solaris Æquatore, saltem in planis perpendicularibus in axem vorticis: ergo orbitæ illorum se mutuo, ut tamen fit, secare non possent.

VI. Neque ducit illa explicatio ad causam rei melius, quam ex attractione Newtoniana, explicandam: quo tamen argumento toties Cartesiani eam commendant. Quæritur causa gravitationis circa Solem; provocatur ad subtilem materiam a centro refugientem: unde hæc vis centrifuga oritur? eadem redit quæstio.

#### §. XXVIII.

Concesso etiam systemate hoc vorticoso; nec dum data explicatio phænomenis æstus marini congruit.

I. Sequeretur exinde, cum Luna est in loci meridiano, mare ibi fore depressum, altissimum vero, cum longissime inde abest. Sed contraria jam vidimus.

II. Supponit præterea in explicacione motus mensurui, minorem axem vorticis terrestris semper dirigi versus Solem; ita ut Luna propior sit Telluri in Syzygiis, quam in Quadraturis. Hoc autem non obtinet, nisi Luna sit simul in orbitæ parte perigæa: alioqui enim Luna Telluri in Quadraturis propior est. Constanter tamen observatur, æstus tempore Quadraturarum minores esse, quam in Syzygiis. Conf. de his argumentis STURMIUS, *Phys. elect. T. II. C. 3. p. 451.* BAYLE, *l. c. T. II. p. 465. Mem. de l'Acad. 1713. p. 364.* VOLTAIRE, *Elem. de la Phil. de Newton. p. 197.* ODÉ, *Princ. Phil. T. II. p. 65.* EULER, *Diss. cit. de flux. mar. C. I. §. 4.* BERNOULLI, *Traité sur le fl. & refl. de la Mer, p. 57.* VAN SWINDEN, *Diss. de Attract. §. 36—39.* DE LA LANDE, *L. XXII. §. 3383.*

#### §. XXIX.

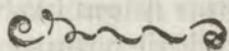
## §. XXIX.

Ultima sententia, accuratius examinanda, est KEPLERIANA vel NEWTONIANA. Sagacissimus KEPLERUS, quem recentioris theoriæ Astronomicæ parentem merito dixeris, cujus inventa & conjecturæ nondum satis demonstratæ prospero fato præclarum adfertorem nactæ sunt NEWTONUM, qui ea ad rigorem Mathematicum demonstravit, KEPLERUS inquam, cum aliis, Lunam, attractione sua, in Terra æstus maris procreare, dixit. Vid. Ejus *Epit. Astron.* p. 555. *Quid mirum, inquit, Lunam a Terra moveri, cum videamus vicissim, & Lunam transitu causare fluxum Oceani reciproce in Tellure. Et Introd.* p. 5. *Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas, aquæ marinæ omnes elevarentur, & in corpus Lunæ influerent.* Item p. 530. *Si quis dubitet, an magneticæ, hoc est, terrestres facultates in Cælo sint, an Terra, grave corpus, de loco in locum transponi possit a specie immateriata Solis; is Lunam intueatur, quam Terræ cognatam videt circumire, nullo substrato solido orbe. Valere vero ad inferendum motum species corporum mutuo commeantes, patet in eadem Luna, quæ per emissam speciem penes nos movet maria.* Nec tantum Lunam, sed & Solem, hic in censum venire, putavit. Non tamen pro inventore Systematis attractionis KEPLERUS haberi debet. COPERNICUS idem jam detexit: nam rotunditatem corporum cœlestium attribuit inclinationi variarum eorum partium, ut ad se invicem tendant; vid. *de Revolut.* L. IX. Nec penitus hoc ignorasse videntur ANAXAGORAS, DEMOCRITUS, EPICURUS, PLUTARCHUS, aliique. ARISTOTELES, quod omnino notabile, hinc adseruit sphæricam Telluris figuram, *de Cælo* L. II. C. 4. Inter recentiores idem statuerunt, ante NEWTONUM, celeberrimus BACON VERULAMIUS, HOOKIUS, HEVELIUS, aliique; vid. DE LA LANDE, *Connoissance des mouvemens celestes*, anno 1764. p. 211. KEPLERUS autem variis tropicis locutionibus suum systema involvit, nunc de virtute magnetica Lunæ locutus, nunc de animali respirante, quo nomine vocavit Tellurem. Nec tamen hinc vituperari merebatur ab H. FABRI *Phyf.* L. III. pr. 100. nam alibi aliter loquitur, nec proprie eum tale quid intellexisse, scripta ejus abunde docent. Hoc fuit fundamentum Philosophiæ Keplerianæ, cui postea alia superstruxit: nec modum, quo attrahantur corpora, se fatigasse,

gasse, narrat, *l. l. p. 555*. Pari modo, quo VERULAMIUS incertus quidem dicitur hæsisse de causa æstus marini proxima, quam tamen remotam esse Lunam, pro certo habuit. MORHOF, *Polyh. l. l. p. 364*.

## §. XXX.

Hiscæ detectis & explicatis a KEPLERO, immortalis NEWTONUS feliciter utebatur, ad Physicæ & Astronomiæ principia stabilienda; methodo, quæ hucdum omnes eruditos attonitos tenet, quamque sequi nemo dubitat. Hinc etiam omnium primus recte de æstibus marinis judicare docuit, singulari argumento ostendens, Lunam urgeri versus centrum Terræ, vi, quæ habita ratione distantiarum, cum gravitate corporum terrestrium plane congruat, & quali Terra cum Oceano suo etiam versus Lunam pariter urgeatur. Imo, quidquid de gravitate corporum terrestrium est dicendum, ad cœlestia applicuit, consentientibus phænomenis quibusvis. In omni quippe materia, ubicunque degat, attractionem inveniri, conclusit, quasi sit universalis omnium corporum proprietas; eamque certis regulis adstrinxit, quas omnes quidem hic proponere, suisque documentis probare, & ab objectionibus defendere, non licet. Quædam tamen de iis, quantum ad scopum meum requiritur, dicenda erunt. Conferri interim possunt, præter omnes fere hodiernos Physicos & Astronomos, NEWTONUS ipse, *Princ. Math.* WHISTON, *Præl. Phys. Math.* MACLAURIN, *Expos. Phil. Newt.* PEMBERTON, *Elemens de la Phil. de Newton*; DE LA LANDE, *Elem. de l'Astron.* præsertim *lib. XXII.* VAN SWINDEN, *Diff. de Attractione*; HENNERT, *Diff. Physiques & Mathematiques*; OOSTERDYK SCHACHT, *de Motibus Planetarum in orbitis ellipticis*. Adde in primis Dissertationes quatuor, de Æstu marino, anno 1740. ab Academia Parisina præmiis donatas.





## C A P U T III.

*Generalia de Attractione.*

## §. XXXI.

Quantum ergo ad materiem præsentem attinet, notemus breviter in antecessum, quomodo corpora cœlestia, secundum theoriam Newtonianam moveantur; hoc dein applicaturi ad motus Oceani.

## S E C T I O I.

*Motus Planetarum primariorum & secundariorum in orbitis suis.*

## §. XXXII.

Corporis alicujus motus in orbem est compositus; nec locum habere potest, nisi duplici saltem vi agatur. Motu enim uniformi semper in linea recta progredetur. Dum itaque Planeræ in orbitis aguntur circa Solem, apparet, eos continua vi ferri, quæ ipsos, sive trahat, sive premat, versus Solem; sed agi simul vi quadam centrifuga, qua continue a centro recedere conentur. Hinc, quicquid de vi centrali recentior Physica docet, ad motus Planetarum recte refertur. Confer s' GRAVESANDE, *El. Phys. Math. L. VI. C. II.* MUSSCHENBROEK, *l. I. T. I. C. 14. §. 513.* HENNERT, *Inst. Astron. p. 153. & 292.*

## §. XXXIII.

Vis hæc attractiva, quæ *gravitas* etiam appellatur, est, (ut NEWTONUS demonstravit,) in ratione reciproca quadrata distantiarum, quæ sunt inter Solem & Planetas. Quippe hoc sequebatur ex reperta a KEPLERO ratione, inter Planetarum tempora periodica & distantias a Sole: qua nempe temporum istorum quadrata inter se sunt, ut distantiarum harum cubi. Non attendit quidem ad leviores quasdam anomalias in motu Planetarum,

magna parte nullius fere momenti: alias autem, quæ ad calculum revocari poterant, & majores erant, examinavit.

## §. XXXIV.

Ex his autem observatis, & regula generali ante a se demonstrata, omni actioni æqualem esse reactionem, KEPLERUS conclusit, Planetas attrahi versus Solem, & quidem in ratione inversa materiæ: adeo ut gravitatio Telluris in Solem, sit ad Solis in Tellurem, ut materiæ quantitas in Sole ad quantitatem in Tellure.

Unde patet, hæc corpora necessario ad se invicem accedere debuisse, nisi ita mota fuissent, ut utrumque habeat vim centrifugam centripetæ æqualem; quod fit, si corpora hæc circa commune gravitatis centrum moveantur. Confer. s'GRAVESANDE, *l. l.* §. 235. BERNOULLI, *l. l.* p. 78. Hinc, cum Sol dicitur centrum, circa quod corpora cœlestia, quæ ad nostrum systema planetarium pertinent, gyraunt; id non ita pressè accipiendum, quasi revera centrum Solis cum centro motus, v. c. Telluris, conspiret. Non enim Soli perfecta quies assignari potest, sed æque, ac Tellus, movetur circa commune gravitatis centrum. Esto (Fig. II.) Sol LD/Q, circa quem Tellus mota esto in A. Motum suum hæc peragit circa Solem, non præcise circa Solis centrum B, sed circa centrum gravitatis commune G; quod parum quidem a Solis centro distare concipiatur, non tamen penitus cum eo congruit. Si, cum DE LA LANDE, *Astron.* §. 1398. & *Abregé de l'Astron.* p. 463. ponamus, Solis massam esse ad Telluris = 352802:1; tum, si AB representet distantiam centrorum Telluris & Solis, G centrum gravitatis commune, erit  $B:A = AG:BG$ ; ergo  $BG = \frac{1}{352802}$  distantia

Telluris a Sole. Ideo G adhuc profunde intra massam Solis. Nam, cum media distantia Solis a Tellure = 23993 semidiam. terrestribus, & semidiameter Solis ad eam Telluris = 111, 48 ad 1. distabit centrum gravitatis a centro Solis per 0, 068. semid. terr. & a superficie ejus per 111, 412 semid. terr. Ergo  $BG:GL = 0, 068:111, 412 = 1:1639$ . Ergo centrum gravitatis commnis est 1639<sup>ies</sup> proprius centro, quam superficie, Solis. Ideo Sol, si Tellus circa eum moveatur, non erit in perpetua quiete. Nam A representet iterum Tellurem, B Solem: dum Tellus ab A ad E procedit, Solis centrum vertetur circa centrum gravitatis, &, dum Tellus venit in E,

Solis

Solis centrum venit in H. Exempli loco sufficit Solem ita contulisse cum sola Terra.

§. XXXV.

Quod de Planetis primariis circa Solem motis constat, idem obtinet in Planetis secundariis, circa primarios motis. v. c. Luna movetur circa Tellurem, proprie tamen circa commune gravitatis centrum, quod a centro Telluris distabit tantum per 0, 845 semid. terr. si enim distantia media Telluris a Luna = 60 Semid. terr. massa vero Telluris ad massam Lunæ = 1 : 0, 01399 secundum DE LA LANDE, sive ut 71 : 1. distabit centrum gravitatis communis a centro Telluris per  $\frac{1}{71}$  distantia Lunæ a Tellure; ergo per 0, 845 semid. terr. & a superficie per 0, 155, eritque 5, 452 partibus superficiei propius, quam centro Terræ.

Talis autem differentia non penitus nulla est, & in computum Astronomorum venire deberet. Attamen motus circa certum aliquod corpus, & motus circa commune cum illo gravitatis centrum, inde non alteratur. Cum enim corpora circa commune gravitatis centrum æque describant ellipses, ac si circa corpus aliquod fixum moverentur, tuto hæc differentia negligi potest. Vid. NEWTON, *L. III. pr. 1.* WHISTON, *præf. Phys. L. XVII. pr. 28.* S'GRAVESANDE, *l. l. Lib. VI. C. 16. §. 4217.*

Ob dicta §. 33-35. constat, actionem, qua Terra Lunam in orbita Lunari retinet, esse, in quavis distantia hujus ab illa, in ratione inversa quadrata distantiarum. Evidentissime idem & eleganter probavit alio argumento NEWTONUS, quod, dum ubique fere occurrit, latius explicare non lubet: vid. NEWTON, *Princ. Math. L. III. pr. 4. Theor. 4.* S'GRAVESANDE, *l. l. §. 4077.* MUSSCHENBROEK, *Introduct. ad Phil. nat. T. I. p. 224.* HENNERT, *l. l. §. 292.*

§. XXXVI.

Hucdum consideravimus corpora cœlestia, quasi nulla alia vi agantur, quam qua versus centrum orbitæ suæ continue trahuntur. Aliæ tamen adhuc respectu Planetarum secundariorum sunt observandæ vires. Scilicet, dum Sol agit in Planetas primarios: eandem ob causam etiam in secundariis

darios agit. Hinc motus Planetarum secundariorum assidue turbatur, quia nunc Soli sunt propiores, nunc remotiores: quod diu Astronomos detinuit; neque ratio dari potest, nisi adsumto systemate Newtoniano. Pro scopo nostro id applicemus, ad turbationes in motu Lunæ varie ortas.

§. XXXVII.

Irregularitas primi generis est, quod Luna acceleretur, cum a Quadraturis ad Syzygias procedit; retardetur vero, cum a Syzygiis versus Quadraturas tendit. Sit (Fig. III.) S. Sol, T. Tellus, ALH. orbita lunaris, C & U loca Lunæ in Quadraturis; ad quem situm, æque fere Luna & Tellus a Sole distant. Si ergo Tellus constanter attrahitur a Sole, dum percurrit orbitam HTA; Luna debet æquali vi versus Solem tendere. Sed, quamprimum Luna progreditur a C ad L, alia erit rerum conditio, & Luna in motu suo accelerabitur. Nam, cum Luna est in F, vi tangentiali tenderet versus Q, per lineam FQ; attractio vero Telluris impedit, ne veniat in Q; sed retineatur in orbita, & veniat ad L: si nunc arcus FL sit parvus, æqualis haberi potest chordæ FL, & directio, qua Luna progreditur, potest resolvi in FE & EL. Attrahitur vero Luna a Sole in directione FS, quæ resolvitur in FG & FE; ergo Sol accelerat Lunam, quatenus procedit in directione FE, item in directione EL. Hinc citius Luna ab A ad L, sive a Quadratura ad Syzygiam tendit, quam, seposito Sole, tetendisset.

Si autem Luna pervenit ad L, & procedit ad U, continua actione Solis retardatur. Sit Luna in N, tum tendit versus U, & procedit in arcu NU; qui dum parvus esse concipitur, æqualis ferme est chordæ NU. Hæc directio resolvitur in NP & PU: Sol autem agit in N directione NS, quæ resolvitur in NO & NW. Quatenus Luna a P ad U tendit, Sol eam retrahit versus O, sive a P ad T; & dum Luna tendit ab N ad P, Sol eam retrahit versus W: unde duplici modo Sol retardat motum Lunæ.

§. XXXVIII.

Similiter quando Luna a Quadratura U ad Syzygiam I tendit, actione Solis iterum acceleratur in suo motu. Sit enim Luna in K, tendat versus I; procedet directione KI, quæ resolvatur in KZ & ZI. Sol vero eam attrahit

hit in directione  $KS$ , quæ resolvatur in  $KZ$  &  $KY$ . Dum Luna tendit versus  $Z$ , directione  $KZ$ , Sol eam adjuvat; atqui altera directione, qua Luna a  $Z$  ad  $l$  progredi conatur, Sol, qui eam trahit versus  $S$ , ejus motui resistere, eumque ideo retardare videtur. Attamen, ut experientia contrarium docet, sic etiam a priori ratiocinium. Si enim Luna in omni orbitæ parte a Sole æqualiter traheretur, sive eadem vi, qua ipsa Tellus; hinc in orbita lunari nulla esset alteratio per Solem, sed æquabiliter circa Terram moveretur, motu scilicet composito, ex proprio Lunæ circa Terram, & actione Solis in totum quasi planum orbitæ lunaris. Quemadmodum vero nunc Sol aliquanto magis in Lunam agit, quando propinquior est, in conjunctione  $L$ , & quidem  $\frac{1}{190}$  actionis totius solaris in Tellurem, sive in ipsam Lunam in Quadraturis; ita e contrario tantundem Sol dimittet Lunam in Oppositione sive  $l$ . id est, tanto minus Sol eam ibi trahet, quam in distantia media, & tanto magis Luna a  $Z$  dirigitur versus  $l$ . Unde sequitur, Lunam revera versus Syzygiam,  $l$ . id est, versus Oppositionem, accelerari.

Tandem sit Luna in  $M$ , tendat ad  $C$  directione  $MC$ , quæ resolvi potest in  $DC$  &  $MD$ ; gravitatio Lunæ in Solem in hoc loco est in directione  $MS$ , quæ resolvitur in  $Mn$  &  $MR$ . Luna conatur procedere in directione  $DC$ , Sol vero, dum retrahit versus  $T$ , ei motui resistit, & retardat. Quod ad motum per  $MD$ , Sol agens in directione  $MR$ , ei congruere, quidem, & accelerare videtur. Nihilominus, ob modo dicta, Sol adhuc magis attrahit Tellurem, quam Lunam, & actio ejus in Lunam adhuc debilior est, quam in distantia media; & sic tantominus Lunam urget versus Quadraturam, quanto magis, postquam transiverit per Quadraturam, ad æquale ab hac intervallum Lunam urgebit versus  $L$ . Adeoque revera, respectu istius etiam directionis, Lunæ motus retardatur. Conf. DE LA LANDE, *Astron.* §. 3434. & 3481. S'GRAVESANDE, *L. VI. C. 16.* HENNERT, *Astron.* §. 295.

§. XXXIX.

Videamus nunc quid Sol in Lunam operetur, quando hæc in ipsis est Syzygiis vel Quadraturis. Sit Sol in  $S$ , Tellus in  $T$ , Luna in  $C$ : tum gravitabit Luna in Solem vi exprimenda per lineam  $CS$ , sed quæ potest

resolvi in  $CT & CB = TS$ . Gravitatione per  $TS$  vel  $CB$  conabitur Luna accedere ad Solem, eodem modo ac per  $TS$  Tellus in Solem gravitat. Sed, vi Solis per lineam  $CT$  agente, augetur gravitatio Lunæ in Tellurem. Manente ergo  $TS$ , minus vel majus erit illud augmentum, si minor vel major fiat linea  $CT$ . Jam Solis actio per  $TS$ , in Lunam & Tellurem æqualis, si illa semper eadem esset, non impediret, quominus a Luna area temporibus proportionales circa Terram describerentur. Sed illud augmentum, quia neutiquam sequitur rationem inversam quadratam distantiae Lunæ a Terra, componit, cum vi Telluris, vim ab illa proportione aberrantem. Vis autem Solis per  $TS$  constans non est, sed ipsa varie turbat motum Lunæ. Si enim fiat  $TS$  major, erit minor  $CT$  respectu  $TS$ : ideo, licet non mutaretur vis, qua Tellus & Luna versus Solem gravitant; augmentum tamen, de quo agimus, tunc mutaretur. Atqui nec vis gravitatis ipsa manet eadem, quando non eadem Solis est distantia. Si nunc  $CT & TS$  sint distantiae mediæ, est augmentum memoratum ad gravitationem Lunæ vel

Telluris in Solem, ut  $CT : TS = \frac{CT}{TS}$ . Est autem, secundum theoriam Virium Centralium, gravitatio Lunæ in Tellurem ad gravitatem alterutrius versus Solem, directe ut distantiae  $CT$  &  $TS$ , & vicissim ut quadratum temporis periodici Terræ circa Solem, quod dicimus  $a$ , ad quadratum temporis periodici Lunæ circa Tellurem, quod dicimus  $b$ . Sic erit gravitatio Lunæ in Tellurem  $\frac{CT \times a}{TS \times b}$ . Ergo augmentum gravitatis Lunæ in  $C$  per So-

lem est, ad gravitatem Lunæ ibidem in Tellurem  $= \frac{CT}{TS} : \frac{CT \times a}{TS \times b} = 1 : \frac{a}{b} = b : a$ . Sed  $b = (27d. + 27h. + 43')^2$  &  $a = (365d. + 6h. + 9')^2$ . Augmentum itaque memoratum est ad gravitationem Lunæ in Tellurem  $= (39343')^2 : (4525969')^2 = 1 : 178,727$ . Vid. NEWTON, *Princ. Math. L. I. pr. 66.* MACLAURIN, *Expositio Phil. Newt. L. III. C. 4. LULOFFS, l.l. §. 99.*

## §. XL.

In Syzygiis actio Solis minuitur gravitatio Lunæ in Terram. Demonstratio facilis est. Nam in Novilunio vires, quibus Sol attrahit Lunam,

sunt

sunt ad vires, quibus Sol attrahit Tellurem, =  $ST^2 : SL^2$ , differentia horum quadratorum est =  $ST^2 - SL^2$ . Ergo differentia virium, quibus Sol trahit Lunam, & quibus trahit Tellurem, est ad vires, quibus Sol attrahit Tellurem, ut  $ST^2 - SL^2 : SL^2$ , sive, ut  $2LT$  ad  $SL = Ll$  ad  $SL$ : quia differentia duorum quadratorum, est ad quadrata, ut duplum differentiae radicem, ad alterutram radicem, quoties agitur de radicibus magnis & parum inter se differentibus. Hinc  $Ll$  representabit vim turbantem Solis in Lunam. Si sit Plenilunium, tum vires Solis in Lunam sunt, ad vires Solis in Tellurem, ut  $ST^2 : SL^2$ ; unde iterum differentia  $2lT = Ll$ . Sic vero differentia linearum  $LT$ ,  $lT$ , nulla ponitur, & effectus Solis in Novilunio & Plenilunio, ad dimovendam Lunam a Tellure, fere æquales sunt. Est tamen aliqua differentia: nam vires in  $L$  &  $T$  magis differunt, quam in  $T$  &  $l$ , utpote inverse ut quadrata distantiarum: v. c.  $59^2$  &  $60^2$  minus differunt, quam  $60^2$  &  $61^2$ . Ut ergo noscamus, quantum differant vires Solis in Lunam, cum est Plenilunium, & cum est Novilunium, ad vires Solis in utraque hac positione attendere oportet.

§. X L I.

In Novilunio, posito  $TL = b$ ,  $ST = a$ . Si Luna est in  $L$ , vires Solis respectu Lunæ erunt  $\frac{S}{(a-b)^2}$ , respectu Telluris  $\frac{S}{a^2}$ ; hinc vis turbans Solis =  $\frac{S}{(a-b)^2} - \frac{S}{a^2} = \frac{2S \times b}{a^3 - 2a^2b}$  omisso scilicet  $b^2$  nimis parvo, quam ut in computum veniat. Vis Telluris in Lunam est  $\frac{T}{b^2}$ . Hinc vis perturbatrix Solis ad vim Telluris in Lunam =  $\frac{2Sb}{a^3 - 2a^2b} : \frac{T}{b^2} = \frac{2S}{a^3 - 2a^2b} : \frac{T}{b^3}$ . si ponamus cum DE LA LANDE, *Astr.* §. 1398.  $S:T = 352802:1$ .  $ST = a = 23998$  Semid. Terr. item, Lunam in minima distantia a Tellure, sive  $b = TL = 58$  Semid. Terr. erit  $ST:TL = 413,7:1$ . Hinc vis perturbatrix Solis, ad vim Terræ attrahentis Lunam =  $1:99,87$ .

In Plenilunio vero, cum Luna est in  $l$ , vis perturbatrix Solis ad vim Telluris in Lunam erit =  $\frac{S \ 2 \ b}{a^3 + 2a^2b} : \frac{T}{b^2} = \frac{2S}{a^3 + 2a^2b} : \frac{T}{b^3} = 1:100,83$ .

Ergo

Ergo differentia inter vim Solis perturbatricem tempore Novilunii & Plenilunii = 99, 87: 100, 83. Si autem ponamus Lunam esse in maxima a Tellure distantia = 61 Semid. Terr. differentia harum virium erit = 85, 9: 86, 5. CL. HENNERT, secundum alium computum, si Luna distet 60 Semid. Terr. invenit, has vires esse inter se = 96:97: & si distet 61 Semid. = 83, 5:84. Vid. *Astron.* §. 293. *seqq.*

## §. XLII.

Jam in Quadraturis, secundum §. XXXIX, CT notat vim Solis turbatricem. In Plenilunio vero secundum §. XL. designata hæc fuit per lineam IL, quæ dupla est lineæ CT. Hinc concludimus, vim, quæ diminuit gravitatem in Syzygiis, esse duplam ejus, quæ hanc auget in Quadraturis. Vid. NEWTON, *L. I. pr. 66. Cor. 7.* s'GRAVESANDE, *L. VI. C. 16. §. 4230.* MACLAURIN, *Expositio Phil. Newt. L. III. C. 4.* DE LA LANDE, *Astron. L. XXII. §. 3478.*

## §. XLIII.

Alius effectus Solis in Lunam est, quo orbitam hujus Planetæ magis convexam reddit in Quadraturis; contra, in Oppositione & Conjunctione curvitas minor est. Hinc sequitur, Lunam minus a Tellure distare in Syzygiis, quam in Quadraturis: quod denno mirum appareat, cum viderimus, in Syzygiis minus eam a Tellure attrahi, quam in Quadraturis. Sed difficultas tollitur, si consideres, quo curvitas orbitæ lunaris minor est, quemadmodum fit in Syzygiis, eo minus Lunam a recta linea, quam sine actione Telluris percurrisset, deflecti debere: in Quadraturis contra minus impedita Telluris actio viam Lunæ in curvaturam majorem inflectit. Idem docet radii vectoris tanto minor futura longitudo, quo Luna celerius progreditur: atqui hoc fit in Syzygiis, dum tardius in Quadraturis movetur, §. XXXVIII. Secundum calculum NEWTONI distantia Lunæ a Tellure in Syzygiis, est ad eam in Quadraturis = 69:70. Secundum HALLEJUM vero = 44½:45½. Conf. MACLAURIN, *Diss. de fl. & refl. mar. p. 225.* & in *Expos. Phil. Newt. l. c. §. 5.*

## §. XLIV.



## §. XLIV.

Omnes hæ irregularitates modo dictæ augentur vel minuuntur pro majori minorive distantia Solis a Tellure. Vidimus jam aliquod specimen §. XXXIX. Ipsa illa varia distantia alium adhuc effectum in motu Lunæ producit, ut scilicet ipsa hujus orbita reddatur in minori Solis distantia major, quam in majori. Vidimus enim, §. XLII. vim, qua Sol dimiuit actionem Telluris in Lunam in Syzygiis, esse duplam ejus, quæ hanc auget in in Quadraturis. Ista vero diminutio major est, quando, in minore distantia, Solis major vis est.

## §. XLV.

Sed potentius momentum ne fileamus, quod in ipsa orbitæ lunaris figura residet, quam hætenus, facilitatis ergo, quasi circulem repræsentavimus. Luna movetur in ellipfi, vel saltem in orbita, quam, inter varias licet motiones apsidum, ad ellipsin, evidentiæ gratia, Astronomi reduxere. In hujus alterutro foco Terra est constituta. Hac ipsa de causâ, non semper eadem erit distantia Lunæ a Tellure; sed magis Luna distabit in apogæo, minus in perigæo: quæ differentia in calculis Astronomicis haud negligitur; sunt enim illæ distantie inter se = 1889:1953. Locus interim apogæi, item perigæi, non semper idem est; ut §. XVII. obiter monuimus. Vid. NEWTON, l.l. KEILL, *Introd. ad Astron. Lect. X.* DE LAHIRE, *Tabul. Astron. s'GRAVESANDE, l.l. L. VI. C. 16.* DE LA LANDE, *L. XXII.*

## §. XLVI.

Imo & inde novæ oriuntur anomalie, quod Lunæ orbita non est in eodem plano, in quo Tellus movetur; sed eclipticam secat, adeoque Luna suam latitudinem mutat. Unde omnes ante dictæ ex Solis actione alterationes motus Lunaris denuo variare debent, prout Luna in orbitæ tam ellipticæ vario loco versatur: earumque effectus tot diversitatibus assidue subjiciuntur, ut mirum non sit, in admirabili communis gravitationis & constanti lege, observationem Lunæ, præ omni alio sidere, Astronomorum celebriorum ab ævo crucem fuisse. Varians autem sic Lunæ a Tellure distantia, in explicando Æstu marino, nobis insignis erit momenti. Quia

tamen paucis tantum pedibus Luna, si proxima sit Telluri, mare elevat, quæ etiam variat elevatio per causas accidentales; accuratius ea, quæ diximus, computare opus non est.

## §. XLVII.

Si dicta §. XXXIV. de centro gravitatis Telluri applicentur circa Solem motæ, quæ circa se habet revolventem Lunam; tum, per Lunæ actionem in Tellurem, magna in ipso hujus motu alteratio invenietur, Tellusque orbitam non ellipticam, sed irregularem, describet. Sit (Fig. IV.) FTDRA pars orbitæ, quam Terra circa Solem percurrit, eodem tempore, quo Luna integram lunationem absolvit: dividamus hanc in 4 partes. In puncto F sit Plenilunium; dum Luna est in Oppositione ad Solem, proprie Tellus non erit in F, sed centrum communis gravitatis, & Tellus erit in M. In Quadratura dein, dum centrum gravitatis est in T, Luna est in P, Tellus in E. In Novilunio dum centrum gravitatis est in D, Luna est in L, Tellus in I. &c. Hinc Tellus movebitur in curva MEIHG, quæ in singulis lunationibus bis inflectitur. Ipsa hæc irregularitas variabit, ut facile patet, tum pro diversa distantia Solis, tum pro omnibus dictis Lunæ anomaliis, quibus magis minusve a centro Telluris removetur. Vid. s'GRAVESANDE, l. l. §. 4214.

## S E C T I O II.

*Lunæ & Solis actio in mutanda maris figura.*

## §. XLVIII.

Cum Sol & Luna, ut vidimus, attractione agant in Terram, accuratius expendamus, quænam illorum vis sit in Oceanum. In quem finem generatim effectum attractionis notemus, qua corpus aliquod a distante alio afficiatur. Corporis illius figura nunquam per attractionem mutabitur, si totum quantum sit solidum, & omnes ejus partes firmiter inter se cohæreant; sed unice, si partes ejus attractioni cedere queant, id est, si partim vel totum fluidum sit. Fingamus ergo, Tellurem, sive totam, sive parte quadam sui, aqueam esse; quod eodem fere recidit: conf. s'GRAVESANDE, l. l. §. 4315.

&

& 4376. LULOFS, l. l. §. 390. Duas sic inveniemus diversas rationes, quæ mutant figuram Telluris; quas breviter proponemus.

§. XLIX.

Sit S Astrum attrahens Tellurem ALHl, (Fig. III.) cujus centrum sit T; fumatur in superficie Telluris locus aliquis, qui attrahatur, v. c. F. Ab F ducatur linea FS, quæ demonstret vim, qua Astrum in locum F agit; hæc resolvatur in FE, (perpendicularem lineæ Ll,) & FG = ES. Vis, quæ per FE agit, trahit corpora in F posita versus Ll diametrum Telluris; & similiter omnia corpora in hemisphærio CLU, item in opposito C/U: unde, ob majorem gravitationem partium versus lL, lineæ FE, CT, Mn, minuentur; & Tellus a forma circulari ad ellipsoideam deflectetur.

§. L.

Si Tellus non haberet vim centrifugam, attractione incideret in S: sed vi centrifuga, ne tale quid fiat, cautum est. Hæc vis eadem est in omnibus partibus Telluris; cui itaque attractio versus S, in totam Tellurem agens, si generatim & actione media æstimetur, æqualis esse debet. Reapse tamen utraq; illæ vires non invicem pro quavis Terræ parte æquales sunt, sed vis trahens est major in partibus puncto S propioribus, & quidem in ratione inverfa quadrata distantiarum. Ergo in sola parte Terræ media, sive CU, vires illæ sunt æquales. Quævis autem particula inter T & L magis trahitur versus S, quam pro actione media puncti S in Terram: quod augmentum actionis, utpote opposita directione operans, in hoc hemisphærio gravitationem partium versus ipsum Terræ centrum minuit. Contra, partes alterius hemisphærii, inter T & l debilius ab S trahuntur, quam pro hujus actione media, sive quam partes in CU. Unde non quidem repelluntur, (ut quidam dicunt,) ab S, nec relaxantur proprie ab ipsa massa Telluris; sed destituuntur aliqua parte communis tractionis Telluris totius versus S, sive tantundem relaxantur ab S versus l, quantum partes hemisphærii prioris versus S, adcoque versus L tractæ fuerant. Diminuitur itaque gravitatio partium omnium, quæ sunt in linea Ll, per actionem Astri, in directione SL operantis in Terram; dum gravitas ea aucta fuit per

D 2 actio-

actionem Aſtri in linea CU, §. XLIX. Denuo itaque Telluris ſuperficies, quatenus ſequax eſt ad actiones dictas, a circulari ad ellipſoideam redigitur. Dum nempe, utraque alterante operatione Aſtri S, partes Telluris non amplius æquilibrium invicem faciunt in figura perfecte circulari; æquilibrium id reſtituitur producendo  $Ll$ , & minuendo  $CU$ , donec pondus aquæ in columnis  $TL$  &  $lT$ , ſit æquale ponderi ejus in  $CT$  &  $TU$ . Confer. s'GRAVESANDE, *El. Phyſ.* L. VI. C. 17. *Schol.* 2. PEMBERTON, *El. de la Phil. de Newt.* L. II. C. 6. EULER, *Diff. cit.* Cap. I. BERNOULLI, *Diff. cit.* p. 61. HENNERT, *El. Aſtron.* p. 174.

## §. L I.

Alterationes, quas modo propoſui, ſingulæ quidem parvæ ſunt, ob parvitatem lineæ  $EF$  reſpectu lineæ  $ES$ , & parvam relationem inter gravitationem puncti  $F$  verſus  $S$ , & verſus centrum Telluris: conjunctæ tamen ſunt majores. Poſſeſt etiam negligi differentia, quæ obtinebit inter duo hemiſphæria  $CLU$  &  $ClU$ : dum, ſi exacte loqui velimus, effectus aliquanto eſt major in priore, quam in poſteriore, ob minorem diſtantiam.

Quod autem hic de operatione Aſtri  $S$  diximus, idem tum ad Solem ſimul & Lunam, tum ad alterutrum applicari poterit.

## §. L I I.

Fiat jam  $ST = a$ ,  $TL = CT = b$ ; vis, qua Aſtrum  $S$  gravitatem puncti  $C$  auget,  $= x$ ; vis, qua eam in  $L$  minuit,  $= y$ ; & vis, qua centrum Telluris in  $S$  gravitat,  $= c$ . Tum erit  $x : c = b : a$ ; adeoque  $x = \frac{bc}{a}$ .

Sed, ſecundum §. L.  $y : c = a^2 - b^2 : a$ . Sive etiam  $y : c = 2b : a$  quia, ut ſupra §. XL. agitur de quadratis magnis, quorum radices parum differunt; quorum ideo differentiæ ſunt ad alterutrum quadratum, ut duplum differentiæ radicum ad alterutram radicem. Ergo  $y = \frac{2bc}{a}$ . Hinc vis, quæ minuit gravitatem, eſt duplum ejus, quæ eam auget. Si autem ponamus  $c = \frac{1}{a^2}$ , accipiemus  $x = \frac{b}{a^3}$ , &  $y = \frac{2b}{a^3}$ . Sed  $b$  eſt conſtans, hinc  $x = \frac{1}{a^3}$ , &  $y = \frac{2}{a^3}$ . Unde ſequitur, vires Aſtri, gravitatem corporum,

tum

tum augentes, tum minuentes, esse in ratione inversa cubica distantiarum. Vid. EULER, *l. l.* §. 239.

§. LIII.

Quæramus nunc, quantæ sint vires, primum quidem Solis, dein etiam Lutiæ, in mutanda Telluris figura. Secundum §. XLI. massa Solis est ad massam Terræ = 352802:1, distantia ST = 23998 semid. terr. Itaque  $y$ , seu vis, quæ gravitatem minuit, erit =  $\frac{705604}{(23998)^3}$ ; &  $x$  seu vis, quæ eam au-

get, =  $\frac{352802}{(23998)^3}$ . Ideo, dum vis gravitatis in Tellurem = 1; erit vis

Solis hanc gravitatem minuens =  $\frac{1}{19586828}$ ; e contrario gravitatem au-

gens =  $\frac{1}{39173656}$ . Jam vero gravitas partium sub Æquatore minuitur  $\frac{1}{289}$ .

Quod hinc patet, quia per dimensiones factas noscitur, intra 1 minutum secundum temporis, corpus aliquod in Æquatore terrestri positum describere arcum pedum 1433,46, cujus sinus versus, sive effectus vis centrifugæ intra istud tempus, est 7,54064 lin. Adeoque vis centrifuga corporum in Æquatore, per Terræ motum diurnum, est ad vim gravitatis, qua corpora Lutiæ descendere deprehensa sunt, ut 7,540 ad 2174. demonstrante NEWTONO, *Princ. Math. L. III. pr. 19.* Vis autem centrifuga corporum in Æquatore Terræ, est ad vim centrifugam, qua corpora directe tendunt a Terræ centro in latitudine Lutiæ, ad 48 gr. 50'. 10". in duplicata ratione radii ad sinum complementi latitudinis illius, id est, ut 7,540 ad 3,267. Hinc, si Tellus non haberet motum diurnum, gravia delapsa Lutiæ, ubi percurrunt in uno secundo minuto 15 ped. 1. dig. 2, 18 lin. percurrerent ibidem 15 ped. 1 dig. 5,44. lin. Paris.: sed 7,540 lin.: 15 ped. 1 dig. 5,44. lin. = 1:289. vid. LULOFS, *l. l. p. 277.* CAVALLERI, *l. l. p. 18.* Alium tamen computum sequitur WHISTON, & ponit hanc rationem = 1:291. Quum autem mare sub Æquatore continue pedibus Rhenol. 114408 altius sit, quam sub polo; (conf. S'GRAVESANDE, §. 4322. LULOFS, *l. l.* §. 310.) hinc  $y$ , sive vis Solis gravitatem terrestrem minuens, poterit defini-

niri, quæ scilicet est ad vim centrifugam partium terrestrium sub Æquatore, ut  $\frac{1}{19586828} : \frac{1}{289}$ . Erit ergo  $\frac{1}{289} : 114408 = \frac{1}{19586828} : y$ . Ideoque  $y$  efficiet, ut mare in L & l circiter 1 ped. 8 dig.  $3\frac{1}{2}$  lin. Rhenol. eleve-  
tur. Sed vis minuens gravitatem, est ad vim augmentem = 2 : 1. Itaque  
per vim  $x$  aqua in C & U deprimitur 10 dig.  $1\frac{1}{2}$  lin. differentia erit  
2 ped. 6 dig. 5 lin. Cl. LULOFS alium computum sequens, dedit pro  $y$   
1 ped. 11. dig. EULER, *l. l. C. IV. §. 15.* invenit 1 ped. 11 dig. 3 lin.  
Conf. WHISTON, *l. l. p. 316.* HENNERT, *El. Astr. p. 176.*

## §. L I V.

Examinemus & vires Lunæ; in quibus computandis cavendum est, ne  
circulum in argumentando committamus: nam directe ex massa Lunæ argu-  
mentari non licet, quia hæc ipsa ex æstu maris noscitur. Conf. DE LA  
LANDE, *Astron. L. XXII. §. 3413.* Duplex potissimum est methodus  
inveniendi vires Lunæ in maria attollenda. Prior petitur ex altitudine  
æstum, diverso tempore, eodem in loco, conspicuorum; unde proportio  
petitur inter vires Solis cognitæ & vires Lunæ. Exemplum sumit III.  
NEWTON, *Princ. Phil. Math. L. III. p. 37.* ab ostio fluvii Avonæ,  
prope Bristoliam: ubi, tempore autumnali, aqua in Novilunio surgit  
ad 45 ped., in Quadraturis ad 25, qui æstus sunt inter se = 9 : 5. Sic  
Plimuthi duo illi æstus sunt inter se = 41 : 21. quod fere eodem redit.  
Atqui æstus illi priores in Syzygiis fiunt, conjunctis Solis & Lunæ viribus;  
posteriores in Quadraturis, per earum differentiam. Hinc, posito L pro vi  
Lunæ, S pro vi solis, erit  $L + S : L - S = 9 : 5$ ; unde vires Lunæ =  $3\frac{1}{2}$  vi-  
ribus Solis. Facillime, hac methodo, ex cognita vi Solis, computari posset  
vis Lunæ. Sed multæ anomalix hunc calculum minus certum reddunt:  
quia v. c. æstus maximus & minimus non in ipsas Syzygias, & Quadraturas;  
sed 2 vel 3 dies postea, incidit; nec Luna semper est in meridiano loci,  
in quo æstus observatur, dum est in Syzygiis vel Quadraturis; Luna præter-  
ea propior est Telluri in Syzygiis, quam Quadraturis; unde vis ejus in  
Quadraturis etiam minor est. Hinc quam plurimi pro generali regula po-  
suere vires Solis ad Lunares = 1 : 4, 4815. ut Cl. s'GRAVESANDE,  
*l. l. §. 4493*; nec multum ipse discrepat NEWTONUS, *L. III. pr. 36.*  
Secun-

Secundum hunc calculum, Sole elevante aquas 1 ped. 8 dig.  $3\frac{1}{2}$  lin. Paris. Luna eas elevabit 7 ped. 6 dig 9 lin, & vi amborum Astrorum aquæ elevabuntur 9 ped. 3 dig. NEWTONUS autem, ponens, vi Solis aquas marinas elevari 1 ped.  $11\frac{1}{3}$  dig. invenit, eadem hac methodo, Lunam eas elevare 8 ped.  $7\frac{5}{2}$  dig. Illa autem quæ ita NEWTONUS observavit, non ubique locum habent. Cl. enim BERNOULLI, *l. l. L. IV. §. 10. p. 113.* refert, ad Fanum *S. Macloyii*, (*St. Malo*,) æstus Syzygiarum esse 50 ped. Quadraturarum 15. Quæ differentia, aliæque rationes, partim in Astris ipsis, partim extra ea, obtinentes, quæ hic in errorem inducere possunt, satis indicant, methodum hanc non satis accuratam esse: præterquam quod æstus speciem oscillationum faciant, quæ semper aliquo modo a præcedentibus oscillationibus afficiuntur. Interim e recentioribus DE LA LANDE eadem hac methodo, usus observationibus in portu Gallico dicto *Calais* factis, invenit, actionem Lunæ esse ad eam Solis, = 3:1; quem calculum etiam sequitur. Vid. *Mem. de l'Acad. 1772. p. 318.*

§. L V.

His de causis, alio modo vim Lunæ determinare conatur BERNOULLI, attendendo ad differentiam inter transitum Lunæ per meridianum, & horam maximi æstus. Observat scilicet, altum mare non semper mox dari, quam primum Luna per meridianum transit; omnino tamen, quando Luna est in Syzygiis, vel Quadraturis, dummodo dematur retardatio ex inertia aquæ orta; de qua re Cap. sequenti plura. Postridie vero post Syzygias, observat, Lunæ a Sole distantiam esse circiter  $13^\circ$ , qui fere 50 minutis temporis respondent: ergo, si æstus iterum eodem modo sequeretur Lunam, 50 min. tardius obtineret. Id vero non obtinet; nam tantum 35 min. tardius, quam præcedente die, venit: & sic dirigitur altum mare ad punctum, quod a Sole distat  $\frac{35}{50}$ , & a Luna  $\frac{15}{50}$ . Unde deduci debet, vim Lunæ ad eam Solis esse = 35:15, sive ut  $2\frac{1}{3}$  ad 1. Licet ipse BERNOULLI, qua de causa nescio, hanc rationem ponat =  $2\frac{1}{2}$ :1. Si v. c. (Fig. V.) Sol incumbat puncto S, Luna puncto L, F sit punctum æstus maximi,

SF

$SF$  fit = 35 minutis temporis,  $LF = 15'$ ; facile est probare, distantias horum duorum luminarium ab  $F$ , esse in ratione inversa virium Lunæ & Solis; id est,  $LF$  esse ad  $SF$ , ut vim Solis ad vim Lunæ. Hunc in finem rationem, quæ obtinet inter vires Solis & Lunæ, dicamus  $m$ ; tum altitudo in  $F$  erit =  $\text{Cof. } SF^2 + m \text{ Cof. } FL^2$ . Nam magnitudo æstus, in dato loco, super aquas depressas, est ut quadratum cosinus anguli horarii, ut postea demonstrabitur. Jam vero  $\text{Cof. } SF^2 + m \text{ Cof. } FL^2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{Cof. } 2 SF + \frac{m}{2} + \frac{m}{2} \text{Cof. } 2 FL$ , cum enim (Fig. II.)  $BF = \frac{BT \times PB}{BK}$  &  $RF = \frac{KT \times PQ}{BK}$  erit  $BR = \frac{BT \times PB - KT \times PQ}{BK}$ . Si autem arcus  $QK = KI$  &  $IK = P$ ,  $QK = Q$ ; erit  $\text{Cof. } (P + Q) = \text{Cof. } 2 P = \frac{\text{Cof. } P \times \text{Cof. } Q - \text{Sin. } P \times \text{Sin. } Q}{R}$ .  $\frac{\text{Cof. } 2 P - \text{Sin. } 2 P}{R}$  sed  $\text{Sin. } 2 = R^2 - \text{Cof. } 2$ ; hinc  $\text{Cof. } 2 P = \frac{\text{Cof. } P - R^2 + \text{Cof. } 2 P}{R}$ , &  $\text{Cof. } 2 P \times R = \text{Cof. } 2 P + \text{Cof. } 2 P - R^2$  & si radius = 1.  $\text{Cof. } 2 P = \text{Cof. } 2 P + \text{Cof. } 2 P - 1$ . Unde  $1 + \text{Cof. } 2 P = 2 \text{Cof. } 2 P$ , sive  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{Cof. } 2 P = \text{Cof. } 2 P$  unde (Fig. V.)  $\text{Cof. } SF^2 + m \text{Cof. } FL^2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{Cof. } 2 SF + \frac{m}{2} + \frac{m}{2} \text{Cof. } 2 FL$ . Quævis autem quantitas, quæ ad maximum suum, (ut dicitur,) venit, & amplius augeri nequit, differentialem habet = 0; quod & hic obtinet, nam, in hoc Astrorum positu, aqua ad maximam altitudinem venit in  $F$ . Hinc  $\text{Sin. } 2 SF \times d. SF + m \text{Sin. } 2 FL \times d. FL = 0$ , &  $\text{Sin. } 2 SF \times d. SF = -m \text{Sin. } 2 FL \times d. FL$ . sed  $d. SF = -d. FL$ , nam  $SF$  tantum augetur, quantum  $LF$  minuitur. Hinc  $\text{Sin. } 2 SF = m \text{Sin. } 2 FL$ ; sed in arcibus parvis sinus sunt proportionales arcibus: ergo  $SF = m FL$ . Confer. DE LA LANDE, L. XXII. §. 3596.

## §. LVI.

Examinatis jam seorsum Solis & Lunæ viribus in mare, phænomena æstus marini singulatim inde explicare liceret; nisi distinctius prodesse expedire, quid mare ab ipso globo terraqueo patiat. Consideravimus scil.

sectio-



Sectione præcedenti, actionem Solis in Lunam, circa Terram, quam evidentia gratia immobilem ponebamus, revolutam. Illud ratiocinium hac Sectione applicuimus ad actionem Lunæ & Solis, in Tellurem & hujus aquas. Forte hinc cuiquam suspicio incideret, nos male ratiocinari: quia nec Terra est immobilis, sed circa axem intra 24 horas volvitur; neque Oceanus a reliqua Telluris massa, ut Luna quidem a Tellure, separatus est. Quæ suspicio quoque ut tollatur, duas hypotheses breviter examinemus: &

I. Fingamus, aquam marinam, proprio motu, quasi a reliquo globo secretam, eadem tamen gravitate pressam, ita circumagi, ut semidiametro terrestri pergat distare a centro sui motus. Ita (Fig. III.) consideravimus partes C & L, &c. tanquam a centro T certo intervallo remotas & in illud gravitantes: sicuti Luna ambit Tellurem; a qua tamen distat.

II. Fingamus, easdem aquas non circumagi, sed Lunam tantummodo in periodo menstrua varium circa illas situm capere.

#### §. L V I I.

Quod ad primam hypothesin, si revocemus, quæ Sectione præcedenti dicta sunt de gravitatione Lunæ in Terram, variata per attractionem Solis; mox conspicuum fiet, mare, vel corpus quodcumque a Telluris centro distans per semidiametrum, magis accessurum esse ad illud centrum sui motus, cum est in Syzygiis, id est Conjunctione sua cum Astro trahente, vel in Oppositione, quam cum est in Quadraturis, seu loco intermedio inter duos præcedentes. Ita scil. vidimus, rem se habere in gyro Lunæ circa Tellurem, §. LXIII. quod tamen pro corpore, per unam semidiametrum terrestrem remoto a centro, maximam differentiam daret non nisi  $4\frac{1}{2}$  pedum, secundum PEMBERTON, *Elem. de la Phil. de Newton. L. II. C. 6. p. 348.*

Mare itaque sic maxime depressum foret infra Lunam. Tale corpus interea deberet revolvi intra  $1\frac{1}{2}$  horas, vel potius intra 1 h, 25', 39". Nam temporum periodicorum quadrata sunt, ut cubi distantiarum: qui cum sint inter istam aquam & Lunam, ut 1:216000; hinc tempora periodica essent ut 1:464,77. Est vero tempus periodicum Lunæ circiter 27 d. 7 h. 43'. 4": ergo tempus periodicum aquæ illius, per semidiametrum distantis, esset circiter 1 hor. 25'. 39".

## §. LVIII.

Quod ad secundam hypothesin, ex qua Luna sola aquas ambiret; pondus aquarum minuetur in Oppositione & Conjunctione Lunæ, augebitur in Quadraturis. Sequitur id ex ante dictis: vidimus enim §. XL. phænomeni, huic similis, scilicet obtinentis in Luna a Sole attracta, hanc esse causam, quod Luna in Oppositione minus attrahatur, quam Tellus, contra Tellus in Conjunctione minus quam Luna; in Quadraturis vero utraque æqualiter. Sic & partes Telluris Lunæ propiores magis attrahuntur, quam remotiores, & contra; unde similes effectus oriuntur. Atqui, ubi pondus partium est minus, aqua debet magis elevari, & quidem, secundum calculum NEWTONI, differentia circiter  $8\frac{1}{2}$  pedum, quæ fere duplum est differentiæ §. precedente data. Confer. PEMBERTON *l. l. p. 349.* Hinc sequeretur, aquas ibi fore altissimas, ubi ex priorè hypothesi forent depressissimæ.

## §. LIX.

Atqui, ut novimus, maris loca, quibus Luna est in meridiano, æstum habere majorem, quam ex hypothesi §. LVII. ita neque aquæ Oceani semotæ sunt a reliqua Telluris massa, sed huic insunt: quæ etiam causa est, quare ipsis liceat tardius moveri, quam ex hypothesi §. LVII. sequebatur; quia scilicet massa subjecta sustinet aquas in superficie positas, ne gravitate, vim centrifugam longissime superante, ad centrum ruant. Novimus tamen, aquas citius æstuarè, quam ex hypothesi §. LVIII. per Telluris marisque revolutionem diurnam nempe, æstus marium non fit semel intra mensem, sed bis quavis die: & eatenus a secunda quoque hypothesi recedendum est. Præterea etiam inertia aquarum, quam ex conjunctione cum reliqua globi massa patiuntur, phænomena producit notabiliora, per experientiam passim obvia, & in explicandis æstibus posthac notanda.

## CAPUT IV.

*Præcipuorum in Æstu marino phenomenorum ratio.*

## §. LX.

Ex dictis patet, Tellurem, aqua partim vel totam obtectam, induere debere figuram ellipticam: unde ipsa pendent æstuum marinarum phænomena; sive ordinaria, quæ hocce capite, sive extraordinaria, quæ sequente explicare conabimur.

Inter ordinaria, primum ea nobis obversabuntur, quæ directe ex attractione Astrorum deduci possunt: postea magis attendam ad irregularitates, quas diversa locorum latitudo suppeditat.

## SECTIO I.

*Phænomena directe ex attractione Solis & Lunæ deducenda.*

## §. LXI.

Dum seorsum dicendum est de triplici maris æstu; primus nobis veniat diurnus, quem §. III. descripsi. Ut ex ante dictis colligitur, Astra aquas eo magis attrahere, quo his sunt propiora; ita sine dubio aquæ maris elevari debent in locis, quæ Astra habent in suo meridiano, præsertim in iis, quibus ea sunt in Zenith. Conf. STURMIUS, *Phys. Elect. T. II. p. 237.* MARTIN, *Philos. Onderw. p. 347. Hist. de l'Acad. 1710. p. 6. Mem. de l'Acad. 1713. p. 2.* Ponamus ergo in hac Sectione, loca, de quibus agimus, esse in Æquatore sita, quo facilius omnia explicentur. Tali loco Astra sunt in Zenith; tum aqua ibi maxime elevata erit circa horam XII. Si enim Astra non sint in Zenith, non directe operantur; sed oblique, quo effectus horum minor erit. Sin vero in meridiano quidem sint, non tamen in Zenith, neque tunc directe operantur; minus licet oblique, quam si a meridiano etiam discesserint. Quod autem respectu Lunæ seqq. §§. dicitur, nisi de contrario moneamus, idem ad Solem erit applicandum.

## §. LXII.

Docet autem experientia, æstus non esse maximum, ipso tempore, quo Astra sunt in meridiano; sed circiter  $2\frac{1}{2}$  vel  $2\frac{3}{4}$  horis postea: unde sequitur, axem longiorem ellipsoidis aqueæ non præcise, si producat, per centrum Lunæ transitorium, sed circa 35 gr. inde recedere. Constat illud ex observationibus, in pleno mari factis, a DE LA CAILLE, *Mem. de l'Acad.* 1751. p. 456. Idem hoc proposuere præter alios, s'GRAVESANDE, *Phys. El. Math.* §. 4466. DE LA LANDE, *Astron. L. XXII.* §. 3593. Ratio ejus a multis in eo posita fuit, quod vires Astrorum attrahentes sint quidem maiores, si sint ipsa in meridiano; sed aliquod temporis spatium interciderat, antequam maximum suum effectum in Oceano habeant. Cum enim omnis motus semel impressus perseveret uniformiter; corpus eum non mox amittet, quamprimum alio quodam impulsu affici incipit. Hinc & aquæ maris, per 6. horas continuo adauctæ, sensim sensimque elevatæ & accumulatæ, eum motum retinere conabuntur, & accumulari pergent; licet Astra jam per aliquod gradus a Zenith disceserint. Confer. WHISTON, *Præl. Phys. Math.* p. 306. BERNOULLI, *l. l. C. VI.* §. 10. id illustrat exemplo oscillationum. Sit nempe pendulum oscillans, cui apponantur sensim alia & alia pondera: quæ, quo majora, eo majores erunt oscillationes; mutatis ponderibus, non mox priores oscillationes penitus desinent, sed sensim augebuntur vel minuentur. Jam æstus maris sunt species oscillationum, quæ semper adhuc motum præcedentem retinere conantur. Hinc mare debet motum, sibi, vi Astrorum ad Zenith usque elevatorum, impressum, etiam aliquo tempore retinere, postquam jam inde descenderint.

Alii rationem hujus phænomeni quærebant in motu Telluris circa axem. Scilicet is motus est ab Occidente versus Orientem; hinc aqua ope Astrorum elevata duplici motu agitur, altero ex directione Astrorum ab Oriente versus Occidentem, altero ex directione ipsius Telluris priori contraria; unde necessario æstus maximus post transitum Lunæ per meridianum obtinere debet. Ita rem explicat CAVALLERI, *Diff. cit.* p. 32. Eodem fere tendit s'GRAVESANDE, *l. l.* §. 293. LULOFS *l. l.* §. 293.

Melius tamen res inde repetenda videtur, quod, dum elevandæ per Lunam

nam columnæ aqueæ materia aliunde debet affluere, quod non nisi aliqua mora fieri potest; ergo, quando jam Luna in meridiano est, nondum simul illa columnæ, quæ ibi sustineri posset, altitudo adest: imo, recedente jam Luna, & attractione hujus ibidem diminui cœpta, tamen columna aquæ tamdiu crescere debet, donec major per vires attractionis, jam nimis remittentes, sustineri nequeat. Et recte STAVERT (in hujus rei explicatione licet paululum aliter procedat,) adducit, *Diff. cit.* §. 51. exemplum caloris, nobis non maximi quotidie, dum Sol est in meridiano, neque maximi æstivi, quando Solstitium datur, sed aliquo tempore postea; siquidem, quando Sol potentissimus jam est, effectus tamen, successive augeendus, tunc nondum est maximus.

## §. LXIII.

Dum vero æstus a transitu Lunæ per loci meridianum pendet; non semel tamen, sed bis fluxus & refluxus maris quovis *νυχθημερόν* contingit. Quippe loca, quæ sunt in A, æque habent Æstum maximum, quam in D, Astro posito in M. (vid. Fig. VI.) Quod, dum prima fronte paradoxum quid, & legibus attractionis contrarium sapere videtur, aliquo examine dignum est. DESAGULIERS, *Tom. I. p. 419.* rem demonstrat ex hac regula: si tria corpora adsint, quæ post se invicem eadem celeritate moveantur, & vis aliqua unicuique horum corporum addatur, sed major corpori primo, minor secundo, minima tertio; eorum distantia continuo augebuntur, licet omnia versus idem punctum tendant, & omnia acceperint majorem celeritatis gradum. Id exemplo trium navigiorum illustrat, quæ eadem celeritate omnia versus eundem locum secundo flumine descendant, sed in tertio sit unus remex, in secundo sint duo, in primo tres. Quando nemo remigio utitur, tria navigia eandem inter se retinebunt distantiam. Cum vero remiges agere incipiunt, motus omnium navigiorum accelerabitur, sed non æquali modo: ita ut, qui in secundo navigio sunt, sibi possint imaginari, navem primam cito a se antrorsum discedere, postremam vero retrocedere; si non attendant ad motum navigii sui. Cum tribus illis navigiis comparat tria Telluris puncta D, T, A; quorum D a Luna maxime, A omnium minime trahitur. At Cl. viri & regula & exemplum eatenus a præsentem materia discrepant, quod non reapse tria illa puncta ver-

fus Lunam accedunt, sed centrum Terræ T in eodem ab illa intervallo manet, superficies autem maris in puncto A potius a Luna per æstum recedit. Vel sic tamen recte a diversa Lunæ actione in triplex illud punctum, pro triplici distantia, res repetitur: eodem modo ac §. XXXVIII. & L. vidimus. Quantum scilicet actio Lunæ major in D, quam in Telluris centrum T, aquas ibi minus gravitare facit versus T, & sic elevat; tantundem fere, actione minore in A, quam in centrum Terræ, Luna aquas sub A relaxat, & minus in centrum T gravitare facit, unde & ibi elevantur. De ipso hoc phænomeno etiam egerunt FABRI, *Phys. L. III. Tract. VI. prop. 58.* VARENIUS, *Geogr. gener. C. XIV. pr. 16.* STURMIUS, *Phys. Elect. T. II. C. 3. p. 238,* LULOFS, *l. l. §. 291.* Rectius autem MARTIN, *Phil. Ond. edit. 3. p. 347.* DE BUFFON, *Hist. nat. T. I. p. 156.* DE LA LANDE, *Mem. de l'Acad. 1772. p. 298.*

## §. LXIV.

Sunt tamen, qui datam explicationem, utut claram satis & sufficientem, rejiciunt; inter quos præ cæteris VELZEN, vir industrius, contra illam in libro, *Rivierkundige Verhandelingen*, quædam adfert, quorum solutio forte aliquid lucis rei affundere poterit.

I. Objicit, pag. 83. non posse concipi, qua ratione, si apud nos sit æstus maximus, apud pericæcos etiam detur. *Nam, inquit, hoc fieret per recessionem aquarum; quæ nunquam obiinet, nisi vel per repulsionem, vel per attractionem aliunde factam. Prius nequit locum habere, nam e contrario Tellus aquam ad suum centrum trahit: neque per attractionem aliunde in hoc casu fieri potest.* Porro, adversus explicationem DESAGULIERII, quam §. LXIII. modo allegavimus, objicit, *se non intelligere, corpus tam exile, quam Luna est respectu Telluris, habens quadragecuplo minus materiæ, (recentior theoria docuit, esse 71,5 minus materiæ in Luna, quam Tellure;). Tellurem tanta vi ad se trahere, & efficere, ut tali salu aquam suam, mare suum, quod tanta attractione in figura circulari retinere conatur, relinquat; quorsum requireretur maxima celeritas motus, dum huc tamen opus est 6 horis.* Sed respondeo: hoc argumentum aliquam speciem haberet, nisi & nos ad diversitatem virium Lunæ & Telluris attenderemus. Eo ipso, quod 71,5 plus materiæ est  
in

in Terra, quam Luna, 71<sup>pl</sup>o minor attractio est Telluris versus Lunam, quam Lunæ versus Tellurem: sique Oceanus daretur in Luna, etiam 71<sup>pl</sup>o magis attolleretur, quam noster.

Quod vero dicit VELZENIUS, *de saltu Telluris, quem efficiat Luna*, magis forte contra explicationem a DESAGULIERIO datam faceret; minus contra nostram. Scil. vir Cl. ponit, aquam in loco A deferri a Tellure, quia hæc magis a Luna attrahatur: sic autem centrum Terræ e loco suo dimoveretur; & quidem fere tantum, quantum aqua in D ope Lunæ a centro Telluris distrahitur. Posuimus vero, Lunam, non vero Tellurem, relinquere aquas Oceani: id est Lunam, quæ puncta B & E æque allicit, ac ipsum T, tantam vim non exferere in A. Conf. §. XXXVIII. L. LXIII. Ea autem, quæ dicit de *maxima celeritate motus*, minus recte se habent. Dum enim in locis, quæ 90 distant ab eo, in quo Luna est in Zenith, mare depressum est, ut postea videbimus, & Luna 6 horis opus habet, antequam ad eum locum veniat, per 6 horas etiam mare illic elevari debet, antequam fluxus maximus contingat; hoc itaque uno instanti fieri nequit.

## §. L X V.

Alteram ejus objectionem examinemus. *Non possum, inquit, concipere, quorsum ea quotidie ita saltans Tellus tandem veniret: nam perpetua est aquæ elevatio infra Lunam; & ideo Tellus eo modo adsidue Lunæ appropinquaret.* Occupare & hanc jam conatus fuit objectionem, (quæ ipsius solutioni magis repugnat, quam nostræ,) DESAGULIERIUS, observando, corpora hæc duo non esse in perpetua quiete, sed describere circulos circa commune centrum gravitatis, & velocitate sua tantam vim centrifugam acquirere, quæ par sit resistendo vi centripetæ; unde (ita pergit) *relinquitur tantum inclinatio, tendentia aliqua, non vero sensibilis effectus.* Nec dum tamen objectio VELZENII soluta est. Si enim Terræ centrum aquas in A deferat, e loco suo moveri debet, & quidem tam diu, quam diu Luna est in M. Nullo autem modo centrum Telluris ad locum, unde recessit, redire potest, quam diu Luna in eodem orbitæ suæ hemisphærio manet. Hinc itaque sine dubio sensim intra dimidium mensem, centrum Telluris Lunæ appropinquaret. Ex nostra vero explicatione

## 40 DISSERTATIO INAUGURALIS

argumentum VELZENII factis solvitur: præsertim si recolamus dicta Cap. III. Sect. I.

## §. L X VI.

Tertia objectio eo redit. *Secundum computum Astronomorum, inquit, vis, qua Luna in Tellurem operatur, est ad vim Solis in Tellurem = 50:10, & verisimiliter tum vis Terræ = 1. Ponamus autem, Tellurem habere vim retinendi aquas in figura circulari = 1, tum vis Lunæ est ad eam Terræ = 50:1; & hoc in distantia 60 semid. terr. Attractio est in ratione duplicata inversa distantiarum; ideo vis attrahens Lunæ est ad eam Telluris = 3600:1: atqui Luna dicitur exercere vim adhuc 50<sup>ies</sup> majorem: ergo = 180000:1. Materia vero in Tellure est 40<sup>ies</sup> major quam in Luna: illa etiam a Luna superari debet; hinc vis attrahens Lunæ ad eam Telluris = 7200000:1. Repugnat & hoc ipsi horum Philosophorum theoriæ, quæ docet, Lunam, nisi a Tellure retineretur, linea recta in infinitum procursum esse. Sed, tali vi si prædita sit, non potest non tantum non attrahi a Tellure, sed brevi hæc in Lunam incideret. Denique, si tanta vis Lunæ in attollendas aquas, cur tum eas iterum dimittit? Quo altiores sunt, eo majorem vim habet Luna, ob minorem distantiam, illas attrahendi. Omni enim experientiæ repugnat, vim minorem elevaturam esse aquas, quas major vis retinere nequeat. Totum hoc argumentum penitus non valet: sed e pluribus duo tantum adnotabimus.*

I. Nunquam peritus attractionis Newtonianæ defensor eo pervenit, ut doceret, gravitationem Lunæ, Solis, & Telluris, esse in ratione horum numerorum 50, 10, 1. Verum quidem est, secundum calculum Newtoni actionem Lunæ in Tellurem esse ad Solarem, = 50:10, vel accuratius 4, 4815:1. Confer. NEWTON, *Princ. Math. L. III. pr. 37.* Sed sic tantum proportio indicatur inter vires Solis & Lunæ Terram attrahentes; nullus respectus tum datur ad vires Telluris in aquam: has itaque, ad numeros illos 50 & 10, dum VELZENIUS absque ulla ratione gratis assumit ut 1, potuisset eodem jure vires Lunæ, Solis, & Terræ ponere, ut 5000. 1000, & 1. E contrario, dum massâ Telluris est ad eam Lunæ, ut 100000 ad 1399, confer DE LA LANDE, *Astron. L. XXII. §. 3414.* vel ut 71:1. & vires Lunæ in aquam terrestrem elevandam sunt in ratione inver-



sa cubica distantiarum §. LII. erit actio Telluris ad Lunarem, ut 15336000 : 1. Hinc per Lunam aqua elevabitur  $\frac{1}{15336000}$  totius longitudinis columnæ aqueæ a superficie usque ad centrum Telluris. Hæc ita se haberent, si massam Terræ poneremus eandem, quam modo indicavimus. Si autem, a centro usque ad superficiem, meræ forent columnæ aqueæ, nullo modo densitas Terræ tanta foret. Quapropter, dum Tellus tantam habet densitatem; constat, eam habere strata densiora infra aquam: quo posito etiam actio Lunæ, qua aquam elevat, major erit. Quod eleganter probavit Cl. BERNOULLI *Dis. cit. Cap. II & III.* Unde tamen nunquam actio Lunæ augeri potest ultra terminum, quem proposuimus §. LIV. *seqq.*

II. Quam autem in fine objectionis proponit, quæstionem, cur Luna, postquam attraxerit & elevarit mare, iterum illud relinquat, potissimum videtur connectere cum prioribus ad ratiocinium suum firmandum: forte tamen posset, etiam post solutionem nostram, seorsum urgeri. Respondeo autem: Luna non potest semper elevatam sustinere aquam, non modo, quia aliquando est in Zenith locorum, in quibus nullum mare datur, & tunc saltem montem aqueum debet relinquere; præcipue autem, quia non semper manet super eodem Oceani loco. Ideo aliam & aliam aquæ partem attrahit; quæ cum elevatur, undique a parte ante elevata adfluit. Itaque hæc pars iterum refluxum patitur, & ad patiendum, pristina gravitate in Terram sibi reddita, imo per ipsam Lunæ actionem nunc aucta, necessario adigitur.

§. L X V I I.

Objicit porro *l. l. p. 92. Quomodo fieri potest, ut tanta vis attrahens Lunæ & Solis operetur tam manifeste in aquas marinas, non vero in nubes, Astris propinquiores, unde attractio major?* Conferatur cum hac, & simul refutetur, vetusta jam objectio, quam CLERICUS *Op. Phil. Tom. III. C. 8. p. 197.* vix ac ne vix quidem solubilem dicit: scilicet, *si pressione Lunari res esset tribuenda, in locis Lunæ ad perpendicularum subjectis, hydrargyrum multo altius adscendere oporteret, pressione aëris, quæ illic multo major est: quod tamen non apparet.* Non sufficit reponere, attractionem immediate & in solum mare agere, aërem non afficere. Nec penitus negem, dari in atmosphæra fluxum & refluxum, neque, hunc eo ma-

jorem esse, quo minus distat Luna. Confer LULOFS *l. l. p. 430*; sed sensibilem effectum in barometro illud habere nequit.

*Primo* enim fere nullius est momenti, respectu insignis columnæ aëreæ, quæ premere debet Mercurium, ut ad certum terminum evehatur. Observationes docuere, ad quantam altitudinem turris montisve debeat elevari barometrum, ut Mercurii columnæ una tantum linea decedat; quod argumentum magis poterit urgeri, si attendamus, aërem eo leviolem esse, quo est superior. Vid. MUSSCHENBROEK, *Introd. ad Phil. nat. T. II. p. 900. §. 2182. LULOFS, l. l. pag. 435.*

*Secundo.* Observari debet, actione Luminarium, æquilibrium columnarum aquearum non destrui in æstu marino. Quæprimùm enim aliqua columna actione Solis Lunæve levior sit, ideo elevatur, & quidem eo magis, quo magis Luna ejus gravitationem in Terram minuit: hinc pondus columnæ sic elevatæ non excedit pondus, quod habuerat ante elevationem, neque pondus cæterarum, imo alibi depressarum. In locis enim 90° distitis ab iis, quibus Astra sunt ad meridianum, columna aquæ quidem brevior est, sed illic ope eorundem Astrorum gravitatio augetur: ideo pondus manet idem. Similiter itaque columnæ aëreæ in atmosphæra, sive elevatæ per actionem Lunæ & Solis, sive iterum depressæ, pondus suum & actionem in subjecta corpora non mutant.

*Tertio.* Quod forte quæri possêt, nonne & ipse Mercurius debeat necessario attolli eadem attractione Lunæ directe etiam in ipsum operante? dilucidatur, si consideremus, quantum aquæ marinæ superficies distet a centro Terræ, & quantum ope Astrorum elevetur. Distantia scilicet superficiæ aquæ in Æquatore a centro Telluris, sive longitudo semidiametri Æquatoris est = 3281240, hexap. Paris. ergo, si 1392 ped. Paris. = 1440 ped. Rhénol. erit ejus longitudo 20366317 ped. Rhénol. Elevatur autem mare fere 7 ped. ope Solis & Lunæ: unde conficimus, 20366317 : 7 ped. = 30 dig: x, sive distantiam centri Terræ a superficie, esse ad maris æstum, ut altitudinem Mercurii in barometro, ad elevationem ejus ope

Astrorum factam; quam isto calculo reperimus =  $\frac{12372}{10000000}$  lin. sive =  $\frac{1}{8093}$  lin. Quæ sane elevatio sensibilis esse nequit.

Fiere,

Fuere, qui hanc rem ita conciperent, quasi Mercurius in barometro, dum habet 14<sup>ies</sup> majorem densitatem, etiam 14<sup>ies</sup> minus attractione Astrorum elevaretur; ut Cl. BERNOULLI *l. l. C. IV. §. 14*: quod tamen verum non est. Dum enim attractio in singulas materiæ particulas, seorsim, & æqualiter agit, perinde est, utrum materies attracta sit magis vel minus densa.

Eodem fere modo quæstio expeditur, quomodo aquarum gravitas diminui vel augeri queat, nulla tamen simul data retardatione vel acceleratione in pendulorum oscillationibus. Ad hanc objectionem Cl. EULERUS jam demonstravit, numerum oscillationum ejusdem penduli, quo tempore gravitas operatione Astrorum maxime est diminuta, esse ad numerum earum, cum gravitas maxime est aucta, = 4666666 : 4666667, differentia sane non observabili. Vide Eum, *l. l. p. 260. §. 30. NEWTON, L. III. pr. 37. Cor. 2.*

## §. L X V I I I.

Cum itaque mare est altissimum, in punctis D & A; (Fig. VI.) e contratio in punctis B & E depressum esse debet. Cum enim columnæ aqueæ D c & A h sint leviores, quam columnæ B b & E d; æquilibrium debet restitui: quod fieri non potest, nisi breviores fiant columnæ B b & E d, ibique ergo mare deprimatur. Ipsæ præterea vires Luminarium, quæ aquam in A & D attollunt, eam in B & E deprimunt: licet vires attollentes sint duplo majores deprimentibus, §. LII. Unde sequitur, semper in loco 90° distante ab eo, in quo fluxus altissimus obtinet, maximam esse maris depressionem: simulque apparet, unde columnis elevandis necessaria aquæ quantitas adfluat. Confer s'GRAVESANDE, *l. l. §. 4465. BERNOULLI, l. l. p. 151. LULOFS, l. l. §. 291.* Interim, licet binis oppositis Telluris in locis mare semper elevatum sit, ut in D & A; magis tamen elevatum erit in locis iis, quibus Astra sunt in meridiano, ut D, quam in oppositis: cujus ratio §. XL. jam indicata. Cum enim vires Astrorum mare alterantes agant in ratione triplicata inversa distantiarum; ergo in D major erit elevatio, quam in majori a Luna distantia, sive A. Vid. s'GRAVESANDE, *l. l. §. 4467.*

## §. LXIX.

Nec tamen accurate æstus marinus bis quovis  $\nu\chi\theta\mu\epsilon\rho\omega$  absolvitur. Cum enim Lunæ adventus ad eundem quemvis meridianum singulis diebus circiter 48' soleat retardari; hæc etiam retardatio in æstibus observari debet: quique hodie obtinet circa horam tertiam, cras 12' ante quartam obtinebit. Conf. ROHAULT, *Tract. Phys. C. XXIX. p. 237.* S'GRAVE-SANDE, *l. l. L. VI. C. 14. §. 4462. Hist. de l'Acad. 1720. p. 2.* FABRICIUS, *Theol. de l'Eau, L. III. C. 2.* MACLAURIN, *l. l. p. 196.* LULOFS, *§. 287. p. 264.* Quæ tamen differentia, ob retardationem Lunæ non quotidie eandem, aliasque rationes post hac indicandas, cum de æstu menstruo agemus, variare solet.

## §. LXX.

Quod ad magnitudinem æstuum quotidianorum attinet; ut hujus computum ineamus, fingamus punctum aliquod altitudinis, ad quod maris superficies, si nullus æstus esset, subsisteret. Quod ut determinemus, concipiamus, sphaeram (Fig. VII.) GEHN LCKI operatione Astrorum mutatam esse in ellipsoideam figuram, GFHDL MKB, retenta eadem quantitate materiæ. Sit  $MC + BI = \ell$ .  $IB = x$ ; tum erit  $MC = \ell - x$ , radius circuli  $= b$ , circumferentia circuli sit ad radium  $= n$ . 1. Sphæræ contentum tum erit  $\frac{2}{3} n b^3$ : (confer DELA LANDE, *Astron. p. 3332.*) & contentum ellipsoidis, cujus major axis est  $2A$ , & minor  $= 2B$ , erit  $= \frac{2}{3} n (b-x)^2 \times (b + \ell - x)$ ; & neglectis infinite parvis secundi ordinis  $= \frac{2}{3} n (b^3 - 3bbx + bb\ell)$ . Si itaque, ut posuimus, sphaera habeat eandem materiæ quantitatem, ac ellipsoidea figura; erit  $\frac{2}{3} n b^3 = \frac{2}{3} n (b^3 - 3bbx + bb\ell)$  id est  $x = \frac{1}{3}\ell$ . Si itaque IB, quæ notat descensum ad formandum axin minorem, sit  $= \frac{1}{3}\ell$ ; sequitur MC, seu elevationem ad axin majorem,  $90^\circ$  inde remotum, esse  $= \frac{2}{3}\ell$ , & ideo duplam lineæ IB. confer BERNOULLI, *l. l. p. 99.* Cognita itaque altitudine æstus supra imum refluxum, definitur ex dictis naturalis altitudo, quam aqua haberet, omni fluxu & refluxu seposito. Hæc ipsa naturalis altitudo obtinebit etiam propemodum in loco  $\frac{2}{3}$  partibus a puncto M distito, sive a puncto elevationis maximæ, &  $\frac{1}{3}$  a B, sive imo refluxu. Locus enim K, ubi sphaera fecat sphaeroideam figuram, est

est  $54^{\circ}, 44'$  remotus a M. Quod sequenti modo demonstrari potest. Si per punctum Q ex centro A ducatur linea AR, quæ secat lineam OP in Q; tum, propter triangula similia PQR & OQA, erit

$$RQ = \frac{OQ}{QA} \times QP.$$

Sinunc  $AO = s$ , erit  $QO = \sqrt{bb - ss}$ . Ex natura ellipseos, habebimus  $OP = \frac{AB}{AM} \times \sqrt{(MO \times OF)} = \frac{b - \frac{1}{3}c}{b + \frac{2}{3}c} \times \sqrt{(b + \frac{2}{3}c - s) \times (b + \frac{2}{3}c + s)}$

Negligamus infinite parva secundi & tertii ordinis, v. c. terminos, in quibus invenitur  $c^2, c^3$ , & divisionem instituiamus: acquiremus

$$OP = \left(1 - \frac{c}{b}\right) \times \sqrt{bb + \frac{2}{3}bc - ss}.$$

Si autem supponamus  $bb - ss = tt$ , erit

$$\begin{aligned} OP &= \left(1 - \frac{c}{b}\right) \times \sqrt{tt + \frac{2}{3}bc} = \left(1 - \frac{c}{b}\right) \times \left(t + \frac{2bc}{3t}\right) \\ &= t + \frac{2bc}{3t} - \frac{ct}{b} = t + \frac{2bbc - 3ttc}{3bt}. \end{aligned}$$

Reposito iterum  $bb - ss$  loco  $tt$ , erit

$$\begin{aligned} OP &= \sqrt{bb - ss} + \frac{2bbc - 3c(bb - ss)}{3b\sqrt{bb - ss}} = \sqrt{bb - ss} + \frac{2bbc - 3bbc + 3ssc}{3b\sqrt{bb - ss}} \\ &= \sqrt{bb - ss} + \frac{3ssc - bb c}{3b\sqrt{cc - ss}}. \end{aligned}$$

$$\text{Unde } OP - OQ = PQ = \frac{3ss - bb}{3b\sqrt{bb - ss}} \times c \text{ \& } RQ = \frac{3ss - bb}{3bb} \times c.$$

Si autem  $RQ = 0$ , tum  $3ss - bb = 0$  &  $3ss = bb$  five  $ss = \frac{bb}{3} = bb \times 0, 333333333$  &  $S = b\sqrt{0, 333} = b \times 0, 57735$ . Sed quia  $b$  est radius circuli, concluditur  $s = 0, 57735$  esse cosinum  $54^{\circ}, 44'$ , five CK esse arcum  $54^{\circ}, 44'$ .

Ex dictis satis elucescit, quando mare eum altitudinis gradum habeat, quem haberet, si æstus non daretur: scilicet quando Astrum elevans aquas marinas distat angulo  $54^{\circ}, 44'$  a meridiano loci, ubi maximus obtinet æstus; ideo fere 2 hor. 22' post depressissimum, & 3 hor. 38' ante al-

tissimum mare. Conferatur BERNOULLI, *l. l. p. 100.* DE LA LANDE, *Astron. §. 3333 & 3598.*

## §. LXXI.

Breviter aliquid de diurnitate, item velocitate, fluxus & refluxus adjungamus. Docuere scilicet observationes in portu Brivatensi, aliisque quibusdam Gallicis, factæ, quæ leguntur, *Hist. de l'Acad. 1712. p. 3. Mem. 1712. p. 122. 1713. p. 19. Hist. 1720. p. 1. Mem. p. 203. p. 467.* refluxum diutius durare, quam fluxum. Quod ut explicetur, Consult. STAPPERT attendit ad ea, quæ vidimus §. LXX. scilicet, aquas esse in naturali altitudine, cum Luna distat a meridiano angulo  $54^{\circ}, 44'$ , v. c. (Fig. VI.) angulo D T O. Tum angulus E T O est  $35^{\circ}, 16'$ . Observat autem, vires deprimentes, quæ maximum suum habent effectum in B & E, paulatim tantum decrescere, & quidem tardius, quam vires attollentes. Si enim angulus E T O, qui notat differentiam inter vires deprimentes maximas & nullas, quarum illæ duplo minores sunt viribus attollentibus, duplo minor etiam foret angulo D T O, tum æque cito decrescerent vires deprimentes & attollentes. Angulus autem E T O multo major est, quam dimidium anguli D T O. Hinc refluxus diutius durabit, quam fluxus. Vid. *Diff. cit. §. 51.* Quæ ingeniosa Viri contemplatio, licet non adeo differentiam demonstret inter tempus integri affluxus & refluxus, de qua hic quæritur; eleganter tamen docet, mutationem inter infimam depressionem & naturalem, quæ absque æstu foret, aquæ altitudinem, lentius (tum in fluxu, tum in refluxu,) peragi, quam inter naturalem istam altitudinem, & fluxum supremum: siquidem in elevatione supra punctum naturalis altitudinis, non duplo plus temporis infumatur, quam in depressione, quæ tamen ipsa duplo minor est. Alio modo rem explicare conatur CASSINI *Mem. de l'Acad. 1720. p. 203.* observando, actionem Lunæ in Oceanum, qui est inter Europam & Americam, ubi mare quaquaversum maximam habet amplitudinem, & est simul profundissimum, maximam esse, cum super illo perpendicularis est: sex vero horis postea esse in meridiano maris Pacifici, quod parum habet communicationis cum Atlantico; sed actionem, quam ibi facit, ad litora Europæ sentiri non posse: ideo mare, quod antea actione Lunæ elevatum erat,

erat, non nisi proprio pondere descendere, adeoque tardius, quam si vis deprimens Lunæ etiam effectum haberet, quæ quidem duplo minor est viribus attollentibus, sed secundum dicta in litoribus Europæ penitus non sentitur. Itaque potissimum causam hujus phænomeni quærit, in situ ipso locorum & portuum, in quibus illud observatum fuit. Sic tamen minus accurate procedit Vir Cl. Nam, ut Lunæ actio, qua elevat mare, ad litora Europæ sentiri potest, æque habet vim ibidem mare, quando 90° inde discessit, deprimendi: terra enim interjecta nullam adferre potest mutationem, nisi quatenus impediat, ne affluat aqua ex mari Atlantico in Pacificum, & vicissim, ad alendam columnam, quæ hic vel illic actione Lunæ crescit.

Dum tamen observationes, hac de re, in litoribus Europæis tantum institutæ sunt, nec ullæ aliarum regionum prostant, & subtilior calculus contrarium videtur indicare, ut abunde docuit BERNOULLI, *l. l. p. 170*; videtur potius dicendum, hoc phænomenon a diverso situ portuum pendere; & huic explicando variæ rationes, Cap. V. Sect. I. proponendæ, sufficient.

Quicquid interim hujus rei sit, in ipsis illis locis, ubi hoc phænomenon observatur, differentia inter diurnitatem fluxus & refluxus non magna quidem est, nautarum tamen attentione digna. Naves enim, quæ talem portum, in quo hoc phænomenon observatur, una hora post maximum fluxum intrare possunt, non semper poterunt una hora ante illum.

#### §. LXXII.

Quod ad velocitatem maris adscendentis; fuere quæ putarent hanc diminui in ratione interlapsi temporis ab initio fluxus, &, in mari descendente, augeri eadem proportione. Hanc dabant rationem, quod vis Astrorum superans pondus aquæ, quo retinetur versus centrum Telluris, eo facilius idem efficere potest, si minorem aquæ quantitatem, quam si majorem retinendam habeat. Confer *Hist. de l'Acad. 1720. p. 3. Mem. p. 367. VERDRIES, Phys. part. spec. C. IV. p. 387*. Accuratius tamen dicitur maris velocitas augeri, ab initio fluxus usque ad ejus medium, tum sensim decrescere, donec mare fiat stationarium, & porro; ab initio refluxus, iterum aucta velocitate descendere, usque ad medium ejus, postea vero eam diminui. Cujus phænomeni rationem quidam posuere in actione ven-

torum, quæ hic anomali quid producat; vid. *Mem. de l'Acad.* 1710. p. 431. Aliam dat CASSINUS, *Mem. de l'Acad.* 1720. p. 467. quod mare, cum v. c. fluxus incipiat, penitus stationarium, sensim tantum accelerari possit, ita ut actio Astrorum eo respectu intensiorem demum effectum habeat, cum jam medium fluxus obtinet: præcedenti tamen explicatione contentus est, in danda ratione, cur post medium fluxus incipiat retardari. Rectius vero Consult. STAPERT, *l. l.* §. 60. phænomenon illustrat ex differentia inter vires attollentes & deprimentes. Demonstrat scilicet, §. 47. vires attollentes Astrorum crescere in ratione quadrata sinus anguli descripti; & deprimentes decrescere in ratione quadrata cosinus ejusdem anguli; unde concludit, mare omnium celerrime adscendere vel descendere, cum simul sinuum & cosinum longitudes celerrime mutantur, id est ubi angulus descriptus est femirectus, sive versus medium fluxus & refluxus. Alio modo idem explicare possumus. Repræsentet (Fig. VII.) CIEN Æquatorem terrestrem, in quo simul obtineat Astrum aliquod: Terra rotetur circa polos. Si jam, per rotationem venerit punctum M in R, manente Astro in axe prolongato FM; angulus CAQ erit angulus horarius, cujus cosinus = s, sinus totus = b. Tum MC-RQ denotabit differentiam inter altitudinem æstus, qui obtinebat, cum locus adhuc erat in C & qui nunc obtinet, cum locus est in Q: sed MC =  $\frac{2}{3} \epsilon$ , & RQ =  $\frac{3ss - bb}{3bb} \times \epsilon$ , §. LXX. Hinc MC-RQ =  $\frac{2}{3} \epsilon + \frac{bb - 3ss}{3bb} \times \epsilon = \frac{2bb}{3bb} \times \epsilon + \frac{bb - 3ss}{3bb} \times \epsilon = \frac{3bb - 3ss}{3bb} \times \epsilon$ : & (si  $bb - ss =$  quadrato sinus anguli horarii dicatur  $\sigma\sigma$ ) =  $\frac{\sigma\sigma}{bb} \times \epsilon$ . Unde sequitur, elevationes vel descensus aquarum, a momento maximæ vel minimæ altitudinis, esse in ratione duplicata sinuum angulorum horariorum, inde ab eodem momento. Si e. c. altitudo aquæ, initio refluxus, sit 40 ped. una hora postea sit 39 ped. tum, ex data formula, altitudinem aquæ 2 horis postea invenire poterimus, hoc modo. Sin.<sup>2</sup> 1 hor. vel 15° = 0,066988.: Sin.<sup>2</sup> 2 hor. vel 30° = 0,25 = 1 : x = 3,73 ped. Ergo 2 horis post initium refluxus erit altitudo aquæ 36, 27 ped.

Sequitur porro ex dictis, variationes in altitudine aquæ, majores esse versus medium fluxum & refluxum, quam versus initium ejus. Sit angulus

vel



vel arcus horarius =  $t$ , sinus ejus =  $\sigma$ , & cosinus ejus  $s$ , tum erit  $d.\sigma$  =  $s d.t.$  (Vide Cl. FAS, *Inleiding tot het gebruik der oneindig kleinen*, p. 23.) Sed descensus & elevationes aquarum sunt in ratione quadrata sinuum angulorum horariorum, sive  $\sigma\sigma$ , ut modo vidimus: differentialis hujus quantitatis est  $2\sigma d.\sigma$ ; & substituendo  $s d.t$  pro  $d.\sigma$ , habebimus  $2\sigma d.\sigma$  =  $2\sigma s d.t.$  Unde sequitur, dum  $2$  &  $d.t$  sunt constantes, variationem momentaneam esse =  $\sigma s$ , hoc est, sequi rationem producti sinus anguli horarii, multiplicati per ejus cosinum. Hoc productum parvum est, si vel sinus vel cosinus valde parvus est, id est circa  $0^\circ$  &  $90^\circ$ , sive versus initium fluxus & refluxus, contra maximum versus  $45^\circ$ , quia sinus & cosinus tum sunt æquales. Unde concludere licet, variationes, in altitudine æstuum, esse minimas ab initio fluxus & refluxus, tum augeri usque ad medium ejus, dein eadem proportione iterum diminui. Confer BERNOULLI, *l. l.* p. 176. DE LA LANDE, *Astr.* §. 3594.

## §. LXXIII.

Transeamus ad motum maris menstruum explicandum, qui motum Lunæ menstruum sequitur. Hic primo loco attendendum erit ad mutationem in æstu marino conspicuam, cum Luna est in Syzygiis. Sit Sol in conjunctione cum Luna respectu Telluris, (Fig. VIII.) ut cum Sol est in  $S$ , Luna in  $I$ ; erit Novilunium, & Sol & Luna conjunctis viribus agunt in elevandas aquas in  $A$  &  $C$ : unde effectus ejus actionis intenditur. Sed & alia ratio accedit. Luna revolutionem peragit, non in circulo, sed in ellipti: (§. XLIII.) distantia autem Lunæ a Tellure in Syzygiis, est ad distantiam in Quadraturis, =  $69 : 70$ ; ergo vires Lunæ in Syzygiis, sunt ad vires in Quadraturis =  $343000 : 328509$ . sive in ratione cubica inversa distantiarum. Conf. FABRI, *Phys.* T. III. L. 3. pr. 83. CAVALLERI, *l. l.* p. 6 & 40.

Idem obtinet in Plenilunio, quod, dum prima fronte veritati repugnare videtur, pauca quædam ex ante dictis repetam. Plenilunium obtinet, cum (Fig. VIII.) Sol est in  $S$ , Luna in  $L$ , Tellus in  $E$ ; tum sibi invicem sunt opposita duo hæc Astra. Jam ante vidimus, posito Sole in  $S$ , si sola attrahat Telluris aquas, eas elevatum iri, tam in  $A$ , quam in  $C$ , &

50 DISSERTATIO INAUGURALIS

quidem in C, quia aqua tum aliqua parte deferitur a Sole, ideoque minus gravitat in directione versus Solem, quæ nunc eadem est ac versus E. Luna vicissim aquas in A æque elevatas reddit ac in C, vid. (§. LXIII.) Vires ideo Solis & Lunæ tam in Plenilunio, quam in Novilunio, conjunguntur, & notabiliorem habent effectum. Conf. BERNOULLI, *l. l.* §. 125. EULER, *l. l.* p. 285. & 325. S'GRAVESANDE *l. l.* §. 4474. LULOFS, *l. l.* §. 296. Congruunt ea, quæ modo a priori demonstravimus, cum experientia. Vid. STURMIUS, *Phys. Elect. T. II. C. 3. p. 239. seqq.* WHISTON, *Prel. Phys. Math. p. 309. Mem. de l'Acad. 1720. p. 214. p. 470.* DESAGU- LIERS, *T. I. p. 428.* DE LA LANDE, *l. l.* §. 3595.

Sunt tamen æstus in Plenilunio minores, quam in Novilunio. Eadem est ratio, qua vidimus §. LXVIII. æstum majorem esse in loco aliquo, si Astra sint in eadem meridiani parte, quam quando in opposita. Tempore Plenilunii, cum Luna est in L, Sol æstum producet in A, & aliquanto minorem in C; Luna vero æstum majorem producet in C, & minorem in loco opposito A. Sic ope utriusque aqua attollitur in C, sed hic minor operatio Solis, major Lunæ: similiter in A, sed ubi major operatio Solis, minor Lunæ. Contra in Novilunio maxima operatio utriusque Astri concurrit in A. Ergo sine dubio minores æstus in Plenilunio, quam in Novilunio, vid. HARTSOEKER, *Cours. de Phys. C. I. L. 5. p. 271.* Unde & illud sequitur, in Novilunio æstum nocturnum minorem esse diurno. Sol enim & Luna in C minus elevant aquas, quam in A: quæ differentia in Plenilunio minor est; sed simul talis, ut, (quia Lunæ actio prævalet solari,) æstus nocturnus tunc aliquanto superet diurnum.

§. L X X I V.

In Quadraturis autem æstus sunt minores, quam in Syzygiis, quia illic unum modo Astrum aquas attollit, imo ambo Astra sibi invicem resistunt. Nam, dum Luna (Fig. VIII.) aquam elevat in D, eandemque in A deprimit: Sol ei obstitit, &, actione licet debiliore, aquam in A attollere, in D deprime- re nititur. Præterea, cum Lunæ actio sit in ratione reciproca triplicata distantiarum, magisque distet à Tellure in Quadraturis, quam Syzygiis, æstus Quadraturarum idcirco etiam minores esse oportet. Ponamus, actionem Lunæ

M in

Min D esse = X, in B = x. Vis, quæ agit in aquam, in loco D, si Luna sit in M, & Sol in S, erit = X - Y. In Novilunio vis, qua elevatur in A, est X + Y, in C est = x + y. In Plenilunio in C est = X + y, in A est Y + x. Quod hinc demonstrari potest, quod, dum loquimur de actione Solis & Lunæ in aquam, æque attendimus ad vires deprimentes, quam ad attollentes, quia & harum computus iniri debet, ut figura ellipseos, (Fig. VII.) tota computetur. Atqui vires attollentes sunt duplo majores deprimentibus. Hinc vires attollentes in Syzygiis possunt designari per  $\frac{2}{3}X + \frac{2}{3}Y$ ; vires vero deprimentes per  $\frac{1}{3}X + \frac{1}{3}Y$ ; quæ duæ invicem junctæ dabunt pro actione Astrorum tempore Novilunii, in loco A, X + Y. Idem illud ad Quadraturas applicetur, ubi actio Astrorum, qua elevat aquas in loco infra Lunam posito designari debet per  $\frac{2}{3}X - \frac{1}{3}Y$ , actio vero deprimens in A per  $\frac{1}{3}X - \frac{2}{3}Y$ ; quæ duæ actiones junctæ dabunt X - Y pro actione Astrorum, tempore Quadraturarum in punctum D, eodem modo ac ante vidimus, §. LIV. Conf. FABRI, *Phys. T. III. L. 3. pr. 84.* VARENIUS, *Geogr. Phys. L. III. C. 14. p. 127.* FABRICIUS, *Theol. de l'Eau, L. III. C. 2. Hist. de l'Acad. 1710. p. 1713. p. 6. Mem. p. 20.* MACLAURIN, *l. l. p. 296.*

§. LXXV.

Vidimus quidem, quid in æstibus Syzygiarum & Quadraturarum sit observandum. Videamus porro, quid fiat tempore intermedio, cum Luna est inter Syzygias & Quadraturas: quod, quo facilius peragatur, retardationem ex inertia aquæ oriundum, de qua §. LXII. seponemus. Sit (Fig. VIII.) Luna in N, & Sol in S; tum Luna a Quadratura ad Syzygiam tendit, & axis ellipsoidis aqueæ erit inter Lunam & Solem: secus ac fieri in ipsa Quadratura, modo vidimus, quando axis ille productus recta versus ipsam Lunam, seposita dicta retardatione, dirigitur. Quam primum ergo Luna a Quadratura ad Syzygiam procedit, æstus sequi debet transitum Lunæ per meridianum: antecedere vero, si a Syzygiis ad Quadraturas procedat. Confer. HARTSOEKER, *Cours de Physique, L. V. C. 1. p. 273.* Operæ pretium est generaliorem formulam quærere, qua, data distantia inter Solem & Lunam respectu longitudinis, in-

veniamus, ubi maxima futura sit aquæ elevatio, five quanta futura sit distantia producti axis spheroidis aqueæ a Sole & a Luna. Methodum id Geometricè efficiendi proposuit BOSCOVICH, in *Epist. ad CLAIRAUT*, cujus Epitome in *Journal des Scavans*, Jul. 1761. edit. Holl. p. 366. seqq. Nos idem alia methodo inquiramus. Ponamus, (Fig. V.) SL denotare arcum Æquatoris interceptum inter Solem S & Lunam L, & F esse punctum, quorsum porrigatur axis spheroidis aqueæ. Tum  $\text{Cof.}^2 \text{FS}$  denotabit altitudinem æstus vi unius Solis ortam, (quod postea demonstrabimus,) &  $3 \text{Cof.}^2 \text{FL}$  altitudinem æstus ope Lunæ in perigæo versantis ortam; ut patet ex §. LV. scil. calculo medio utimur, facilitatis ergo, cum proprie actio Lunæ media ad Solis actionem mediam est  $= 2\frac{1}{2} : 1$ , ut l. c. vidimus. Hinc pro actione Lunæ in perigæo substituamus 3 vires solares; pro actione ejus, dum est in apogæo, 2 vires solares.

Sit nunc  $\text{LS} = a$ ,  $\text{LF} = x$ , tum erit  $\text{SF} = a - x$ : determinari debet  $x$ , ut  $3 \text{Cof.}^2 x + \text{Cof.}^2 (a - x)$  sit maximum. Differentiale hujus quantitatis est  $= 0$ . Confer. DE LA LANDE *Astron.* §. 3299.

Hinc  $6 \text{Cof.} x \times d. \text{Cof.} x + 2 \text{Cof.} (a - x) \times d. \text{Cof.} (a - x) = 0$ .

Atqui  $d. \text{Cof.} x = - \text{Sin.} x \times d. x$ . Vide DE LA LANDE, §. 3308. & Cl. FAS, Præceptorem meum æstumatissimum, *Inleiding tot het gebruik der oneindig kleinen*, C. II. §. 38.

Ideo  $- 6 \text{Cof.} x \times \text{Sin.} x \times d. x - \text{Cof.} (a - x) \times \text{Sin.} (a - x) \times - d. x = 0$ .

Sive  $- 6 \text{Cof.} x \times \text{Sin.} x \times d. x + 2 \text{Cof.} (a - x) \times \text{Sin.} (a - x) \times d. x = 0$ .

Dividatur per  $d. x$ ; tum,

$- 6 \text{Cof.} x \times \text{Sin.} x + 2 \text{Cof.} (a - x) \times \text{Sin.} (a - x) = 0$ .

Et  $6 \text{Cof.} x \times \text{Sin.} x = 2 \text{Cof.} (a - x) \times \text{Sin.} (a - x)$ .

Est autem  $2 \text{Sin.} \mathcal{P} \times \text{Cof.} \mathcal{P} = \text{Sin.} 2 \mathcal{P}$ , si Radius  $= 1$ .

Ideo  $3 \text{Sin.} 2 x = \text{Sin.} (2 a - 2 x)$ .

Atqui  $\text{Sin.} (\mathcal{P} + \mathcal{Q}) = \text{Sin.} \mathcal{P} \times \text{Cof.} \mathcal{Q} - \text{Cof.} \mathcal{P} \times \text{Sin.} \mathcal{Q}$ ;

Si autem  $2 a > 90^\circ$ , tum cosinus est negativus; alioqui positivus.

Itaque  $3 \text{Sin.} 2 x = \text{Sin.} 2 a \times \text{Cof.} 2 x + \text{Cof.} 2 a \times \text{Sin.} 2 x$ .

Sive  $(3 + \text{Cof.} 2 a) \times \text{Sin.} 2 x = \text{Sin.} 2 a \times \text{Cof.} 2 x$ .

Et

Et  $(3 \mp \text{Cof. } 2a)^2 \times \text{Sin.}^2 2x = \text{Sin.}^2 2a \times \text{Cof.}^2 2x$ .

Est vero  $\text{Cof.}^2 2x = 1 - \text{Sin.}^2 2x$ .

Unde  $(3 \mp \text{Cof. } 2a)^2 \times \text{Sin.}^2 2x = \text{Sin.}^2 2a \times (1 - \text{Sin.}^2 2x)$ ,

&  $(3 \mp \text{Cof. } 2a)^2 \times \text{Sin.}^2 2x = \text{Sin.}^2 2a - \text{Sin.}^2 2a \times \text{Sin.}^2 2x$ ,

&  $((3 \mp \text{Cof. } 2a)^2 \mp \text{Sin.}^2 2a) \times \text{Sin.}^2 2x = \text{Sin.}^2 2a$ .

Et tandem  $\text{Sin.}^2 2x = \frac{\text{Sin.}^2 2a}{(3 \mp \text{Cof. } 2a^2 \mp \text{Sin.}^2 2a)}$

§. L X X V I

Duplici exemplo hanc formulam illustrare liceat. Sit  $LS = 70^\circ$ . tum  $2LS = 140^\circ$ . Ergo  $\text{Cof.}^2 LS = \text{Cof. } 2a$  est negativus. Hinc datam

formulam ita applicamus.  $\text{Sin.}^2 2x = \frac{\text{Sin.}^2 2a}{(3 - \text{Cof. } 2a^2 \mp \text{Sin.}^2 2a)}$

&  $\text{Sin. } 2x = \sqrt{\frac{\text{Sin.}^2 2a}{(3 - \text{Cof. } 2a^2 \mp \text{Sin.}^2 2a)}}$ ,

Sive  $\text{Sin. } 2x = \sqrt{\frac{\text{Sin.}^2 140^\circ}{3 - \text{Cof. } 140^\circ \mp \text{Sin.}^2 140^\circ}}$ .

unde sequitur  $\text{Sin. } 2x = \sqrt{\frac{0,41318}{5,40376}} = \sqrt{0,07646} = 0,2763$ .

Hinc  $2x = 16^\circ. 3'$ : &  $x = 8^\circ. 1\frac{1}{2}'$ .

Ergo, si Sol & Luna distent  $70^\circ$ , distabit axis sphaeroidis aquae  $8^\circ$  a Luna, &  $62^\circ$  a Sole. Idem exinde potest confirmari: si ponamus, distare Lunam ab axe sphaeroidis aquae  $7^\circ$  vel  $9^\circ$ , & Solem  $63^\circ$  vel  $61^\circ$ ; tum, si recte calculum instituerimus, aqua illic minus elevata erit. Si distet Luna  $7^\circ$  & Sol  $63^\circ$ , tum  $LF = 7^\circ$  &  $FS = 63^\circ$ : ergo  $3 \text{ Cof. } LF^2 = 2,9554665075$  &  $\text{Cof. } FS^2 = 0,2061069201$ . Hæc conjuncta dabant pro elevatione aquæ in loco dato  $3,16157$  si vero  $FL = 9^\circ$ , &  $SF = 61^\circ$ ; tum pro elevatione aquæ habebimus  $3,16164$ . sed, secundum nostrum computum, habebamus  $3,16231$ ; qui numerus major est, quam in duobus præcedentibus calculis.

Si vero ponamus, Solem & Lunam distare  $40^\circ$ ; tum, quia  $\text{Cof. } 80^\circ$  est positivus, formulam datam sic applicamus.

$$\text{Sin. } 2x = \sqrt{\frac{\text{Sin.}^2 80^\circ}{3 + \text{Cos.}^2 80^\circ + \text{Sin.}^2 80^\circ}} = \sqrt{\frac{0,96983}{3,21327}} = \sqrt{0,03018} \\ = 0,1489.$$

Hinc  $2x = 8^\circ 34'$ , &  $x = 4^\circ 17'$ . Ergo  $FL = 4^\circ 17'$  &  $FS = 35^\circ 43'$ . Qui calculus iterum inde probatur, quod si  $FL$  ponamus  $= 4$ , &  $FS = 36$ ; vel  $FL = 5$ , &  $FS = 35$ ; mox inveniremus elevationem minorem, quam quæ, utriusque Astri concursu, ad datum mutuum intervallum effici posset, & quæ per calculum modo reperiebatur.

### §. LXXVII.

Dedimus vero formulam, quæ in usum revocari potest, si Luna sit in perigæo. Tum enim vires Lunæ sunt ad Solares  $= 3:1$ , in apogæo autem sunt  $= 2:1$ , ut eas calculo medio posuimus §. LXXV. qua in re iterum sequimur DE LA LANDE *l. l.* Ergo formula sic pro apogæo adhiberi potest,  $\text{Sin. } 2x = \sqrt{\frac{\text{Sin.}^2 2a}{2 + \text{Cos. } 2a^2 + \text{Sin.}^2 2a}}$ .

Unde, methodo modo proposita, pro quocunque Lunam inter & Solem intercepto arcu, distantia axeos spheroidis aqueæ, & transitus Lunæ per meridianum computari facile potest, si Luna sit in apogæo.

Ut autem noscamus, quantum temporis gradus & minuta sic inventa efficiant, observare conducit quotidianam retardationem Lunæ mediam in transitu per meridianum, ad datam distantiam Lunæ a Sole. Cl. DE LA LANDE ponit hanc retardationem  $= 1^h, 6'$ , si Sol & Luna distant  $60^\circ$ , & sint in perigæo. Certe, si Luna est in apogæo, retardatio non tanta est; licet laudatus auctor dictam retardationem, id est maximam, quæ obtinere potest, dum Luna est in perigæo, etiam aliis Lunæ distantis simpliciter applicare pergat. Si autem pro secundo exemplo, ut Luna ad Syzygiam tendens a Sole distet  $40^\circ$ , & sit in perigæo, ponamus, Lunæ retardationem esse  $52'$ ; facile inveniemus, quantum æstus maximus Lunæ transitum per meridianum sequatur, hoc modo  $360^\circ: 24^h. 52' = 40. 17': x = 17'$ . Ergo Luna in perigæo antecedit æstum maximum in data distantia Lunæ a Sole, post 17 minuta temporis.

### §. LXXVIII.

## §. LXXVIII.

Eadem hæc formula, quam adhibuimus ad indicandum, quantopere fluxus maximus sequi possit transitum Lunæ per meridianum, ubi hæc a Quadratura ad Syzygiam tendit; similiter denotabit accelerationem æstus ante Lunæ per meridianum transitum, cum hæc a Syzygiis ad Quadraturas movetur. Quæ quidem ita se habent, seposita omni retardatione ex inertia aquæ oriunda. Si vero & hujus rationem ineamus; nunquam Luna sequi poterit tempus maximæ elevationis aquæ. Nunquam enim dicta differentia inter momentum æstus maximi, & sequentem Lunæ transitum per meridianum, excedit 63 minuta temporis, demonstrante Cl. BERNOULLI, *l. l. p. 139.*; dum retardatio ex inertia aquæ oriunda ad 3 fere horas extendi potest. Apparet interim, retardationem æstuum admodum variare, pro diversa distantia Lunæ a Sole; illamque majorem esse, dum Luna a Quadraturis ad Syzygias tendit, minorem vero, dum versus Quadraturas procedit, ita ut secunda die post Syzygias sit minima, die secunda post Quadraturas sit maxima: quia in priore casu axis spheroidis aqueæ, quæ antea erat orientalis Luna, nunc fiat occidentalis; dum in posteriore casu contrarium obtinet. Confer. *Hist. de l'Acad. 1710. p. 11. 1712. p. 2. Mem. p. 117. Mem. 1713. p. 20.*

## §. LXXIX.

Hactenus de æstu, qui tempore Novilunii vel Plenilunii datur, locuti sumus, quasi hoc contingat ipso meridie. Si vero Luna sit in Syzygiis illis ante vel post meridiem, aliqua differentia respectu horæ æstus obtinere debet, seposita retardatione ex inertia æquæ oriunda. Si enim tempus Novilunii, vel Plenilunii, incidat quibusdam horis ante transitum Lunæ per meridianum; pro quavis hora æstus maximus fere 2' serius fiet. Contra, si Novilunium vel Plenilunium transitum Lunæ per meridianum sequatur, tantumdem accelerabitur. Ratio rei hinc petenda, quod Luna præcipua est causa æstus. Si ergo Novilunium obtineat 2 horis ante meridiem; tum, quia discessus Lunæ a Sole diurnus medius est circiter  $12^{\circ}$ , ipso meridie Luna a meridiano distabit uno gradu versus ortum, neque ipsa per meridianum transibit, nisi elapsa  $\frac{1}{15}$  horæ, sive 4' post meridiem. Si autem Novilunium  
acci-

accidat 2 horis post meridiem, tum maris maxima elevatio 4' ante meridiem incidit. Vid. EULER, *l. l. p. 286.*

Idem ad æstus Quadraturarum applicare licet. Docuit tamen observatio, paululum aliter sese rem habere in Quadraturis, quam in Syzygiis; ita ut loco 2 min. quæ addi vel tolli debent pro quavis hora, qua Luna Syzygiam patitur ante vel post meridiem, adhiberi debeant  $2\frac{1}{2}'$  in Quadraturis. Conf. *Hist. de l'Acad. 1710. p. 10. Mem. p. 433. Hist. 1712. p. 2. Mem. 1713. p. 374. EULER, l. l. p. 327.* Accuratus sibi videtur Cl. BERNOULLI, *l. l. p. 118.* in Syzygiis loco 2' adhibere  $1\frac{1}{2}'$ , in Quadraturis  $3\frac{1}{2}'$ . Differentia autem hæc exinde oritur. Si Luna est in Syzygiis ante transitum per meridianum, æstus minus retardabitur, quam ipsa Luna; quia, quam primum Luna fuerit in Syzygiis, axis sphaeroidis aqueæ est occidentalior, quam Luna; unde retardatio, quæ alioqui esset circa 2' pro quavis hora, minuenda est. Pariter diminuenda acceleratio æstus, si Luna, post transitum per meridianum, demum veniat in Syzygias; quia tum axis sphaeroidis aqueæ est Luna orientalis. Si vero Luna sit in Quadraturis, ante transitum per meridianum, tum axis sphaeroidis aqueæ sit Luna orientalis; hinc æstus magis, quam ipsa Luna, retardatur, unde & illius retardatio in hoc casu augenda est: dum e contrario minuenda est, quando transitus Lunæ per meridianum horam Quadraturæ antecedit.

#### §. L X X X.

Dum Luna a Syzygiis ad Quadraturas tendit, æstus sensim fiunt minores: nam magis magisque vires utriusque Astri contrariæ fiunt. Luna a Quadraturis ad Syzygias procedente, æstus eadem de causa augentur. Confer. HARTSOEKER, *Cours de Phys. L. V. C. 1. p. 273. Hist. de l'Acad. 1713. p. 5.* BERNOULLI, *l. l. p. 19.* LULOFS, *l. l. p. 270.* Sequitur, æstum vespertinum, dum Luna a Syzygiis tendit versus Quadraturas, esse minorem matutino præcedente: secus autem obtinere in casu opposito. Id observatio confirmat, *Mem. de l'Acad. 1713. p. 376. Hist. 1713. p. 5.* Non præcise tamen eadem summa est omnium altitudinum æstuum, dum Luna a Quadraturis ad Syzygias tendit, quæ gignitur, dum ab his versus Quadraturas procedit. Differentia in portu Brivatensi aliquando fuit 12 ped. 8. dig. Vid. *Mem.*



*Mem. de l'Acad.* 1714. p. 37. Ratio sita est in eo, quod post Syzygias maximæ, post Quadraturas minimæ, maris elevationes fieri solent.

§. LXXXI.

Licet enim æstus maximi, secundum dicta, tempore Syzygiarum, minimi tempore Quadraturarum, obtinere debeant; observatio tamen docuit, eos ipsis quidem illis temporibus tales non esse, sed 2 circa vel 3 diebus postea. Ratio similis est illi, quam dedi §. LXII. respectu æstus serioris transitu Astrorum per meridianum; & ex eodem principio explicari potest, advocatis tantummodo oscillationibus, quæ in aqua æstuante obtinent, quibus ad phænomenon *l. l.* propositum non indigebamus. Velut enim de undis marinis constat, quo major earum est elevatio, eo majorem fore sequentem profunditatem; ita etiam in æstu observatur, quo major fuerit fluxus undecunque ortus, eo majorem esse refluxum. Aquæ sic æstuentes, æque ac undæ, cum oscillationibus pendulorum conferri possunt; vel cum motu liquoris in tubo duobus cruribus instructo; de quo confer NEWTONUM, *Princ. Phil. Math. l. II. pr. 44-46.* & S'GRAVESANDE, *l. l. l. III. C. II. §. 1749.* Hæ itaque oscillationes sensim majores fiunt, dum Luna a Quadraturis versus Syzygias tendit. Necdum tamen in hisce, ob aquæ inertiam, tantæ erunt, quantæ per vires Astrorum esse possent: sed deinceps adhuc, etsi vi Astrorum jam aliquantulum decrescente, augeri pergunt; & quidem tamdiu, donec illorum vires non amplius retinendæ, nedum augendæ, elevationi aquarum sint pares. Hac de causa æstus demum 2 vel 3 diebus post Syzygias omnium maximi sunt. Quod eodem modo, mutatis mutandis, ad Quadraturas applicetur. Confer de hoc phænomeno *Mem. de l'Acad.* 1710. p. 441. & 442. *Hist.* 1712. p. 2. 1714. p. 6. S'GRAVESANDE, *l. l.* §. 4477. HARTSOEKER, *Cours de Phys.* p. 271. BERNOULLI, *l. l.* p. 26. EULER, *l. l.* p. 318. & 326. LULOFS, *l. l.* p. 270. & 297.

Sequitur interim, maximam aquæ elevationem, quæ, ob causam modo propositam, non obtinet, nisi 2 vel 3 diebus post Syzygias, non tantam fore, quam si ipsis in Syzygiis, dum vires attollentes maxime vigent, obtinere posset: in Quadraturis pariter minimam elevationem non tam exiguam esse, quam alioqui foret.

§. LXXXII.

Dicta §. LXX. sufficiunt, ut intelligatur, quantum circa Syzygias æstus maximus superet naturalem altitudinem, quam aqua sine æstu haberet. Tunc enim conjunctis viribus Astra agunt, & maxima elevatio duplo magis distat a naturali aquarum altitudine, quam maxima depressio. In Quadraturis autem alio modo se res habet: quia vires Solis & Lunæ tum invicem adverfantur. Dum scilicet (Fig. VII.) Sol incumbit puncto I, Luna puncto M, depressio IB minor est, quam si Luna sola ageret, & contra elevatio MC pariter minuitur ob vim deprimentem Solis. Ut autem & hoc in casu elevationem aquæ, præ naturali altitudine, inquiramus, iterum notetur, vires attollentes duplo majores esse deprimentibus. Adeoque elevatio aquæ, v. c. in M, æqualis est excessui vis lunaris attollentis præ vi solari deprimente, sive (si vis Lunæ = L, & vis Solis = S) erit =  $\frac{2}{3}L - \frac{1}{3}S$ . Depressio vero in I, illinc 90° distito, designabitur per  $\frac{1}{3}L - \frac{2}{3}S$ . Si autem ponamus vim Lunæ ad vim Solis = 5:2; tum vis Lunæ =  $\frac{5}{3}S$ . & elevatio in M supra naturalem altitudinem erit =  $\frac{2}{3}S$ , & depressio infra eam =  $\frac{1}{3}S$ ; unde sequitur, in Quadraturis, elevatæ aquæ superficiem octuplo magis distare a puncto naturalis altitudinis, quam aquam depressam.

§. LXXXIII.

Ad explicandum denique æstum maris annuum, iterum revocemus, Astra majorem vim habere, quando propiora sunt. Vidimus quippe, eorum actionem in mari agitando esse in ratione reciproca cubica distantiarum. Idem cum observationibus in portu Brivatensi factis congruit. Etenim in Novilunio 4 Jun. Anni 1712. Luna erat prope apogæum suum, & mare elevabatur supra notam hunc in finem defixam, 16 ped. 2 dig. infimus autem refluxus fuit 2 ped. supra eandem notam: ergo differentia 14 ped. 2 dig. Die 19 Jun. in Plenilunio Luna erat in perigæo; & distantia ejus a Tellure ad præcedentem = 935:1064. Tum 21 Jun. fluxus maximus fuit 18 ped. 4 dig. supra idem punctum, refluxus autem maximus 10 dig. infra illud: totus itaque æstus erat 19 ped. 2 dig. plus quam 5 ped. major, quam in præcedente casu. Sic 10 Novemb. 1711. die Novilunii, altitudo æstus fuit

19 ped.

19 ped. 3 dig. ast 25 Novemb. die Plenilunii fuit 16 ped. 9 dig. plus quam 2 ped. minor, quam 10 Nov. quia distantia Lunæ in priore casu erat 93600, in posteriore 106540. Licet autem omnino cavendum sit, ne omnes æstuum diversitates, quæ præsentis regulæ favere viderentur, mox soli huic causæ adtribuamus; tamen ei tanto magis aliquid tribuere par est, quo sæpius, ad minorem Lunæ distantiam, æstus majores sic observati leguntur. Confer *Mem. de l'Acad.* 1710. p. 439. 1712. p. III. 1713. p. 21, 24, 29. 1714. p. 33. 1720. p. 209. item BERNOULLI, *l. l.* p. 209.

§. LXXXIV.

Quod autem respectu Lunæ observatio docuit, idem de Sole verum est; qui, quo in Syzygiis Telluri propior est, cæteris paribus, eo magis attolluntur aquæ. In Syzygiis, inquam: nam in Quadraturis, ubi, ut ante patuit, elevatio aquæ fit per excessum virium lunarium præ solaribus, qui eo minor est, quo majores sint vires Solis, plane contrarium obtinebit. Dum autem Sol tempore brumali est in perigæo, æstate vero in apogæo; sequitur, majorem hyeme, quam æstate, fore æstum marinum. Neque hæc differentia, inter diversas ejus distantias, est penitus nihili facienda; cum, secundum computum CL. DE LA LANDE, ratio triplicata distantiarum in apogæo & perigæo sit = 1, 106:1. Vid. eum *L. XXII.* §. 3596. Itaque vis Solis æstate decima parte minor est, quam hyeme. Idem docuere observationes in portu Brivatenfi. Vide *Mem. de l'Acad.* 1713. p. 387. *Hist.* 1714. p. 7. 1720. p. 22. *Mem.* p. 209, 467. & confer NEWTON, *l. l. L. III. pr.* 24, 36, 37. FABRI *Phys. T. III. L. III. pr.* 86. WHISTON, *Prel. Phys. Math. p.* 308. S'GRAVESANDE, *l. l. §.* 4480.

§. LXXXV.

Si, ut passim hactenus fecimus, ponamus, locum, in quo æstus obtineat, esse in Æquatore; & hoc adsumere licet, æstus maximos ibi eo majores esse, quo minorem habent Astra declinationem, id est, prope Æquinoctia, minores vero prope Solstitia. Ratio ex ante dictis sequitur: nam, quo minorem hæ-

bent declinationem, eo minus a vertice loci in Æquatore siti distabunt. NEWTONUS hoc modo rem illustravit. Si Astra forent supra alterutrum Telluris polum constituta; aquæ illuc adscenderent, sed major axis sphaeroidis coincideret cum axe Telluris, & omnes ejus sectiones ad Æquatorem parallelæ ad axem sphaeroidis essent perpendiculares. Hinc omnia puncta, in quovis circulo parallelo, eadem vi premerentur; & aquæ semper eodem modo elevatae manerent, licet Tellus intra 24 hor. circa axem moveatur. Sin vero Astra magis accederent ad Æquatorem, operatio eorum magis dignosceretur; quia tum non amplius aequaliter distarent ab omnibus punctis circuli ejusdem paralleli, sed modo essent in meridiano hujus loci, modo alterius: quæ differentia se maximam præbebit, si axis major sphaeroidis ortæ per elevationem aquæ in plano Æquatoris sita fuerit. Alia rei ratio accedit, quod nempe, ob motum Telluris, partes in Æquatore positæ, habent minorem vim gravitatis, quam polis propiores, ob majorem vim centrifugam, quæ major est pro majori distantia ab axe: unde aliquanto facilius aquæ adtrahuntur, cum Luminaria sunt super Æquatore. Imo, dum diameter Æquatoris major est axe terrestri; hinc partes in Æquatore sitæ sunt remotiores a centro Terræ, ideo Astris propiores, quare & sic horum effectus aliquanto intensior. Igitur, si ambo Astra sunt in Æquatore, æstus maximi fient. Vid. *Hist. de l'Acad.* 1713. p. 3. 1772. p. 299. CAVALLERI, l. l. p. 45. Interim multi minus bene attenderunt ad restrictionem modo factam, qua hoc tantummodo obtinet respectu locorum sub Æquatore sitorum. Dudum enim commune præjudicium fuit, æstus marinos maximos esse, etiam respectu locorum in zonis temperatis sitorum, quando Astra sunt in Æquatore. Idem tenuere WHISTON, l. l. p. 329. EULØFS, l. l. §. 298. BERNOULLI, l. l. p. 138. STAPERT, *Diff. Cit.* §. 12. Varia autem, ut fieri solet, undecunque adlata sunt exempla, quibus illud probaretur; quorum pleraque suppeditat ex observationibus in portibus Gallicis, & refellit, DE LA LANDE, *Mem. de l'Acad.* 1772. p. 303.

## §. LXXXVI.

Neque sub ipso Æquatore mox æstus omnium est maximus, cum Astra sunt in Æquinoctiis. Ut enim æstus maximus non contingit ipso die Pleni-

Plenilunii vel Novilunii, ob inertiam aquæ; sic etiam æstus maximus eadem de causa parumper post Æquinoctia obtinere debet. Idem & ad minimos æstus, Astris ad Tropicos versantibus, applicari poterit.

Præsertim, quia apogæum & perigæum Lunæ assidue mutantur, nec Novilunia & Plenilunia semper incidunt tempore Æquinoctiorum; sequitur, nec eadem præcise quovis anno phænomena obtinere posse.

In iis porro, quæ inde a §. LXXXIII. proposuimus, finimus, Lunam & Solem non differre declinatione, ita ut in Syzygiis axis aquas marinas elevans idem sit Soli & Lunæ; dum tamen diversam habere possunt declinationem, sicut & Luna habere potest latitudinem  $5^{\circ}.20'$ , quæ omnia quantitatem æstus marini mutare valent. Vid. *Hist. de L'Acad.* 1713. p. 2. NEWTON, *L. III. pr. 24.* LULOFFS, *l. l. §. 301.*

### §. LXXXVII.

Dum vero Astrorum actionem in Tellurem consideravimus, quatenus hæc, parte saltem maxima, Oceano tegitur; aliquid addamus de maribus minus amplis, vel lacubus undique clausis. Quod in talibus, ut & in fluviis, nullum datur æstus indicium, quamvis sæpe, objectionis instar, contra nostram sententiam proponatur, huic tamen non repugnat: siquidem ex jactis fundamentis (vario licet modo hæc objectio infringi posset,) CL. BERNOLLI calculo eduxerit, fieri non posse, ut æstus ibidem deprehendatur. Observavit enim, altitudinem æstus in mari, quod inundat totam Tellurem, esse ad ejus altitudinem in mari vel lacu dato, ut sinus totus est ad arcum, vel potius choram longitudinis istius maris, sive amplitudinis inter latus orientale & occidentale. Qui autem computus ut ad omnes tales lacus applicari possit, tantisper adsumamus, quod sequenti sectione probabitur, æstus minores fieri in locis ab Æquatore distitis, in ratione quadrata cosinum latitudinis. Ex gr. mare Mediterraneum, cui veteres longitudinem quidem  $56^{\circ}$  adscribebant, quæ tamen, ut ex observationibus CL. DE LISLE constat, est tantum  $51\frac{1}{2}^{\circ}$ , firmum est ad latitudinis gr. 40. Si itaque ponamus, aquam in mari libero sub Æquatore elevari 8 pedes, æstus maximus in mari Mediterraneo erit 3 pedes 10 dig. quæ ipsa tamen magnitudo variis de causis adhuc minuitur. Idem ad

mare Caspium applicetur, quod, licet olim HERODOTUS contrarium tenuerit, quem secuti sunt POMP. MELA, *L. III. C. 5.* PLINIUS, *L. VI. C. 13.* & varia argumenta pro ea sententia adferantur a Cl. LULOF, *l. l. p. 248.* nullam cum vasto mari communicationem habet, ut recentior observatio Cl. DE L'ISLE docuit. Vid. *Mem. de l'Acad. 1730. p. 495.* conf. etiam *T. VI. du supplement à l'Hist. Nat. par DE BUFFON, p. 157.* & *T. I. de l'Hist. Nat. p. 151.* Situm est hoc mare ad  $45^{\circ}$  latitudinis, dum longitudo ejus non est  $10^{\circ}$ , ut post alios Cl. BERNOULLI admittit, sed potius  $5^{\circ}$ . vide *Reizen van Ion. HANWAY door Rusland en Persien, D. I. p. 159. seqq.* In eo itaque æstus elevari potest 4 dig. In mari Balthico, cujus longitudo est  $10^{\circ}$ , latitudo  $66^{\circ}$ , æstus maximus erit  $2\frac{1}{10}$  dig. Habet quidem mare Balthicum communionem cum mari Germanico; per tantas vero angustias, ut vix ullus inde oriatur effectus. Confer de his similibusque exemplis SCALBERGE, *l. l. p. 42.* VARENIUS, *l. l.* HERBINIUS, *L. IV. p. 107.* FABRI, *Phys. l. l. pag. 339. & 367.* HARTSOECKER, *Cours de Phys. l. l. L. V. C. I. p. 276.* WHISTON *Præf. Math. 38. p. 331.* BERNOULLI *diss. cit. p. 177.* qui etiam præcipua phænomena in his similibusque aquarum collectionibus obvia recensuit.

## S E C T I O I I.

*Anomalie in Æstu ex locorum varia latitudine oriundæ.*

## §. LXXXVIII.

Quo magis, ut ante vidimus, distent Astra a loco quodam, eo minor æstus ibi continget. In locis itaque ab Æquatore remotis minor erit æstus, quam in ipso illo Æquatore, si Astra huic incumbant. In hoc enim casu, altitudines æstuum sunt in ratione quadrata sinuum distantiarum a polis, vel cosinum latitudinum. Sit (Fig. IX.) ELVR ellipsis, EIVS circulus, habentes axem communem EV, ut & centrum C. Tum in circulo erit  $VB \times EB = BL^2$ : sed in ellipsi  $BK^2$ :  $EB \times BV = CR^2$ :  $CE \times CV = CS^2$ . Ergo  $BK^2$ :  $BL^2 = CR^2$ :  $CS^2$ , &  $BK$ :  $BL = CR$ :  $CS$ . Hinc etiam  $RS$ :  $KL = CR$ :  $BK = CS$ :  $BL$ . Si nunc semiaxis minor = 1, major =  $1 + \epsilon$ ; tum  $\epsilon$ :  $KL = \text{Rad}$ :

Sin.

Sin. lat. Ergo  $KL = \frac{\epsilon \times \text{fin. lat.}}{\text{Rad.}}$  sed  $KL:KQ = KC: BK$ : five  $\frac{\epsilon \times \text{fin. lat.}}{\text{Rad.}}$

$KQ = \text{Rad.} : \text{fin. lat.}$  vel  $\epsilon \times \text{fin. lat.} : KQ = \text{Rad.}^2 : \text{fin. lat.}$  unde  $KQ = \frac{\epsilon \times \text{fin.}^2 \text{ lat.}}{\text{Rad.}^2}$  Porro  $CK = CQ - KQ$ , &  $CQ = CS = CR + RS$ ;

unde  $CK = CR + RS - KQ$ ; &  $CK - CR = RS - KQ = \epsilon - \epsilon \times \frac{\text{fin. lat.}}{\text{Rad.}^2}$

$= \epsilon \times \left(1 - \frac{\text{fin.}^2 \text{ lat.}}{\text{Rad.}^2}\right) = \epsilon \times \frac{\text{Rad.}^2 - \text{fin.}^2 \text{ lat.}}{\text{Rad.}^2} = \epsilon \times \frac{\text{Cos.}^2 \text{ lat.}}{\text{Rad.}^2}$  Si nunc sinus

totus = 1; erit  $CK - CR = \epsilon \times \text{Cos.}^2 \text{ lat.}$  Ergo altitudo æstus est, ut maxima altitudo aquæ sub Æquatore multiplicata cum quadrato distantie inter Zenith loci, & Astrum æstum producens. Adeoque, si locus datus ab Æquatore distat, altitudo æstus per Astra, meridianum transeuntia, excitati, sequitur quadratum cosinus latitudinis. Similiter conficitur, si datus locus simul cum Astro sit in Æquatore, altitudinem æstus esse, ut quadratum cosinus anguli horarii. Vid. BERNOULLI, *l. l. p. 161.* EULER, *l. l. p. 325 & 329.* DE LA LANDE *l. l. §. 3594.*

§. LXXIX.

Si locum Astrorum extra Æquatorem ponamus, inæquales erunt ejusdem diei æstum agitationes, pro locis aliquam latitudinem habentibus. Ut illud conspicuum fiat, ponamus, (Fig. X.) ATBG representare sphaeroidem aqueam actione Lunæ & Solis ortam; cujus axis sit AB, qui prolongatus tandem in ipsa centra utriusque Astri incidat. DD sit Æquator, TG axis terrestris, EF circulus latitudinis locorum terrestrium E & F; quæ ergo maximum suum æstum habebunt, si sunt in Meridiano eodem cum axe sphaeroidis AB. Facile apparet, majorem tamen fore æstum in E quam in F, quia CE major est, quam CF, quæ lineæ altitudines aquarum seu distantias a centro metiuntur. Æquales hæ forent, si locus in E æque remotus foret ab axe AB quam F, sed quod multum a vero abest. Minor autem est CF; quia F inde magis remotus est, quam E, quod ex inclinatione axeos sphaeroidis ad Æquatorem oritur. Sequentia phænomena, quæ in æstu marino observantur, ex ulteriore hujus figuræ consideratione, explicari poterunt.

§. XC.

horas, cum venerit in I, aqua non elevabitur, sed erit depressissima. Cum enim refluxus maximus differat a fluxu maximo per  $90^\circ$ , & IC sit perpendicularis lineæ AB, punctum I refluxum maximum denotabit. In illis itaque locis, æstus semel tantum intra 24 horas obtinebit, & 12 horæ fluxui, totidemque refluxui, dabuntur; nam tantum temporis impenditur inter progressum loci ab H ad I, quantum ab I ad H. Quod autem de duobus his locis diximus, intelligi etiam debet de omnibus locis, quæ majorem habent latitudinem; & si Astra haberent majorem declinationem, idem valeret de aliis locis, minorem adhuc latitudinem habentibus. Non tamen opinandum, transitum a binis æstibus, intra 24 horas obtinentibus, ad unicum intra id tempus, esse momentaneum; ita ut v. c. hoc loco eveniat intra *νυχθημέρου* unus tantum æstus, in loco ei contiguo, sed *Æquatori* propiore, adhuc geminus. Nam inæqualitas inter duos æstus ejusdem *νυχθημέρου*, pro aucta loci latitudine, ita sensim augetur, ut sensim quoque unus æstus respectu alterius fiat nullus, & penitus tandem *dispareat*. Quod non tantum de diversa duorum eorum æstuum altitudine, sed & de diversa duratione, intelligi debet, de qua postea §. XCIV. Vid. BERNOULLI, *l. l. p. 162.*

## §. XCIII.

Facile nunc definiri poterit, qualis sit æstus, qui in polis obtinet. Si axis sphaeroidis cum *Æquatore* congruat, linea CI etiam cum CT congruet; ergo punctum I, quod aquarum maximam depressionem notat, erit in T, sive ipso polo. Si autem nobis repræsentemus motum Telluris diurnum circa polos; sequitur, loca T & G, quamdiu Astra manent in *Æquatore*, aquam æque depressam retinere. Quam primum autem Astra declinationem mutant, linea CI non amplius congruet cum CT; ergo aqua tum in polis elevari incipit, & quidem eo magis, quo major sit Astrorum declinatio. *Æstus* itaque in polis non est quotidianus, sed tantum annuus, & maximus cum Sol & Luna sunt in tropicis, minimus cum sunt in *Æquatore*. Confer EULER, *l. l. p. 278 & 323.* qui etiam ostendit, maximam aquæ elevationem in polis, per declinationem maximam Astrorum ortam, non excedere 10 pollices.

## §. XCIV.



§. XCIV.

Ex causis hactenus propositis, diversa ut sæpe oritur duorum aestuum unius *νυχθημέρου* altitudo, sic diversa etiam duratio. Locus enim, qui nunc est in E, post 12 horas veniet in F, & in utroque eo loco aqua elevabitur: dum vero CI notat maximam aquæ depressionem, locus E, dum venerit in K, aquam habebit depressam; plus autem temporis sic requiritur ad refluxum, dum locus E tendit ab E ad K, quam ad fluxum, dum pergit a K ad F: & contra refluxus brevior erit, dum Tellus tendit ab F ad K, quam fluxus, dum a K ad E pervenit.

Sequentia ex his phænomena explicari poterunt. In locis septentrionalibus, dum Astra habent declinationem septentrionalem, aestus (id est fluxus cum refluxu) superior diuturnior erit inferiore, duratio enim aestus superioris tum per EK, inferioris per KF denotatur. Ibidem vero, si Astra declinationem australem habeant, contrarium obtinebit; & duratio aestus superioris denotabitur per KF, inferioris per EK. Si autem declinatio Astrorum sit nulla, & CT congruat cum CK, tum EK erit = KF, & uterque aestus unius *νυχθημέρου* æque erit diuturnus. Confer WHISTON, l. l. p. 312. BERNOULLI, l. l. p. 164.

§. XCV.

At ipsa duo Astra, quæ sic quasi in eodem cæli loco posita contemplabamur, sive longitudine, sive etiam latitudine & declinatione sæpissime differunt: unde phænomena modo dicta denuo, & maxime quidem, alterari poterunt. Sic alia v. c. erit figura ellipsoidis, Luna posita in Syzygiis, alia in Quadraturis; §. LXX. & LXXXII. alia, quando utriusque operationes non nisi partim invicem resistunt, ut inter Syzygias & Quadraturas. Declinationes porro utriusque variæ esse possunt. Præterea evidentiae causa posuimus, aquam maris maxime elevatam esse ipso momento, quo vis Astrorum maxima est, quasi axis spheroidis productus in centrum Astrorum incidat: contrarium verum esse, vidimus §. LXII. Quarum vero omnium consideratio in accuratiore aestus computo haud negligenda est.

## §. XCVI.

Breviter, quæ modo diximus, resumamus. Depingat (Fig. XI.) ABCD orbitam Telluris, Sol S fit in mediõ, Terra in B & D tempore Solstitiorum, in A & C tempore Æquinoctiorum. Videamus, quid in loco dato, v. c. Amstelodami fiat, cum est Solstitium æstivum, ut in D, & simul Plenilunium vel Novilunium: tum FL erit maximus axis sphaeroidis aqueæ, & aqua maxime erit elevata in F & L. Amstelodamo itaque tempore meridiei posito supra F, ibidem maximus erit æstus; sed post 12 horas veniet in G, ubi noctu aqua quidem erit elevata, sed elevatione a præcedente multum diversa; quia circulus parallelus Amstelodamensis angulum facit cum axe sphaeroidis aqueæ productõ, sive rotatio superficiei Telluris est inclinata ad motum aquæ per vires Astrorum excitatum. In Solstitio hyberno, cum Tellus est in B, erit quidem aqua elevata ipso meridie in H, sed minus, quam media nocte in I. Cum Tellus est in A vel C, seu in Æquinoctio, aqua maxime erit elevata in A vel C; ita ut quævis regio, in qua aqua fuit elevata interdiu, eodem modo elevatam habeat noctu. Confer de his, præter auctores jam citatos, *Mem. de l'Acad.* 1713. p. 33. CAVALLERI, *l. l.* p. 46. DESA-GULIERS, *l. l.* T. I. p. 429.

C A P U T V.

*Æstus extraordinarii examen.*

X C V I I.

**A**d phænomena æstus extraordinarii exploranda pergamus: hoc ordine, ut primo generatim varias rationes anomalix in æstibus indicem; dein particularia quædam phænomena proponam, quæ, si non infringere, saltem debilitare, sententiam nostram de æstu marino prima fronte videantur. Quod ad primum, Sect. I. tempora æstus marini; Sect. II. ejus altitudinem, Sect. III. directionem, quatenus per accidentia alterantur, expendam.

S E C T I O I.

*Causæ variæ, quibus tempora æstus inmutantur.*

§. X C V I I I.

Quicumque ad æstum marinum diligenter attendit, varias causas reperiet a duabus hætenus propositis, scil. transitu Astrorum per meridianum, & latitudine diversa locorum, toto cælo diversas; quibus tempus æstus, etiam in locis non multum longitudine aut latitudine distitis, admodum diversum est. De qua diversitate VARENIUS multa narrat, l. I. p. 132. Plura exempla præbent Encyclopædistæ Galli ad voces *Mer & Flux.*

§. X C I X.

Primam rationem quærere liceat in diversa maris profunditate, & majori minorive hac de causa attritu. Doctiss. STEENSTRA, *Aanmerkingen op de verbetering der ontlasting van Rhyndlands Boezemwater op het Yt*, Sect. III. p. 62. & 66. Item in 't *Vervolg*, No. 1. p. 11. sequenti modo illud adstruxit. Repræsentemus nobis, (Fig. XII.) FB esse altitudinem aquæ

maximam, supra fundum maris alicubi elevatæ, HD esse altitudinem minimam. Hæ duæ columnæ aqueæ non sunt in æquilibrio, quod tamen restitui debet; & restituitur, si triangulum ACB transfertur in ECD, & sic AF & HE sunt ejusdem ponderis. C nunc sit locus, ubi aqua est in naturali altitudine: tum erit  $AC = EC$ . (Quod quidem revera, in æstu maris, non ita obtinet, nam punctum, ubi aqua est in naturali altitudine, est fere duplo propior puncto D, quam B, §. LXX. sed quæ differentia facilitatis gratia negligi jam potest.) Si nunc AB vel DE sit 6 pedum, tum  $\frac{3}{CG} AC$  dabit celeritatem mediam, qua aqua trianguli BCA per lineam CG transibit. Si vero CG minuatur una parte quarta, & fiat = Cg; tum celeritas aquæ erit  $\frac{4}{CG} AC$ . Patet, quomodo profunditas promoveat cursum aquarum, tanto minorem celeritatem requirendo, quanto major est profunditas. Si enim intra 6 horas triangulum BCA in ECD mutari debet, aqua duplo minori celeritate id efficiet, si profunditas duplo major est; vel, si eandem retineat celeritatem, duplo citius idem peraget. Sane idem ex oscillationum theoria confirmari posset: quibuscum, & antea vidimus, fluxus & refluxus reciprocationes non male ab eruditis conferri. Hæ nempe non ita intelligi possunt, quasi ipsa illa aqua, quæ in hoc loco nunc maximam altitudinem adimplet, deinceps hanc alio alioque in loco formaret; sic enim ista eadem aqua intra 6 hor. inmani pernecitate, & perniciosâ æque, ac omni experientiæ contraria, per 90° procurrere deberet: verum, partim quidem altior aqua, quando Astrorum sustentaculo privatur, quaquaversum per superficiem vicinæ inferioris diffluit; sed præcipua parte sic res conficitur, ut altior columna vicinas, & hæ iterum alias laterales extollant, altiores hæsuras, ubi Astrorum attractione allevantur, donec hæ sua vice acceptum reddant. Et sic, licet veri nominis undæ in superficie non generentur, propter æquabilem & lente convexam ellipsoidis figuram; totum tamen negotium oscillationi ample se diffundenti utcumque comparare licet: quæ omnino majori profunditate adjuvabitur. Profundior quippe undulatio, vel longioris penduli oscillatio, lentius quidem absolvitur: sed tempus crescit tantum in ratione subduplicata altitudinis, spatium vero percursum, ut ipsa  
alti-

altitudo. Clara etiam rei habemus documenta. Cum æstus advenit ad ostium freti, quod est Galliam inter & M. Britanniam, (*het Canaal*;) partim versus Septentrionem tendit, partim procedit inter Angliam & Galliam. Fluxus ille, qui Septentrionem versus tendit, Britanniam Magnam ab Occidente præterlabens, & a Septentrione versus Orientem circumfluens, per loca maxime profunda, eodem tempore, quo ille fluxus, qui per fretum id transit, (ubi profunditas maris est 60, 55, 39, 27, 15 pedum,) in mare Germanicum advenit. Imo prior ille fluxus suam directionem ita mutat, ut majorem profunditatem retineat: nam litora Anglica sequitur, dum pro acquisita directione alioqui potius tenderet versus mare Balticum, sed ubi minor est aquæ profunditas. Licet minime inficiet, ad singularem hunc effectum, præter profunditatis differentiam, concurrere etiam freti angustias. Interim & aliud, quod obiter monuisse sufficiat, ex eadem minori maris profunditate accedit, quod nempe, quo mare minus profundum est, tanto æstus plus patitur ab aliis simul causis alterantibus, velut vento, &c. In Ya flumine illud manifestum; ita ut soliti refluxus non contingant, quam primum ventus non nimis lenis iis est contrarius, & alia irregularitates inde oriantur. Vid. cit. *Aanmerk. Sect. III. p. 69. Conf. WHISTON, Præf. p. 312.*

## §. C.

Alia ratio petitur ex majori declivitate fundi maris: quia, quo major ea est, eo aqua majorem vim habet impedimenta & resistenciam tollendi, quod notissimo plani inclinati usu porro illustratur. Alii autem huic causæ minus insistere audent, quemadmodum FABRI, *l. l. T. III. L. III. p. 92.* qui tamen de sola majori minorive litoris declivitate agit, cujus respectu sane non augetur vel minuitur aquæ æstuantis celeritas: hic vero sermo est de fundo maris litoribus non contiguo. Non inmiscbo me contentioni, qua duo peritissimi Viri, de æstu in sinu nostro Australi Amstelodamum inter & Texeliam inde illustrando, inter se disputarunt, STEENSTRA & BRUNINGS. Dici merito videtur, quidquid differentiæ ex sola declivitate in alterutram partem oritur, illud, si in ipso mari obtineat, ad auctam sic ab una parte profunditatem, de qua jam egimus, pertinere. Sequitur interim ex dictis, si fundus maris, quacunque etiam de causa, mutetur, mutari etiam sæpe celeritatem æstuum. Vid. *l'Hist. de l'Acad. 1710. p. 9.*

## §. CI.

Ex portuum quoque minori vel majori a pleno mari distantia magnum discrimen oritur. Quo minus enim ab eo distant, eo citius & celerius æstus, qui illinc devenire debet, adest. Ita in sinu Arabico loca a pleno mari remotiora serius, quam alia, æstum maximum experiuntur. Sic Mochæ, sitæ ad  $13^{\circ} 19'$  latitud. ille ipsa die Novilunii contingit circa 11 horam; Loheïæ, ad  $15^{\circ} 42'$ , advenit post meridiem 1 hor. 43'. ad urbem Sues, ad  $29^{\circ} 57'$  circa 12 hor. 30'. Vid. NIEBUHR, *Descript.* p. 404. Alia exempla dabunt HERBINIUS, *de admir. Mundi Cat.* p. 109. ELLI'S, *Reize na de Baai van Hudson*, p. 407. Imo, quod non negligendum, sæpe in talibus sinibus, ad loca a mari remotiora, æstus plane evanescit, in aliis tamen ad aliam a mari distantiam. Sic in Euphrate, usque ad Ardsje 35 mill. a sinu Persico, æstus ascendit; vid. NIEBUHR, *l. l.* CONDOMINE, *Relation d'un voyage fait dans l'interieur de l'Amerique*, p. 135. in fluvio Amazonum, ad locum, plus quam 200 leucis (*lieues*) a mari distantem, idem observavit. In Albi fluvio vix ad 18 mill. Germ. æstus adsurgit. Vid. HERBINIUS, *l. l.* p. 116.

Neque hic negligendus diversus portuum situs, prout mare habent ab Oriente, vel Occidente, vel ab alio cardine. Ratio facilis est. Cum enim regulariter æstus, motui Lunæ obsequens, Occidentem versus advehi debeat; ad litora, versus Orientem sita, aqua ab Oriente, sive naturali & propria directione, adfluere nequit: sed, facto demum circuitu, adeoque lentius, neque exigua materiæ suæ copia destitutus, æstus adveniet, quantumvis a Meridie & Septentrione id parte quadam suppleri cogitetur. Vid. EULER, *l. l.* p. 336. HENNERT, *Inst. Astr.* C. V. p. 179. qui illud confirmarunt exemplo a portibus Galliæ, Belgii, Angliæ, desumpto: nam post Plenilunia vel Novilunia, in portu Brivatensi æstus venit 3 h. 10'. Bajonæ 3 h. 30'. Rupellæ (*Rochelle*) 3 h. 45'. St. Malo hor. 8. Cadomi (*Caën*) hor. 9. Deppæ (*Dieppe*) 10 h. 30'. Dunkerquæ & Ostendæ hor. 12. Flellingæ 12 h. 30'. Diversitatem hanc viri Cl. ex eo illustrent, quod hi portus magis magisque ad Orientem retrahantur: licet neque diversa a liberiore Oceano distantia negligi debeat. Confer interim de illa causâ etiam F. BAYLE, *l. l.* T. II. p. 468.

## §. CII.

## §. CII.

Venti pariter sæpe accelerant vel retardant fluxum maris. Cum enim sæpe æstus non sint magni, magnam celeritatis suæ partem per ventum contraria directione impetuose flantem amittere debent; vel e contrario, si ventus ex eadem plaga spiret, ea multum augeri debet. Sic fluxus, qui Dsjiddæ in Arabico sinu advenire debebat 4 Nov. 1762, hora 10, per ventum occidentalem retardabatur fere dimidia hora. Vid. NIEBUHR, *Descr. Arab.* p. 400. & 403. Idem observationes docuere Dunkerkæ 15. Nov. 1701. die Plenilunii, ubi fluxus maximus 16' tardius contigit, quam debuisset, ob Eurum (Z. O.), qui directioni fluxus resistebat: contra 12 Apr. 1702. per 9' citius est observatus, quam par erat, ob impetum Argeftis, (N. W.) Vid. *Mem. de l'Acad.* 1710. p. 435. & 451. Hinc fieri sæpe potest, ut aquæ maxima altitudo antecedit transitum Lunæ per meridianum, cum alioqui sequi debuisset; unde etiam rationem petit VARENIUS L. I. C. IV. p. 133. cur ad litora Chinæ æstus sæpe sit maximus ante Lunæ transitum per meridianum. Imo aliquando hinc oritur, ut æstus marini penitus nequeant esse fixi, sed per solos ventos mare elevetur vel deprimatur. Confer BOUGAINVILLE, *Voyage autour du Monde*, T. I. C. 6. ubi illud narrat de portu urbis Montevideo Americanæ: vel saltem ut tempus refluxus & fluxus penitus alteretur. Sic ventis forsan produci potuit phænomenon, quod observatum fuit anno 1672. ubi refluxus non interruptus 20 horas durabat. Conf. VARENIUS, l. l. L. I. C. 14. Pr. 22. Simile quid obtinuit 14. Nov. 1775. & 20. Nov. 1776. Vid. etiam *Essai Physique sur l'heure des marées dans la Mer rouge*, traduit par MICHAËLIS, p. 50. Sic Ao. 1550. 6. Cal. Jan. ventus effecit, ut aquæ in Tamesi, intra 9 hor. ter accesserint ac recesserint. Vid. FABRI, l. l. Pr. 93. p. 367. Imo aliquando per totas hebdomadas ope ventorum aqua elevatur; ut in flumine de la Plata observavit BOUGAINVILLE, l. l. Interim omnino notatu dignum est, ventos, qui a litoribus versus mare spirant, esse minimos in promontorii: hoc itaque respectu in iis locis minus alterantur æstus. Confer DAMPIER, *Itin.* T. II. p. 227. Merentur de iis, quæ hoc §. dixi, consuli VARENIUS, *Geogr. gen.* L. I. C. 14. Pr. 18. p. 133. & Pr. 22. p. 138. FABRI, *Phys.* T. III. L. 3 Pr. 94. *Hist. de l'Acad.* 1710. p. 9.

*Mem. p. 434. VERDRIES, Physf., l. l. p. 387. BERNOULLI, l. l. p. 124. ELLIS, Reize naar de Baay van Hudson p. 407.*

Singularem quoque vim in aquarum fluxum five juvandum, five varie alterandum, motus quidam marium particulares, locisque suis proprii, & vel semper, vel certo tempore constantes, exserunt, Belg. *Stromen*, Gall. *Courants*. Ventis utique illi adtribui nequeunt, nisi ubi impetuosiores & constantiores spirant. Fundi itaque marini, vadorum, oræ maritimæ, &c. diversa conditio ad formandos illos maxime conducit. Vid. BERNOULLI, l. l. p. 189. EULER, p. 340.

Insulæ quoque vel majores, vel magna copia, in alto mari aut prope litus sitæ, fluxum maris retardare possunt. Sed, cum hæc retardatio potissimum oriatur ex mutata directione æstus, & divisa quasi aquæ copia versus litus advenientis; de ea causa aliisque similibus postea agemus, de directione & altitudine æstus dicturi. Observari hic tantum modo velim, dictarum causarum multas concurrere, vel sibi invicem resistere posse; quæ observatio in sequentibus sectionibus etiam momentum habebit.

### §. CIII.

Per illa porro, quæ sic æstum retardant, vel accelerant, sæpe etiam fit, ut fluxus & refluxus inter se notabili tempore differant, neque singulis senæ horæ, ut vulgo, competant. Frequenter hoc ad litora talia conspicitur, ubi flumina impetuose in mare se exonerant. Cum enim illic aqua non tantum elevetur aquis, quæ a mari accedunt per fluxum, sed etiam iis, quæ a continenti defluunt; necesse est, eas per illum confluum & confictum citius adfurgere ad summam, quam ab æstu habere possunt, altitudinem, quam si solæ aquæ marinæ accederent. Vel potius notemus, intra fluminum ostia aquam adfurgere, non tantum, quia mare æstuans intrat; sed quia fluvius, per auctam aquæ marinæ columnam, impedimentum celeritatis nactus, necessario turget; unde etiam altitudo aquæ maxima illic aliquanto major erit, quam in aperto mari: verum unde sequitur, ibidem quoque non modo aquam mox descendere, quam primum mare incipit minus obsistere, sed neque novum incrementum recipere posse, nisi aqua maris, integrum refluxum jam passa, eo usque denuo adscenderit, ut auctior  
hu-



hujus columna fluviatilem morari possit. Itaque minus diu in fluminum ostiis aqua adsurgit, quam in mari, & tanto minus, quo locus editior est; donec ab æstu marino nullum amplius obicem experitur. Exempla crebra præsto sunt. BAYLE, *l. l. p. 472.* exemplum Garumnæ rite huc adferre videtur; ubi (ut refert) fluxus 5, refluxus 7 horis, durat. Diferte tamen SCALIGER, *Exerc. 52,* & VARENIUS, *l. l. p. 135.* contrarium adferunt. Observemus obiter, quam caute in adsumendis procedere oporteat, quæ diversi scriptores de anomaliis æstum, in uno alterove loco conspicuis, narrant. Aliud exemplum, de quo omnes consentiunt, peti potest a fluvio Zenegal Africano, ubi fluxus durat 4 hor. refluxus 8. Conf. VARENIUS, *l. l. p. 135.* STURMIUS, *l. l. p. 242.* KIRCHERUS, *Mund. Subterr. L. III. §. 139. & 142.* Hinc etiam rationem petit HARTSOEKER, cur in freto Britannico refluxus diutius duret, quam fluxus, *Cours de Phys. L. V. C. 1. p. 273.* Quod, si verum sit, prope ostium Sequanæ tantum obtinebit: alii enim fluvii majores illic non reperiuntur. Plura vero ejusmodi exempla passim occurrunt.

Simile tamen quid & alibi contingit, ubi ad flumina provocari nequit. Sic prope Catvicum fluxus durat horis 4, refluxus 8. Ratio petenda est ab æstu duplici, altero a septentrione Scotiam circumeunte, altero ex freto Britannico adveniente: unde, cum duplici de causa aqua attollatur, fluxus altissimus citius compleatur, necesse est, & refluxus diutius fluxu durabit. Conf. BERNOULLI, *Diff. cit. p. 184.* De portu urbis Macao Chinensis narrat VARENIUS, *l. l. p. 135.* ibi fluxum durare horis 9, refluxum 3. In loco dicto Abuscahr idem observavit NIEBUHR, *Itin. ad Arab. T. II. p. 89.* Quod a quantitate insularum deducit & vadorum adjacentium, quorum etiam effigiem suppeditat. In freto Magellanico fluxus durat horis 6, refluxus 2, ut tradit DE BUFFON, *Hist. Nat. T. I. p. 157.* Plura hujusmodi exempla dabit STURMIUS, *Phys. Elect. T. II. p. 243.* VARENIUS, *l. l. L. III. C. 14.* & alia quædam hic illic Sectionibus sequentibus inferemus.

## §. CIV.

Restat & aliud dicendum de celeritate, qua mare adscendit & descendit. Vidimus §. LXXXVIII. velocitatem adscensus & descensus sensim augeri ab initio fluxus, usque ad ejus medium, tum decrefcere, donec mare fiat stationarium. Unde sequitur, mare, si semel fluere vel reflucere inceperit, continue quidem elevari vel deprimi, at non æquabili celeritate. Si tamen observationes factas variis in locis consulamus, comperiemus, aliquamdiu quiescere, imò nonnumquam deprimi. Exemplum rei habetur ex iis, quæ Cl. LULOFS ad litora Carvicena expertus est; ubi notavit, hora prima fluxus, aquam adscendere 2 dig. Rhenol. hora secunda, 12: hora tertia, 20: hora quarta, 29: adeoque mare elevari, durante toto fluxu, dig. Rhenol. 63. Sed in refluxu, qui illic durat 8 horis, hora prima descendit 8 dig: secunda, 11: tertia, 12: quarta, 10: quinta, 6: sexta, 8: septima, 4: octava, 4: dum mare ibi per 12' est stationarium. Conf. MARTINET, *Cat. der Natuur*, D. I. p. 391. Ubi notandum, aquam, dum hora quarta descendit 10 dig. & hora sexta, 8 dig. hora intermedia tantum 6 dig. descendere. Aliis in locis, ex. gr. in insula Goerea, aqua revera de novo attollitur ad quintam refluxus horam. Animus mihi non est particulatim rationem reddere harum similibusque a regula generali aberrationum, pro locorum diversitate. Generaliter aliquid proposuisse sufficiat, quod, si applicetur ad quosdam portus, rem, nisi fallar, satis dilucidabit. Nempe aliquando situs litorum talis est, ut æstus e duobus locis advenire possit. Sic in mari insulis repleto æstus, dum ad insulas quasi frangitur, ad aliquem harum portum utrimque advenire potest. Neque semper eodem tempore uterque æstus adveniet, sed unus subinde altero tardior: unde fieri potest, ut circa medium fluxum per aliquod tempus mare sit stationarium, vel supra modum retardetur, aut acceleretur; imò, ut, dum ab una parte obtinet fluxus, ab altera parte refluxus jam conspicuus sit: quod late explicuit PEMBERTON, *Elemens. de la Phil. de Newton*, L. II. C. 6. p. 359. Sic etiam intelligitur, cur mare tempore refluxus iterum aliquantisper elevari possit. Aliquid ejus ad nostra etiam litora alicubi obtinet, dum æstus, ut diximus, partim a septentrione

riōne Scotiæ venit, partim e freto Britannico, directione priori contraria.

Nec tamen ex dictis solutionem peto omnium irregularitatum, quæ respectu celeritatis, qua aqua fluens vel refluxus, elevatur vel deprimitur, variis in locis obtinent. Aliæ sine dubio causæ iterum concurrere possunt: ex. gr. si vada arenosa in initio æstus impediunt aquam, ne tendat versus portum aliquem, quæ itaque, longiore via circumfluens eum tumultum, & hinc multum celeritatis suæ amittens, serius in portum adveniet. Si jam concipiamus, post secundam horam mare tumultum superare, mox vehementi impetu versus portum ruet, ubi aquæ nondum eo altitudinis pervenerant. Sic in litore Cambajæ, binis posterioribus fluxus horis mare accessu suo terram per triginta circiter leucas obtegit, & recessu intra duas horas iterum detegit, tanta quidem rapiditate, ut homines ingruentem e pelago undam vix cursu evadant, ne vero incautos arripiat, cymbali sonitu admonentur. Vid. RADERI nota ad CURTIUM, L. IX. C. 9. Ad montem St. Michaëlis prope Abrincam tale quid etiam observatur. Confer STURMIUM, *Phys. Elect. T. II. p. 242.*

## SECTIONO II.

*Causæ variæ, quibus altitudo æstuum mutatur.*

### §. CV.

Licet maximus sub Æquatore, ut ante vidimus, obtineat æstus, qui illic in pleno mari non excedit 8 ped. in aliis vero locis illius altitudo decrescat in ratione data §. LXXXVIII. multæ tamen causæ peculiare, in variis locis, æstuum altitudinem diminuunt vel augent. Sic, dum in Zelandia est 18 pedum; ad montem St. Malo est 70 pedum, in Tamesi Anglicano 50 pedum, ad insulas Philippicas & Moluccas 2 vel 3 pedum, ad oram Africae a Freto Gaditano ad tropicum 1 pedis; in aliis locis penitus disparet. Generatim, quod paucis indicasse sufficiat, æstus non semper eo altiores sunt, quo celeriores. Contrarium multis exemplis probari posset, quorum varia attulit DAMPIER, *Itin. T. II. p. 269.*

## §. CVI.

Prima causa altitudinem æstuum mutans est in ipsis litoribus: nam prope hæc æstus multo major est, quam in pleno Oceano. Vid. HARTSOEKER, *Cours de Phys.* L. V. C. 2. p. 275, quod jam noverat PLINIUS *Hist. Nat.* L. II. C. 97. Ad illa enim tumulus aqueus vi confringitur, quia cum impetu ad litora alliditur: nec aqua eadem celeritate, quam habebat in Oceano, ubi maxima est profunditas, progredi potest; unde ad litora valde intumescit. Præterea is aquæ adfluxus in sinibus vadosis multo adhuc magis increfcere debet, eo quod aqua his in locis jam multum appulsa ad latera diffluere nequit, si quidem sinus directe versus eam plagam pateat, unde aqua advehitur. Vid. EULER, *l. l.* p. 337. Hinc ratio petitur, cur in portu Brivatensi tam enormis fluxus obtineat circa Syzygias: ubi litus nempe est valde sinuosum ac vadofum, unde aqua maxima vi appellitur, nec ob sinuositatem tam cito diffluere potest. Sic in maxima insularum, quæ Orcades dicuntur, litus ita præceps est, ut fere sit perpendiculare superficiæ maris, non arenosum, sed lapideum, & quando mare est depressum, fere 200 ped. altum. Æstus autem ibi tantus est, ut, si ventus accedat, sæpe usque ad culmen rupium, quæ a mari lambuntur, adsurgat, & recidat in formam pluvie; tanta vi, ut lapides factis ponderosos a rupe dirumpat, & elevet. Hinc intelligi potest, quantum effectum sæpe impetuosior æstus in litora habeat. Vid. DE BUFFON *Hist. Nat.* T. I. p. 158.

Fieri tamen potest, ut ad litora æstus sint minores, ubi scilicet litus non valde præceps. Vid. WHISTON, *l. l.* p. 314. Hinc forte insulæ in medio mari sitæ minorem habent æstum. Sic ad insulas dictas Gallapagos, quæ Cl. DE L'ISLE dicuntur *Galapes*, in mari Pacifico sitas, circa 100 mill. a terra continenti distantes, æstus non adscendit ultra  $1\frac{1}{2}$  pedes. Vid. DAMPIER, *l. l.* p. 271. Eodem modo ad insulam S. Helenæ æstus vix 3 ped. adscendit. Vid. DE LA LANDE, *Abregé*, §. 1084. Ratio esse videtur, quod litus valde inclinatum sit, & infra superficiem maris multo latius se extendat, quam supra eam; ita ut æstus jam maxime confringi debeat, & vim amittere, antequam incolis ejus insulæ conspicuus sit: unde dividi, & quam maxime diminui debet. Exempla plura habemus in sinu

Mexi-

Mexicano, mari Aegæo, Indico; ubi tamen aliæ rationes accedunt, mox indicandæ.

§. CVII.

Sæpe fit, ut duo æstus eundem in portum, diversis e locis, eodem tempore, concurrant: unde altitudo admodum variare potest. Hinc ratio danda, cur ad litora Zelandiæ æstus sæpe tantus sit quibusdam in portibus. Ibi enim duplex æstus non tantum accedit, unus e freto Britannico, alter a Septentrione; sed insulæ hic illic dispersæ æstus dividunt, qui alibi contraria directione allati iterum concurrunt, altioresque fiunt. Sed vicissim fieri potest, ut sic fluxus & refluxus aquæ penitus dispareant. Si enim eodem tempore, quo per unam viam refluere incipit, aqua per aliam adfluere incipiat; semper, quantum augetur altitudo aquæ, tantum diminuitur. Hac etiam de causa contingere potest, ut non bini fluxus intra 24 horas, sed unus tantum in locis quibusdam obtineat. Confer NEWTON, *Princ. Phil. Nat. L. III. pr. 24.* EULER, *Diff. cit. p. 339.* CAVALLERI, *l. l. p. 48.* Unde explicandum etiam partim erit phænomenon, quod proposui § CVI. in mari utrimque insulis circumdato conspicuum; ubi æstus multo minorem habet altitudinem, quam in pleno mari. Dum enim æstus ad litora perveniens, directionem mutare debet versus dextram & sinistram partem, inde multum impetus sui amittere debet, nec tam alte ascendere potest, quam alioqui ascendisset. Vid. WHISTON, *Prel. §. 38. p. 331.* FABRI, *Phys. T. III. L. 3. pr. 67.* BAYLE, *l. l. p. 470.* BERNOULLI, *l. l. p. 184.*

Æstus etiam minor fit in locis, quibus paucae insulæ, vel longe prominentes terræ, adjacent; saltem si finum aliquem maxima parte ab alto mari secludant, atque ita mare quasi mediterraneum forment. Sic in nostro sinu Australi fluxus subinde majores & minaciores fiunt, postquam insulæ a Septentrione sitæ, & finum antea magis secludentes, diminutæ sunt, & communicatio cum mari Germanico facilior & major. Confer LUYLPS, *over het ryzen der Zee, Verh. van de Holl. maatsch. te Haarlem Deel I.* item MARTINET, *l. l. Deel I. p. 402.* Æstus etiam sic magis fiunt irregulares ob variam divisionem & appulsum aquæ. Quod in portu Orientali (*l'Orient*) æstus sunt magis irregulares, quam in Brivatenfi, ejus

ejus rei rationem hanc dedit CASSINI, *Mem. de l'Acad.* 1720. p. 464, quia insula *Grouai* ei adjacet. Quin tales sæpe remoræ omnem æstum tollunt. Unde Pontus Euxinus, & mare Balthicum, penitus non æstuant.

## §. CVIII.

Porro in fretis, per quæ Oceanus cum alio mari, vel cum amplo sinu, aquas suas communicat, altitudo æstum solet augeri. Cum enim per tales angustias amplitudo vicina impleri debeat, quæ multum aquæ resorbet; illud fieri nequit, nisi aqua æstuans in freto ingenti procurrat celeritate, & inde præsertim ad oras prominentes & vada maxime elevetur. Sic in freto Britannico altitudo æstum magna est, præ ea, quæ in mari Germanico obtinet, quia scilicet id fretum angustum est. Item in ipso illo freto, æstus altior est in locis angustioribus. Ideo a portu Brivatensi usque ad St. Malo sensim æstus augentur. Vid. HARTSØEKER, *Conject. Phys.* p. 176. Idem obtinet in sinibus Oceano adjacentibus, ubi æstus erunt altiores in iis locis, ubi sinus ipsi minus lati, ab utraque tamen parte latiores fiunt. Hinc æstus *Dsjiddæ* minus alti, quam in aliis portibus sinus Arabici. Conf. NIEBUHR, *l. l.* p. 402. Plura videri possunt apud MACLAURIN, *Expos. Phil. Newt.* L. IV. C. 7. p. 402. BERNOULLI, *l. l.* p. 182.

Alia causa irregularitatis est, quod in litoribus ad Orientem vergentibus æstus sunt majores, quam in iis, quæ ad Occidentem vergunt. Nam, si mare versus Orientem terris terminetur, non potest tempore fluxus aqua ad ea litora ab Oriente adfluere, unde a solo Occidente, nec tanta copia, venit, & sic maximam celeritatis & altitudinis partem amittit. Quod ad pleraque Galliæ & Hispaniæ litora contingit. Vid. EULER, *l. l.* p. 336. WHISTON, *l. l.* p. 128. & superius dicta §. CI.

Flumina in mare se evacuantia, dum impetuose moventur directione contraria ei, qua æstus versus litora tendit, maxime itidem illos augere possunt. Hinc in sinu St. Michaëlis, in America ad mare Pacificum sito, aquæ æstuant ultra 18 ped. elevantur. Quod eo magis mirum videtur, quia situs ejus loci ita se habet, ut omnia ferme concurrant ad diminuendam æstus altitudinem: flumina enim illic evacuantur in locum parvis insulis fere repletum, ita ut aqua ex mari vasto vix illic, nisi per parvos quosdam ca-

nales, inrer insulas, tendere possit. Idem de æstu ad flumen Guiaquil adfirmari potest, qui est 16 pedum. Confer DAMPIER, *l. l. T. II. p. 268.* Eadem de causa in tractu, ubi fluvius Amazonum Oceanum Atlanticum subit, sub ipso Æquatore, æstus ad 100 leucas per alveum fluminis adscendere potest. Vid. FABRI, *Phys. T. III. L. III. p. 54.*

§. C I X.

Venti æstui contrarii, vel cum eo concurrentes, insigniter etiam hujus altitudinem mutare possunt. Sinus Australis, ut hoc exemplo utar, multo majores habet æstus flante Argeste, quam alioqui. Vid. *Aanmerkingen cit. p. 23.* Contra, venti Orientales, & Australes, & inter hos medii, refluxum in idem maxime juvantes, dum aquam e sinu pellunt, efficiunt, ut adfluxus ibidem tanti esse nequeant. Vid. *ibid. p. 25. & 29.* Sic omnes æstus solito altiores in illo sinu, quorum mentionem annales faciunt, huic causæ adscribendi sunt. Egregium rei exemplum proponit NIEBUHR, *Descript. Arab. p. 393.* Ad Cuxhaven nempe, prope ostium Albis, solet differentia inter maximam et minimam maris altitudinem esse 10 pedum. Cum vero tempore autumnali et hyemali ventus per 2 vel 3 dies e meridie flare pergat, dein oritur Favonius, (Z. W.) potest æstus adscendere ad 20 ped. si tunc oritur vehementior Argestis impetus, (N. W.) potest æstus adhuc 8 ped. altior fieri: si porro vehementior ventus Favonius & Occidentalis se invicem excipere pergant, qui adveniente æstu semel in Argestem mutantur; potest æstus durare 10, 11 horas, & aqua elevari ad 30 ped. usque, ut experientia docuit annis 1747, 1751, 1756. Quando autem æstus duraverit 10 vel 11 horis, refluxus sequens etiam diutius durat, quam 6 horas: nec novus æstus aquas potest elevare eo altitudinis, quo præcedens.

In illis vero locis, ubi venti continue per aliquot hebdomadas ex eadem plaga spirare solent, hæc æstuum elevatio magis constans est. Sic Dsjiddæ a Novembri usque ad Aprilem ob ventos meridionales sensim augentur æstus, qui aliis mensibus minores sunt. Vid. NIEBUHR, *Itin. T. I. p. 267.*

Quod de ventis diximus, idem de aliis validioribus maris motibus, seu cursibus, verum est; cujus rei rationem dedit, respectu locorum intermediorum inter insulas Fortunatas et Hesperides, FABRI, *Phys. l. l. p. 345.*

Nec omitti hic profunditas maris debet. Nam, quo profundius est, eo majores æstus reperiuntur. Sic ad litora Angliæ æstus multo major est, quam prope Norvegiam & Daniam: quia mare illic majorem habet profunditatem, ut vidimus §. XCIX. Aqua enim æstuans eo potissimum dirigitur, ubi mare magis est profundum. Confer de iis, quæ hoc §. diximus, *Mem. de l'Acad.* 1712. p. 315. ELLIS, *l. l.* p. 417. FABRI, *l. l.* p. 37. HARTSOEKER, *Cours de Phys.* L. V. C. 9. p. 272.

## §. CX.

Succedat observatio particularis attentione digna, quæ non aptiore, quam hoc, loco memorari poterat. Scilicet, ubique experientia docet, mare, quo magis elevatum fuit, eo magis etiam descendere. Sic in portu Brivatensi, 13. Oct. 1711. mare fuit elevatum 19 ped. 6 dig. supra punctum aliquod fixum, in refluxu descendit ad 1 ped. 10 dig. infra idem punctum. Contra 6. Sept. mare elevabatur ad 10 ped. 3 dig. fluxu, in refluxu vero non ultra 5 ped. 11 dig. supra idem punctum. Differentia itaque descensus duorum eorum refluxuum fuit 17 pedum. Conf. *Hist. de l'Acad.* 1712. p. 3. *Mem.* p. 122. Ratio hæc danda videtur, quod æstus faciant speciem oscillationum. Ut vero pendulum, quo majori de altitudine cadit, eo altius adscendit, et contra; sic etiam mare, quo altius adscendit, eo magis iterum descendit, & vicissim. Imo, non tantum illud obtinet tempore Novilunii vel Plenilunii, verum etiam, ubi venti vel aliæ causæ accidentales æstus solito majores fecerint. Sic, si ventus satis vehemens pulerit aquas a litoribus Hollandicis, tempore refluxus, & suborietur tranquillitas tempore æstus; aqua adscendet ad altitudinem tanto majorem solita, quo magis refluxu descenderit. Confer HARTSOEKER, *Conject. Phys.* p. 272. BERNOULLI, *l. l.* p. 186. Idem magis adhuc conspicuum fiet, si aqua ope venti cujusdam a litore valde pulsa fuerit, & iterum, dum redit ad litora, mutato & impetuoso vento illuc appellatur. Exemplum habuimus in sinu Australi anno 1717. die 25. Dec., cum Luna esset in Quadratura ultima. Tum enim, spirante Argeste (N. W.) aqua adscendit in Ya, usque ad 96 dig. supra terminum brasmometri Amstelodamensis, cum die præcedente depressa fuisset 47 dig. infra illud, Favonio (Z. W.)  
spi-



spirante. Ratio summæ hujus differentiæ in eo residet, quod aqua impetu magno ex sinu Australi, et ipso mari Germanico, pellatur Favonio, & sic ab Ya distineatur per tempus: donec, accelerato motu, impetuose iterum versus locum, unde pulsa erat, tendat; qui impetus tunc versus Yam vehementer Argeste incitatur.

S E C T I O III.

*Causæ variæ, quibus directio æstuum mutatur.*

§. C X I.

Licet æstus, motum Astrorum sequentes, hinc certam quoque tum in fluxu, tum in refluxu, directionem nancisci videantur; multis tamen magnisque alterationibus fit, quarum causæ indagandæ sunt, ut æstuum directionem vix uspiam solis Astris assignare liceat. Sic ad litus orientale Africæ, inter promontorium Bonæ Spei & sinum Arabicum, fluxus tendit versus meridiem, refluxus versus septentrionem. Vid. DAMPIER, T. II. p. 273. Alibi magis secundum Astrorum directionem, fluxus versus Occidentem, refluxus ergo versus Orientem tendit: ut in amplissimo mari Pacifico, insulis et fretis minus repleto. Sic etiam in freto Magellanico, in mari Indico versus Madagascar. In insulis quæ *Manilles* dicuntur, idem notat, quod tamen ibi exceptione carere non poterit, DE BUFFON, *Hist. Nat.* T. I. p. 158. Cujus diversitatis causas antequam indicemus, in antecessum nobis repræsentemus mare aliquod undiquaque fere clausum, neque nisi uno alterove freto apertum. Aqua hujus freti, quamdiu æstus non obtinet, erit in æquilibrio cum aqua Oceani: sed, quamprimum æstus generatur prope fretum, mox sibi per hoc parabit ingressum, & directione quidem ipsius freti, a quacunque Oceani parte situm sit. Non mirum ergo, quod in ipso sinu Arabico fluxus tendat versus Septentrionem. Nec tantum hoc verum est de sinibus & fretis minoribus, sed de omnibus maribus Oceano latiori contiguis. Multa exempla dabit FABRI, *Phys.* l. I. p. 351. Aliud addamus. In Malaccæ portu majori, aqua æstuat versus Orientem, refluit versus Occidentem: quia æstus, e sinu Gangetico adveniens, introitum invenit in freto, quod versus Orientem datur inter Sumatram & Malaccam; unde in refluxu necessario aqua defluit directione occidentali.

## §. CXII.

Profunditas maris multum quoque confert. Nam, quo freti aut sinus alicujus, cum alto mari communicantis, major est profunditas, eo majore vi & impetu illuc tendet. Propterea æstus, qui advenit ad Septentrionem Scotiæ, maxima parte directionem mutat, & secundum orientalem ejus regionis oram cursum peragit; qui alioqui versus Norvegiam tendere debuisset, sed ubi æstus minores esse dicuntur. Juxta Scotiam quippe mare multo profundius est, quam versus Norvegiam. Profunditas interim, quæ motum æstuantis maris ita juvat ducitque, vel a naturali fundi conditione oriri potest, ubi ille durior materia constat: vel e contrario, ubi sequax & mobilis arena est, ipso maris fluxu generatur. Imo ista maris Scotiam circumfluentis directio & hinc illustrari potest, quod mare Boreale nostrum tardius per angustum fretum Britannicam repleatur, in cujus ergo amplitudinem elevata ad Scotiam aqua fortiter adcurrat. Ex dictis etiam explicatur, cur fluxus lateraliter versus freti alicujus v. c. Britannici litora, refluxus versus medium eat. Nam aquæ, quæ cum magno impetu tempore fluxus intrant, promptius elevantur circa freti medium, quam prope litora, quæ aliquatenus saltem resistunt. Cum vero refluxus obtinet, eadem de causa debent citius in medio deprimi, quam versus litora, ideoque ab his ad medium fretum defluere.

## §. CXIII.

Quin imo fere omnes causæ, quæ celeritatem & altitudinem æstus mutant, directionem quoque alterare debent: ut fluminum impetus, ventorum certis temporibus constanter ex aliqua plaga flantium, & motuum marinorum hinc ortorum, vehementia. Sic & situs litorum multum efficit, quæ sæpe directioni fluxus tantopere contraria sunt, ut illa persistere nequeat: pariter promontoria, insulæ, vada, rupes submarinæ, & similia. Hinc toties directio æstus mutatur in mari insulis repleto: & loca Oceano ab Oriente adjacentia, ut ante diximus, æstum demum experiuntur, aqua ab Occidente illuc adlata. Conf. DE BUFFON, *l. l. p. 159.* EULER, *l. l. § 113.* Intelligi simul ex dictis poterit, quomodo inter insulas tanta anomalia maris æstuantis esse queat, ut in mari interjacenti sæpe eodem tempore fluxus & refluxus detur: nimirum ex diversa potissimum directione, qua æstus illuc advenit. Dum enim aqua partim ab hac parte insulæ alicujus, partim ab alte-

ra ejusdem venit; ibi ferme jam refluet, antequam hic adventus ad portum aliquem, & sic fluxus, percipiatur. Dumque in medio illo mari, de quo loquimur, sæpe vada aliqua obtinent, hinc fiet, ut ibidem nullus vel parvus obtineat æstus, dum ab utraque ejus vadi parte satis est notabilis. Talia phænomena nautis dicuntur *wantjen* & *neeren*. Quia interum vada arenosa, & argillosa facile crescunt, vel deteruntur: ideo & directio æstus sæpe mutatur; quo ipso subinde litora brevi satis diminuuntur. Abunde exemplorum Belgium nostrum suppeditat.

## S E C T I O IV.

*Phænomena quædam æstus extraordinarii notabiliora.*

## §. C X I V.

Ne omnia a multis huc congesta repetam, pauca tantum exempla æstus magis extraordinarii proponam. Inter illa præ cæteris famosus fluxus & refluxus Euripi nobis obversatur: sed de quo historici & itinerarii antiqui & recentiores inter se dissentiunt. Veteres multi credebant, septies intra  $\nu\alpha\chi\theta\eta\mu\epsilon\pi\omega\nu$  hoc fretum statis temporibus fluxum & refluxum pati; quod negat LIVIUS L. XXVIII. C. 6. Idem tamen e veteribus adfirmat MELA, L. II. C. 7. Duæ hæ sententiæ prima fronte penitus dissentire videntur, conciliari tamen possunt. Recens scilicet observatio docuit, Euripum habere fluxum & statum, & non statum. De quo vid. FABRI *l. l. T. III. L. III. p. 343. Act. Erud. Lips. anni 1687. p. 585.* VARENIUS, *l. l. p. 141.* LA MARTINIÈRE, *Dict. ad vocem Mer.* HARTSOEKER, *Cours de Physf.* ubi, præter alia, dissertationem subjunxit, de *fluxu & refluxu Euripi*, pag. 119. FABRICIUS, *l. l. L. III. C. 2.* ODE, *Physf. p. 63.* LULOFS, *l. l. p. 289.* Præsertim WHEELER & SPON, *Voyage de Dakmatie, Grece, & du Levant, T. II. L. III. p. 565. seqq.* Recentiorum horum scriptorum testimonia de Euripo eo potissimum redeunt. I. Circa tempus Novilunii & Plenilunii regularis est fluxus & refluxus Euripi, & quidem a tertio die ante Novilunium, ad octavum postea: item a die decimo quarto, usque ad vigesimum primum. Irregularis itaque est a die Lunæ nono, ad decimum tertium, & a vigesimo secundo, ad vigesimum sextum. II. Diebus, quibus

est regularis, intra 24 horas bis æstum patitur, quavis die per unam horam retardatur, & intra 6 horas surgit vel descendit, qua in re cum æstu maris liberi convenit. III. Diebus, quibus est irregularis, intra *ρυχθήμερον* duodecim, imo quatuordecim, & quod excedit, vicibus fluit & refluit: surgit tum fere  $\frac{1}{2}$  horæ, refluit intra  $\frac{3}{4}$  horæ. IV. Cum surgit æstus, feruntur aquæ versus Archipelagum, cum refluant, versus Thessaliam: & quidem tanto impetu, ut ulro citroque molendina iis circumgantur. V. Inter adscensum & descensum est parvum spatium, quo aqua videtur quiescere; ita ut natantia corpora quietem servant.

## §. CXV.

Ex dictis satis conspicuum est, falsam esse veterum sententiam, ut CICERONIS, *de Divin.* L. III. MELÆ, LIVII, *l. l.* aliorumque, qui causam æstum in Euripo a sola actione ventorum petunt. Sic enim phænomena & regularia & irregularia non toties, non tam constanter, obtinerent: licet inficias iri nequeat, ut in mari pleno, sic & in Euripo, ventos quemdam effectum habere. IS. VOSSIIUS, *not. ad POMP. MELAM*, L. II. C. 7. causam irregularitatum hic obtinentium Austro & Euro præcipue adscribit, qui in angustias compulsum mare ad tempus retroagant, quo factò æstus collidantur, & in partem utramque refluant, quemadmodum in aliis fretis. FABRI, *Phys. l. l. p. 343.* hanc rei dat rationem, quod vis æstus in extremitate ortivam freti primum traducatur, per fauces, quæ sunt inter Cretam & ortivum Peloponnesi cornu, non procul ab insula *Cerigo* dicta, præterfluente aqua orientalem Peloponnesi & Atticæ oram: tum dein, quibusdam horis interjectis, vis æstus per medium quasi *Ægæum* appulsa, per occidentem extremitatem fretum subeat. Tertius circuitus addatur, ab alterutra extremitate freti, atque adeo sexies de die æstus erit; vel, si quartus circuitus addatur, octies: quod vero septies excurrat, id singulari cuidam casui tribuendum putat. Sed, præterquam quod hic multa supponantur nondum probata, non datur ita ratio, cur certis diebus sit regularis fluxus in Euripo, aliis irregularis: & cur non sexies, sed duodecies sæpe, & quod excedit, æstus intra *ρυχθήμερον* iteretur. HARTSOEKER, *l. l.* phænomena illa sic explicat. Sit (Fig. XIII.) ABCD profunditas Euripi, BC ejus fun-

fundus, EFG canalis amplus, per quem aqua Euripi abeat in alveum latum & amplum, ut HIKL, quam primum illa adsurgit. Quotidie mare per ipsius fundi arenas intret; ut fit in puteis quibusdam mari vicinis, in quibus fluxus & refluxus observatur. Cum aqua illa satis est elevata, transit per canalem EFG, qui potest etiam arena repletus esse; unde sæpius poterit attolli, & descendere aqua intra *ρυχθήμερον*, intrans per BC, exiens per canalem EFG. Sed unde fluxus regularis tempore Syzygiarum? Hinc supponit, alveum HIKL habere communicationem cum aliquo mari forsan satis distito: ita ut vacuus maneat, cum Luna est in Quadraturis, sed, elevato mari tempore Syzygiarum, repleatur. Præterea supponit, aquam, quæ in alveum venit, tam lente iterum regredi, ut, ab uno fluxu ad alium, semper maneat supra aperturam E canalis EFG tempore Novilunii vel Plenilunii, sed infra eam descendat alio mensis tempore. Unde sequitur, æstus Euripi in Noviluniis & Pleniluniis supra aperturam E canalis EFG tantum adscenduros esse, quantum mare, de quo diximus, supra eam adscenderit; eosque cum eodem mari descenduros, at non infra aperturam G, licet ipsum mare inferius descendat. Hic alveus, ut pergit, potest esse rupe inclusus, & canali aliquo, cum mari, v. c. Venetico vel Oceano ipso, habere communionem. Hæc sententia, ut ipse fassus HARTSOEKER, multis non demonstratis hypothesibus nititur. Alii hanc rationem dare conantur, quod forsan peculiaris hic sit alvei structura, & variis meatibus subterraneis pervia; per quos flumina, sese in hoc fretum exonerantia, regularem maris æstum ita turbent, ut aqua attractioni Astrorum non obsequatur, nisi ea fortius agat, id est, cum Luna est in Syzygiis, vel iis proxima. Aliam explicationem tentavit SCALIGER; sed iis, quas proposuimus, non præferendam. Conf. VARENIUS, *l. l. p. 142*. Quicquid rei sit, tam singulares variæque circumstantiæ notabilem hic effectum habere possunt, quas forsan cognoscere nemini unquam dabitur, ut leviori modo probabilitate hic defungi cogamur. Qua in re nobiscum facit BAYLE, *l. l. p. 487*.

## §. CXVI.

Subjungamus & alia anomala. Refert SIBBALDUS, in *Prodromo Historiæ Naturalis, seu Scotia illustrata, parte I. L. 4 C. 8.* ex observatione

MORAVII Regiæ societatis Londinensis Præsidis, ad insulas Hebrides locum esse in freto, rupibus ac scyrtibus frequentibus obsito, inter insulas *Heust & Herres*, in quo fluxus maris versus Occidentem, & refluxus in Orientem, 2 diebus ante & post Novilunium, ordinate intra 6 horas procedat; ast tertio die, & deinceps, longe aliter: toto namque tempore diurno, sive fluat sive refluat, cursus aquæ semper Occidentem versus dirigitur, noctu vero in Orientem vergit. Vid. *Acta Erud. Lips. anni 1685. p. 175.*

Sæpe etiam quibusdam in locis, pro varia anni tempestate, æstus nocturnus & diurnus sensibilibiter differunt. Sic NIEBUHR, *Itin. ad Arab. T. I. p. 54.* de *Suratte* narrat, æstum diurnum mensibus Novembri, Decembri, Januario, Februario, ubi venti septentrionales spirant, 5 ped. majorem esse nocturno: contra, reliquis anni mensibus, cum venti australes spirant, 6 pedibus minorem esse. Item respectu temporis, quo maximi æstus obtinent, datur alia anomalia. Sic DAMPIER, *Itin. T. II. p. 272.* ad litora novæ Hollandiæ observavit; maximum æstum (*Springyloed*) ibi obtinere 3 diebus post Plenilunium, at non semper, aliquando enim septimum æstum sexto altiozem esse. Suspiciatur, hoc fieri præ magna illa & extensa terra, quæ sita est inter novam Hollandiam & novam Guineam, vel mare transitum inter duas eas terras facere, vel aliquod fretum inter eas intermedium esse.

Imo aliquando fit, ut tempore fluxus aqua refruere incipiat. Exemplum dedimus §. CIV. Aliud observatum fuit a BOUGAINVILLE, *l. l. Tom. I. Cap. 4.* in insulis Malouensibus; ubi (nisi tranquilla sit tempestat,) tempore fluxus, aqua ascendens, antequam ad summam altitudinem pervenerit, subiecta est tribus mutationibus, quæ nautis dicuntur *Varvodes*, quibus intra horæ quadrantem ter elevatur, ter deprimitur, impetu maximo, præsertim tempore Syzygiarum, Solstitorum, & Aequinoctiorum.

Plura exempla diutius nos detinerent, sæpius etiam a multis tradita. Ita de æstu ad Tunquin portum Chinæ egerunt NEWTON, *l. l. L. III. pr. 25.* EULER, *l. l. p. 349.* STAPERT, *l. l. §. 23.* De æstu freti Gaditani BERNOULLI, *l. l. p. 183.* WAIZ, *over de Stromen in de Straat van Gibraltar*, Vid. *Uitgezogte Verhandelingen, T. II. p. 367.* Alia habet LUDLOPS, *l. l. p. 292, 296, 325.*

## CAPUT VI.

*Instrumenta & methodi, quibus quantitas & tempus  
æstum accurate definiuntur.*

## §. CXVII.

**I**nter instrumenta, quæ altitudinem æstum dimetiuntur, referatur et illud, quod adhibitum est a Cl. BAARDT, Hydrographiæ Prof. Dunkercano. In mari locum, non nimis a litore remotum, satis liberum a venti impetu, eligebat: ubi ædiculam exstruebat, & desigebat thecam quamdam ligneam tetraëdrum, depictam (Fig. XIV.) literis EFGH, maris superficiëi perpendicularem, apertam in fundo GH, ut mare libere transiret, clausam cæteròquin omni parte, item superne operculo EF, per cujus foramen A transibat regula lignea TK, in pedes & digitos distincta, cui adfixum erat a parte inferiore quadratum ligneum, amplitudine tubi aliquanto minus, ne nimius foret attritus, quodque, ope affixi suberis, ejusdem magnitudinis, & 4 dig. crassi, mari innatabat. Hoc itaque elevato, suber elevabatur, cum regula imposita, superius indicante, quantum aqua elevata vel depressa foret. Ut interim cognosceret, quantum temporis mare fluxui & refluxui impenderet, accuratissime ibidem duxit meridianum, quo horologia quotidie possent examinari, & si opus esset, corrigerentur. Vid. *Mem. de l'Acad. de Sciences, Anno 1710. p. 427.* Similis methodus in nostris aliquando portibus adhibetur, & ad latus aliquod, vel in fluenti angulo, theca exstruitur, cui intus adfixa tabula, (quibusdam *brasmometrum* dicta, nostratibus *Peil*,) in pedes et digitos divisa, æstus altitudinem notat. Alii tamen aliter eundem in finem procedunt, eligendo litus, quantum fieri potest, planum, & observando, quousque intra datum tempus aqua æstuans illud inundet. Sic NIEBUHR, *Descript. Arab. p. 399.* Dum vero litus maris non ubique eandem servat declivitatem, neque cum horizonte constantem angulum facit: non idonea erit altitudinis maris, tali modo computatæ, certitudo: præterquam quod undæ, cursus maris, venti, aliæque anomalie, maximam diversitatem producant.

## §. CXVIII.

In Oceano autem vasto, quæsitum est, quomodo æstus observari queat. Hunc in finem supponi solet, æstum, quo horizontalis aquæ adventantis motus celerior est, eo altiore fore. Si ergo celeritas ejus motus investigetur, & ope anemometri actio venti subtrahatur; observata maxima celeritas dabit etiam elevationem maris maximam, tarditas vero maxima elevationem minimam. Variorum anemometrorum descriptionem dedit HANOVIVS, *Phil. Nat. T. II. §. 136.* LA BORDUS, *Math. Woordenb.* ad vocem *Windweegschaal: Encyclopedie*, ad vocem *Anemomètre*. Ad celeritatem vero explorandam, præter hodometrum nauticum, quod vario modo construitur, (Vid. HANOVIVS, *l. l. T. II. & Append. ad T. I. Phil. Nat.*) commendatur quoque instrumentum rota instructum; quæ peripheriam habeat 10 pedum, in aquam demittatur prope aliquod brasmetrum, & gyros certo numero absolvens, doceat, quantopere altitudo crescat, dum aqua per certum spatium profluxerit. Cujusmodi rota etiam in alto mari, adplicata navi, indicabit altitudinem fluxus et refluxus. Vid. idem HANOVIVS, *l. l. T. II. p. 629.* Methodus autem hæc cum falsa hypothesis nitatur, eo ipso non valet. Scilicet æstus non semper eo altiores sunt, quo motus celeriores. Vid. §. CV.

## §. CXIX.

Notassè autem non pœnitebit, quomodo, observato semel ad locum aliquem æstu, invenire liceat, quo tempore postea, alio die, æstus sit locum habiturus, & quomodo hujus altitudo variis diebus variet. Hunc in finem quatuor problemata solvere conabimur.

I. Quomodo, data hora portus media, cognoscatur tempus verum æstus maximi, ad certum Plenilunii vel Novilunii diem.

II. Quomodo, data hora portus, queat inveniri tempus æstus maximi, quavis mensis die.

III. Quomodo observato, in quodam portu, quadam die, tempore æstus maximi, horam portus noscere possimus.

IV. Quomodo cognita semel, data die mensis, altitudine æstus, invenire queamus altitudinem ejus, quavis alia die.

## §. CXX.



§. C X X.

Quod ad primam quæstionem, quomodo scilicet, data hora portus media, tempus verum æstus maximi, ad certum Plenilunii vel Novilunii diem, cognoscatur; observa in antecessum, per horam mediam portus intelligi tempus fluxus maximi, qui in illo portu datur, quando Luna & Sol, sive conjuncti sive oppositi, simul in ejus loci meridiano sunt. Quære jam, ex Tabulis vel Ephemeridibus Astronomicis, Novilunii vel Plenilunii horam, & horarum numerum inter istam, & ipsum meridiem, duplica. Sic habebis numerum minorum adjungendorum tempori æstus maximi medio; si scilicet hora Novilunii vel Plenilunii antevertat meridiem: quem contra subtrahere debes, si ea hora meridiem sequatur. Fundamentum hujus computi ex §. LXXIX. conspicuum est, ubi etiam notavimus, BERNOULLI modo quadantenus diverso procedere. Observari tantummodo velim, quam plurimos auctores, pro differentia inter horam Syzygiarum & ipsum meridiem, adsumisse differentiam inter horam Syzygiarum & horam portus, ut CASSINI, *Mem. de l'Acad.* 1710. EULER, *l. l. p.* 286. At, cum hora portus formetur per Syzygiam ipso meridie evenientem, differentia omnino ad meridiem referenda erit. Ex. gr. quando Novilunium Roterodami est hora XII, æstus maximus erit hora III. Detur nunc Syzygia hora II; ergo actio æstum generans sequitur meridiem, neque pro differentia inter horam 2 & 3, addi debent 2 min. sed pro differentia inter horam 12 & 2, subduci quatuor. Si autem, ex hora vera portus, hora ejusdem media quærenda foret; investigari iterum deberet differentia inter meridiem, & horam Syzygiæ, quæ duplicanda, & totidem minuta demenda horæ portus veræ, si transitum per meridianum Syzygia antecesserit, vel addenda, si hæc secuta fuerit.

§. C X X I.

Ad alteram quæstionem solvendam, variæ etiam sunt propositæ methodi: de quibusdam tantum quid dicamus, a simpliciore incipiendo. Si revoce-  
mus dicta §. LXIX. Lunam, calculo medio, quavis die 48' retardari; facile,  
nota hora portus media, tempus æstus maximi inveniri poterit. Tunc enim  
noscendum spatium inter diem datum & Syzygiam proximam: quod per 48'  
multiplicatum, & additum horæ portus, si ad Syzygiam præcedentem, vel  
M 2

ei subductum, si ad sequentem referatur, tempus æstus maximi data die designabit. Sive, quia 48' faciunt  $\frac{4}{3}$  horæ, diem Lunæ multiplica per 4, divide per 5; & quot unitates erunt in residuo, toties 12' addantur. Vid. VARENIUS, *l. l. p. 137.* STRUYK, *Zeevaarkunde, T. II. p. 558.* BOUGUER, *Traité de Navigation, L. II. C. 7. p. 159.* Rectius tamen nonnulli ad inæqualitatem motus lunaris attendentes, in tabulas redegerunt diversas Lunæ, quavis suæ periodi die, retardationes, ut VARENIUS, *l. l.* BOUGUER, *l. l. L. IV. C. 1. p. 225.* sed quæ denuo ad calculum medium confectæ videntur, ex diversis observationibus, nulla ratione habita diversæ celeritatis Lunæ in apogæo vel perigæo. Accuratius quidem procedemus, si ad transitum Lunæ per meridianum data die attendamus, & ejus horam horæ portus addamus vel subducamus: sed neque diversa duorum Astrorum a se invicem distantia negligi ullatenus debet. Vid. §. LXXV. Rectissime autem hæc omnia observabuntur, per usum tabulæ, quam Cl. BERNOULLI dedit, & late explicuit *l. l. C. 7. §. 7.* quæque ab Astronomis Gallicis quotannis Notitiæ Temporum inseritur. Cujus partem, quousque nobis sufficit, hic adjectam videre est, in qua cognita supponitur hora transitus Lunæ per meridianum, & mutua duorum Astrorum distantia.

Distantia Lunæ a Sole, cum illa transit me- ridianum.	Tempus æstus maximi ante & post transitum Lunæ per meri- dianum ad minuta redactum.		
	Perigæum Lunæ,	Dist. med. Lunæ,	Apogæum Lunæ.
0 gr.	18 post	22 post	27 $\frac{1}{2}$ post
10	9 $\frac{1}{2}$ ----	11 $\frac{1}{2}$ ---	14 ---
20	0 ---	0 ---	0 ---
30	9 $\frac{1}{2}$ ante	11 $\frac{1}{2}$ ante	14 ante
40	18 ---	22 ---	27 $\frac{1}{2}$ ---
50	26 ---	31 $\frac{1}{2}$ ---	39 $\frac{1}{2}$ ---
60	33 ---	40 ---	50 ---
70	37 $\frac{1}{2}$ ---	45 ---	56 ---
80	38 $\frac{1}{2}$ ---	46 $\frac{1}{2}$ ---	58 ---
90	33 $\frac{1}{2}$ ---	40 $\frac{1}{2}$ ---	50 $\frac{1}{2}$ ---
100	21 ---	25 ---	31 ---
110	0 ---	0 ---	0 ---

Si autem Sol & Luna distent  $120^\circ$ , eodem recidit ac si distent  $100^\circ$ ; si  $130^\circ$ , perinde est ac si distent  $90^\circ$ , & sic porro.

Ufus tabulae exemplo conspicuus fiet. Quærat<sup>ur</sup> hora æstus maximi Amstelodamensis 19 Sept. 1780. Ex parallaxi Lunæ pro hoc die concluditur, hanc esse  $\frac{2}{3}$  a perigæo ad mediam distantiam. Transitus Lunæ fiet 3 h. 47'. 39", quo momento distantia Astrorum erit  $56^\circ. 54'. 45''$ . Jam in tabula, si Luna & Sol distent  $50^\circ$ , pro perigæo habemus 26, pro distantia media  $31\frac{1}{2}$ . Si vero distent  $60^\circ$ , pro perigæo inueniemus 33, & pro distantia media 40: unde per calculum, pro perigæo, si Luna & Sol distent  $56^\circ. 54'. 45''$  sive  $56^\circ, 9'$ , accipimus  $30'. 49''$ . pro distantia media  $37'. 22''$ : differentia duorum horum numerorum est  $6'. 33''$ , cujus  $\frac{2}{3}$  dant  $1'. 52''$ . Unde  $30'. 49'' + 1'. 52'' = 32'. 41''$ , quæ est anticipatio juxta tabulam. Porro hora portus est 3 h. hæc addita transitui Lunæ per meridianum 3 h. 47'. 39", dabit 6 h. 47'. 39"; unde subtrahatur numerus inuentus  $32'. 41''$  ante tempus æstus maximi, & residuum erit 6 h. 14'. 58".

C X X I L

Methodi modo dictæ vicissim dabunt ansam varie solvendi quæstionem tertiam, scilicet inueniendi, dato die & tempore æstus maximi, in dato loco, horam portus mediam. Accuratiorem tantummodo methodum, §. præced. propositam, illustremus inuertendo, quod proposuimus, exemplo.

Quærat<sup>ur</sup> hora portus mediæ Amstelodamensis, ubi die 19. Sept. 1780, æstus maximus fuerit 6 h. 14'. 58". Investigari debet distantia inter Solem & Lunam, quæ isto tempore inuenitur  $56^\circ. 54'. 45''$ . Hæc, ad tabulas redacta, anticipationem dabit  $32'. 41''$ , quæ addita tempori æstus maximi in dato loco, & a summa subtracto tempore transitus Lunæ per meridianum, dabit, pro hora portus, horam tertiam.

§. C X X I I I.

Ad quartum problema transeo, ad inueniendam nempe, data die & altitudine æstus, altitudinem ejus quavis alia die. Partem hujus problematis solvit Cl. BOUGUER, l. l. p. 228: quod vero dum nimis restrinxit ad solas Syzygias vel Quadraturas, methodum Bernoullianam, quam

94 DISSERTATIO INAUGURALIS

ipse proposuit *l. l. C. IX. §. 8.* qua totum problema solvitur, hic subi-  
ciemus.

Lunæ a Sole Distantia.	Altitudo æstuum in Perigæo Lunæ.	Altitudo æstuum in me- dia distantia Lunæ a Tellure.	Altitudo æstuum in Apogæo Lunæ.
0. grad	0,995 A + 0,149 B.	0,883 A + 0,117 B.	0,795 A + 0,082 B.
10	1,104 A + 0,038 B.	0,970 A + 0,030 B.	0,874 A + 0,021 B.
20	1,138 A + 0,000 B.	0,000 A + 0,000 B.	0,901 A + 0,000 B.
30	1,104 A + 0,038 B.	0,070 A + 0,030 B.	0,874 A + 0,021 B.
40	0,995 A + 0,149 B.	0,883 A + 0,117 B.	0,795 A + 0,082 B.
50	0,953 A + 0,319 B.	0,750 A + 0,250 B.	0,676 A + 0,176 B.
60	0,668 A + 0,527 B.	0,587 A + 0,413 B.	0,529 A + 0,290 B.
70	0,460 A + 0,749 B.	0,413 A + 0,587 B.	0,372 A + 0,412 B.
80	0,284 A + 0,958 B.	0,250 A + 0,750 B.	0,225 A + 0,527 B.
90	0,133 A + 1,127 B.	0,117 A + 0,883 B.	0,105 A + 0,621 B.
100	0,034 A + 1,238 B.	0,030 A + 0,970 B.	0,027 A + 0,682 B.
110	0,000 A + 1,277 B.	0,000 A + 1,000 B.	0,000 A + 0,703 B.

Convenit porro hoc respectu distantia 120° cum 100°, 130°, cum 90°, &c.

In hac tabula A denotat altitudinem æstus maximi mediam, B vero alti-  
tudinem mediam æstus minimi. Jam æstus maximus oritur per vires con-  
junctas Solis & Lunæ, minimus per differentiam earum, sive excessum vi-  
rium lunarium præ solaribus. Vires Solis denotentur litera  $\beta$ , vires Lunæ  
litera  $\rho$ . Si nunc ponamus, cum Cl. BERNOULLI, *l. l. §. 2.*  $A : B = \rho + \beta :$   
 $\rho - \beta = 5 + 2 : 5 - 2 = 7 : 3$ : tum erit  $B = \frac{3}{5}A$ , quo posito facilis erit  
hujus tabulæ usus. Fac, nautam post meridiem 3 Dec. 1777 in quodam  
portu, qui Parisino sit occidentalior 5 horis, observasse altitudinem fluxus  
maximam 15 pedum; quæritur altitudo ejus maxima ibidem die 6 Sept.  
1781.

Luna 3 Dec. 1777. illic per meridianum transivit 2 h. 58', quo momen-  
to Parisiis numerabantur 7 h. 58', & distantia Astrorum erat 40°. 39'; su-  
matur 40½. Parallaxis Lunæ horizontalis fuit 55'. 27'. Ex parallaxibus Lu-  
næ extremis 61½' & 54' concluditur, Lunam, circa hoc tempus, esse ½  
intervalli ab Apogæo ad mediam distantiam. Jam patet ex tabula

40°. 0, 883 A + 0, 117 B. 0, 795 A + 0, 082 B.

50°. 0, 750 A + 0, 250 B. 0, 676 A + 0, 179 B.

Unde pro 40° 0, 876 A + 0, 124 B. 0, 789 A + 0, 088 B.

Si autem loco B sumamus  $\frac{2}{3}$  A, habebitur 0, 929 A & 0, 826 A: differentia est 0, 103 A; cujus  $\frac{5}{3}$  dant 0, 040 A. Unde 0, 826 A + 0, 040 A = 0, 866 A = 15 ped. quæ erat altitudo æstus dicto tempore observata.

Quæramus nunc, quid obtineat 6 Sept. 1781. Tum Luna transibit meridianum 2 h. 21'. 32". quo momento Parisiis numerabuntur 7 h. 21'. 32". Circa hoc tempus locus Solis 5 S. 14°. 27' & Lunæ 0 S. 28°. 9' & distantia Luminarium 4 S. 16°. 18' = 136°. 18'. Ex parallaxi Lunæ 54'. 8" concluditur, Lunam fere esse in Apogæo. In tabula pro Apogæo habetur

130°. 0, 105 A + 0, 621 B.

140°. 0, 225 A + 0, 527 B.

Hinc pro 136°  $\frac{2}{3}$  0, 1806 A + 0, 56178 B.

Jam B =  $\frac{2}{3}$  A, hinc 0, 1806 A + 0, 56178 B = 0, 42136 A. Unde tandem 0, 866 A: 15 ped. = 0, 42136 A: x = 7, 31 ped. qui facient quæsitam altitudinem.

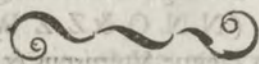
§. C X X I V.

Addere aliquid liceat de vocibus quibusdam technicis nautarum, qui Orientis, Meridiei, Occidentis, Septentrionis, nominibus, ipsum nychthemeri tempus designare solent: ita ut quivis rhombus, quorum 32 in pyxide depingi solent, denotet  $\frac{3}{4}$  horæ; dum a Meridie versus Occidentem numerare incipiunt, ipsisque Orientis & Occidentis cardinibus denotant VI horam. Quia autem æstus maximus bis obtinet intra *νυχθήμερον*, tum quando Astra sunt in meridiani parte nobis conspicua, tum quando sunt in opposita; etiam duplici rhombo pyxididis designatur æstus marinus. Ex gr. cum æstus maximus Flessingæ contingat hora sesqui prima, dicitur æstus ibi esse Aquilo & Libonotus, (N. N. O. & Z. Z. W.). Cum Roterodami obtineat hora III. æstus ibi esse dicitur Vulturinus & Favonius (N. O. & Z. W.) Ut autem inveniatur tempus æstus maximi, cognita hora portus: pyxidem ordinariam dividunt in 32 rhombos; ex eodem centro porro radio minore describunt circulum interiorem, divisum in 24 partes æquales; super alio pla-

T. H. E.

no describunt circulum radio adhuc minore, habentem indicem aliquem, ut (Fig. XV.) est conspicuum, qui eminet ultra circulum, & adponendus est ad numerum 30, dum in 30 partes æquales hic circulus, qui dicitur circulus Lunæ, dividi debet. Tandem alii plano inscribitur quartus circulus radio adhuc minore, qui solaris erit, etiam dente instructus, & in 365 partes dividendus. Tria ista plana circularia stilo aut funiculo, per centrum commune transeunte, ita jungunt, ut unumquodque planum libere sine aliis moveri possit. Jam quærat tempus æstus maximi, v. c. Roterodami, 12 Jan. 1780. ubi, ut modo dictum, æstus est Vulturii & Favonii, (N. O. & Z. W.) Ponitur index circuli lunaris supra illum rhombum pyxidis; index autem Solis supra sextum numerum Lunæ, quia Novilunium 6 diebus citius contigit, & sic invenitur in circulo horario numerus  $7\frac{1}{2}$ , qui notat horam æstus maximi quæsitam. Vid. FOURNIER, *Traité d'Hydrographie*, L. VI. C. 2. GOIGNET, *Instruction nouvelle des points les plus excellens & nécessaires touchant l'art de naviger*, pag. 84. Hæc vero methodus, ut facile in errorem eos, qui minus exercitati in arte nautica, inducit; cum sibi quis persuadere possit, hos rhombos ventorum, qui hic horam portus notant, aliquam habere cognationem cum directione adfluxus, aut cardine horizontis, versus quem patet portus orificium: ita simul præcedentibus minus accurata est; eaque de causa non adeo laudatur in scriptis eorum, qui theoriæ æstus marini doctiorem operam navarunt. Confer BOUGUER, *l. l. L. II. C. 7. p. 157.*

F I N I S.



T.H.E.

# T H E S E S.

I.

*Lingua universalis, si vel inveniri, & introduci posset, constantis non foret usus.*

I I.

*Loquendi ars ab hominibus inventa non est.*

I I I.

*Existentia Dei a priori omnino demonstrabilis est; licet argumenta a compluribus in hunc finem constructa nondum omni exceptione majora sint.*

I V.

*Vacuum dari recte agnoscitur; non tamen est substantia.*

V.

*Pro Mundo Optimo speciosæ rationes militant: quibus vero ut justum pretium statuatur, argumenta in contrarium, ut passim in questionibus adeo seriis, conferre decet.*

N

V I.

2 E 2 V I E H T  
*Actiōnum humanarum bonitas vel malitia moralis non datur sine re-  
spectu ad auctoritatem & voluntatem Legislatoris.*

V I I.

*Fabula ROUSSÆI, hominibus vitam plane incultam cultiore præ-  
stabiliorem fore, omni veritate, non autem omni vel magno peri-  
culo, caret.*

V I I I.

*Pro cognoscendi Juris Naturalis principio apte hæc regula com-  
mendari potest: Dirige actiones tuas secundum fines Conditoris  
ex naturali rerum ordine innotescentes.*

I X.

*Dum ad frigus, si non faciendum, saltem augendum, particulae  
quædam salinae aliquid valere videntur; non tamen hæ ipsam  
aquam, quæ congelatur, intrare, & spiculis quasi compagina-  
re, dicenda sunt.*

X.

*Sicut metalla ex principiis, quæ non sunt metalla, constant, dulcia  
ex non dulcibus, diversa salia media ex acido & alcali; sic  
ipsum acidum ex principiis non acidis componi, nuper a  
nitrosi resolutio a LAVOISIERIO instituta persuadet.*

XI.



X I.

*Fluxus & refluxus in atmosphæra perinde, ac in mari, dantur; pariterque multis de causis ita intendi possunt, ut novissimæ Doct. DE LA PLACE assertioni (Mem. de l'Acad. des Sciences, An. 1776. p. 525. quem locum ad §. LXVII. consulendi nondum occasio fuit,) columnam Mercurii barometricam inde ad quantitatem 2. lin. augeri posse, non refragemur.*

X I I.

*Planetas habitationi rerum, ut corporearum, sic & intelligentia præditarum, destinatos esse, magna cum specie præsumitur. Idem de Cometis conjectandi præcipuam difficultatem omnium doctissime, at neutiquam plene, nuper levavit Cl. OLIVERIUS.*

X I I I.

*Stellas fixas totidem esse Soles, Planetis suis circumdatos, dum plaribus sensim Philosophis placet: minutulæ tamen stellæ, quibus grandiores stipari, observationes quorundam Astronomorum, præsertim Cl. MAYERI, docent, Planetarum classi non facile adscribendæ sunt.*

Pluresque multas de causis, ita intencio possunt, ut nostrum Doct.  
DE LA PLACE questioni (Mem. de l'Acad. des Sciences,  
An. 1776. p. 257. quem locum ad §. XVII. consules non  
dum orce & talis, columnas Martii pariterque sed etiam  
titulos a. in auctori posse, non referamus.

Pluresque multas de causis, ita intencio possunt, ut nostrum Doct.  
DE LA PLACE questioni (Mem. de l'Acad. des Sciences,  
An. 1776. p. 257. quem locum ad §. XVII. consules non  
dum orce & talis, columnas Martii pariterque sed etiam  
titulos a. in auctori posse, non referamus.

Pluresque multas de causis, ita intencio possunt, ut nostrum Doct.  
DE LA PLACE questioni (Mem. de l'Acad. des Sciences,  
An. 1776. p. 257. quem locum ad §. XVII. consules non  
dum orce & talis, columnas Martii pariterque sed etiam  
titulos a. in auctori posse, non referamus.

