

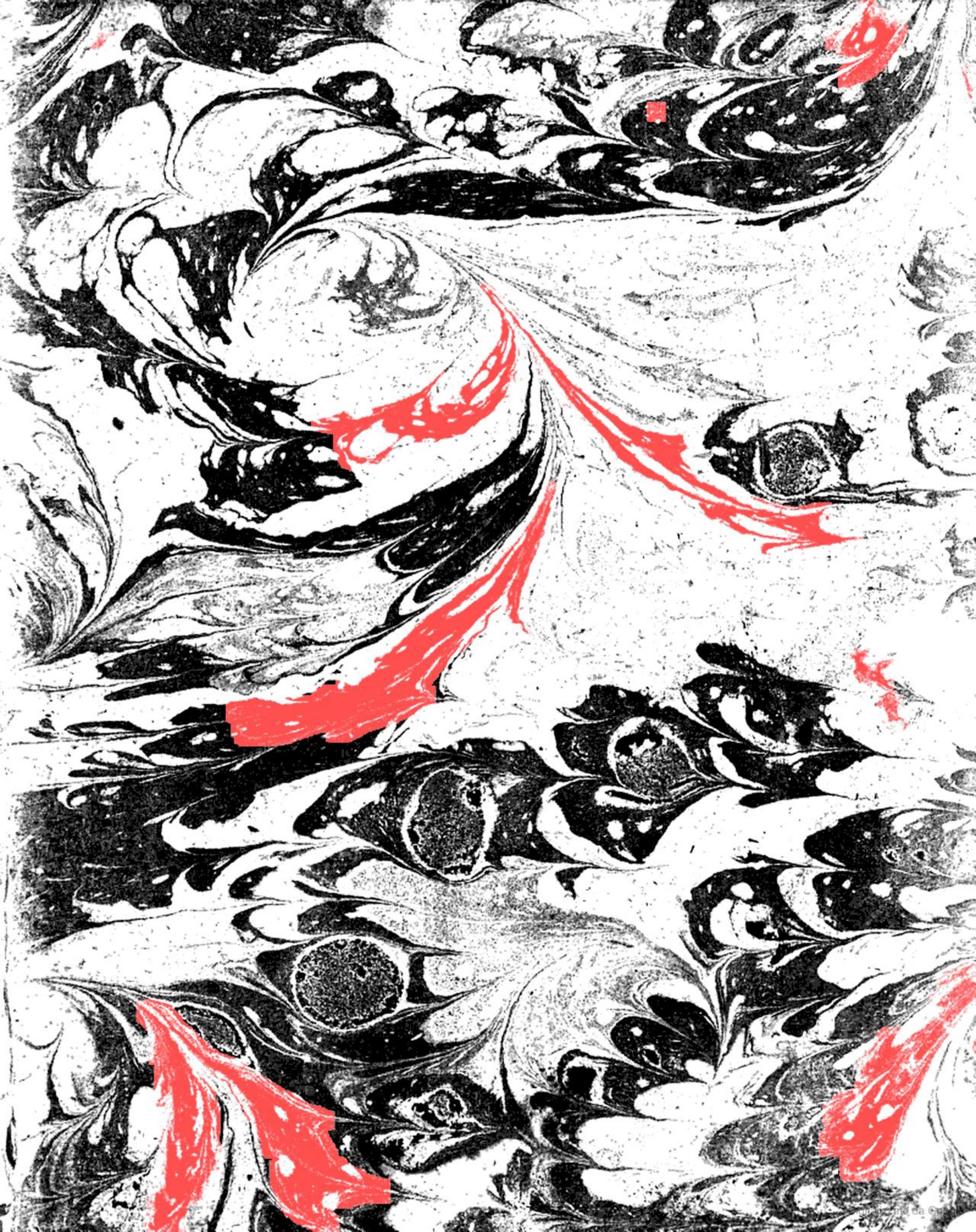
*44.R.33.

MENTEM ALIT ET EXCOLIT



K. K. HOFBIBLIOTHEK
ÖSTERR. NATIONALBIBLIOTHEK

* 44. R.33



D E
M U N D I
S Y S T E M A T E
L I B E R
ISAACI NEWTONI.



LONDINI:
Impensis J. TONSON, J. OSBORN,
& T. LONGMAN.

MDCCXXVIII.



Newtoni Princip. Math.
Lib. III. initio.

IN Libris præcedentibus principia philosophiæ tradidi, non tamen philosophica sed mathematica tantum, ex quibus videlicet in rebus philosophicis disputari possit. Hæc sunt motuum & virium leges & conditiones, quæ ad philosophiam maximè spectant. Eadem tamen, ne sterilia videantur, illustravi scholiis quibusdam philosophicis, ea tractans quæ generalia sunt, & in quibus philosophia maximè fundari videtur, uti corporum densitatem & resistentiam, spatia corporibus vacua, motumque

*lucis & sonorum. Supereft ut ex iis-
dem principiis doceamus constitutio-
nem SYSTEMATIS MUNDANI.
De hoc Argumento composueram li-
brum tertium methodo populari, ut
a pluribus legeretur.*

D E

D E
MUNDI SYSTEMATE
LIBER.

FIXAS in supremis mundi partibus Cœlos esse fluidos.
immotas persistere, & Planetas his inferiores circa Solem revolvi, Terram pariter moveri cursu annuo, diurno verò circa axem proprium, & Solem ceu focum Universi in omnium centro quiescere, antiquissima fuit Philosophantium sententia. Sic Archimedes in Arenario. Aristot. lib. 2. de cœlo. Plutarch. lib. 3. de placitis Philof. & in Numâ.

enim senserant olim *Philolaus*, *Aristarchus Samius*, *Plato* ætate matuiore, *Pythagoreorum turba*, & his antiquior *Anaximander*, & *Romanorum Rex ille sapientissimus Numa Pompilius*. Is in symbolum Orbis rotundi & ignis Solaris in centro, templum erexit *Vestæ*, formâ rotundâ, & ignem perpetuum in medio affervari sanxit. Ab *Ægyptiis autem astrorum antiquissimis observatoribus propagatam esse hanc sententiam verisimile est. Etenim ab illis & a gentibus conterminis ad Græcos, gentem magis*

De Mundi Systemate.

gis Philologicam quam Philosophicam, Philosophy omnis antiquior juxta & sanior manasse videtur: & sacra *Vestæ* ingenium *Ægyptiorum* sapiunt, Mysteria captum vulgi superantia Sacris Ritibus & Hieroglyphicis pingentium. Subinde docuerunt *Anaxagoras*, *Democritus*, & alii nonnulli, Terram in centro mundi immotam stare, & astra omnia in occasum, aliqua celerius alia tardius moveri, idque in spatiis liberimis. Namque orbes solidi postea ab *Eudoxo*, *Callipo*, *Aristotele*, introducti sunt; declinante in dies Philosophiâ primitus introductâ, & novis *Græcorum* commentis paulatim præalentibus. Cum his orbibus male consistunt Phænomena Cometarum. Hos inter corpora cœlestâ a multis olim numeratos *Chaldei*, rerum Astronomicarum peritissimi, pro stellis errantibus habuere: quasi semel singulis revolutionibus, in orbium valde excentricorum partes infimas descendendo, se nobis per vices conspicierdos exhiberent. Eosdem postea, in regiones infra Lunam necessariò detrusit ista orbium Solidorum Hypothesis; & his iisdem vicissim per numeras Astronomorum observationes in cœlos Luna superiores restitutis, confracti sunt illi orbes, & ex æthere deturbati.

Quibus vinculis Antiqui Planetas in spatiis liberis retineri, deque cursu rectilineo perpetuò

Principium
motus circularis in
spatiis libe-
ris.

petuò retractos, in orbem regulariter agi docuere, non constat. In hujus rei explicationem orbes solidos excogitatos fuisse opinor. Philosophi recentiores aut vortices esse volunt, ut *Keplerus & Cartesius*, aut aliud aliquod sive impulsus sive attractionis principium, ut *Borellus, Hookius, & ex nostratisbus alii*. Ex motu lege primâ certissimum est vim aliquam requiri. Nobis propositum est quantitatem & proprietates ipsius eruere, atque effectus in corporibus movendis investigare mathematicè: proinde ne speciem ejus hypotheticè determinemus, diximus ipsam generali nomine centripetam, quæ tendit in centrum aliquod; vel etiam, sumpto nomine de centro, circumsolarem, quæ tendit in Solem; circumterrestrem, quæ in Terram; circumjovialem, quæ in Jovem; & sic in cæteris.

Viribus centripetis Planetas in orbibus certis retineri posse intelligetur ex motibus projectilium. Lapis projectus urgente gravitate suâ deflectitur de cursu rectilineo, & curvam lineam in aere describendo tandem cadit in terram; si motu velociore projiciatur, pergit longius. Augendo velocitatem, fieri posset ut arcum describeret milliaris unius, duorum, quinque, decem, centum, mille; ac tandem ut, pergendo ultra terminos Terræ, non amplius in terram caderet. Designent AFB superficiem terræ, C Fig. I.
B 2 cen-

Effectus vi-
rium centri-
petarum.

De Mundi Systemate.

centrum ejus, & VD, VE, VF, lineas curvas quas projectile de montis præalti vertice V, secundum lineas horizonti parallelas auctis cum velocitatis gradibus, successivè emissum describat. Et ne aeris resistentia, quâ motus cœlestes vix retardantur, in computum veniat, fingamus hunc omnem tolli, vel saltem nil resistere. Et eâdem ratione quâ corpus velocitate minore describit arcum minorem VD, & majore arcum majorem VE, & auctâ adhuc velocitate pergit longius ad F, & longius ad G, idem tandem, si augeatur semper velocitas, superabit totum telluris ambitum, & redibit ad montem unde fuerat projectum. Cumque area, quam radio ad centrum terræ ducto describit, sit (per Prop. 1. lib. 1. Princip. Math.) proportionalis temporis, velocitas ejus in reditu ad montem non minor erit quam sub initio: servatâ autem velocitate potest idem sæpius eâdem lege revolvi. Imaginemur jam corpora de regionibus altioribus secundum lineas horizontales projici, puta de locis millaria quinque, decem, centum, mille vel plura, totidemve Telluris semidiametros, altis; & pro variâ corporum velocitate & vi gravitatis in singulis regionibus exercitâ, describentur arcus, Telluri vel concentrici, vel variè excentrici; inque his trajectoriis pergent corpora ad modum Planetarum cœlos transcurrere.

Et

Et quemadmodum ex descensu lapidis demissi, demonstrativè colligitur eundem gravitare, neque minus certum gravitatis indicium est perpetua illa projectorum deflexio in terram: sic omnis omnium in spatiis liberis motorum corporum de recto tramite deviatio, & perpetua in locum quemvis deflexio, certissimum est indicium vim aliquam extare quâ corpora undique in locum illum urgentur. Utque ex concessâ gravitate necesse est corpora omnia in his terris inferiora petere; atque adeo, vel rectâ cadere si quiescentia demittantur, vel de recto tramite perpetuò deflectere in terram si projiciantur obliquè: ita, ex concessâ vi in centrum quodcumque tendente, non minus necessarium est omnia in quæ vis illa exercetur, vel rectâ descendere ad centrum illud; vel si obliquè moveantur, perpetuò de recto tramite in centrum vergere. Quâ autem ratione vires ex motibus & motus ex viribus colligendi sunt, copiosè expositum est in Libris de Motu.

Tendere autem vires centripetas ad corpora Solis, Telluris, & Planetarum, sic colligo. Gyatur Luna circa Terram nostram, radiisque ad ipsius centrum ductis, describit areas temporibus proportionales quam proximè. Id ex velocitate Lunæ cum ipsius apparentibus diametris collatâ certissimum est: diametro minore, quæ majorem

Certitudo
argumenti.

Vires centri-
petas ad sin-
gula Plane-
taruin centra
tendere.

De Mundi Systemate.

rem arguit distantiam, tardior est motus; maiore velocior. Motibus magis regularibus gyran-
tur Satellites Jovis circa Jovem, circulos Jovi
concentricos æquabili motu describentes quoad
sensum. Sic & comes Saturni circa hunc Plane-
tam motu satis circulari & æquabili revolvitur,
excentricitate vixdum animadversâ. Venerem &
Mercurium circa Solem revolvi demonstratur
ex eorum Phasibus Lunaribus: plenâ facie siti
sunt ultra Solem, dimidiatâ è regione Solis,
falcatâ cis Solem, per discum ejus nonnunquam
transeuntes. Et Venus quidem orbem circula-
rem Solique concentricum, uniformi motu de-
scribit quam-proximè. Mercurius autem, motu
magis excentrico, ad Solem notabiliter accedit,
& inde per vices recedit: sed velocior semper
est ubi Soli propior, quo fit ut radio ad Solem
ducto describat areas temporibus proportiona-
les. Terram denique circa Solem, aut Solem circa
Terram, radio intercedente areas describere tem-
poribus exactè proportionales demonstratur ex
Solis diametro apparente cum ipsius motu ap-
parente collatâ. Hæc sunt experimenta Astro-
nomica: & ex his (per Libri primi Propositiones
tres primas & earum Corollaria) consequens est
quòd dentur vires centripetæ, aut accuratè aut
sine errore notabili, ad centra Terræ, Jovis, Sa-
turni, & Solis tendentes. In Mercurio, Venere,
Marte,

Marte, & Planetis minoribus, cum defint experimenta, valeat argumentum ex analogiâ.

Ex Propositionis autem quartæ Corollario sexto consequitur, quod hæ vires decrescunt in duplicatâ ratione distantiarum a centro Planetæ cujusque. Nam tempora periodica Satellitum Jovis sunt inter se in sesquiplicatâ proportione distantiarum a centro hujus Planetæ. In his jam diu notata fuit hæc proportio, eamque tam accuratè obtinere quam sit possibile sensibus discernere, significavit mihi *Flamstedius* noster, has distantias micrometro & per Satellitum Eclipses saepius mensus. Eisdem, ante inventionem micrometri, *Galilæus*, pergendo ab intimo Satellite ad extimum, definivit esse semidiametrorum Jovis 6, 10, 16, 28, respectivè; *Simon Marius*, 6, 10, 16, 26; *Cassinius*, 5, 8, 13, 23; *Borellus* magis exactè, $5\frac{1}{2}$, $8\frac{1}{2}$, 14, $24\frac{1}{2}$. Et, post inventionem micrometri, *Tounleius*, 5.51. 8.78. 13.47. 24.72; *Flamstedius* autem, 5.31. 8.85. 13.98. 24.23. & exactius per Eclipses 5.578. 8.876. 14.159. 24.903. Sunt autem Satellitum ex observationibus *Flamstedianis* periodica tempora, 1^d. 18^h. 28'. 36''; 3^d. 13^h. 17'. 54''; 7^d. 3^h. 59'. 36''; & 16^d. 18^h. 5'. 13': & ex his derivatæ distantiae ut numeri, 5.578. 8.878. 14.168. 24.968. qui cum distantiis observatione collectis satis accurate congruunt.

In

In Planetis autem circumstellaribus, Mercurio & Venere, proportio illa obtinet accuratissimè, quantum hactenus dimensiones orbitarum ex observationibus melioris notæ determinarunt Astronomi.

Planetas superiores Solēm cingere, & radiis ad ipsum duōtis areas describere temporebus proportionales.

Martem quoque circa Solem revolvi demonstratur, ex ipsius phasibus & proportione diametrorum apparentium. Nam ex phasi plenâ prope conjunctionem Solis, & gibbosâ in quadraturis, certum est quòd is Solem ambit: & cum diameter ejus quasi quintuplo major appareat in oppositione Solis quam in conjunctione, & distantia ejus a Terrâ sit reciproce ut diameter apparet, erit distantia illa quintuplo minor circiter in oppositione quam in conjunctione; at Martis a Sole eadem circiter erit distantia in utroque casu cum distantia ejus in quadraturis, quæ ex phasi gibbosâ colligitur. Utque Solem æquabili ferè distantia, terram valde inæquabili cingit: sic etiam, radio ad Solem ducto, describit aream satis uniformiter; at radio ad terram ducto, nunc velox est, nunc stationarius, nunc retrogradus. Jovem Marte superiorem esse, & motu quoque quoad distantiam & areæ descriptionem satis æquabili Solem circuire, sic colligo. In litteris ad me datis scripsit Cl. Flamstedius, omnes intimi Satellitis quas noverat hactenus accurate observatas Eclipses cum theoriâ suâ absque errore duorum

duorum in tempore scrupulorum primorum congruere; extimum non multo magis errare, penextimum vix triplo magis, penintimum verò multo magis, sed minus tamen a computationibus suis dissidere quām solet Luna a Tabulis vulgaribus: Se vero per solos Satellitum motus medios, & æquationem lucis a *Romero* inventam, Eclipses computare. Ponamus igitur Theoriam a motu Satellitis intimi hactenus observato minus dissidere quām errore duorum scrupulorum primorum: et erit ut Periodus integra dierum 16. 18^{hor.}. 5'. 13", ad tempus 2', ita circulus integer graduum 360, ad arcum 1'. 48". Proinde error computi *Flamstediani* ad orbitām Satellitis reductus minor erit quam 1'. 48", id est longitudo Satellitis e centro Jovis spectati determinabitur absque errore 1'. 48". At longitudo illa, ubi Satelles in medio umbræ versatur, eadem est cum Jovis longitudine heliocentricâ; & propterea Hypothesis quam *Flamsteadius* sequitur, nempe *Keplero-Copernicea* a se nuper (quoad motum Jovis) correcta, longitudinem illam rectè exhibet absque errore 1'. 48". Hac longitudine & notissimâ semper longitudine geocentricâ, determinatur distantia Jovis a Sole: quæ proinde ea ipsa est quam exhibet ista Hypothesis. Namque maximus ille in longitudine heliocentricâ error 1'. 48", insensibilis

De Mundi Systemate.

sensibilis fere est, & planè contemnendus; sed & ex Satellitis ignotâ excentricitate oriri potest. Longitudine autem & distantia recte definitis, necesse est ut Jupiter, radio ad Solem ducto, describat areas eâ lege quam Hypothesis requirit, & propterea tempori proportionales. Idem de Saturno ex hujus asseclâ, per observationes *Hugenii* & *Halleji*, colligere licebit; quanquam observationum series diuturnior in rei confirmationem & calculum satis accuratum desideretur.

Vim quâ
Planetæ su-
periores re-
guntur non
dirigi ad ter-
ram. Ean-
dem dirigi
ad Solem.

Jupiter igitur, si quis hunc spectaret a Sole, nunquam appareret retrogradus, nunquam stationarius, ut ex terra cernitur, sed motu satis uniformi semper progrederetur. Ex Motus apparentis geocentrici inæqualitate summâ colligitur (per Propositionis tertiae Corollarium quartum) quòd vis illa quâ Jupiter defletere cogitur de motu rectilineo, & in orbem revolvitur, non dirigitur ad centrum terræ. Et idem vallet argumentum in Marte & Saturno. Quærendū est (per Prop. ii, & iii. & hujus Corollaria) aliud harum virium centrum circum quod, radiis intercedentibus, æquabilis sit arearum descriptio: et hoc esse Solem jam probatum est in Marte quidem & Saturno præterpropter, in Jove verò abundè satis accurate. Fingere licet Solem & Planetas vi quâvis aliâ æqualiter & secundum lineas parallelas urgeri.

Verum

Verum tali vi (per Legum Coroll. 6.) non mutabitur situs Planetarum inter se, nullus producetur effectus sensibilis; nos autem agimus de causis effectuum sensibilium. Rejiciatur igitur hujusmodi vis omnis ut precatia, & ad cœlorum phænomena nil spectans; & vis omnis reliqua, quâ Stella Jovis urgetur, tendet (per Propositionis tertiae Corollarium primum) ad centrum Solis.

Distantiæ Planetarum a Sole eadem prodeunt, sive terram cum *Tychone*, sive Solem cum *Copernico*, collocemus in centro Systematis: & veras esse has distantias jam probavimus in Jove. In his definiendis *Keplerus* & *Bullialdus* apprimè navarunt operam: unde & cum cœlis melius concordant ipsorum Tabulæ. Sunt autem harum distantiarum cubi in omnibus Planetis, in Jove inquam & Marte, Saturno & Tellure, æque ac in Venere & Mercurio, ut quadrata temporum periodicorum, & propterea (per Corol. 6. Prop. iv.) vis centripeta circum solaris decrescit per universa Planetarum cœla in duplicatâ ratione distantiarum a Sole. In examinandâ hacce proportione sumendæ sunt distantiæ mediocres sive orbium semiaxes transversi (per Prop. xv.) & negligendæ minutiae, quæ in definiendis orbibus ex insensibilius observationum erroribus oriri potuerint,

Vim circum solarem per omnes Planetarum regiones decrescere, in duplicatâ ratione distantiarum a Sole.

quæve causis post assignandis tribuendæ sunt. Sic incidetur semper in proportionem præfinitam exactè. Nam cum distantiæ Saturni, Jovis, Martis, Terræ, Veneris & Mercurii a Sole, ex observationibus Astronomicis collectæ, sint inter se, juxta computum *Kepleri*, ut numeri 951000, 519650, 152350, 100000, 72400, 38806; juxtaque computum *Bullialdi*, ut numeri 954198, 522520, 152350, 100000, 72398, 38585; eadem ex temporibus periodicis collectæ, sunt ut numeri 953806, 520116, 152399, 100000, 72333, 38710. Distantiæ *Kepleri* & *Bullialdi*, vix differunt sensibiliter, & ubi maxime differunt, claudunt inter se distantias ex temporibus periodicis collectas.

Vim circum-
terrestrem
decrescere in
duplicatâ ra-
tione distan-
tiarum a
Terrâ. Pro-
batur ex hy-
thesi quod
Terra qui-
escit.

In duplicatâ itidem distantiarum proportione vim circumterrestrem decrescere, sic colligo. Lunæ distantia mediocris a centro terræ est semidiametrorum terrestrium, secundum *Ptoleymæum*, *Keplerum* in *Ephemeridibus*, *Bullialdum*, *Hevelium*, & *Ricciolum* 59; secundum *Flamstedium* 59 $\frac{1}{2}$; secundum *Vendelinum* 60; secundum *Copernicum* 60 $\frac{1}{2}$; secundum *Kircherum* 62 $\frac{1}{2}$; secundum *Tychonem* 56 $\frac{1}{2}$: verum *Tycho*, & quotquot ejus tabulas refractionum sequuntur, constituendo refractiones Solis & Lunæ, omnino contra naturam lucis, majores quam

quam fixarum, idque scrupulis quasi quatuor vel quinque, auxerunt parallaxin Lunæ scrupulis totidem, hoc est quasi duodecimâ vel decimâ quintâ parte totius parallaxeos. Corrigatur iste error, & distantia evadet quasi 61 semidiametrorum terrestrium, fere ut ab aliis assignatum est. Assumamus distantiam mediocrem sexaginta semidiametrorum; & Lunarem periodum respectu fixarum compleri diebus 27, horis 7, minutis primis 43, uti ab Astronomis definitum est: & (per Corollarium sextum Propositionis quartæ) corpus revolvendo in aere nostro juxta superficiem Terræ quiescentis, vi centripetâ, quæ esset ad vim eandem in distantia Lunæ in duplicatâ ratione distantiarum a centro Terræ reciprocè, hoc est ut 3600 ad 1; revolutionem sublatâ aeris resistentiâ compleret horâ 1, minutis primis 24, secundis 27. Pone ambitum terræ esse pedum *Parisiensium* 123249600, uti a *Gallis* mensurantibus nuper definitum est: & corpus idem, sublato motu suo circulari, & urgente eâdem vi centripetâ ac prius, describeret cadendo pedes *Parisenses* $15\frac{1}{2}$ tempore minuti unius secundi. Colligitur hoc ex calculo (per Propositionem xxxvi.) inito, & congruit cum experientiâ. Nam factis pendulorum experimentis, & computo inde inito, demonstravit *Hugenius*; quod corpora omni

De Mundi Systemate.

omni illâ cujuscunque generis vi centripetâ quâ
juxta superficiem terræ urgentur descendantia,
describunt tempore minuti unius secundi pedes
Parisienses $15\frac{1}{2}$.

Probatur ex
Hypothesi
quod terra
moveatur.

Quod si motus concedatur Terræ, gyretur
hæc & Luna (per Legum Coroll. 4, & Prop.
lvii.) circa commune gravitatis centrum. Et
Luna (per Prop. lx.) eodem tempore periodico
dierum 27, hor. 7, 43', vi eâdem circumter-
restri, diminutâ in duplicatâ ratione distantiaæ,
revolvetur in orbitâ, cuius semidiameter est ad
semidiametrum prioris, hoc est ad 60 semidia-
metros terrestres, ut summa corporum Terræ
& Lunæ, ad primam duarum mediè propor-
tionalium inter hanc summam & corpus terræ:
hoc est, si ponamus Lunam, ob mediocrem
suam diametrum apparentem $31\frac{1}{2}$, esse quasi
quadragesimam secundam partem Terræ, ut 43
ad $\sqrt[3]{42 + 43^2}$; sive ut 128 ad 127 circiter:
ideoque semidiameter hujus orbitæ, hoc est di-
stantia inter centra Lunæ & Terræ, jam erit
 $60\frac{1}{2}$ semidiametrorum terrestrium, fere ut assig-
navit *Copernicus*, non abludentibus observati-
onibus *Tychonicis*. In hâc distantia valet igi-
tur duplicata illa proportio decrementi virium.
Augmentum orbitæ ab actione Solis oriun-
dum, ut plane contemnendum neglexi: eo
subducto relinquetur vera distantia quasi $60\frac{1}{2}$
semidiametrorum terrestrium.

Con-

Confirmatur præterea hæc ratio decrementi virium ex Planetarum excentricitate, & Apsidum tardissimo motu. Nam (per Corollaria Prop. xlvi.) manifestum est quod nullâ aliâ ratione possint Planetæ omnes circumsolares, singulis revolutionibus, semel ad minimam a Sole distantiam descendere, & semel ad maximam ascendere, atque loca harum distantiarum manere immobilia. Parvus error in ratione duplicatâ efficeret motum Apsidum in singulis revolutionibus notabilem, in pluribus enormem. At motus ille in Orbibus Planetarum circum-solarium vixdum post innumeras revolutiones sensibilis extitit. Astronomorum aliqui motum omnem negant; cæteri non majorem statuunt quam qui ex causis post assignandis facile oriri possit, quique in quæstione de quâ agitur nullius est momenti. Sed & motus longe major Aphelii Lunaris, qui singulis revolutionibus est graduum trium, contemni potest. Hoc motu demonstratur vim circumterrestrem decrescere in ratione distantiæ non minori quam duplicatâ, & longe minori quam triplicatâ: nam si ratio duplicata mutetur gradatim in triplicatam, augebitur motus Aphelii in infinitum, adeoque mutatione perexiguâ superabit motum Aphelii Lunaris. Oritur motus ille tardissimus ex actione vis circumsolaris, ut posthac dicetur.

Tollendo

Decrementum in duplicatâ ratione distantiarum a Terrâ & Planetis, probatur ex Planetarum excentricitate & Apsidum motu tardissimo.

Tollendo hanc causam quiescet Apogæum Lunæ,
& pervenietur ad proportionem duplicatam.

Quantitas vi-
ri um tenden-
tium ad sin-
gulos Plane-
tas. Ingens
vis circum-
solaris.

Stabilitâ hâc proportione, conferre jam licet
Planetarum vires inter se. In mediocri distan-
tiâ Jovis a terrâ elongatio maxima Satellitis
extimi a centro Jovis, ex observationibus *Flam-
stedii*, est $8' . 13''$. adeoque distantia Satellitis a
centro Jovis, ad mediocrem distantiam Jovis a
centro Solis, ut 124 ad 52012 ; ad mediocrem
verò distantiam Veneris a centro Solis, ut 124
ad 7234 . Sunt autem eorum tempora peri-
odica $16\frac{1}{4}$ dierum, & $224\frac{1}{4}$ dierum. Et inde
(per Corollarium secundum Propositionis quartæ)
dividendo distantias per quadrata temporum
deducitur, vim quâ Satelles urgetur in Jovem
esse ad vim quâ Venus urgetur in Solem, ut
 442 ad 143 : et minuendo vim quâ Satelles
urgetur in duplicatâ ratione distantiae 124 ad
 7234 , prodibit vis circumjovialis in distantia
Veneris a Sole, ad vim circumsolarem quâ Ve-
nus urgetur, ut $\frac{1}{100}$ ad 143 , seu 1 ad 1100 .
Proinde ad æquales distantias vis circumsolares
 1100 vicibus major est quam vis circumjovi-
alis. Simili computo ex Satellitis Saturnii tem-
pore periodico dierum 15 , horarum $22\frac{1}{4}$, &
maximâ ipsius a Saturno mediocriter a nobis
distanti, elongatione $3' . 20''$. colligo distan-
tiam hujus Satellitis a centro Saturni esse ad
distan-

distantiam Veneris a Sole, ut 92 $\frac{1}{2}$ ad 7234; & inde vim absolutam circumsolarem majorem esse quam vis absoluta circumsaturnia, vicibus 2360,

Ex regulari Veneris, Jovis, & aliorum Planetarym heliocentrico motu & irregulari geocentrico manifestum est (per Coroll. 4 Prop. iii.) quod vis circumterrestris collata cum vi circumsolari sit perquam exigua. Parallaxin Solis, ex Dichotomiâ Lunæ Telescopiis notatâ, *Ricciolus* & *Vendelinus* seorsim determinare conati sunt, eamque constituere non majorem dimidio minuti unius primi. *Keplerus* parallaxin Martis Achronici quæ multo major est, tam *Tycho-nicis* quam propriis observationibus insensibilem reperit. *Flamstedius* eandem micrometro aggressus, idque in perigæo Martis, nunquam reperit majorem viginti quinque minutis secundis, & inde concludit parallaxin Solis esse summum decem minutorum secundorum. Unde consequens est, quod distantia Lunæ a terrâ non habet majorem rationem ad distantiam terræ a Sole, quam, 29 ad 10000; neque majorem ad distantiam Veneris a Sole, quam 29 ad 7233. Inde & ex temporibus periodicis methodo jam expositâ deducetur, quod vis absoluta circumsolaris sit major quam vis absoluta circumterrestris, vicibus 229400 ad minimum. Quod

Exigua vis
circumter-
restris.

si constaret tantum ex observationibus *Riccioli* & *Vendelini*, parallaxin esse minorem dimidio minuto primo, tamen inde sequeretur vim absolutam circumsolarem superare vim circumterrestrem vicibus 8500.

Planetarum
diametri ap-
parentes.

Similibus computis incidi in analogiam inter vires & corpora Planetarum: sed antequam hanc expono, definiendae sunt Planetarum apparentes diametri in mediocribus distantiis eorum a terrâ. Diametrum Jovis, *Flamstedius* micrometro mensus est 40 vel 41'', eamque annuli Saturni 50'', & Solis quasi 32'. 13''. Diameter corporis Saturnii est ad diametrum annuli, juxta *Hugenium* & *Halleium*, ut 4 ad 9, juxta *Galletium* ut 4 ad 10, juxta *Hookium* (telescopio pedum sexaginta usum) ut 5 ad 12. Ex ratione mediocri 5 ad 12 colligitur diameter corporis quasi 21''.

Corre^{tio}
diametro-
rum appa-
rentium.

Et hæ sunt magnitudines apparentes. Verum puncta omnia lucida per inæqualem lucis refrangibilitatem dilatantur in Telescopiis, occupantque in foco vitri objectivi spatum circulare latitudine quasi quinquagesimæ partis aperturæ vitri: ita tamen ut lux in circuitu rassisima vix aut ne vix quidem sentiatur, in medio verò ubi constipatior est sensumque satis ferit, lucidum constitutum circellum, cuius latitudo pro splendore puncti lucentis varia sit, ac tertiam

tertiam circiter quartamve aut quintam ferè partem latitudinis totius ut plurimum adæquet. Designet A B D circulum lucis totius, P Q circellum luce satis conspicuâ clarentem, C censum utriusque; C A, C B, semidiametros circuli majoris rectum continentes angulum C, ACBE quadratum his diametris comprehensum, AB diagonalem ejus, E G H Hyperbolam centro C asymptotis C A, C B descriptam; P G perpendicularum ad ipsius B C punctum quodvis P erectum & occurrens Hyperbolæ in G, rectisque AB, A E in K & F: & lucis densitas in loco quovis P erit, ex computo meo, ut longitudo FG, adeoque in centro infinita, prope circumferentiam quam minima: lux autem tota intra circellum P Q, est ad totam extra, ut area quadrilatera C A K P ad triangulum P K B. Ibi concipe circellum P Q terminari, ubi lucis densitas FG minor esse incipit quam quæ sensui movendo sufficit. Et hinc est quod ignis trium pedum latitudinis in distantia 191382 pedum per Telescopium tripedalem apparuit Picarto, quasi 8" latus qui Solūm 3". 14"". latus apparere debuisset. Hinc est quod Fixarum lucidiores per telescopia apparent latæ 5". vel 6"; idque luce satis plenâ, luce autem debiliore latius excurrunt. Hinc est quod Hevelius, minuendo aperturam Telescopii, sustulit

lit bene magnam partem lucis in circuitu, effectique ut discus Stellæ distinctius circinaretur, & minor evaderet, verum tamen etiamnum latus appareret 5'', vel 6'': *Hugenius* autem vitris juxta oculum fuligine leviter infectis, lucem undique erraticam adeo extinxit, ut Stellæ punctorum instar sensibili omni latitudine privatæ viderentur. Hinc est quòd *Hugenius* latitudine obstaculi quod lucem omnem interciperet, majores exhibuit Planetarum diametros quam ab aliis Micrometro definitum est: nam lux erratica tecto Planetâ latius cernitur, radiis fortioribus non amplius obscurata. Hinc denique est quòd Planetæ in Sole tam graciles apparent, luce dilatatâ attenuati. Neque enim Mercurius *Hevelio*, *Galletio* & *Halleio*, superavit 12'', vel 15'', & Venus *Crabrio* solum 1'. 3'', *Horroxio* 1'. 12'', occupare visa est, quæ tamen, juxta mensuras *Hevelii* & *Hugenii* extra discum Solis captas, implere debuisset 84'', ad minimum. Sic & Lunæ diameter apparet, quæ anno 1684 paucis diebus ante & post eclipsin Solis mensurata fuit in Observatorio *Parisiensi* 31'. 30'', in ipsâ eclipsi non superabat 30', vel 30'. 5''. Igitur Diametri Planetarum extra Solem minuendæ sunt, & intra augendæ minutis aliquot secundis. At in mensuris micrometro captis errores videntur esse solito

solito minores. Semidiametrum Jovis, ex umbræ diametro per Eclipses Satellitum inventâ, *Flamstedius* determinavit esse ad elongationem maximam Satellitis extimi, ut 1 ad 24,903. Unde cum elongatio illa sit 8'. 13'', diameter Jovis erit 39 $\frac{1}{2}$. Igitur diameter micrometro inventa 40'', vel 41'', rejiciendo lucem erraticam reducitur ad 39 $\frac{1}{2}$ ''. Et simili correctione minuenda est Saturni diameter 21'', & statuenda 20'', vel paulo minor. At Solis diameter ob lucem fortiori paulo magis, ni fallor, minuenda est, & statuenda quasi 32' vel 32'. 6''.

Corpora magnitudinis tam diversæ ad analogiam cum viribus tam prope accedere, mysterio certe non caret. Possibile est ut Planetæ ulteriores, defectu caloris, careant substantiis illis metallicis & mineris ponderosis quibus terra referta est: utque corpora Veneris & Mercurii majore Solis calore, magis concocta & coagulata sint. Experimento speculi istorii constat calorem augeri cum densitate lucis: hæc autem augetur in duplicatâ ratione accessus ad Solem. Inde colligitur calorem Solis ad Mercurium septuplo majorem esse quam apud nos tempore aestivo; tanto autem calore aqua ebullit, & graves illi Vitrioli & Mercurii spiritus leniter exhalant, ut thermometro expertus sum: proinde nulli apud Mercurium consistunt liquores nisi graviores,

Cur Planetæ sint aliqui magis alii minus densi, sintque vires ut quantitas materiæ in singulis.

qui

qui magnum sustinent calorem, & ex quibus substantiae densissimae nascantur. Quidni si Deus corpora singula, calore temperiei conveniente allenda, in totidem a Sole distantiis locaverit; sintque adeo densiora semper, quæ Soli propriora: eâ ratione constabit optimè pondera Planetarum omnium esse inter se ut vires. Pervelim verò diametros Planetarum definiri exactius. Id fiet, si Lampas ad magnam aliquam distantiam luceat per foramen circulare, & minuatur tum foramen tum lux Lampadis usque èo ut spectrum per Telescopium appareat instar Planetæ, & iisdem mensuris definiatur. Tum latitudo foraminis erit ad sui ipsius distantiam a vitro objectivo, ut vera Planetæ diameter ad ipsius distantiam a nobis. Diminui potest lux Lampadis interpositione panorum aut vitri infecti fuligine.

*Alia viri-
um & corpo-
rum analo-
gia. Proba-
tur in cœle-
stibus.*

Analogiæ jam descriptæ affinis est altera inter vires & attracta corpora. Quoniam actio vis centripetæ in Planetas decrescit in duplicatâ ratione distantiae, & tempus periodicum augetur in ratione sesquiplicatâ; manifestum est quod in æqualium Planetarum æqualibus a Sole distantiis, æquales forent actiones, & æqualia tempora periodica: quodque in æqualibus inæqualium distantiis, actiones collectitiæ forent ut Planetarum corpora. Namque actiones quæ non essent ut corpora movenda, non possent corpora illa æqualiter retrahere de tangentibus orbitarum; & efficere

efficere ut revolutiones, æqualibus temporibus, in Orbitis item æqualibus completerentur. Sed nec motus Satellitum Jovis tam regulares esse possent, nisi vis circum solaris æqualiter in Jovem & Satellites omnes, pro ratione ponderum, exerceatur. Estque eadem ratio Saturni & Satellitis ipsius; ut & terræ & Lunæ nostræ, uti (ex Coroll. 2. & 3. Prop. lxv.) manifestum est. Paribus igitur distantiis æqualis est actio vis centripetæ in omnes Planetas, pro ratione corporum seu quantitate materiæ in corporibus; atque adeò in omnes etiam ejusdem quantitatis particulas ex quibus Planetæ componuntur. Nam si actio major esset in particulas unius generis, minor in illas alterius, quam pro ratione quantitatis materiæ, foret etiam actio major vel minor in Planetas, non solum pro ratione quantitatis, sed etiam pro genere materiæ quæ in uno copiosius, in alio parcior, reperiretur.

Analogiam certè in corporibus diversorum generum quæ in Terrâ nostrâ extant, tentavi quam accuratissimè. Actio vis circun terrestris, corporibus movendis proportionalis, movebit eadem æqualibus temporibus, æquali cum velocitate (per Motus Leg. 2.) facietque tum omnia demissa, temporibus æqualibus per æqualia, spatia descendere; tum omnia filis æqualibus suspensa, æqualibus temporibus oscillari. Actione majore

Probatur in
terrestribus.

minora erunt tempora, minore majora. Descensus autem corporum omnium (demptâ saltem aeris per exigua resistentiâ) æqualibus temporibus fieri jamdudum observarunt alii: & exactissimè notare licet æqualitatem temporum in pendulis. Rem tentavi in auro, argento, plumbo, vitro, arenâ, sale communi, ligno, aquâ, tritico. Comparabam pixides duas ligneas æquales: unam implebam ligno, & idem auri pondus suspendebam (quam potui exactè) in alterius centro oscillationis. Æqualibus, pedum undecim, filis pendentes pixides constituebant pendula, quoad pondus, figuram & aeris resistentiam omnino paria: & paribus oscillationibus juxta positæ ibant unâ & redibant diutissimè. Proinde copia materiæ in auro erat ad copiam materiæ in ligno, ut vis motricis actio in totum aurum ad actionem ejus in totum lignum; hoc est, ut pondus ad pondus: & sic in cæteris. In corporibus ejusdem ponderis differentia materiæ, quæ vel minor esset quam pars millesima materiæ totius, his experimentis manifestò deprehendi potuisset.

Analogia-
ram conuen-
tus.

Cum autem actio vis centripetæ in corpus attractum, paribus distantiis, proportionalis sit materiæ in hoc corpore; rationi etiam consenteum est, ut sit etiam proportionalis materiæ in corpore trahente. Etenim actio mutua est, facitque

facitque corpora conatu mutuo (per Motus Legem 3.) accedere ad invicem, & proinde sibi ipsi conformis esse debet in corpore utroque. Considerari potest corpus unum ut attrahens, alterum ut attractum, sed hæc distinctio magis mathematica est quam naturalis. Attractio revera est corporis utriusque in utrumque, atque adeo ejusdem generis in utroque.

Et hinc est quod vis attractiva reperiatur in utroque. Sol trahit Jovem & cæteros Planetas, Jupiter trahit Satellites; & paritate rationis, Satellites agunt in se invicem & in Jovem, & Planetæ omnes in se mutuo. Et quamvis binorum Planetarum actiones in se mutuo distinguo possint ab invicem, & ut actiones binæ, quibus uterque trahit alterum, considerari: tamen quatenus intermediæ sunt, non sunt binæ, sed operatio simplex inter binos terminos. Contractione funiculi unius intercedentis possunt bina corpora ad invicem trahi. Causa actionis gemina est, nimirum dispositio utriusque corporis; actio item gemina quatenus in bina corpora: at quatenus inter bina corpora simplex est & unica. Non est una operatio quam Sol v. g. trahit Jovem, & alia operatio quam Jupiter trahit Solem, sed una operatio quam Sol & Jupiter conantur ad invicem accedere. Actione quam Sol trahit Jovem, conantur Jupiter & Sol ad se mutuo accedere

E

(per

Et coincidentia.

per Motus Leg. 3.) &, actione quâ Jupiter trahit Solem, conantur etiam Jupiter & Sol ad se mutuo accedere: Sol autem non attrahitur actione dupli in Jovem, neque Jupiter actione dupli in Solem, sed una est actio intermedia quâ ambo accedunt ad se mutuò. Ferrum trahit magnetem æquè ac Magnes ferrum; nam ferrum omne in viciniâ Magnetis trahit etiam aliud ferrum. At actio inter Magnetem & ferrum simplex est, & a Philosophis consideratur ut simplex: Operatio ferri in Magnetem ipsa est Magnetis operatio seipsum inter & ferrum, quâ ambo conantur accedere ad se mutuò. Id ex eo manifestum est, quod sublato magnete cessat propè vis tota ferri. Ad hunc modum concipe simplicem exerceri inter binos Planetas ab utriusque conspirante naturâ oriundam operationem; & hæc eodem modo se habebit ad utrumque: adeò proportionalis existens materiae in uno eorum, proportionalis erit materiae in altero.

*Insensibiles
esse corpo-
rum parvo-
rum vires.*

Dicet fortè quis, corpora omnia hac lege se mutuò trahere debere, contra experientiam in terrestribus. Sed respondeo, quod experientia in terrestribus planè nulla est. Sphærarum homogenearum attractiones juxta superficies earum sunt (per Prop. lxxii.) ut diametri: Unde sphæra, Terræ homogena, diametroque pedis unius descripta, minùs trahet corpusculum juxta superficiem

perficiem suam, quām terra juxta suam, vicibus 20000000 circiter: et vis tantilla nullos edet sensibiles effectus. Hujusmodi globi duo, quartā tantūm digiti parte ab invicem distantes, in spatiis liberis, haud minori quam mensis unius intervallo, vi mutuæ attractionis accederent, ad invicem. Globorum minorum coitus esset tardior in ratione diametrorum. Sed nec montes toti suffecerint ad sensibiles effectus: Ad radices montis hemisphærici alti tria millaria & lati sex, pendulum vi montis attractum non deviabit scrupulis duobus primis a perpendiculo. Vires hasce in solis Planetarum ingentibus corporibus intueri licet; nisi forte de minoribus disputeamus in hunc modum.

Designet ABCD globum Telluris, sectum piano quovis AC, in partes duas ACB, ACD. Pars ACB, incumbendo in partem ACD, permit ipsam toto suo pondere. Nec potest pars ACD hanc pressionem sustinere & immota persistere, nisi æquali conatu in contrarium. Partes igitur ponderibus suis se mutuo æqualiter urgent, id est, trahuntur in se mutuo æqualiter, ut Lex tertia requirit: adeoque distractæ ab invicem & dimissæ caderent in se mutuo, cum velocitatibus quæ essent reciprocè ut corpora. Quæ omnia in magnete experiri & intueri licet. Designet jam ACB corpus aliquod exiguum in superficie

Tendere tam
men vires ad
corpora om-
nia terrestria
proportiona-
les quantitati
materiæ.

ficie Terræ : & quoniam particulæ hujus & Terræ reliquæ A C D attractiones in se mutuo sunt æquales, attractio autem particulæ in Terram (nimirum pondus ejus) est ut materia particulæ, uti experimento penduli probatum est ; erit etiam attractio Terræ in particulam ut materia particulæ : adeoque corporum omnium terrestrium vires attractivæ, ut quantitas materiæ in singulis.

Probatur
eadem vires
in corpora
cœlestia ten-
dere.

Vires autem quæ sunt ut materia in omnium formarum corporibus terrestribus, atque adeo non mutantur cum formis, reperiri debent in corporibus universis, tam cœlestibus, quam terrestribus ; & in omnibus esse proportionales materiæ: eò quod hæc omnia, non genere substantiæ, sed formis & modificationibus solummodo, differunt. Id verò sic etiam probatur in cœlestibus. Constitit actionem vis circum solaris in omnes Planetas (ad æqualitatem distantiarum reductos) esse ut materia in Planetis : Idem similiter constat de actione vis circumjovialis in Satellites Jovis ; & par est ratio attractionis omnium Planetarum in unumquemque. Inde verò sequitur (per Prop. lxix.) quòd eorum vires attractivæ sunt ut materia in singulis.

Decrescere
vires a Pla-
netarum su-
perficiebus
extrorsum

Igitur ut partes Terræ se mutuò trahunt, sic etiam faciunt partes Planetarum. Si Jupiter & Satellites ejus coirent, & in unum formarentur globum,

globum, pergerent singuli proculdubio se mutuò trahere ut prius; & vice versâ, si corpus Jovis resloveretur in globos plures, credendum est quòd hi non minus traherent se mutuò in duplicata ratione, introrsum in ratione distantiarum a centris. quàm trahunt Satellites. His attractionibus fit ut corpora Telluris & omnium Planetarum sphæricam affectent figuram, utque partes eorum cohæreant & non spargantur per æthera. Oriri verò has vires ex universali naturâ materiæ jam constitit, & propterea ex particularum viribus componi vim globi totius. Inde verò consequens est (per Coroll 3. Prop. lxxiv.) quòd vis particulæ cujusque decrescit in duplicatâ ratione distantiaæ ab eâdem particulâ; & (per Prop. lxxiii. & lxxv.) quòd vis globi totius decrescit a superficie suâ extrorsum in duplicatâ ratione, & introrsum in ratione simplici distantiarum a centro, si modo globus ex uniformi materiâ constat: & quamvis globi in progressu a centro ad circumferentiam non sint uniformes, valebit tamen decrementum in ratione duplicatâ distantiaæ extrorsum (per Prop. lxxvi.) si modò similis sit inæquabilitas undique in progressu per circuitum: & hujusmodi globi duo (per eandem Propositionem) se mutuò trahent, vi decrescente in duplicatâ ratione distantiaæ inter centra.

Est

Quantitas
virium &
motuum inde
oriundorum
in singulis ca-
sibus.

Est igitur globi cuiusque vis absoluta ut quantitas materiae in ipso. Vis autem motrix, quâ globus unusquisque trahitur in alterum, quamque vulgus in terrestribus per vocem ponderis designat, est ut contentum sub quantitatibus materiae in globis duobus applicatum ad quadratum distantiae inter centra (per Coroll. 4. Prop. lxxvi.) & huic vi proportionalis est quantitas motus, quâ globus uterque dato tempore movebitur in alterum: vis autem acceleratrix, quâ globus unusquisque pro ratione materiae suæ attrahitur in alterum, est ut quantitas materiae in globo altero applicata ad quadratum distantiae inter centra (per Coroll. 2. Prop. lxxvi.) & huic vi proportionalis est velocitas, quâ globus attractus dato tempore movebitur in alterum. Quibus probè intellectis, jam facile fuerit determinare motus corporum cœlestium inter se.

Planetas
omnes circa
Solem re-
volvi.

Collatis Planetarum viribus, vidimus circum solarem cæteris majorem esse mille vicibus & amplius. Urgente autem vi tantâ necesse est, ut corpora omnia intra spatiū Systematis Planetarum, & longe ultra, rectâ descendant in Solem; nisi aliò moveantur. Neque Terra de numero talium corporum excludenda est. Luna certè de genere Planetarum est, & iisdem attractionibus obnoxia cum cæteris Planetis: nam & vi circumterrestri retinetur in orbe suo. Terram verò &

& Lunam æqualiter trahi in Solem probavimus suprà: sed & corpora omnia communibus attractionum legibus obnoxia esse jam ante probavimus. Quanto autem tempore corpus unumquodque motu circumsolari privatum descenderet, & cadendo perveniret usque ad Solem, innotescit (per Prop. xxxvi.) ex distantiâ ejus a Sole: Nimirum dimidio temporis periodici, quo corpus ad distantiam duplo minorem revolvi posset; sive tempore quod est ad tempus periodicum Planetæ, ut 1 ad $4\sqrt{2}$. Ut, quòd Venus cadendo perveniret ad Solem, spatio dierum quadraginta; Jupiter spatio annorum duorum & mensis unius; Terra & Luna spatio dierum 66 & horarum 19. Quod cùm non accidit, necesse est ut hæc corpora moveantur aliorum: nec sufficit motus quilibet; ad impediendum descensum requiritur velocitas satis magna. Et inde valet etiam argumentum in Planetis tardescentibus. Nisi vis circumsolaris decrescat in duplicatâ ratione tarditatis, excessus ejus efficiet ut corpora descendant in Solem: verbi gratiâ, si motus (cæteris paribus) fiat duplo tardior, Planeta parte quartâ vis circumsolaris prioris retinebitur in orbitâ suâ, & excessu cæterarum trium partium quartarum descendet in Solem. Proinde Planetæ, Saturnus, Jupiter, Mars, Venus, & Mercurius, non retardantur verè in Perigæis, neque fiunt

ε

verè

De Mundi Systemate.

verè stationarii, & lento motu retrogradi. Ista omnia sunt apparentia tantum: & motus absoluti, quibus Planetæ perseverant in orbitis suis, sunt semper directi, & æquabiles quamproximè. Tales autem motus circa Solem peragi probavimus, & propterea Sol ut centrum absolutorum motuum quiescit: nam Terræ quies omnino denganda est, ne Planetæ in Perigæis verè tardescant, & fiant verè stationarii lenteque retrogradi; & sic defectu motus descendant in Solem. Porrò quoniam Planetæ, Venus, Mars, Jupiter, cæterique, radiis ad Solem ductis describunt orbes regulares, areasque temporibus (uti ostensum est) quoad sensum proportionales: consequens est (per Prop. iii, & Coroll. 3, Prop. lxv.) quòd Sol nullâ vi notabili urgetur, nisi quâ Planetæ omnes æqualiter, pro corporum quantitatibus, & secundum lineas parallelas, urgentur; adeoque Systema totum transfertur in directum. Rejiciatur translatio illa Systematis totius, & Sol prope modum quiescat in ipsius centro. Si Sol revolvetur circa Terram, & Planetas reliquos circum se deferret, deberet Terra Solem trahere vi magnâ; Planetas autem circumsolares vi nullâ sensibilem effectum habente, (omnino contra Coroll. 3, Prop. lxv.) Adde, quòd si Terra, ob gravitatem partium, in infimâ mundi regione a plerisque hactenus locata fuit: jam Sol potiori jure

jure, ob vim suam centripetam mille vicibus & amplius gravitate terrestri majorem, in locum infimum detrudi debebit, centrumque Systematis constitui. Vera autem Systematis constitutio sic pleniùs & exactiùs intelligetur.

Quoniam Fixæ quiescunt inter se, concipiamus Solem, Terram & Planetas, tanquam Systema corporum utcunque moventium inter se, & omnium commune centrum gravitatis (per Legum Corollarium quartum) vel quiescet vel movebitur uniformiter in directum. Casu posteriore movebitur etiam Systema totum uniformiter in directum. Dura est hæc hypothesis: eâ rejectâ quiescet commune illud centrum gravitatis. Ab eodem centro Sol nunquam longè recedit. Incidit Solis & Jovis commune gravitatis centrum in superficiem Solis. Si Planetæ omnes ad eandem Solis partem cum Jove locarentur, commune Solis & omnium centrum vix duplo longius a centro Solis recederet. Igitur Sol, pro vario Planetarum situ diversimodè agitatus, & motu quodam libratorio lentè semper errans, nunquam integrâ sui diametro a centro quiescente Systematis totius recedit. Ex Solis autem & Planetarum ponderibus suprà inventis, & situ omnium ad invicem, datur commune gravitatis centrum: eoque dato locus Solis ad tempus propositum.

Planeta-
rum omni-
um commu-
ne gravitatis
centrum qui-
escere, & So-
lem tardissi-
mè moveri.
Definitur
motus Solis.

P

Circa

Planetas
nihilominus
revolvi in El-
lipsis um-
bilicos ha-
bentibus in
Sole; & ra-
diis ad So-
lem ductis
areas descri-
bere tempo-
ribus propor-
tionales.

Circa Solem hoc modo libratum revolvuntur cæteri Planetæ in Orbibus Ellipticis, & ratiæ temporibus proportionales quamproximè, ut (in Prop. lxv.) expositum est. Si Sol quiesceret & Planetæ cæteri non agerent in se invicem, forent Orbes Elliptici, & areae temporibus proportionales exactè (per Prop. xi, & Coroll. i, Prop. xiii.)

Actiones Planetarum in se invicem collatæ cum actionibus Solis in Planetas nullius sunt momenti, neque adeò sensibiles errores inducunt: suntque errores illi minores in revolutionibus circa Solem more jam descripto agitatum, quam in revolutionibus circa Solem quiescentem (per Prop. lxvi. & Coroll. Prop. lxviii.) præferunt si Orbis cuiusque umbilicus collocetur in communi centro gravitatis Planetarum omnium interiorum: Nimirum umbilicus Orbis Mercurii in centro Solis, umbilicus Orbis Veneris in communi centro gravitatis Mercurii & Solis, umbilicus Orbis Telluris in communi centro gravitatis Veneris, Mercurii & Solis; & sic deinceps. Hoc pacto umbilici Orbium Planetarum omnium, præter Saturnum, non distabunt sensibiliter a centro Solis; neque umbilicus Orbis Saturni recedet sensibiliter a communi centro gravitatis Jovis & Solis. Proinde centrum Solis non male statuitur ab Astronomis umbilicus communis

nis Orbium cunctorum. In ipso Saturno error
inde ortus non est major quam $1'. 45''$. Si
Orbis iste, locando umbilicum in communi cen-
tro gravitatis Jovis & Solis, melius congruerit
cum phænomenis, inde confirmabuntur hæc
omnia quæ diximus.

Si Sol quiesceret, & Planetæ nil agerent in se
invicem, quiescerent etiam eorum Aphelia &
Nodi (per Prop. i. xi. & Cor. Prop. xiii.) & fo-
rent Orbium Ellipticorum axes maiores ut late-
ra cubica quadratorum temporum periodicorum
(per Prop. xv.) adeoque ex datis temporibus
periodicis darentur. Mensuranda sunt hæc tem-
pora non a mobilibus æquinoctiorum punctis,
sed a Stellâ primâ Arietis. Ex motu autem Solis
augetur semiaxis quilibet, quasi tertiatâ parte di-
stantiæ centri Solis a communi centro gravita-
tis Solis & Planetæ (per Prop. lx.) & actioni-
bus Planetarum exteriorum in interiores nonni-
hil augentur tempora periodica interiorum, at
vix sensibiliter, & Aphelia moventur tardissime
in consequentia (per Coroll. 6 & 7. Prop. lxvi.)
Sic & actionibus Cometarum, si qui ultra Satur-
num versentur, augebuntur periodica tempora
Planetarum omnium; & maximè ea exteriorum:
& Aphelia omnium movebuntur in conse-
quentia. Progredientibus autem Apheliis regredi-
entur Nodi (per Coroll. 11. & 13. Prop. lxvi.)

De Orbium
dimensioni-
bus, deque
motu Aphe-
liorum &
Nodorum.

& regressus eorum, si forte quiescat planum Eclipticæ, erit (per Corol. 16. Prop. lxvi.) ad progressum Aphelii in Orbe unoquoque, ut regressus Nodorum Lunæ ad progressum Aphelii ipsius quamproximè; hoc est ut 10 ad 21 circiter. Confirmare autem videntur observationes Astronomicæ Aphelia tardissimè progredi, & Nodos regredi, respectu Fixarum. Et inde verisimile est, Cometas in regionibus ultra Planetas versari. Hi in Orbibus valde excentricis revoluti, transcurrunt velociter Perihelia sua, & motu in Apheliis longe tardissimo tempus ferè totum conterunt in regionibus supra Planetas, ut posthac fusiùs explicabitur.

Ex principiis allatis derivantur motus omnes Lunares hactenus ab Astronotnis notati.

Planetas in hunc modum revolventes posse alios ceu Satellites aut Lunas circum se deferre, constat (ex Propositione lxv.) Actione autem Solis fit ut Luna nostra velocius moveatur, & radio ad terram ducto describat aream pro tempore majorem, Orbemque habeat minus curvum, atque adeò proprius accedat ad terram, in Syzygijs quam in Quadraturis, nisi quatenus impedit motus excentricitatis. Namque excentricitas maxima est ubi Apogæum Lunæ in Syzygijs versatur, & minima ubi idem in Quadraturis consistit; & inde Luna in Perigæo velocior est & nobis propior, in Apogæo autem tardior, & remotior in Syzygijs quam in Quadraturis.

Progre-

Progreditur insuper Apogæum, & regrediuntur Nodi, sed motu inæquabili: & Apogæum quidem velociùs progreditur in Syzygiis suis, tardius regreditur in Quadraturis, & excessu progressus supra regressum annuatim fertur in consequentia. Nodi autem quiescunt in Syzygiis suis, & velocissimè regrediuntur in Quadraturis. Sed & major est Lunæ latitudo maxima in ipsius Quadraturis quàm in Syzygiis: & motus medius tardior in Perihelio Terræ quàm in ipsius Aphelio. Plures inæqualitates in motu Lunari nondum ab Astronomis notantur. Hæ autem omnes consequantur ex principiis nostris (per Coroll. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, Prop. lxvi.) & in cœlis reverà extare noscuntur. Id in Horroxii Hypothesi illâ ingeniosissimâ, &, ni fallor, omnium accuratissimâ, quam Flamstedius ad cœlos aptavit, videre licet. Corrigendæ tamen sunt Hypotheses Astronomicæ in motu Nodorum. Hi æquationem seu prostaphæresin maximam admittunt in Octantibus suis, estque hæc inæqualitas maximè conspicua ubi Luna in Nodis atque adeò in Octantibus versatur. Inde Tycho & post eum alii rejecerunt hanc inæqualitatem in Octantes Lunæ, eamque fecerunt menstruam. Docent autem rationes a nobis allatae hanc ad Octantes Nodorum referri debere, & annuam constitui.

Præter

Ut & alii
nonnulli
nondum
observati
notus in-
eiles.

Præter inæqualitates ab Astronomis notatas, extant aliæ nonnullæ, quibus motus Lunares adeo perturbantur, ut nullâ hæc tenus lege ad regulam aliquam certam reduci potuerint. Velocitates enim seu motus horarii Apogæi & Nodorum Lunæ, & eorundem æquationes, ut & differentia inter excentricitatem maximam in Syzygiis & minimam in quadraturis, & inæqualitas quæ Variatio dicitur, augentur ac diminuntur annuatim (per Corol. 14. Prop. lxvi.) in triplicatâ ratione diametri apparentis solaris. Estque Variatio præterea in ratione duplicatâ temporis inter quadraturas quamproximè (per Corol. 1. & 2. Lem. x. & Corol. 16. Prop. lxvi.) Sunt & inæqualitates omnes in parte orbis Solem versus paulò majores quam in parte oppositâ, sed differentiâ vix aut nè vix quidem sensibili.

Et distan-
tiæ Lunæ a
Terrâ ad
tempus da-
tuin.

Per computationem quandam, quam brevitas gratiâ non describo, invenio etiam quòd area quam Luna radio ad terram ducto singulis temporis particulis æqualibus describit, sit quamproximè ut summa numeri $237\frac{1}{2}$, & sinus versi duplicatae distantiæ Lunæ a Quadraturâ proximâ, in circulo cuius radius est unitas; atque adeò quòd quadratum distantiæ Lunæ a Terrâ sit ut summa illa divisa per motum horarium Lunæ. Hæc ita se habent ubi Variatio in

in Octantibus est magnitudinis mediocris: si-
Variatio major sit vel minor, augeri debet vel
minui sinus ille versus in eâdem ratione. Ten-
tent Astronomi quâm probè distantiæ sic in-
ventæ congruerint cum Lunæ diametris apparen-
tibus.

Ex motibus Lunæ nostræ, derivare licet mo-
tus Lunarum seu Satellitum Jovis & Saturni.
Namque motus medius Nodorum Satellitis ex-
timi Jovialis, est ad motum medium Nodorum
Lunæ nostræ, in ratione compositâ ex ratione
duplicatâ temporis periodici Terræ circa Solem
ad tempus periodicum Jovis circa Solem, & ra-
tione simplici temporis periodici Satellitis circa
Jovem ad tempus periodicum Lunæ circa Ter-
ram (per Corol. 16. Prop. lxvi.) adeoque an-
nis centum conficit Nodus iste 8^{gr.} 24'. in an-
tecedentia. Motus medii Nodorum Satellitum
interiorum sunt ad motum hujus, ut illorum
tempora periodica ad tempus periodicum hujus
(per idem Corollarium) & inde dantur. Mo-
tus autem Augis Satellitis cujusque in consequen-
tia, est ad motum Nodorum ipsius in antece-
dentia, ut motus Apogæi Lunæ nostræ ad hu-
jus motum Nodorum (per idem Corol.) & in-
de datur. Æquationes maximæ Nodorum &
Augis Satellitis cujusque sunt ad æquationes
maximas Nodorum & Augis Lunæ respectivè,

Derivantur
motus Satel-
litum Jovis
& Saturni ex
motibus Lu-
næ

ut

De Mundi Systemate.

ut motus Nodorum & Augis Satellitum, tempore unius revolutionis æquationum priorum, ad motus Nodorum & Apogæi Lunæ tempore unius revolutionis æquationum posteriorum. Variatio Satellitis e Jove spectati est ad variationem Lunæ, ut sunt motus toti Nodorum temporibus periodicis Satellitis & Lunæ ad invicem (per idem Corollarium) adeoque in Satelite extimo non superat $5''$. $12''$. Parvitate harum inæqualitatum, & tarditate motuum, fit ut motus Satellitum tam regulares reperiantur ; utque Astronomi recentiores aut motum omnem Nodis denegent, aut afferant tardissimè retrogradum.

Planetas respectu fixarum æquabilis motu circum axes suos revolvi, hunc motum ad æquationem temporis aptissimum esse.

Interea dum Planetæ in hunc modum circum centra longinqua in orbem redeunt, rotantur singuli circum axes proprios, Sol quidem diebus 26 ; Jupiter horis 9, minutis primis 56 ; Mars horis 24 $\frac{1}{2}$; Venus horis 23 ; idque in planis ad planum Eclipticæ non multum inclinati, & secundum ordinem signorum ; ut ex maculis in eorum corporibus per vices in conspectum redeuntibus definiunt Astronomi. Similis est revolutio Terræ nostræ facta horis 24. Hos motus actionibus virium centripetarum non accelerari nec retardari constat (per Corol. 22. Prop. lxvi.) Sunt igitur præ cæteris omnibus æquabiles, atque adeo ad mensuram

suram temporis aptissimi. Sed revolutiones ex reditu, non ad Solem, sed ad Stellam aliquam fixam definiendæ sunt æquabiles. Nam situ Planetarum ad Solem inæquabiliter variato, revolutiones eorum a Sole ad Solem redduntur inæquabiles.

Sic & Luna revolvitur circa axem proprium motu maximè æquabili respectu Fixarum. Revolvitur autem tempore dierum 27, horarum 7, min. 43. id est mense sidereo, ita ut motus iste diurnus æqualis sit motui medio Lunæ in Orbe suo. Proinde eadem Lunæ facies convertetur semper in centrum circa quod motus iste medius peragit, hoc est in Orbis Lunaris umbilicum exteriorem quamproximè. Inde oritur deflexio faciei de terrâ, nunc in Orientem quidem, nunc verò in Occidentem, pro situ umbilici quem respicit; estque deflexio illa æqualis prostaphæresi Orbis Lunaris, seu differentiæ inter motum medium & verum. Hæc est libratio Lunæ in longitudinem. Est & libratio in latitudinem orta ab inclinatione axis Lunaris ad planum Orbis in quo Luna circa Terram revolvitur. Servat enim axis ille situm suum ad Fixas quamproximè, & inde poli nobis per vices in conspectum veniunt. Id intelligere licet ex motu Telluris, cuius poli ob inclinationem axis ad planum Eclipticæ per vices illustrantur

Lunam pa-
riter motu
diurno circa
axem suum
revolvi, & in-
de libratio-
nem ipsius
oriri.

a Sole. Situm axis ad Fixas, & situs hujus variationem exactè determinare, Problema est Astronomo dignum.

Depræfessione æquinoctiorum,
deque motu libratorio
axis Telluris
& Planeta-
rum.

Ex Planetarum revolutionibus diurnis conatur materia recedere ab axibus hujus motus, & inde partes liquidæ surgunt paulò altius juxta Äquatorem quam justa Polos, partesque solidas inundabunt nisi pariter surgentes. Ideò Planetæ paulò crassiores sunt juxta Äquatorem quam juxta Polos, & eorum puncta æquinoctialia propterea regrediuntur; axesque motu oscillatorio bis in singulis revolutionibus nutant, & bis redeunt ad inclinationem priorem; ut (in Corol. 18. Prop. lxvi.) expositum est. Nam & Jupiter, prælongis tubis visus, non omnino rotundus cernitur, sed illius diameter Eclipticæ parallela paulo est oblongior quam quæ a Septentrione in Austrum ducitur.

Mare bis
fluere debere
& bis refluere
singulis die-
bus, & æstum
incidere in
horam tertii-
am ab appul-
su luminaris
ad meridia-
num loci.

A Telluris etiam motu diurno & attractionibus Solis & Lunæ, mare nostrum singulis diebus tam Lunaribus quam Solaribus bis intumescere debet & bis defluere (per Corol. 19. & 20. Prop. lxvi.) & aquæ altitudo maxima præcedere horam sextam diei utriusque, & sequi duodecimam præcedentem. Tarditate motus diurni retrahitur æstus ad horam duodecimam, & vi motus reciprocationis protrahitur idem, & in horam sextæ propiorem differtur. Interea dum

dum tempus per phænomena certius determinabitur, quidni rationem mediocrem tenentes conjiciamus æstum maximum in horam tertiam? Hoc pacto aqua toto tempore ascendet quo vis Luminarium ad ipsam attollendam major est, descendetque toto tempore quo minor est. Namque vis illa major est ab horâ nonâ ad horam tertiam, & minor a tertiatâ ad nonam. Horas numero ab appulsi luminaris utriusque ad Meridianum loci, tam infra Horizontem quam supra: & per horas diei Lunaris intelligo vigesimas quartas partes temporis quo Luna motu apparente diurno ad Meridianum loci revolvitur.

Motus autem bini, quos Luminaria duo excitant, non cernentur distinctè, sed motum quendam mixtum efficient. In Luminarium Conjunctione vel Oppositione conjungentur eorum effectus, & componetur fluxus & refluxus maximus. In Quadraturis Sol attollet aquam ubi Luna deprimit, deprimetque ubi Luna attollit; & ex effectuum differentiâ æstus omnium minimus orietur. Et quoniam, experientiâ teste, major est effectus Lunæ quam Solis, incidet aquæ maxima altitudo in horam tertiam Lunarem. Extra Syzygias & Quadraturas, æstus maximus qui solâ vi Lunari incidere semper deberet in horam tertiam Lunarem, & solâ Solari in

Æstus maximos in syzygiis Luminarium ac Terræ, minimos in quadraturis fieri; id que horâ tertiatâ ab appulsi Lunæ ad Meridianum loci: ast extra syzygias & quadraturas deviare aliquantulum ab horâ illâ tertiatâ in horam tertiam ab appulsi.

De Mundi Systemate.

tertiam Solarem, compositis viribus incidet in tempus aliquod intermedium, quod tertiae Lunari propinquius est; adeoque in transitu Lunæ a Syzygiis ad Quadraturas, ubi hora tertia Solaris præcedit tertiam Lunarem, maxima aquæ altitudo præcedet etiam tertiam Lunarem, idque maximo intervallo paulo post Octantes Lunæ; & paribus intervallis æstus maximus sequetur horam tertiam Lunarem in transitu Lunæ a Quadraturis ad Syzygias.

Majores esse
æstus ubi Lu-
minaria sunt
in perigæis.

Pendent autem effectus Luminarium ex eorum distantiis a terrâ. In minoribus enim distantiis majores sunt eorum effectus, in majoribus minores, idque in triplicatâ ratione diametrorum apparentium. Igitur Sol tempore hyberno, in Perigæo existens, majores edit effectus, efficitque ut æstus in Syzygiis majores sint, & in Quadraturis minores (cæteris paribus) quam tempore æstivo; & Luna in Perigæo singulis mensibus majores ciet æstus quam ante vel post dies quindecim, ubi in Apogæo versatur. Unde fit ut æstus duo omnino maximi in Syzygiis continuis se inutuo non sequantur.

Majores esse
æstus circa
æquinoctia.

Pendet etiam effectus utriusque Luminaris ex ipsius Declinatione seu distantiâ ab Æquatore. Nam si Luminare in Polo constitueretur, traheret illud singulas aquæ partes constanter, absque actionis intensione & remissione, adeoque

que motus reciprocationem nullam cieret. Igitur Luminaria recedendo de \textcircumflex Equatore Polum versūs, effectus suos gradatim amittent, & propterea minores ciebunt æstus in Syzygiis Solstitialibus quām in \textcircumflex Equinoctialibus. In Quadraturis autem Solstitialibus majores ciebunt æstus quām in Quadraturis \textcircumflex Equinoctialibus; eò quòd Lunæ jam in \textcircumflex Equatore constitutæ effectus maximè superat effectum Solis. Incidunt igitur æstus maximi in Syzygias, & minimi in Quadraturas Luminarium, circa tempora \textcircumflex Equinoctii utriusque; & æstum maximum in Syzygiis comitatur semper minimus in quadraturis, ut experiētiā compertum est. Per minorem autem distantiam Solis a terrâ, tempore hyberno quam tempore æstivo, fit ut æstus maximi & minimi sæpiùs præcedant \textcircumflex Equinoctium vernum quām sequantur, & sæpiùs sequantur autunale quām præcedant.

Pendent etiam effectus Luminarium ex locorum latitudine. Designet *ApEP* Tellurem aquis profundis undique coopertam; *C* centrum ejus; *P, p* polos; *AE* \textcircumflex Equatorem; *F* locum quemvis extra \textcircumflex Equatorem; *Ff* parallelum loci; *Dd* parallelum ei respondentem ex alterâ parte \textcircumflex Equatoris; *L* locum quem Luna ante horas tres occupabat; *H* locum Telluris ei perpendiculariter subiectum; *b* locum huic oppositum; *K, k* loca inde \textcircumflex Estus extra \textcircumflex Equatorem vicibus alternis majores & minores fieri.

inde gradibus 90 distantia; *CH, Ch* Maris altitudines maximas mensuratas a centro Telluris, & *CK, Ck* altitudines minimas: & si axibus *Hb, Kb* describatur Ellipsis, deinde Ellipseos hujus revolutione circa axem majorem *Hb* describatur Sphærois *HPKbPk*; designabit hæc figuram maris quamproximè, & erunt *Cf, Cf, CD, Cd*, altitudines maris in locis *F, f, D, d*. Quinetiam si in præfatâ Ellipseos revolutione punctum quodvis *N* describat circulum *NM*, secantem parallelos *Ff, Dd* in locis quibusvis *R, T*, & Æquatorem *AE* in *S*; erit *CN* altitudo Maris in locis omnibus *R, S, T*, sitis in hoc circulo. Hinc in revolutione diurnâ loci cuiusvis *F*, affluxus erit maximus in *F*, horâ tertiatâ post appulsum Lunæ ad Meridianum supra Horizontem; postea defluxus maximus in *Q*, horâ tertiatâ post occasum Lunæ; dein affluxus maximus in *f*, horâ tertiatâ post appulsum Lunæ ad Meridianum infra Horizontem, ultimò defluxus maximus in *Q*, horâ tertiatâ post ortum Lunæ: & affluxus posterior in *f*; erit minor quām affluxus prior in *F*. Distinguitur enim mare totum in duos omnino fluxus ingentes & hemisphæricos, unum in Hemisphærio *KHkC* ad boream vergentem, alterum in Hemisphærio opposito *KbkC*, quos igitur fluctum borealem & fluctum australem nominare licet. Hi fluctus

tus semper sibi mutuò oppositi veniunt per vices ad Meridianos locorum singulorum, interposito intervallo horarum Lunarium duodecim. Cumque regiones boreales magis participant fluctum borealem, & australes magis australēm, inde oriuntur æstus alternis vicibus majores & minores, in locis singulis extra Æquatorem. Æstus autem major, declinante Lunâ in verticem loci, incidet in horam circiter tertiam post appulsum Lunæ ad Meridianum supra Horizontem, & Lunâ declinationem mutante vertetur in minorem. Et fluxuum differentia maxima incidet in tempora Solstitiorum; præsertim si Lunæ Nodus ascendens versatur in principio Arietis. Sic æstus matutini tempore hyberno superant vespertinos, & vespertini tempore æstivo matutinos, ad *Plymuthum* quidem altitudine quasi pedis unius, ad *Bristoliam* verò altitudine quindecim digitorum; observantibus *Colepresso* & *Sturmio*.

Motus autem hactenus descripti mutantur aliquantulum per vim illam reciprocationis aquarum, quâ maris æstus, etiam cessantibus lunarium actionibus, posset aliquamdiu persevere. Conservatio hæcce motus impressi minuit differentiam æstuū alternorum; & æstus proximè post Syzygias majores reddit, eosque proximè post Quadraturas minores. Unde fit ut æstus alterni ad *Plymuthum* & *Bristoliam* non multo

Per motus impressi conservationem minui differentiam æstuū, & fieri quoque ut æstus maximus menstruus sit tertius a Syzygiâ.

magis differant ad invicem quàm altitudine pedis unius vel digitorum quindecim; utque æstus omnium maximi in iisdem portubus non sint primi a Syzygiis sed tertii.

Motus maris impedimento alveorum retardari.

Fieri etiam potest ut æstus omnium maximus sit quartus vel quintus a Syzygiis, vel tardius adorū veniat, eò quòd retardantur motus marium in transitu per loca vadosa ad littora. Sic enim æstus accedit ad littus occidentale *Hiberniæ*, horâ tertîâ Lunari; & post horam unam & alteram ad portus in littore australi ejusdem Insulæ, ut & ad *Insulas Cassiterides*, vulgo *Sorlings* dictas: dein successivè ad *Falmuthum*, *Plymuthum*, *Portlandiam*, *Insulam Vectam*, *Winchelsejam*, *Doveriam*, ostium *Tamesis* & pontem *Londinensem*, consumptis horis duodecim in hoc itinere. Sed & Oceani ipsius alveis haud satis profundis impeditur æstuum propagatio. Incidit enim æstus ad *Insulas Fortunatas*, & ad occidentalia marique *Atlantico* exposita littora *Hiberniæ*, *Galliae*, *Hispanie* & *Africæ* totius, usque ad *Caput bonæ spei*, in horam tertiam Lunarem; præterquam in locis nonnullis vadosis ubi æstus impeditus tardius advenit, inque *Freto Gaditano*, quod motu ex mari mediterraneo propagato citius æstuat. Pergendo vero de his littoribus per Oceani latitudinem ad oras *Americæ*, accedit æstus primo ad *Brasiliæ* littora maximè orientalia circa horam Lunarem

Lunarem quartam vel quintam, deinde ad ostium *Fluvii Amazonum* horâ sextâ, ad insulas verò adjacentes horâ quartâ, postea ad *Insulas Bermudas* horâ septimâ, & ad *Floridae* portum *S. Augustini* horâ $7\frac{1}{2}$. Tardiùs igitur progreditur æstus per Oceanum quâm pro ratione motus Lunæ. Et per necessaria est hæcce retardatio, ut mare eodem tempore descendat inter *Brasiliam* & *Novam Franciam*, ascendatque ad *Insulas Fortunatas* & litora *Europæ* & *Africæ*, & vice versa. Namque mare ascendere nequit in uno loco, quin simul descendat in altero. Lege jam descriptâ agitari quoque *Mare Pacificum* verisimile est. Namque æstus altissimi in litore *Chiliensi* & *Peruviano* incidere dicuntur in horam tertiam Lunarem, sed quâ velocitate propagantur inde ad litus orientale *Japoniæ* & ad *Insulas Philippinas*, cæterasque regno *Sinarum* adjacentes, nondum reperi.

Porrò fieri potest ut æstus propagetur ab Oceano per freta diversa ad eundem portum, & citius transeat per aliqua freta quam per alia: quo in casu æstus idem, in duos vel plures successivè advenientes divisus, componere possit motus novos diversorum generum. Fingamus æstum dividi in duos æquales, quorum prior præcedat alterum spatio horarum sex, incidatque in horam vel tertiam vel vicesimam septimam ab im-

Ex alveo-
rum & lito-
rum impedi-
mentis varia
oriri phæno-
mena: ut
quod mare
non nisi se-
mel intumes-
cat diebus
singulis.

H

pulsu

pulsu Lunæ ad Meridianum portus. Si Luna in hocce ad Meridianum appulsu versabatur in Æquatore, venient singulis horis senis æquales affluxus, qui in mutuos refluxus incidendo eosdem affluxibus æquabunt, & sic spatio diei illius efficient ut aqua tranquillè stagnet. Sin Luna tunc declinabat ab Æquatore, fient æstus in Oceano vicibus alternis maiores & minores, uti dictum est; & inde propagabuntur in hunc portum affluxus bini maiores & bini minores, vicibus alternis. Affluxus autem bini maiores component aquam altissimam in medio inter utrumque, affluxus major & minor faciet ut aqua ascendat ad mediocrem altitudinem in medio, & inter affluxus binos minores aqua ascendet ad altitudinem minimam. Sic spatio viginti quatuor horarum, aqua non bis ut fieri solet, sed semel tantum perveniet ad maximam altitudinem, & semel ad minimam; & altitudo maxima, si Luna declinat in Polum supra Horizontem loci, incidet in horam vel sextam vel tricesimam ab appulsu Lunæ ad Meridianum, atque Luna declinationem mutante mutabitur in defluxum. Quorum omnium exemplum habemus, in portu regni *Tunquini* ad *Batsham* in latitudine boreali 20° . $50'$. Ibi aqua die transitum Lunæ per Æquatorem sequente stagnat, dein Luna ad boream declinante incipit fluere & refluxere, non bis ut

in aliis portibus, sed semel singulis diebus; & æstus incidit in occasum Lunæ, defluxus maximus in ortum: cum Lunæ declinatione augetur hic æstus, usque ad diem septimum vel octavum, dein per alios septem dies iisdem gradibus decrescit, quibus antea creverat; & Luna declinationem mutante cessat, & mox mutatur in defluxum. Incidit enim subinde defluxus in occasum Lunæ, & affluxus in ortum, donec Luna iterum mutet declinationem. Aditus de Oceano in hunc portum duplex patet: unus rectior & brevior inter *Insulam Hainan* & litora *Quantungi*, Provinciæ *Sinarum*; alter per circuitum inter Insulam eandem & litora *Cochini*. Per breviorem citius propagatur æstus ad *Batsham*.

In alveis fluminum pendet influxus & refluxus a fluminum cursu. Nam cursus ille facit aquam tardius influere ex mari, & in mare citius & velocius refluere, atque adeò diutius refluere quam influere, præsertim si longè in flumen ascenditur ubi minor est vis maris. Sic in fluvio *Avonæ*, ad tertium lapidem infra *Bristoliam*, refert *Sturmius* aquam horis quinis influere, septenis refluere: supra *Bristoliam*, ut ad *Canesham* vel *Bathoniam*, differentia proculdubio major est. Pendet etiam hæc differentia a magnitudine fluxus & refluxus. Nam prope Luminarium Syzygias, vehementior maris motus, facilius su-

Tempora
æstuuum intra
fluviorum al-
veos esse ma-
gis inæqualia
quam in O-
ceano.

perando resistentiam fluminum, faciet aquam citius ac diutius influere, adeoque minuet hanc differentiam. Interea verò dum Luna ad Syzygias properat, necesse est ut flumina ob cursus suos per magnitudinem æstuum impeditos magis impleantur, & propterea maris refluxum paulò magis impedian proximè post Syzygias quam proximè ante. È de causâ æstus omnium tardissimi non incident in ipsas Syzygias, sed paulò præcedent. Dixi æstus etiam ante Syzygias retardari vi Solis. Conjungatur causa utraque, & æstuum retardatio et major erit & Syzygias magis præcedet. Quæ omnia ita se habere colligo ex Tabulis æstuum, quas *Flamstedius* ex observationibus quam plurimis construxit.

Æstus a mari majore & profundore maiores oriri, & inajores esse ad insulas, atque adhuc inajores in sinibus vadosis, ore late in Oceano patentibus. Legibus hactenus descriptis reguntur æstuum tempora. Magnitudo pendet a magnitudine marium. Designet *C* centrum Terræ, *EADB* ovalem maris figuram, *CA* ovalis hujus semi-littora Continentium axem majorem, *CB* semiaxem minorem priori quām in medio mari ad insistentem ad angulum rectum, *D* punctum medium inter *A* & *B*, & *ECF* vel *e,f* angulum ad centrum terræ, quem maris litoribus *E, F* vel *e,f* terminati latitudo subtendit. Veretur autem punctum *A* in medio inter puncta *E, F*, & punctum *D* in medio inter puncta *e, f*; & si per differentiam altitudinum *CA, CB* exponatur

exponatur quantitas æstus in mari profundissimo Terram totam cingente, designabit excessus altitudinis *CA* super altitudinem *CE* vel *CF*, quantitatem æstus in medio maris *EF* litoribus *E*, *F* terminati; & excessus altitudinis *Ce* super altitudinem *Cf*, quantitatem æstus ad litora ejusdem maris quamproximè. Unde liquet æstus in medio mari longè minores esse quàm ad litora, & æstus ad litora esse propemodum ut maris latitudo *EF*, arcu quadrantali non major. Et hinc est quod prope Æquatorem ubi mare inter *Africam* & *Americanam* angustum est, æstus sint multò minores quàm hinc inde in Zonis Temperatis, ubi maria late patent, inque *Maris Pacifici* litoribus fere cunctis tam *Americanis* quam *Sinicis*, & intra Tropicos & extra; quodque ad Insulas medio in mari sitas vix assurgant ultra pedes duos vel tres, in litoribus autem magnarum Continentium sint triplo vel quadruplo majores & ultra: præsertim si motus de Oceano patente venientes gradatim contrahantur in spatum angustum, & aqua cum impetu magno per loca vadosa, ad sinus alternis vicibus implendos & evacuandos, influere & effluere cogitur: ut ad *Plymuthum* & pontem *Chepstowæ* in *Angliâ*; ad montes *S. Michaelis* & urbem *Abrincatuorum* (vulgo *Auranches* dictam) in *Normannia*; ad *Cambajam* & *Pegu* in *India orientali*.

orientali. His in locis mare, magnâ cum velocitate accedendo & recedendo, littora nunc inundat nunc arida relinquit ad multa milliaria. Neque impetus accedendi vel recedendi prius frangi potest, quâm aqua attollitur vel deprimitur ad pedes, 40, vel 50, & amplius. Sic & freta oblonga, vadosa, & ostiis reliquo alveo amplioribus & profundioribus in Oceanum patentia (cujus generis sunt *Britannicum*, & *Magellanicum*, ad introitum orientalem) magis fluent & refluxent, cursumve intendent & remittent; eâque de causâ altius ascendent ac deprimuntur. Ad littora *Americæ australis*, *Mare Pacificum* non rarò in refluxu suo remeare dicitur ad milliaria duo, & fugere visum in litore stantis. Unde & ibi æstus fiunt solito altiores. In aquis autem profundioribus semper minor est fluendi & refluxandi velocitas, & propterea minor quoque ascensus ac descensus. Nec Oceanus talibus in locis ad pedes plusquam sex, octo vel decem, ascendere noscitur. Ascensus verò quantitatem sic computo.

Ex Principiis allatis computatur vis Solis ad perturbandos motus Lunæ. Fig. 6. Designet *S* Solem, *T* Terram, *P* Lunam, *PAGB* orbem Lunæ. In *SP* capiatur *SK* æqualis *ST*, & *SL* ad *SK* in duplicatâ ratione *SK* ad *SP*, & ipsi *PT* agatur parallela *LM*; & si vis mediocris circum solaris agens in Terram exponatur per distantiam *ST* vel *SK*, erit

erit SL vis circum solaris agens in Lunam. Ea componitur ex partibus SM , LM , quarum LM & ipsius SM pars TM perturbat motum Lunæ (ut in Prop. lxvi & ejus Corollariorum expositum est.) Quatenus Terra & Luna circa commune gravitatis centrum revolvuntur, urgebitur Terra viribus consimilibus; sed summas tam virium quam motuum referre licet ad Lunam, & summas virium per lineas ipsis analogas TM & ML designare. Vis ML in mediocri suâ quantitate est ad vim, quâ Luna in orbe suo circa Terram quiescentem ad distantiam PT revolvi posset, in duplicatâ ratione temporum periodicorum Lunæ circa Terram & Terræ circa Solem (per Coroll. 17. Prop. lxvi) hoc est in duplicatâ ratione dierum 27, hor. 7, min. 43, ad dies 365, hor. 6, min. 9, id est ut 1000 ad 178725, seu 1 ad 178 $\frac{1}{4}$. Vis quâ Luna in orbe suo circa Terram quiescentem, ad distantiam PT semidiametrorum terrestrium $60\frac{1}{2}$, revolvi posset, est ad vim, quâ eodem tempore ad distantiam semidiametrorum 60 revolvi posset, ut $60\frac{1}{2}$ ad 60; & hæc vis ad vim gravitatis apud nos ut 1 ad 60×60 . Ideoque vis mediocris ML est ad vim gravitatis in superficie Terræ, ut 1 $\times 60\frac{1}{2}$ ad $60 \times 60 \times 60 \times 178\frac{1}{4}$, seu 1 ad 638092,6. Unde datur etiam vis TM , ex proportione linearum TM , ML . Hæ sunt vires Solis quibus motus Lunæ perturbatur.

Si

Computa-
tur vis Solis
ad mare mo-
vendum.

Si descendatur de orbe Lunæ ad superficiem Terræ, minuentur hæ vires in ratione distantiarum $60\frac{1}{2}$ ad 1; adeoque vis *ML* jam fiet 38604600 vicibus minor quām vis gravitatis. Hæc vis Terram undique æqualiter urgendo, vix aut ne vix quidem mutabit motum marium, adeoque in explicatione motus illius negligi possit. Vis altera *TM* in locis in quorum Zenith vel Nadir Sol constituitur, est triplo major quām vis *ML*, adeoque 12868200 vicibus minor quām vis gravitatis.

Computa-
tur altitudo
æstus sub æ-
quatore ex vi
Solis oriun-
da.

Fig. 7.

Designet jam *ADBE* Telluris superficiem sphæricam; *aDbE* aquam supernatantem, *C* centrum utriusque, *A* locum cui Sol perpendiculariter imminet, *B* locum oppositum; *D, E* loca inde gradibus nonaginta distantia; *ACE* *mlk* canalem cylindricum rectangulum transuntem per centrum terræ. Vis *ML* in loco quolibet est ut distantia loci a plano *DE* cui recta *AC* perpendicularis est, adeoque in canalis parte *EClm* nulla est, in parte alterâ *AClk* est ut gravitas in singulis altitudinibus. Nam gravitas in descensu ad centrum Terræ est ubique ut altitudo (per Prop. lxxiii.) Igitur vis *ML* urgendo aquam sursum minuet gravitatem ejus in canalis crure *AClk* in datâ ratione. Et propterea aqua in hoc crure ascendet, ut defectus gravitatis compensetur majore altitudine; neque prius stabit in æquilibrio, quām gravitas totius

totius æquetur gravitati totius in canalis crure $CImE$. Quoniam gravitas particulae cuiusque est ut distantia ipsius a centro Terræ, crescit pondus aquæ totius in crure canalis in duplicatâ ratione altitudinis, adeoque altitudo aquæ in crure $AClk$ fiet ad altitudinem aquæ in crure $CImE$, in dimidiatâ ratione numeri 12868201 ad 12868200; sive in ratione numeri 25623053 ad numerum 25623052; & altitudo in crure alterutro $EClm$ ad differentiam altitudinum ut 25623052 ad 1. Est autem altitudo illa in crure $EClm$ pedum *Parisiensium* 19615800, ut a *Gallis* nuper definitum est: & inde per analogiam illam prodit differentia altitudinum 9 $\frac{1}{2}$ digitorum hujus pedis. Igitur vi Solis major erit altitudo maris ad A quam ad E digitis circiter novem. Et quamvis aquæ in canali $ACEmlk$ congeletur & rigeat, manebunt tamen altitudines aquarum terræ supernatantium ad $A&E$ locaque omnia intermedia.

Designet Aa excessum illum altitudinis digitorum novem ad a , & hf excessum altitudinis in alio quovis loco h , & ad DC demittatur normalis fG occurrens sphæræ in F . Ob ingen-tem Solis distantiam, quā fit ut lineæ omnes ad Solem tendentes pro parallelis haberi possint, est vis TM in loco quovis h vel f , ad vim illam in loco A , ut sinus FG ad radium AC ; adeoque cum vires illæ tendant secundum lineas

Computa-
tur altitudo
æstus sub pa-
rallelis ex vi
solis oriunda.

I

parallelas

parallelas in Solem, generabunt hæc parallelas altitudines *Ff*, *Aa*, in eâdem ratione. Et propterea figura aquæ *DfaEb* sphærois erit facta per revolutionem Ellipsois circa majorem axem *ab*. Est insuper altitudo perpendicularis *fb* ad altitudinem obliquam *fF*, ut *fG* ad *fC*, seu *FG* ad *AC*; & propterea altitudo *fb* est ad altitudinem *Aa* in duplicatâ ratione *FG* ad *AC*, id est in ratione quam habet sinus versus anguli *DCf* duplicati ad duplicatum radium, & inde datur. Et hinc Sole circa Terram apparenter revolvente, innotescit ratio intumescentiæ ac detumescentiæ singulis momentis in loco quolibet sub Æquatore. Innotescit etiam decrementum æstus maris tam ex latitudine locorum quam ex declinatione Solis oriundum. Nimirum quod ex latitudine locorum, ascensus & descensus maris in locis singulis diminuitur in ratione duplicatâ sinus complementi latitudinis; quodque ex declinatione Solis, ascensus & descensus ille sub Æquatore diminuitur in ratione duplicatâ sinus complementi declinationis: sed & extra Æquatorem semisumma ascensus matutini & ascensus vespertini, id est ascensus mediocris, diminuitur in eâdem ratione quamproximè.

Designent *S* & *L* vires Solis & Lunæ in Æquatore versantium, & mediocriter distantium a Terrâ, *R* radium, *T* & *U* sinus versos duplicato-

rum

Ratio
æstuum sub
æquatore in
Syzygiis &

rum complementorum declinationis Solis & Lunæ ad tempus datum, D & E mediocres diametros apparentes Solis & Lunæ. F ac G earum diametros apparentes ad tempus illud datum, & erunt vires ad æstus sub æquatore ciendos, in syzygiis quidem $\frac{VG^3}{RE^3}L + \frac{TF^3}{RD^3}S$, in quadraturis autem $\frac{VG^3}{RE^3}L - \frac{TF^3}{RD^3}S$. Si eadem æstuum ratio obseretur etiam sub parallelis, habebimus ex observationibus in boreali nostrâ regione exactè factis proportionem inter vires L & S . Et tum demum per hanc regulam prædicere licet quantitates æstuum ad singulas syzygias & quadraturas.

Ante ostium fluvii *Avonæ* ad lapidem tertium infra *Bristoliam*, tempore verno & autunnali, totus Aquæ ascensus in conjunctione & oppositione luminarium, observante *Samuele Sturmio*, est quasi pedum 45; in quadraturis autem pedum tantum 25. Luminarium diametros apparentes, quæ hic non definiuntur, assumamus esse mediocres, ut & Lunæ declinationem in quadraturis æquinoctialibus mediocrem esse, seu graduum 23 $\frac{1}{2}$, & sinus versus duplicati complementi erit 1682 posito radio 1000. Solis autem in æquinoctiis & Lunæ in syzygiis declinatio nulla est, & sinus versus duplicati complementi 2000. Inde fit vis in syzygiis $L+S$,

quadraturis
ex vi Solis
& Lunæ
conjunctionis.

Computatur
vis Lunæ ad
æstus ciendos
& altitudo
aquæ inde
oriunda.

in quadraturis $\frac{1}{100} L - S$, æstuum altitudinibus 45 pedum & 25 pedum, seu 9 passuum & 5 passuum proportionalis. Et ductis extremis & mediis in se, fit $5L + 5S = \frac{1}{100} L - 9S$, seu $L = \frac{105}{5} S = 5\frac{1}{5} S$. Porro tempore æstivo ascensum maris in syzygiis esse ad ascensum in quadraturis fere ut 5 ad 4 memini me audisse. In ipsis Solsticiis verisimile proportionem paulo minorem esse, puta 6 ad 5. Inde verò conjectatur esse $L = 5 : S$. Donec aliquid certius ex observationibus constiterit, assumamus $L = 5 : S$, & cum æstus sint ut vires, vis autem Solaris cieat æstum altum novem digitos, vis Lunaris ciebit æstum altum pedes quatuor. Demus altitudinem illam, per vim reciprocationis aquarum, quâ motus semel impressus aliquamdiu conservatur, duplicari, vel forte triplicari, & generabitur æstuum quantitas illa omnis quæ in Oceanis revera conspicitur.

Has vires
Solis & Lu-
næ vix aliter
quam per æ-
stus Maris
sentiri posse.

Sufficiunt igitur hæ vires commovendo mari: ast alios tamen effectus sensibiles in hac terrâ, quantum animadverto, producent nullos. Nam cùm granum unum in pondere granorum 4000 ope libræ exactissimæ sentiri vix possit, vis autem solaris ad ciendos æstus sit 12868200 vicibus minor vi gravitatis, & summa virium Solis & Lunæ major existens in ratione $6\frac{1}{5}$ ad 1, sit 2032890 vicibus minor vi eâdem gravitatis,

gravitatis; perspicuum est quod conjunctæ illæ vires sint vicibus quingentis minores quām quæ pondus corporis cujusvis, in librâ appensi, sensibiliter augere vel minuere possint, & propterea corpus nullum appensum movebunt sensibili-
liter. Unde nec in experimentis Pendulorum, Barometrorum, Insidentium aquæ stagnanti, & Staticis similibus, sensibiles edent effectus. Atmosphæra quidem his viribus fluet & refluat ad modum maris, sed motu tam exiguo ut exinde ventus nullus sensibilis oriatur.

Si Lunæ & Solis tam effectus in æstibus cien-
dis quam diametri apparentes æquarentur interfe, forent horum vires absolutæ ut magnitudi-
nes (per Coroll. 14. Prop. lxvi.) At lunaris effectus est ad effectum Solis, ut $5\frac{1}{2}$; ad 1 circiter: & diameter minor, in ratione $3\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ad $3\frac{2}{3}\frac{1}{2}$, seu 45 ad 46. Augenda est autem vis Lunæ in ratione effectus directè, inque ratione tripli-
catâ diametri inversè: eoque pacto fiet vis Lunæ collata cum ipsius magnitudine ad vim Solis collatam cum hujus magnitudine, ut $5\frac{1}{2}$ ad 1 semel, & 45 ad 46 ter; id est ut $5\frac{1}{2}$ ad 1 circiter. Habet igitur Luna vim absolutam cen-
tripetam majorem in ratione $5\frac{1}{2}$ ad 1 pro mag-
nitudine corporis sui, quām Sol pro magnitudine
sui; adeoque densior est in eadem ratione.

Corpus Lu-
nare esse
quasi sextu-
plo densius
quam Solare.

Tempore

Lunam den-
siorem est
Terrâ nostrâ
in ratione 3
ad 2 circiter.

Tempore 27^{d.} 7^{h.} 43', quo Luna revol-
vitur circa Terram, revolvi posset Planeta circa
Solem ad distantiam 18,954 diametrorum Solis
ab ipsius centro, posito quod Solis diameter me-
diocris apparet 32'. Hoc tempore revolvi
posset Luna circa terram quiescentem ad distan-
tiam 30 diametrorum terrestrium. Si idem esset
numerus diametrorum in utroque casu, foret vis
absoluta circumterrestris ad vim absolutam cir-
cumsolarem, ut magnitudo Terræ ad magnitu-
dinem Solis (per. Coroll. 2. Prop. lxxii.) Quo-
niam plures sunt diametri terrestres in ratione
30 ad 18,954, minus erit corpus Telluris in ra-
tione illâ triplicatâ, hoc est in ratione 3 $\frac{1}{3}$ ad 1.
Est igitur vis Telluris pro magnitudine corporis
sui ad vim Solis pro magnitudine sui ut 3 $\frac{1}{3}$ ad
1, atque adeo densitas Terræ ad densitatem Solis
in eâdem ratione. Cum igitur densitas Lunæ
sit ad densitatem Solis ut 5 $\frac{1}{2}$ ad 1, erit densitas
Lunæ ad densitatem Terræ ut 5 $\frac{1}{2}$ ad 3 $\frac{1}{3}$, seu
23 ad 16. Unde cum magnitudo Lunæ sit
ad magnitudinem Terræ ut 1 ad 41 $\frac{1}{2}$ circiter,
erit vis absoluta centripeta Lunæ ad vim abso-
lutam centripetam Terræ, ut 1 ad 29 circiter;
nec non quantitas materiæ in Lunâ ad quanti-
tatem materiæ in Terrâ, in eâdem ratione. Hinc
datur commune centrum gravitatis Terræ & Lu-
næ exactius quam ante: quo cognito licebit
jam

jam distantiam Lunæ a Terrâ magis accuratè colligere. Sed malim expectare donec proportio corporum Lunæ ac Terræ ad invicem ex phænomenis æstus marini determinetur exactius: sperans etiam interea confore ut ambitus Terræ ex majoribus stationum intervallis mensuretur, quām hactenus a quoquam factum fuit.

Hactenus exposui Systema Planetarum. Stellas autem fixas immensis intervallis ab hoc Systemate distare colligitur ex defectu parallaxeos annuæ. Hanc minuto primo minorem esse certissimum est, & propterea distantias Fixarum superare distantiam Saturni a Sole, vicibus plusquam 360. Qui Terram Planetis & Solem Fixis annumerant, longius amovebunt Fixas argumentis sequentibus. Ex Telluris motu annuo oriri debet translatio Fixarum inter se parallaxi duplicatae propemodum æqualis. At Stellæ majores & propiores, respectu ulteriorum quæ per Telescopia solummodo visuntur, nondum moveri notantur. Demus motum eorum minorem esse minutis viginti secundis, & distantia fixarum proximarum superabit mediocrem distantiam Saturni vicibus 2000. Rursus Saturnus disco suo 17'', vel 18'', lato excipit $\frac{1}{2100000}$ partem circiter lucis Solaris. Namque tanto minor est discus ille superficie totâ sphæricâ orbis Saturnii. Si Saturnus reflectere supponatur quasi partem quartam
hujus

De fixarum
distantiâ.

hujus lucis, lux tota quæ ab ejus hemisphærio lucido reflectitur, erit quasi $\frac{1}{10000}$ pars lucis totius manantis ab hemisphærio Solis. Ergo cum lux rarefacat in duplicatâ ratione distantiæ corporis lucentis, si Sol magis distaret quam Saturnus vicibus $10000 \times \sqrt{4^2}$, hic appareret æque lucidus ac jam Saturnus appareat, absque annulo suo; atque adeò paulo lucidior foret quam Strella fixa primæ magnitudinis. Ponamus igitur distantiam quâ Sol luceret ut Fixa majorem esse quam distantia Saturni quasi vicibus 100000 , & ipsius diameter apprens erit $7''''$. $16''''$. parallaxis autem a Terræ motu annuo orta $13'''$. Atque tanta erit distantia, diameter apprens & parallaxis Fixarum magnitudinis primæ, Soli nostro quoad magnitudinem & lucem æqualium. Fingere quidem licet partem bene magnam lucis Fixarum, in transitu suo per tanta spatia, sisti & interire, adeoque Fixas proprius admoveri debere: verum hac ratione Fixæ ulteriores vix conspici possent. Demus verbi gratiâ tres quartas lucis partes interire in transitu a Fixis proximis ad nos, & partes tres quartæ bis interibunt in transitu per duplum spatum, ter in transitu per triplum, & sic deinceps; adeoque Fixæ quæ sunt duplo remotiores erunt sexdecim vicibus obscuriores, nimirum quadruplo obscuriores ob diminutam diametrum apparentem, atque rursus quadruplo obscu-

obscuriōres ob amissam lucem, & eodem argumen-
to fixæ triplo remotiores erunt $9 \times 4 \times 4$ seu
 144 vicibus obscurores, & fixæ quadruplo re-
motiores erunt $16 \times 4 \times 4 \times 4$ seu 1024 vicibus
obscurores. Tanta autem lucis diminutio cum
phænomenis & hypothesi quòd fixarum diversæ
sunt distantia, neutiquam consistit.

Tantis igitur intervallis ab invicem distantia
sidera nec trahent se mutuò sensibiliter, nec a
Sole nostro trahentur. At Cometas vi circum-
solari obnoxios esse necesse est: etenim ut de-
fectus parallaxeos diurnæ extulit eos regionibus
sublunaribus, sic ex parallaxi annuâ convincitur
eorum descensus in regiones Planetarum. Nam
Cometæ qui progrediuntur secundum ordinem
signorum sunt omnes, sub exitu apparitionis,
aut solito tardiores aut retrogradi, si Terra est
inter ipsos & Solem; at justo celeriores, si Terra
vergit ad oppositionem. Et è contra, qui per-
gunt contra ordinem signorum sunt justo cele-
riores in fine apparitionis, si Terra versatur inter
ipsos & Solem, & justo tardiores vel retrogradi,
si Terra sita est ad contrarias partes. Contin-
git hoc maximè ex motu Terræ in vario situ.
Si Terra pergit ad eandem partem cum Cometâ
& celerius fertur, Cometa fit retrogradus; si
tardiùs, fit saltem tardior; & Terra per gente
ad contrarias partes, celerior. Et colligendo dif-

Cometas,
quoties in
conspicuum
veniunt, esse
Jove propio-
res, probatur
ex parallaxi
in longitudi-
nem.

ferentias inter motus celeriores & tardiores, atque summas motuum celeriorum & retrogradorum, easque cum situ & motu Terræ ex quibus oriuntur conferendo, prodiit mihi ex hac parallaxi distantia Cometarum quo tempore nudis oculis videri desinunt, minor semper quam distantia Saturni, & ut plurimum minor quam distantia Jovis.

*Probatur ex
parallaxi in
latitudinem.*

Idem colligitur ex curvaturâ viæ Cometarum. Pergunt hæc corpora propemodum in circulis maximis, quamdiu moventur celerius; at in fine cursus, ubi motus apprens a parallaxi oriundus majorem habet proportionem ad motum totum apparentem, deflectere solent ab his circulis, & quoties Terra movetur in unam partem, abire in partem contrariam. Oritur hæc deflexio maxime ex parallaxi, propterea quòd respondet motui Terræ; & insignis ejus quantitas meo computo collocavit disparentes Cometas satis longe infra Jovem. Unde consequens est quòd in perigæis & periheliis, ubi proprius adsunt, descendant saepius infra orbes Martis & inferiorum Planatarum.

*Probatur ali-
ter ex paral-
laxi.*

Confirmatur præterea tanta propinquitas ex parallaxi orbis anni, quatenus ea præterpropter colligitur per hypothesin quòd Cometæ moventur uniformiter in lineis rectis. Nota jam est methodus (a Keplero tentata, a Wallisio & Wrennio prefecta)

perfecta) colligendi distantiam Cometæ juxta hanc hypothesin ex quatuor observationibus: & Cometæ ad hanc regularitatem reducti transire solent per medium regionis Planetarum. Ut Cometæ annorum 1607 & 1618 inter Sollem & Terram definiente *Keplero*; ille anni 1664 infra orbem Martis, & iste anni 1680 infra orbem Mercurii, definientibus *Wrennio* & aliis. Per similem hypothesin rectilineam, *Hevelius* Cometas omnes quorum observationes extant, locavit infra orbem Jovis. Errant igitur & absque calculo Astronomico loquuntur, qui ex regulari motu Cometarum vel allegant eos in regiones Fixarum, vel motum Telluri denegant; cum non possint eorum motus ad omnimodam regularitatem satis reduci nisi ex admisso transitu per regiones Telluri moventi vicinas. Et hæc sunt argumenta ex parallaxi, quatenus ea absque exactâ cognitione orbium & motuum Cometarum determinari possit.

Confirmatur etiam propinquitas Cometarum ex luce capitum. Nam corporis cœlestis a Sole illustrati & in regiones longinquas abeuntis diminuitur splendor in quadruplicatâ ratione distantiae; in duplicatâ ratione ob auctam distantiam a Sole, & in alia duplicatâ ratione ob diminutam apparentem diametrum. Inde intelligitur quod Saturnus ob duplam distantiam & dimidiam fere

Ex luce capi-
tum proba-
tur Cometas
descendere
ad orbem Sa-
turni.

diametrum apparentem apparere debet quasi 16 vicibus obscurior quam Jupiter, & quod si distantia ejus esset quadruplo major, foret lux ejus 256 vicibus minor, adeoque nudis oculis cerni vix posset. Cometæ autem non raro æquant Saturnum luce suâ, nec tamen superant ipsum diametris apparentibus. Cometa anni 1678, juxta observationem *Hookii*, æquabat luce suâ fixas primæ magnitudinis, & caput ejus seu Stella in medio comæ, per telescopium pedum quindecim visum, apparebat æque lucidum ac Saturnus propè Horizontem, diameter verò capitis erat solummodo 25'', id est eadem fere cum diametro circuli æquantis Saturnum cum annulo. Coma capiti circumfusa erat quasi decuplo latior, nimirum 4½ min. Rursus Cometæ anni 1682 minima capillitii diameter, per tubum sexdecim pedum a *Flamstedio* observata & micrometro mensurata, æquabat 2'. 0''. Nucleus autem seu Stella in medio vix decimam partem latitudinis hujus occupabat, adeoque lata erat tantum 11'' vel 12''; Luce verò & claritate capitis superabat Cometam anni 1680, Stellaque primæ vel secundæ magnitudinis æmulatur. Adde quod Cometa anni 1665 mense *Aprilis*, ut author est *Hevelius*, claritate suâ pene fixas omnes superabat, quinetiam ipsum Saturnum, ratione coloris videlicet longe vividioris. Quippe lucidior

lucidior erat hic Cometa altero illo, qui in fine anni præcedentis apparuerat & cum Stellis primæ magnitudinis conferebatur. Latitudo capillitii erat quasi $6'$, at nucleus cum Planetis ope Tubi optici collatus, planè minor erat Jove, & nunc minor corpore intermedio Saturni, nunc ipsi æqualis judicabatur. Adde annulum, & Saturni facies jam dupla erit, lux verò haud intensior quàm Cometæ, proindeque Cometa propior erat Soli quam Saturnus. Ex proportione nuclei ad capillitium his observationibus patefactâ, & latitudine quæ raro superat $8'$ vel $12'$, patet Stellas cometarum, ut plurimum, ejusdem esse apparentis magnitudinis cum Planetis; lumen verò interea cum luce Saturni non raro conferri posse, eamque aliquando superare. Et inde distantias eorum in periheliis vix esse majores quàm Saturni. In distantiâ duplo majore lux foret quadruplo minor, & fusco pallore tantum cederet luci Saturni, quantum lux hujus cedit splendori Jovis: quæ differentia facile notari posset. In distantiâ verò decuplo majore corpora eorum superarent corpus Solis, lux autem cederet luci Saturni vicibus centum. Inque distantiis majoribus corpora longe superarent Solem, at in tenebris profundis constituta non amplius cernerentur. Tantum abest ut Sole nostro in Fixis numerato Cometæ ad medias regiones
inter

De Mundi Systemate.

inter Solem & Fixas amoveantur. Ibi certè non multo magis illustrari deberent a Sole quàm nos illustramur a maximâ Fixarum.

Ut & longe infra orbem Jovis, & quandoque infra orbem Terræ.

Hæc disputavimus non considerando obscurationem Cometarum per fumum illum maximè copiosum & crassum, quo caput circundatur, quasi per nubem obtusè semper lucens. Nam quanto obscurius redditur corpus per hunc fumum, tanto proprius ad Solem accedat necesse est, ut copia lucis a se reflexæ Planetas æmuletur. Inde verisimile fit Cometas longe infra sphæram Saturni descendere, ut ex parallaxi probavimus. Idem verò quam maximè confirmatur ex caudis. Hæ vel ex reflexione fumi sparsi per æthera, vel ex luce capitum oriuntur. Priore casu minuenda est distantia Cometarum, ne fumus a capite semi-per ortus per spatia nimis ampla incredibili cum velocitate & expansione propagetur. Posteriore referenda est lux omnis tam caudæ quam capillitii ad nucleus capitum. Quòd si imagineris lucem hanc omnem congregari & intra discum nuclei coarctari, nucleus ille jam certè, quoties caudam maximam & fulgentissimam emittit, Jovem ipsum splendore suo multum superabit. Minore igitur cum diametro apparente plus lucis emittens, multò magis illustrabitur a Sole, adeoque erit Soli multò propior. Sic Cometa anni 1679, Decembris 12 & 15 Stylo veteri, quo tempore

tempore caudam clarissimam emittebat, & luci multorum Jovium per tantum spatum diffusæ ac dilatatae non imparem; magnitudine nuclei (ut observabat *Flamstedius*) cedebat Jovi, adeoque erat Soli longe vicinior. Quinimo minor erat Mercurio: nam die 17 mensis hujus, ubi Terræ propior erat, apparuit *Cassino* per telescopium pedum 35, paulo minor globo Saturni. Die octavo mensis hujus tempore matutino vidit *Hallejus* caudam perbrevem & latam & quasi ex corpore Solis jamjam orituri exeuntem, ad instar nubis insolito more fulgentis, nec prius disparentem quam Sol ipse inciperet supra horizontem conspicí. Superabat igitur hic splendor lucem nubium usque ad ortum Solis, & immediato Solis splendori solum cedendo vincebat longe lucem omnium Stellarum conjunctim. Non Mercurius, non Venus, non ipsa Luna in tanta Solis orientis vicinitate cerni solet. Fingas lucem hancce dilatatam congregari, & in orbem nuclei Cometici Mercurio minorem coarctari: & splendore longe fortiori jam redditâ magis conspicua, Mercurium longe superabit, adeoque erit Soli vicinior. Diebus 12 & 15 ejusdem mensis, cauda hæc per spatum longe majus diffusa apparuit rarer, at luce tamen adeo forti, ut Stellis fixis vixdum apparentibus cerneretur, & mox trabis mirum in modum fulgentis speciem exhibuit..

exhibuit. Ex longitudine quadraginta vel quinquaginta graduum & latitudine duorum quantitatem lucis totius computes.

Idem probatur ex insigni splendore caudarum in vicinia Solis.

Confirmatur verò tantus Cometarum ad Solem accessus, ex situ eorum ubi maximè fulgent. Nam capite per Solem transeunte, & sub radiis Solaribus adhuc latente, narrantur caudæ omnium fulgentissimæ de horizonte ad modum trabium ignearum exiisse, dein capite in conspectum veniente & longius a Sole recedente, splendorem semper minui & in pallorem viæ lacteæ similem, sed imprimis multò magis conspicuam, postea verò languescentem abire. Talis erat ardentissimus ille Cometa ab *Aristotele* descriptus lib. i *Meteor.* 6. cuius caput primo die non conspectum est, eo quod ante Solem vel saltem sub radiis Solaribus occidisset, sequente verò die quantum potuit visum est. *Nam quam minimâ fieri potest distantia, Solem reliquit & mox occubuit.* Ob nimium ardorem, caudæ scilicet, nondum apparebat capitum sparsus ignis, sed procedente tempore (ait *Aristoteles*) cum cauda jam minus flagraret, reddita est capiti Cometæ sua facies. Et splendorem suum ad tertiam usque cœli partem, id est ad 60^{gr.}, extendit. Apparuit autem tempore hyberno, & ascendens usque ad cingulum Orionis ibi evanuit. Ejusdem generis Cometas duos *Justinus* lib.

lib. 37 describit, quos ait ita luxisse *ut Cælum omne conflagrare videretur, & magnitudine sui quartam Cæli partem occupasse, & fulgore sui Solis nitorem vicisse.* Quibus ultimis verbis juxtapositio ardoris Cometici & Solis orientis vel occidentis insinuatur. Accedit Cometa anni 1101, vel 1106, cuius Stella erat parva & obscura ut ille anni 1680, sed *splendor qui ex eâ exivit valde clarus & quasi ingens trabs ad Orientem & Aquilonem tendebat,* ut habet *Hevelius ex Simeone Dunelmensi Monacho:* Apparuit initio mensis Feb. circa vesperum ad occasum Solis brumalem. Inde & ex situ caudæ colligitur caput fuisse Soli vicinum. *A Sole, inquit Matthæus Parisiensis, distabat quasi cubito uno, ab horâ tertiad, rectius sextâ, usque ad horam nonam radium ex se longum emittens.* Cometa anni 1264 mense Julio aut circa Solstitionem præcedebat Solem orientem, magna luce usque ad medium Cæli versus occidentem radios suos emittens. Et initio paulum ascendebat supra horizontem, sed progrediente Sole discedebat in dies ab horizonte donec tandem ipsum Cæli medium præteriret. Dicitur autem fuisse principiò magnus & clarus comam habens latam, quæ de die in diem cœpit deficere. Describitur autem in *Append. Matth. Paris. Hist. Angl.* in hunc modum. *A. C. 1265 apparuit*

L

Cometa

De Mundi Systemate.

Cometa tam notabilis ut nullus tunc vivens viderit talem prius. Ab oriente enim cum magno fulgore surgens, usque ad medium Hemisphærii versus occidentem omnia perlucide pertrahebat. Anno 1401 vel 1402 Sole infra horizontem demerso apparuit in occidente Cometa lucidus ac clarus, comam erectam explicans ignis flammantis specie, non secus ac hastam ab occasu in ortum radios jaculans, a Sole infra horizontem demerso propriis radiis effusis omnes orbis Terræ terminos colustrabat, nec aliis Stellis lumen exferere concedebat, aut aerem noctis umbrâ infuscari: quod ejus lumen aliorum splendorem vinceret, & ad Cæli verticem flammans protenderetur quamdiu supra horizontem extabat, &c. Hist. Byzant. Ducæ Michaelis Nepotis, cap. 16. Ex situ caudæ & tempore hujus primæ apparitionis colligitur caput tunc fuisse vicinum Soli, & indies a Sole recessisse: nam Cometa ille tres menses perduravit. Anno 1527, Aug. 11, circa horam quartam matutinam visus est per totam fere Europam Cometa terrificus in Leone, duravitque per horam unam & quadrantem quotidiè flagrans. A subsolano ortus est versusque meridiem & occidentem ascendit longitudine immensâ; sub septentrione autem maximè conspicuus fuit, & nube (id est caudâ) terribilis describitur, ex mente plebis for-

mam habens brachii incurvati cum gladio ingentis magnitudinis. Anno 1618 diebus extremis *Novembris* increbuit rumor apparere sub ortum Solis trabem candidam, quæ fuit nimurum cauda Cometae, capite adhuc intra radiorum claritatem delitescente. *Novemb.* 24 & deinceps visus est Cometa clarâ luce capite & caudâ clarissimis. Longitudo caudæ quæ primum graduum erat 20, vel 30, crevit usque ad *Decemb.* 9, quando evaserat graduum 75, at luce dilutiore semper & rariore quam sub initio. Anno 1668, *Mart.* 5, *st. n.* hora septimâ vesp. *Pater Valentinus Estancius Brasiliæ* agens Cometam vidit horizonti proximum ad occasum Solis brumalem capite minimo & vix conspicuo, caudâ verò supra modum fulgente ut stantes in litore speciem ejus e mari reflexam facile cernerent. Tantus autem splendor tres solum dies durabat, subinde notabiliter decrescens; cauda sub initio ab occidente in austrum vergens & horizonti fere parallela speciem habebat trabis splendentis longitudine 23 graduum. Postea verò luce decrescente aucta est magnitudine quoad usque Cometa apparere desiit. Unde & *Cassinius Bononiæ Martii* 10, 11, & 12, de horizonte exeuntem vidit ad longitudinem graduum 32. In *Portugallia* verò quartam fere Cœli partem id est gradus 45, occupasse dicitur ab occidente

in orientem splendore cum insigni protenta, nec tamen tota apparuit, capite semper in his regionibus infra horizontem delitescente. Ex incremento caudæ manifestum est quod caput a Sole recessit, eique proximum fuit sub initio ubi cauda maximè splendebat. His omnibus adde Cometam anni 1680, cuius insignem splendorem in conjunctione capitum cum Sole jam ante descripsi. Arguit autem tantus splendor Cometas hujus generis reverà transire per fontem luminis, præsertim cum caudæ nunquam ita luceant in oppositione Solis, neque ibi legantur trabes ignæ apparuisse.

Probatur ex luce capitum quatenus ea cæteris paribus major est in viciniâ Solis.

Idem denique colligitur ex luce capitum crescente in recessu Cometarum a Terrâ Solem versus, ac decrescente in eorum recessu a Sole versus Terram. Sic enim Cometa posterior anni 1665, observante *Hevelio*, ex quo conspici cœpit, remittebat semper de motu suo, adeoque præterierat perigæum, splendor verò capitum nihilominus indies crescebat usque dum Cometa radiis Solaribus obiectus desit apparere. Cometa anni 1683, observante eodem *Hevelio*, in fine mensis *Julii*, ubi primum conspectus est, tardissimè movebatur minutos primos 40 vel 45 circiter singulis diebus in orbe suo conficiens. Ex eo tempore motus ejus diurnus perpetuo augebatur usque ad *Sept.* 4, quando evasit graduum

duum quasi quinque. Igitur toto hoc tempore Cometa ad Terram appropinquabat: Id quod etiam ex diametro capitis micrometro mensuratâ colligitur, quippe quam *Hevelius* reperit *Aug. 6*, esse tantum $6'$, $5''$, inclusâ comâ, at *Sept. 2*, esse $9'$, $7''$. Caput igitur initio longè minus apparuit quàm in fine motus: at initio tamen in viciniâ Solis longe lucidius extitit quam circa finem, ut refert idem *Hevelius*. Proinde toto hoc tempore ob recessum ipsius a Sole quoad lumen decrevit non obstante accessu ad Terram. Cometa anni 1618 circa medium mensis *Decembris*, & iste anni 1680, circa finem ejusdem mensis celerrimè movebantur adeoque tunc erant in perigæis: verum splendor maximus capitum contigit ante duas fere septimanas ubi modo exierant de radiis solaribus, & splendor maximus caudarum paulo ante in majore vicinitate Solis. Die 12 mensis *Decembris* conspectum, & a *Flamstedio* observatum est caput Cometæ posterioris in distantiâ novem graduum a Sole, id quod Stellæ tertiae magnitudinis vix concessum fuisset. *Decemb. 15*, & *17*, apparuit idem ut Stella tertiae magnitudinis, diminutum utique splendore nubium juxta Solem occidentem. *Decem. 26*, velocissimè motus, in que Perigæo propemodum existens cedebat *Ori Pegasi* Stellæ tertiae magnitudinis; *Jan. 3*, apparebat.

parebat ut Stella quartæ; *Jan. 9*, ut Stella quintæ; *Jan. 13*, ob splendorem Lunæ crescentis disparuit; *Jan. 25*, vix æquabat Stellas magnitudinis septimæ. Caput verò Cometæ prioris juxta observationes *Cysati*, *Decem. 1*, majus videbatur Stellis primæ magnitudinis, & *Decem. 16*, (jam in Perigæo existens) magnitudine parvum, splendore seu claritate luminis plurimum defecrat. *Jan. 7*, *Keplerus* de capite incertus finem fecit observandi. Si sumantur æqualia a perigæo hinc inde tempora, capita in longinquis regionibus posita luxissent ante & post æqualiter, id adeo ob æquales distantias a Terrâ. Quod uno casu maximè luxerunt, altero evanuerunt, vicinitati Solis in priore casu, distantiae ejus in posteriore ascriendum est. Et ex magnâ illâ lucis utriusque differentiâ concluditur magna vicinitas in priore. Nam lux Cometarum regularis esse solet & maxima apparere ubi capita velocissime moventur; atque adeo sunt in perigæis, nisi quatenus ea major est in viciniâ Solis.

Idem confirmatur ex magno numero Cometarum visorum in regione Solis.

Ex his intellexi tandem cur Cometæ tanto-pere frequentent regionem Solis. Si cernerentur in regionibus longe ultra Saturnum, deberent sæpius apparere in partibus Soli oppositis. Forent enim Terræ viciniores qui in his partibus versarentur, & Sol interpositus obscuraret cæteros. Verùm percurrendo historias Cometa-rum

rum reperi quod quadruplo vel quintuplo plures detecti sunt in hemisphærio Solem versus, quam in hemisphærio opposito, præter alios proculdubio non paucos quos lux Solaris obtexit. Nimirum in descensu ad regiones nostras neque caudas emittunt neque adeo illustrantur à Sole ut nudis oculis se prius detegendos exhibeant, quām sint ipso Jove propiores. Spatii autem tantillo intervallo circa Solem descripti pars longe major sita est a latere Terræ quod Solem respicit, inque parte illa majore Soli ut plurimum viciniores magis illuminari solent. Per orbium quoque insignem excentricitatem fit ut Apsides imæ sint Soli longè propiores quām si revolutiones in circulis Soli concentricis peragerentur.

Hinc etiam intelligimus quare Cometarum caudæ in capitibus ad Solem properantibus raræ semper & breves apparent, & vix longitudinem graduum 15 vel 20 superasse leguntur, at in recessu capitum a Sole fulgent sæpe ad instar trabium ignitarum, & mox ad gradus 40, 50, 60, 70, & ultra, in longum porrigitur. Oritur utique tantus caudarum splendor tanta que longitudo ex calore Solis Cometam prætereuntem calefaciente. Et inde colligere videor Cometas omnes, quorum tales sunt caudæ, transiisse per viciniam Solis.

Confirmatur etiam ex caudis majoribus & splendidioribus post conjunctionem capitum cum Sole quam antea.

Inde

Caudas ori-
ri ex atmo-
sphæris Co-
metarum.

Inde etiam colligere licet quod caudæ oriantur ex atmosphæris capitum. Est autem de caudâ opinio triplex; eam vel jubar esse Solis per translucidum Cometæ caput propagatum, vel oriri ex refractione lucis in progressu ipsius a capite Cometæ in Terram, vel denique nubem esse seu vaporem a capite Cometæ jugiter surgentem & abeuntem in partes a Sole adversas. Opinio prima eorum est qui nondum imbuti sunt scientiâ rerum opticarum. Nam jubar Solis in cubiculo tenebroso non cernitur nisi quatenus lux reflectitur a pulverum & fumorum particulis per aerem semper volitantibus: adeoque in aere fumis crassioribus infecto splendidius est & sensum fortius ferit, in aere clariore tenuius & ægre sensibile; in cœlis autem absque materiâ reflectente nullum esse potest. Lux non cernitur quatenus in jubare est, sed quatenus inde reflectitur ad oculos nostros. Nam visio non fit nisi per radios qui in oculos impingunt. Requiritur igitur materia aliqua reflectens in regione caudæ, & eâ ratione resredit ad opinionem tertiam. Nam materia illa reflectens non alibi reperi debet quam in regione caudæ, ne Cœlum totum luce Solis illustratum uniformiter splendeat. Opinio secunda multis premitur difficultatibus. Caudæ nunquam variegantur coloribus; qui tamen refractionum solent

solent esse comites inseparabiles. Lux Fixarum & Planetarum distincte ad nos transmissa demonstrat medium cœleste nullâ vi refractivâ pollere. Nam quod dicitur Fixas ab *Ægyptiis* comatas nonnunquam visas fuisse, id quoniam rarissimè contingit, ascribendum est nubium refractioni fortuitæ. Fixarum quoque radiatio & scintillatio ad refractiones tum oculorum tum aeris tremuli referendæ sunt; quippe quæ admotis oculo telescopiis evanescunt. Aeris & ascendentium vaporum tremore fit ut radii facile de angusto pupillæ spatio per vices detorqueantur, de latiore autem vitri objectivi aperitura neutiquam. Inde est quod scintillatio in priore casu generetur, in posteriore verò cesset: & cessatio in posteriore casu demonstrat regularem transmissionem lucis per Cœlos absque omni refractione sensibili. Ne quis contendat quod caudæ non soleant videri in Cometis, cum eorum lux non est satis fortis, quia tunc radii secundarii non habent satis virium ad oculos movendos; & propterea caudas Fixarum non cerni; sciendum est quod lux Fixarum plus centum vicibus augeri potest medianis telescopiis, nec tamen caudæ cernuntur. Planetarum quoque lux copiosior est, caudæ vero nullæ: Cometæ autem sæpe caudatissimi sunt ubi capitum lux tenuis est & valde obtusa. Sic enim

M

Cometa

Cometa anni 1680, mense *Decembri*, quo tempore caput luce suâ vix æquabat Stellas secundæ magnitudinis, caudam emittebat splendore notabilis usque ad gradus 40, 50, 60, longitudinis & ultra: postea *Jan.* 27 & 28, caput apparebat ut Stella septimæ tantum magnitudinis, cauda vero luce quidem pertenui at satis sensibili longa erat 6 vel 7 gradus, & luce obscurissima quæ cerni vix posset porrigebatur ad gradum usque duodecimum vel paulo ultra. Sed & *Feb.* 9 & 10, ubi caput nudis oculis videri desierat, caudam gradus duos longam per telescopium contemplatus sum. Porro si cauda oriretur ex refractione materiae cœlestis, & pro figurâ cœlorum deflechteretur de Solis oppositiōne, deberet deflexio illa in iisdem Cœli regionibus in eandem semper partem fieri. Atqui Cometa anni 1680 *Decemb.* 28, hora 8 $\frac{1}{2}$ p. m. *Londini*, versabatur in $\alpha.$ 8°. 41', cum latitudine boreali 28°. 6'. Sole existente in $\nu.$ 18°. 26'. Et Cometa anni 1577, *Decemb.* 29, versabatur in $\alpha.$ 8°. 41', cum latitudine boreali 28°. 40', Sole etiam existente in $\nu.$ 18°. 26', circiter. Utroque in casu Terra versabatur in eodem loco, & Cometa apparebat in eadem Cœli parte: in priori tamen casu cauda Cometæ, ex meis & aliorum observationibus, declinabat angulo graduum 4 $\frac{1}{2}$ ab oppositione Solis aquilonem

quilonem versus, in posteriore vero, ex observationibus *Tychonis*, declinatio erat graduum 21 in austrum. Igitur repudiata cœlorum refractiōne supereft ut phænomena caudarum ex materiâ aliquâ reflectente deriventur. Vapores autem qui spatiis tam immensis implendis sufficiant, ex Cometarum atmosphæris oriri posse sic facile intelligetur.

Aer juxta superficiem terræ spatium occupare noscitur quasi 1200 vicibus majus quam aqua ejusdem gravitatis, adeoque aeris columnna cylindrica pedes 1200 alta, ejusdem est ponderis cum aquæ columnâ pedali latitudinis ejusdem. columna autem aeris ad summitatē atmosphæræ assurgens æquat pondere suo columnam aquæ pedes 33 altam circiter, & propterea si columnæ totius aereæ pars inferior pedum 1200 dematur, pars reliqua superior æquabit pondere suo columnam aquæ pedum 32. Igitur in altitudine pedum 1200 seu stadiorum duorum, est pondus aeris incumbentis minus; atque adeo raritas aeris compressi major quam juxta superficiem Terræ in proportione 33 ad 32. Quo cognito computare jam licet raritatem aeris per regiones universas (subsilio Corollarii Propositionis xxii *Libri secundi Principiorum*) ex hypothesi quod aeris expansio sit compressioni reciproce proportionalis: comprobata est enim hæc pro-

Aeris & vaporum immensam esse raritatem in spatiis cœlestibus: & per exiguum vaporum quantitatem ad phænomena caudarum sufficere.

AERIS

Altitudo.	Compressio.	Exporrectio.
0	33	1
5	17,8515	1,8486
10	9,6717	3,4151
20	2,852	11,571
40	0,2525	136,83
400	0,XVII 1224	26956 XV
4000	0,CV 4465	73907 CII
40000	0,CXCII 1628	20263 CLXXXIX
400000	0,CCX 7895	41798 CCVII
4000000	0,CCXII 9878	33414 CCIX
Infinita.	0,CCXII 6041	54622 CCIX

Ex

Ex hac tabulâ liquet aerem in progressu ad superiora rarefieri, ut aeris qui Terræ proximus est sphæra diametro digiti unius descripta, & eadem deinceps rarefactione dilatata, in altitudine semi-diametri unius Terrestris, impleret omnes Planetaryum regiones adusque sphæram Saturni & longè ultra ; atque in altitudine decem semidiametrorum Terrestrium, impleret plus spatii quàm cœlum universum (juxta computationem superiorem) cis Fixas occupat. Et quamvis ob longe crassiores Cometarum atmosphærā, magnamque vim centripetam circumsolarem, fieri possit ut aer in spatiis cœlestibus inque Cometarum caudis non adeo rarefacat, perexiguam tamen quantitatem aeris & vaporum ad omnia illa caudarum phænomena abunde sufficere ex hac computatione perspicuum est : nam & caudarum insignis raritas colligitur ex astris translucentibus. Atmosphæra terrestris luce Solis splendens crassitudine paucorum milliarium & astra omnia & ipsam Lunam obscurat & extinguit penitus : per immensam verò caudarum crassitudinem luce pariter Solari illustratam astra minima absque claritatis detimento translucere noscuntur.

Ascensum caudarum ex atmosphæris *capitum* & progressum in partes a Sole aversas *Keplerus* ascribit actioni radiorum lucis materiam caudæ secum rapientium. Et auram longè tenuissimam in Spatiis liberrimis actioni radiorum cedere non

Quo pacto
Caudæ oriri
possint ex at-
mosphæris
capitum.

non est a ratione prorsus alienum, non obstante quòd substantiæ crassæ impeditissimis in regionibus nostris, a radiis sensibiliter propelli nequeant. Author aliis particulas tam leves quam graves dari posse existimat, & materiam caudarum levitare, perque levitatem suam a Sole ascendere. Cùm autem gravitas, corporum terrestrium sit ut materia in corporibus, adeoque servatâ quantitate materiæ intendi & remitti nequeat, suspicor ascensum illum ex rarefactione materiæ caudarum oriri. Ascendit fumus in camino impulsu aeris cui innat. Aer ille per calorem rarefactus ascendit ob diminutam gravitatem specificam, & fumum implicatum rapit secum. Quidni cauda Cometæ ad eundem modum ascenderit a Sole? Nam radii Solares non agitant Media quæ permeant nisi in reflexione & refractione. Particulæ reflectentes eâ actione calefactæ calefacient auram ætheream cui implicantur. Illa calore sibi communicato rarefiet, & ob diminutam eâ raritate gravitatem suam specificam quâ prius tendebat in Solem, ascendet instar fluminis, & secum rapiet particulas reflectentes ex quibus cauda componitur: impetu etiam lucis solaris, ut jam dictum est, ascensum promovente.

Eadem ex his atmosphœris oriri docetur ex ipsarum variis phænomenis.

Caudas autem a capitibus oriri & in regiones a Sole aversas ascendere confirmatur præterea ex legibus quas observant. Ut quòd in planis orbium

orbium Cometarum per Solem transeuntibus ja-
centes deviant ab oppositione Solis in eas semper
partes quas capita in orbibus illis progredien-
tia relinquunt. Quòd spectatori in his planis
constituto apparent in partibus a Sole directè
aversis, digrediente autem spectatore de his pla-
nis deviatio paulatim sentitur & indies apparet
major. Quòd deviatio cæteris paribus minor
est ubi cauda obliquior est ad orbem Cometæ,
ut & ubi caput ad Solem proprius accedit.
Quòd caudæ non deviantes apparent rectæ, de-
viantes autem incurventur. Quod curvatura ma-
jor est ubi major est deviatio, & magis sensibi-
lis ubi cauda cæteris paribus longior est : nam
in brevioribus curvatura ægre animadvertis-
tur. Quòd deviationis angulus minor est juxta caput
Cometæ, major juxta caudæ extremitatem alte-
ram, atque adeo quòd cauda convexo sui latere
partes respicit a quibus fit deviatio, quæque in
rectâ sunt lineâ a Sole per caput Cometæ in in-
finitum ductâ. Et quòd caudæ quæ prolixio-
res sunt & latiores, & luce vegetiore micant, sint
ad latera convexa paulò splendidiores & limite
minus indistincto terminatae quam ad concava.
Pendent igitur phænomena cūdæ a motu capi-
tis, non autem a regione cœli in quo caput
conspicitur, & propterea non fiunt per refracti-
onem calorum, sed a capite suppeditante mate-

riam oriuntur. Etenim ut in aere nostro sumus corporis cujusvis igniti petit superiora, idque vel perpendiculariter si corpus quiescat, vel oblique si corpus moveatur in latus; ita in cœlis ubi corpora gravitant in Solem, fumi & vapores ascendere debent a Sole, uti jam dictum est, & superiora vel rectâ petere, si corpus fumans quiescit, vel obliquè si corpus progrediendo loca semper deserit a quibus superiores vaporis partes ascenderant. Et obliquitas ista minor erit ubi ascensus vaporis velocior est, nimirum in viciniâ Solis & juxta corpus fumans. Namque ibi potentior est vis illa Solaris quâ vapor ascendit. Ex obliquitatis autem diversitate incurvabitur vaporis columna, & quia vapor in columnæ latere præcedente paulò recentior est, ideo etiam is ibidem aliquanto densior erit, lucemque propterea copiosius reflectet, & limite minus indistincto terminabitur; vapore ad latus alterum paulatim languescente & ex oculis sensim evanescente.

Cometas infra orbem Mercurii quandoque descendere probatur ex caudis.

Cæterum rerum naturalium causas reddere non est hujus instituti: vera an falsa fuerint hæc quæ modo dicta sunt, id saltem in superioribus confecimus, radios a caudis Cometarum secundum lineas rectas per cœlos propagari, adeoque a partibus cœlorum venire in quibus caudæ spectatoribus ubicumque constitutis apparent,

apparent, quæque adeo a capitibus Cometarum in regiones a Sole aversas, porriguntur. Et hoc fundamento limitem denuò Cometarum distantiis in hunc modum ponimus. Representet *S* Solem, *T* Terram, *STA* distantiam Cometæ a Sole, & *ATB* apparentem longitudinem caudæ. Et quoniam lux propagatur a termino caudæ secundum lineam rectam *TB*, reperietur terminus ille alicubi in linea *TB*. Sit ipse punctum *D*, jungeque *DS*, secantem lineam *TA* in *C*. Et quia cauda semper opponitur Soli quamproximè, & propterea Sol, caput Cometæ, & terminus caudæ jacent in directum, reperietur caput Cometæ in *C*. Ipsi *TB* parallelam age *SA*, occurrentem linea *TA* in *A*, & Cometæ caput *C* necessariò reperietur inter *T* & *A*, eò quòd terminus caudæ reperitur alicubi in linea infinitâ *TB*, & linea omnes *SD* quæ ab *S* ad lineam *TB* duci possunt, secant lineam *TA* alicubi inter *T* & *A*. Quare Cometa non potest longius abesse a Terrâ quàm intervallo *TA*, nec a Sole quàm intervallo *SA* ultra Solem vel *ST* citra. Exempli gratiâ, Decemb. 12, 1680, Cometa distabat 9^{gr.} a Sole, & longitudine caudæ erat 35^{gr.} ad minimum. Constituatur ergo triangulum *STA*, cuius angulus *T* æquetur distantiae graduum 9, & angulus *A* angulo *ATB* seu longitudini caudæ graduum 35, & erit *SA* ad *ST*, id est limes maximæ possibilis distantiæ Cometæ a

N

Sole

De Mundi Systemate.

Sole, ad semidiametrum orbis magni; ut sinus anguli *T* ad sinum anguli *A*, hoc est ut 3 ad 11 circiter. Quare Cometa eo tempore minus distabat a Sole quam $\frac{1}{2}$ partibus distantiae Terræ a Sole, & propterea versabatur aut intra orbem Mercurii aut inter orbem illum & Terram. Rursus *Decemb.* 21 distantia Cometæ a Sole erat $32\frac{1}{2}^{\text{gr}}$. & longitudo caudæ 70^{gr} . Ergo ut sinus $32\frac{1}{2}^{\text{gr}}$ ad sinum 70^{gr} hoc est ut 4 ad 7, ita erat limes intervalli inter Cometam & Solem ad distantiam Terræ a Sole, & propterea Cometa nondum excesserat orbe Veneris. *Decemb.* 28 distantia Cometæ a Sole erat 55^{gr} . & Longitudo caudæ 56^{gr} . Ergo limes intervalli inter Cometam & Solem nondum æquabat distantiam Terræ a Sole: & propterea Cometa nondum excesserat orbe Telluris. Ex parallaxi autem colligitur quod excessus ille incidit in *Jan.* 5, circiter, quodque Cometa descendebat longè infra orbem Mercurii. Concedamus ipsum in perihelio fuisse *Decemb.* 8, quo tempore cum Sole coniungebatur, & in itinere a perihelio ad exitum de orbe Telluris, consumentur dies 28, adeoque diebus viginti sex vel septem sequentibus, quibus oculo inermi videri desiit, vix duplicabat distantiam suam a Sole. Iisdem argumentis limitando distantias aliorum Cometarum, pervenitur tandem ad hanc conclusionem, quod Cometæ om-

nes, quamdiu se nobis ostendunt, versantur intra spatum sphæricum centro Sole & intervallo Solis ac Terræ vel duplicato vel ad summum triplicato descriptum.

Versantur igitur Cometæ toto apparitionis tempore intra sphæram act ivitatisvis circum solaris, adeoque agitantur ipsius impulsu & propterea (per Coroll. i. Prop. xiii. *Libri i. Princip.*) describunt Conicas Sectiones umbilicos habentes in centro Solis, & radiis ad Solem ductis conficiunt areas proportionales temporibus. Nam vis illa in immensum propagata reget motus corporum longe ultra orbem Saturni.

Cæterum de Cometis Hypothesis est triplex : eos vel generari & interire quoties apparent & evanescunt, vel de Fixarum regionibus venientes præterite Systema nostrorum Planetarum, vel denique circa Solem in orbibus valde excentricis perpetuo revolvi. Casu primo Cometæ pro variâ suâ velocitate movebuntur in Sectionibus quibuscumque Conicis, secundo movebuntur in Hyperbolis, utroque indifferenter frequentabunt regiones omnes tam Polorum quam Eclipticæ, tertio motus peragentur in Ellipsibus valde excentricis, & ad speciem Paraboliarum quam proximè accedentibus ; orbes autem, si lex Planetarum servetur, haud multum divaricabunt a piano Eclipticæ. Et quantum hactenus animadvertere potui, casus tertius obtinet. Nam Co-

Cometas
moveri in
Sectionibus
Conicis um-
bilicum ha-
bentibus in
centro Solis ;
& radiis ad
centrum illud
ductis areas
describere
temporibus
proportiona-
les.

Sectiones
illas Conicas
esse Parabolis
finitimas Id
ex velocitate
Cometarum
colligitur.

metæ maximè frequentant Zodiacum, & vix unquam pertingunt ad latitudinem heliocentricam graduum quadraginta. Moventur etiam in orbibus quamproximè parabolicis, uti colligo ex eorum velocitate. Nam velocitas quâ Parabola describetur, est ubivis ad velocitatem quâ Cometa vel Planeta in circulo ad eandem a Sole distantiam revolvi posset, in dimidiatâ ratione numeri binarii ad unitatem (per Coroll. 7. Prop. xvi.) Et meo quidem calculo talis circiter reperta est Cometarum velocitas. Rem examinavi colligendo præterpropter velocitates ex distantiis, ac distantias ex parallaxi & phænomenis caudæ conjunctim. Errores in velocitatis excessu vel defectu haud majores obvenere, quam qui ex erroribus in distantiis eâ ratione collectis oriri potuerint. Sed & usus sum hujusmodi ratiocinio.

Quanto tempore Come-
riæ in Traje-
ctoriis Para-
bolicis per-
current or-
bem mag-
num.

Diviso orbis magni Radio in partes mille, designent numeri in tabulæ sequentis columnâ primâ distantiam verticis Parabolæ a centro Solis in his partibus, & Cometa temporibus in columnâ secundâ expressis movebitur a perihelio ad superficiem sphæræ quæ centro Sole & radio orbis magni describitur, & temporibus in Coll. 3, 4, & 5 expressis duplicabit, triplicabit & quadruplicabit eandem suam a Sole distantiam.

T A B.

T A B. I.

Distantia
inter cen-
trum Solis
& perihe-
lium Co-
metæ.

Tempus transitus Cometæ a perihelio ad distan-
tiam a Sole radio Orbis magni.

	Aequalem.	Duplicato æqualem.	Tripli- cato æqualem.	Quadruplicato æqualem.
0	27. 11. 12	77. 16. 28	142. 17. 14	219. 17. 30
5	27. 16. 7	77. 23. 14		
10	27. 21. 0	78. 6. 24		
20	28. 6. 40	78. 20. 13	144. 03. 19	221. 8. 54
40	29. 1. 32	79. 23. 34		
80	30. 13. 25	82. 4. 56		
160	33. 5. 29	86. 10. 26	153. 16. 8	232. 12. 20
320	37. 13. 46	93. 23. 38		
640	37. 9. 49	105. 1. 28		
1280	106. 06. 35	200. 6. 43	297. 3. 46
2560	147. 22. 31	300. 6. 03

Quo tempore Cometæ ingreditur sphæram orbis mag-
ni, vel de eâdem egreditur, innotescit præterpropter
ex parallaxi ; expeditius autem per hanc Tabulam.

Quo tem-
pore Cometæ
ingrediuntur
orbem mag-
num, & egre-
diuntur eo-
dem.

T A B. II.

Distantia appa-
rens Cometæ a
Sole.

Cometæ motus apparen-
tius in orbe suo.

Distantia Cometæ
a Terrâ in parti-
bus quarum 1000
sunt radius orbis
magni.

gr.	Directus.	Retrogradus.	
60	2. 18	0. 20	1000
65	2. 33	0. 35	845
70	2. 55	0. 57	684
72	3. 7	1. 9	618
74	3. 23	1. 25	551
76	3. 43	1. 45	484
78	4. 10	2. 12	416
80	4. 47	2. 49	347
82	5. 45	3. 47	278
84	7. 18	5. 20	209
86	10. 27	8. 19	140
88	18. 37	16. 39	70
90	Infin.	Infin.	00

Quâ veloci-
tate Come-
tæ anni 1680
orbem mag-
num trajece-
rint.

Incidit ingressus vel egressus in tempus distantia Cometæ a Sole in Columnâ primâ e regione motus diurni expressæ. Sic anno 1680 Jan. 4. fl. v. motus diurnus apparet Cometæ in orbe ipsius erat quasi $3^{\text{st}} 5'$. Huic respondens distantia est $71\frac{1}{2}^{\text{st}}$. Et assecutus est Cometa hanc a Sole distantiam Jan. 4. circa horam sextam pomeridianam. Rursus anno 1680, Novembris 11, Cometæ qui tunc apparuit motus diurnus erat quasi $4\frac{1}{2}^{\text{st}}$ & huic respondens distantia $79\frac{1}{2}^{\text{st}}$ incidit in Novemb. 10, paulò ante mediam noctem. Hisce quidem temporibus Cometæ assecuti sunt distantiam quam habuit Terra a Sole, & Terra jam fere in perihelio versabatur. Computata est autem Tabula prior pro mediocri distantia Terræ a Sole assumpta partium 1000, & major est hæc distantia intervallo quod Terra quasi spatio diei unius motu suo annuo vel Cometa spatio horarum 16 motu suo percurrere potest. Ut Cometa reducatur ad mediocrem hanc distantiam partium 1000, addantur tempori priori & auferantur posteriori horæ sexdecim, & tempus prius evadet Jan. 4, horâ vespertinâ 10; posterius Novemb. 10, horâ matutinâ 6 circiter. Ex motuum diurnorum tenore & progressu colligitur quod conjugebatur Cometa uterque cum Sole inter Dec. 7, & Dec. 9. Inde ad Jan. 4, hor.

10 vesp. ex unâ parte, & Nov. 10, hor. 6
mat. ex alterâ, sunt dies quasi 28. Atque tot
dies (per Tab. I.) in trajectoriis Parabolicis con-
sumi debebant.

Cæterum ex coincidentiâ periheliorum & ve-
locitatum consensu verisimile fit, Cometas hosce,
quos ut duos jam consideravi, non duos fuisse
sed unum & eundem Cometam. Eâ lege or-
bitâ hujus Cometæ vel Parabola erit vel Coni-
fectio a Parabolâ parum discrepans, & superfi-
ciem Solis propemodum tanget in vertice. Nam-
que ex Tabula II. distantia Cometæ a Terrâ
erat Novemb. 10, partium 360 circiter, & Jan.
4, partium 630 circiter. Inde & ex longitu-
dinibus & latitudinibus Cometæ colligitur di-
stantiam locorum a se invicem in quibus Co-
meta tunc versabatur, fuisse partium quasi 280.
Hujus dimidium 140 est ordinatim applicata ad
orbitam Cometæ abscindens partem axis ejus ra-
dio orbis magni, seu partibus 1000, æqualem
circiter. Et inde dividendo quadratum ordina-
tæ 140 per axis partem abscissam 1000, inveni-
etur latus rectum 19,6, seu numero rotundo 20:
cujus pars quarta 5 est distantia inter verticem
orbitæ & centrum Solis. Distantiæ partium 5
in Tabulâ primâ congruunt dies 27, horæ 16,
min. 7. Tanto igitur tempore Cometa confi-
ciet iter in orbe Parabolico inter perihelium suum

Cometas
hosce non
fuisse duos
sed unum
& eundem
Cometam.
Quo orbe &
qua velocita-
te hic cœlos
trajecit doce-
tur exactius.

&

& superficiem sphæricam orbis magni radio partium 1000 descripti, atque adeo tempus illud duplicatum seu dies 55 & horas 8 $\frac{1}{2}$ consumet motu suo toto intra orbem magnum. Atque ita se res habet. Namque a *Novemb.* 10, hor. 6 mat. quando Cometa hunc orbem ingressus est ad *Jan.* 4, hor. 10 vesp. quando is eodem egressus est sunt dies 55 & horæ 16. Differentia horarum 7 $\frac{1}{2}$ in rudi hocce computo contemnenda est, & forte ex motu paulo tardius in orbitâ ellipticâ confecto oriri potest. Inter ingressum & egressum tempus medium incidit in *Decem.* 8. hor. 2 mat. Igitur hoc tempore debuit Cometa reperiri in perihelio. Et ecce *Hallejus* hoc ipso die proximè ante ortum Solis caudam perbrevem latam & fulgentissimam, uti diximus, ex horizonte perpendiculariter surgentem vidit. Ex situ caudæ colligitur Cometam jam prætergressum fuisse Eclipticam & latitudinem borealem habuisse, adeoque perihelium quod ex alterâ parte Eclipticæ jacebat jam tum præterisse, nondum tamen pervenisse ad meridianum Solis. Inter perihelium itaque & conjunctionem Solis Cometa jam consistens versabatur ante horas paucas in perihelio. Namque in tantâ Solis viciniâ moveri debuit celerrimè & singulis horis gradus fere dimidios apparet percurrere.

Similibus computis colligo quòd Cometa anni 1618 ingressus erat sphæricum limitem orbis magni *Decem. 7*, ad Solis occasum. Incidit autem ipsius conjunctio cum Sole in *Novemb. 9* vel 10 circiter; dies intercedunt quasi 28, ut in Cometa superiore: nam & ex caudæ magnitudine quâ par fuit Cometæ superiori, verisimile est ipsum pariter propemodum rassisse Solare corpus. Fulserunt hoc anno Cometæ quatuor, quorum hic fuit ultimus: secundum, qui primo conspectus est in viciniâ Solis orientis *Ottob. 31*, & mox sub radiis Solaribus evanuit, suspicor eundem fuisse cum quarto, qui de radiis Solaribus emersit circa *Novemb. 9*. His adde quod Cometa anni 1607 sphæram orbis magni ingressus fuit, *Sept. 14. st. vet.* & accessit ad minimam suam a Sole distantiam circa *Ottob. 19*; dies intercedunt 35. Distantia illa Perihelii a Sole subtendebat angulum apparentem quasi 23° ad Terram, adeoque erat partium 390: tot autem partibus in Tab. I. respondent dies 34 circiter. Porrò Cometa anni 1665 in sphæram orbis annui intrabat circa *Mart. 17*, & ad perihelium accedebat circa *Apr. 16*; intercedentibus diebus 30. Distantia inter perihelium & Solem subtendebat angulum quasi 7° ad Terram, adeoque erat partium quasi 122: & his partibus in Tab. I. respondent dies 30.

Quâ velociitate Cometæ moventur, docetur pluribus exemplis.

O

Rufus

Rursus Cometa anni 1682 intrabat in sphæram orbis magni circa Aug. 11, & in perihelio versabatur circa Sept. 16, a Sole tunc distans intervallo partium quasi 350, quibus in Tab. I. congruunt dies $33\frac{1}{2}$. Quinetiam celebris ille Regiomontani Cometa qui anno 1472 per regionem poli borealis trajiciendo confecit uno die iter graduum quadraginta, limitem orbis magni ingrediebatur Jan. 21, quo tempore polum præteribat, & inde properans ad Solem occultabatur sub radiis Solaribus in ultimis diebus Februarii. Unde verisimile est quod dies triginta aut paulò plures consumpti sint inter ingressum illum & perihelium Cometæ, quodque adeo Cometa iste reverè non celerior fuerit aliis Cometis, neque aliunde quàm ex transitu suo per viciniam Terræ tantam assecutus sit celeritatem apparentem.

Proponitur
inventio Tra-
jectoriæ Co-
metarum.

Est igitur Cometarum velocitas, quatenus ea per hujusmodi computationes nimium rudes definiri queat, ea ipsa quâcum Parabolæ vel his affines Ellipses describi debeant: & propterea ex datâ inter Cometam & Solem distantiâ datur quamproximiè. Et hinc oritur Problema tale.

P R O-

P R O B L E M A.

Datur relatio inter velocitatem Cometæ & distantiam ipsius a centro Solis; requiritur Trajectoria.

Soluto autem hoc Problemate, habebitur tandem methodus determinandi Trajectoriarum Cometarum quam exactissimè. Nam si relatio illa bis assumatur, & inde trajectoria bis computetur, deinde ex observationibus inveniatur error Trajectoriæ utriusque; potest assumptio per regulam falsæ positionis corrigi, & sic tertia inveniri trajectoria quæ cum observationibus plane congruet. Et hac methodo determinando Cometarum trajectoriarum sciri tandem potest exactius quænam regiones hæc corpora percurrunt, quantæ sint eorum velocitates, cuius generis trajectoriarum describunt, & quænam sint caudarum veræ magnitudines & formæ pro variis capitum distantiis a Sole. Quin etiam sperandum est quod hac methodo sciri tandem possit, utrum Cometæ statis temporibus in orbem redeant, & quibus temporum periodis revolutiones singuloruin compleantur. Solvitur autem Problema colligendo primum ex tribus vel pluribus observationibus motum horarium Cometæ ad tempus datum, deinde ex hoc motu Trajectoriam derivando.

O 2

Sic

De Mundi Systemate.

Sic pendet inventio Trajectoriæ ab unicâ observatione motuque horario tempore illius observationis, atque adeo seipsam vel probabit vel redarguet: nam conclusio, quæ ex motu horæ unius & alterius & hypothesi falsâ deducitur, nunquam congruet cum motibus Cometarum a principio ad finem. Methodus computationis totius ita se habet.

LEMMA I.

In Proble-
matis soluti-
onem præ-
mittuntur
Lemmata.

*Datas positione duas rectas OR,
TP, tertiam RP ad rectum angulum TRP secare, eâ lege ut si ad
datum aliquod punctum S ducatur
recta SP, datum sit contentum
Solidum sub ductâ illâ SP & qua-
drato rectæ OR terminatæ ad
datum punctum O.*

Fig. 9.

Confit graphicè sic. Sit contentum illud
datum $M^2 \times N$. Ad rectæ OR punctum
quodvis r erige perpendiculum rp occurrens
ipsi FP in p . Et per punctum Sp , age Sq æqua-
lem $\frac{M^2 \times N}{OR^2}$ Simili Methodo age tres vel plu-
res rectas $S_2 q$, $S_3 q$, &c. & per puncta omnia

q,

$q, 2q, 3q$ acta linea regularis $q, 2q, 3q$ secabit rectam TP in puncto P , a quo demittendum est perpendiculum PR . Q.E.F.

Trigonometricè sic. Assumatur linea novissimè inventa TP , & inde in triangulis TPR , TPS dabuntur perpendicula TR , SB , & in triangulo SBP latus SP & error $\frac{M^2 \times N}{OR^2} - SP$. Fac ut error iste puta D sit ad errorem novum puta E , ut error $2p2q \pm 3p3q$ ad errorem $2p3p$, vel error $2p2q \pm D$ ad errorem $2pP$; & error ille novus additus vel subductus longitudini TP dabit longitudinem correctam $TP \pm E$. Electio additionis vel subductions inspectione Schematis dirigitur. Si quando opus fuerit ulteriore correctione, operationem repeate.

Arithmeticè sic. Puta factum, sitque lineæ TP graphicè inventæ correcta longitudo $TP + e$: & correctæ longitudines linearum OR , BP & SP erunt $OR - \frac{TR}{TP}e$, $BP + e$ & $\sqrt{SP^2 + 2BPe + ee}$

$$= \frac{M^2 \times N}{OR^2 + \frac{2OR \times TR}{TP}e + \frac{TR^2}{TP^2}ee}. \text{ Unde per methodum}$$

serierum convergentium fit, $SP + \frac{BP}{SP}e + \frac{SB^2}{2SP^3}ee \&c.$

$$= \frac{M^2N}{OR^2} + \frac{2TR}{TP} \times \frac{M^2N}{OR^3}e + \frac{3TR^2}{TP^2} \times \frac{M^2N}{OR^4}ee \&c. \text{ Pro}$$

$$\text{datis } \frac{M^2N}{OR^2} - SP, \frac{2TR}{TP} \times \frac{M^2N}{OR^3} - \frac{BP}{SP}, \frac{3TR^2}{TP^2} \times \frac{M^2N}{OR^4}$$

$-\frac{SB^2}{2SP}$, scribe $F, \frac{F}{G}; \frac{F}{GH}$, & signis probe ob servatis fiet $F + \frac{F}{G}e + \frac{F}{GH}ee = o$, & $e + \frac{ee}{H} = -G$. Hinc, neglecto termino perexiguo $\frac{ee}{H}$, prodit $e = -G$. Si error $\frac{ee}{H}$ non est contemnendus, pone

$$-G - \frac{GG}{H} = e.$$

Et notâ quod his insinuatur Methodus generalis solvendi difficiliora Problemata tam Trigonometricè quam Arithmeticè absque perplexis illis computis & resolutionibus affectarum æquationum quæ hactenus in usu fuerunt.

LEMMA II.

Datas positione tres rectas quartâ secare, cuius partes interceptæ datam habeant proportionem ad invicem, quæque transeat per punctum quod in unâ earum datur.

Fig. 10.

Dentur positione AB , AC , BC , & in AC detur punctum D . Ipsi AB agatur parallela DG occurrens BC in G ; capiatur GF ad BG in datâ illâ ratione, & agatur FDE : Erit FD ad DE ut FG ad BG . Q. E. F.

Trigonometricè sic. In triangulo CGD dantur anguli & latus CD , & inde latera reliqua, & ex datis rationibus dantur lineæ GF & BE .

LEMMA III.

Ad datum tempus invenire & graphicè exponere motum horariorum Cometæ.

EX observationibus probæ fidei dentur tres Longitudines Cometæ. Sunto harum differentiæ ATR , RTB , & requiratur motus horarius ad tempus observationis longitudinis intermediæ TR . Ducatur (per Lemma ii.) recta ARB , cuius partes interceptæ AR , RB sint ut tempora inter observationes. Et si corpus tempore toto totam percurrat lineam AB uniformiter, & interea spectetur de loco T , is erit motus ejus apparet circa punctum R qui fuit Cometæ tempore observationis TR quamproximè.

Idem accuratius.

Dentur longitudines hinc inde magis distantes Ta , Tb , & (per Lemma ii.) ducatur aRb , cuius partes aR , Rb sint ut tempora inter observationes aTR , RTb . Secet hæc lineas

TA

TA, TB , in $D & E$; & quoniam error inclinatio-
nis $TR \alpha$ crescit quasi in duplicatâ ratione tem-
poris inter observationes, age FRG , eâ lege ut
vel angulus DRF ad angulum ARF , vel linea
 DF ad lineam AF sit in duplicatâ ratione tem-
poris totius inter observationes αTb ad tempus
totum inter observationes ATB , atque loco
lineæ AB superius inventæ usurpetur linea jam
inventa FG .

Convenit angulos $ATR, RTB, \alpha TA, BTb$
haud minores adhiberi quam decem vel quin-
decim graduum, ac tempora ipsis respondentia
haud majora quam dierum octo vel duodecim,
atque longitudines capi ubi Cometa celerrimè
movetur. Hoc enim pacto errores observatio-
num minorem habebunt rationem ad differentias
longitudinum.

L E M M A IV.

*Ad data tempora invenire longitudi-
nes Cometæ.*

FIT capiendo in linea FG distantias Rr ,
 $R\varrho$ temporibus proportionales, & ducen-
do lineas $Tr, T\varrho$. Operatio trigonometrica pa-
lam est.

L E M-

L E M M A V.

Invenire latitudines.

AD radios TF , TR , TG erigantur norma-
liter tangentes observatarum latitudinum
 Ff , RP , Gg . Ipsi fg parallela ducatur PH .
Huic occurrentia perpendiculara rp , $\epsilon\pi$, tangen-
tes erunt latitudinum quæsitarum ad radios
 Tr , $T\epsilon$.

P R O B L E M A I.

*Ex assumpta ratione velocitatis de-
terminare Trajectoriam Cometæ.*

Designent S Solem; t , T , γ loca tria æqui-
distantia Telluris in ipsius Orbitâ; p , P , π loca totidem respondentia Cometæ in ipsius Trajectoria, interpositis singula intervallis horæ unius; pr , PR , $\pi\epsilon$, perpendiculara demissa ad planum Eclipticæ, & $rR\epsilon$ vestigium Trajectoriæ in hoc plano. Jungantur Sp , SP , $S\pi$, SR , ST , tr , TR , $\gamma\epsilon$, TP , & coeant tr , $\gamma\epsilon$ in O : Converget TR ad idem O quampro-
ximè, error saltem contemnendus erit. Per Lem-

P.

mata.

mata præcedentia dantur anguli rOR , $RO\varrho$ & proportiones pr ad tr , PR ad TR , $\pi\varrho$ ad $\gamma\varrho$. Datur etiam figura $tT\gamma O$ magnitudine & positione, una cum distantiâ TS & angulis STR , PTR , STP . Assumamus velocitatem Cometæ in loco P esse ad velocitatem Planetæ gyrantis in circulo ad eandem a Sole distantiam SP , ut v ad 1, & determinanda erit linea $pP\pi$ hac lege, ut sit spatium a Cometâ duabus horis descriptum $p\pi$, ad spatium $v \times t\gamma$, hoc est ad spatium quod Tellus eodem tempore describit multiplicatum per numerum v , in dimidiatâ ratione distantiæ Telluris a Sole ST ad distantiam Cometæ a Sole SP ; utque sit spatium pP horâ primâ a Cometa descriptum ad spatium $P\pi$ horâ secundâ a Cometâ descriptum, ut velocitas in p ad velocitatem in P ; hoc est in dimidiatâ ratione distantiæ SP ad distantiam Sp , sive in ratione $2 SP$ ad $SP + Sp$. Minutias enim toto hoc opere negligo, quæ errorem sensibilem creare nequeunt.

Imprimis igitur ut in resolutione æquationum affectarum Mathematici primâ vice radicem conjecturâ colligunt, sic in hoc opere analyticō conjecturam faciendo assequor ut possim distantiam quæsitam TR , & (per Lemma ii) duco $r\varrho$, primū ita ut rR & $R\varrho$ æquentur, deinde (ubi proportio SP ad Sp hinc innotuerit)

rit) ita ut sit rR ad $R\varrho$, uti zSP ad $Sp + SP$, & invenio rationes linearum $p\pi$, $r\varrho$, & OR ad invicem. Ponatur esse M ad vxt^2 ut OR ad $p\pi$, & ob proportionalia $p\pi^2 : \overline{vxt^2} :: ST : SP$, erit ex æquo $OR^2 : M^2 :: ST : SP$ adeoque contentum Solidum $OR^2 \times SP$ æquale dato $M^2 \times ST$. Unde, si triangula STP , PTR , jam locentur in eodem plano, dabuntur TR , TP , SP , PR (per Lemma i.) Hæc omnia perago primum graphicè opere celeri & rudi, dein graphicè majori cum diligentia, ultimò per computationem numeralem. Tum denuò situm linearum $r\varrho$, $p\pi$, determino accuratissimè una cum nodis & inclinatione plani $Sp\pi$ ad planum Eclipticum, inque plano illo $Sp\pi$, (per Prop. xvi. Libri i. Princip. Math.) describo Trajectoriam in qua corpus movebitur emissum de dato loco P secundum datam rectam $p\pi$, eâ cum velocitate quæ sit ad velocitatem Telluris ut $p\pi$ ad vxt^2 .

Q.E.F.

PROBL EMA II.

*Assumptam velocitatis rationem &
inventam Trajectoriam corrigere.*

ADhibetur observatio Cometæ sub finem motus, aliave aliqua quam longissimè distans

stantes ab observationibus prius adhibitis, & radii qui in illâ observatione ad Cometam ducitur, planique $S p \pi$ queratur intersectio, ut & locus Cometæ in trajectoriâ ad tempus illius observationis. Si intersectio ista incidit in hunc locum, argumento est Trajectoriam rectè inventam esse. Sin minus, sumendus erit novus numerus v & trajectoria nova invenienda, dein locus Cometæ in hac Trajectoriâ tempore observationis illius probatoriax, & intersectio radii cum plano Trajectoriæ determinandi ut prius. Et ex variatione erroris collatâ cum variatione aliarum quantitatum colligetur per regulam auream quantæ debeant esse variationes seu correctiones illarum aliarum quantitatum, ut error evadat quam minimus. Quibus adhibitis correctionibus habebitur Trajectoria exactè satis, posito quòd computatio innixa fuit observationibus exactis, quòdque non multum erratum fuit in assumptione quantitatis v . Nam si multum erratum fuit, iterandum est opus eosque dum Trajectoria inveniatur exactè satis. Q.E.F.

F I N I S.

Pag. 89. In margine inscribatur. (Fig. 8.)

Fig. 2.

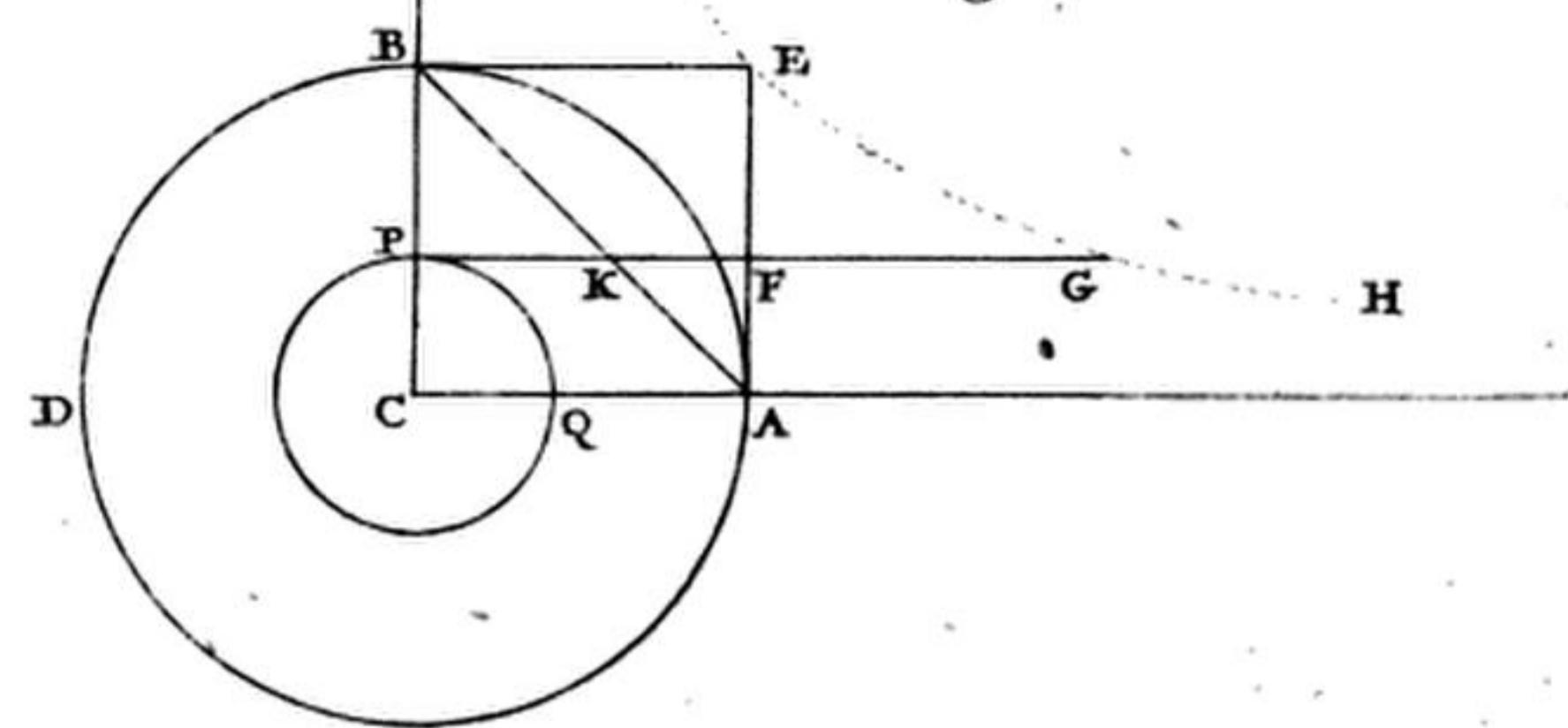


Fig. 3.

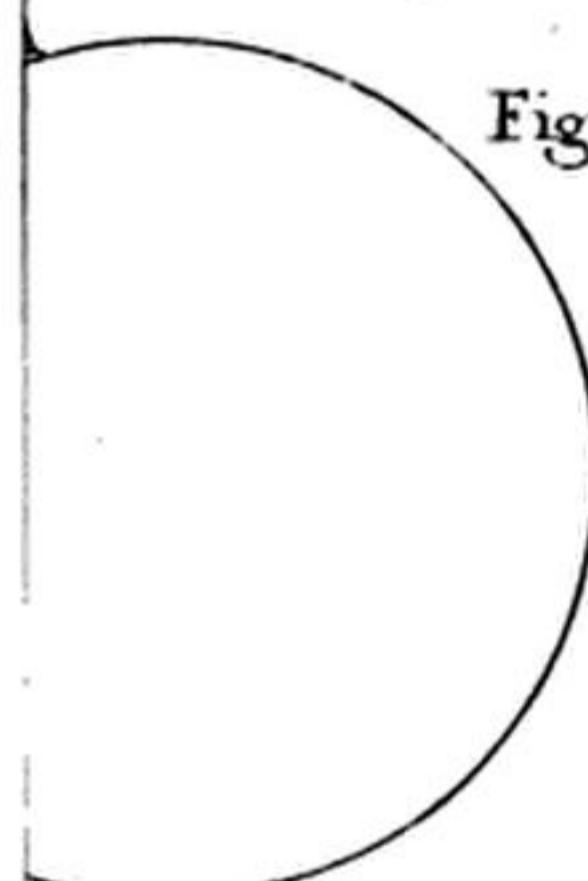


Fig. 5.

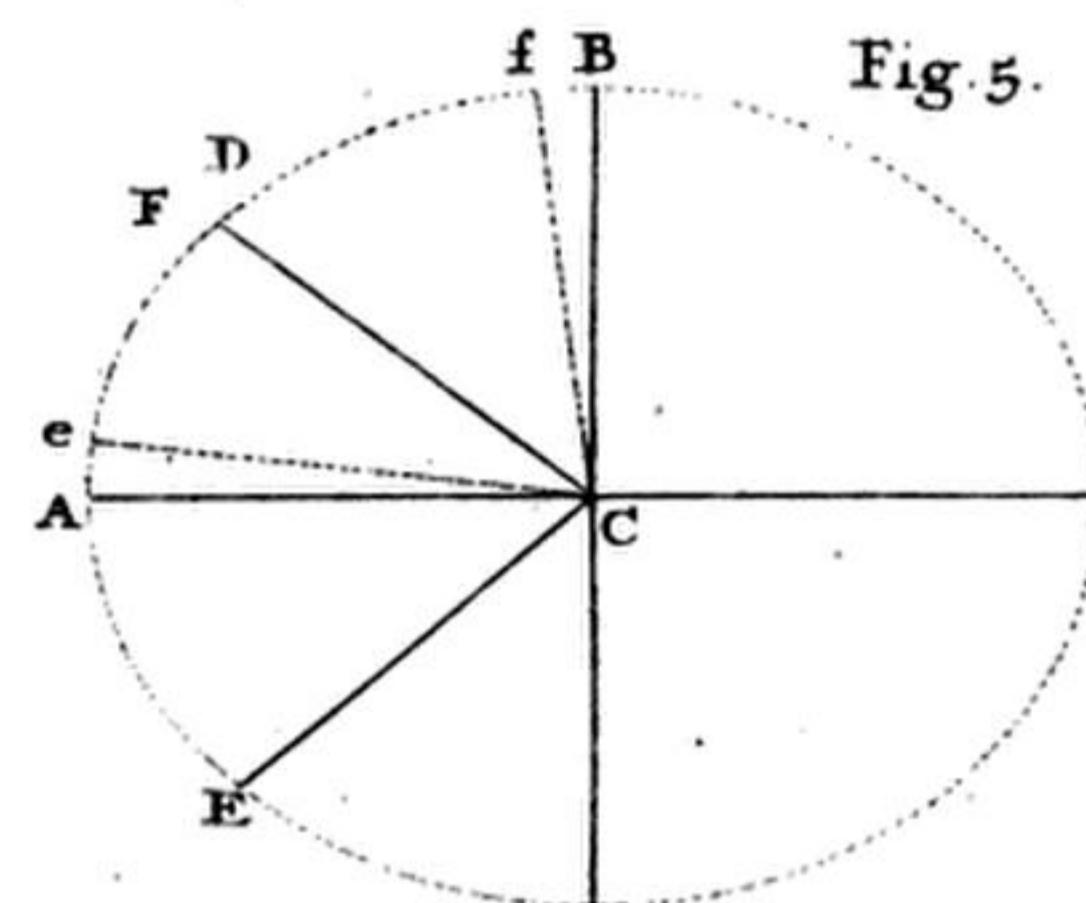
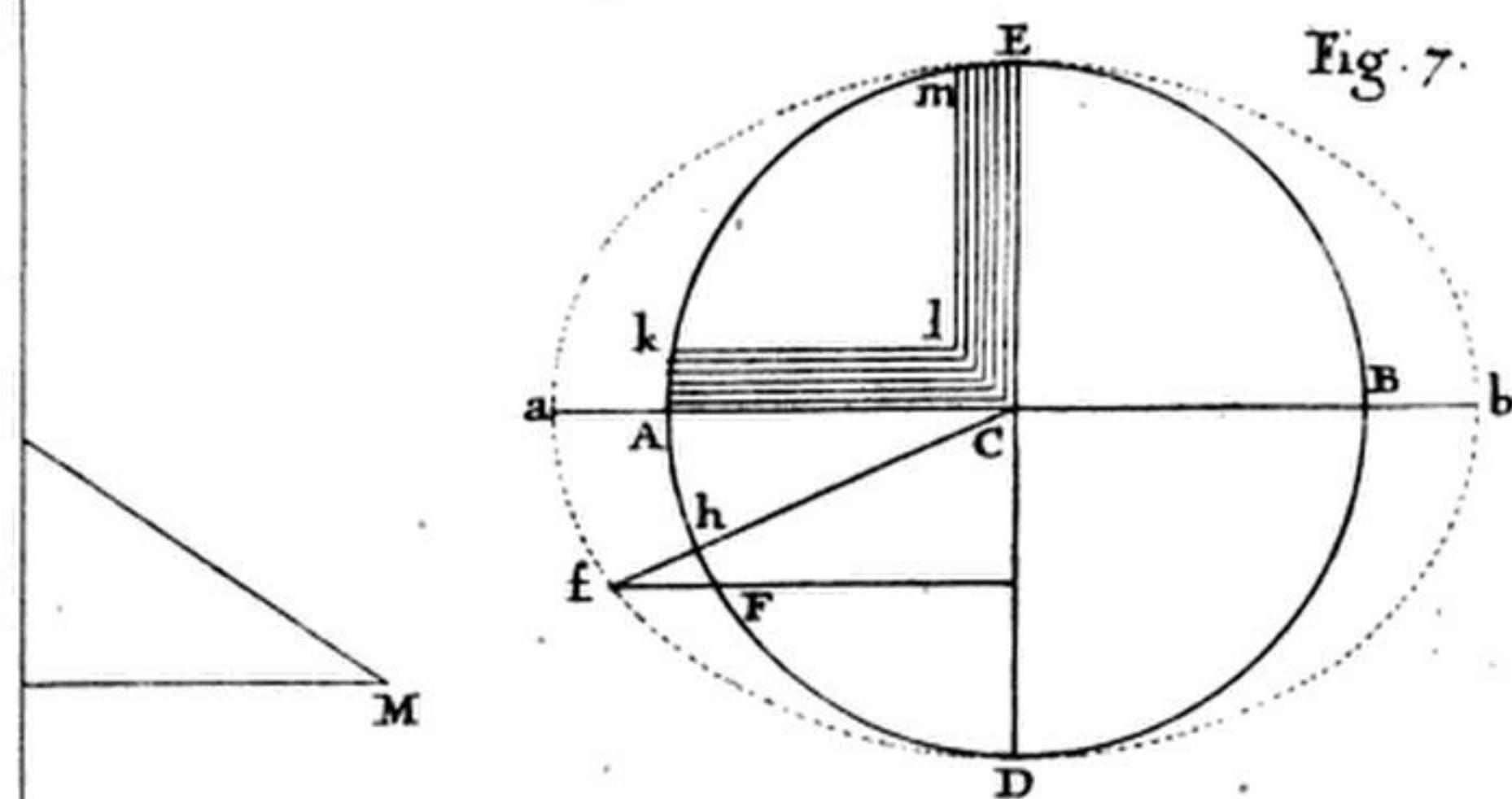


Fig. 7.



Österreichische Nationalbibliothek



+Z178655301

