Thomas Salwey L.L.D.
of Richard's-Castle
SALOP

JOANNIS KEILL, M. D.

Regiæ Soc. Lond. Socii, In Acad. Oxon. Astronomiæ Professoris Saviliani

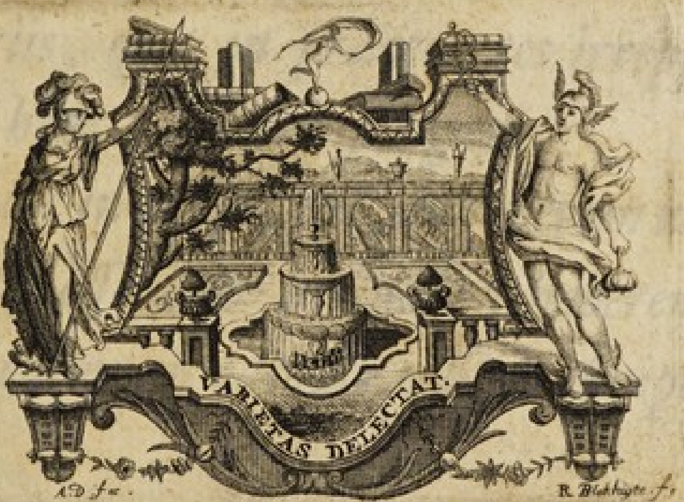
INTRODUCTIONES
AD VERAM
PHYSICAM
ET VERAM
ASTRONOMIAM.

Quibus accedunt

TRIGONOMETRIA.

DE VIRIBUS CENTRALIBUS.

DE LEGIBUS ATTRACTIONIS.



LUGDUNI BATAVORUM,
Apud JOH. ET HERM. VERBEEK. Bibliop.
MDCCXXV.

L. S.

Quam grata, quæ de Physica & Astronomia conscripsit, summo jure inter primos referendus Mathematicos, JOHANNES KEILL, *fuere Philosophis, variæ horum scriptorum testantur editiones.*

Ne hæc cæteris postponenda foret, schedas ab alio cum anterioribus editionibus collatas, & juxta hasce correctas, ipse cum cura examinavi, & variis, quæ in præcedentes irrepserant, mendis hanc editionem purgavi.

Laborem hunc in me suscepi, cum operum utilitas mihi nota esset, & persuasum haberem, Mathematici curam in edendis talibus scriptis desiderari.

Meam autem denegare nolui ſcriptis viri, quo mihi, dum in vivis eſſet, familiariter uti, & hîc & in Anglia contigit.

G. J. 's GRAVESANDE.

INTRODUCTIO
AD
VERAM PHYSICAM:
SEU
LECTIONES PHYSICÆ

Habitæ in Schola Naturalis Philoſophiæ Academiæ OXONIENSIS An. Dom. 1700.

Quibus accedunt Theorematum Hugenianorum de Vi Centrifuga & Motu Circulari demonſtrationes.

Authore

JOANNE KEILL, M. D.

Aſtronomiæ Profeſſore Saviliano. R. S. S.

NOBILISSIMO ET HONORATISSIMO

D^NO. D^NO. THOMÆ
COMITI
PENBROCHIÆ,
ET
MONTGOMERIÆ, &c.
Nobiliſſimi Ordinis Periſcelidis Equiti,

SUMMO

CLASSIUM BRITANNICARUM

PRÆFECTO.

TIBI, Vir Honoratiſſime, Exercitationes haſce deſtinantem, merito me deterreret Dignitatis Tuæ ſplendor & amplitudo, niſi illis aditum aperire præ ſe ferret ea, quam Tu foves & ornas, Philoſophia. Cum enim graviſſimis Reipublicæ negotiis ingenua literarum ſtudia admiſcere ſoleas, eum ad Te haud ægre ſines accedere, qui tantas quidem curas Tuas interpellare minime audet, otio tamen aliquid liberalis oblectamenti offerre magnopere cupit. Hoc enim cum paucis commune habes, ut idem & in literis optime verſatus ſis, & in Republica; idem tam philoſophorum ſcholis, quam Regum conciliis præeſſe merearis.

Dum

Dum itaque in idoneis consiliis adhibendis quam sapiens sis, Regum sapientissimus; in fœderibus sanciendis quam prudens sis, universa loquitur *Europa*; quam interim de literis meritus es laudem, ab Academico ne recuses.

Liceat etiam & nobis, Tibi de novissimis Tuis honoribus gratulari, liceat nobis cum patria una gaudere, id Tibi deferri munus, quod non modo virum in rebus gerendis fidum fortemque, sed reconditiore matheseos scientia optime instructum desiderat. Hisce studiis ita animum imbuisti Tuum, ut in Tuis manibus Præfectura Classium & Oceani Imperium, hoc est, populi *Anglicani* salus & tutela tuto possit deponi. Dum itaque eo in munere verseris, ut ejusmodi literaturæ sepositam olim apud Te supellectilem revisere denuo & in lucem proferre liceat; sinas Vir Nobilissime, ut hosce in re physica conatus mathematicis argumentis potissimum innixos, ad Te haud importunus deducam, qui quidem quocunque rationis pondere fulciri videantur, ad judicium Tuum non appellant, sed implorant Patrocinium.

Illustrissimæ Meritissimæque Dignitatis,

Nobilitatis, & Magnitudinis Tuæ

Oxoniæ,
Feb. 14. 1701.

Observantissimus Cultor

JO. KEILL.

PRÆFATIO.

QUAMVIS nunc dierum celebretur Philosophia Mechanica, & insignes in hoc ævo obtineat sui cultores; in plerisque tamen physicorum scriptis, vix quicquam mechanicæ præter ipsius nomen inveniri potest. In cujus locum substituunt philosophi corpusculorum quæ nunquam viderunt, figuras, vias, poros & interstitia, partium intestinum motum, pugnas & conflictus Alkali & Acidi, & quid boni malive exinde oritur ita ad amussim narrant, ut nihil in historia naturali præter fidem desideretur, quoties materiæ subtilis miracula prædicant; miracula dico, nam illud proculdubio miraculi instar est, quod contra passim notas naturæ leges, & stabilita mechanicæ principia evenit; qualia futura essent omnia naturæ phænomena, si à materia subtili & methodo operandi à Physicis tradita producerentur.

Ad ipsam naturam explicandam postulata adhibent quæ nec concedi possunt, nec intelligi; & quæ magis implicata sunt, quam illa ipsa phænomena quorum causas investigant. Quod si ipsis sua concedantur postulata, non tamen exinde orientur effectus isti, quorum rationes & origines se enucleasse gloriantur.

Ne vero quisquam hoc gratis & malevole à nobis dictum suspicetur, Theoriam illam, quam ad explicandam affectionem corporum terrestrium omnium maxime universalem condiderunt, examini subjiciamus; Gravitatem intelligo, quam ex legibus mechanicis per materiæ subtilis actionem se deduxisse maxime jactitant.

Cartesiani gravitatem ab actione materiæ cœlestis oriri volunt, quæ in vortice agitata circa terram defertur, & proinde quantum possit à terra recedit, & corpora terrestria minus agitata versus terram propellit. Vel, ut clarius recentiores mentem suam explicant, cum materia ætherea continuos circa terram gyros perficiat, corporum in circulo moventium ritu, co-

natum à centro motûs recedendi habebit, adeoque corpora terrestria minorem vim habentia versus centrum protrudet; ut aqua versus terram gravitans corpora minoris pro mole ponderis demersa sursum seu ad circumferentiam pellit.

Hæc utcunque speciosa prima facie videantur, si ad examen revoces, omnibus fere naturæ legibus adversari invenies. Nam primo Cartesiani postulant materiam ætheriam circa terram in circulis deferri; at qua ratione motus iste oriatur, aut quo pacto conservetur, æque arduum esset exponere, ac ipsius gravitatis rationem reddere: Qui igitur gravitatem exinde ortum suum ducere contendunt, ignotum per ignotius explicare suscipiunt; præsertim cum non pauca adduci possunt argumenta quibus istiusmodi rotatio penitus evertitur. Verum Cartesianis concedamus illud postulatum, & videamus utrum exinde sequetur quod volunt Phænomenon. Cum necesse sit ut vorticis terram circumrotantis velocitas ad terræ superficiem, sit æqualis ipsius terrenæ rotationis velocitati (nam si major esset, aliqua motus pars in terram impenderetur, quo fieret ut ipsius velocitas semper minueretur & terræ augeretur donec ad æqualitatem pervenirent,) unde ex notis Terræ magnitudine & tempore rotationis, dabitur spatium, quod corpus, urgente vi centrifuga materiæ cælestis, percurrere potest, in dato tempore; æquale scil. arcus interea descripti quadrato ad circuli diametrum applicato. Per Lem. 2. ad demonstrationes Theorematum Hugenii *de Vi Centrifuga & Motu Circulari. Ex quo principio si calculus ineatur, inveniretur spatium, tempore unius scrupuli secundi à corpore vi centrifugâ ætheris agitato percurrendum, non excedere pedem dimidium: Si igitur mechanicè produceretur effectus gravitatis, tempore unius scrupuli secundi gravia non ultra dimidium pedem descenderent: At gravia in motu suo deorsum pedes 15 in eo tempore percurrunt; adeoque si hoc modo æther gravitatis causa esset, contra mechanicæ leges ageret, efficiendo ut corpus per pedes 15. in scrupulo secundo descendat.*

Ut hujus objectionis vim effugiant, supponunt materiæ ætheræ vertiginem

nem vertigine terræ multo celeriorem. Quod licet fieri non possit, illud tamen si denuo iis concedamus, nec inde sequetur mechanica gravitatis actio. Nam cum materia vorticis semper defertur in circulis æquatori parallelis, & virium centrifugarum directiones secundum lineas in planis horum circulorum jacentes semper fiant, oportet ut corpora omnia in hisce planis descendant, & perpendiculariter ad axem, non ad ipsam terram tendant. Si igitur materia subtilis mechanice ageret, corpora ad axem rectà pelleret; unde cum secundum hos Theoristas ad centrum terræ tendere cogit, effectum à veris mechanicæ legibus abhorrentem producit.

Ut hanc difficultatem tollant, ulterius supponunt materiam ætheriam non in circulis æquatori parallelis, sed in magnis sphæræ circulis deferri: At quo pacto hoc concipi possit, plane nescio; cum enim quivis circulus maximus alios omnes infinitos bis secet, oportet ut motus particulæ cujusvis ab aliis infinitis secundum diversas vias pergentibus impediatur, atque tandem motus ejus sistatur, si primò in omnes partes æqualis impressa fuerit motus quantitas; vel ut ultima in circulis parallelis omnis deferatur, si major fuit ab initio motus versus unam partem quam aliam. Quin & illud etiam quæri potest, unde fit ut materia ætherea in superficie sphæræ extimæ moveatur; cum vim centrifugam habeat, videtur ipsam debere inde recedere; quid igitur est quod ipsam inhibeat? Dicunt alia corpora ambientia materiam in extima superficie coarctare & ejus recessum impedire. Cum autem oporteat ut materia hæc alia corpora ipsam ambientia premat, necesse est ut motum ipsis communicet; & hæc corpora aliis ipsa ambientibus motum pariter impriment, atque sic in infinitum propagabitur motus materiæ subtilis, unde necesse est ut celeritas ipsius paulatim languescat.

Aliæ quam plurimæ difficultates, mechanicas hasce gravitatis explicationes urgent, quarum unam ad omnes istiusmodi ipsius Theorias se extendentem libet proponere. Scilicet si corpus deorsum à materia subtili, quovis modo pellatur, vis qua pellitur necessario erit ut numerus particularum, quibus simul agentibus versus terram truditur: Sed numerus parti-

cu-

cularum est ut corporis superficies; quare erit vis quâ corpus deorsum premitur ut ejusdem superficies, & non ut ipsius quantitas materiæ, quod experientiæ contradicit. Nec minus cæteras plerasque omnes, quas de aliis rebus condunt hypotheses, si ad examen reducantur, naturæ legibus repugnantes inveniemus.

Omnes errores ex hoc fonte promanasse videntur, quod homines ignari Geometriæ philosophari ausi sunt, & rerum naturalium causas reddere. Quid enim aliud præter hallucinationes ab iis exspectandum, qui Geometriam totius physicæ fundamentum neglexerunt; & ignotis naturæ viribus per Geometriam tantum æstimandis, ipsius tamen operationes, methodo regulis mechanicis minime congruâ explicare sunt agressi?

Inter hujusmodi philosophos Cartesius *agmen ducit, qui etiamsi Geometra fuerit insignis, ignavo tamen & desidi ut placeret philosophantium populo, nullum Geometriæ usum in philosophia adhibuit: Et quamvis profiteatur se omnia mechanice per materiam & motum explicaturum, Philosophiam tamen excogitavit, quæ à veris Mechanicæ legibus tantum abhorret quantum quæ longissime. Illius sectæ nomina dant, quicunque recte, hoc est Geometrice, philosophandi laborem refugiunt: Magna equidem turba per orbem terrarum longe lateque diffusa.*

At licet tanta philosophantium pars umbram philosophiæ, non ipsam substantiam amplexa sit; non tamen desunt (nec ut spero unquam deerunt) qui in veris naturæ legibus perscrutandis, & rerum causis per principia mechanica exinde investigandis, haud inanem posuerunt operam.

Inter antiquos physicos præcipue eminuit Divinus Archimedes, *qui præter illa Geometrica sui monumenta, Mechanicæ & Staticæ principia duobus libris* De Æquiponderantibus *&* De Humido Insidentibus *nobis demonstrata reliquit. Post hunc per longam annorum seriem delituit mechanica philosophia, nec nisi paucis quibusdam accuratioris ingenii viris exculta est. Inter quos* Rogerus Bacon Oxoniensis *&* Hieronymus Cardanus *meritò nominandi sunt. Tandem sub initio seculi ultimo elapsi, nobilis*

bilis ille Lynceus philoſophus Galileus, *clave Geometrica rurſus reſeratis naturæ clauſtris, novam condidit de Motu ſcientiam, & methodum monſtravit, qua rerum cauſæ mechanicæ ſint indagandæ. Ejus veſtigiis inſiſtentes, inſignes viri* Torricellius & Paſchalius *philoſophiam novis ſpeculationibus adauxerunt. Poſtquam vero à duobus potentiſſimis Regibus, ſocietates* Londinenſis & Pariſienſis *ad philoſophiam excolendam inſtitutæ fuerint, miris inventis ampliata eſt rerum naturalium ſcientia, non iis ſolum quæ in nuda ſpeculatione verſantur, ſed aliis quamplurimis quæ hominum utilitatibus inſerviunt. Arduum eſſet negotium innumera illa recenſere beneficia, quæ ex utriuſque ſocietatis laboribus humano generi provenerunt: Nec facile eſt oſtendere, quantum debebit omnis poſteritas illuſtris* Hugenii *Geometricis de motu Pendulorum demonſtrationibus, aut egregiis nobilis* Boylei *experimentis, quibus ille admiranda plurima retegit naturæ arcana.* Walliſii *Geometriam de Motu, Opus in ſuo genere perfectiſſimum, grato animo revolvent ſeri nepotes. Non ulterius torquebunt philoſophos fluviorum & ventorum cauſæ ab acutiſſimo Geometra* Halleio *in Actis Philoſoph. traditæ, ante ipſum fruſtra tentatæ.*

Ad aliorum erga rempublicam philoſophicam merita commemoranda pergerem, niſi circa Newtoni *præclara inventa non ſubſiſtere nefas ducerem, cujus ſagaciſſimum ingenium plura & abſtruſiora patefecit naturæ myſteria quam ſperare mortalibus fas erat; cumque illius inventa intra anguſtos hujus præfatiunculæ limites non ſunt coarctanda, ſufficiat hoc ſolum indicaſſe; quod quæcunque Patres noſtri ab omni temporum memoria de philoſophia mechanica nobis tradiderunt; ea ne ad decimam eorum aſſurgunt partem, quæ proprio Marte, per ſummam in Geometria peritiam, adinvenit* Newtonus. *Quam facile autem ad rerum à nobis longe diſſitarum affectiones explicandas, Planetarum ſcil. motus ipſorumque inæqualitates, adhiberi poſſint principia Mechanica, nuper literato orbi innotuit per Elementa Aſtronomiæ Phyſicæ & Geometricæ à* D. Gregorio *Aſtronomiæ Profeſſore Saviliano Edita: Opus cum Sole & Luna duraturum.*

Cum vero talis ſit philoſophiæ mechanicæ ſtatus, ut nulla alia ratione quam per Geometriam aditus ad ipſam pateat; id a me efflagitabant amici mei ut ipſius principia faciliora à primis tantum Geometriæ Elementis pendentia, & quæ exinde fluunt phænomena, Juventuti Academicæ exponenda ſuſciperem; quod etiam à me non iniquo jure poſtulavit Vir Clariſſimus & omni literarum genere ornatus Dominus Thomas Millington *Eques M. D. Philoſophiæ Naturalis in hac Academia Profeſſor* Sidleianus, *& Collegii Medicorum apud* Londinenſes *Præſes, cum me ad munus hoc obeundum in ſcholis publicis ſuffecit. Illius conſilio ſequentes in Academia lectiones habui: In quibus id præcipue mihi curæ fuit, ut diſcentium conceptus de generalibus corporum affectionibus rite & diſtincte formarentur; ab obſcuris enim & falſis de rebus ideis, omnes in re phyſica errores originem ducunt; ideoque corporis extenſionem, ſoliditatem, & diviſibilitatem à pleriſque ſatis obſcure traditas, quantum potui, dilucide expoſui: Deinde motus naturam & proprietates, ab omnibus præterquam quibuſdam philoſophis ſatis clare concipiendas, explicui, & leges naturæ exinde deduxi; vim gravitatis ſeu pondera corporum quantitatibus materiæ in iiſdem proportionalia eſſe, & principium quo per machinas magna pondera elevantur oſtendi. Motus deinde leges, & cauſam accelerationis gravium ab iiſdem pendentem, & qua proportione creſcunt vel decreſcunt ſpatia à gravibus pro variis temporum intervallis percurſa monſtravi. Hiſce ſuccedunt regulæ congreſſuum tam in corporibus duris quam elaſticis, & modus quo ictus magnitudo æſtimanda eſt: Quibus adjunxi motuum compoſitiones & reſolutiones, & alia quædam Theoremata, quorum haud exiguus eſt in philoſophia uſus: Et ut ulterius videant philoſophi, quouſque ſe extendat in ſcientia rerum naturalium Geometriæ etiam elementaris uſus, pulcherrima illa* Hugenii *Theoremata de Vi Centrifuga & Motu Circulari ex Elementis demonſtravi.*

INTRO-

INTRODUCTIO AD VERAM PHYSICAM.

Lectio I.

De Methodo Philoſophandi.

QUandoquidem Muneris Noſtri inſtitutum poſtulat, ut coram vobis, Academici, corporum naturas & affectiones explicandas ſuſcipiamus, neceſſarium duximus, priuſquam rem ipſam aggrediamur, quædam, de Phyſicorum ſectis, principiis, & methodis præfari; eamque rationi exponere, quam amplexuri ſumus in ſcientia corporum naturalium inveſtiganda.

Philoſophorum, qui de rebus phyſicis ſcripſerunt, quatuor præ cæteris genera inclaruerunt. Primum eſt eorum, qui rerum naturas per numerorum & figurarum Geometricarum proprietates illuſtrarunt, dicam? An occulerunt? Quales ſcil. fuere Pythagorici & Platonici, quippe qui dogmata ſua temere in profanum vulgus effundere non ſuſtinuerunt, ideoque larvis & Hieroglyphicis ex Geometria & Arithmetica petitis Phyſicam ſuam velarunt, nec quiſquam eorum diſcipulus, niſi poſt plures exactos probationis annos, ad veram Phyſicam atque arcanam illorum Philoſophiam perdiſcendam admiſſus fuit. Quamvis hoc modo ſua Philoſophiæ dignitas conſervata fuerit; peſſime tamen nobis horum Philoſophorum poſteris conſultum eſt; exinde enim adeo larvata atque tenebris involuta ad noſtras pervenere manus eorum dogmata, ut, quales fuerint veræ de rebus atque rerum naturis ſententiæ, parum conſtet: quantumvis autem obſcuram accepimus hujus ſectæ Philoſophiam, certius tamen ex ea liquet Philoſophos illos Geometriam & Arithmeticam ad ſolvenda naturæ phænomena neceſſarias duxiſſe, atque in hunc finem eas adhibuiſſe.

Secunda Phyſicorum gens à Schola Peripatetica originem duxit; hæc ſecta per materiam & formas, privationes, virtutes elementares, qualitates occultas, Sympathias & Antipathias, facultates, attractiones & id genus alia, Phyſicam ſuam explicavit. Verum, ut opinor, hujus nominis philoſophi non tam rerum cauſas indagaſſe viſi ſunt, quam idonea rebus ipſis impoſuiſſe nomina, atque terminos adinveniſſe, quibus Actiones naturales rite deſignare poſſumus.

Tertium Philoſophantium genus per experimenta procedit, atque in id ſolum incumbit, ut corporis cujuſque proprietates, & actiones omnes, per ſenſuum repræſentamina nobis innoteſcant. Hujus ſectæ laboribus haud exigua debet philoſophia incrementa; plura fortaſſe exinde receptura, ſi methodi experimentalis ſectatores nullas ſibi ipſis finxiſſent Theorias, ad quas confirmandas experimenta ſua peſſime detorſerunt.

Quarta denique Phyſicorum claſſis Mechanica dici ſolet, & qui huic ſectæ nomina dant, omnia naturæ phænomena, per materiam & motum, partium figuram atque texturam, particulas ſubtiles, atque effluviorum actiones, ſe poſſe enodare putant, atque horum operationes ſecundum notas atque ſtabilitas mechanicæ leges fieri contendunt.

Ex variis hiſce philoſophandi methodis, uti nulla eſt in qua omnia placent, ita in omnibus quædam probare poſſumus; quocirca ut delectus habeatur oportet, ea eligendo quæ uſui maxime futura ſunt, & rationem ex hiſce omnibus compoſitam ſequendo.

Et primo, cum antiquis Pythagoricis & Platonicis, Geometriam & Arithmeticam, tanquam artes ad rite philoſophandum neceſſarias, in auxilium accerſemus, ſine quibus parum admodum certi de cauſis naturalibus conſtabit. Cum enim omnis actio phyſica à motu dependeat, aut ſaltem non fiat abſque motu, motûs quantitas & proportio, corporum motorum magnitudines, figuræ, numerus, colliſiones, & vires ad alia corpora movenda, inveſtiganda erunt. Verum

hæc

hæc omnia, niſi ex notâ quantitatis & proportionis natura, determinari non poſſunt: adeoque opus erit iis artibus, quæ harum proprietates demonſtrant: & proinde Geometria & Arithmetica neceſſariæ ad rite philoſophandum cenſendæ ſunt.

Secundo cum Peripateticis non verebimur uſurpare terminos Qualitatis, Facultatis, Attractionis, & ſimilium; non quod his vocibus veram cauſam ſeu rationem phyſicam, & modum actionis definimus, ſed quia actiones hæ poſſunt intendi & remitti; adeoque cum illâ qualitatum proprietate gaudeant, jure poſſunt earum titulo inſigniri, & ſub hoc nomine, virium ſeu intenſionis & remiſſionis rationes expendi poſſunt. *v. g.* poſſumus gravitatem qualitatem dicere, qua corpora omnia deorſum feruntur, ſive ejus cauſa à virtute corporis centralis oriatur, ſive ſit corporibus innata, ſeu ab actione ætheris vi centrifuga agitati & altiora petentis procedat; ſive demum alio quocunque producatur modo. Sic etiam corporum conatus ad ſe mutuo accedendi Attractiones vocabimus, qua voce non determinamus actionis iſtius cauſam, ſive fiat ab actione corporum vel ſe mutuo petentium, vel per effluvia emiſſa ſe invicem agitantium, ſeu ab actione ætheris, aut aëris, aut medii cujuſcunque corpora innatantia ad ſe invicem utcunque impellentis, poſſumus, inquam, has actiones illis vocibus denotare. Et ſi veræ illarum cauſæ nos lateant, quidni etiam qualitates occultæ dici mereantur? Eodem ſane jure, quo in æquatione Algebraica incognitas quantitates literis x vel y deſignamus, & methodo haud multum abſimili, harum qualitatum intenſiones & remiſſiones, quæ ex poſitis quibuſcunque conditionibus ſequuntur, inveſtigari poſſunt. Libet hanc rem exemplo illuſtrare.

Utcunque ignota ſit qualitatum natura, utcunque nos lateat operandi modus, poſſumus tamen de earum intenſione & remiſſione ſequens demonſtrare Theorema; ſcil. quod Qualitas ſeu virtus omnis, quæ undique à centro per rectas lineas propagatur, remittitur in ratione diſtantiæ duplicata.

TAB. I. fig. I. Sit A punctum, à quo undique diffunditur qualitas quæcunque, secundum rectas A B, A C, A D, & cæteras innumeras per totum spatium indefinite protensas. Dico intensionem istius qualitatis decrescere in ratione ejus, qua crescunt distantiæ, duplicatâ; seu quod idem est, intensionem ejus in distantia æquali ipsi A B esse ad illius intensionem in distantia æquali rectæ A E, reciproce in duplicata ratione distantiæ A B ad distantiam A E, hoc est, ut quadratum ipsius A E ad quadratum ipsius A B. Cum ex hypothesi qualitas per rectas lineas undique in orbem propagatur, erit ejus intensio, in quavis à centro distantia, spissitudini radiorum in ea distantiâ proportionalis; per radios hîc intelligimus vias rectilineas per quas diffunditur qualitas; at radii, qui ad distantiam A B diffunduntur per superficiem sphæricam B C D H, ad distantiam A E per totam superficiem sphæricam E F G K sese dispergunt; sed datorum radiorum spissitudines sunt reciproce ut spatia quæ ab iis occupantur; nempe si superficies E F G K sit dupla B C D H, erunt radii ad superficiem B C D H duplo confertiores, quàm iidem radii sunt ad superficiem E F G K, & si superficies E F G K sit tripla superficiei B C D H, erunt quoque radii ad superficiem B C D H triplo densiores quàm iidem radii sunt ad superficiem E F G K: & universaliter quamcunque proportionem habet superficies E F G K ad superficiem B C D H, eandem habebit reciproce densitas radiorum ad superficiem B C D H, ad densitatem eorundem ad superficiem E F G K. Sed ut constat ex *Archimedis libris de sphæra & cylindro*, superficies sphæricæ sunt in duplicata ratione diametrorum vel semidiametrorum; est igitur spissitudo seu densitas radiorum per quos propagatur qualitas ad distantiam æqualem distantiæ A B, ad eorundem densitatem in distantia æquali A E, reciproce in duplicata ratione semidiametri seu distantiæ A B ad semidiametrum seu distantiam A E. Sed ut hactenus dictum est, intensio qualitatis in quavis data distantia est semper ut spissitudo radiorum per quos propagatur in ea distantia; quare erit etiam intensio qualitatis ad distantiam æqualem ipsi A B ad ejusdem intensionem ad distantiam æqualem ipsi A E, reciproce in duplicata ratione diſtantiæ A B ad diſtantiam A E.

Theorema hoc univerſaliter demonſtravimus, quæcunque ſit Qualitatis natura, modo ſecundum rectas lineas agat; atque hinc ſequitur luminis, caloris, frigoris, odorum, & iſtiuſmodi qualitatum intenſiones eſſe reciproce ut quadrata diſtantiarum à puncto unde procedant. Hinc etiam comparari inter ſe poſſunt actiones Solis in diverſos Planetas, ſed hæc non ſunt præſentis inſtituti.

Poſt notas virium rationes in datis conditionibus ſeu ſuppoſitionibus, conferendæ ſunt rationes illæ cum naturæ phænomenis, ut innoteſcat quænam virium conditiones ſingulis corporum generibus competant. Verum ut hoc fiat, plurima in ſubſidium advocanda ſunt experimenta, qualia ſcilicet tertiæ ſectæ Philoſophi nobis tradiderunt: haud ſine cautela tamen illa adhibenda ſunt, quæ non niſi à *Theoriſta* aliquo ad ſuam probandam hypotheſin adducuntur; novimus enim hoc hominum genus, quam impenſe ſuis faveant Theoriis, quam vellent eſſe veras, quam facile vel alios decipiant, vel ſeipſos in experimentis perficiendis decipi patiantur; quæ autem ab omnibus afferuntur, quæ quotieſcunque tentata ſuccedunt, ea tanquam indubitata principiorum ſeu axiomatum loco habebimus, ſimpliciſſimis tamen & monſtratu facillimis plus eſt fidendum, quam magis compoſitis & exploratu difficilioribus.

Denique, Academici, cum antiquis Atomiſtis, & novæ philoſophiæ ſectatoribus, experiemur, quæ & qualia phænomena per materiam & motum, & notas atque ſtabilitas Mechanicæ leges explicari poſſunt.

Ut vero tutius in hoc negotio progrediamur, & quantum poſſumus erroris periculum evitemus, ſequentes regulas nobiſmet obſervandas proponimus. Primo, ſecundum Geometrarum methodum Definitiones ad rerum notitiam neceſſariæ ponendæ ſunt: Nolim tamen ut à me exſpectetis definitiones Logicas ex genere & differentia conſtantes, vel eas quæ intimam rei definitæ eſſentiam & ultimam cauſam prodant: Has aliis diſputandas relinquo. Ut ingenue fa-

tear

tear ignorantiam, me latent intimæ rerum naturæ & causæ; quicquid mihi de corporibus eorumque actionibus compertum est, illud vel à sensibus hausi, vel ex aliqua eorum proprietate mihi per sensus notâ, deduxi. Sufficiat ergo, si loco istiusmodi definitionis (quam afferunt Logici) descriptionem adhibeamus; qua scilicet res descripta clare & distincte concipiatur, & ab omni alia discernatur. Res igitur per proprietates definiemus, unam aliquam simplicem assumendo, vel etiam plures, quas experientiâ rebus ipsis competere certissime novimus, atque ex illis, alias earundem proprietates methodo geometrica deducemus. Contra hanc regulam peccant plerique Philosophiæ novæ magistri, qui res definiunt non quidem per proprietates rebus ipsis certo competentes, sed per essentias & naturas quas inesse rebus supponunt. Supponunt quidem, at minime interim constat an quales illi definiunt naturas rebus ipsis revera insint, *e. g.* Cartesiani dicunt fluidum esse, cujus partes in continuo motu versantur; verum nec sensu, nec experientiâ, nec ratione proditum est, talem esse fluidi naturam: imo, quod illi afferunt argumentum ad hypothesin suam stabiliendam, hoc ipsum demonstratione Geometrica evertemus. Volunt enim corporis in fluido moventis minorem esse resistentiam, si partes fluidi motu intestino cieantur, quam si nullus talis adesset fluidi motus; cujus contrarium, cum de fluidorum resistentia agetur, demonstrabimus.

Quanto rectius philosophiæ Mathematicæ scriptores, qui ex notissima fluidi proprietate illius desumunt definitionem: fluidum dicunt esse corpus cujus partes vi cuicunque illatæ cedunt, & cedendo facile moventur inter se: ex qua definitione pulcherrima condunt Theoremata ad usus humanos maxime accommoda, cum interea philosophi Cartesiani nihil certum aut solidum, nedum utile, ex sua protulerunt.

2*do*. In veritate physica investiganda, utile erit conditiones solum primo positas considerare, & ab omnibus aliis interea temporis abstrahere. Mens enim humana, finita cum sit, si nimia rerum multitudine implicita distrahatur, parum habilis ad Theoremata detegenda reddetur. Hanc regulam

gulam obſervant ſcriptores Mechanici in ſpatiis comparandis à duobus mobilibus percurſis: corpora enim mota in illo caſu tanquam puncta conſiderant, ab illorum magnitudine, figura, & colore abſtrahentes, quæ longitudinem percurſam nullo modo variant.

3*tio*. Neceſſe erit à ſimpliciſſimis caſibus ordiri, atque illis ſemel ſtabilitis, exinde ad magis compoſitos progredi licebit; ſic iidem Mechanici corporum motus in vacuo ſeu medio non reſiſtente fieri ſupponunt, atque motus legibus in illo caſu indagatis, exinde ad medii reſiſtentiæ leges inveſtigandas procedunt, & quales mutationes ex eâ corporibus motis oriri debeant, deinde contemplantur. Quo vero minus corporum motibus reſiſtit medium, eo minus recedunt corporum in eo medio motorum leges à legibus prius inventis. Sic etiam in Hydroſtatica, ſupponitur nullam eſſe fluidi tenacitatem, ſeu partium cohærentiam, ſed eas poſſe minima qualibet vi à ſe invicem divelli; ex qua ſuppoſitione corporum demerſorum preſſiones & poſitiones determinantur. Verum fortaſſe nullum eſt in natura fluidum, cujus partes omni cohæſione deſtituuntur, adeoque variatio, ſeu à legibus prius inventis diſcrepantia inveſtiganda erit; & ſi parva admodum ſit partium cohærentia, parva erit etiam & vix ſenſibilis à prædictis legibus diſcrepantia.

Contra hanc methodi legem peccant plerique *Theoriſtæ*, qui, primis & ſimplicioribus Mechanicæ philoſophiæ neglectis vel non ſatis intellectis principiis, ardua & difficillima problemata ſtatim aggrediuntur, & quo pacto mundus aut planeta aut animal fabricari poſſint, temerario auſu oſtendere conantur; quibuſdam in Geometria ſciolis haud abſimiles, qui cum elementa Geometriæ vix primis labiis tetigerunt, Quadraturam circuli, anguli Triſectionem per rectas lineas & circulares, Cubi Duplicationem & id genus alia ſtatim adoriuntur. Ita noſtri Theoriſtæ, haud bene jactis fundamentis, inſanum exſtruunt ædificium; unde nil mirum erit, ſi tantæ molis opus ſtatim collabatur, haud ſine ingenti fabricantium dedecore. At rite philoſophantibus alia tentanda eſt via, alia progrediendum eſt methodo, &

quamvis nec Mundum , nec Terram , nec alium quemvis Planetam condituri sunt, efficere tamen possunt, ut Philosophiæ Mechanicæ principia & fundamenta firmiter stabiliantur, &, quæ exinde consequi possint phænomena, explicentur.

Lectio II.
De Corporis Soliditate & Extensione.

Corporis definitionem non hic afferemus ex ejus intima natura seu essentia desumptam, qualem non satis perspectam habemus; nec fortasse ad ejus cognitionem unquam sumus perventuri: verum secundum regulam in priore lectione nobis propositam, per notas quasdam illius proprietates, illud ab omni alio entis genere distinguendo, definiemus: idque *Corpus* dicimus *quod extensum est, solidum & mobile.*

Nemo, ut opinor, adeo hebeti est ingenio, quin facile percipiat omnis corporis finiti aliquos esse terminos, quos superficies vocamus, harumque unam aliquam ab opposita distare: quin & hujus rursus superficiei, (cum infinita non sit) dantur extrema, quæ lineas dicimus, quarum necesse est aliquam esse à se invicem distantiam. Etiam & harum linearum erunt aliqui termini, quos puncta nominamus, inter quæ denique aliquod intervallum poni oportet: Ex hisce omnibus distantiis simul junctis, claram extensionis in trinam dimensionem ideam percipimus. Etenim distantia inter duas oppositas ejusdem corporis superficies, illius crassities seu profunditas dicitur; distantia inter binas oppositas ejusdem superficiei lineas, latitudo vocatur; & distantia inter utramque lineæ extremitatem, corporis longitudo nominari potest. Nullum est corpus cui trina hæc dimensio non congruit, & quantulumcunque corpus esse supponamus, necesse tamen erit ut crassitiem, latitudinem & longitudinem habeat: quod autem in corpore est, hisce omnibus destitutum, illud non corpus, sed punctum est, nec ipsa magnitudo sed magnitudinis initium aut finis.

Soli-

Soliditas eſt ea corporis proprietas, per quam omnibus aliis corporibus undequaque prementibus reſiſtit, & quamdiu aliquem occupat locum, alia corpora omnia, quantacunque cum vi illud urgeant, in eundem intrare prohibet. Sic *v. g.* ſi corpus aliquod intra manus teneatur, quantumvis magna vi prematur, manus tamen ad mutuos contactus pervenire non patietur.

Hæc eſt illa proprietas, quam plerique Peripatetici Impenetrabilitatem vocant, qua ſcil. duo corpora non poſſunt eſſe ſimul in eodem loco, vel ſe mutuo penetrare; ego tamen cum illuſtri hujus ætatis Philoſopho, ſoliditatem malui appellare. Hæc etiam proprietas ita omnibus corporibus eſſentialis videtur, ut nihil aliud in rerum natura ſit, cui ea competere poſſit: Etſi enim dantur aliæ magnitudinis ſpecies, ſola tamen magnitudo corporea ſoliditatem admittit; reliqua quanta, vel etiam non quanta ſeu puncta, poſſunt ſeſe mutuo penetrare, uniri, & in eodem eſſe loco: quippe ſi duo globi ſibi mutuo occurrant, in concurſu punctum unius unietur cum puncto alterius, ſeu congruent vel in eodem erunt ſpatii puncto. Similiter ſi ſint duo cubi æquales, poteſt eorum unus ſuper alterum imponi, ita ut duæ eorum ſuperficies quadratæ congruant, latera nempe unius quadrati cum alterius quadrati lateribus coincident; & anguli unius cum alterius angulis unientur, quæ proinde quantitates ſeſe penetrabunt & in eodem erunt loco, quod ut ipſis contingat corporibus impoſſibile eſt.

Hinc facile perſpicitis, Academici, quam diverſo ſenſu *Soliditatis* vocem uſurpamus, ab eo qui apud Geometras habetur, qui ſolida ſeſe mutuo penetrare poſſe, ſupponunt; *v. g.* cum demonſtrat Euclides (Elemento undecimo) duo ſolida parallelepipeda ſuper eadem baſi, inter eadem parallela plana conſtituta, eſſe inter ſe æqualia; cum autem duo diverſa parallelepida ſic conſtituta ſeſe penetrare neceſſe eſt, liquet Geometras ſua ſolida tanquam penetrabilia ſupponere. Soliditatis igitur vocem, diverſo prorſus ſenſu accipiunt Geometræ, quam Philoſophi, nec ſua ſolida magnitudini penetrabili opponunt, ſed planæ ſeu ſuperficiebus, angulis planis, & lineis; omne enim illud apud eos ſolidum eſt, quod trina dimenſione conſtat.

At alterius generis eſt corporum ſoliditas, quam ut ad corpora ſolummodo pertinere diximus, ita etiam omnibus corporum generibus ineſt, ſive fluida ſint ſive dura, ſive firma & fixa ſint, ſeu facile mobilia & ictui cedentia, ſeu gravia admodum ſint, ſive parum habeant ponderis vel ſi omnino levia fuerint, ſi modo talia darentur corpora: non enim minus prohibet duorum quorumvis corporum contactum gutta aquæ, vel aëris particula inter duo illa corpora immota manens, quam duriſſimum ferrum aut adamas.

Per hanc denique proprietatem, diſtinguitur corpus ab alio extenſionis genere, quod penetrabile concipimus, & *Spatium* vocamus, in quo omnia corpora locari & moveri cernimus, illud ipſum ut immobile ſpectantes.

Carteſiani, qui corpus per ejus naturam (quam in ſola extenſione conſiſtere volunt) definiunt, nullum agnoſcunt ſpatium, ſeu extenſum, quod non ſit corporeum: verum cum nos ſpatii ideam, à corporis idea diſtinctam habemus, vel ſaltem nos habere imaginamur; peccant contra bonæ methodi leges, qui corporis naturam ſeu eſſentiam intimam, in aliquo ejus attributo ponunt, quod an illi ſoli competat non certe conſtat.

At dicunt Carteſiani Corporis naturam in alio nullo illius attributo conſiſtere poſſe, cum nec durities, nec colores, nec pondus, nec figuræ, nec ſapores, nec quælibet iſtiuſmodi qualitatum ſenſum afficientium, illius eſſentiam conſtituere poſſunt. Omnia quippe hæc attributa poſſunt à corpore tolli, integra tamen manente corporis natura; ſublata tamen extenſione, ſtatim tolletur Ens corporeum, adeoque in ſola extenſione corporis naturam ſitam eſſe neceſſe eſt.

Hoc eſt ipſius Carteſii argumentum, philoſopho prorſus indignum: nihil enim exinde ſequitur, niſi quod ſenſibiles illæ, quas affert, qualitates non ſunt de eſſentia corporis, extenſionem tamen eſſe attributum corpori neceſſarium & *eſſentiale.* At quid inde? poteſtne unum univerſale attributum

butum duabus diverſis rerum ſpeciebus convenire? An neceſſe eſt ut res omnes, quæ idem habent attributum, eandem habeant etiam naturam & eſſentiam? Si verum hoc ſit, nulla erit rerum diſtinctio, nulla diverſitas. Quamvis igitur ſpatium & corpus, unum & idem habeant eſſentiale attributum utrique commune, ſunt tamen res omnino diverſæ; & alia dantur etiam eſſentialia attributa, ſingulis propria, per quæ ſatis diſtinguuntur.

In primis ſupra deſcripta ſoliditas ſolis corporibus propria eſt, & illis omnibus ita eſſentialis, ut eam ab iis ne vel cogitatione divellere poſſis, quin ſimul ſuſtuleris ipſam, quam aſſumpſiſti, corporis ideam; adeoque ſi in uno aliquo attributo, corporis eſſentia & intima natura ponenda ſit, multo potiore jure hanc ſibi vindicabit ſoliditas quam extenſio; præſertim cum aliud videtur eſſe entis genus à corpore diverſum, quod ſpatium dicimus, cui etiam congruit extenſio; ſaltem contrarium nondum conſtat.

Præterea, hujus ſpatii ideam à corporis idea omnino diſtinctam habemus; utrumque vindicare videtur attributa non diverſa ſolum & ſibi propria, ſed ita contraria ut impoſſibile ſit, illa tanquam uni & eidem inhærentia ſubjecto concipere: Corpus nempe, tanquam ſolidum ſeu impenetrabile, mobile, & diviſibile apprehendimus, cujus partes disjungi, ſeparari, & ad quamlibet à ſe invicem diſtantiam poni poſſunt. Poteſt unum corpus alteri corpori moventi obſtare; poteſt ipſius motum ſiſtere, vel ſaltem diminuere; poteſt etiam corpus alteri quieſcenti, vel minori cum vi ad eandem vel contrarias partes moventi, motum ſuum communicare, atque illud ſecum abripere.

E contra, Spatium concipimus, tanquam illud in quo corpus omne locatur, ſeu ſuum habet *Ubi*; quod omnino penetrabile ſit, omnia in ſe recipiens corpora, nec ullius rei refugiens ingreſſum; quod immobiliter fixum eſt, nullius actionis, formæ, ſeu qualitatis capax; cujus partes à ſe invicem ſeparari nulla vi poſſunt, ſed ſpatium ipſum immobile manens, mobilium ſucceſſiones excipit, motuum velocitatem determinat, & rerum diſtantias metitur: hæc ſpatii & corporis tam diſſona & repugnantia attributa eidem ſubjecto competere impoſſibile eſt.

Reſpondebunt forte Carteſiani, ideam illam, qualem nos dedimus ſpatii à corpore diſtincti, imaginariam prorſus eſſe & chimæricam, cui ſcil. aliquid ſimile, in rerum natura, nullâ potentiâ exiſtere poteſt. Verum contra Carteſianos in promptu eſt demonſtrare, revera dari ſpatium à corpore diſtinctum, vel ſpatium & corpus non eſſe prorſus idem: ſed primo advertendum eſt, nos realem ſpatii corporis vacui exiſtentiam in hoc loco non eſſe evicturos; illud in alia lectione præſtandum erit: ſufficiet in præſentia illius poſſibilitatem adſtruere.

Ponamus ergo vas quodcunque, & aëre primo repleatur, deinde exhauriatur intra vas contentus aër, vel per divinam potentiam annihiletur, & omne aliud corpus in illius locum ingredi prohibeatur; quæro jam an in tali rerum conditione, ſpatium futurum ſit à corporibus vacuum? Corpus omne quod in vaſe continebatur, deſtructum eſt, omnis alterius corporis ingreſſus prohibetur, & vas ſuam figuram conſervare ſupponitur, certe neceſſarium eſſe videtur, ut Vacuum ſeu ſpatium corpore non repletum detur: Reſpondent Carteſiani hiſce ſuppoſitis, vaſis latera corruitura, & ad ſe invicem neceſſario acceſſura. At cum ſecundum ipſos Carteſianos nullum corpus poteſt ſeipſum movere, cumque ex hypotheſi, nullum aliud eſt corpus quod vaſis latera ad ſe invicem pellat, nullus etiam ſequetur eorum ad ſe invicem acceſſus, dicent forſan aërem undequaque diffuſum & vaſis latera circumcirca prementem, iſtius motus cauſam fore. Verum cum preſſio aëris ſit vis finita, talis poteſt eſſe vaſis firmitas, quæ iſti preſſioni æquipollere poſſit, adeoque vas ſuam conſervabit figuram: ſed demus illis vaſis latera corruitura, quæro quodnam corpus in illorum locum ſucceſſurum erit? (reſpondebunt) aër; quodnam corpus locum ab eo aëre derelictum poſſidebit? Alius (fortaſſe dicent) aër ſucceſſurus erit; at tandem ſubſiſtere oportet, & ad corpus aliquod pervenire neceſſe eſt, in cujus locum nullum

lum aliud corpus ingreditur; absurdum enim est dari progressum in infinitum: Vacuum igitur in illo casu necessario dabitur.

Sed & alia invicta demonstratione ex Geometria petita, spatii corporis vacui possibilem saltem existentiam ostendemus: ad quod præstandum præmittimus duo sequentia effata tanquam axiomata a nemine philosophorum in dubium vocanda. Primum est, quod corpus nullum, aut nulla materiæ pars, alterius corporis existentiâ indigeat, ad suam existentiam, *v. g.* Potest sphæra existere sive aliud quodcunque corpus existat aut non existat; hoc ex natura substantiæ clare sequitur. *2do.* Potest corpus aliquod, saltem si durum sit, suam conservare figuram, si nulla sint corpora externa, vel nulla agentia quæ ei mutationem inferre conantur. Certe agnoscendum est, Deum posse corpus quodlibet in eodem statu atque situ conservare, & quæcunque extrinsecus accidant, potest nihilominus figura corporis immutata manere.

Cum igitur sphæra una vel etiam plures possunt existere, nullis aliis existentibus corporibus; ponamus omnia alia corpora à Deo annihilari, præter duas sphæras; vel potius fingamus omnem materiam mundanam in duas sphæras coacervari, quæ exponantur per duos circulos, quorum centra sint A & B, cumque supponitur nullum aliud existere corpus, possunt corpora illa sphærica suam conservare figuram, cum nullum ponitur agens externum quod figuram sphæricam destruat vel mutet: duæ igitur illæ sphæræ, vel contiguæ sunt vel disjunctæ: Disjunctæ si sint, erit spatium aliquod intermedium, nullo corpore repletum; adeoque omne spatium non erit corpus. Si vero sphæræ sese mutuo tangant; illas sphæras in unico puncto sese tangere necesse est, per demonstrata in Elementis; inter alia igitur sphærarum puncta est aliqua distantia, hoc est spatium aliquod interjacebit. Sumantur enim duo quæcunque extra contactum puncta puta D & E, si inter illa nullum interveniat spatium, hoc est nulla distantia, sphæræ illæ in eisdem punctis sese contingent, quod est impossibile.

TAB. I. fig. 2.

Vel

Vel ulterius ſic oſtenſive demonſtrari poteſt ſpatium ab omni corpore vacuum. Ponamus duas ſphæras, in quibus omnis materia mundana cumulari ſupponitur, eſſe æquales; in utraque accommodentur rectæ C D, C E ſemidiametro utriuſvis ſphæræ æquales, jungatur D E; erit hæc recta ſemidiametro ſphæræ æqualis, ducantur enim A D, B E, & quia in triangulis æquilateris A C D, B C E anguli A C D, B C E ſunt utervis duorum rectorum pars tertia, erit angulus D C E duorum rectorum etiam pars tertia, omnes enim anguli ad punctum C conſtituunt duos rectos; unde cum D C, C E æquales ſunt, erunt anguli C D E & C E D etiam æquales, & ſimul ſumpti conficient duorum rectorum duas partes tertias; quare utervis erit duorum rectorum una pars tertia, æquiangulum igitur erit triangulum D C E; adeoque erit D E æqualis ſemidiametro utriuſvis ſphæræ, nec in hoc caſu major vel minor eſſe poteſt. Similiter inter alia quæcunque ſphærarum puncta, extra contactum ad C, erit diſtantia quædam ad ſphærarum diametrum determinabilem habens rationem, adeoque erit inter eas ſphæras ſpatium certum & determinatum, nullo corpore repletum; verum in eo ſpatio poteſt admitti corpus, cujus dimenſiones dictis congruunt diſtantiis, quod vero majores habet dimenſiones, nullâ potentiâ poteſt in prædicto ſpatio locari; unde cum proprietates tales prædicto ſpatio demonſtrative congruant, & nemine cogitante poteſt tale ſpatium revera exiſtere, clare ſequitur contra Carteſianos, ideam quam de ſpatio habemus non eſſe Chimæricam aut imaginariam; quod enim Chimæricum eſt, nullam habere poteſt extra intellectum exiſtentiam.

Statuendum igitur eſt revera eſſe ſpatium ab omni corpore diſtinctum; quod ſit quaſi vas univerſale intra quod omnia corpora continentur & moventur. At qualis ſit hujus ſpatii natura, num ſit quid poſitivum, actu per ſe extenſum, & reali dimenſione præditum; ſive ejus extenſio oriatur ex relatione corporum in eo exiſtentium, adeo ut ſit mera capacitas, *ponibilitas*, ſeu *interponibilitas*, ut nonnullis loqui placet, & in eadem entium claſſe ponendum, qua mobili-

tas

tas & contiguitas; Sive ſpatium noſtrum ſit ipſa divina immenſitas, quæ eſt per omnia & in omnibus, ſive ſit creatum aut increatum, finitum vel infinitum, à Deo dependens vel independens, hic non diſquiremus; hæc omnia Metaphyſicis diſputanda relinquimus. Noſtro negotio ſufficiet quaſdam illius proprietates expoſuiſſe, & ejus diſtinctionem ſeu naturam à corporis natura diverſam adſtruxiſſe & demonſtraſſe; qui plura velit, Philoſophos conſulat.

Lectio III.

De Magnitudinum Diviſibilitate.

Quamvis, Academici, ſpatium à corpore realiter diſtinctum eſſe plurimis demonſtrari poteſt argumentis, & hactenus quædam attulimus quæ inſolubilia eſſe videntur; in eo tamen conveniunt ambo, quod extenſio univerſale ſit attributum ad utrumque neceſſario & eſſentialiter pertinens. Priusquam igitur ulterius progrediamur, non à re alienum erit, generalem quandam extenſionis affectionem, illius nempe diviſibilitatem exponere.

Hæc extenſionis proprietas omni magnitudinis ſpeciei, tam lineis quam ſuperficiebus, tam ſpatio quam corpori competit, & neceſſario ineſt. Per diviſibilitatem autem non hic loci intelligimus actualem partium à ſe invicem ſeparationem, quæ motum ſupponit, qualem quidem ſpatii natura non admittit, nec talem ſeparationem demonſtrationes ex Geometria accerſitæ probant; verum noſtra, quam hic evincere conabimur, diviſibilitas, eſt ſolum magnitudinis cujuſvis in ſuas partes reſolutio, ſeu earum diſtinctio & aſſignabilitas, *v.g.* Cum docet Euclides, in propoſitione nona Elementi primi, angulum quemvis rectilineum bifariam ſecare, non in ea methodum oſtendit, qua una anguli pars media ab altera divulſa recedat, & ad datam ab eâ diſtantiam ponatur, ſed methodum tantum tradit qua linea ducatur, ita angulum in duos alios angulos dividens, ut qui ab una iſtius lineæ parte jacet angulus, æqualis ſit ei qui ad alteram partem exiſtit: Sic etiam cum, in propoſitione ſequenti, docet rectam quamvis biſecare, docet tantum aſſignare punctum medium datam rectam in duas partes æquales dirimens, quod ſit utriuſque partis communis terminus, ubi ſcilicet deſinit una partium æqualium, & incipit altera. Hæc magnitudinis in partes reſolutio ita ei intima & eſſentialis eſt, ut illud quod partes non habet, ſcil. punctum, non magnitudo, ſed magnitudinis initium dicatur vel finis; nec magnitudo quævis ex punctis poteſt conflari, licet numero infinitis; omnis verò magnitudo non ex punctis, ſed partibus, aliis nempe ejuſdem generis magnitudinibus componitur, quarum unaquæque ex aliis etiam conflatur partibus, & rurſus quælibet harum partium alias adhuc in ſe continet partes, & ſic in infinitum: nec unquam ad magnitudinem tam parvam pervenire poſſumus, quin adhuc in plures dividi poſſit partes, nullumque datur in quacunque magnitudinis ſpecie abſolutè minimum, ſed quicquid dividitur, dividitur in partes adhuc etiam diviſibiles. Hæc ſemper ulterior materiæ in partes reſolutio, illius *Diviſibilitas in infinitum* à philoſophis nuncupatur; & recte ſane, cum nulla aſſignari poteſt quantitas materiæ adeo minuta, & numerus finitus adeo magnus, quin numerus partium eam quantitatem componentium, in quas ſcil. reſolvi poteſt illa quantitas, major ſit numero illo utcunque magno; nam *illud infinitum vocamus quod omni finito majus eſt.*

Quoniam autem infinita hæc materiæ diviſibilitas rationibus ex Geometria petitis demonſtranda ſit, & cum hodie exſtent quidam Philoſophi, qui Geometriam ex Phyſica exulare cupiunt, eo quod ipſi Divinæ illius Scientiæ imperiti ſint; & dum inter doctiſſimos haberi ſatagunt, nullum non movent lapidem, quo harum demonſtrationum vim irrito utcunque convellant conatu; neceſſe erit, priuſquam argumenta noſtra Geometrica proferamus, eorum vim ſtabilire, & objectionibus quibuſdam reſpondere.

Cum itaque, inter hujus generis Philoſophos, emineat Vir Clar. *Joannes Baptiſta Du Hamel*, Philoſophiæ *Burgun-*

gundicæ ſcriptor, libet illius ſententiam ſuper hac re proferre. Dicit igitur Hypotheſes Geometricas nec veras eſſe nec poſſibiles, cum ſcil. nec puncta, nec lineæ, nec ſuperficies, prout à Geometris concipiuntur, vere in rerum natura exiſtant; adeoque demonſtrationes, quæ ex his afferuntur, ad res actu exiſtentes applicari non poſſe, cum ſcil. nihil eorum vere exiſtit niſi in ideis noſtris: jubet igitur Geometras ſibi ſuas ſervare demonſtrationes, nec eas ad phyſicam transferre, quæ non lucem, ſed majores huic ſcientiæ offundant tenebras.

Miror ego hujus viri alias doctiſſimi in hacce re imperitiam; potuit ſane eodem jure ſuppoſitiones etiam quaſcunque phyſicas ſuſtuliſſe, cum hypotheſes Geometricæ æquè certæ & æquè poſſibiles ſunt & reales, ac illæ ſunt quas phyſicas dicit: imo ſi exiſtat corpus, neceſſario etiam exiſtent vera puncta, veræ lineæ, & veræ ſuperficies, prout à Geometris concipiuntur; quod facile oſtendemus. Nam ſi detur corpus, illud cum infinitum non ſit, ſuos habebit terminos; corporis vero termini ſunt ſuperficies, & termini illi nullam habent profunditatem; ſi enim haberent, eo ipſo quod profunditatem haberent corpora eſſent, haberentque illa corpora alios rurſus terminos qui ſuperficies eſſent, adeoque eſſet ſuperficiei ſuperficies. Vel igitur ſuperficies illa omni deſtituta eſt profunditate, vel etiam profunditatem habebit: Si prius, habemus quod petimus; ſin poſterius, ad aliam rurſus pervenimus ſuperficiem; atque ſic progrederemur in infinitum, quod eſt abſurdum: quare dicendum eſt terminos illos omni profunditate privari, ac proinde veræ erunt ſuperficies, & prout à Geometris concipiuntur abſque profunditate, ſeu quæ longitudinem & latitudinem tantum habent ad ſuam eſſentiam conſtituendam.

Rurſus, cum ſuperficies illa infinita non eſt, ſuis etiam claudetur terminis; termini vero illi lineæ dicuntur, quæ revera nullam habent latitudinem, aliàs enim ſuperficies eſſent, & ſuos etiam haberent terminos, quos ſaltem concipere oportet omni latitudine deſtitutos; non enim (ut prius dictum est) dari potest progressus in infinitum, unde sequitur dari lineas, quæ sunt tantum longæ absque omni latitudine: eodem prorsus modo & lineis sui etiam competunt termini, qui puncta vocantur, quibus nec longitudo, nec latitudo, nec profunditas convenit. Quare si corpus existere supponatur, necessario tam superficies, quam lineæ & puncta Geometrica, non tantum ut possibilia, sed etiam ut verè existentia ponentur.

Sed respondebunt puncta illa, lineas & superficies non esse materialia. Quid inde? Quis unquam dixit punctum Mathematicum materiam esse? Quis superficiem materialem agnoscit? Si materialis esset, suam haberet etiam superficiem sive terminum: superficiei autem superficiem quis unquam imaginatus est? Verum etiamsi nec superficies, nec lineæ, nec puncta sunt ipsa materia, in ea tamen existunt vel existere possunt, tanquam illius modi, termini seu accidentia; eodem prorsus modo, quo figura non est ipsum corpus, sed ejus tantum affectio, qua corpus sub datis terminis comprehenditur, habetque hæc proprietates reales à corporis proprietatibus omnino distinctas.

Sed rursus objiciunt nostri ἀγεωμέτρητοι Philosophi, nullam esse in rerum natura superficiem perfecte planam, nullum corpus perfecte sphæricum, quale sibi fingunt Geometræ, nec curvam ullam perfecte circularem. At quo pacto hoc illis innotuit? An omnia viderunt quotquot sunt in mundo corpora, & per microscopia ea contemplati sunt? Dicent fortasse, corporum superficies planas vel sphæricas esse non posse, quia in harum figurarum naturis est contradictio quædam & impossibilitas. At, ut contradictionem ostendant velim; corpus omne aliqua saltem figura terminari necesse est; superficies planæ vel sphæricæ sunt omnium conceptu facillimæ & simplicissimæ: Qualis igitur est in illis repugnantia, ut impossibile sit corpus sub istiusmodi superficiebus comprehendi? Credo neminem esse, qui Geometriam vel primis labiis tetigerit, quin harum figurarum naturam & proprietates magis perspectas habeat, & plures earum affectiones nôrit, quam omnes istiusmodi Philosophi intelligunt,

gunt, vel fortaſſe unquam ſunt intellecturi: At horum nemo talem deprehendit in hiſce figuris repugnantiam; nullus Geometra iſtiuſmodi contradictiones in figurarum naturis unquam ſuſpicatus eſt: è contra, harum poſſibilitatem evincunt tot pulchræ earum proprietates à Geometris detectæ atque demonſtratæ; nam rei impoſſibilis nulla eſt vera proprietas, nulla demonſtratio. Reſtat igitur, ut has figuras tanquam poſſibiles agnoſcant; & ſi poſſibiles ſunt, poteſt Deus corpora iſtiuſmodi ſuperficies habentia è materiâ formare. Ponamus igitur duo corpora, quorum unum planis, alterum ſphæricâ terminatur ſuperficie; ſi igitur corpus ſphæricum ſuper plano conſtituatur, illud vere continget: at continget in unico tantum & indiviſibili puncto, ſeu in puncto quod partes non habet, (per Cor. Prop. 2. El. 3tii) & proinde erit in illo caſu verum punctum. Sed ulterius, ponamus corpus ſphæricum ſuper plana ſuperficie moveri, ſeu progredi abſque omni circa axem aliquem rotatione, ita ſcil. ut punctum ſphæræ planum contingens ſemper in eodem plano inveniatur; eritque via, quam punctum illud motu ſuo deſcribit, linea vere mathematica abſque omni latitudine: & ſi quidem ſit via breviſſima inter duo quælibet puncta in illo plano, orietur ex motu illo linea recta, ſin alias, curva vel ex pluribus rectis compoſita, vel partim ex his partim ex illis conflata. Puncta igitur, lineæ, & ſuperficies, prout à Geometris concipiuntur vel finguntur, ſunt poſſibilia, quod oſtendi oportebat. Aliis etiam innumeris modis poteſt eorum poſſibilitas demonſtrari, verum piget hiſce ineptiis diutius immorari. Hoc tantum libet admonere, quod inter duo quælibet duorum corporum puncta, erit diſtantia data & determinata; *v. g.* inter Solis & ſtellæ fixæ centra, eſt determinata diſtantia, quæ per rectam lineam menſuratur duo illa puncta interjacentem; quæ erit omnium linearum quæ à puncto uno ad alterum duci poſſunt, breviſſima, & minimo tempore data velocitate peragranda; hæc inquam diſtantia eadem manet, qualiſcunque futura ſit corporis intermedii figura, ſive planis claudatur, ſive ſphæricis contineatur ſuperficiebus, ſive demum abſit omne corpus medium, & nihil interſit præter ſpatium; eadem manebit linea magnitudine & poſitione, quamdiu corporum centra immota manent.

Stabilitis jam principiis, ad propoſitum redeo, ut ſcil. demonſtretur extenſionem omnem, tam corpoream, quam incorpoream, in infinitum eſſe diviſibilem, ſeu partes habere numero infinitas; quod pluribus invictis rationibus probare conabimur. Prima ſit hæc; exponatur linea quævis A B; dico illam diviſibilem eſſe in partes numero omni finito numero dato majores.

TAB. I. *fig.* 3. Ducatur per A recta quævis A C, & huic per punctum B parallela ducatur B D, & in A C capiatur punctum quodvis C. Si igitur recta A B non eſt diviſibilis in infinitum partium numerum, diviſibilis tantum erit in numerum partium finitum; ſit ille numerus qualiſcunque *v. g.* ſenarius: In linea B D ad partes puncto C oppoſitas capiantur quotcunque puncta plura quam ſex *v. g.* puncta E, F, G, H, I, K, L, & ducantur per poſtulatum primum *Euclidis* C E, C F, C G, C H, C I, C K, C L: hæ ductæ divident rectam A B in tot partes quot ſunt rectæ: ſi enim non divident, ergo plures rectæ in uno aliquo puncto rectam A B interſecabunt; ſed omnes ſe interſecant in communi puncto C, quare duæ aliquæ rectæ ſeſe bis ſecabunt, & proinde vel ſpatium comprehendent, vel habebunt idem ſegmentum commune: quorum utrumque eſt contra axiomata in Elementis poſita. Dividitur igitur A B in tot partes diverſas, quot ſunt rectæ; ſed tot ſunt rectæ, quot puncta in recta B D ſumpta fuerint: quare cum ſumpta fuerint plura puncta quam ſex, erit linea A B in plures partes quam ſex diviſibilis. Eodem modo, quantumvis magnus ponatur numerus, oſtendi poteſt lineam A B eſſe diviſibilem in partes numero majores illo numero, majorem ſcil. aſſumendo in recta B D punctorum numerum (quod facile fieri poteſt, cum nullus ſit numerus finitus ita magnus, quin major ſumi poſſit, ideoque in data quavis ratione majoris inæqualitatis) atque ducendo rectas à puncto C ad puncta in recta B D aſſumpta; hæ quippe rectæ rectam A B divident in tot partes, quot ſunt rectæ, adeoque in plures

par-

partes quam numerus primo positus, qui (utcunque magnus sit) constat unitatibus; erit itaque recta A B divisibilis in plures partes quam per ullum numerum finitum exprimi potest, adeoque erit divisibilis in infinitum: Q. E. D.

Argumentum secundum. Exponatur recta quæcunque A B, dico illam divisibilem esse in infinitas numero partes; si enim non est divisibilis in partes numero infinitas, divisibilis erit in partes numero finitas; sit ille numerus quivis *v. g.* quinarius; ducatur recta quævis A K angulum utcunque cum A B continens, in eaque, quantum opus est producta, capiantur quot volueris puncta plura quam quinque: sint *v. g.* C, D, E, F, G, H, K; jungatur K B; perque puncta C, D, E, F, G, H ducantur rectæ ipsi K B parallelæ, divident hæ necessario rectam A B in tot partes quot sunt rectæ: si enim non dividant, ergo plures rectæ in uno puncto concurrent: at non concurrent, cum parallelæ ponantur, quare unaquæque recta in diverso puncto rectam A B intersecabit, & omnes in tot partes rectam A B divident, quot sunt rectæ parallelæ ductæ. At ductæ sunt plures quam quinque, ergo divisa erit recta A B in plures partes quam quinque: idem de alio quovis numero dicendum erit. Quare nullus est numerus tam magnus, quin numerus partium, in quas recta A B est divisibilis, erit illo numero major, adeoque recta A B est divisibilis in infinitum. TAB. I. *fig.* 4.

3*tio*. Si quantitas non est divisibilis in infinitum, divisibilis erit in partes ulterius non divisibiles; at nulla est pars quæ ulterius dividi non potest: quia nulla datur quantitas tam parva, quin adhuc minor accipi possit, idque in data ratione minoris inæqualitatis. Sit enim recta A B, & ejus pars quantumvis parva sit A C, dico ipsâ A C minorem lineam accipi posse, in ratione quacunque minoris inæqualitatis, *v. g.* ut unum ad tria. Ducatur à puncto A recta quævis A D, inque ea capiantur rectæ A E, E F, F G æquales: jungatur G C & per E agatur E H ipsi G C parallela, erit recta A H ipsius A C pars tertia: demonstratio constat ex *nona propositione Elementi sexti*. Adeoque recta A C non erit minima quæ accipi potest. Idem de alia quavis recta demonstrari TAB. I. *fig.* 5.

potest,

poteſt, ac proinde nulla eſt in natura quantitas minima.

Præterea, ſi quantitas ex indiviſibilibus componeretur, multa exinde ſequerentur abſurda; ſint enim *v. g.* duo circuli A B C D, E F G H concentrici, dividaturque circumferentia major in partes ſuas indiviſibiles, & ducantur à centro Q ad ſingulas haſce partes rectæ, Q O M, Q P N quæ circumferentiam utramque in æquales numero partes divident, & circumferentia major A B C D in partes ſuas minimas diviſa erit; quare & circumferentia minor E F G tot partibus minimis ſeu indiviſibilibus conſtabit, quot conſtat A B C circumferentia: adeoque cum indiviſibile indiviſibili æquale ſit, erit circumferentia E F G H æqualis circumferentiæ A B C D; minor majori: quod fieri non poteſt.

TAB. I. *fig.* 6.

Ultimo, ex hac quantitatis ex indiviſibilibus compoſitione ſequitur nullas dari magnitudines incommenſurabiles, contra quod à Geometris paſſim demonſtratur. Nam ſi magnitudo omnis ex indiviſibilibus conſtaret, indiviſibile illud eſſet omnium magnitudinum ejuſdem generis adæquata & communis menſura: in omnibus enim aliquoties exacte continebitur, adeoque omnes magnitudines communem menſuram habebunt, & latus quadrati illius diagonio eſſet commenſurabile; contra *ultimam Propoſitionem Elementi decimi.*

Innumeræ aliæ poſſunt adduci demonſtrationes, quibus continui infinita diviſibilitas oſtendatur, & indiviſibilium hypotheſis funditus evertatur. Sed quid opus eſt pluribus? Cum hactenus allata argumenta non minorem habeant vim ad aſſenſum cogendum, quam demonſtratio quævis in Elementis *Euclidis*; imo impoſſibile eſt ut ea convellantur, quin ſimul Geometriæ fundamenta corruant; quæ tamen nulla unquam ætas, nulla Philoſophorum hæreſis labefactare poterit.

Ut igitur argumentorum vim devitent Philoſophi, diſtinguunt inter corpus Mathematicum & corpus Phyſicum; Corpus ſcil. Mathematicum diviſibile eſſe in infinitum, demonſtrationum vi coacti, lubenter agnoſcunt; at Corpus Phyſicum in partes ulterius diviſibiles ſemper reſolvi poſſe negant. Sed quid quæſo eſt corpus mathematicum, niſi quid-

dam

dam in trinam dimenſionem extenſum? Nonne corpori mathematico competit diviſibilitas eo quod extenſum eſt? At eodem etiam modo extenditur corpus Phyſicum; quare cum diviſibilitas ab ipſius extenſionis natura & eſſentia dependeat, & inde ortum ſuum trahat, illam omnibus extenſis tam Phyſicis quam Mathematicis convenire neceſſe erit. Ut enim Logicorum phraſi utar, quicquid prædicatur de genere, prædicatur de omnibus ſpeciebus ſub eo genere contentis.

Eſt & alia apud Philoſophos haud abſimilis diſtinctio, qua corpus quodvis mathematice diviſibile eſſe in infinitum concedunt; diviſibile autem eſſe phyſice negant. Si ullus ſit horum verborum ſenſus, hic erit: Corpus eſſe Mathematice, hoc eſt, realiter & demonſtrative diviſibile in infinitum concedunt; Phyſice autem ſeu ſecundum falſam ſuam hypotheſin negant; atque ſic habebunt diſtinctionem, contra quam nihil urgeri poteſt.

Quoniam Philoſophi, contra quos diſputamus, demonſtrationibus Geometricis non ſatis aſſueti ſunt, & proinde earum evidentiam non facile perſpiciant; priuſquam huic lectioni finem imponemus, libet unum argumentum Phyſicum ex motu petitum, pro infinita continui diviſibilitate proferre; ſcil. ſi continuum ex indiviſibilibus conſtaret, ſequeretur omnes motus æquiveloces fore, nec minus in eodem tempore conficiet ſpatium ſegniſſima teſtudo, quam πόδας ὠκὺς Achilles. Ponamus enim Achillem velociſſime curſurum & teſtudinem ſegniſſime repturam: ſi continuum ex indiviſibilibus conſtaret, non poteſt teſtudo in aliquo dato tempore minus conficere ſpatium quam Achilles; nam ſi Achilles in uno temporis inſtanti, indiviſibile pertranſit ſpatium, non poteſt teſtudo minus ſpatium in eodem temporis momento tranſire, quia ex hypotheſi non datur minus. Indiviſibile enim alio indiviſibili minus non erit, ergo pertranſibit æquale: idem de alio quovis temporis momento dicendum eſt: ergo ſemper ab utroque percurrentur ſpatia æqualia; & proinde Achilles velociſſimus non plus conficiet ſpatii quam teſtudo lentiſſima; quod eſt abſurdum. Alia ejuſdem generis absurda ex eadem indivisibilium hypothesi deduci possunt; verum quæ dicta sunt sufficiant.

Lectio IV.

In qua respondetur objectionibus contra materiæ divisibilitatem afferri solitis.

HActenus, Academici, argumenta exposuimus, quibus continuam materiæ in infinitas numero partes divisionem clare satis demonstravimus; restat ut objectionibus seu Philosophorum argutiis respondeamus. Sunt enim Philosophi haud pauci, qui nescio qua idearum obscuritate laborantes, & demonstrationum, quas attulimus, evidentiam non satis perspicientes, contra rem tam manifeste veram argumenta sua proferre non audeant tantum, verum & confidant specioso demonstrationum titulo ea insignire. At ego, qui plures illorum evolvi libros, nunquam incidi in quicquam ab iis de hacce re scriptum, quod rationis quidem speciem haberet; adeo equidem sunt demonstrationibus destituti, ut ne minimam demonstrationis umbram in iis quisquam Geometra, etsi Lynceis donatus fuerit oculis, perspicere queat. Fateor tamen esse aliquid in natura infiniti, quod humano intellectui haud adæquate comprehensibile esse videtur; adeoque non mirum erit, si ex ea quædam sequuntur, quæ hominum mentes densa caligine involutæ concipere non possunt: & speciatim in hac, quam nunc prosequimur, quæstione, multa sunt, quæ quibusdam Philosophis hisce rebus minus assuetis paradoxa & incredibilia videntur: nihil tamen exinde sequitur, quod vel contradictionem implicat, vel cuivis axiomati aut demonstrationi repugnat. Sed videamus, quas afferunt Philosophi Atomistæ, argutias. Prima est ea Epicuri; si continuum divisibile esset in infinitum, contineret infinitas numero partes, adeoque finitum contineret infinitum, quod est absurdum. At rogo ut terminos suos explicent, & dicant quid per has voces intelligunt, *infini-*

finitum non posse contineri in finito ; si dicant infinitam magnitudinem non posse in magnitudine finita contineri, hoc lubenter concedam; at hujus contrarium non sequitur ex ea, quam proposuimus, doctrina; nec unquam illud necessariâ consequentiâ exinde deducere possunt. Si dicant partes numero infinitas, & infinite exiguas, non posse finitâ magnitudine contineri, hoc illud ipsum est quod iis probandum incumbit. Non, ut opinor, dicent ipsis absque ratione credendum esse; nec illud tanquam propositionem per se claram inter axiomata reponent, cujus contrarium tot validis rationibus demonstrari potest. Urgeant itaque partes numero infinitas infinitam magnitudinem componere; sed hoc rursus est Principium petere; illud enim ipsum est de quo disputamus, utrum scil. finita magnitudo potest habere partes numero infinitas? Certum enim est, quotcunque partes habeat, sive finitas, sive infinitas, eas suo toti æquari: sicut enim decem partes decimæ unitatis efficiunt unitatem, centum centesimæ unitatis partes simul sumptæ etiam unitatem component, & mille partium millesimarum in unum collectarum summa toto non major erit; ita etiam partes infinitæ infinitesimæ alicujus magnitudinis ipsam magnitudinem adæquant. Vel sic: sit linea A B divisa in partes centum; erunt omnes hæ simul sumptæ ipsi A B æquales: & eodem modo, si recta A B dividi intelligatur in mille partes, harum partium mille simul sumptæ magnitudinem nec majorem nec minorem ipsa A B component. Vel etiam, si divideretur recta A B in milliones, partes hæ rursus simul sumptæ toti A B erunt æquales; & universaliter, si sint duæ magnitudines A B & C, habeatque C eandem rationem ad A B quam habet unitas ad numerum quemvis N, erit quantitas C per numerum N multiplicata ipsi A B æqualis. Cum enim quantitates C. A B, unitas & numerus N sint proportionales, erunt extremæ in se invicem ductæ mediis in se invicem ductis æquales; at cum A B per unitatem multiplicata ipsi A B est æqualis (unitas enim nec multiplicatione auget, nec divisione minuit) erit quantitas C per N numerum

TAB. 1. fig. 7.

E 2 mul-

multiplicata ipſi A B æqualis: Quantumvis igitur magnus ſive parvus ſit numerus N, hic multiplicans quantitatem C faciet ſemper productum ipſi A B æqualem, modo C talis ſit quantitas ut ad A B eandem habeat proportionem quam habet unitas ad dictum numerum N. Adeoque ſi N ſit numerus infinitus, & C pars rectæ A B infiniteſima, hoc eſt, ſi eandem habeat quantitas C rationem ad A B quam habet unitas ad numerum infinitum N, eſt etiam quantitas C per numerum infinitum N multiplicata, hoc eſt infinities ſumpta, quantitati A B æqualis, nec eâ major, ſicut nec minor eſſe poteſt. Si igitur partium magnitudo eadem ratione diminuatur, qua earum numerus augetur, totum ex hiſce omnibus partibus conflatum idem manebit; nec æſtimanda eſt quantitas aliqua ex partium numero, ſed ex earum numero & magnitudine conjunctim; adeoque ſi partes infinite parvæ ſint, neceſſe erit ut earum multitudo ſit infinite magna, priuſquam quantitatem quamvis dabilem exſuperare poſſunt. Sed præterea, plura poſſumus proferre exempla tam ex Arithmetica, quam ex Geometria, ubi, ipſis fatentibus adverſariis, partium numerus erit infinitus, at ipſa magnitudo ex partibus iſtis infinitis compoſita finita erit. Sit primum exemplum ſeries infinita numerorum in ratione quavis decreſcentium, quæ finito adæquatur numero *v. g.* $\frac{1}{2}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{8}\ \frac{1}{16}\ \frac{1}{32}\ \frac{1}{64}$ &c. Hujus ſeriei in infinitum continuatæ ſumma erit unitati æqualis; at cum in infinitum extenditur ſeries, erunt ejus termini numero infiniti; quare in hoc caſu partes quantitatis numero infinitæ finitam efficiunt quantitatem. Similiter & hujus ſeriei ſumma $\frac{1}{3}\ \frac{1}{9}\ \frac{1}{27}\ \frac{1}{81}$, &c. cum in infinitum continuatur æqualis erit parti uni ſecundæ ſeu unitatis dimidio, ut in Arithmetica demonſtratur; at nemo negabit ſeriem hanc in infinitum continuatam infinitas partes habere; quare poſſunt dari partes quantitatis numero infinitæ, quæ tamen unitatis partem dimidiam non exſuperant. Similiter in Geometria, notum eſt ſpatium poſſe dari infinite longum, quod tamen ſpatio finito perfecte adæquatur; hoc enim infinitis fere exemplis demonſtraverunt Clariſſimi Geometræ *Torricellius*, *Walliſius*, *Barovius* & alii, ex qui-

bus

bus libet exempla quædam proferre. Et primo ſit Curva A B C D talis naturæ ut ſi ſumptæ fuerint in Aſymptoto E H rectæ E F, F G, G H, æquales, ſeu poſitis rectis E F, E G, E H in proportione Arithmetica; & ad puncta E, F, G, H ordinatim applicentur rectæ A E, B F, C G, D H, ſint ordinatæ hæ in proportione Geometricâ: curva A B C D dicitur curva Logarithmica, & ſpatium interminabile inter Aſymptoton & curvam infinite productas contentum, æquale erit ſpatio finito, ut à Clariſſimo *Barovio* in Lectionibus Geometricis demonſtratur; ex qua poteſt colligi ſupra nominata proprietas numerorum in proportione quavis Geometrica decreſcentium. Sed ut hoc ad propoſitum noſtrum applicemus; nemo non agnoſcet in ſpatio interminabili HGFEABCD, quod infinite longum eſt, eſſe partes numero infinitas; at omnes illas ſpatii partes eſſe ſpatio finito æquales demonſtrant Geometræ; quare ſunt aliquæ partes ſpatii numero infinitæ, quæ non ſpatium infinitum ſed finitum conficere poſſunt. Eodem modo, in Hyperbolis omnibus, Apollonianâ exceptâ, erit area inter curvam & Aſymptoton infinite protenſas perfecte quadrabilis, & areæ finitæ æqualis; ſed in areis hiſce omnibus ſunt partes numero infinitæ, quare erunt partes numero infinitæ æquales quantitati finitæ. Præterea, in Hyperbola Apolloniana C A B, etſi area interminabilis inter curvam A B & Aſymptoton E F in infinitum protenſas contenta, ſit area infinita, ſeu qualibet finitâ major; ſi tamen area illa infinita circa Aſymptoton ſuam revolvatur, generabitur ſolidum ſeu corpus vere infinite longum, quod tamen æquale erit ſolido ſeu corpori finito; ut elegantiſſime à *Torricellio* demonſtratum eſt, qui ſolidum hoc Hyperbolicum acutum nominavit: at in hoc ſolido ſunt partes numero infinitæ, cum ſcil. infinitè longum eſt; ergo partes corporis numero infinitæ finitum component corpus. Alia innumera proferre poſſumus hujus rei exempla, ſed diutius fortaſſe, quam par eſt, huic objectioni refellendæ immorati ſumus.

TAB. 1. fig. 8.

TAB. 1. fig. 9.

2*do.* Objiciunt Atomiſtæ; ſi quantitas omnis eſt diviſibilis in infinitum, magnitudo quævis minima æquabitur maxi-

 mæ,

mæ, cum ſcil. tot partes habet minima quot maxima. Qualis, quæſo, eſt hæc conſequentia? An quia ulna *Anglicana* dividi poteſt in centum partes, & pes Anglicanus etiam dividi poteſt in centum partes, ideo ſequitur pedem ulnæ æquari? At ovum ovo non ſimilius invenietur, quam eſt hæc argumentatio illorum objectioni; quæ falſiſſima innititur hypotheſi, qua magnitudines volunt ſolum per partium numerum, non item per earum quantitates eſſe menſurandas.

Ulterius objiciunt; ſi pes dividatur in infinitas partes æquales, & ulna etiam ita dividatur, ut pars unaquæque ulnæ ſit æqualis parti cuivis pedis, erit numerus partium in ulna triplus numeri partium in pede; unde cum numerus partium in pede ſit infinitus, erit numerus partium in ulna iſtius numeri infiniti triplus, & inde daretur infinitum triplo majus. At unde notum eſt illis hoc eſſe abſurdum? An contradicit axiomati alicui vulgo recepto? Nequaquam mehercule; nullum enim eſt axioma quod omnia infinita æqualia ponit. Nec infiniti naturæ repugnat ut ab alio infinito ſuperetur: nam ſi detur infinitum, infinita *v. g.* linea, erunt in ea infinita milliaria, plura ſtadia & multo plures pedes. Sic in ſpatio, quod undique extenſum imaginamur, ſi duæ lineæ parallelæ in infinitum producantur, erit area ab hiſce rectis comprehenſa reverà area infinita, eo quod omnem aream finitam ſeu undique clauſam ſuperat; erunt igitur in eâ infinita jugera, plures perticæ quadratæ, & multo plures pedes quadrati; rurſus, ſi intra has lineas ducatur recta utrivis earum parallela, dividet hæc linea priorem aream in duas areas etiam infinitas; quæ igitur ſimul ſumptæ priori infinito adæquantur. Non igitur naturæ infiniti repugnat, illud poſſe ab alio infinito excedi, per aliud multiplicari, & in alia etiamnum infinita dividi; hæc, inquam, nullo modo repugnant, ſed ex ipſius rei natura facillime ſequuntur; imo nemo eſt, qui infinitum ſpatium concedit, quin ſimul agnoſcere cogatur iſtius ſpatii in alia infinita diviſibilitatem.

Aliud petunt argumentum contra infinitam materiæ diviſibilitatem ex omnipotentia divina. Dicunt enim Deum poſſe

ſe

ſe continuum quodvis in partes ſuas infiniteſimas reſolvere, atque partes haſce à ſe invicem ſeparare: ſed ſi hoc fiat, daretur pars ultima, & diviſibilitas continui tandem exhauriretur; ergo continuum non in infinitum ſectile eſt. Reſpondeo proculdubio Deum poſſe quicquid eſt poſſibile, aut quod immutabili ipſius naturæ non repugnat; at cum hactenus demonſtravimus nullam dari poſſe materiæ particulam utcunque parvam, quæ non iterum ſecari poteſt in infinitas alias etiam particulas; liquet exinde Deum non poſſe ita ſecare materiam, ut detur pars ultima indiviſibilis. Si enim ad hoc ſe extenderet potentia Divina, poſſet Deus aliquid quod contradictionem involveret, vel quod immutabili ipſius Eſſentiæ repugnaret. Sed ulterius urgent, ſi quantitas omnis ſit diviſibilis in infinitum, & partes actu ſint in continuo, dabitur actu pars infinitè parva, adeoque ulterius non diviſibilis. Reſpondeo primo; poſſum cum *Ariſtotele* negare eſſe partes actu in continuo, & inde corrueret eorum argumentum quod ut demonſtrationem invictam tantopere prædicant. 2*do.* Concedamus illis partes eſſe actu in continuo, concedamus eſſe partes infinitè parvas & indiviſibiles, concedamus denique argumentum, nihil tamen exinde infertur contra quantitatis non infinite parvæ continuam & in infinitum diviſibilitatem; hæc in argumento ſupponitur, at non refellitur; an quia pars continui infinite parva non eſt ulterius diviſibilis, ideo ſequitur partem datam, ſeu partem non infinitè parvam, etiam non eſſe ulterius diviſibilem? Si aliquid exinde ſequatur, ſequitur continuam omnem quantitatem in partes infinitè parvas poſſe reſolvi, adeoque continuum eſſe in infinitum diviſibile. Sed tertia & vera reſponſio ſit; negando eſſe partes in continuo adeo minutas ſeu parvas, ut nequeant eſſe ulterius diviſibiles; & quamvis darentur partes infinitè exiguæ, vel tales quæ eandem habent proportionem ad ſua tota quam numerus finitus ad infinitum, vel ſpatium finitum ad infinitum; negamus tamen haſce partes non eſſe ulterius diviſibiles: ſed cum ipſæ ſunt extenſæ, erunt etiam diviſibiles non tantum in duas, tres vel plures partes, ſed etiam quælibet poteſt in infinitum ſecari: quantitatis infinite parvæ partes numero infinitæ, infinitesimæ infinitesimarum seu Fluxiones Fluxionum à Geometris dici solent, à quibus adhibentur ad plura problemata aliàs intricatissima solvenda. Præterea, & harum Fluxionum dantur & aliæ Fluxiones seu partes suis totis infinite minores, & harum rursus partium erunt aliæ partes, atque sic quousque libet progredi licebit. Non dissimulo ob humani ingenii imbecillitatem hoc conceptu esse difficillimum; non ideo tamen deserenda est veritas validissimis suffulta argumentis, præsertim cum quædam sunt, quæ à tenui nostro intellectu difficulter admodum capiuntur, quæ tamen esse certissime novimus. Exempla possumus comparare plurima, at ea tantum adducemus quæ ad rem propositam illustrandam inserviunt; quibus ostendemus esse quantitates infinite minores aliis datis quantitatibus, quæ tamen erunt aliis infinite majores; ita, si dentur quædam quantitates infinite parvæ, erunt quædam etiam quantitates his infinite minores, & rursus his ultimis fieri possunt aliæ infinite minores, & sic semper deinceps usque ad infinitum.

TAB. I. *fig.* 10. Primo igitur, sic probamus dari quantitates, quæ quantitatibus infinitè parvis sunt infinitè minores; sit circulus A B F, cujus diameter A B, sitque B F pars peripheriæ infinitè parva, cujus proinde chorda erit etiam infinitè parva, hoc est, chorda B F, ad magnitudinem quamvis determinatam, *v. g.* ad circuli diametrum A B, eam habebit proportionem, quam habet magnitudo quævis finita ad infinitam. Demissa intelligatur à puncto F ad A B, perpendicularis F G; erit B G rectâ B F infinitè minor. Ducatur enim A F, eritque angulus A F B in semicirculo rectus. Adeoque in triangulo A F B rectangulo ad F, ob demissam in basim A B perpendicularem F G, erit, per 8vam 6ti El. A B ad B F ut B F ad B G. Sed, ex hypothesi, A B infinitè major est quam B F, quare erit & B F infinitè major quam B G; erit igitur quantitas, quæ, etsi aliâ datâ quantitate sit infinitè minor, alia tamen quantitate infinitè major erit.

Sic etiam in circulo notum est, Sinum cujuslibet arcus esse suo arcu minorem, Tangentem vero esse arcu majorem, &

& proinde tangens arcûs erit etiam ejusdem sinu major. Sit itaque in circulo, cujus centrum C, & diameter A B, arcus infinite parvus B F, cujus tangens sit B E, sinus rectus G F, & sinus versus G B; per F ducatur F H ad A B parallela, erit H E æqualis differentiæ sinus recti F G & tangentis B E, quæ ex jam ostensis non est omnino nihil. Jam in triangulis C B E, F H E æquiangulis, ob angulos ad H & B rectos & E communem, erit, per 4^{tam} 6^{ti}, C B ad B E sicut F H est ad H E: sed ex hypothesi C B infinitè major est quam B E; quare erit & F H infinitè major quam H E: id est, in præsenti casu, erit B G sinus versus arcus infinitè parvi infinite major quam differentia inter sinum rectum & tangentem ejusdem arcus. Cum igitur C B sit infinitè major quam B E, & B E, ut superius demonstratum est, sit infinitè major quam B G, & rursus, per jam ostensa, B G infinite major quam H E, liquet propositum. TAB. 1. fig. 11.

Ad uberiorem hujus doctrinæ illustrationem, aliud libet afferre exemplum, quod à summo illo Philosopho & Geometra *Newtono* deprompsimus, in Scholio sectionis primæ *Philosophiæ Natur.* Sit curva A C Parabola Apolloniana, cujus axis A B, & A E tangens in vertice A. Demonstrant scriptores Conici, ut in circulo, sic etiam in Parabola, angulum contactus E A C esse angulo quovis rectilineo infinite minorem. Ad eundem jam axem A B & verticem A, describi intelligatur alterius generis parabola, cubicalis scil. cujus ordinatim applicatæ crescunt in subtriplicata ratione interceptarum; erit angulus contactus F A D angulo contactus Parabolæ F A C infinite minor; vel quod idem est, nullæ sunt Parabolæ Apollonianæ, vel nulli circuli, quantumvis magna Parametro describantur, qui inter Parabolam cubicalem & ejus ad verticem Tangentem duci possunt; quod facilè sic demonstratur. Dicatur Parabolæ Apollonianæ A C Parameter a; Parabolæ cubicalis A D Parameter sit b; accipiatur in Tangente punctum E tale, ut sit A E rectis a & b tertia proportionalis, hoc est, ut sit $a \times AE = b^2$; per punctum quodlibet F medium inter A & E ducatur F D ad axem parallela, curvæ A D occurrens in D; ducatur B C D ad tangentem pa- TAB. 1. fig. 12.

 ral-

rallela, & vocetur BD, in parabola AD ordinatim applicata, z; BC autem, ordinata in parabola AC, ſit y; & intercepta AB ſit x: Erit ex natura harum curvarum $ax = y^2$, & $b^2 x = z^3$, adeoque $\frac{y^2}{a} = x = \frac{z^3}{b^2}$; unde $b^2 y^2 = a z^3$, & igitur reducendo hanc æquationem ad analogiam, $b^2 : az :: z^2 : y^2$, hoc eſt, b^2 ſeu $a \times$ AE eſt ad az ſeu $a \times$ BD vel $a \times$ AF, ut BD^2 ad BC^2: ſed eſt $a \times$ AE major quam $a \times$ AF, quare erit BD^2 major quam BC^2, & proinde BD major quam BC; punctum igitur C cadit intra parabolam AD. Idem verum eſt de omnibus ordinatis BC, quæ ſunt recta AE minores; adeoque portio Parabolæ Apollonianæ AC ad verticem cadit intra Parabolam cubicalem. Eadem de quavis alia parabola Apolloniana eſt demonſtratio; adeoque nulla poteſt duci parabola, & proinde nullus circulus (qui ſemper alicui parabolæ eſt æquicurvus) inter parabolam cubicalem & ejus ad verticem Tangentem.

Quantumvis igitur diminuatur angulus contactus parabolicus vel circularis, erit tamen angulo contactus ad verticem parabolæ cubicalis major; ideoque erit quivis datus angulus contactus circularis vel parabolicus angulo contactus ad verticem parabolæ cubicalis infinite major; quantitas enim alterâ infinite major eſt, quæ quantumvis diminuta alteram illam ſemper ſuperat.

Adhuc, ad eundem axem & verticem, deſcribi intelligatur alia curva parabolica AG, cujus ordinatim applicata quævis creſcat ſemper in ſubquadruplicata ratione interceptæ; erit angulus contactus FAG angulo FAD infinitè minor; quod ratiocinio priori haud diſſimili demonſtrare facile eſt. Eodem modo ad eundem axem & verticem, poteſt alia deſcribi curva parabolica AH, cujus ordinatim applicatæ creſcunt in ſubquintuplicata ratione interceptarum, in qua ſit angulus contactus FAH angulo FAG infinite minor; atque ſic progredi licebit in infinitum, ſemper aſſignando alias atque alias figuras parabolicas, quarum anguli contactus infinite à ſe invicem differant: ſcil. erit angulus FAC infinite minor angulo quovis rectilineo, & angulus FAD infinite te minor angulo FAC, & angulus FAG infinite minor angulo FAD: atque ſic habebitur ſeries angulorum contactuum in infinitum pergentium, quorum quilibet poſterior eſt infinite minor priore; imo inter duos quoſlibet angulos, alii interſeri poſſunt anguli innumeri, qui ſeſe infinite ſuperant. Sed & inter duos quoſvis ex hiſce angulis, poteſt ſeries in infinitum pergens angulorum intermediorum interſeri, quorum quilibet poſterior erit infinite minor priore. Quin etiam poſſunt eſſe anguli innumeri angulo contactus circulari infinite majores, qui tamen erunt angulo rectilineo infinite minores: Atque ſic progreditur in infinitum; *neque novit natura limitem.*

Hæc adhibui exempla, ut videant adverſarii, immane quantum diſcedunt à veris rerum naturis eorum de rebus ipſis ſpeculationes.

Lectio V.
De Materiæ Subtilitate.

POſtquam infinitam materiæ diviſibilitatem validiſſimis (ut nobis videtur) propugnaverimus rationibus; objectionibus, quæ alicujus momenti ſunt, proſtratis prorſus & deletis; reſtat, ut mirandam naturæ ſubtilitatem, & minutiſſimas illas particulas, in quas materia actu dividitur, vel ex quibus componitur, pauliſper contemplemur; has quidem undique comparatis exemplis, ante oculos veſtros poni, ſenſibus obverti, & ipſarum exilitatem calculo oſtendi, facillimum foret: Nos autem pauca tantum proferemus.

Et primo, ex ſumma auri ductilitate, exiguam partium ipſius molem computatione collegerunt Doctiſſimi viri, *Rohaultus* Gallus in *Tractatu ſuo Phyſico;* Nobilis *Boyleus*, noſtras, in libro de *Effluviis;* & nuper Clariſſimus *Halleius* in *Actis Philoſophicis numero* 194. *Halleius* quidem demonſtravit unum auri granum in 10000 partes viſibiles poſſe ſecari; adeoque cum unum auri granum æquale ſit circiter $\frac{21}{100000}$ unius digiti cubici, ſequitur unum digitum cubicum auri dividi posse in partes 47 619 047; quæ omnes erunt nudo oculo satis spectabiles.

Computavit præterea *Halleius* crassitiem istius lamellæ aureæ, quæ super argentea fila ab artificibus inducitur; invenitque eam $\frac{1}{134500}$ digiti non excedere; hoc est, si digitus longus dividatur in partes 134500, crassities istius lamellæ unam harum partium vix adæquabit, adeoque cubus partis centesimæ unius digiti, vel, quod idem est, digiti cubici pars $\frac{1}{1\,000\,000}$ potest continere 2433000 000 talium particularum.

Alia experimenta quamplurima tradit de hac re Insignis ille & nobilis Philosophus *Robertus Boyle*, in præfato libro *De Natura & Subtilitate Effluviorum;* quorum unum aut alterum hic adducere liceat. Et primo, dissolvit unum cupri granum in spiritu salis *Armoniaci;* & inde orta solutio, cum aqua distillata mixta, tincturam cœruleam saturam valde atque conspicuam largita est granis aquæ 28534; unde, cum aquæ quantitas, cujus pondus est unius grani, æqualis sit $\frac{37}{10\,000}$ unius digiti cubici, erunt grana aquæ 28534 magnitudine æqualia digitis cubicis 105, 57. Cum igitur unum cupri granum potest colorem cœruleum tantæ aquarum copiæ communicare, necesse erit ut sit pars aliqua hujus cupri in parte quavis visibili prædictæ aquarum copiæ; adeoque quot sunt partes in ea aquæ quantitate oculo visibiles, in tot ad minimum partes divisum erat unum cupri granum; at visu sensibilis est linea, cujus longitudo est pars digiti centesima, adeoque ejus lineæ quadratum aut cubus adhuc multo magis erit visu dignoscibilis: quare cum cubus cujus latus est pars digiti longi centesima, sit pars digiti cubici millionesima $\frac{1}{1\,000\,000}$, sequitur ad minimum in digitis cubicis aquæ 105, 57 esse partes sensu distinguibiles 105 570 000; adeoque per prædictam solutionem in tot ad minimum partes dividetur

cu-

cupri granum. Eſt vero magnitudo unius cupri grani æqualis digiti partibus circiter $\frac{55}{1000000}$, adeoque cum digitus cubicus contineat propemodum 20000 talium particularum, hinc ſequitur digitum cupri cubicum in partes 2 111 400 000 000 actu poſſe reſolvi: Et ſi accipiatur minutiſſima arenula, talis ſc. ut ejus diameter ſit pars digiti centeſima, vel quod tantundem eſt, ut ipſa arenula ſit pars digiti millioneſima, hæc duos milliones centum & undecim millia & quadringenti[a], ſeu 2111400 particularum, in quas diviſum eſt cuprum, continebit.

Secundum, quod proponimus, exemplum ex ſequentibus ducitur principiis.

Omnes recentiores conſentiunt Philoſophi, odores oriri à profluviis ex corpore odorifero prodeuntibus, & undique in medio diſperſis, quæ ope ſpiritus, quem per nares trahimus, in nervos olfactorios irruunt, eos irritant, atque ſic ſenſorium afficiunt; unde ſequitur, in quocunque loco odor cujuſvis corporis ſentitur, in eo eſſe aliquas particulas corporis odoriferi ſenſum afficientes. At plurima ſunt corpora odora, quæ ad diſtantiam quinque pedum facile olent, & ſenſum olfactorium movent; erunt igitur per omne illud ſpatium quædam corporis odori diffuſæ particulæ, ita ſcil. ut ubicunque in eo ſpatio ponantur nares, ibi aliqua eſſe corporis odoriferi effluvia neceſſe ſit; ſaltem quædam erunt in ea aëris quantitate, quæ ſimul per inſpirationem intra nares ducitur. Ponamus igitur eſſe unam tantum corporis odori particulam in unaquaque iſtius ſpatii parte, quæ digiti cubici partem quartam magnitudine adæquat: quamvis veriſimile ſit, effluvia tam rara vix ſenſum afficere poſſe, nolumus tamen plura aſſumere; tot igitur ad minimum erunt particulæ odorem producentes, quot ſunt in ſphæra, cujus ſemidiameter eſt quinque pedum, ſpatiola, quorum unumquodque æquale eſt digiti cubici parti quartæ: At in illa ſphæra ſunt ejuſmodi ſpatiola numero 57 839 616; tot erunt igitur in illo ſpatio particulæ odorem producentes.

Utcunque igitur definito effluviorum numero, progrediadiamur ad eorum magnitudinem determinandam. Cum quantum effluviorum à corpore quovis decidit, tantum necesse erit ut corpus illud de pondere suo amittat; erit pondus effluviorum omnium, in dato quovis tempore, à corpore odorifero prodeuntium æquale ponderi partis eo in tempore amissæ. Jam per experimenta comprobavit *Boyleus* determinatam quandam Assæ fœtidæ massam aperto aëri expositam, sex dierum spatio, grani partem octavam de suo pondere amisisse: cum vero continuus est effluviorum à corpore odorifero effluxus, patet oportere eum semper tempori proportionalem esse, adeoque tempore unius minuti primi erit pondus effluviorum ab Assa fœtida decidentium æquale grani parti $\frac{1}{69\ 120}$ Est autem magnitudo particulæ aqueæ, cujus pondus est unius grani, æqualis digiti cubici partibus $\frac{369}{100\ 000}$, & proinde ejusdem aquæ particula, cujus pondus est pars grani $\frac{1}{69\ 120}$, magnitudine æqualis erit partibus digiti cubici $\frac{533}{10\ 000\ 000\ 000}$: Atqui est gravitas Assæ fœtidæ ad aquæ gravitatem (ut ipse expertus sum) ut ad 8 ad 7, & proinde magnitudo quantitatis Assæ fœtidæ, cujus pondus est unius grani pars $\frac{1}{69\ 120}$, æqualis erit partibus digiti cubici $\frac{466}{10\ 000\ 000\ 000}$; sed effluviorum omnium numerus supra inventus ponitur 57 839 616, adeoque cum omnia hæc effluvia digiti cubici partes $\frac{466}{10\ 000\ 000\ 000}$ tantum adæquant, erit unaquæque particula æqualis digiti cubici partibus $\frac{466}{578\ 396\ 160\ 000\ 000\ 000}$; seu reducendo hanc fractionem ad

deci-

decimalem, erit uniuſcujuſque particulæ magnitudo æqualis $\frac{8}{10\,000\,000\,000\,000\,000}$ digiti cubici partibus, ſeu decem-millebillioneſimis partibus octo.

In hiſce ſuppoſuimus particulas odorem producentes eſſe ubique in prædicta diſtantia æqualiter diffuſas; at cum verſus centrum ſeu corpus odoriferum, à quo prodeunt, ſpiſſiores & plures ſunt quam verſus extimam ſphæræ ſuperficiem, multo plures erunt particulæ quam ſuperius determinavimus. Cum enim odores (ſicut cæteræ omnes qualitates, quæ à centro ſecundum rectas lineas propagantur) decreſcant in duplicata ratione diſtantiæ auctæ ab eodem centro, erit numerus particularum odorem producentium, & in dato ſpatio incluſarum, *v. g.* in digiti cubici quadrante, ad diſtantiam unius pedis, quadruplus numeri particularum quæ in ſpatio æquali ad diſtantiam duorum à centro pedum locantur: & novies major erit numero particularum ad diſtantiam trium pedum, & ſic de cæteris. At ſi ubique non plures forent quam ſunt ad extremam ſuperficiem, eſſet earum numerus ſupra inventus 57839616. Patet igitur revera eſſe ipſarum numerum numero prædicto multo majorem.

Ut igitur, in prædicto caſu, particularum odores producentium numerus determinetur, cognoſcenda eſt quantitas Aſſæ fœtidæ, quam aëri expoſuit *Boyleus*; at ex ipſius ſcriptis non conſtat quanta hac fuit; neceſſe erit igitur ut aſſumamus aliquam illius quantitatem; ſed quo minorem ipſam ponamus, eo major evadit proportio numeri particularum ex ea profluentium ad numerum ſuperius inventum, cæteris omnibus pariter poſitis. Ut igitur numerum vero non majorem eruamus, aſſumenda eſt quantitas probabiliter major eâ quam aëri expoſuit *Boyleus*; ſitque ea æqualis ſphæræ cujus diameter ſit ſex digitorum, per circulum DBO hic repræſentatæ; ſitque recta AD quinque pedum, ſeu 60 digitorum; erit AB 63 digitorum. Ad punctum A ſuper AB erigatur perpendicularis AG, quæ repræſentet denſitatem ſeu numerum particularum intra datum ſpatium ad diſtantiam AB; & ſi in omnibus diſtantiis eadem eſſet particularum den-

TAB. 2. *fig.* 1.

ſitas,

ſitas, earum numerus per rectas innumeras E Q, *m* R, D H, &c. parallelogrammum A H complentes, hoc eſt, per ipſum parallelogrammum A H, exponi poſſit. Cum vero numerus particularum, in acceſſu ad centrum, ſupponatur creſcere in ratione diſtantiæ diminutæ duplicatâ; ad puncta E, *m*, D, & alia innumera in recta A B ſumpta, erigantur perpendicula E L, *mn*, D C, quæ ſint ad A G, ut quadratum rectæ A B ad quadrata rectarum E B, *m* B, D B &c. reſpective; & per puncta G, L, *n*, C, & alia innumera eodem modo determinata ducatur Curva; ſi jam A G repræſentet numerum particularum ad diſtantiam A B, E L repræſentabit earum numerum ad diſtantiam E B, poſito quod particularum denſitates ſunt reciproce in duplicata ratione diſtantiarum à centro: at E Q ipſarum numerum denotaſſet, ſi ubique eadem fuiſſet earundem denſitas; eodem modo *mn* exponet denſitatem particularum ad diſtantiam *m* B; at *m* R ipſarum numerum repræſentaſſet, ſi ubique uniformiter ſpiſſæ eſſent: ſic etiam D C denotabit numerum particularum ad diſtantiam D B poſitarum; ſi vero ubique æqualiter denſæ eſſent, numerus ille per D H repræſentandus foret: adeoque tota multitudo particularum, quæ à ſphæra D B O profluunt, & quarum denſitas decreſcit prout recedunt à centro in ratione diſtantiæ auctæ duplicata, eſt ad earum multitudinem, ſi ubique ipſarum denſitas ea eſſet, quæ eſt ad extimam diſtantiam A B quinque pedum, ut rectæ omnes D C, *mn*, E L, A G ad rectas D H, *m* R, E Q, A G; hoc eſt, ut area mixtilinea A D C G ad aream rectanguli G A D H.

Eo igitur res reducta eſt, ut inquiramus proportionem, quam habet area G A D C ad aream rectanguli A H. Cum autem eſt Curva G L *n* C talis naturæ, ut rectæ A G, E L, *mn*, D C ordinatim ad Aſymptoton A B applicatæ ſunt reciproce ut quadrata diſtantiarum à centro; erit curva hæc generis hyperbolici, & ſpatium interminabile C F B T S componitur ex elementis, quæ ſunt ſecundanorum reciproca; adeoque erit illud ſpatium, etiamſi interminabile, perfecte quadrabile & æquale duplo rectanguli C B; per ea quæ demonſtravit *Wallisius* in *Arithmetica Infinitorum*. Adeoque erit area interminabilis,

nabilis, ſeu indefinite protenſa, CDTS ipſi CB rectangulo æqualis; & eodem modo area indefinitè protenſa GATS æqualis erit rectangulo GB; erit itaque exceſſus, quo area CDTS ſuperat aream GATS, æqualis exceſſui quo parallelogrammum CB ſuperat parallelogrammum GB. Inveſtigemus igitur horum rectangulorum differentiam. Cum ex hyp. ſit AD 60 digitorum & BD trium, erit AB 63 digitorum; ſitque AG unitas: cumque ſit, ut DB^2 ad AB^2 ita AG ad CD, hoc eſt, ut 9 ad 3969, erit CD partium 441 qualium AG eſt 1; adeoque $CD \times DB$, ſeu rectangulum CB, erit ad rectangulum BG, ut 1323 ad 63; & proinde rectangulorum differentia, hoc eſt area GADC, erit partium 1260, qualium ſcil. rectangulum AH eſt 60. Adeoque numerus particularum ex Aſſa fœtida prodeuntium, quarum denſitates decreſcunt in duplicata ratione diſtantiæ auctæ, & intra ſphæram cujus diameter eſt 5 pedum contentarum, eſt ad earundem numerum, (ſi ubique earum denſitas eſt æqualis ei quæ ſit ad diſtantiam quinque pedum) ut 1260 ad 60; hoc eſt, ut 21 ad 1; ſi igitur numerus ſupra inventus 57 839 616 per 21 multiplicetur, productus dabit numerum particularum ex Aſſa fœtida prodeuntium, ſcilicet 1 214 631 936.

Præterea ſi fractio $\frac{8}{10\,000\,000\,000\,000\,000}$, quæ magnitudinem particularum in priore caſu exprimebat, per 21 dividatur, quotiens $\frac{8}{210\,000\,000\,000\,000\,000}$ ſeu $\frac{38}{1\,000\,000\,000\,000\,000\,000}$ exhibet veram magnitudinem uniuſcujuſque particulæ, in hoc poſteriore caſu.

Hæc omnia ex eo ſequuntur, quod homo poteſt Aſſæ fœtidæ odorem ad diſtantiam quinque pedum ſentire: at ſunt alia animalia, quorum ſenſus in odorando humanis ſenſibus ſunt multo acutiores, qualia in primis ſunt canes venatici, qui ferarum effluvia in terra relicta, longo poſt deceſſum ferarum tempore, percipiunt; & aves quædam, quæ pulveris pyrii odorem ad magnam diſtantiam ſentiant. Oportet certe ut iſtiuſmodi effluviorum ſubtilitas longe major ſit ea, quam ex ſuperiore calculo elicimus; at ob experimentorum defectum non poteſt ea facile ad numeros revocari.

Ut materiæ ſubtilitatem ulterius oſtendant Philoſophi, in exemplum adducunt animalcula illa, quæ in aliorum animalium ſemine, & in aliis liquoribus natantia conſpiciuntur. Hæc quidem in quibuſdam fluidis adeo minuſcula ſunt, ut per microſcopia objectum multum augentia viſa ut puncta appareant. Imo ſolertiſſimus ille naturæ indagator *Leeuwenhoekius* plura horum animalculorum in lactibus unius Aſelli deprehendit, quam ſunt homines in tota terreni globi ſuperficie degentes. Sed lubet horum animalculorum magnitudinem veram inveſtigare: Ad quod præſtandum ſequentia ex Opticis ſuppono; Primo, Imaginem cujuſvis objecti ſub eodem angulo ex vertice emerſionis lentis apparere, quo viſibile ex vertice incidentiæ; hoc in Cl. *Gregorii* Elementis Dioptricis Prop. 18. demonſtratum eſt. 2*do*. Per experientiam comprobatum eſt ea objecta, quæ tanquam puncta videntur, hoc eſt, quorum partes à ſe invicem viſu diſtingui nequeunt, ſub angulo uno minuto primo non majori apparere. 3*tio*. Satis experiendo conſtat pleraque iſtiuſmodi animalculorum tantillæ eſſe magnitudinis, ut per lentem viſa, cujus diſtantia focalis eſt pars digiti decima, tanquam puncta appareant; hoc eſt, eorum partes nequeunt diſcerni; adeoque ſub angulo uno minuto primo non majori ex vertice iſtius lentis apparebunt. Eo igitur deventum eſt, ut inveſtigemus magnitudinem objecti, quod ſub angulo dato ad datam diſtantiam apparet; hoc eſt, ſi in præſenti caſu, ſit TAB. I. fig. 13. C vertex lentis, AB longitudo animalculi, BC ejus diſtantia à lente, æqualis ſcil. $\frac{1}{10}$ digiti, & angulus BCA ſub quo ad illam diſtantiam videtur ſit unius ſcrupuli; ex datis BC & angulo BCA invenienda eſt AB longitudo objecti. Jam in triangulo rectangulo ABC, ex datis (præter angulum ad B rectum) angulo BCA unius minuti primi, & latere BC æquali parti decimæ, per Trigonometriam innoteſcet latus AB æquale quam proxime $\frac{3}{100\,000}$ unius digiti. Si igitur animalcula illa eſſent figuræ cubicæ, ejuſdem ſcil. longitudi-

nis,

TAB. I.

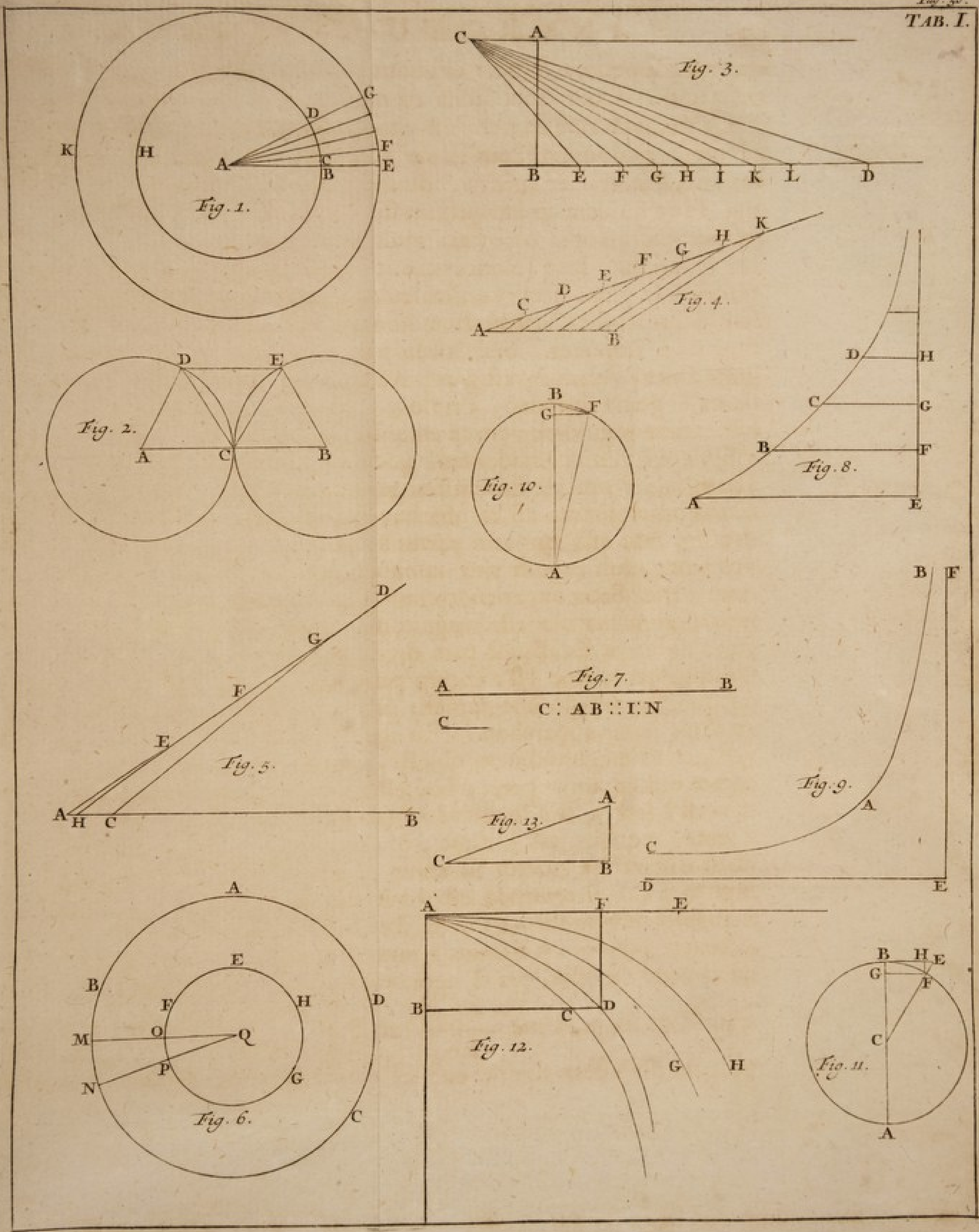


Fig. 1.
K H A C B D G F E
Fig. 2.
D E A C B
Fig. 3.
C A B E F G H I K L D
Fig. 4.
A B C D E F G H K
Fig. 5.
A H C B E F G D
Fig. 6.
A B D E F H M O Q P N G C
Fig. 7.
A B
C : AB :: I : N
C
Fig. 8.
A E B F C G D H
Fig. 9.
B F A C D E
Fig. 10.
B G F A
Fig. 11.
B H E G F C A
Fig. 12.
A F E B C D G H
Fig. 13.
A C B

nis, craſſitiei & latitudinis; ipſorum magnitudo per cubum fractionis $\frac{3}{100\,000}$ exprimenda eſſet; ſcil. per numerum $\frac{27}{1\,000\,000\,000\,000\,000}$; æquale ſcil. eſſet unumquodque viginti ſeptem partibus mille-billioneſimis digiti cubici.

Hinc, quod quidam Philoſophi de Angelis ſomniarunt verum erit de noſtris animalculis, nempe poſſe multa eorum millia ſuper parvæ aciculæ cuſpidem ſaltitare.

Hinc etiam colligitur quantum eſt intervallum, quantilla intercedit proportio inter minima hæc natantia animalia & illa maxima, immanes nempe Balænas, quæ in oceano montium inſtar apparent, quoties ex aquis ſua capita emergunt. Sunt enim in quibuſdam liquoribus animalcula tantillæ magnitudinis, ut ſi calculus ineatur, invenietur ingentem terræ molem non ſatis amplam futuram, ut ſit tertia proportionalis minutiſſimis his animalibus natantibus, & vaſtis Oceani Cetis: adeo ut ipſa terra, utcunque magna videatur, minorem tamen deprehenditur habere rationem ad piſces hos maximos, quam hi ad illos minimos, qui in animalium ſemine natantes per microſcopia conſpiciuntur.

Cum animalculum quodvis ſit corpus organicum, perpendamus pauliſper, quam delicatulæ & ſubtiles eſſe debent partes ad ipſum conſtituendum, & ad vitalem actionem conſervandam, neceſſariæ. Haud mehercule facile concipitur, quo pacto in tam anguſto ſpatiolo comprehendi poſſint, cor quod ipſius vitæ fons eſt, muſculi ad motum neceſſarii, glandulæ ad liquores ſecernendos, ventriculus & inteſtina ad alimenta digerenda, & alia membra innumera ſine quibus animal eſſe non poteſt. Sed cum ſingula memorata membra ſunt etiam corpora organica, alias etiam habebunt partes ad ſuas actiones neceſſarias. Conſtabunt enim ex fibris, membranulis, tunicis, venis, arteriis, nervis & hiſce ſimilibus canaliculis numero fere infinitis, quorum exilitas imaginationis vires ſuperare videtur. At his infinite propemodum minores eſſe debent partes fluidi, quod per ca-

canaliculos hoſce decurrit, nempe ſanguis, lympha & ſpiritus animales, quorum in grandioribus animalibus incredibilis eſt ſubtilitas.

Libet craſſiores ſanguinis partes in his animalculis contemplari, globulos nempe qui in ſanguine natant, ipſorumque magnitudinem calculo eruere.

Ad quod præſtandum ſequentem adhibebimus hypotheſin; nempe quod diverſorum animalium ſimiles partes ſolidæ, hoc eſt, ſimiles particulæ corporeæ, ſeu partes trina dimenſione conſtantes, ſunt ut ipſorum animalium magnitudines. Unde ſequitur diverſorum animalium ſimiles dimenſiones lineares eſſe in ſubtriplicata ratione magnitudinum animalium; hoc eſt, ut harum magnitudinum radices cubicæ: *v. g.* Cor humanum eſt ad cor animalculi cujuſvis, per microſcopium viſi, ut ipſum corpus humanum ad corpus animalculi; & proinde, ſi utriuſque corda ſint corpora ſimilia, erit diameter unius ad alterius diametrum, ut radix cubica magnitudinis unius ad radicem cubicam alterius magnitudinis. Sic etiam vaſa ſanguifera minima in homine ſunt ad vaſa ſimilia minima in animalculo, ut magnitudo hominis ad animalculi magnitudinem; & diameter vaſis minimi in corpore humano erit ad diametrum vaſis minimi in corpore animalculi, ut radix cubica magnitudinis humanæ ad radicem cubicam magnitudinis animalculi.

Ponamus jam hominis mediocris magnitudinem eſſe trium pedum cubicorum, ſeu digitorum 5184: ut igitur magnitudo hominis mediocris ſeu digiti cubici 5184 ad magnitudinem animalculi ſuperius traditam, æqualem nempe digiti cubici partibus, $\frac{27}{1\,000\,000\,000\,000}$ ita vaſa minima in corpore humano ad ſimilia vaſa minima in animalculo; & ut radix cubica magnitudinis humanæ, ſeu ut radix cubica numeri 5184 ad radicem cubicam magnitudinis animalculi, ſeu ad radicem cubicam numeri $\frac{27}{1\,000\,000\,000\,000\,000}$, hoc eſt, quam proxime ut 17 ad $\frac{3}{100\,000}$, ita diameter vaſis minimi

in

in corpore humano ad diametrum vasis minimi in animalculo. Verum Cl. *Leeuwenhoekius* istiusmodi vasa in corpore humano detexit ope microscopii, ut posita diametro unius arenulæ $\frac{1}{30}$ digiti, hæc contineret 2640 diametros talium vasculorum, quæ in humano corpore conspexit; adeoque erit diameter unius hujusmodi vasculorum æqualis $\frac{1}{2640} \times \frac{1}{30}$ digiti, hoc est, æqualis digiti parti $\frac{1}{79\,200}$: Et quamvis certum sit, hæc vasa non fuisse minima eorum quæ sunt in corpore humano, nam & alia hisce multo minora ibi esse oportere facile est ostendere; ponamus tamen ipsa fuisse minima. Fiat igitur ut 17 ad $\frac{3}{100\,000}$ ita $\frac{1}{79\,200}$ ad alium numerum, numerus ille exprimet in partibus digiti diametrum vasis minimi in animalculo; qui, operando per regulam Trium, invenitur $\frac{3}{134\,640\,000\,000}$. Hæc fractio ad decimalem reducta erit quam proxime $\frac{22}{1\,000\,000\,000\,000}$; vel (ut numeros rotundos adhibeamus) $\frac{2}{100\,000\,000\,000}$. Cum autem necesse sit, ut diameter globuli vel particulæ fluidi, quod in vase aliquo continetur, ipsa vasis diametro non sit major; erit diameter globuli sanguinei, qui per vasa hæc minima decurrit, non major digiti partibus $\frac{2}{100\,000\,000\,000}$; adeoque ipsorum globulorum soliditas seu magnitudo minor erit cubo istius diametri, hoc est, minor erit partibus digiti cubici $\frac{8}{1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000}$; hoc est, erit globulorum magnitudo minor ea digiti cubici parte, quæ exprimitur per fractionem, cujus numerator est numerus octonarius, denominator vero est numerus decemquintillionarius, seu qui scribitur per unitatem cum triginta tribus cyphris post se.

Cum fractio, qua globulorum magnitudo exprimitur, tam numerosis constet cyphris, ut vera ipsorum quantitas cum minutissimis arenulis, talibus scil. ut ipsarum diametri digiti partem centesimam non excedant, & denique minimas has arenulas cum aliis maximis terræ corporibus, ingentibus *e.g.* Montibus; ut videamus qualem ad se invicem obtineant rationem, atque sic multo melius particularum exilitas intelligetur. Sed cur hac utar voce? Cum potius dicendum est, comparatione sic facta, illorum subtilitatem prorsus incomprehensibilem fore. Nam exinde colligitur, ne quidem decies mille ducentos quinquaginta & sex altissimos totius telluris montes posse continere tot arenulas, quot potest una arenula continere globulos animalculorum sanguineos. Non mirum erit, Academici, si ad hæc attonitis hæreatis animis, & re tam prodigiosâ perculsi ipsam materiæ infinitam divisibilitatem, etsi validissimis suffultam demonstrationibus, in dubium vocetis. Utcunque vero res hæc prima facie prorsus incredibilis videatur, ipsam nihilominus ex claris & facillimis principiis deducemus.

Ut facilius calculus ineatur, vocemus decimam pedis partem unum digitum, & ponamus centum arenulas juxta se positas spatium istius longitudinis digitalis occupare; vel, quod idem est, supponantur mille arenulæ contiguæ per longitudinem pedis extendi: erunt igitur in uno digito cubico arenulæ 1 000 000, & in pede cubico erunt arenulæ 1 000 000 000. Sit milliare unum seu mille passuum æquale 5000 pedibus, erunt pedes cubici in uno milliari cubico 125 000 000 000; adeoque arenularum numerus, quæ in uno milliari cubico contineri possunt, erit 125 000 000 000 000 000 000.

Jam ut montium dimensiones habeamus, sumamus altissimum, ut vulgo creditur, totius telluris montem, eum nempe qui in Insula *Teneriffa* est, & *El. Pico de Terrario* dicitur, cujus altitudo perpendicularis vulgo æstimatur trium milliarium *Italicorum*. Supponamus montem hunc esse figuræ conicæ,

nicæ, atque hujus circuitum ad basim esse triginta & quinque milliarium, erit area basis 97, 5 circiter milliarium: nam ut 314 ad 100, hoc est, ut circuli circumferentia ad diametrum, ita 35 ad 11, 14 diametrum seu montis crassitiem ad basim; cujus pars quarta 2, 785 ducta in peripheriam 35 dat aream basis, æqualem scil. 97, 5 milliaribus quadratis; cum igitur mons ex hyp. sit figuræ conicæ, si basis in tertiam altitudinis partem multiplicetur, productus in milliaribus cubicis exhibebit ipsius montis contentum solidum; atque tertia pars altitudinis ex hypothesi æqualis est uni milliari, qui multiplicans numerum 97, 5, productus seu montis soliditas erit æqualis milliaribus cubicis 97, 5; qui numerus si rursus multiplicetur per 125 000 000 000 000 000 000, productus seu numerus 12 187 500 000 000 000 000 000 exhibebit numerum arenularum ex quibus mons Insulæ *Teneriffæ* componi possit.

Hisce investigatis, videamus quot particulæ seu sanguinei globuli in una arenula contineri possunt. Ex supra monstratis uniuscujusque globuli magnitudo minor est digiti cubici partibus $\frac{8}{1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000}$; & magnitudo unius arenulæ æqualis est digiti cubici parti $\frac{1}{1\ 000\ 000}$; adeoque si posterior hic numerus per priorem dividatur, quotiens $\frac{1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000}{8\ 000\ 000}$ seu $\frac{1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000}{8}$, hoc est, 125 000 000 000 000 000 000 000, minor erit numero globulorum sanguinis, qui in magnitudine unius arenulæ contineri possunt; sed numerus hic 125 000 000 000 000 000 000 000 divisus per 12 187 500 000 000 000 000 000 numerum arenularum, quæ in monte Insulæ *Teneriffæ* contineri possunt, quotiens major erit quam numerus 10 256 $\frac{3}{5}$; adeoque una arenula plus-

plusquam decem-millies ducenties quinquagesies & sexies plures globulos sanguineos in se continere potest, quam altissimus totius telluris mons arenulas: vel, quod idem est, decem mille ducenti quinquaginta & sex montes, quorum unusquisque æqualis est altissimo totius telluris monti, non tot possunt in se continere arenulas, quot una arenula possit in se continere particulas sanguineas animalculorum, quæ per microscopia in quibusdam fluidis natantia cernuntur. Quod erat ostendendum. Cum igitur globuli hi tantillæ sint magnitudinis, quid sentiendum erit de particulis fluidum componentibus, in quo istiusmodi globuli vehuntur; & de spirituum animalium subtilitate? Hæc proculdubio tanta est, ut omnem calculum & imaginandi vim fugiat.

Supra modum mirabilis est hæc naturæ subtilitas; at sunt aliæ materiæ particulæ memoratis multo subtiliores, ad quas si prædicti globuli referantur, non montium sed ingentium terrarum instar apparebunt. Lucis intelligo particulas, quæ à corpore lucido ineffabili celeritate undiquaque projiciuntur, quarum subtilitatem animus humanus nunquam forte nisi post adeptam in cœlis perfectionem assequetur: immensam tamen ipsam esse vel exinde colligitur, quod lumen tenuissimæ lucernæ in tempore omnino insensibili, & absque ullo sensibili ipsius lucernæ decremento, ad distantiam duorum milliarium ab oculo sentitur; unde necesse est, ut in omni assignabili parte sphæræ activitatis istius lucernæ, cujus diameter quatuor millibus passuum major est, & in omni assignabili temporis particula, sint quædam istius lucernæ particulæ, quæ oculum ingrediuntur vel ingredi possunt; quæ quidem in diversis temporis partibus diversæ erunt. Atque per ineffabilem illum lucis subtilitatem fit, ut Sol etiamsi continuo ab ipsius creationis exordio lucem celerrime in omnem mundi partem emittat, non tamen sensibile quidquam per omne illud tempus de sua magnitudine amisit, etiamsi quotidie per aliquam, inæstimabilem licet, quantitatem decrescat; unde etiamsi post sex mille annos ejus diminutio nondum notabilis evaserit, post finitam tamen annorum seriem, quamvis valde protractam, totus dissipabitur. Ex quo se-

ſequitur Mundum hunc nec in æternum exiſtere poſſe, nec potuiſſe ab æterno exſtitiſſe.

Ex demonſtrata infinita materiæ Diviſibilitate, ſequentia Theoremata ejuſdem Raritatem & tenuem compoſitionem ſpectantia facile eliciuntur.

Lemma.

Datâ quavis materiæ quantitate, ex eâ, vel ex quavis ejus parte, formari poteſt ſphæra concava, cujus ſemidiameter ſit datæ rectæ æqualis.

Sit materiæ particula a^3, & data recta ſit b. Ratio peripheriæ circuli ad Radium ſit p ad r. Dicatur ſemidiameter concavitatis x, & craſſities pelliculæ concavitatem ſphæræ ambientis erit $b-x$, & cylindrus ſphæræ circumſcriptus cujus radius eſt b erit $\frac{p \times b^3}{r}$, unde ſphæra cylindro inſcripta erit $\frac{2 \times pb^3}{3 \times r}$. Eâdem ratione ſphæra cujus radius eſt x erit $\frac{2 \times px^3}{3 \times r}$; quarum differentia $\frac{2p}{3r} \times \overline{b^3-x^3}$ ponenda eſt ſphæricæ lamellæ æqualis, ſeu materiæ particulæ datæ; hoc eſt, erit $\frac{2p}{3 \times r}\,\overline{b^3-x^3}=a^3$ ſeu $b^3-x^3=\frac{3 \times r\,a^3}{2p}$. Unde $x^3=b^3-\frac{3 \times r\,a^3}{2p}$ & $x=\sqrt[3]{b^3-\frac{3 \times r\,a^3}{2p}}$, adeoque craſſities lamellæ ſphæricæ ſeu $b-x$ erit $=b-\sqrt[3]{b^3-\frac{3 \times r\,a^3}{2p}}$.

Eâdem ratione fieri poſſunt ex data materiæ quantitate Cubi *concavi*, Cylindri *concavi*, *vel corpora etiam alterius cujuſvis figuræ concavæ, quorum latera ſunt datæ rectæ æqualia.*

Theorema Primum.

Datâ quavis materiæ quantitate quantumvis exiguâ, & dato ſpa-

ſpatio quovis finito utcunque amplo; quod v. g. *ſit cubus qui ſphæram Saturni circumſcriberet: Poſſibile eſt ut materia iſtius Arenulæ per totum illud ſpatium diffundatur, atque ipſum ita adimpleat, ut nullus ſit in eo porus cujus diameter datam ſuperet lineam.*

TAB. 1. *fig.* 1. Sit datum ſpatium Cubus cujus latus ſit recta AB, diametro ſcil. orbitæ Saturni æqualis; deturque materiæ particula cujus quantitas ſit b^3; & data recta (quâ pororum diametri non majores eſſe debent) ſit D. Dividi concipiatur recta AB in partes æquales rectæ D, quarum numerus finitus erit, cum nec recta AB ponitur infinitè magna, nec recta D infinitè parva: ſit numerus ille n, hoc eſt, ſit $n\,D = AB$, adeoque erit $n^3\,D^3$ æqualis cubo rectæ AB. Concipiatur item ſpatium datum dividi in cubos quorum ſingulorum latera ſunt æqualia rectæ D, eritque cuborum numerus n^3; & hi cubi per ſpatia EFGH in figura repræſententur. Dividi porro ſupponatur particula b^3 in partes quarum numerus ſit n^3, & in unoquoque ſpatio cubico ponatur una harum particularum, & hac ratione materia b^3 per omne illud ſpatium diffundetur. Poteſt præterea unaquæque ipſius b^3 particula, in ſua quaſi cellâ locata, in ſphæram concavam formari, cujus diameter ſit æqualis datæ rectæ D: unde fiet, ut ſphæra quælibet proximam quamque tangat, & data materiæ particula utcunque exigua b^3, ſpatium datum ita adimpleat, ut nullus ſit in eo porus cujus diameter datam rectam D ſuperat. Q. E. D.

Cor. Hinc dari poteſt corpus, cujus materia, ſi in ſpatium abſolutè plenum redigatur, ſpatium illud fieri poteſt prioris magnitudinis pars quælibet data.

Theorema Secundum.

Poſſunt eſſe duo corpora mole æqualia, quorum materiæ quantitates ſint utcunque inæquales, & datam quamvis ad ſe invicem obtineant rationem; pororum tamen ſummæ, ſeu ſpatia vacua inter corpora, ad rationem æqualitatis ferè accedant.

Vel

Vel in ſtilo Carteſiano: *Spatium omne, quod à materiâ ſubtili intra unius corporis poros occupatur, poſſet eſſe fere æquale ſpatio quod à ſimili materiâ intra alterum corpus tenetur; licet materia propria unius corporis decies millies vel centies millies ſuperet materiam propriam alterius corporis, & corpora ſint mole æqualia.*

Ex. gr. Sit digitus cubicus *Auri*, & digitus cubicus *Aëris* vulgaris non condenſati. Certum eſt quantitatem materiæ in *Auro* vicies millies circiter ſuperare materiam *Aëris*, attamen fieri poteſt, ut ſpatia in *Auro* vel abſolutè vacua, vel materiâ ſubtili repleta, ſint ferè æqualia ſpatiis in *Aëre*, vel vacuis, vel materiâ tantum ſubtili repletis.

Sint A & B corpora duo, magnitudine æqualia: utrumque *v. gr.* ſit cubus uniûs digiti. Et corpus A decies millies ſit gravius corpore B, unde & corpus A quantitate materiæ decies millies ſuperabit corpus B. Ponamus jam materiæ quantitatem in A redigi in ſpatium abſolutè plenum, quod ſit digiti cubici pars centies milleſima; (liquet enim ex Coroll. præcedentis Theorematis id fieri poſſe.) Unde cum materia in A decies millies ſuperat materiam in B, materia illa in B, ſi in ſpatium abſolutè plenum compingatur, occupabit tantum digiti cubici partem $\frac{1}{1\ 000\ 000\ 000}$, ſeu decies millies centies milleſimam: adeoque partes reliquæ 999 999 999 vel erunt abſolutè vacuæ, vel materiâ aliqua ſubtili, qualis ſupponitur Carteſiana, tantum repletæ. Porro, cum materiæ quantitas in A impleat tantum digiti partem centies milleſimam, erunt in corpore A partes 99 999 centies milleſimæ, vel vacuæ, vel materia ſubtili repletæ; hoc eſt, reducendo fractionem ad denominatorem prioris fractionis, erunt in A partes vacuæ 999 990 000 millies decies centies milleſimæ. Adeoque vacuitates in A erunt ad vacuitates in B, ut numerus 999 990 000 ad numerum 999 999 999, qui numeri ſunt ad ſe invicem ferè in ratione æqualitatis; nam eorum differentia, parvam admodum ad ipſos numeros obtinet ratio-

TAB. 2. *fig.* 5.

nem. Adeoque ſpatia vacua, vel materiâ ſubtili tantum repleta, quæ ſunt in duobus corporibus A & B, eandem cum ipſis numeris, ad ſe invicem rationem obtinentes, ſunt etiam ferè in ratione æqualitatis. Q. E. D.

Corpora autem omnia eſſe rariſſima, hoc eſt, pro mole ſua parvam admodum continere materiæ quantitatem, ex Diaphanorum proprietatibus certiſſimè conſtat: nam *radii lucis* intra vitrum vel aquam, non ſecus ac in aëre per rectas lineas diffunduntur, quæcunque luci expoſita ſit corporis Diaphani facies; Adeoque à minimâ quâvis aſſignabili Diaphani parte, ad aliam quamvis ejuſdem partem, ſemper extenditur in his corporibus porus rectilineus, per quem tranſiverit lux; atque hoc fieri non poteſt, niſi materia Diaphani ad ejus molem parvam admodum obtineat rationem; nec fortaſſe materiæ quantitas in Vitro, ad ejus magnitudinem majorem habet rationem, quam magnitudo unius arenulæ ad totam Terreni orbis molem: hoc autem non eſſe impoſſibile, ſuperius oſtenſum eſt. Unde cum aurum non ſit octuplo denſius vitro, ejus quoque materia, ad propriam molem, exiguam admodum obtinebit rationem.

Hinc ratio reddi poteſt, cur effluvia magnetica eadem ferè facilitate denſum aurum & tenuem aërem pervadunt.

Ex his etiam propoſitionibus, & ex maximâ lucis celeritate, ratio reddi poteſt, cur *Lucis* radii ex pluribus objectis prodeuntes & per tenue foramen tranſmiſſi, ſe mutuo non impediunt, ſed per eandem rectam in motu ſuo perſeverant: Quod per motum ſeu impulſum fluidi plenum efficientis vix explicari poteſt; *Corpus enim omne à pluribus potentiis, ſecundum diverſas directiones, ſimul impulſum, unam tantum & determinatam directionem accipit ex omnibus compoſitam.*

L E-

Lectio VI.
De Motu, Loco, & Tempore.

CUM hactenus de corporum Soliditate, Extensione, Divisibilitate, Subtilitate, satis à nobis dictum sit; ad Motum jam, nobilissimam, qua gaudet corpus, affectionem, dilucidandum accedimus: quo mediante se prodit natura, eâ rerum varietate agentem, quæ videri non sine stupore debet; quo sublato, omnis periret mundi ornatus, & spectabilis pulchritudo; atque horrendæ tenebræ & infinitus torpor res omnes occuparent. Ab hoc pendent dierum & noctium vicissitudines, frigoris & caloris, nivis, pluviæ & serenitatis, sese mutuo excipientium tanta varietas, atque anni tempestates omnes. Per motum crescunt plantæ, nutriuntur arbores, & vivunt animalia, cum ipsa vita non nisi in motu, hoc est, sanguinis circulatione consistit. Sed quid singulis enumerandis morer? Cum res omnes ex motu nascuntur.

Scientia igitur de Motu, ad rite Philosophandum adeo est necessaria, ut ne vel minimum naturæ opus absque eo investigari possit. Hinc celebre & verissimum illud Philosophi effatum, Ἀναγκαῖον ἀγνοουμένης αὐτῆς κινήσεως ἀγνοεῖσθαι καὶ τὴν φύσιν. *Ignorato Motu Naturam ignorari necesse est.*

De motus natura, causis, & communicatione, multum inter se disceptarunt Physici seu potius Metaphysici; & mirum est quantas lites, de re satis clara, moverunt; & quæ Idearum confusio, quæ tenebræ inde subortæ sunt, adeo ut inter disputandi ineptias, naturalis & simplex, quam de eo habuerunt notitia, ipsis elabi videatur. Vix enim è plebe quemquam, aut rudem artificem inveniemus, qui non plus novit de verâ naturâ, atque causa motus quam omnes hi disputantes Philosophi; quorum quidem aliqui eo pervenerunt insaniæ, ut motum omnem tanquam rem impossibilem à corporibus sustulerint, & argutias quasdam proposuerint, quibus illius impossibilitatem adstruere sibi visi sunt.

Liceat hic validiora quædam illorum argumenta proferre; & primum ſit illud *Diodori Croni:* Nempe, ſi corpus moveatur, vel movetur in loco quo eſt, vel in loco quo non eſt, quorum utrumvis eſt impoſſibile; ſi enim movetur in loco quo eſt, ab illo loco nunquam exiret, adeoque nullus daretur motus: ſimiliter non poteſt moveri in loco quo non eſt, quia nihil agit in loco quo non eſt, ergo non omnino movebitur corpus. Reſpondeo, nec corpus moveri in loco quo eſt, nec in loco quo non eſt, ſed moveri è loco in locum.

Secundum argumentum eſt illud *Zenonis*, quod *Achillis* nomine inſignivit, quo Zeno conatur probare, ſi daretur motus, Achillem etſi velociſſimum Teſtudinem animalium tardiſſimam nunquam aſſecuturum: eſt autem ejuſmodi. Ponatur Achillem à teſtudine diſtare per quodvis ſpatium finitum, *v. g.* mille paſſuum, atque eum centies velocius teſtudine moveri ſupponamus: ergo dum Achilles unum percurrit milliare, teſtudo milliaris partem unam centeſimam conficiet, adeoque Achilles teſtudinem nondum eſt aſſecutus; & rurſus dum Achilles partem illam milliaris centeſimam conficit, teſtudo interim per milliaris partem decem-milleſimam reptabit, adeoque nec adhuc teſtudinem erit aſſecutus Achilles. Eodem modo dum Achilles partem illam milliaris decem-milleſimam decurrit, teſtudo per milliaris partem millioneſimam promovebitur, adeoque nec adhuc teſtudinem attingere poteſt: atque ſic progredi licebit in infinitum, nec unquam poteſt teſtudinem captare, ſed ſemper erit aliqua inter Achillem & teſtudinem diſtantia.

Famoſum eſt hoc Zenonis argumentum; ad quod ſolvendum ſcripſerunt quidam integros tractatus: at nos facillime illius nodum diſſolvemus, dicendo milliare una cum milliaris parte centeſima, una cum milliaris parte decem-milleſima, una cum milliaris parte millioneſima, & ſic in infinitum, quantitati finitæ æquipollere: hoc enim ab Arithmeticis demonſtratum eſt, quod ſumma ſeriei cujuſvis quantitatum in quavis proportione Geometrica in infinitum decreſcentium, æquaqualis ſit quantitati finitæ; ſed milliaris pars $\frac{1}{100}$, una cum parte $\frac{1}{10\,000}$, una cum parte $\frac{1}{1\,000\,000}$, una cum parte $\frac{1}{100\,000\,000}$ centum-millioneſima, & ſic in infinitum, eſt ſeries quantitatum in proportione Geometrica in infinitum decreſcentium, adeoque illius ſumma, cum ſit æqualis quantitati finitæ, à mobili cum data velocitate moto, finito in tempore percurri poteſt. Ponamus enim Achillem ſpatio unius horæ milliare peragraſſe; ergo & partem milliaris centeſimam in parte horæ centeſima conficiet, & partem milliaris decem-milleſimam, in horæ parte decem-milleſima percurret; eodem modo pars milliaris millioneſima in parte horæ millioneſima peragrabitur, & ſic de cæteris. Si igitur hora, una cum horæ parte centeſima, una cum horæ parte decem-milleſima, una cum horæ parte millioneſima, + $\frac{1}{100\,000\,000}$, &c. in infinitum; ſi, inquam, ſumma hujus ſeriei in infinitum continuatæ infinito temporis ſpatio æquipolleret, certum eſt Achillem teſtudinem nunquam eſſe aſſecuturum in tempore finito: verum cum, ut hactenus dictum eſt, horæ pars $\frac{1}{100} + \frac{1}{10\,000} + \frac{1}{1\,000\,000}$, &c. ſit ſeries quantitatum in proportione Geometrica in infinitum decreſcentium, erit illius ſumma quantitati finitæ æqualis, ſcil. uni parti horæ nonageſimæ nonæ, ut facillime demonſtrari poteſt: & intra illud temporis ſpatium omnes, utcunque numero infinitæ, temporis particulæ elabentur. Dicimus igitur Achillem teſtudinem aſſecuturum poſt elapſas horam unam & infinitas illas numero particulas quæ in prædictâ ſerie continentur; hoc eſt, poſt horam unam & horæ partem nonageſimam nonam ad teſtudinem pertinget; atque ſic tollitur vis illius argumenti, quod tanquam inſolubile toties jactaverunt illius patroni.

Hoc

Hoc etiam proferri ſolet contra motum argumentum. Corpus A moveatur à B ad C (poſitis B & C duobus punctis contiguis) in inſtanti D: cum movetur A ſupponitur eſſe in B, adeoque in eo inſtanti non poteſt ad C pervenire, quia ſcil. ponitur eſſe in B; & in eodem inſtanti non poteſt eſſe in utroque, quia nihil poteſt eſſe ſimul in duobus locis, hoc eſt, in eodem inſtanti; adeoque in inſtanti quo eſt in B non poteſt ad C pervenire: eodem modo in quolibet alio inſtanti non poteſt ad C pervenire, quia adhuc ponitur in B, adeoque ſecundum hujus argumenti authores nunquam ad C pertinget.

Huic argumento facile reſponderi poteſt, dicendo A ſub initio inſtantis D, eſſe in B puncto, at in fine in puncto C; oportet enim ut tempus omne, in quo peragitur motus finitus, habeat initium & finem.

Sed præterea in allato argumento, non pauca aſſumpta ponuntur, quæ falſa atque impoſſibilia ſunt, *v. g.* cum duo ſupponuntur puncta contigua. Si per punctum intelligatur pars indiviſibilis ſeu minima quantitas, talia quidem puncta non dari prius demonſtravimus; adeoque ſi huic hypotheſi innitatur argumentum, impoſſibile erit, ut ullam inferat humano intellectui vim, ad motum convellendum. Si vero per puncta intelligantur ipſa puncta Mathematica, qualia ſcil. ſunt linearum termini, ſectiones, & contactus, hæc equidem ut poſſibilia agnoſco: impoſſibile tamen erit ut res quævis in iis moveatur; quicquid enim movetur per ſpatium movetur, at punctum Mathematicum alii puncto contiguum non poteſt ſpatium componere, ſed punctum: nam ſicut in Arithmetica mille cyphræ, ſeu nihil millies ſumptum, nihilo æquipollet; ſic in Geometria mille puncta, vel etiam infinita ſimul puncta, quantitatem non component, ſed puncto ſeu non quanto æquipollebunt. Unde cum duo puncta contigua tantum puncto æquantur, lubens agnoſco non poſſe motum per ea fieri: At nihil inde ſequitur abſurdi, motus enim per ſpatium non tollitur, ſed motus per punctum; & abſurdum quidem eſſet ſi iſtiuſmodi concederetur motus.

Quod

Quod de punctis diximus, idem potest Instantibus accommodari, ostendo ut magnitudines omnes, sic etiam tempus esse in infinitum divisibile, adeoque nullam esse temporis particulam quæ proprie instans dici potest, seu punctum temporis; sicut nulla est pars lineæ quæ cum puncto Geometrico coincidit: & ut infinita puncta non lineam componunt, sed punctum, sic etiam infinita instantia, seu temporis puncta, nulli tempori æquantur. Potest quidem spatium temporis inter diversa instantia dato tempori æquari, at ipsa instantia nulli tempori æqualia erunt: tempus enim non ex instantibus, sed ex partibus quæ sunt tempora componitur; nec motus in instanti sed in tempore peragitur.

Sed hisce nugis valere jussis, ad institutum revertor.

Cum motus de quo acturi sumus sit motus localis, res postulat ut quædam de loco & tempore prius differamus. Locus distingui solet in internum & externum. Internus locus est spatium quod à corpore locato repletur; externus autem is solus est qui ab Aristotele definitur, & dicitur superficies concava corporis ambientis, & locatum continentis.

Clarius fortasse distinguetur locus, sicut & spatium, in absolutum & relativum. Locus absolutus seu primarius est ea spatii immobilis, permanentis & undique expansi pars, quæ à corpore locato occupatur: locus relativus seu secundarius est apparens ille & sensibilis, qui à sensibus nostris ex situ ad alia corpora definitur. Cum enim spatium ipsum sit ens similare & uniforme, cujus partes videri nequeunt, & per sensus à se invicem distingui, ideo convenit ut corporum loca ad alia corpora referantur, & per distantias & positiones ad alia ista corpora determinentur, *v. g.* Ponamus aliquem in angulo quovis domus alicujus sedere; illius locus per distantiam, respectum, & positionem quam habet ad alios angulos, parietes, & circumstantia corpora, quæ tanquam immobilia spectantur, definietur; & quamdiu quisquam eundem situm & distantiam ab hisce corporibus conservat, tamdiu in eodem manere loco videbitur. Sic etiam si quisquam in nave sedeat, sive quiescit navis sive movetur, quamdiu eandem

dem ſervat diſtantiam ab omnibus navis partibus quæ tanquam quieſcentes ſpectantur, & eadem manet ad eas omnes poſitio, idem etiam manebit illius locus relativus.

Quod de loco diximus poteſt etiam ſpatio ſimiliter applicari, ſcil. illud quoque in abſolutum & relativum diſtingui: abſolutum dicimus illud, quod ſua natura, abſque relatione ad externum quodvis, ſemper manet ſimilare & immobile. Relativum autem eſt quod ad corpora quædam refertur, per quæ determinatur, & menſuratur; cujus nempe partes ad corpora illa eandem ſemper ſervant poſitionem & ſitum, & quarum diſtantia ab iis immutata, eadem ſemper perſeverat.

Spatium relativum idem ſemper magnitudine & figura eſt cum ſpatio abſoluto, non tamen neceſſe eſt ut idem ſemper numero maneat cum eodem: nam in prædicto navis exemplo, ſi navis abſolute quieſcit, in eo quidem caſu ſpatium relativum cum abſoluto coincidit, non magnitudine & figura tantum, ſed etiam & numero: at ſi ponamus navem moveri, ſpatium abſolutum quod intra cavitatem navis continetur, erit in diverſis locis diverſum; at cum ipſa cavitas & figura navis eadem maneat, erit ſpatii in eâ contenti eadem ſemper & invariata magnitudo, eadem illius figura, & ejus partes ſimiliter ſitæ, ad eaſdem navis partes eandem ſemper habent poſitionem & diſtantiam, & proinde idem ſpatium relativum dici debet.

Sic etiam in hypotheſi Terræ motæ, ſpatium quod intra parietes ædificii continetur, etſi, abſolutum ſcil. ſpectando, ſemper mutatur, cum tamen eadem manet ædificii cavitas, eadem figura, & omnes ſpatii contenti partes ſimiles, ad eaſdem ædificii partes eundem ſemper conſervant ſitum; imo cum ad ſpatium aëris noſtri relativum, ſeu etiam ad omnes terræ partes, eandem ſemper obtinent poſitionem, ſpatium illud idem relativum dici poteſt.

Eodem modo & tempus diſtingui poteſt in abſolutum & relativum. Tempus abſolutum æquabiliter fluit, hoc eſt, nunquam tardius, nunquam velocius procedit, ſed abſque omni relatione ad corporis cujuſcunque motum, æquo ſemper

per labitur tenore. Tempus relativum ſeu apparens eſt ſenſibilis durationis cujuſvis per motum menſura; cum enim ipſius temporis fluxus æquabilis ſenſus non afficit, advocandus eſt in ſubſidium motus æquabilis, ut menſura aliqua ſenſibilis quæ illius quantitatem determinet, cujus partes temporis partibus ſemper reſpondeant, & proportionales ſint. Motus autem ille uniformis, qui ad menſuram temporis adhibendus eſt, debet eſſe maxime notabilis, cunctis obvius, & in omnium ſenſus incurrens, qualis vulgo cenſetur apparens ille Solis & Lunæ, & reliquorum ſiderum revolutiones; per quas tempus partimur in horas, dies, menſes, & annos. Et ſicut ea tempora æqualia judicamus, quæ præterlabuntur dum mobile aliquod æquabili velocitate latum æqualia ſpatia percurrit, ſic æqualia etiam dicenda ſunt tempora, quæ fluunt dum Sol, vel Luna, revolutiones ſuas ad ſenſum æquales peragunt.

Verum cum, ut hactenus dictum eſt, temporis fluxus accelerari aut retardari nequit, corpora autem omnia nunc incitatius nunc ſegnius moveri poſſunt, nec fortaſſe datur in rerum natura motus perfecte æquabilis; neceſſe eſt ut tempus abſolutum ſit aliquid à motu vere & realiter diſtinctum, nec illius natura magis à motu corporum quam ab eorundem quiete dependet. Ponamus enim Cœlum & ſidera ab ipſo Mundi exordio immobilia perſtitiſſe, at non ideo ſiſti potuit temporis curſus, ſed illius quieſcentis ſtatus duratio æqualis eſſet tempori quod jam movendo elapſum eſt. Præterea cum conſtat ex ſacra Hiſtoria tempore *Joſuæ*, Solem in eodem Cœli viſibilis puncto, per aliquod tempus immotum manſiſſe; non tamen ideo tempus abſolutum perſtitit, & cum ſole rurſus progredi cœpit, ſed eodem quo prius celeri præterlabebatur curſu, quamvis omnia horologia ſciaterica eandem diei horam, per omne illud ſtationis tempus indicabant: & ſic quidem ſubſtitit tempus apparens ad Solis nempe motum relatum, cum abſolutum interim uniformiter progrediebatur.

Sic etiam cum & hodie Solis motus apparens uniformis non eſt, nec ejus revolutio diurna æquabilis erit, ut omnes agnofcunt Aftronomi; fed aliquando celeriore, aliquando lentiore procedit gradu, ac proinde dies naturalis, νυχθήμερον, feu fpatium temporis una revolutione diurna elapfum, nunc minus nunc majus evadet; adeoque tempus apparens non eodem quo tempus abfolutum progreditur tenore: unde ut ab illo diftinguatur neceffe eft.

Cum tempus abfolutum fit Quantum uniformiter extenfum & fua natura fimpliciffimum, poteft per magnitudines fimpliciffimas rite repræfentari, feu imaginationi noftræ proponi: quales imprimis videntur effe rectæ lineæ & circulares, quibufcum & tempori quædam intercedunt analogiæ. Nam tam temporis, quam rectarum & circularium linearum, partes omnes funt fibi ubique fimiles & uniformes; & ficut linea per motum feu fluxum puncti generatur, cujus quantitas ab unica pendet longitudine per motum determinata; fic etiam tempus quodammodo cenferi poteft inftantis continuo labentis veftigium, cujus quantitas ab unica profluit velut in longum exporrecta fucceffione, quam fpatii percurfi longitudo demonftrat; & proinde optime per fluxum puncti feu rectam lineam repræfentari poteft, quod in fequentibus fæpius fiet.

Obfervandum autem nos per Temporis vocem intelligere fpatium illud temporis quo motus tranfigitur; adeoque cum de rebus Phyficis & motu agendum eft, rite cum *Ariftotele* definiri poteft, *Menfura motus fecundum prius & pofterius*: non quidem abfolutam temporis naturam fpectando, fed connexionem illam quam motus cum eo habet, ut fcil. nullum fpatium à mobili in inftanti percurri poffit, fed fucceffive & juxta fluxum temporis omnis motus peragatur, qui igitur cum temporis quantitate comparari poteft & ab ejus fluxu menfurari.

LE-

LECTIO VII.

DEFINITIONES.

I. *MOTUS est continua & successiva loci mutatio.*

II. *Celeritas est affectio motus, quâ mobile datum spatium in dato tempore percurrit.*

III. *Quies autem est corporis cujusvis in eodem loco permanentia.*

Hinc sequitur quietem, motum & celeritatem, secundum duplicem loci distinctionem, duplices esse, absolutos scil. & relativos.

IV. *Motus absolutus est mutatio loci absoluti, & illius celeritas secundum spatium absolutum mensuratur.*

V. *Quies absoluta est permanentia corporis in eodem loco absoluto.*

VI. *Motus relativus est mutatio loci relativi, cujus celeritas secundum spatium relativum mensuratur.*

VII. *Quies vero relativa est permanentia corporis in eodem loco relativo.*

Ex hisce sequitur, Primo, posse aliquem relative quiescere, qui tamen secundum spatium absolutum vere & absolute movetur; *v. g.* Si aliquis in nave sedeat, cum eundem retinet locum relativum, eundem servat situm & distantiam ad reliquas navis partes, quæ tanquam quiescentes spectantur, ille relative quiescit; cum tamen interea eodem provehitur motu, eadem celeritate, & secundum eandem plagam, qua ipsa navis à ventis defertur; in quo casu, omnes navis partes eundem inter se situm servantes spectatori intra navem posito tanquam quiescentes apparebunt: è contra, dum ipsa navis movetur, spectatori in navi locato, littora aliaque corpora extra navem circumjacentia moveri videbuntur, ea celeritate, at versus contrariam plagam, qua ad ea revera accedit navis, vel ab iisdem recedit. Hujus apparentiæ ratio ex principiis Opticis facile ostenditur: Ea enim corpora ut quiescentia videmus, quæ ad ipsum oculum easdem semper servant positiones & distantias; quæ autem moveri videmus corpora, ea diſtantias ſuas & poſitiones oculi reſpectu mutare deprehendimus; vel ut paulo altius rem deducamus.

Cum Optica nos doceat omne corpus quod videtur, imaginem ſuam, ope radiorum à viſibili prodeuntium, in ipſo fundo oculi ſeu in retina depictam habere; ſequitur, ut ea objecta moveri videantur, quorum imagines in retina moventur; hoc eſt, quæ diverſas retinæ partes ſucceſſive pertranſeunt, dum quis oculum ſuum immotum ſupponit: at ea objecta tanquam quieſcentia cernuntur, quorum imagines eandem ſemper occupant retinæ partem, cum ſcil. imaginum motus in oculi fundo non ſentitur. Atque hinc eſt, quod in nave ſedentes ipſius navis motum non percipiant; omnes quippe navis partes inter ſe relative quieſcentes eandem poſitionem & diſtantiam quoad oculum ſervantes, imagines ſuas in iiſdem retinæ partibus ſemper depictas habebunt; earum igitur motus non videbitur: at cum ad littora oculos vertat ſpectator, dum ipſa navis movetur, neceſſe eſt ut objectum quodlibet externum ſitum ſuum oculi reſpectu mutet, & proinde ejus imago alias atque alias retinæ partes ſucceſſive occupabit; hoc eſt, objectum externum moveri videbitur. Ob eandem rationem, ſi Terra circa Solem vel ſuum axem moveatur, illius motus ab ipſius terræ incolis neutiquam percipietur, cum ſcil. ædificia & omnia in terra objecta viſibilia iiſdem ſemper terræ partibus inſidentia, eandem ſemper inter ſe & oculum poſitionem ſervabunt; ſin aſtra aliaque omnia corpora terræ non adhærentia adſpiciantur, ea ob eandem cauſam, qua prius littora, moveri videbuntur; hoc eſt, ſi terra circa ſuum axem rotetur ab occidente in orientem, Sol & reliqua ſidera ab oriente in occidentem moveri conſpicientur.

Sed Terræ motu pauliſper dimiſſo, ad exemplum Navis redeamus; ſi navis ſecundum quamcunque directionem feratur *v. g.* verſus orientem, & aliquis in prora ſedens lapidem verſus occidentem eadem velocitate projiciat, qua ipſa navis ad orientem progreditur; lapis in hoc caſu ſpectatori intra navem moveri videbitur verſus occidentem, & ejus velolocitas relativa æqualis erit ipsius navis celeritati absolutæ; revera tamen lapis quiescet in spatio absoluto, abstrahendo à terræ motu & eo omni qui ex gravitate oriri potest. Et si ponamus aliquem extra navem in aëre pendulum, ille lapidem quiescentem spectabit; cum vero gravis sit lapis, videbit illum perpendiculariter tantum deorsum motum, nec magis versus ortum quam occasum tendentem: vis enim à projiciente in lapidem impressa nihil aliud agit, quam destruit æqualem vim motûs, quæ à navi versus contrariam plagam ipsi communicabatur. Moto enim quolibet corpore vel spatio, etiam omnia corpora vel corporum particulæ, intra illud relative quiescentia, eàdem celeritate & secundum eandem plagam moventur.

At objiciat aliquis, lapidem è manu projicientis emissum in ipsam puppim impingere, eique ictum imprimere, adeoque cum lapis in ipsam puppim irruit, non potest non moveri: Respondeo, verum quidem esse eos, qui intra navem versantur, lapidem in puppim irruentem eamque percutientem conspicere; at si ponatur aliquis extra navem in aëre pendulus; ille non lapidem versus puppim, sed puppim in lapidem impingentem videbit; & ictus magnitudo, qui in utrovis corpore recipitur, eadem omnino erit ac si navis quiesceret, & lapis revera versus puppim impelleretur, eàdem celeritate, qua puppis ad lapidem accedebat. Si enim duo sint corpora A & B utcunque æqualia vel inæqualia; eadem erit percussionis vis, sive B cum data celeritate in corpus A quiescens impingat; vel si quiescat B, & A eàdem celeritate in ipsum irruit; vel si utrumque corpus versus eandem plagam moveretur, & subsequens A celerius motum in ipsum B impingeret; eadem erit quantitas ictus, ac si B omnino quiesceret & A solum latum esset, differentia celeritatum qua scil. ipsius celeritas celeritatem corporis B superabat; vel denique, si tam A quam B versus contrarias partes ferantur, ictus magnitudo eadem fiet, ac si unum quiesceret, & alterum motum esset cum ea celeritate, quæ sit summæ priorum velocitatum æqualis. Verbo dicam, eàdem semper manente velocitate relativa corporum, quâ ad se invicem accedunt,

TAB. 2. fig. 4.

ea-

eadem quoque erit percussionis quantitas, quomodocunque veræ velocitates partitæ sint, ut in sequentibus demonstrabitur. Sed rursus ad navem redeamus.

Si vis, qua lapis à projiciente emittitur, minor sit eâ quæ ex navis motu in hoc casu recipitur, lapis ipse revera in eandem, qua ipsa navis, plagam motu scil. absoluto defere- tur; hoc est, à spectatore, quem extra navem in aëre consistentem posuimus, versus orientem moveri videbitur, ea celeritate, qua celeritas navis celeritatem motus ab impellentis dextra impressi superabat; at in ipsa navi sedentibus lapis versus occasum moveri apparebit, eâdem prorsus celeritate, quam à projicientis manu accepit, qua etiam in puppim impingere videbitur.

Sed si quis in puppi sedens lapidem versus proram projiciat, verus & absolutus illius motus erit versus proram seu orientem; & à spectatore nostro extra navem posito ea celeritate ferri conspicietur; quæ æqualis sit summæ duarum celeritatum, illius scil. quam à projiciente accepit, & illius quæ per motum navis ipsi communicabatur.

Hæc omnia hypothesi Terræ motæ possunt applicari. Si enim terra solummodo circa axem suum revolvatur ab occidente versus orientem, & lapis vel globus è tormento projiciatur ad occidentem, ea celeritate qua terra circa axem vertitur; impetus, quem globus ex tormento recipit, contrarium impetum, qui ex terra illi imprimebatur, destruet; adeoque in spatio absoluto quiesceret globus, secluso motu ex gravitate orto. Nihilominus qui in terræ superficie degunt & una cum ea revolvuntur, lapidem vel globum versus occasum celeriter ferri conspicient; & si murus aliquis ejus motui apparenti objiciatur, globum vi eâdem murum ferientem videbunt, ac si murus revera quiesceret, & globus contra illum ea celeritate impingeret, quam in eo casu ab explosione reciperet: nam eadem, ut dictum est, erit ictus quantitas, sive globus cum determinata celeritate in murum quiescentem projiciatur, sive murus in globum quiescentem eâdem celeritate irruat.

Si minor sit vis, quæ in globum per bombardæ explosionem

nem imprimitur, eâ quæ per diurnum motum terræ illi communicatur, globus revera versus orientem feretur; at quia ejus velocitas minor est ea, qua nos versus orientem revolvimur, globus à nobis ad occidentem tendere conspicietur; & obstaculum quodcunque ejus motui apparenti oppositum ea vi ferire videbitur, ac si revera obstaculum in eodem spatio absoluto permansisset, & globus in ipsum ea vi, quam à bombarda accepit, impegisset. Si deinceps globus versus orientem explodatur, motus ejus absolutus erit in orientem, & ejus velocitas in tantum superabit velocitatem, qua ipsa tellus fertur, quanta est ea quæ globo per bombardam imprimitur, adeoque eâ solâ velocitatis differentiâ in obstaculum quodcunque irruit, & illud percutiet.

Verum universaliter, corporum in dato spatio inclusorum idem erunt motus inter se, idem congressus, eadem percussionis vis, sive spatium illud quiescat, sive moveatur uniformiter in directum.

Motu, quiete, celeritate, tam absolutis quam relativis, prolixe satis explicatis, ad alios terminos definiendos accedo.

VIII. *Spatium percursum est via illa quæ à corpore motu ipsius peragratur.*

IX. *Illius longitudo est recta illa quæ à centro corporis moti describitur.*

X. *Directio motus est recta quà tendit mobile.*

XI. *Motus æquabilis fit, quando mobile eadem semper celeritate omnes longitudinis seu spatii percursi partes describit.*

XII. *Motus acceleratus est cujus velocitas continuo crescit.*

XIII. *Motus retardatus est cujus velocitas continuo minuitur.*

XIV. *Motus æquabiliter acceleratus est, cui temporibus semper æqualibus æqualia accedunt velocitatis incrementa.*

XV. *Motus æquabiliter retardatus est, cujus velocitas temporibus æqualibus ad quietem usque æqualiter decrescit.*

XVI. *Momentum (quod & quantitas motus, sæpe etiam simpliciter Motus dici solet) est potentia seu vis illa corporibus motis insita, quà è locis suis continuo tendunt.*

XVII. *Impedimentum vero est quod motui obstat vel resistit, atque illum destruit vel saltem minuit.*

XVIII. *Vis motrix est potentia agentis ad motum efficiendum.*

XIX. *Vis impressa est actio in corpus exercita, ad ejus statum vel motus vel quietis mutandum.*

Si corpus A quiescat & movendum sit cum data celeritate, vis illa quæ ipsi imprimitur, quaque accepta cum data velocitate moveri incipit, dicitur Vis impressa; in quo casu à Vi motrici non nisi in concipiendi modo differt: Eadem enim vis quatenus ab agente procedit, dicitur Vis motrix, & quatenus à patiente recipitur, dicitur Vis impressa. Sic etiam, si corpus B moveatur, quædam determinata requiritur vis ad illius motum minuendum, & quædam etiam determinata vis necessario habenda est ad illius motum omnino sistendum; quæ cum in corpus B exercetur, Vis impressa dicitur.

Non ignoro quosdam Philosophos quantitatem motus ab illius celeritate non distinguere; ea quippe corpora æquales motus habere dicunt, quæ æquali celeritate moventur, sive ipsa corpora æqualia sive inæqualia existant, sive unum sit exiguum admodum, alterum vero utcunque magnum; modo eâdem velocitate utrumque corpus latum sit, in utroque semper eandem motus quantitatem permanere volunt. At non ratio solum, verum & experientia docet motum non modo augeri in ratione velocitatis, sed & etiam in ratione molis seu magnitudinis, positis corporibus homogeneis seu
TAB. 2. fig. 4. ejusdem speciei; *v. g.* Sint duo corpora A & B, quorum A majus corpus, & B minus; & momentum seu quantitas motus ipsius A non tantum majus erit momento ipsius B, si A velocius feratur ipso B; verum si utrumque æquali celeritate feratur, erit vis seu energia, qua corpus majus A fertur, major ea quam habet corpus B ad suum locum mutandum; quia scil. vis contraria obstaculi vel impedimenti major requiritur ad sistendum motum majoris corporis A, quam ea quæ necessaria est ad motum corporis minoris B tollendum: quippe, si sit corpus A centum librarum, pondus vero

vero ipsius B unius libræ, & si æqualis sit in utroque corpore celeritas, vis quam corpus A exercet, quaque obstaculum quodvis removere conabitur (& proinde vis impedimenti retinentis & motum illius destruentis) multo major erit vi motûs corporis B, qua scil. impedimentum removere nititur; & illius impedimenti vis, quæ necessario requiritur ad motum ipsius B destruendum, minor erit vi impedimenti quæ sufficiens erit ad motum mobilis A auferendum. Verum in sequentibus Theoremata dabimus, quibus motûs quantitas æstimari & ejus mensura determinari potest.

XX. *Vires motrices æquales sunt, quæ similiter agentes æquales motuum quantitates in dato tempore producunt.*

XXI. *Vires contrariæ sunt quarum lineæ directionis sunt contrariæ.*

XXII. *Gravitas est vis ferens deorsum, qua corpora rectà ad terram tendunt.*

XXIII. *Vis centripeta est vis illa, qua corpus ad punctum aliquod tanquam centrum continuo urgetur; atque hinc sequitur gravitatem esse vim quandam centripetam.*

XXIV. *Per vim centrifugam autem intelligimus vim, qua corpus aliquod continuo urgetur, ut à centro recedat.*

Vires autem hæ semper æstimantur per vires contrarias, quæ corpora in eodem statu retinere possunt; sic si corpus aliquod filo alligatum circa centrum immobile revolvatur, vis, qua à centro recedere conatur, est Vis centrifuga; actio autem fili renitentis & corpus versus centrum continuo retrahentis, qua fit ut corpus in eodem semper circulo retineatur, erit tanquam Vis centripeta vi centrifugæ æqualis, adeoque harum virium una per alteram rite æstimari potest. Sic etiam vis gravitatis alicujus corporis innotescit per vim ipsi contrariam & æqualem, qua ipsius descensus impediri potest. Potest autem vis illa vel esse alterius corporis pondus (per mechanicum aliquod instrumentum *e. g.* libram) contrarie agentis; vel vis centrifuga quæ orietur, si corpus illud cum certa quadam & determinata velocitate in circulo circa centrum Terræ revolvatur; vel denique potest esse alterius corporis firmitudo & reſiſtentia ſupra quod pondus premens incumbit.

XXV. *Quantitas acceleratrix cujuſvis Vis eſt menſura velocitatis quam in dato tempore vis illa generat.*

In eâdem à Terra diſtantia corpora omnia utcunque inæqualium ponderum æquivelociter deſcendunt, & proinde æquales ſunt ipſorum vires acceleratrices; in diſtantiis autem inæqualibus inæqualiter, in majori ſcil. minus, in minore magis, accelerantur.

LECTIO VIII.

FINITIS definitionibus, ad res minus claras vel terminos minus uſitatos explicandos inſervientibus, ad Axiomata phyſica accedimus. Cum autem philoſophiæ naturalis objectum ſint corpora corporumque in ſe invicem actiones, quæ non tam facile & diſtincte concipiuntur, quam ſimplices illæ magnitudinum ſpecies de quibus tractat Geometria; nollem ut quiſquam in materia phyſica, tam rigidæ demonſtrandi methodo inſiſtat, ut principia demonſtrationum, hoc eſt, axiomata adeo clara & per ſe evidentia poſtulet, ac illa ſunt quæ in Geometriæ elementis traduntur: talia quidem dari rei natura non permittit. Verum ſufficiat ſi ea adhibeantur, quæ rationi & experientiæ congrua eſſe deprehendimus, quorum veritas primo quaſi intuitu elucet, quæ ſibi ipſis fidem apud non obſtinatos conciliant, & quibus aſſenſum ſuum nemo denegabit, niſi ſe omnino Scepticum profiteatur.

Verum etiam in demonſtrationibus, laxiore aliquando argumentationis genere utendum eſt, & propoſitiones adhibendæ ſunt non abſolute veræ, ſed ad veritatem quam proxime accedentes, *e. g.* Cum demonſtratur omnes ejuſdem Penduli Vibrationes in arcubus circuli minoribus factas, æquidiuturnas fore. Supponitur arcum circuli parvum ipſiuſque chordam eſſe declivitatis & longitudinis ejuſdem, quod tamen, ſi rigidam veritatem ſpectemus, admittendum non eſt: at in phyſica, hæc hypotheſis tantillum à vero abludit; ut differentia merito ſit negligenda, & diſcrepantia vibrationum quæ

ex

ex illa differentia oritur omnino insensibilis evadit, uti experientia testatur. Sic etiam insignis Philosophus & Geometra *D. Gregorius*, in *Elementis Catoptricis & Dioptricis*, laxiorem Geometriam adhibet, lineas & angulos tanquam æquales assumendo, qui revera inæquales ad æqualitatem quam proxime accedunt. Atque sic pulcherrima solvit problemata physica quæ alias intricatissima futura sunt. Sed etiam ipsi *Newtono* aliquando arridet hæc methodus; ut videre est *in Prop.* 3. *lib.* 2. *Philosophiæ Naturalis Princip. Math.*

Si qui vero sint qui contra istiusmodi principia & demonstrationes pertinacem obfirmant animum & propositionibus satis manifestis se expugnari non patiuntur, hos ut supinâ suâ ignorantiâ gaudeant relinquimus, nec dignos esse qui ad veram Physicam admittantur censemus.

AXIOMATA.

I. *Non entis aut nihili nullæ sunt proprietates aut affectiones.*

II. *Nullum Corpus potest naturaliter in nihilum abire.*

III. *Omnis mutatio corpori naturali inducta ab agente externo procedit; corpus enim omne est iners materiæ moles, & nullam sibi ipsi mutationem inducere valet.*

IV. *Effectus sunt causis suis adæquatis proportionales.*

V. *Causæ rerum naturalium eæ sunt, quæ simplicissimæ sunt; & Phænomenis explicandis sufficiunt: nam Natura methodo simplicissimâ & maxime expeditâ semper progreditur; hisce enim operandi modis se melius prodit Sapientia Divina.*

VI. *Effectuum naturalium ejusdem generis eædem sunt causæ; ut descensus lapidis & ligni ab eâdem causâ procedit; eadem quoque est causa lucis & caloris in Sole & in igne culinari; reflexionis lucis in Terra & Planetis.*

VII. *Quæ duæ res ita inter se connexæ sunt, ut sese perpetuo comitentur, & quarum unâ mutatâ vel sublatâ, altera quoque similiter mutetur vel tollatur, vel harum una alterius causa est, vel utraque ab eadem causa communi provenit.*

Sic si sit Acus magnetica circa axem versatilis, cui Magnes admoveatur & circa eandem revolvatur; acus etiam continuo eodem tenore movebitur, & si sistatur magnetis motus, subsistet quoque ipsius acûs circulatio, & rursus cum ipso magnete revolvi incipiet: unde nemo dubitat quin acûs vertigo ab ipsius magnetis motu dependeat. Sic etiam cum fluxus & refluxus maris in eodem loco semper fiat, scil. cum Luna ad eundem circulum horarium pervenerit, & ejus motum continuo comitetur; periodus nempe æstuum periodo motuum lunarium ita præcise respondet, ut nulla à tot seculis notata sit aberratio: retardatur enim minutis 48. in singulos dies; & in syzygiis Lunæ cum Sole semper fit æstus maximus, in Quadraturis minimus; unde agnoscendum est maris fluxum à motu Lunæ & ipsius situ respectu Solis pendere.

VIII. *Moto corpore quovis secundum quamcunque plagam, omnes ejusdem particulæ, quæ in ipso relative quiescunt, eadem velocitate simul secundum eandem plagam progrediuntur; hoc est, moto loco relativo movebitur quoque locatum.*

IX. *Æquales materiæ quantitates eâdem velocitate latæ æqualia habebunt momenta seu motuum quantitates.*

Nam momentum cujusque corporis est summa momentorum omnium particularum corpus illud componentium; & proinde ubi æquales sunt particularum magnitudines & numeri, æqualia erunt momenta.

X. *Vires æquales & contrariæ in idem corpus agentes mutuum effectum tollunt.*

XI. *Ab inæqualibus autem & contrariis viribus producitur motus æquipollens excessui præpollentis.*

XII. *Motus à viribus conspirantibus, hoc est, secundum eandem directionem agentibus, productus æquipollet earundem summæ.*

XIII. *Æquipollens si vel augeatur vel contrarium minuatur fit præpollens.*

Qui mechanice Philosophari volunt duo sequentia adhibent Effata.

XIV. *Omnis Materia est ejusdem ubique naturæ, & eadem habet essentialia attributa, sive in Cœlis sit, sive in Terris, sive appareat sub forma corporis fluidi, sive duri aut alterius cujusvis;*

jusvis; hoc est, materia cujusvis corporis, e. g. *ligni, à materia alterius cujusvis non essentialiter differt.*

XV. *Diversæ autem corporum formæ non sunt nisi diversæ modificationes ejusdem materiæ; & à variâ particularum corpora componentium magnitudine, figura, textura, positione & cæteris modis pendent.*

XVI. *Sic etiam qualitates seu actiones vel potentiæ quorundam corporum in alia corpora oriuntur solum ex prioribus affectionibus & motu conjunctim.*

Ponunt autem Philosophi Materiam esse omnium formarum & qualitatum commune substratum, quæ ad omnes se indifferenter habet, cum sit omnium capax, & eadem semper manet sub quibuscunque appareat formis, unde & à Peripateticis materia prima nuncupatur.

Quamvis vero formæ & qualitates ipsi materiæ sunt prorsus accidentales, ad corpus tamen, quod ex forma & materia simul junctis coalescit, necessario & essentialiter pertinent; *v. g.* quamvis materia ligni prorsus sit indifferens ad hanc vel illam formam seu particularum figuram & texturam, quibus infinitis modis variatis eadem semper manet; non tamen potest lignum subsistere sine determinata illa particularum modificatione, quæ formam lignei corporis constituit, qua sublata perit lignum, & eadem materia in alterius generis corpus transit. Quod autem in particularum modificatione forma corporis lignei consistit, patet ubi lignum igni immittitur, & materia formâ illâ privatur: nam per vim ignis dissolvitur particularum nexus & textura, & harum pars quædam in fumum & vapores transit, altera in cineres reducitur.

Multa à Philosophis proferuntur exempla, ut ostendant varias particularum ejusdem materiæ magnitudines, figuras & texturas, varias producere corporum formas, & ex variis etiam ipsarum motu & positione, varias oriri qualitates; quorum aliqua hic adducemus.

Primo, cum per calorem solis aquæ particulæ rarefiant, ex mari ad supremum fere aëra sub forma vaporum evehuntur; at recens hæc forma non aliunde provenit quam ex partium

tium mutato situ: per rarefactionem autem fit, ut aqueæ particulæ plura & patentiora forte contineant in se spatiola, vel omnino vacua, vel purissimo tantum æthere repleta: unde harum materia majus occupans spatium, quam æqualis materiæ aëriæ quantitas, aëre redditur minus intensive gravis, & proinde sursum trudetur, eodem modo quo suber sub aqua demersum: nec unquam consistunt vapores donec ad aërem ejusdem gravitatis perveniunt, ubi relative quiescunt, & nubes mille figuras induentes componunt.

Mox ubi per ventorum cursum aër minus gravis redditur, vapores eandem retinentes gravitatem necessario subsident, & in casu suo per aëris resistentiam condensati, & in minus spatium coacti formam priorem amittunt, & in terram cadentes pluviæ speciem recipiunt.

Multo maxima hujus pars per fluvios ad mare deducitur, iterum in vapores abitura; pars vero aliqua terræ se immiscet, & ibi deposita arborum herbarumque radices & semina ingreditur, è quibus in alias plane & novas corporum species assurgit. Et eadem quidem pluvialis aqua diversa corpora componit, prout diversa ingreditur rerum semina; quædam scil. transit in plantagines, quædam in gramina, aliqua in flores, aliqua in quercus, ornos, fagos, & alias quamplurimas arborum & plantarum species.

Nec in eâdem planta omnino similaris manet eadem pluvia, cum plantæ omnes ex innumeris heterogeneis constent partibus; sic in lino *e. g.* alia est forma radicis, alia caulis, alia tenuium fibrarum, alia florum, alia seminis, alia capsularum semen continentium.

Varia quoque est in eodem lino vasorum structura, (non aliter enim ac in corpore animato, quælibet planta sua habet vasa humorum circulationi inservientia) sed & diversis omnino gaudent hæ partes proprietatibus: caulis *e. g.* est corpus lignosum & post exsiccationem valde friabile, dum cortex seu membranula caulem operiens, ex oblongis tenuissimis & plicabilibus constat fibris varie inter se connexis.

Hanc membranam à caule sua separant linifices, & postquam mille tractaveruntmodis, fibras ejus in oblonga contorquent

torquent fila; mutataque particularum poſitione & ſitu, aliam ſane & longe diverſam ſubeunt fibrillæ formam ab ea, quam in viridi habebant planta.

Mox in ſe convoluta fila, iiſdem manentibus particulis ipſorum minimis, glomorum ſpecies præbent. Fila hæc varie inter ſe connectunt & texunt linteones, & arte ſuâ telas ex illis componunt, quæ veſtimenta hominibus præbent. Hæc denique in linteola redacta aquæ immittuntur, & malleis ligneis in mollem quaſi pulpam rediguntur, quæ tandem, exſiccato humore aqueo in formam Papyri transmutatur, quæ ſi igni immittatur partim in tenuiſſimum pulverem, partim in fumum evaneſcit.

At hæ omnes tam multifariæ ſub quibus eadem materia apparet formæ, non niſi ex particularum mutata figura, magnitudine & textura proveniunt, & ab his ſolummodo pendent.

Sic ſi metalla liquantur, ignis vi partium cohærentia diſſolvitur, & particulæ metallicæ à ſe invicem ſeparatæ rapidiſſimo cientur motu, quo fit ut formam corporis fluidi induant.

Hinc etiam (ut videtur) oritur illa ſalium & metallorum in menſtruis diſſolutio; per fermentationem enim ſeparantur partes à ſe invicem, & in minima reſolutæ ipſius fluidi agitantur motu, unde tanquam corpora fluida apparebunt. Ex hiſce corporum, ipſorumque partium figuris & reliquis modificationibus plurimi oriuntur effectus, plurimæ qualitates ſingulis corporum generibus propriæ, quas perire neceſſe eſt ſi partium conſtitutio mutetur. Sic ex eadem materia *v. g.* ferro formantur claves, cultri, limæ, ſerræ, & alia innumera inſtrumenta ad varios uſus accommodata, quorum qualitates & effectus ex ſolis pendent eorundem figuris: unde enim clavi potentia ſua ad oſtium reſerandum, niſi ab ipſius figura, magnitudine, & partium congruitate cum partibus ſeræ cui immittitur? Unde cuneis & cultris potentia ad corpora findenda? Nonne hanc ex ſola ipſarum figura provenire demonſtratum eſt à Mechanicæ ſcriptoribus? Unde fiunt motus in Automatis tam regulares, niſi ex rotis inter ſe diſpoſitis, ſibi invicem adaptatis & commiſſis; unde denique fit, ut per machinas artificiales tanti effectus producantur? Certè ratio non aliunde quam ab ipſarum fabrica petenda eſt.

Nec minus partium ſuarum conſtitutioni & modificationi debent corpora naturalia, quam artificialia: omnes enim ipſorum operationes non niſi ex motu, ſitu, ordine, figura, & poſitione corpuſculorum proveniunt, quibus in quovis corpore mutatis, mutantur etiam eo ipſo iſtius corporis qualitates.

Si corporis ſuperficies ſit ſcabra & aſpera, Lucem in ipſam incidentem undequaque reflectit, propterea quod partes ſuperficiales lucem excipientes & remittentes non omnes in una atque eadem ſuperficie regulari, ſed infinitis fere iiſque diverſis locantur planis: unde lucem in varia hæc plana incidentem undique etiam reflecti neceſſe eſt. Hinc glacies, quæ cum integra & polita ſit nullius fere eſt coloris, in partes tamen contuſa, ſeu aſperam & anguloſam habens ſuperficiem, alba apparet, ſcil. cum lumen copioſe & in omnes partes reflectit. Eadem quoque eſt ratio albeſcentis aquæ cum in ſpumam vertitur.

Ea autem eſt plerorumque corporum viſibilium ſtructura, ut eorum ſuperficies partem radiorum in ſe incidentem ſuffocare, partem remittere poſſint. Si ſuperficies ita ſint comparatæ, ut omnia radiorum genera æqualiter reflectant vel æqualiter ſuffocant, erit illorum color vel albus, vel niger, vel ſubfuſcus, inter album & nigrum medius: nam color albus non aliter differt à nigro, quam quod alba corpora plurimos reflectant omne genus radios, nigra autem pauciſſimos. Hoc patet ex umbra corporis opaci, quæ ſole lucente in parietem album projicitur; pars enim in qua umbra verſatur, cum multo pauciores quam reliquæ omnes excipiat radios, multo pauciores quoque reflectit, adeoque reliquarum reſpectu nigra apparet. At ſi partes illæ reliquæ non plures reciperent radios, quam ea ubi umbra projicitur, tunc ubique idem foret color, nempe albus.

Si talis ſit ſuperficiei textura, ut aliquod radiorum genus rius copiosius, & reliqua omnia parcius, reflectat, superficiei color ad eum accedet qui ex radiis magis copiose reflexis oritur; hoc exinde demonstrari potest, quod ejusdem objecti varius erit color, prout varia excipit radiorum genera, reliquis interceptis, ut primus invenit sagacissimus *Neuwtonus*. Sic si per trigonum Vitreum radii rubri (sic enim vocitare licet colorem rubrum producentes) in objectum cæruleum projiciantur, objectum suum mutabit colorem, & rubrum induet; sin flavos tantum excipiat radios, tunc ejus color in flavedinem vertetur; si cærulei incidant radii, cæruleus apparebit, & color ille cæteris omnibus coloribus vividior erit, eo quod horum radiorum multo plures reflectit, & pauciores suffocat quam reliquorum.

Si superficies corporis sit exacte polita, hoc est, nulla asperitate & scabritie impedita, & radios satis confertos reflectat; hæc radios ab objecto quovis prodeuntes, & in ipsam incidentes ita reflectet, ut objecti illius imaginem conspiciendam præbeat: & ob eam causam corpora istiusmodi superficies habentia *Specula* vocantur. Si speculum sit planum, imago erit objecto æqualis, & pone speculum invenietur, ad distantiam æqualem ei quam habet radians ante ipsum; si superficies sit concava sphærica, & objectum radians magis distet ab ipso quam $\frac{1}{4}$ diametri sphæræ, imago in aëre pendula inter radians & speculum apparebit, & ipso quidem objecto minor erit; si radians in centro locetur, ibi quoque erit ejus imago ipsi æqualis; si ultra centrum versus speculum progreditur radians, ita scil. ut major sit ipsius distantia ab eo quam $\frac{1}{4}$ diametri, imago à speculo ultra centrum transcurret, & radiante major erit: cum autem radians ad distantiam æqualem $\frac{1}{4}$ diametri pervenerit, tum imaginis distantia infinita evadit; si autem tantillo propius ad speculum accedat, imago erit pone speculum ipso radiante major. Omnia hæc tam diversa Phænomena ex sola mutata distantia proveniunt, cæteris omnibus in eodem statu manentibus.

Videamus jam varios & illos prorsus contrarios effectus, qui ex solo mutato situ seu positione oriuntur, aliis rebus

 omni-

omnibus in eodem ſtatu exiſtentibus, præter ea quæ ex mutatione ſitus dependent.

Omnes jam agnoſcunt Philoſophi Solem in centro hujus Syſtematis quieſcere, Terram autem, reliquorum planetarum inſtar, circa ipſum ſpatio annuo deferri; ita autem Terra circa Solem movetur, ut axis ejus non ad orbitæ ſuæ planum normalis, ſed ad ipſum inclinatus angulo 66½ *gr.* ſibi ſemper parallelus maneat. Et propter hunc paralleliſmum & inclinationem, neceſſe eſt, ut Terra aliquando unum ipſius polum Soli obvertat, aliquando alterum, & proinde Terræ partes omnes varios ſubibunt ad Solem ſitus. Ex hac ſitus mutatione dependent omnes illæ tempeſtatum viciſſitudines, quæ ſingulis annis obveniunt, ſcil. æſtas, hyems, ver & autumnus: ſi enim axis Terræ ad planum ſuæ orbitæ normalis eſſet, tunc nullæ forent temporum mutationes, nullæ dierum & noctium differentiæ, ſed quælibet Terræ pars radiorum Solarium æquales vires eodem ſemper exciperet modo.

Cum autem ſingulæ Terræ partes Solis reſpectu ſitum ſuum continuo mutent, & ejuſdem radios nunc magis obliquos, nunc minus, nunc breviore, nunc diuturniore tempore excipiant, diverſæ & prorſus contrariæ exinde oriuntur phaſes. Autumno ſcil. exareſcunt ſegetes, & fructus matureſcunt, paulatim tamen viridem & amœnam faciem deponunt campi, & decidunt arboribus folia. Mox ingruente hyeme frigent & horrent omnia, nix tegit alta montes, cujus onere depreſſæ laborant ſylvæ; imo quod mirum eſt, ipſæ maris aquæ ſtabiles & firmæ redduntur, quodque prius fuit navibus tantum penetrabile, nunc exercitus & caſtra gerit.

Terrâ autem orbem ſuum continuo percurrente, quælibet ejus pars Solis reſpectu ſitum mutat, & quæ prius averſa, nunc Solem reſpicere incipit; quod dum fit, diffugiunt nives, redeunt gramina campis, & ſua arboribus folia, nec ſtabulis jam gaudet equus, nec arator igne, ſed nova prorſus & læta apparet rerum facies, & annus per æſtatem ad autumnum revertitur.

Cum

Cum jam tot diversi, tot contrarii eveniunt effectus ex sola situs mutatione, & tam varia ex hac consequantur Phænomena, cæteris omnibus causis iisdem manentibus, certe ex positione, distantia, magnitudine, figura & structura partium corpora componentium, ex effluviorum motu & subtilitate, ex corporum congruitate & eorum ad alia corpora respectu; ex hisce inquam omnibus varie & infinitis fere modis junctis & simul combinatis, infinitæ propemodum diversæ provenire possunt corporum formæ, affectiones & in se invicem operationes, nec quicquam in Natura conspiciendum est, quod ex hisce non pendet. Si enim hæc mutentur, mutabuntur simul corporum formæ, qualitates & operationes. *e. g.* Constat attractiones & directiones Magneticas ex partium structura oriri; nam si ictu satis valido magnes percutiatur, quo partium internarum positio mutetur, mutabitur etiam eo ipso Magnetis Polus. Et si igni immittatur Magnes, quo interna partium structura mutetur vel prorsus destruatur, tunc amittit omnem priorem virtutem, & ab aliis vix differt lapidibus.

Etiamsi autem generaliter ostensum sit operationes magneticas ab interna partium constitutione quodammodo provenire, modus tamen operandi, ex mechanicis & intellectu facillimis principiis deductus, non adhuc inventus est. Quodque nonnulli de effluviis, materia subtili, particulis poris magnetis adaptatis, &c. generaliter prædicant, minime nos ad claram & distinctam harum operationum explicationem deducit: sed omnibus hisce non obstantibus virtutes Magneticæ inter occultas qualitates reponendæ sunt.

Ex dictis sequitur, qualitates corporum quæ à formis non pendent, quæque eâdem manente materiæ quantitate intendi & remitti nequeunt, sed omnibus insunt corporum generibus in quibus experimenta instituere liceat, esse qualitates omnium corporum universales. Cum enim ex forma seu modificationibus corporum non proveniant, oportet ut ab ipsa dependeant materia: sed cum omnis materiæ eadem sit natura, & pars ipsius quævis ab alia non nisi per modos differat, erunt qualitates ex hisce modis non productæ in omnia materia eædem.

LECTIO IX.

Theoremata de Motus Quantitate & Spatiis à mobilibus percursis.

THEOR. I.

IN comparandis corporum motibus, si mobilium quantitates materiæ æquales sint, erunt momenta seu motuum quantitates, ut velocitates.

TAB. 1. fig. 5. Sint A & B duo mobilia æquales habentia materiæ quantitates, & moveatur A celeritate C, B vero celeritate *c*; dico momentum seu quantitatem motûs in mobili A, esse ad momentum seu quantitatem motûs in mobili B, ut celeritas C ad celeritatem *c*: Si enim vis aliqua imprimenda sit corpori A, ad illud movendum cum data velocitate C, dupla habenda est vis ad movendum corpus B cum dupla velocitate, & tripla adhibenda est vis ad illud movendum cum tripla velocitate, & dimidia tantum vis necessaria est ad movendum B cum dimidia velocitate, & sic de cæteris multiplicibus vel submultiplicibus; *i. e.* cum (per Axioma quartum) effectus sint causis suis adæquatis proportionales, si vis, quæ adhibetur ad corpus B movendum, sit dupla istius quæ applicatur ad A movendum, erit quoque illius momentum hujus momenti duplum; si tripla habenda est vis, erit quoque motus corporis B motûs ipsius A triplus; si dimidia tantum vis corpori B imprimatur, erit ejus momentum dimidium momenti ipsius A: hoc est, cum velocitas corporis A sit universaliter ad velocitatem ipsius B, ut vis impressa corpori A ad vim ipsi B impressam; & ut vis impressa mobili A ad vim impressam corpori B, ita momentum seu quantitas motûs in A ad momentum seu quantitatem motûs in B; erit velocitas mobilis A ad velocitatem mobilis B ut motus ipsius A ad motum mobilis B. Q. E. D.

Cor. Si momenta sint ut velocitates, erunt quantitates materiæ in corporibus motis æquales.

THEOR. II.

In comparatis motibus, si celeritates sint æquales, erunt corporum momenta seu motuum quantitates, ut quantitates materiæ

riæ in iiſdem; vel ſi mobilia ſint homogenea, ut ipſorum magnitudines.

Sint duo mobilia A & B, quorum utrumque feratur eadem celeritate C; dico momentum corporis A eſſe ad momentum corporis B, ut quantitas materiæ ipſius A ad quantitatem materiæ ipſius B. Si enim materiæ quantitas in A dupla ſit iſtius quæ eſt in B, dividi poteſt A in duas partes, quarum utralibet tantum habebit materiæ, ac proinde (per Axioma 9) tantum motus, quantum habet B; cum ſcil. eadem velocitate utrumque corpus feratur: adeoque erit momentum corporis A momenti corporis B duplum. Si materiæ quantitas in A tripla ſit ejus quæ eſt in B, dividi poteſt A in tres partes, quarum unaquæque habebit motus quantitatem, æqualem ei quæ eſt in B; & univerſaliter, quamcunque proportionem habet materia in A ad materiam in B, eandem habebit rationem momentum ipſius A, ad momentum ipſius B, ſi modo eadem velocitate utrumque corpus latum fuerit. TAB. 2. *fig.* 4.

Si corpora homogenea ſint, erunt quantitates materiæ ut ipſorum magnitudines ſeu moles, ac proinde ipſorum motus erunt etiam in eadem magnitudinum ratione.

Cor. Si momenta ſint ut quantitates materiæ, erunt celeritates corporum æquales.

THEOR. III.

In comparatis motibus quorumcunque corporum, momentorum ratio componitur ex rationibus quantitatum materiæ & celeritatum.

Sint duo mobilia quæcunque A & B, & moveatur A celeritate C, B vero celeritate *c*; dico momentum ipſius A eſſe ad momentum ipſius B, in ratione compoſita ex ratione quantitatis materiæ in A ad quantitatem materiæ in B, & ratione celeritatis corporis A ad celeritatem corporis B. Ponatur corpus tertium G, quod materiam habeat æqualem ei quæ eſt in A, ſed moveatur celeritate corporis B. Conſtat ex Elementis rationem momenti corporis A ad momentum corporis B, compoſitam eſſe ex ratione momenti corporis A, ad momentum corporis G, & ratione momenti corporis G ad TAB. 2. *fig.* 6.

momen-

momentum corporis B : sed (per Theor. I.) momentum corporis A est ad momentum corporis G, ut celeritas C est ad celeritatem *c*; & cum G & B eadem celeritate feruntur, momentum corporis G erit ad momentum corporis B, ut materiæ quantitas in G vel A ad quantitatem materiæ in B. Ideoque erit quoque momentum corporis A ad momentum corporis B, in ratione composita celeritatis C ad celeritatem *c*, & quantitatis materiæ in A vel G ad quantitatem materiæ in B. Q. E. D.

Cor. 1. Si corpora sint homogenea, momentorum ratio erit composita ex ratione magnitudinum & celeritatum.

TAB. 2. *fig.* 7. *Cor.* 2. Si fiat ut A ad B, hoc est, ut materiæ quantitas in A ad quantitatem materiæ in B, ita recta D ad rectam E; & compleantur rectangula sub D & C, & sub E & *c*, erit momentum mobilis A ad momentum mobilis B, ut rectangulum DC ad rectangulum E*c*.

Nam quia est ut A ad B ita D ad E, erit ratio composita ex rationibus A ad B & C ad *c*, æqualis rationi compositæ ex rationibus D ad E & C ad *c*; sed (per 23. El. 6.) ratio composita ex rationibus D ad E & C ad *c*, æqualis est rationi rectanguli DC ad rectangulum E*c*: & (per Theor. hoc tertium) ratio momenti mobilis A ad momentum mobilis B æqualis est rationi compositæ ex rationibus A ad B seu D ad E & C ad *c*; quare erit ut rectangulum DC ad rectangulum E*c*, ita momentum mobilis A ad momentum mobilis B. Cujusvis igitur corporis momentum considerari potest tanquam rectangulum factum ex ductu molis, vel quantitatis materiæ in eodem contentæ, in ejusdem celeritatem.

Cor. 3. Quare quæcunque demonstrata sunt de horum rectangulorum proportione, eadem quoque vera erunt de corporum momentis hisce rectangulis proportionalibus; *v. g.* Si sit ut D ad E, vel ut A ad B, ita *c* ad C, erunt in eo casu mobilium momenta æqualia; rectangula enim parallelogramma latera reciproce proportionalia habentia sunt æqualia (per 14. El. 6.) & è contra, si rectangula sint æqualia, erunt latera reciproce proportionalia; hoc est, si quantitates materiæ, seu in corporibus ejusdem generis, eorundem

dem

dem magnitudines, sint celeritatibus reciproce proportionales, erunt momenta æqualia; & conversim, si momenta sint æqualia, erit ut materiæ quantitas in uno ad quantitatem materiæ in altero, ita reciproce hujus celeritas ad illius celeritatem; hinc etiam demonstratur sequens

THEOR. IV.

In comparatis motibus, celeritatum ratio componitur ex ratione directa momentorum, & reciproca quantitatum materiæ.

Sint duo mobilia A & B, & feratur A celeritate C, B vero celeritate *c*. Dico esse C ad *c*, hoc est, celeritatem unius A ad celeritatem alterius B, in ratione directa momenti corporis A ad momentum corporis B, & ratione reciproca materiæ in A ad materiam in B. Fiat ut A ad B, ita recta EI ad rectam KG; & fiat IL æqualis C, GH vero æqualis *c*; & compleantur rectangula EL, KH. Per superius dicta, rectangula EL, KH repræsentabunt momenta mobilium A & B respective; ad GH applicetur rectangulum HN æquale rectangulo EL. Cum igitur HN æquale sit EL, erit (per 16. El. 6.) IL ad GH, ut GN ad EI; sed ratio GN ad EI æqualis est rationi GN ad GK, & GK ad EI; hoc est, æqualis rationibus rectanguli HN vel EL ad KH rectangulum, & GK ad EI: quare erit celeritas C vel IL ad celeritatem *c* vel GH, in ratione composita ex ratione momenti EL ad momentum KH, & materiæ GK ad materiam EI; hoc est, velocitas cujusque corporis semper est ut illius momentum applicatum ad ejusdem materiam. Q. E. D. TAB. 2. *fig.* 8. TAB. 2. *fig.* 9.

Simili prorsus ratiocinio colligitur, corporis cujusque materiam esse semper ut momentum ad ejusdem velocitatem applicatum.

Atque hæc de corporum momentis. De proportione spatiorum à mobilibus emensorum sequentia etiam vulgo demonstrantur Theoremata.

THEOR. V.

In comparatis motibus, si mobilium celeritates sint æquales, erunt spatia ab illis percursa directe ut tempora quibus peraguntur motus.

Percurrat mobile longitudinem AB, tempore T, motu æ- TAB. 2. *fig.* 10.

 qua-

quabili & uniformi; item idem vel aliud mobile eadem velocitate latum percurrat longitudinem C D, tempore *t*; dico lineam A B esse ad lineam C D, ut Tempus T ad tempus *t*. Etenim si tempus T sit duplum ipsius *t*, potest illud dividi in duas partes, quarum unaquæque æqualis erit *t*, adeoque singula spatia, æqualibus hisce temporis partibus, eadem celeritate percursa, æqualia erunt spatio percurso in tempore *t*; & duo spatia simul sumpta spatii tempore *t* percursi dupla erunt: eodem modo, si T sit triplum ipsius *t*, dividi potest in tres partes æquales, & spatia singulis hisce temporibus percursa æqualia erunt spatio tempore *t* percurso; ac proinde tria spatia simul sumpta spatii tempore *t* percursi tripla erunt. Idem de aliis multiplicibus & submultiplicibus ostendi potest; quare universaliter, quamcunque proportionem habet T ad *t*, eandem habebit spatium percursum A B ad spatium percursum C D. Q.E.D.

Cor. Si tempora sint ut spatia percursa, celeritates sunt æquales.

THEOR. VI.

In comparatis motibus, si motuum tempora æqualia sint, spatia percursa erunt ut celeritates.

TAB. 2. fig. 11. Percurrat mobile aliquod in dato tempore longitudinem A B, celeritate C; & in eodem vel æquali tempore, percurrat idem vel aliud mobile longitudinem D E, celeritate *c*; dico lineam A B esse ad lineam D E, ut celeritas C est ad celeritatem *c*. Si enim celeritas C sit dupla ipsius *c*, erit spatium A B percursum celeritate C duplum spatii D E percursi celeritate *c*; si celeritas C sit tripla ipsius *c*, erit quoque A B longitudo ipsius D E longitudinis tripla; si C sit dimidia ipsius *c*, erit A B ipsius D E dimidia: & universaliter, cum æqualia tempora in percurrendis lineis insumantur, quamcumque proportionem habet celeritas C ad celeritatem *c*, eandem habebit longitudo percursa A B ad longitudinem percursam D E. Q. E. D.

Cor. Si celeritates sint ut spatia percursa, tempora erunt æqualia.

Poterant duo prima Theoremata, item quintum & hoc sex-

sextum, universaliter per æquimultiplicia, *Euclidis* methodo, demonstrari; verum cum per se adeo clara sint ut inter Axiomata reponi possint, vix tanto demonstrationis apparatu indigent.

THEOR. VII.

Longitudines percursæ sunt in ratione composita ex rationibus temporum & celeritatum.

Sit linea A B peragrata celeritate C, tempore T; & linea D E celeritate *c*, tempore *t*; dico rationem A B ad D E compositam esse ex ratione celeritatis C ad celeritatem *c*, & ratione temporis T ad tempus *t*. Ponatur linea F G percurri tempore T, celeritate *c*; constat A B esse ad D E, in ratione composita ex rationibus A B ad F G, & F G ad D E. Sed quia A B & F G eodem tempore percurruntur; erit A B ad F G, ut celeritas C ad celeritatem *c*; cum vero mobilia eadem celeritate describunt lineas F G & D E; erit (per Theor. 6.) F G ad D E, ut T tempus ad *t* tempus; quare cum ratio A B ad D E componitur ex rationibus A B ad F G, & F G ad D E, erit etiam composita ex rationibus quæ sunt hisce rationibus æquales, nempe ex ratione celeritatis C ad celeritatem *c*, & temporis T ad tempus *t*. TAB. 2. *fig.* 12.

Cor. 1. Si fiat H K æqualis C, H I æqualis T, item M N æqualis *c*, & M O æqualis *t*, & compleantur rectangula parallelogramma H L, M P; erit A B ad D E, ut rectangulum H L ad M P rectangulum; nam (per 23. El. 6.) est rectangulum H L ad rectangulum M P, in ratione composita ex rationibus H K ad M N, & H I ad M O; sed (per præcedens Theorema) spatium percursum A B est ad spatium percursum D E, in ratione ex iisdem rationibus composita; unde spatia hæc percursa considerari possunt, tanquam rectangula facta ex temporibus in celeritates ductis. TAB. 2. *fig.* 13.

Cor. 2. Si igitur spatia percursa sint æqualia, erit quoque rectangulum sub celeritate & tempore quibus unum spatium transigitur, æquale rectangulo sub celeritate & tempore, quibus alterum peragratur spatium, & proinde erit ut celeritas ad celeritatem, ita reciproce tempus ad tempus (per 14.

El. 6.) hoc eſt, ſi ſpatia percurſa ſint æqualia, tempora erunt reciproce ut celeritates.

THEOR. VIII.

In comparatis motibus, temporum ratio componitur ex directâ ratione longitudinum, & reciproca celeritatum.

Theorema hoc demonſtrari poteſt eodem modo ex præcedenti, quo quartum ſequitur ex tertio; perſpicuitatis autem gratia ſic breviter oſtenditur. Percurratur tempore T longitudo A B, celeritate C; item tempore *t* longitudo D E percurratur, celeritate *c*; dico tempus T eſſe ad tempus *t* in ratione compoſita ex directa ratione longitudinis A B ad longitudinem D E, & reciproca celeritatis C ad celeritatem *c*. Sit K tempus quo percurri poteſt longitudo A B cum celeritate *c*, erit ratio temporis T ad tempus *t* compoſita ex ratione T ad K, & K ad *t*; ſed (per Corol. præcedentis Theor.) eſt ut T ad K ita *c* ad C (cum idem ſpatium utroque tempore percurritur) & ut K ad *t*, ita (per Cor. Theor. 5.) longitudo A B ad longitudinem D E; quare erit T ad *t* in ratione compoſita celeritatis *c* ad celeritatem C, & longitudinis A B ad longitudinem D E; hoc eſt, tempora ſunt in ratione compoſita ex reciproca celeritatum & directa longitudinum. Q. E. D.

TAB. 2. *fig.* 14.

Eodem modo oſtenditur, celeritates eſſe in ratione directâ longitudinum, & reciprocâ temporum.

Cor. 1. Atque hinc ſequitur, tempus eſſe ut ſpatium percurſum applicatum ad celeritatem.

Cor. 2. Celeritas quoque eſt ut ſpatium percurſum applicatum ad tempus.

Theorema tertium & ſeptimum demonſtrari poſſunt ex univerſali hoc theoremate, nempe:

Si effectus aliqui ex pluribus ſimul cauſis pendeant, ita ſcil. ut augeantur vel diminuantur in eadem ratione, qua augetur aut diminuitur cauſarum aliqua; erunt effectus illi in ratione cauſarum omnium compoſita; hoc eſt, ſi cauſæ A, B, C ſimul agentes producant effectum E, qui cæteris iiſdem manentibus ſemper eſt ut cauſarum quævis; & aliæ cauſæ *a*, *b*, *c*, prioribus reſpective ſimiles & ſimimiliter agentes, producant effectum *e*; erit ut E ad *e* ita A×B×C ad *a*×*b*×*c*. Quod eâdem fere methodo, quam in præcedentibus demonstrationibus adhibuimus, facile ostendi potest.

Ad eundem modum, si idem effectus ex pluribus rebus simul pendeat, quarum aliquæ eundem adjuvant vel augent in ea ratione qua ipsæ augentur; aliquæ vero impediunt vel minuunt in eadem ratione qua augentur; erit effectus semper directe ut causæ adjuvantes, & reciproce ut agentes impedientes vel minuentes.

Theorema septimum stylo *Neuwtoniano* sic demonstratur.

Data celeritate, spatium percursum est ut tempus; & dato tempore, spatium percursum est ut celeritas; quare neutro eorum dato, est ut celeritas & tempus conjunctim.

Sic etiam Theorema octavum ostenditur,

Data celeritate, tempus est directe ut spatium percursum; & dato spatio, tempus est reciproce ut celeritas; quare neutro dato, tempus erit directe ut spatium & reciproce ut celeritas.

Similiter Theorema tertium & quartum exponi possunt, atque hanc methodum nos etiam brevitati studentes interdum usurpabimus.

Lectio X.

IN Demonstrationibus præcedenti Lectione adhibitis methodum exposuimus, qua res Physicæ ad Geometriam primo, deinde ad Arithmeticam reducendæ sunt; cum enim ibi demonstratur corporum motus esse ut rectangula sub ipsorum celeritate & materia, ex datis cujusvis corporis materia & celeritate, dabitur ejusdem momentum; æquale scil. *facto* ex celeritate corporis in ejusdem quantitatem materiæ; *v. g.* sit corpus A octo partium, B vero partium sex, celeritas ipsius A ut 5, & corporis B celeritas ut 3; erit motus corporis A quadraginta partium, & motus corporis B partium tantum octodecim.

Ita ex datis corporis cujusvis momento & materia, innotescet quoque illius celeritas; nempe si dividatur momentum per ipſius materiam, quotiens exhibebit ejuſdem velocitatem; ſit enim motus in corpore A partium 40, & ejus materia octo partium; ſit etiam motus in corpore B partium octodecim, & illius materia partium 6; dividendo quadraginta per octo, quotiens quinque exhibebit, velocitatem ſc. mobilis A; & dividendo octodecim per 6, quotiens tria dabit, velocitatem mobilis B.

Cum per exempla res magis eluceſcunt, & numeri ſemper ad praxin ſunt advocandi, ut tyrones ſe melius illis adſueſcant; licebit nobis ſcientiam de motu per numeros quandoque illuſtrare, & Arithmeticam tam ſpecioſam quam numeroſam adhibere; ex ſpecioſa enim Arithmetica eruuntur canones quidem generales, qui poſtea ad numeros particulares ſunt applicandi.

Sic denotet A materiam in quovis dato corpore A, C vero ejuſdem celeritatem, atque ipſius momentum vocetur M; vel potius hæ literæ denotent numeros quantitatibus illis proportionales; erit $C \times A = M$ & $C = \frac{M}{A}$ & $A = \frac{M}{C}$.

Similiter cum ſpatium percurſum ſit ſemper rectangulo ſub celeritate & tempore proportionale; ſi ſpatium dicatur S, tempus T & celeritas C, erit $S = C \times T$; & $C = \frac{S}{T}$; & $T = \frac{S}{C}$; & proinde cum ſit $M = A \times C$, erit quoque $M = \frac{A \times S}{T}$; vel ſi T detur, erit $M = A \times S$; hoc eſt, cujuſque corporis momentum eſt ut ipſius materia ducta in ſpatium ab ipſo in dato tempore percurſum. Alia quamplurima hiſce ſimilia, quæ nonnulli pro motus legibus venditant, ex hactenus demonſtratis deduci poſſunt; at cum ea omnia tyro quivis facile per ſe eruere poteſt, non opus eſt ut hic proferantur.

Ex ſupra demonſtratis conſtat, momentum corporis cujuſcunque oriri ex motu partium ſingularium; nam ſingulis corporis particulis ineſt impetus ſeu vis movendi, & ex harum virium ſumma componitur impetus ſeu quantitas motus totius corporis.

Hinc etiam colligitur, quod quo major corporibus inſit materiæ quantitas, eo major adhibenda ſit vis ad ea corpo-

ra

ra cum datâ velocitate movenda, & eorum proinde momenta eadem ratione majora erunt; si igitur sint duo corpora eadem velocitate lata, erunt quantitates materiæ in ipsis semper ut eorundem momenta; adeoque si corpora molé æqualia & æquivelocia inæqualia habuerint momenta, necesse est, ut in illis inæquales quoque sint materiæ quantitates; & quod minus habet momenti, plures habebit poros seu spatia, vel omnino vacua, vel materia aliqua repleta, quæ non participat de motu totius corporis cujus poros implere supponitur. Sic, *e g.* si fiant duo globi suberis & plumbi, ejusdem magnitudinis, & uterque eadem velocitate moveatur; cum experientia notum sit momentum unius multo majus esse momento alterius, necesse est ut multo plures sint pori in uno quam in altero, quos vel omnino vacuos esse concedendum est, vel dicendum eos materia aliqua subtilissima repletos esse, quæ ita libere potest ejusdem poros permeare, ut de motu corporis cujus poros occupat non participet.

Ut autem materia illa libere possit aliorum corporum poros permeare, nec de ipsorum motu participare, oportet ut omnia corpora omnes suos poros secundum rectas lineas directioni motus parellelas extensas habeant; ut scil. nullæ fiant reflectiones materiæ subtilis contra pororum latera: alioquin una cum ipso corpore movebitur materia etiamsi subtilissima, quæ ipsius poros replere supponitur. Non potest igitur materia subtilis de corporis motu non participare, nisi corpus motum ita disponatur, ut poros suos directioni motus parallelos habeat. Cum autem infinitis aliis modis ipsius situs variari potest; hoc est, possunt pororum longitudines in infinitis angulis ad lineam directionis inclinari, & proinde illis omnibus positis, moto corpore, una movebitur materia subtilis in ipsius poris locata: non igitur potest materia subtilis ita corporum poros libere permeare quin de ipsorum motu participet; ac proinde moto corpore, movebitur quoque materia intra ipsum contenta quantumvis subtilis sit. Si igitur suber moveatur, secum quoque deferet materiam in ejus poris contentam; adeoque cum minus habet momen-

ti

ti quam globus plumbeus ejusdem magnitudinis eadem velocitate latus, minor erit in subere materiæ copia, & proinde plures pori seu spatia absolute vacua.

Ex demonstratis etiam deducitur sequens Theorema.

THEOR. IX.

Pondera corporum omnium sensibilium juxta Terræ superficiem, sunt quantitatibus materiæ in iisdem proportionalia.

Nam, ut multiplici pendulorum experientia constat, corpora omnia vi gravitatis perpendiculariter cadentia (abstrahendo aëris resistentiam) æqualia spatia in iisdem temporibus percurrunt. Nam in vacuo seu medio non resistenti, non plus temporis impendent in descendendo minutissima quævis plumula, quam ponderosum plumbum; adeoque omnium corporum in dato tempore cadentium velocitates sunt æquales; erunt igitur eorum momenta quantitatibus materiæ in iisdem proportionalia; verum vires motum generantes sunt semper motibus seu momentis generatis proportionales, & proinde in hoc casu erunt ut quantitates materiæ in corporibus motis; sunt autem vires quæ motus illos generant ipsæ corporum gravitationes, hoc est, pondera. Omnium igitur corporum pondera sunt quantitatibus materiæ, quæ in corporibus sunt, proportionalia. Q. E. D.

Cor. 1. Corporis igitur cujusvis pondus, ex aucta solummodo vel diminuta materiæ quantitate, augetur vel diminuitur.

Cor. 2. Quare eadem manente materiæ quantitate in corpore quovis dato, idem quoque manebit ejusdem pondus, & quomodocunque variatur ejusdem figura vel textura particularum corpus illud componentium, pondus tamen ipsius non mutabitur: adeoque nullius corporis pondus ab ejus forma seu textura pendet.

Cum (per Axioma 14.) Natura cujuscunque materiæ sit eadem, nec unum corpus ab alio differat, nisi modaliter, per partium figuram, situm & alias istiusmodi formas; erunt corporum affectiones, quæ ab illorum formis non pendent, in omnibus corporibus eædem; adeoque cum (uti dictum est) corporum pondera ab illorum formis non oriantur, sed

à

à materiæ quantitate pendeant, in æqualibus materiæ quantitatibus, in eadem à terræ distantia, æquales erunt versus terram gravitationes; si vero duorum corporum pondera sint inæqualia, inæquales quoque erunt in iis materiæ quantitates.

Ponamus jam duos globos, plumbi scil. & suberis, æqualium magnitudinum; si in utroque eadem esset materiæ quantitas, (per jam ostensa) utrumque corpus æqualiter ponderaret; nam materia subtilissima poros suberis occupans æque ponderaret ac materia plumbi ipsi æqualis; cum vero magnum sit in duobus hisce globis ponderum discrimen, magnum quoque erit in iisdem materiæ discrimen; & si plumbum subere sit triplo gravius, triplo quoque major erit in plumbo contenta materia, quam in subere; adeoque plures erunt in plumbo pori seu plura spatia absolute vacua. Vacuum igitur non tantum possibile est, sed & actu datur; quod erat probandum. At hic sequitur materiæ quantitatem in quovis corpore rite per ipsius gravitatem æstimari posse.

Cum momentum augeri possit, tam ex aucta materiæ quantitate, eadem manente velocitate, quam ex aucta velocitate, eadem manente materia, Veteres (quos vis pulveris pyrii ad corpora celeriter movenda latebat) machinis ad hostium muros diruendos ita comparatis utebantur, ut ingens materiæ moles, etsi non magna velocitate, vehementi tamen impetu muros concuteret; at hodie per explosionem pulveris pyrii ex tormentis bellicis magna velocitate parvi globuli impelluntur. Quamvis autem veterum machinæ bellicæ hodiernis multum cedant, ipsarum tamen vis ad muros evertendos incredibilis fere fuit: arietes enim ex ingentibus trabibus sibi invicem commissis compositi erant; quorum pondus vel hinc æstimari potest, quod sc. ipsorum aliqui sex hominum millibus (ut alii sc. aliis succederent) ad ipsos dirigendos & motum iis imprimendum indigebant; ea pars, qua murum percutiebant, gravi ferro consolidata fuit, & ex funibus ita dependebant (Arietes compositos intelligo) ut ipsorum longitudines horizonti essent parallelæ;

N unde

unde magna virorum manu retrorſum acti, ſtatim ſua gravitate & hominum viribus ſimul agentibus antrorſum pulſi prominenti ferro muros quatiebant; & teſte *Joſepho*, nullæ fuerunt turres tam validæ, aut mœnia tam lata, quæ aſſiduas ipſorum plagas potuerunt ſuſtinere.

In machinis, quæ per circumgyrationes rotarum pondera elevant, aliquando per additionem plumbi rotæ graviores redduntur; ut ſcil. major materiæ copia majorem impetum ſeu motus quantitatem ſuſcipiat; per quam reſiſtentiæ, tam ex aëre quam ex materiæ frictione ortæ, melius reſiſtatur, & diutius conſervetur motus, qui proinde ſemel inceptus facile continuabitur.

Ab eodem quoque pendet principio, quod lanifices in nendo, fuſis ſuis verſoriis graves turbines imponunt, ut gyrationes diutius perſeverent. Cum ſcil. motus pars per reſiſtentiam aëris amiſſa, ad motum ex materiæ additione auctum, minorem habeat rationem, quam eſt ea quam haberet ad motum non auctum.

Ex prædictis etiam ſolvitur ſequens problema.

PROBL. I.

Invenire velocitatem, qua datum corpus movendum eſt, ita ut habeat momentum æquale momento cuivis dato.

TAB. 1. *fig.* 8. Sit datum corpus A, cujus momentum æquale debet eſſe momento corporis B moti celeritate *c*; fiat ut A ad B ita celeritas *c* ad aliam C; hæc erit velocitas quæſita, qua ſcil. ſi moveatur A, ejus momentum æquale erit momento corporis B, uti liquet ex Corol. tertio Theorematis tertii. Corporum enim momenta ſunt æqualia, ſi celeritates ſint ipſis corporibus reciproce proportionales; ſed ex hypotheſi, eſt celeritas corporis B ad celeritatem corporis A, ut corpus A ad corpus B; unde erit momentum corporis A æquale momento corporis B. Q. E. I.

Atque hinc ſequitur corpus quodcunque parvum poſſe habere momentum æquale momento corporis utcunque magni, quod cum data velocitate movetur. Ex hoc principio pendent vires omnes machinarum, quæ ad corpora trahenda da vel elevanda fabricantur; nempe si machinæ ita dispo-nantur, ut potentiæ velocitas ad ponderis sit ut pondus ad potentiam: eo inquam casu potentia pondus sustinebit. Liceat hoc in quinque simplicioribus Instrumentis Mechanicis ostendere. Et primo in *Vecte*, quem hic consideramus tanquam lineam inflexilem, sive rectam, sive curvam, sive ex pluribus rectis compositam, circa punctum immobile versatilem, gravitatis quidem expertem, ponderibus tamen sustinendis vel levandis accommodatam.

Punctum immobile quo sustinetur & circa quod rotatur Vectis ejus Fulcrum vocatur.

THEOR. X.

Sit A B *Vectis circa Fulcrum* C *tantum rotabilis; erit spatium quod ab unoquoque ipsius puncto describitur, ut ejus distantia à fulcro.*

Nam moveatur vectis è situ A C B ad situm *a* C *b*, pun- TAB. 2. *fig.* 15.
ctum A describet peripheriam A *a*, B vero percurret peripheriam B *b*; sed propter sectores A C *a*, B C *b* similes, est A *a* ad B *b* ut A C ad B C, hoc est, spatia à punctis A & B descripta, sunt ut ipsorum à fulcro distantiæ. Si punctis A & B applicentur potentiæ vectis brachia perpendiculariter trahentes; spatia quæ ab ipsis describuntur secundum vel contra propensiones suas, non sunt peripheriæ A *a*, B *b*, sed perpendiculares *a* F, *b* E in vectis brachia demissæ: nam potentia in A per spatium *a* F tantum & non amplius progressa est secundum directionem vel propensionem propriam, sicut ob eandem causam, via à potentia B percursa secundum propriam directionem æstimanda est per *b* E. Sed ob æquiangula triangula *a* C F, *b* C E est *a* F ad *b* E ut *a* C vel A C ad *b* C vel B C, hoc est, viæ à potentiis secundum proprias directiones percursæ erunt ut ipsarum à fulcro distantiæ.

Quod si directio potentiæ non sit recta ad vectis brachium TAB. 2. *fig.* 16.
A C perpendicularis, ducenda est à fulcro in lineam directionis, perpendicularis C G, & spatium à potentia secundum ipsius propensionem descriptum, erit perpendiculari illi proportionale; nihil enim refert utrum filum F G A, per

quod potentia agit, affixum sit puncto G vel A, vel etiam puncto D; eadem quippe manente directionis linea, eadem erit ipsius vis ad circumrotandum planum A D C B ac si puncto G affigeretur filum, & via ab ipsa, in dato tempore, secundum propriam directionem, descripta, proportionalis est rectæ C G. Quare patet in omni casu, viam à potentia quavis secundum directionem propriam descriptam proportionalem esse distantiæ lineæ directionis à fulcro.

THEOR. XI.

In vecte vis motrix seu potentia quæ ad pondus eam habet rationem, quam distantia lineæ directionis ponderis à fulcro, habet ad distantiam directionis potentiæ à fulcro, pondus sustinebit; ac proinde tantillum aucta pondus elevabit.

TAB. 2. *fig.* 17. Constat ex præcedente, spatia quæ à potentia & pondere secundum vel contra propensiones proprias describuntur, proportionalia esse distantiis lineæ directionum à fulcro; sed velocitates sunt hisce spatiis proportionales, ac proinde distantiis quoque proportionales erunt: Si igitur sit potentia P ad pondus Q ut C Q distantia directionis ponderis à fulcro ad C A distantiam directionis potentiæ à fulcro, potentia erit ad pondus, ut velocitas ponderis ad velocitatem potentiæ; erit igitur per Cor. 3. Theor. 3. momentum potentiæ æquale momento ponderis; ac proinde potentia ponderi æquipollebit; quod si tantillum augeatur potentia pondus elevabit. Q. E. D.

Hinc patet ratio, cur in Statera, *Romana* vulgo dicta, unico appendiculo vel sacomate diversorum corporum pon-
TAB. 2. *fig.* 18. dera examinantur. Est enim machina hæc Vectis inæqualium brachiorum, porrecto nempe ab axe motûs, (qui & axis æquilibrii esse debet) brachiorum altero in certam longitudinem, puta unius pollicis aut minorem; in altero brachio quantumvis porrecto, distinguunt partes ipsi C A longitudine æquales quot opus videbitur, numeris 1. 2. 3. 4. 5. &c. designatas. Appenso itaque pondere explorando ex A, pondus datum seu notum P ex brachio contrario dependens à centro motus removendo & admovendo, explorant in qua distantia fiat æquilibrium; atque invento *v. g.* pondus P in di-

diſtantia 8 ponderi Q in A æquiponderare, hinc colligunt (propter pondera diſtantiis reciproce proportionalia,) pondus Q ponderis P noti octuplum eſſe.

Defin. Axem in Peritrochio vocant, Inſtrumentum Mechanicum, ponderibus levandis aptum; in quo cylindrus (quem Axem vocant) fulcris per extrema ſuſtinetur, circumpoſitum habens tympanum (quod Peritrochium vocant) in cujus ambitu ſcytalæ inſiguntur, quibus applicata vis Peritrochium una cum axe vertit; circa quem convoluti funes onus elevant. TAB. 5. *fig.* 1.

THEOR. XII.

In Axe cum Peritrochio (& machinis cognatis quarum eadem eſt ratio) Vis motrix quæ ad pondus ſuſtinendum eam rationem habet, quam perimeter axis cui applicatur pondus ad perimetrum orbis extimi cui applicatur vis, ponderi æquipollebit; quæ itaque tantillum aucta pondus elevabit.

Ex fabrica machinæ patet, in una ipſius converſione tantundem elevari pondus appenſum P, quantum funis tractorii illud eſt quod axem ſemel circumplicat; quod itaque illius ambitui æquale ſupponitur; unaque tantundem procedere potentiam ſcytalæ extremitati applicatam, quantus eſt extimi orbis ambitus à potentia eadem machinæ revolutione deſcriptus; (hoc eſt, ſpatium à potentia eodem tempore percurſum æquale eſſe orbis extimi ambitui) adeoque velocitates potentiæ & ponderis, quæ ſunt ut ſpatia ſimul percurſa, erunt ut perimeter orbis extimi & perimeter axis. Quare ſi ſit pondus ad potentiam, ut perimeter orbis extimi ad perimetrum axis, erit velocitas potentiæ ad velocitatem ponderis reciproce, ut potentia ad pondus. Itaque per Corol. 3. Theor. 3. momentum potentiæ æquale erit momento ponderis; ac proinde potentia ponderi æquipollebit & ipſum per axem in Peritrochio ſuſtinere valebit; quod ſi tantillum augeatur potentia vel minuatur pondus, potentia pondus elevabit. Q. E. D.

Cor. Quo major eſt ambitus orbis extimi, hoc eſt, quo longiores ſunt ſcytalæ, vel quo minor eſt axis, eo potentior erit vis ad pondus elevandum.

Defin. Ex orbiculis uno vel pluribus apte diſpoſitis, circa axes ſuos volubilibus, quibus circumpoſitus funis ductorius pondus attrahit, compoſitam machinam Trochleam appellant.

THEOR. XIII.

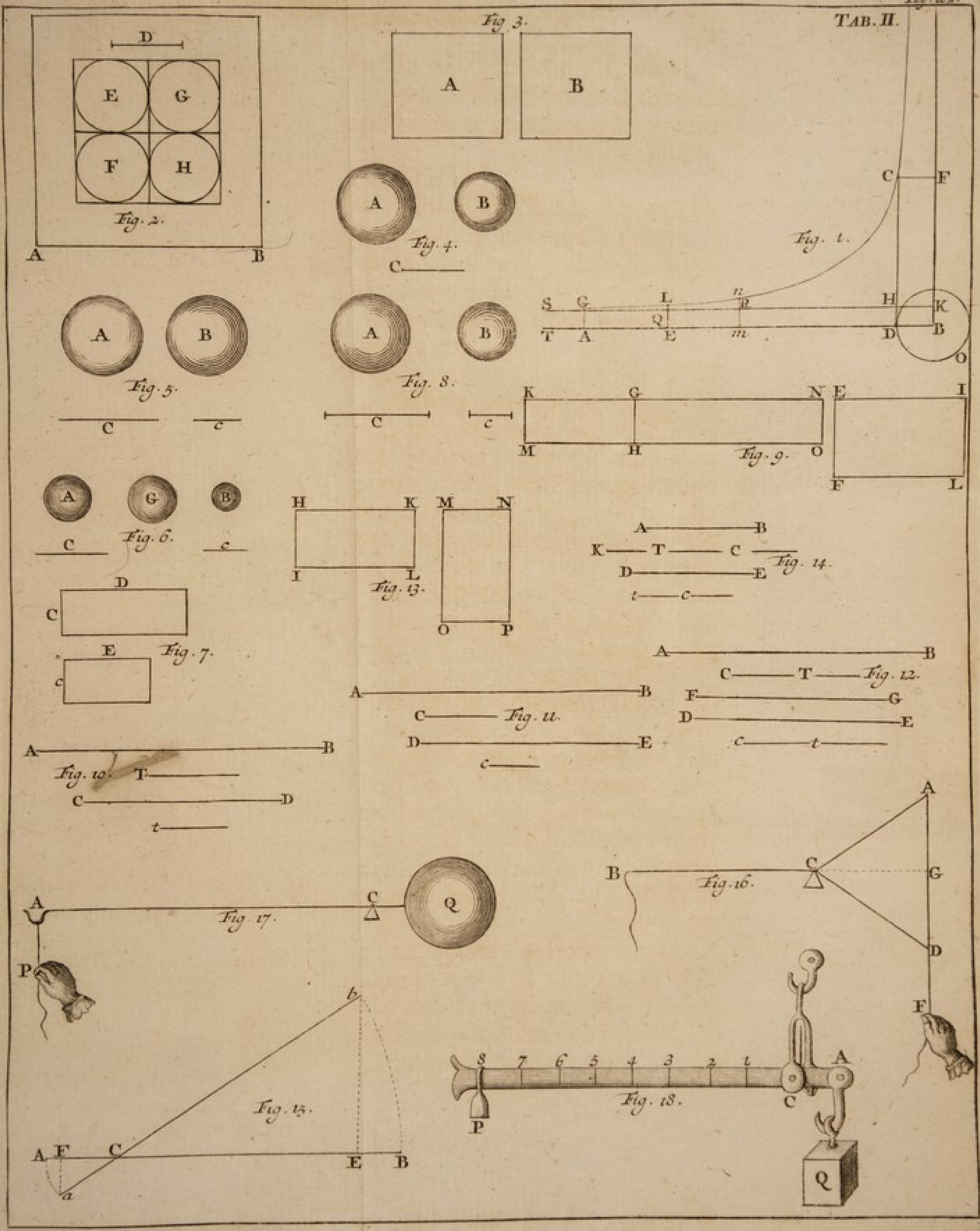
In Trochlea mobili, ex orbiculorum poſitione calculo æſtimatur quanta vis appoſito ponderi æquipolleat; nempe vis ea, quæ ſit ad pondus, ſicut 1 *ad numerum funiculorum quibus pondus ſuſpenditur, idem pondus ſuſtinere valebit: Quæ proinde tantillum aucta pondus elevabit.*

TAB. 3. *fig.* 2. Sit funis cujus alterum extremum unco B affixum, & in hujus duplicatura dependeat trochlea mobilis, cujus loculamento appendatur pondus Q; clarum eſt ut attollatur pondus Q per unum pedem, utrumque funem loculamentum cum appenſo pondere ſuſtinentem, (deorſum ab unco ſupputando) debere uno pede breviorem fieri; hoc eſt, ut attollatur pondus per unum pedem, potentiam debere per duos pedes moveri; quare in hac machina, potentiæ via ponderis viæ dupla erit; ac proinde celeritas potentiæ dupla quoque erit celeritatis ponderis: adeoque ſi potentia ſit ad pondus ut 1 ad 2, ipſius momentum momento ponderis æquipollebit, & pondus ſuſtinebit.

TAB. 3. *fig.* 3. Si ita diſponantur orbiculi, ut pondus Q à tribus funibus dependeat; ut pondus aſcendat per unum pedem, oportebit omnes tres funiculos (ita loqui liceat, quamvis non niſi unus continuus & nullibi interruptus funis ſit) uno pede breviores reddi, quod fieri aliter non poteſt, quam ſi potentia P tres pedes progrediatur: quare cum in hac machina, potentiæ via ſit ponderis viæ tripla; erit ejus celeritas quoque tripla celeritatis ponderis; adeoque ſi potentia ſit ad pondus ut 1 ad 3, ipſius momentum momento ponderis æquipollebit.

TAB. 3. *fig.* 4. Simili prorſus ratione ex quartâ figurâ patet potentiam in P, quæ ſit ſubquadrupla ponderis Q, eidem æquipollere. In omnibus caſibus potentia quæ ponderi prius æquipollebat, ſi vel ipſa tantillum augeatur, vel pondus minuatur, poteſt ipſum elevare. Q. E. D.

De-


TAB. II.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.

Defin. Cylindrum rectum Helice similiter sulcatum Cochleam appellant, & quidem Interiorem, si sulcata superficies convexa sit, Exteriorem si concava. Debet autem Cochlea Interior ita Exteriori conformis esse, ut pars parti apte respondeat (hujus eminentiis illius cavitatibus congruentibus) quo fiet ut Interior per Exteriorem permanentem tota labatur, vel etiam super Interiorem permanentem propellatur Exterior. Potissimum adhiberi solent Cochleæ obicibus propellendis, frangendis, aut comprimendis, aliisque motibus trusione factis; soletque forinsecus adhiberi manubrium, aut scytala cui vis applicatur. TAB. 5. fig. 5.

THEOR. XIV.

In Cochlea, si sit ut ambitus quem vis sive potentia applicata peragrat in una cochleæ conversione, ad Intervallum duarum continue proximarum spiralium conversionum (secundum cochleæ longitudinem æstimatum) sic pondus vel resistentia ad potentiam; æquipollebunt potentia & resistentia, & potentia tantillum aucta impedimentum movebit.

Intelligatur Cochlea Interior CA per Exteriorem fixam ope scytalæ CB, versando protrudi, simulque pondus P (vel quod ponderis instar est) elevare. Manifestum est ex Machinæ inspectione, in una cochleæ revolutione pondus tantum elevari, quantum est intervallum duarum spiralium proximarum; & potentiam tantum promoveri quantus est ambitus ab ista in una revolutione descriptus; hoc est ponderis via erit ad viam potentiæ eodem tempore factam, ut intervallum spiralium ad ambitum à potentia una revolutione descriptum; adeoque celeritas ponderis erit ad potentiæ celeritatem, in eadem ratione: ac proinde si sit ut potentia ad pondus ita prædictum intervallum duarum proximarum spiralium ad viam à potentia descriptam, potentia ponderi vel resistentiæ æquipollebit: quæ itaque tantillum aucta resistentiam superabit. Q. E. D.

Defin. *Cuneum* plerumque adhibent, ex ferro seu duriore aliqua materia, forma prismatis non admodum alti, cujus oppositæ bases sunt triangula isoscela; utriusvis hujus trianguli altitudinem appellant altitudinem cunei, ejusque trianguli

guli basin vocant cunei crassitiem, rectamque quæ triangulorum vertices conjungit, cunei aciem; quodque eorum bases conjungit parallelogrammum, cunei dorsum dicunt.

THEOR. XV.

Potentia cunei dorso directe applicata, quæ sit ad resistentiam à cuneo superandam ut cunei crassities ad ejusdem altitudinem, resistentiæ æquipollebit; & proinde aucta eandem superabit.

TAB. 3. fig. 6. Resistentia cuneo superanda sit *v. g.* ligni tenacitas seu firmitudo, aut alius quivis obex cuneo dirimendus. Patet dum cuneus adigitur in situm usque quem nunc obtinet, via potentiæ seu longitudo secundum suam propensionem percursa est B A; tantum enim & non amplius progressa est: eodemque modo D C est via impedimenti, atque dum detruditur cuneus per totam altitudinem suam, dividitur obex per totam cunei crassitiem; & in toto processu proportionaliter, ut patet ex natura trianguli: unde si sit ut cunei crassities ad ipsius altitudinem ita potentia ad resistentiam, hujus momentum illius momento æquale erit; adeoque potentia aucta resistentiam superabit.

SCHOLIUM.

Hinc per Instrumenta mechanica non augetur vis potentiæ, quod quidem fieri non potest; sed ponderis vel elevandi vel trahendi velocitas ita per instrumenti applicationem minuitur, ut ponderis momentum vi potentiæ non majus evadat. Sic *e. g.* si vis quædam agens possit elevare datum pondus unius libræ cum data velocitate, per nullum instrumentum fieri potest ut eadem vis elevet pondus duarum librarum cum eadem velocitate: potest tamen ope instrumenti cum velocitatis dimidio pondus duarum librarum elevare; imo potest eadem potentia pondus mille vel decies mille librarum elevare, cum velocitatis parte millesima vel decem millesima; sed non ideo augetur potentiæ vis, sed motus quem producit in elevando pondus illud magnum, omnino æqualis est motui qui producitur cum elevatur pondus unius libræ.

Ex dictis etiam patet ratio, cur in canalibus communicantibus diversæ amplitudinis conservatur liquorum æquilibrium.

brium. Sit enim canalis amplus ABCD, cum alio augustiore MNKH communicans in C; in utroque canali infusa aqua ad eandem altitudinem assurget, & descendendi conatus, seu vis quam habet aqua in canali FH ad elabendum per orificium C, æqualis est vi aquæ in canali AC ad descendendum per idem orificium. Nam si ponatur aquam descendisse in canali AC per altitudinem AI, necesse est, ut aqua in canali FH ascendat ad altitudinem HN, talem sc. ut cylindrus aquæ MFGN æqualis sit cylindro AILD, sc. cylindro aquæ, quæ in canali AC descendit; sed æqualium cylindrorum reciprocantur bases & altitudines (per 15. Prop. El. duodecimi) hoc est, erit FM ad AI ut orificium AD ad orificium MN vel FG: sed est FM ad AI ut velocitas ascensus aquæ in canali FN ad velocitatem descensus aquæ in canali AC; & est orificium AD ad orificium MN, ut aqua in AC ad aquam in canali FH (nam cylindri æque alti sunt inter se ut bases) quare erit velocitas aquæ ascendentis in canali FH ad velocitatem aquæ descendentis in canali AC, ut aqua in canali AC ad aquam in FH; hoc est, aquarum velocitates sunt ipsis reciproce proportionales, & proinde erunt aquarum momenta æqualia; sed sunt contraria, quare nullus sequetur motus. TAB. 3. fig. 7.

Hinc obiter patet ratio, cur aqua vel fluidum quodvis ex latiore in angustiorem alveum defluens majori celeritate moveatur.

Hinc si in corpore animali, Arteriarum ramuli vel Arteriæ capillares habeant summam orificiorum seu potius sectionum transversarum, majorem sectione transversa Arteriæ magnæ seu Aortæ, à qua omnes oriuntur; erit sanguinis velocitas in extremitatibus corporis minor quam in Aorta; si vero æqualis sit hæc summa sectioni transversæ Aortæ, erit velocitas sanguinis in iisdem æqualis velocitati sanguinis in Aorta; si minor sit summa, tunc major erit velocitas sanguinis per extremas arterias transcurrentis quam in Aorta.

Lectio XI.

De Legibus Naturæ.

HActenus Theoremata de motus quantitate, ſpatiis à mobilibus percurſis, & quæ exinde conſequuntur corollaria demonſtrata dedimus; ad leges Naturæ jam deventum eſt, illas ſc. leges, quas omnia corpora naturalia conſtanter obſervare neceſſe eſt. Has igitur eodem ordine, & iiſdem verbis, prout ab illuſtri *Newtono* proponuntur trademus, quarum prima hæc eſt.

LEX I.

Corpus omne perſeverat in ſtatu ſuo quieſcendi vel movendi uniformiter in directum, niſi quatenus à viribus impreſſis cogitur ſtatum illum mutare.

Cum corpora naturalia conſtent ex materiæ maſſa, quæ ſibi ipſi nullam ſtatus ſui mutationem inducere queat; ſi prius quieſcebant corpora, oportet ut in ea quiete ſemper permaneant, niſi adſit vis nova ad motum in iis producendum; ſi vero in motu ſint, eadem energia ſeu vis motum ſemper conſervabit; & proinde corpora motum ſuum ſemper retinebunt & ſecundum eandem rectam eodem tenore ſemper progredientur, cum nec ſibi ipſis quietem, nec retardationem, nec directionis ſuæ mutationem ad deflectendum verſus dextram aut ſiniſtram acquirere valeant. Philoſophos novimus, qui facile agnoſcunt nullum corpus poſſe ſeipſum movere, hoc eſt, per ſe ex quiete ad motum tranſire; iidem non æque lubenter concedunt corpora ſemel mota non poſſe per ſe ad quietem tendere, eo quod videant projectorum motus paulatim langueſcere, & ipſa mobilia ultimò ad quietem pervenire.

Verum ut nullus modus, vel accidens, ſponte ſua ſeu per ſe deſtruitur, & ſicut omnes effectus à cauſis tranſeuntibus producti ſemper permanent, niſi adſit nova aliqua & extranea cauſa quæ ipſos tollat; ſic etiam motus ſemel inceptus ſemper continuabitur, niſi vis aliqua externa adſit, quæ ipſi obſtet; nec magis poteſt corpus ſemel motum, motum ſeu energiam ſuam ad movendum deponere, & per ſe ad quietem

tem redire, quam poteſt figuram ſemel ſibi inductam exuere, & aliam recentem abſque cauſa extrinſeca acquirere.

Ineſt præterea corporibus vis quædam, ſeu potius inertia, qua mutationi reſiſtunt; unde eſt quod difficulter admodum è ſtatu ſuo, qualiſcunque is ſit, deturbentur: vis vero illa eadem eſt in corporibus motis ac quieſcentibus, nec minus reſiſtunt corpora actioni, qua à motu ad quietem reducuntur, quam ei, qua à quiete ad motum tranſeunt; hoc eſt, non minor requiritur vis ad corporis alicujus motum ſiſtendum, quam prius neceſſaria fuit ad eundem motum eidem corpori imprimendum: unde cum vis inertiæ æqualibus mutationibus æqualiter ſemper reſiſtit, illa non minus efficax erit, ut corpus in motu ſemel incepto perſeveret, quam ut corpus quieſcens ſemper in eodem quietis ſtatu permaneat.

Quidam ſunt Philoſophi, qui corpus ex ſua natura tam ad motum quam ad quietem indifferens eſſe ſupponunt; at per indifferentiam illam non (ut opinor) intelligunt talem in corporibus diſpoſitionem, per quam quieti aut motui nihil omnino reſiſtunt; quippe hoc poſito, ſequeretur corpus quodvis maximum ſumma celeritate motum à minima quavis vi poſſe ſiſti; aut ſi quieſceret magnum illud corpus, ab alio quovis minimo propelli, abſque ullo velocitatis corporis impellentis decremento; hoc eſt, corpus exiguum quodvis in aliud maximum impingens, poſſet illud ſecum abripere ſine ulla ipſius retardatione; & utrumque corpus poſt impulſum junctim ferrentur ea celeritate, quam prius corpus illud exiguum habebat: quod abſurdum eſſe omnes novimus. Non igitur indifferentia illa ſita eſt in non renitentia ad motum ex ſtatu quietis, aut ad quietem ex ſtatu motus, ſed in eo ſolum, quod corpus ex ſua natura non magis ad motum quam ad quietem propendet, nec magis reſiſtit tranſire à ſtatu quietis ad motum, quam à motu rurſus ad eandem quietem redire; poteſt præterea corpus quodvis quieſcens à quavis vi moveri; poteſt æqualis vis ſecundum contrariam directionem agens motum illum deſtruere; atque in hoc indifferentiam illam ſitam eſſe volunt.

Cum, secundum expositam naturæ legem, corpus omne semel motum in eodem motu semper perseveret, quærunt Philosophi cur projecta omnia motum suum (quem violentum vocant) sensim amittunt? Cur non in infinitum pergunt? Si motus ex sua natura non languesceret, potuisset lapis ex manu projicientis sub initio mundi emissus spatium fere immensum, & tantum non infinitum, pertransisse. Sic quidem potuit, si in vacuo seu spatiis liberis motus absque gravitate fieret. Verum cum omnia projecta vel per aërem vel super aliorum corporum superficies scabras ferantur, exinde provenit eorum retardatio; cum enim necesse sit, ut mobilia aërem obstantem è loco suo pellant & dimoveant, vel ut superficiei super quam moventur scabritiem vincant, oportet ut vim & motum illum omnem amittant, qui hisce obstaculis continuo impenditur; & proinde projectorum motus semper diminuetur. Si vero nulla esset medii resistentia, nulla superficiei, super quam decurrunt mobilia, asperitas, nulla gravitas, quæ corpora terram versus continuo pelleret, absque omni retardatione idem semper continuaretur motus. Sic in Cœlis, ubi medium tenuissimum est, Planetæ diutissime suos conservare possunt motus; & super glaciem, aut alias superficies politas seu minime scabras, corpora ponderosiora serius ad quietem reducuntur.

Desinant jam Philosophi continuati motus exquirere causam, alia quippe agnoscenda est nulla, præter primam illam, quæ non modo motum sed res omnes in *Esse* suo conservat, Deum scil. Opt. Max. Nec alia ratione perseverat motus, quam qua continuatur corporis alicujus figura, color, aut aliæ quævis istiusmodi affectionum, quæ semper eædem permanerent, nisi vis aliqua externa eas turbaverit.

Multo quidem rectius & magis secundum bonæ methodi leges egissent, si rationes retardati & amissi motus investigassent: verum quosdam in hac re adeo cæcutire deprehendimus, ut illud ipsum ponant causam continuati motus, ex quo revera ejus retardatio provenit.

Desinant etiam Philosophi de communicatione motus tan-

tas

tas lites movere; ex supra positis enim facile intelligitur, cur lapis ex projicientis manu tanto cum impetu emittitur: quippe quum lapis in manu continetur, necesse est ut de motu ipsius manus participet (per Axiom. 8.) adeoque eadem celeritate & versus eandem plagam, qua ipsa manus, feretur: sed corpus omne naturale semel motum in eodem perseverat motu (per legem supra positam) donec ab agente externo impediatur; unde cum projiciens manum suam retrahit, lapis non retractus recta progredietur. Eodem prorsus modo, si navis aut cymba ventis vel remis celeriter agatur, qui in ipsa sedent eundem celerem motum ipsis communicatum habent; at si subito sistatur navis, res omnes in navi positæ motum suum continuare conantur, & quæ ipsi navi firmiter non adhærent, post illius quietem relictis locis suis etiamnum progrediuntur; atque hinc periculum est ne homines in navi relative quiescentes, post tam subitam & quasi violentam status sui mutationem, prorsum præcipitentur, cum scil. motus, quem prius ab ipsa navi accepêre, nondum destructus sit.

Si lapis in funda celeriter circumagatur, ea celeritate circulum describit quam habet ea fundæ pars in qua ponitur; cum vero corpus omne secundum rectam lineam progredi affectet, lapis in singulis orbitæ suæ punctis, secundum lineam orbitam in puncto in quo est tangentem egrederetur, nisi à filo detentus esset; adeoque si filum demittatur, rumpatur, vel alio quovis modo lapidem cohibere desinat, lapis non ulterius in circulo sed secundum rectam lineam movebitur, secluso motu ex ipsius gravitate orto.

Conatus ille, quem lapis circumgyratus habet in quovis suæ orbitæ puncto secundum tangentem egrediendi, filum per quod in orbita detinetur tendit; & vis illa qua filum tenditur ex vi centrifuga oritur, per quam scil. à peripheria recedere conatur. Tensionem hanc quisque in funda facile experiri potest; & per experientiam invenimus, quo celerius circumgyratur lapis, vel etiam quo majus materiæ pondus in funda ponitur, eo majorem fieri fili tensionem.

Ob hanc rationem volunt quidam Philosophi centrifugam hanc vim à sola gravitate proficisci; huic tamen sententiæ nec ratio nec experientia favet: nam in funda non solum tenditur funis cum lapis partem suæ orbitæ infimam percurrit, sed etiam dum superiorem partem describit; quod à gravitate oriri non potest, cum gravitas lapidem, in superiore suæ orbitæ parte, tantum urgere potest versus centrum, quæ directe contraria est vi centrifugæ quæ illum à centro recedere cogit. Præterea cum lapis in plano horizontali in circulo revolvitur, filum quoque tenditur; sed gravitas tensionem illam in illo plano nullo modo producere potest, cum lapis nec sursum nec deorsum feratur; cujus proinde motus à gravitate hac nec augebitur nec minuetur; non igitur à gravitate oritur vis centrifuga, sed à solo conatu quem habent corpora omnia secundum rectam lineam progrediendi.

Si Terram circa suum axem rotari supponamus, nos omnes qui in ejus superficie degimus una cum ipsa revolveremur; adeoque si subito sisteretur ejus motus, res omnes ipsi firmiter non adhærentes vehementi motu excussæ ab illa recederent; sic etiam si circa Solem motu annuo deferatur, & subito illa revolutio sisteretur, res omnes excussæ, Planetarum instar, circa solem gyrarentur, ob eandem causam qua prius ipsa Tellus circa solem movebatur.

Cum Tellus circa axem vertatur, & res omnes in ipsa circulos describant æquatori parallelos, quærunt Philosophi unde sit, ut corpora omnia ab ejus superficie non excutiantur, cum per naturæ legem corpora omnia motum secundum rectam lineam affectant? Sic quidem excuterentur, nisi alia adesset vis, per quam ad terram detinentur; quæ est ipsa Gravitatio vi centrifugâ multo potentior.

Si vas aquæ plenum in plano quovis horizontali ponatur, & subito vi satis magna impellatur, aqua in vase sub initio versus partes motui vasis contrarias tendere videbitur; non quod revera talis motus aquæ impressus est, sed cum illa in eodem quiescendi statu permanere conatur, vas motum suum aquæ intra ipsum contentæ communicare statim non potest, & proinde aqua à vase derelicta, & revera quiescens, locum

suum

ſuum relativum mutare videbitur. Tandem poſtquam vaſis motus aquæ impreſſus eſt, & illa una cum vaſe uniformiter & eadem celeritate progredi cœperit, ſi ſubito ſiſtatur vas, aqua tamen in eodem motu perſeverare conabitur, & ſuper vaſis latera aſſurgens pars illius ulterius progredietur.

Si navis tempeſtate & turbulento mari jactetur, in ipſa ſedentes homines & relative quieſcentes doloribus, ægritudine, nauſea & vomitu afficientur, præſertim ſi mari minus aſſueti fuerint; cum ſcil. liquores in ipſorum ventriculis, inteſtinis, vaſis ſanguiferis, & cæteris ductibus contenti, navis jactationibus non ſtatim obediunt, unde in corpore humano fluidorum motus turbabitur, & morbi orientur.

LEX II.

Mutatio motus eſt ſemper proportionalis vi motrici impreſſæ, & fit ſemper ſecundum rectam lineam, qua vis illa imprimitur.

Sequitur ex axiomate 4: ſi enim vis aliqua motum quemvis generet, dupla duplum, tripla triplum generabit; & hic motus quoniam in eandem ſemper plagam cum vi generatrice determinatur (quippe ab illa tantum oritur) fiet ſemper ſecundum eandem plagam (per legem primam;) nec poteſt corpus ſecundum aliam quamvis plagam deflectere, niſi adſit nova vis priori obſtans; adeoque ſi corpus antea movebatur, motus ex vi impreſſa productus motui priori vel conſpiranti additur, vel contrario ſubducitur, vel obliquo oblique adjicitur, & cum eo ſecundum utriuſque determinationem componitur.

Si vis aliqua in dato corpore motum producat, (per legem primam) corpus illud in motu ſuo ſemper perſeverabit: ſi vero poſtea vis eadem vel æqualis ſecundum eandem directionem rurſus in idem corpus agat, motus exinde productus priori æqualis erit, & proinde ſumma motuum prioris dupla erit: ſi denuo vis eadem tertio in idem corpus ſimiliter agat, motus hinc ortus erit etiam primo æqualis, & proinde ſumma motuum erit motûs primo impreſſi tripla; & ſimiliter ſi vis eadem rurſus in idem corpus ageret, omnium motuum summa erit primo impressi quadrupla; & sic continuo.

Hinc si vis hæc nova æqualibus temporum intervallis continuo æqualiter ageret, motus exinde ortus esset ut summa temporum quibus generatur; adeoque cum, ob datum corpus, motus sit ut velocitas, erunt velocitates sic genitæ ut tempora ab initio motus, & motus erit æqualiter acceleratus; hinc sequentia Theoremata facile demonstrantur.

THEOR. XVI.

Si corpora in omnibus à Terra distantiis æqualiter gravitarent, esset motus corporum, sua gravitate in eadem recta cadentium, motus æquabiliter acceleratus.

Supponatur tempus in quo grave cadit divisum esse in particulas æquales & valde exiguas, & gravitas prima temporis particula agens corpus versus centrum pellat: si jam post primum illud tempus omnis gravitatis actio cessaret, & corpus desineret esse grave, nihilominus motus ex primo impulsu acceptus semper continuaretur, & corpus ad terram æqualiter accederet (per legem primam:) verum cum corpus continuo sit grave, & gravitas indesinenter agat, etiam in secunda temporis particula eadem gravitatio alium impulsum priori æqualem ipsi communicabit, & corporis velocitas post duos hos impulsus prioris dupla erit; & si vis gravitatis omnino tolleretur, corpus tamen cum eadem celeritate in eadem recta moveri perseverabit; cum vero & tertiâ temporis particulâ corpus eadem gravitate urgeatur, alium quoque motum priorum utrivis æqualem post tertium illud tempus acquiret; sic etiam in quarta temporis particula gravitatio quartum impetum singulis priorum æqualem ipsi gravi superaddit; & sic de cæteris. Impetus igitur seu motus corporis dati à gravitate acquisiti sunt ut particulæ temporis ab initio elapsæ, adeoque cum actio gravitationis sit continua, si particulæ illæ infinite exiguæ sumantur, erit corporis cadentis motus ex gravitate acquisitus, ut tempus ab initio casus elapsum; cumque corpus datum sit, erit motus ut ipsius velocitas, ergo velocitas erit semper ut tempus

pus in quo acquiritur. Gravi igitur cadenti æqualibus intevallis æqualia accedunt velocitatis incrementa, & proinde ejus motus erit uniformiter acceleratus. Q. E. D.

Similiter ex iisdem principiis demonstrari potest, corporum in eâdem rectâ sursum tendentium motum esse æquabiliter retardatum; cum scil. vis gravitatis, contra motum inceptum continuo & æqualiter agens, æqualibus temporibus æqualiter ipsius motum minuat, usque dum velocitas omnis sursum omnino sublata sit.

Cor. Recta A B exponat tempus quo corpus cadit, & BC cum A B faciens angulum rectum exponat velocitatem in fine istius casus acquisitam; jungatur A C, & per punctum quodvis D ducatur D E ad B C parallela; erit hæc ut velocitas in fine temporis A D acquisita. Nam (ob triangula ABC ADE æquiangula) est AB ad AD sicut BC ad DE; sed BC repræsentat velocitatem in tempore A B, quare (cum velocitates sunt ut tempora) D E repræsentabit velocitatem acquisitam in fine temporis A D: similiter F G repræsentabit velocitatem in puncto temporis F; & in omnibus temporis punctis velocitates erunt ut rectæ intra triangulum per ipsum ductæ & basi B C parallelæ. TAB. 3. *fig.* 8.

THEOR. XVII.

Si grave ex quiete, motu uniformiter accelerato descendat; spatium, quod ab ipso in dato ab initio motûs tempore percurritur, dimidium erit istius quod in illo tempore uniformiter percurri potest, cum ea velocitate quæ in fine istius temporis à gravi cadente acquiritur.

Sit A B tempus in quo cadit grave, sitque B C velocitas ultimò acquisita, compleatur triangulum A B C & rectangulum A B C D; porro distinguatur tempus A B in innumeras particulas *ei*, *im*, *mp*, &c. Ducantur *ef*, *ik*, *mn*, *pq*, *&c.* basi parallelæ: (Per Cor. præced.) *ef* erit ut velocitas gravis in temporis particulâ infinite exiguâ *ei*; & *ik* erit ejus velocitas in particula temporis *im*; item *mn* erit ipsius velocitas ad punctum temporis *mp*; & sic *qp* erit velocitas in temporis particula *po*. Sed (per Cor. Theor. 7.) spatium in quovis tempore & cum quavis celeritate percursum TAB. 4. *fig.* 1.

 est

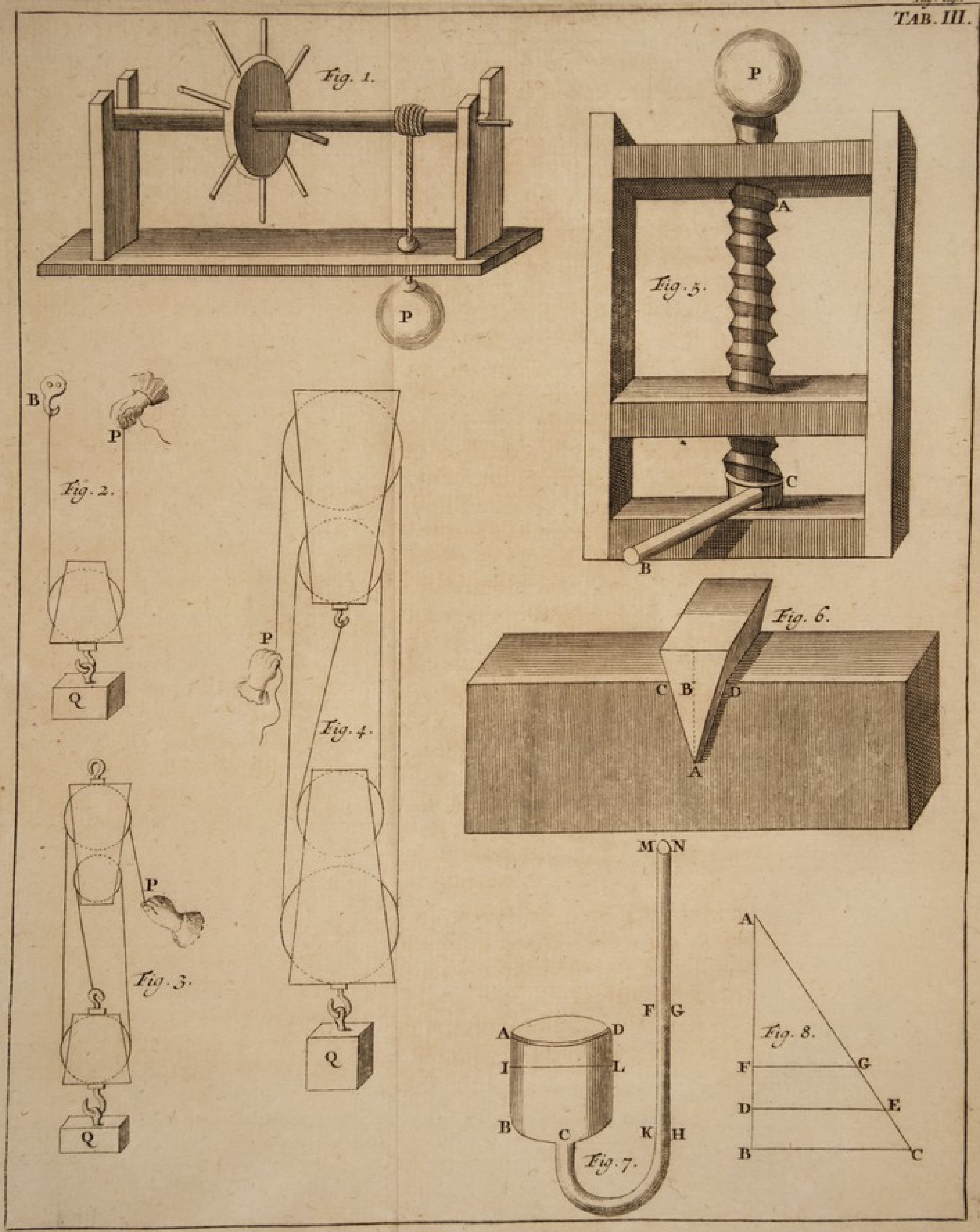
eſt ut rectangulum ſub eo tempore & celeritate; quare erit ſpatium percurſum tempore *ei* cum velocitate *ef* ut rectangulum *if*; ſic ſpatium percurſum tempore *im* cum celeritate *ik* erit ut rectangulum *mk*; ſic etiam ſpatium percurſum cum celeritate *mn* tempore *mp* erit ut rectangulum *pn*; & ſic de cæteris. Quare erit ſpatium percurſum, in omnibus hiſce temporibus, ut omnia hæc rectangula, ſeu ut rectangulorum omnium ſumma; cum autem temporis particulæ infinite exiguæ ſint, erit omnium rectangulorum ſumma æqualis triangulo ABC. Eſt vero (per ſupra citatum Corol. Theor. 7.) ſpatium à mobili percurſum tempore AB cum uniformi celeritate BC ut rectangulum ABCD; unde erit ſpatium percurſum à gravi in dato tempore cadenti ex quiete, ad ſpatium percurſum in eodem tempore, velocitate uniformi cum æquali ei quæ ultimo acquiritur à gravi cadente, ut triangulum ABC ad rectangulum ABCD: ſed triangulum ABC eſt dimidium rectanguli ABCD, unde erit ſpatium quod à gravi cadente ab initio caſus in dato tempore percurritur, dimidium ejus quod percurri poteſt in eodem tempore cum velocitate ultimò acquiſitâ. Q. E. D.

Cor. 1. Spatium quod percurritur cum velocitate CB in tempore æquali dimidio ipſius AB, æquale erit ſpatio à gravi cadenti tempore AB percurſo.

TAB. 3. *fig.* 8. *Cor.* 2. Ex ipſa demonſtratione ſequitur quod ſicut ſpatium percurſum tempore AB repræſentatur per triangulum ABC, ſic ſpatium tempore AF à gravi emenſum per triangulum AFG repræſentari poſſe; item ſpatium peractum tempore AD per triangulum ADE exponetur.

Cor. 3. Spatia percurſa ab initio caſus computando, ſunt in duplicata ratione temporum; nam ſpatium percurſum tempore AB eſt ad ſpatium percurſum in tempore AF ut triangulum ABC ad triang. AFG; ſed (ob ſimilia triangula ABC, AFG) triangulum ABC eſt ad triangulum AFG in duplicata ratione lateris AB ad latus AF: adeoque erit ſpatium percurſum tempore AB ad ſpatium percurſum tempore AF in duplicata ratione temporis AB ad tempus AF. Sunt igitur ſpatia percurſa à gravi è quiete cadente, ut quadra-

ta


TAB. III.
Fig. 1.
P
P
Fig. 2.
B
P
Q
Fig. 3.
P
Q
Fig. 4.
P
Q
Fig. 5.
P
A
C
B
Fig. 6.
C B
D
A
Fig. 7.
M N
F G
A
D
I
L
B
C
K H
Fig. 8.
A
F
G
D
E
B
C

ta temporum quibus percurruntur.

Cor. 4. Hinc si grave in dato tempore è quiete cadens percurrat spatium quodvis, spatium in duplo tempore percursum erit prioris quadruplum, in triplo tempore spatium peractum erit novies majus quam illud quod primo percurritur, *&c.* Hoc est, si tempora sumantur ut 1. 2. 3. 4. 5. *&c.* spatia hisce temporibus descripta ab initio motus computando erunt ut 1. 4. 9. 16. 25.

Cor. 5. Cum spatium percursum in primo tempore sit ut 1, in secundo ut 4, computando ab initio, erit spatium in secundo tempore seorsim descriptum ut 3; eodem modo cum spatium descriptum in fine temporis tertii sit ut 9, & in fine temporis secundi ut 4, erit spatium descriptum in tempore tertio seorsim sumpto ut 5; & sic de cæteris: sumendo igitur temporis partes æquales, erunt spatia à gravi è quiete cadenti in singulis seorsim descripta ut 1. 3. 5. 7. 9. 11. *&c.* scil. ut numeri impares.

Cor. 6. Hinc etiam cum velocitates cadendo acquisitæ sint ut tempora, erunt spatia percursa etiam ut quadrata velocitatum; & tam velocitates quam tempora erunt in subduplicata ratione spatiorum per quæ grave cadit ab initio motûs.

Lectio XII.

LEX III.

Actioni semper contraria & æqualis est Reactio; seu corporum duorum actiones in se mutuo æquales sunt, & in partes contrarias diriguntur. Hoc est, per actionem & reactionem æquales motûs mutationes in corporibus in se invicem agentibus producuntur, quæ mutationes versus contrarias partes imprimuntur.

HÆc Lex non aliter melius quam per exempla potest illustrari.

1. Si corpus unum in alterum quiescens impingat, quicquid motus quiescenti imprimitur, tantundem præcise impingenti subtrahitur, *v. g.* Si corpus, A cum duodecim motus partibus versus corpus B feratur, & postquam in illud impegerit communicentur ipsi B 5 partes motus, restabunt TAB. 4. *fig.* 2.

 ipsi

ipsi A motus partes tantummodo 7. adeoque mutationes quæ utrique corpori contingunt æquales erunt: idemque omnino erit effectus ac si vis 5 partibus motûs æquipollens impelleret corpus B versus C, & alia huic æqualis in corpus A ageret, & ipsum in contrarias partes versus H urgeret.

2. Si corpus B non quiescat, sed tendat versus C, & corpus A celerius motum in ipsum impingat; tantundem motus deperdet corpus A quantum corpus B lucratum est, & mutationes motus per impulsum in utroque corpore productæ (hoc est incrementum motus unius & decrementum alterius) æquales erunt.

3. Si corpora A & B sibi obviam veniant, & A feratur versus C cum 12 motus partibus, B vero versus H cum tribus motus partibus; qualiscunque motus mutatio corpori B accidat, eadem omnino corpori A continget: *v. g.* Si post occursum feratur B versus C cum partibus motus duabus, mutatio motus quæ ipsi inducta est erit partium quinque; æqualis scilicet summæ duorum motuum, illius nempe quo prius versus H ferebatur, quique per impulsum corporis A destructus est, & illius qui de novo recipitur cum quo versus plagam C tendit; & motus in corpore A amissus hisce 5 motus partibus præcise æqualis erit: adeoque (ut in primo exemplo) idem omnino sequitur effectus, qualis fuisset si vis cum 5 motus partibus pelleret B versus C, & alia huic æqualis in corpus A imprimeretur, quæ illud versus partes H ageret.

Verum universaliter ictus magnitudo quæ ab occursu duorum corporum oritur, in utroque corpore semper æqualiter recipitur; unde & mutationes motus quæ ab ictu producuntur in utroque corpore semper æquales erunt.

Sic si malleus ferreus vitrum percutiat, ictus tam in malleo quam in vitro æqualiter recipitur, & vitrum frangitur, ferro integro manente; non quod major est vis percussionis vitro impressa, quam est illa quæ in malleo recipitur, sed quia partes ferri duriores & firmius inter se cohærentes, multo fortius eidem percussionis vi resistunt, quam vitri particulæ fragiles & minus cohærentes. Eodem prorsus modo si corpus

pus aliquod tenui filo muro alligetur, parva vis sufficiens erit ad illud divellendum; si vero prægrandi fune idem corpus muro alligatum esset, vis prior æqualiter applicata parum proficeret ad corpus avellendum.

4. Si equus lapidem funi alligatum trahat, retrahetur etiam equus æqualiter in lapidem; nam funis utrinque distentus eodem se relaxandi conatu æqualiter urgebit lapidem versus equum, & equum versus lapidem; unde attractionis vires, tam in equo quam in lapide, æquales erunt; verum cum tanta sit firmitudo & vis equi solo insistentis, ut tractioni funis resistere possit, ille funi trahenti minime cedet, nec per ejus vim è loco suo dimovebitur; at lapis, cui non tanta inest resistendi vis, versus equum promovebitur.

5. In attractionibus magneticis, non solum magnes trahit ferrum, verum & æqualiter vicissim ab ipso ferro trahitur; quod experientia constat: imponatur enim magnes suberis frusto B, & ferrum A similiter alio suberis frusto imponatur, ut tam magnes quam ferrum aquæ innatent; deinde manu teneatur magnes, & ferrum videbimus ad magnetem accedere, si vero ferrum immobile teneatur, ad illud accedere magnetem deprehendemus; sed si utrumque corpus aquæ libere innatare permittatur, magnes & ferrum sibi mutuo obviam ire conspicientur, & attractionis vis in utrumque æqualiter aget, æquales motus in utroque producendo: dico motus æquales fore; non item celeritates, nisi ferrum & magnes ejusdem sint ponderis; si enim diversi sint ponderis, quod magis ponderat minorem habebit celeritatem. *e. g.* Si magnes sit ferro decuplo ponderosior, ferrum vicissim decuplo majorem velocitatem habebit; ut scil. æquales motuum quantitates in utroque corpore generentur; adeoque non convenient magnes & ferrum in medio puncto E, sed in puncto D, quod ita dividet distantiam BA, ut BD sit ad DA ut pondus A ad pondus B; sic in allato exemplo, si BD sit totius distantiæ pars undecima, punctum D erit ubi magnes & ferrum sibi mutuo occurrent: cum enim BD sit pars undecima distantiæ BA; erit BD ad DA ut 1 ad 10; sed ut 1 ad 10 ita (per superius dicta) erit velocitas corporis B ad

TAB. 4. *fig.* 3.

velocitatem corporis A; quare cum ſpatia percurſa in dato tempore ſint velocitatibus proportionalia, tempore quo corpus A percurret ſpatium AD, corpus B cum decimâ velocitatis parte latum percurret ſpatium æquale decimæ iſtius ſpatii parti; adeoque in puncto D poſt illud tempus reperietur, in quo igitur puncto magnes & ferrum ſibi mutuo occurrent. Eodem modo duo magnetes ſuberis diverſis particulis impoſiti, ſi eorum poli amici invicem obvertantur, æqualiter ſeſe mutuo attrahent: ſi vero poli inimici ſibi invicem juxta ponantur, poli hi ſeſe mutuo fugient, & quantitates motuum, vi fugæ productæ, in utroque æquales erunt.

TAB. 4. *fig.* 4. 6. In aliis attractionibus idem oſtenditur. Sint enim duæ cymbæ A & B aquæ innatantes, & homo in illarum una *v. g.* in A poſitus ope funis verſus ſe trahat cymbam alteram B; non ſolum hac tractione B accedet ad A, verum etiam A verſus B æqualiter trahetur; & quantitates motuum, attractione productæ, in utraque cymba æquales erunt: unde ſi cymbæ pondere ſint æquales, cæteris paribus, æquales habebunt velocitates, & in medio puncto E convenient. Sin una illarum altera major ſit, hoc eſt, majorem habeat in ſe materiæ quantitatem ſeu majus pondus, quæ major eſt minus habebit velocitatis; *e. g.* ſi cymba B ſit decuplo major cymba A, velocitas ipſius A decuplo major erit velocitate cymbæ B, & cymbæ convenient in puncto G, quod ita dividit illarum diſtantiam primam AD, ut AG ſit decuplo major quam GD; hoc eſt, erit GD pars undecima totius diſtantiæ AD; ſi vero B ſit navigium millecuplo vel decem-millecuplo majus quam A, ipſius velocitas erit millecuplo vel decem-millecuplo minor velocitate A, adeoque vix ſenſibilis. Si jam B ſit aliud corpus infinite magnum, illius velocitas erit infinite parva, hoc eſt, prorſus nulla reſpectu velocitatis ipſius A. Hinc ſi funis littori alligetur, & homo in cymba per funem trahat ad ſe littus, cymba ad littus accedet, & littus ad cymbam; cum vero littus reliquæ terrenæ moli firmiter adhæret, ejus magnitudo, quæ eadem eſt cum totius terræ magnitudine, reſpectu cymbæ erit valde immenſa & tantum non infinita, adeoque ejus velocitas erit fere infinite

finite exigua & (ut dicam) nulla; ac proinde littus poteſt tanquam firmus obex conſiderari qui cedere neſcit, & tota velocitas tanquam cymbæ inhærens æſtimari poteſt. Si navigii B pondus ſit mille talentorum & feratur verſus F cum velocitatis gradibus centum, erit (per Theor. tertium) momentum illius navigii partium centum millium: ſi jam navigio B alligetur cymba A, cujus pondus ſit decem talentorum, quicquid motûs communicatur hac ratione cymbæ A, tantundem decedit navigio B.

7. Si quis in cymba A trahat funem AE, per quem navigio B alligatur, ita ut hac tractione cymba promoveatur cum quingentis velocitatis partibus, erit motus exinde ortus 5 millium partium, & tantundem ſui motus amittet navigium B; cui proinde reſtabunt motus partes nonaginta quinque mille, unde erit velocitas navigii B partium nonaginta & quinque.

8. Si quis in navigio A ſedens per contum aut aliud ejuſmodi inſtrumentum pellat aut protrudat navigium B verſus partes F, per illam truſionem retro cedet etiam navigium A verſus partes contrarias, ita ut in utroque navigio æquales ſint motus quantitates, quæ ab hominis propellentis vi oriuntur; unde ſi navigium B ſit decuplo majus navigio A, decuplo minorem habebit velocitatem; ſi centuplo ſit majus, habebit viciſſim centeſimam partem velocitatis navigii A; adeoque ſi B ſit corpus quodvis immenſum, erit velocitas navigii A immenſa reſpectu illius quæ inveniri debet in cymba B; unde ſi quis in nave ſedens per contum terram & littus à ſe protrudat, recedet hac truſione navis à littore; littus enim tanquam corpus immenſum & firmus obex reſpectu navis conſiderari poteſt, cujus proinde velocitas erit minima aut plane nulla reſpectu illius quæ in navigio reperitur.

Si navigium EDG remis agatur, cum aqua per remorum palmulas AB retro pellitur verſus partes C, illa rurſus æqualiter in remos reaget, eoſque una cum navigio cui affixi ſunt verſus partes H propellet, ob quam ſolam cauſam promovebitur navigium; ſi enim nulla eſſet reactio, & aqua nullum imprimeret motum remis verſus partes H, cum ipſa in contra- TAB. 4. *fig.* 5.

tra-

trarias partes per remos truditur, ſubſiſteret navigium; quandoquidem nihil eſſet quod illud verſus plagam H propelleret: verum cum aqua reagendo tantum motûs imprimit navigio ED quantum ipſa exinde per remos acceperit, hinc ſequitur, quo majores ſunt remorum palmulæ, vel numero plures, cæteris paribus, vel etiam quo celerius intra aquam agantur, eo concitatiori impetu progredi navigium.

Hinc cum natatio nihil aliud ſit quam brachiorum pedumque remigium, facile intelligitur cur intra aquas promovemur natando; cum ſcil. per manum pedumque palmas aqua impellitur retrorſum, illa reagendo in contrariam plagam natantes propellet, ita ut motus in aquâ genitus æqualis ſit motui, quo natantes progrediuntur. Idem etiam dicendum eſt de avium volatu; cum enim aves per alas ſuas aërem deorſum feriunt, aër reagendo eas ſurſum elevabit; ſi verſus orientem aërem pellant, reactio aëris ipſas in occidentem tendere cogit. Sic pulvis pyrius intra tormentum bellicum accenſus rarefit, & vi ſuâ æqualiter agit in globum miſſilem & tormentum unde globus expellitur; aër enim rarefactus in omnem partem ſe expandere ſatagens, æqualiter tam tormentum retrorſum quam globum antrorſum urgebit, & inde elater in utroque æquales motûs quantitates producet; & dividendo has motuum quantitates tam per pondus tormenti quam per pondus globi, velocitates exinde ortæ erunt ponderibus reciproce proportionales.

Cum omnia corpora in ſuperficie terræ poſita verſus terram gravitent, viciſſim tellus in corpora ſingula gravitabit & verſus illa attrahetur, & motus hac attractione geniti, cum in terra tum in corporibus gravibus deſcendentibus, æquales erunt; ita ſi lapis vi gravitatis ſuæ deorſum ad terram cadat, terra viciſſim ad lapidem aſſurget: cum vero quantitas materiæ in terra immenſe ſuperat quantitatem materiæ in lapide, velocitas lapidis viciſſim immenſe ſuperabit velocitatem quâ terra ad lapidem tendit, adeoque (ſi phyſice loquamur) velocitas terræ nulla erit, quod calculo ſic patebit: ponamus lapidem centum pedum ſolidorum verſus terram deſcendentem; ſpatium à lapide tempore unius minunuti ſecundi decurſum erit quindecim circiter pedum : ſed (juxta illos qui de terræ dimenſione ſcripſerunt) tota globi terraquei moles continet pedes ſolidos 30 000 000 000 000 000 000 000; ponamus jam terram ubique eſſe ejuſdem denſitatis cum vulgaribus lapidibus (quamvis omnino credibile eſt ipſam eſſe multo denſiorem.) Unde erit materiæ quantitas in terra, ad quantitatem materiæ in lapide centum pedum, ut 300 000 000 000 000 000 000 ad 1; proinde dum lapis centum pedum gravitate impulſus deſcendere debet per ſpatium quindecim pedum, terra verſus lapidem trahetur per unius pedis partes $\frac{15}{300\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000}$ quæ tantilla eſt quantitas ut ipſam imaginandi vim effugiat: & proinde in Phyſica negligi poteſt & pro nulla haberi, quamvis Geometrice & ſecundum veritatem loquendo, dicendum eſt terram ad lapidem accedere, & utrumque corpus æqualiter ſe mutuo trahere. + 000

Si luna per gravitatem in ſua orbita detineatur ne à terra recedat; hoc eſt, ſi luna verſus terram gravitet, terra viciſſim & omnes ejus partes verſus lunam gravitabunt, & hinc continuus orietur fluxus atque refluxus maris: ſed hoc obiter, alibi enim motum maris fuſius explicabimus.

Sit navis in aquâ quieſcens, quæ facile à quolibet impulſu externo moveri poteſt, nulla tamen eſt vis intra navem agens, eique ſolum innitens, quæ ipſam promovere poteſt: ſit enim GH navis, & ponatur intra navem machina quævis, TAB. 4. *v. g.* corpus elaſticum ABC, quod vehementer conſtrictum *fig.* 6. reſilire per ſe poteſt; porro compreſſa machina, latus BC approximabitur lateri AB; elater naturali ſua energia ſeu vi ſua reſtitutiva ſe utrinque æqualiter explicare ſatagens, æqualiter impellet tabulatum DA verſus G, & tabulatum EF verſus H; & proinde navis duobus hiſce contrariis & æqualibus motibus impulſa non movebitur: eodem plane modo, ſi quis in prora ſtans ad H per funem trahat ad ſe puppim G, funis utrinque diſtentus relaxandi ſe conatu æqualiter urgebit puppim verſus hominem trahentem, & trahentem verſus puppim; cumque trahens ipſi proræ inſiſtit, prora viciſſim ad puppim æqualiter trahetur, unde & hi duo motus contrarii & æquales se invicem destruent, & nullus sequetur motus.

Ex hac lege sequentia demonstrantur Theoremata.

THEOR. XVIII.

Si corpus unum alteri vel quiescenti vel secundum eandem directionem tardius moto impingat, summa motuum in utroque corpore versus easdem partes eadem manebit post impactum quæ fuit ante impactum.

TAB. 4. fig. 7. Moveatur Corpus A secundum directionem CD à C versus D, atque in aliud corpus B impingat, quod vel quiescat vel secundum eandem directionem tardius moveatur: dico summam motuum in utroque corpore versus easdem partes, à C scil. versus D, ante & post impulsum eandem manere. Exponat CD motum corporis A, & si corpus B moveatur, recta EF motum ejus exponat versus easdem partes, & proinde summa motuum per summam rectarum CD, EF exponetur: cum jam actio & reactio æquales semper sint & contrariæ, æquales vires versus contrarias partes impressæ, æquales in utroque corpore producent motuum mutationes versus contrarias plagas; si igitur motus per impactum corporis A ipsi B impressus repræsentetur per FG, vis contraria & æqualis in corpus A agens tantundem subducet de ejus motu versus easdem partes facto; adeoque ponendo DK ipsi FG æqualem, erit CK ut motus corporis A & EG ut motus corporis B post occursum; & proinde summa motuum erit ut summa rectarum CK, EG: cum autem FG sit æqualis KD, si utrisque addantur EF & CK, erunt EG & CK æquales ipsis CD, EF: unde eadem manebit summa motuum versus easdem partes & ante & post impulsum. TAB. 4. fig. 8. Si FG sit æqualis CD, punctum K coincidet cum C & CK æqualis erit nihilo; unde post impulsum quiescet corpus A. TAB. 4. fig. 9. Si vero FG major sit quam CD, punctum K cadet ultra C, & motus ipsius A erit negativus seu versus contrarias partes factus à C versus K, & summa motuum versus partes G factorum, erit ut EG dempto CK; nam summa duarum quantitatum, quarum una est positiva, altera negativa, est ipsarum differentia. Quoniam autem $FG = KD$, utrique addatur $EF - CK$, & erit $EF + FG - CK$, hoc est $EG -$

CK

CK = KD + EF − CK, hoc eſt EF + CD; unde ſumma motuum verſus eaſdem partes, quæ hic eſt differentia motuum verſus contrarias partes factorum ante & poſt impactum, eadem manet. Q. E. D.

Cor. Eodem modo ſi plura corpora verſus eaſdem partes mota in ſeſe impingant, ſumma motuum verſus eaſdem partes non mutabitur.

THEOR. XIX.

Si duo corpora ad partes contrarias mota ſibi mutuo directe occurrant, ſumma motuum ad eandem partem (quæ eſt differentia motuum ad partes contrarias factorum) ante & poſt occurſum verſus eandem ſemper partem eadem perſeverabit.

Moveatur corpus A à C verſus D, cujus motus exponatur TAB. 4.
per CD; B vero in contrariam partem ſcil. ab E ad F movea- fig. 10.
tur, cum motu ut EF; ponatur DH ipſi EF æqualis; eritque CH, quæ eſt differentia motuum ad partes contrarias, ut ſumma motuum factorum ad partem G; dico eandem CH eſſe ut ſumma motuum verſus eandem partem G poſt occurſum. Sit enim motus corporis B poſt impactum verſus partem G, & per rectam EG repræſentetur; vis igitur impulſus in corpus B verſus partem G impreſſa, æquipollebit ſummæ motuum EF, FG, & per rectam FG repræſentabitur; nam per illam vim deſtruitur motus ut EF, verſus partem F, & novus ut EG imprimitur verſus contrariam partem G; cum vero vis impulſus æqualiter in utrumque corpus agit verſus contrarias partes, ſi fiat DK æqualis ipſi FG, hæc repræſentabit vim in corpore A exercitam verſus contrariam ejus motui plagam; adeoque ſi motus ut DK ſubducatur à motu ut CD, reſtabit CK ut verus motus corporis A verſus partem G. Jam cum DK æqualis ſit FG, & DH æqualis FE, erit DK demptâ DH, hoc eſt KH æqualis FG demptâ FE, hoc eſt EG: & proinde cum ſit KH æqualis EG, erit KH ut motus corporis B poſt occurſum; ſed CK eſt ut motus corporis A, adeoque CK, KH, *i. e.* CH erit ſumma motuum in utroque corpore verſus partem G. Q. E. D. Si FG ſit æqualis CD, ca- TAB. 4.
det punctum K in C, & motus A erit æqualis nihilo, hoc fig. 11.
eſt, quieſcet corpus A poſt impactum, & CH erit æqualis

æqualiter trahetur, unde & hi duo motus contrarii & æquales se invicem destruent, & nullus sequetur motus.

Ex hac lege sequentia demonstrantur Theoremata.

THEOR. XVIII.

Si corpus unum alteri vel quiescenti vel secundum eandem directionem tardius moto impingat, summa motuum in utroque corpore versus easdem partes eadem manebit post impactum quæ fuit ante impactum.

TAB. 4. fig. 7. Moveatur Corpus A secundum directionem CD à C versus D, atque in aliud corpus B impingat, quod vel quiescat vel secundum eandem directionem tardius moveatur: dico summam motuum in utroque corpore versus easdem partes, à C scil. versus D, ante & post impulsum eandem manere. Exponat CD motum corporis A, & si corpus B moveatur, recta EF motum ejus exponat versus easdem partes, & proinde summa motuum per summam rectarum CD, EF exponetur: cum jam actio & reactio æquales semper sint & contrariæ, æquales vires versus contrarias partes impressæ, æquales in utroque corpore producent motuum mutationes versus contrarias plagas; si igitur motus per impactum corporis A ipsi B impressus repræsentetur per FG, vis contraria & æqualis in corpus A agens tantundem subducet de ejus motu versus easdem partes facto; adeoque ponendo DK ipsi FG æqualem, erit CK ut motus corporis A & EG ut motus corporis B post occursum; & proinde summa motuum erit ut summa rectarum CK, EG: cum autem FG sit æqualis KD, si utrisque addantur EF & CK, erunt EG & CK æquales ipsis CD, EF: unde eadem manebit summa motuum versus easdem partes & ante & post impulsum. Si FG sit æqualis CD, punctum K coincidet cum C & CK æqualis erit nihilo; unde post impulsum quiescet corpus A. Si vero FG major sit quam CD, punctum K cadet ultra C, & motus ipsius A erit negativus seu versus contrarias partes factus à C versus K, & summa motuum versus partes G factorum, erit ut EG dempto CK; nam summa duarum quantitatum, quarum una est positiva, altera negativa, est ipsarum differentia. Quoniam autem $FG = KD$, utrique addatur $EF - CK$, & erit $EF + FG - CK$, hoc est $EG - CK$

TAB. 4. fig. 8.

TAB. 4. fig. 9.

CK = KD + EF − CK, hoc eſt EF + CD; unde ſumma motuum verſus eaſdem partes, quæ hic eſt differentia motuum verſus contrarias partes factorum ante & poſt impactum, eadem manet. Q. E. D.

Cor. Eodem modo ſi plura corpora verſus eaſdem partes mota in ſeſe impingant, ſumma motuum verſus eaſdem partes non mutabitur.

THEOR. XIX.

Si duo corpora ad partes contrarias mota ſibi mutuo directe occurrant, ſumma motuum ad eandem partem (quæ eſt differentia motuum ad partes contrarias factorum) ante & poſt occurſum verſus eandem ſemper partem eadem perſeverabit.

Moveatur corpus A à C verſus D, cujus motus exponatur per CD; B vero in contrariam partem ſcil. ab E ad F moveatur, cum motu ut EF; ponatur DH ipſi EF æqualis; eritque CH, quæ eſt differentia motuum ad partes contrarias, ut ſumma motuum factorum ad partem G; dico eandem CH eſſe ut ſumma motuum verſus eandem partem G poſt occurſum. Sit enim motus corporis B poſt impactum verſus partem G, & per rectam EG repræſentetur; vis igitur impulſus in corpus B verſus partem G impreſſa, æquipollebit ſummæ motuum EF, FG, & per rectam FG repræſentabitur; nam per illam vim deſtruitur motus ut EF, verſus partem F, & novus ut EG imprimitur verſus contrariam partem G; cum vero vis impulſus æqualiter in utrumque corpus agit verſus contrarias partes, ſi fiat DK æqualis ipſi FG, hæc repræſentabit vim in corpore A exercitam verſus contrariam ejus motui plagam; adeoque ſi motus ut DK ſubducatur à motu ut CD, reſtabit CK ut verus motus corporis A verſus partem G. Jam cum DK æqualis ſit FG, & DH æqualis FE, erit DK demptâ DH, hoc eſt KH æqualis FG demptâ FE, hoc eſt EG: & proinde cum ſit KH æqualis EG, erit KH ut motus corporis B poſt occurſum; ſed CK eſt ut motus corporis A, adeoque CK, KH, *i. e.* CH erit ſumma motuum in utroque corpore verſus partem G. Q. E. D. Si FG ſit æqualis CD, cadet punctum K in C, & motus A erit æqualis nihilo, hoc eſt, quieſcet corpus A poſt impactum, & CH erit æqualis

TAB. 4. *fig.* 10.

TAB. 4. *fig.* 11.

TAB. 4. fig. 12. EG. Si vero FG major ſit quam CD, punctum K cadet ultra C ad alteram partem, & motus corporis A erit à C verſus K: eſt vero (ob FG æqualem ipſi DK & FE æqualem DH) KH æqualis ipſi EG, & proinde ſi ab utraque dematur CK, erit CH æqualis rectæ EG demptâ CK; ſed CH erat ut ſumma motuum verſus partem G factorum ante occurſum, & eſt EG demptâ CK ut ſumma motuum verſus eandem partem factorum, differentia ſcil. motuum verſus contrarias partes poſt occurſum. Quare eadem manebit ſumma motuum verſus eandem partem ante & poſt impactum.

Duo hæc ultima Theoremata ſimul & iisdem verbis ſic optimè à *Newtono* enuntiantur.

Quantitas motus, quæ colligitur capiendo ſummam motuum factorum ad eandem partem, & differentiam factorum ad contrarias partes, non mutatur ab actione corporum inter ſe.

Lectio XIII.

Definitiones Secundæ.

I. *Centrum Gravitatis cujuſque corporis eſt punctum illud intra corpus poſitum, per quod ſi utcunque incedat planum, quæ utrinque ſunt corporis gravis Segmenta circa planum illud librata æquiponderabunt.*

Hinc, ſi corpus ex centro ſuæ gravitatis ſuſpendatur, ſitum quemcunque datum retinebit; cum ſcil. partes corporis circa centrum undique æqualium momentorum conſiſtunt, ſeu æquales habent ad motum propenſiones.

II. *Duorum corporum commune gravitatis centrum vocamus punctum in recta ipſorum centra conjungente ita ſitum, ut diſtantiæ corporum ab illo puncto ſint in ratione reciproca corporum.*

TAB. 4. fig. 13. Sint duo corpora A, B, quorum gravitatis centra conjungat recta AB, quæ ita ſit in C diviſa, ut AC ſit ad BC, ut corpus B, hoc eſt, materia in B ad corpus A vel materiam in A; punctum illud C dicitur commune corporum A & B centrum gravitatis; ideo ſcilicet, quia ſi corpora illa circa punctum illud in iiſdem ab ipſo diſtantiis rotarentur, ſitum quem-

quemcunque datum retinerent; (ut demonstratum est in Theoremate 11.)

III. *Similiter, si sint tria corpora* A, B, D, *sitque* C *centrum gravitatis duorum* A *&* B, *& dividatur recta* CD *in* E, *ita ut* CE *sit ad* DE *ut pondus corporis* D *ad pondus duorum* A *&* B *simul, dicitur punctum illud* E *trium horum corporum commune gravitatis centrum; circa quod etiam corpora illa rotata situm quemcunque datum retinerent.* TAB. 4. fig. 14.

IV. *Eodem modo, si sint quatuor corpora* A, B, D, F, *& sit* E *commune centrum gravitatis trium illorum* A, B, D; *punctum* G, *quod ita dividat rectam* EF *ut* EG *sit ad* GF *ut pondus corporis* F *ad pondus corporum* A, B, D *simul, vocatur horum quatuor commune centrum gravitatis.* TAB. 4. fig. 15.

Atque eodem modo quinque aut plurium corporum commune centrum gravitatis definitur.

V. *Corpus unum dicitur alteri directè impingere, cum recta secundum quam movetur, per impingentis centrum gravitatis & punctum contactus ducta, sit superficiei corporis in quod impingitur perpendicularis; aut etiam si non in puncto, sed in linea seu superficie sese tangant, cum recta illa sit huic sive lineæ sive superficiei perpendicularis.*

VI. *Obliquè autem seu indirectè impingere dicitur, cum prædicta recta superficiei corporis, in quod impingit, non sit perpendicularis.*

VII. *Corpus perfectè durum appello, quod ictui nequaquam cedit; hoc est, quod ne pro minimo tempore figuram suam amittit.*

VIII. *Corpus molle est, quod ictui ita cedit, ut pristinam figuram amittat, & nunquam se ad eandem restituere conatur.*

IX. *Corpus elasticum est, quod ictui aliquantisper cedit, se tamen in pristinam figuram, sua sponte restituit.*

X. *Vis elastica est vis illa, quâ corpus de figura sua detrusum sese in pristinam figuram restituit.*

XI. *Corpus perfectè elasticum est quod se eadem vi in pristinam figuram restituit, quâ ab eâ dimotum est.*

THEOR. XX.

Si duo vel plura corpora motu æquabili, secundum eandem vel *contrarias partes ferantur, commune illorum centrum gravitatis, ante mutuum occurſum, vel quieſcet vel movebitur uniformiter in directum.*

TAB. 4. fig. 16. *Caſus primus.* Corpora A & B verſus partes contrarias cum motibus æqualibus tendant, quorum commune gravitatis centrum ſit C. Ob æqualem in utroque corpore motûs quantitatem, erit velocitas corporis A ad velocitatem corporis B ut corpus B ad corpus A; hoc eſt, (ex natura centri gravitatis) ut AC ad BC; unde, cum ſpatia eodem tempore percurſa ſint velocitatibus proportionalia, dum mobile A percurrit longitudinem AC, longitudo BC percurretur à mobili B; adeoque concurrent corpora in puncto C, & in eo puncto erit ipſorum gravitatis centrum tempore concurſûs: ſed & ante concurſum in eodem erat puncto, adeoque in eodem permanſit loco.

Eodem modo, ſi corpora cum æqualibus motibus à puncto C recederent, oſtendetur ipſorum gravitatis centrum quieſcere.

Caſus ſecundus. Si corpora in eadem recta verſus eandem partem, vel inæqualibus motibus verſus contrarias ferantur, illorum commune gravitatis centrum ſemper in eadem recta invenietur. Cum enim corpora uniformiter directè à ſeſe recedant vel ad ſeſe accedant, ipſorum à ſe invicem diſtantia uniformiter augebitur vel minuetur, & proinde corpora à puncto quovis prædictam diſtantiam in data ratione dividente uniformiter recedent, vel ad ipſum uniformiter accedent. Corporum igitur diſtantia à communi gravitatis centro uniformiter augebitur vel minuetur; quod fieri non poteſt, in prædictis caſibus, niſi centrum illud vel quieſcat (ut in primo caſu) vel uniformiter moveatur, ut in præſenti caſu.

Caſus tertius. Moveantur corpora A & B in rectis AC, BD;
TAB. 5. fig. 1. ſintque ſpatia à corpore A in æqualibus temporibus percurſa AC, CE æqualia, & ſpatia à corpore B in iiſdem temporibus percurſa BD, DF quoque æqualia: concurrant rectæ AC, BD in G; & fiat ut AC ad BD ita AG ad GH; & jungatur AH, cui per C & E parallelæ ducantur CI, EK; erit AC ad HI ut AG ad GH, hoc eſt, ut AC ad BD; quare eſt HI = BD, & pro-

proinde HB = ID. Similiter eſt CE ad IK ut AG ad GH vel AC ad BD, hoc eſt, ut CE ad DF; quare eſt IK = DF, unde & KF = ID = HB. Sit L commune gravitatis centrum, cum corpora in punctis A & B locantur; ducatur LM ad BD parallela & erunt rectæ AB, AH ſimiliter ſectæ; jungatur GM & producatur; hæc ſecabit parallelas ipſi AH in punctis N & O; in eadem ſcilicet ratione quâ ſecta eſt AH vel AB; ducantur per N & O ad BD parallelæ NP, OQ; hæ ſecabunt CD, EF in eadem ratione quâ ſectæ ſunt CI, EK, hoc eſt in ea ratione quâ ſecta eſt AB in L; ſed L eſt commune centrum gravitatis, cum corpora in A & B reperiantur; quare erit P ipſorum centrum, cum in punctis C & D fuerint, & Q illorum eſt centrum, cum corpora ſint in punctis E, F. Præterea eſt ML ad HB ut AM ad AH, vel ut CN ad CI, ſeu ut NP ad ID; ſed ſunt HB & ID æquales; quare & ML, NP æquales erunt; ſimiliter NP & OQ æquales erunt: cum igitur rectæ ML, NP, OQ æquales ſint & parallelæ, recta per L ducta & ad MO parallela tranſibit per puncta P & Q, & proinde centrum gravitatis ſemper in recta LQ locabitur: præterea (ob parallelas) eſt AC ad CE ut MN ad NO, hoc eſt, ut LP ad PQ; (quare ob AC = CE) erit LP = PQ. Semper igitur in eadem recta eſt corporum commune gravitatis centrum, & in æqualibus temporibus æqualia percurrit ſpatia. Q. E. D.

Caſus quartus. Si corpora non in uno aliquo ſed in diverſis planis moveantur, ipſorum viæ & via communis centri gravitatis reducendæ ſunt ad idem planum, demittendo à punctis viarum ſingulis perpendicula in planum quodvis, & (ſimiliter ac in præcedenti caſu) demonſtrabitur viam centri gravitatis ſic reductam eſſe lineam rectam; cumque hoc in plano quovis ad libitum aſſumpto fit, neceſſe eſt ut ipſa via ſeu ſemita centri gravitatis corporum ſit linea recta. Q. E. D.

Similiter commune centrum horum duorum corporum & tertii cujuſvis vel quieſcit, vel progreditur uniformiter in linea recta, propterea quod ab ipſo dividitur diſtantia centri communis gravitatis duorum corporum & centri corporis tertii in data ratione. Eodem modo & commune centrum horum trium corporum & quarti cujuſvis vel quieſcit,

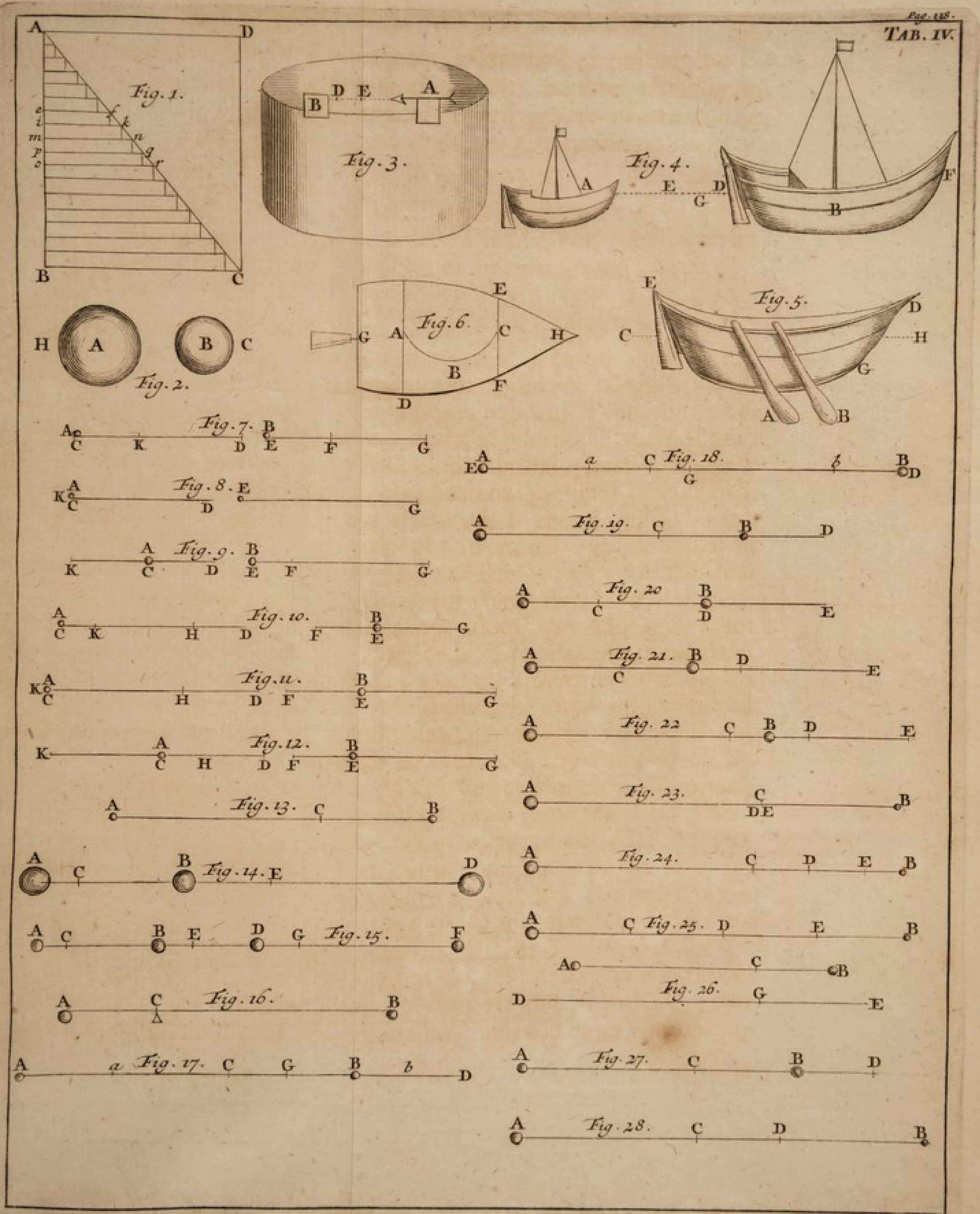
vel

vel progreditur in linea recta, propterea quod ab eo dividitur distantia inter centrum commune trium & centrum corporis quarti in eadem semper ratione; & sic de aliis quotcunque corporibus. Q. E. D.

THEOR. XXI.

Si duo corpora, utcunque æqualia vel inæqualia, versus eandem partem, celeritatibus utcunque æqualibus vel inæqualibus ferantur, summa motuum in utroque corpore æqualis erit motui, qui oriretur si utrumque corpus cum celeritate communis centri gravitatis latum esset.

TAB. 4. fig. 17. Sint duo corpora A & B, quorum commune gravitatis centrum sit C, & utrumque corpus feratur versus D; dico summam motuum in utroque corpore æqualem fore motui; qui produceretur si utrumque corpus cum celeritate centri gravitatis C versus D latum esset. Describat enim corpus A in dato quovis tempore longitudinem Aa, corpus B longitudinem Bb, & via à gravitatis centro C interea percursa sit CG: & (per Theor. 6.) longitudines Aa, Bb, CG simul descriptæ repræsentabunt celeritates corporis A, corporis B, & communis centri gravitatis C respective. Per Corol. autem Theor. 3. motus quantitas in quovis corpore est ut rectangulum factum ex materia & celeritate, adeoque erit motus in corpore A ut A × Aa; & in corpore B, ut B × Bb; & summa motuum erit ut summa horum rectangulorum, scil. ut A × Aa + B × Bb. Est vero (per Definit. centri gravitatis corporum) BC ad AC ut A ad B, & ut A ad B ita etiam (per eandem definitionem) bG ad aG; quare erit BC ad AC ut bG ad aG; unde (per 19. Elementi quinti) BC est ad AC, hoc est A ad B, ut BC − bG ad AC − aG; hoc est, ut CG − Bb ad Aa − CG; adeoque (per 16. El. 6.) A × Aa − A × CG æquale erit B × CG − B × Bb; & proinde A × Aa + B × Bb æquale erit A × CG + B × CG: sed duo rectangula A × Aa & B × Bb sunt (uti dictum est) ut summa motuum in utroque corpore; & duo rectangula sub A & CG & sub B & CG erunt ut summa motuum qui orirentur, si utrumque corpus cum celeritate CG centri gravitatis latum esset; unde


TAB. IV.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20
Fig. 21.
Fig. 22
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.

unde erit ſumma motuum in utroque corpore æqualis motui qui produceretur, ſi utrumque corpus cum celeritate communis centri gravitatis latum eſſet. Q. E. D.

Si tria ſint corpora A, B, D, ad eandem partem lata, quorum trium commune gravitatis centrum ſit E; erit ſumma motuum in tribus corporibus æqualis motui orto ex corporibus iiſdem cum velocitate puncti E latis. Sit enim C commune centrum gravitatis duorum quorumvis A & B; erit (per ſuperius demonſtrata) motus in duobus hiſce corporibus æqualis motui, qui oriretur, ſi utrumque corpus in unum coaleſcens cum velocitate puncti C latum eſſet; ſed etiam ſumma motuum (ſcil. motus corporum ſic coaleſcentium & motus tertii corporis D) æqualis erit motui, qui fieret, ſi corpus ex duobus coaleſcens una cum corpore tertio D moveretur cum celeritate puncti E; unde liquet in hoc quoque caſu Theorema. TAB. 4. fig. 14.

Eadem eſt demonſtratio, ſi corpora non in eadem recta, ſed in parallelis vel etiam in rectis quomodocunque inclinatis moveantur. Sed in hoc caſu notandum eſt celeritatem corporum, qua verſus eandem plagam cum centro gravitatis feruntur, non æſtimari à via quam revera percurrunt, ſed ſolum à via in quam ſecundum directionem centri gravitatis promoventur; *v. g.* ſi duo corpora A & B in rectis A*a*, B*b* ferantur, ſitque CG linea à communi centro gravitatis deſcripta, interea dum corpora percurrunt longitudines A*a*, B*b*, & dimittantur à punctis A, *a*, B, *b*, in rectam CG perpendiculares AF, *ag*, BH, *b*K; ſpatia jam quæ ſecundum directionem puncti C corpora percurrunt non ſunt A*a*, B*b*, quæ ſunt ſpatia abſoluta ab iiſdem deſcripta; verum ſpatium ſecundum quod promovetur corpus A verſus plagam D computandum eſt in recta FD, per longitudinem F*g*; tantum enim & non amplius ſecundum directionem puncti C progreditur. Similiter ſpatium ſecundum quod promovetur corpus B verſus plagam D eſt HK, & per illud ſpatium ejus in recta HD progreſſus æſtimatur; adeoque celeritates corporum quibus verſus eandem partem feruntur ſunt ut rectæ F*g*, HK: eſt præterea A ad B ut BC ad AC, ſeu TAB. 5. fig. 2.

(ob æquiangula triangula ACF, BCH) ut HC ad FC; unde ſimiliter procedet demonſtratio ac in primo caſu.

THEOR. XXII.

Si duo corpora verſus contrarias partes ferantur, erit differentia motuum ad partes contrarias factorum, vel, quod idem eſt, ſumma motuum ad eandem partem, æqualis motui qui produceretur, ſi utrumque corpus verſus eandem plagam, cum celeritate communis gravitatis centri, latum eſſet.

TAB. 4. *fig.* 18. Sint corpora A & B quorum gravitatis centrum commune ſit C, & moveatur corpus A ab A verſus D, & corpus B verſus contrariam plagam à B verſus E; ſint ſpatia à corporibus A, B & centro C ſimul deſcripta Aa, Bb, CG; hæc (per Theor. 6.) repræſentabunt velocitates corporis A, corporis B & centri gravitatis C reſpective; unde eſt motus corporis A ut $A \times Aa$, & motus corporis B ut $B \times Bb$, unde differentia motuum erit $A \times Aa - B \times Bb$: porro ex natura centri gravitatis, eſt BC ad AC ut A ad B, & ut A ad B ita erit bG ad aG, quare erit ut BC ad AC ita bG ad aG; adeoque erit (per 19. El. 5.) BC ad AC, hoc eſt A ad B, ut $BC - bG$ ad $AC - aG$, id eſt, erit A ad B ut $Bb + CG$ ad $Aa - CG$; quare erit (per 16. El. 6.) rectangulum ſub A & $Aa - CG$ æquale rectangulo ſub B & $Bb + CG$; hoc eſt, $A \times Aa - A \times CG = B \times Bb + B \times CG$; unde erit $A \times Aa - B \times Bb = A \times CG + B \times CG$; ſed $A \times Aa - B \times Bb$ eſt (uti dictum eſt) differentia motuum verſus contrarias partes, vel ſumma motuum verſus eandem; & $A \times CG + B \times CG$ eſt motus emergens, ſi utrumque corpus cum velocitate communis ipſorum centri gravitatis latum eſſet, unde liquet propoſitum.

Cor. 1. Si differentia motuum verſus contrarias partes ſit nihilo æqualis; hoc eſt, ſi in utroque corpore ſint motuum quantitates æquales, cummune gravitatis centrum in hoc caſu quieſcit.

Cor. 2. Si ſint plura corpora, vel omnia verſus eandem vel quædam in contrarias partes lata, ſumma motuum ex omnibus verſus eandem partem eadem erit, ac ſi omnia ad eam partem cum velocitate communis omnium gravitatis centri lata eſſent.

Cor.

Cor. 3. Corporum igitur plurium motus ex motu centri gravitatis æſtimandus eſt; & tantum eorum ſyſtema progreditur vel regreditur, tantum aſcendit vel deſcendit, quantum commune ipſorum gravitatis centrum progreditur vel regreditur, aſcendit aut deſcendit.

THEOR. XXIII.

Si corpora in ſe invicem impingant, vel etiam utcunque in ſeſe agant, communis illorum gravitatis centri ſtatus vel quieſcendi vel movendi uniformiter in directum, non exinde mutabitur.

Si corpora in ſe invicem impingant, (per Theor. 19.) ſumma motuum verſus eandem partem eadem manet ante & poſt impulſum; ſed (per Theor. 21. & 22.) ſumma motuum ante & poſt impulſum eadem eſt, ac ſi corpora omnia cum velocitate communis gravitatis centri ad eandem cum ipſo partem lata eſſent; quare cum eadem corpora habent motuum ſummas ante & poſt impulſum ſibi invicem æquales, & etiam æquales motui orto ex omnibus ſimul cum velocitate communis gravitatis centri latis, liquet velocitatem communis gravitatis centri ante & poſt impulſum eandem manere. Q. E. D.

Hucuſque leges quaſdam generales ad corporum quorumcunque motus determinandos inſervientes tradidimus: ad alias jam ſpeciales congreſſuum regulas devenimus, quibus ſcil. corpora ſingula poſt occurſum, & mutuum in ſe invicem impactum, motus ſuos continuant, & verſus quas partes, & cum quibus velocitatibus ſingula tendant. Verum ob variam corporum ſtructuram, prout ſcil. elaſtica vi pollent vel deſtituuntur, pro diverſis corporum generibus regulæ congreſſuum diverſæ erunt; & quamvis nullum fortaſſe detur corpus, quod ſit vel perfecte durum, vel perfecte molle, vel perfecte elaſticum, (omnia enim corpora aliquid ex hiſce omnibus fortaſſe in ſe continent) id tamen non impedit, quin qualitates iſtas abſtractione mentis ſeparare poſſimus, & corpus conſiderare tanquam unâ ſolummodo ex hiſce qualitatibus præditum: & motus corporum eo magis ad regulas infra tradendas accedunt, quo magis corpora ipſa ejuſmodi qualitatibus & conditionibus gaudent.

Supponimus hic corpora ab aliis omnibus ita esse divisa, ut eorum motus ab aliis circumjacentibus nec impediantur, nec juventur.

THEOR. XXIV.

Si corpus durum vel molle, corpori duro vel molli directe impingat, sive illud in quod impingat quiescat sive versus eandem partem tardius moveatur, seu demum versus contrariam, sintque motus inaequales; utrumque corpus post impactum una cum communi gravitatis centro junctim movebitur.

TAB. 4. fig. 19. Impingat corpus A in corpus B; quod vel quiescat, vel versus eandem plagam tardius, vel versus contrariam cum minore motu feratur; dico utrumque corpus post impulsum eadem celeritate unà cum communi gravitatis centro junctim moveri. Cum enim corpus B non impediatur ab aliis corporibus circumjacentibus, (per legem secundam) à vi in ipsum per corpus A impressâ movebitur versus eas partes, in quas sit virium directio; sed & junctim movebitur cum corpore A: non enim tardius moveri potest, ob corpus insequens A; non celerius, quia nulla alia, ex hypothesi, praeter impellens A datur hujus motus causa; cum alia omnia, ut vis elastica & ambiens fluidum, nihil agere supponuntur; adeoque post impactum cum communi ipsorum centro gravitatis utrumque corpus junctim movebitur. Q. E. D.

Cor. Si corpora ponantur concurrere in D, cum velocitates mobilium sunt spatia simul descripta, velocitates corporis A, corporis B, & centri gravitatis C ante concursum erunt ut rectae AD, BD, CD, respectivè; hae enim longitudines simul percurruntur.

PROB. II.

Corporum durorum aut mollium post directum impactum determinare motus.

TAB. 4. fig. 20. 21. 22. 23. 24. 25. Omnes hujus Problematis casus eâdem operâ construemus. Sint igitur duo corpora A & B, quorum gravitatis centrum sit C, ponantur corpora concurrere in D; erunt (per praecedens Corol.) celeritates ante impactum corporis A, corporis

poris B, & communis centri gravitatis C, ut rectæ AD, BD & CD respective; fiat jam DE æqualis DC, hæc repræsentabit velocitatem corporum post occursum; hoc est, erit velocitas corporis A ante impulsum ad ejusdem velocitatem post, ut AD ad DE; & velocitas corporis B ante impactum, erit ad ejus velocitatem post impactum, ut BD ad DE: nam (per Theor. 19.) corpora A & B post impulsum una cum centro gravitatis progrediuntur: sed (per Theor. 18.) celeritas centri gravitatis eadem manet ante & post impulsum, & versus eandem semper plagam; quare si CD repræsentet ejus celeritatem ante impulsum, DE ipsi CD æqualis ejus velocitatem post impulsum exponet; adeoque DE exponet quoque celeritatem corporum A & B quæ unà cum centro C progrediuntur post impulsum. Q. E. D.

Cor. 1. Si corpus B quiescat, coincidet punctum D cum B, ut in 20. figura: & quia B est ad A ut AC ad BC vel DE, erit componendo A + B ad A ut AB vel AD ad DE; hoc est, velocitas corporis A ante impactum est ad ejusdem velocitatem post, ut summa corporum ad corpus impingens A. TAB 4. fig. 20.

Exemplum 1. Si A sit æquale quiescenti B, erit A + B ad A ut 2 ad 1, adeoque velocitas corporis impingentis erit dupla ipsius velocitatis post impactum.

Exemplum 2. Si A sit ad B ut 1 ad 9, erit A + B ad A ut 10 ad 1; ideoque velocitas post impulsum erit tantum pars decima velocitatis ante impulsum.

Exemplum 3. Si B sit corpus infinite superans A, erit velocitas corporis A post impulsum infinite parva, hoc est, nulla; nam in eo casu A respectu A + B evanescit, & proinde velocitas corporis A post occursum quoque evanescit; hoc est, si corpus in firmum obicem impingat cedere nescium, post impactum quiescet.

Exempl. 4. Si corpus B ipsi A æquale, secundum eandem directionem tardius moveatur, erit DE vel $CD = \frac{AB}{2} + BD = \frac{AB + 2BD}{2} = \frac{AD + BD}{2}$, hoc est, erit velocitas post impulsum priorum velocitatum semi-summa. TAB. 4. fig. 21.

TAB. 4. fig. 23. *Exempl.* 5. Si corpora cum æqualibus motibus verſus contrarias partes tendant, punctum D coincidit cum C, ut in Theor. 20. demonſtratum fuit; & CD, DE erunt nihilo æquales, hoc eſt, poſt occurſum quieſcet utrumque corpus.

Cor. 2. Hinc demonſtratur falſam eſſe *Carteſianorum* legem, qua eandem ſemper motus quantitatem in univerſo conſervari volunt; nam corpora non elaſtica, verſus contrarias partes cum æqualibus motibus in ſeſe incurrentia, mutuos motus tollunt.

TAB. 4. fig. 24. *Exempl.* 6. Si corpora æqualia verſus contrarias partes cum inæqualibus motibus tendant, erit DE vel $CD = CB - BD = \frac{AB}{2} - BD = \frac{AB - 2BD}{2} = \frac{AD - BD}{2}$, hoc eſt, erit velocitas poſt impulſum priorum velocitatum ſemi-differentia.

Hæc omnia ex ſuperiori conſtructione facile fluunt; ſed cum in praxi calculus ſemper adhibendus eſt, generalis hujus Problematis ſolutio per calculum ſic eruitur.

Velocitas corporis A vocetur C; velocitas corporis B ſit c; & ſi corpora ſecundum eandem directionem moveantur, ſumma motuum in utroque verſus eandem plagam erit $AC + Bc$: ſin verſus contrarias partes moveantur, ſumma motuum verſus eandem partem erit $AC - Bc$; ſed (per Theor. 19.) in corporibus omnibus ſumma motuum verſus eandem partem ante & poſt impulſum eadem manet, quare erit corporum poſt impulſum motus vel $AC + Bc$ vel $AC - Bc$, prout corpora ad eandem vel contrarias partes ante impulſum tendunt; datur igitur momentum corporum eâdem velocitate latorum; unde (per dicta in Lect. X.) ipſorum velocitas ſimul innoteſcet; nempe ſi dividatur momentum per ipſa corpora, quotiens exhibebit ipſorum velocitatem ſcil. $\frac{AC + Bc}{A + B}$ vel $\frac{AC - Bc}{A + B}$; & ſi B quieſcat, hoc eſt ſi c ponatur nihilo æqualis, velocitas corporum erit $\frac{AC.}{A + C}$

Cor. 3. Cum velocitas corporis A ante impactum fuerit ut AD, & poſt impactum ejus velocitas ſit CD, erit velocitas amiſſa

amissa AC, & proinde motus per ictum amissa A × AC.

THEOR. XXV.

Si corpus motum alteri sive moto sive quiescenti directe impingat; ictus magnitudo proportionalis est momento ad occursum deperdito, in corpore, si quid sit, fortiori.

Si enim intelligatur motorum corporum (si quid sit) fortius, vel, si momentorum sint æqualium, utrumvis ut percutiens, alterum ut percussum; ictus magnitudo æquipollebit vi à percutiente in percussum impressæ; sed vis illa quæ in percussum imprimitur à percutiente decidit, (per legem tertiam;) adeoque motus in corpore percutiente amissus erit vi in corpus percussum impressæ, & proinde magnitudini ictus, proportionalis. Q. E. D.

Cor. Ubi æqualia sunt momenta quæ à corporibus percutientibus decidunt, ibi æquales erunt ictuum magnitudines.

THEOR. XXVI.

Si corpus datum in aliud quiescens datum directe impingat; ictus magnitudo velocitati impingentis semper erit proportionalis.

Impingat corpus datum A in aliud datum quiescens B, cum velocitate quæ exponatur per AB; deinde impingat idem corpus A in idem quiescens B, cum alia velocitate DE; hoc est, sit AB ad DE ut prior velocitas ad posteriorem, & ponantur deinde corporum distantiæ AB, DE; quæcunque enim inter ea, initio motus, intercedat distantia perinde est quoad magnitudinem ictûs; sitque commune centrum in primo situ C, in secundo G. Cum corpus A movetur velocitate AB, erit CB ejus velocitas post occursum; & cum motus ante impactum fuit A × AB, motus post impactum erit A × CB; & motus amissus erit A × AC. Eodem modo si corpus moveatur velocitate DE, erit motus amissus A × DG, ac proinde ictûs magnitudo cum velocitate AB erit ad magnitudinem ictûs cum velocitate DE, ut A × AC ad A × DG, vel ut AC ad DG: quia autem est AC ad BC ut B ad A, erit AC ad AC+BC, hoc est AB, ut B ad A+B; & similiter erit B ad A+B ut DG ad DE, quare erit AC ad AB, ut DG ad DE, unde permutando erit AC TAB. 4. fig. 26.

ad

ad DG ut AB ad DE; hoc eſt, erit ictûs magnitudo cum velocitate AB ad magnitudinem ictûs cum velocitate DE ut velocitas AB ad velocitatem DE. Q. E. D.

Cor. Si corpus A in B irrueret, motus amiſſus eſſet A ⋊ AC; ſi vero B in A cum eadem celeritate impingeret, motus amiſſus eſſet B ⋊ BC, quia autem eſt ut A ad B ita BC ad AC, erit A ⋊ AC = B ⋊ BC, adeoque eadem erit quantitas motus per ictum amiſſa, ſive B cum data celeritate impingat in A, ſive A cum eadem velocitate in corpus B incurrat; adeoque eadem in utroque caſu erit ictus magnitudo.

THEOR. XXVII.

Si corpus unum in alterum, ſecundum eandem rectam, ad eandem partem ſegnius latum, directe impingat, eadem erit ictus magnitudo, ac ſi antecedens quieſceret, & inſequens in illud cum velocitatum differentia latum eſſet.

TAB. 4. *fig.* 27. Sint duo corpora A & B verſus eandem partem lata, quorum commune gravitatis centrum ſit C; & ponantur corpora concurrere in D: conſtat ex ſupra traditis velocitates corporum ante impulſum eſſe ut rectæ AD, BD, & proinde velocitatum differentia erit ut AB; utriuſque autem corporis poſt impactum velocitas per CD exponetur, & proinde motus deperditus in corpore A erit A ⋊ AC. Si autem corpus A cum velocitate AB in quieſcens B impingeret, ipſius velocitas poſt occurſum eſſet CB, & motus amiſſus eſſet A ⋊ AC; unde cum in utroque caſu eadem amittitur in percutiente motus quantitas, eadem quoque erit ictus magnitudo.

Cor. Si eadem manet velocitatum differentia, hoc eſt velocitas reſpectiva qua corpora ad ſeſe accedunt; quomodocunque augeatur aut minuatur illorum ſumma, eadem ſemper conſequetur ictus magnitudo.

THEOR. XXVIII.

Si corpora duo motibus contrariis ſibi invicem obviam veniant, ictus magnitudo eadem erit ac ſi unum ipſorum quieſceret & alterum in illud cum velocitatum ſumma impingeret.

TAB. 4. *fig.* 28. Sint duo corpora A & B verſus contrarias partes lata, quorum

rum commune gravitatis centrum ſit c, ſitque D punctum in quo concurrunt: conſtat velocitates corporum A & B eſſe ut rectæ AD, BD; & proinde velocitatum ſumma exponetur per AB: CD autem deſignat ipſorum velocitatem poſt impactum, & proinde motus in corpore A amiſſus erit A × AC. Si autem A in B quieſcens impingeret cum velocitate AB; velocitas poſt impactum eſſet ut CB, & motus amiſſus eſſet A × AC. Cum igitur in utroque caſu eadem motus quantitas amittitur, eadem quoque erit ictus magnitudo. Q.E.D.

Cor. 1. Si igitur eadem maneat velocitatum ſumma, hoc eſt, velocitas reſpectiva corporum A & B qua ad ſe invicem accedunt, quæcunque ſit velocitatum differentia, ſeu quomodocunque velocitas illa inter corpora concurrentia partita ſit, eadem ſemper erit ictus magnitudo.

Cor. 2. Eſt igitur ictus magnitudo in datis corporibus ſemper proportionalis ipſorum velocitati reſpective.

Cor. 3. Corporum in dato ſpatio incluſorum iidem ſunt motus inter ſe, ſive ſpatium illud quieſcat, ſive moveatur uniformiter in directum; nam differentiæ velocitatum quibus corpora tendunt ad eandem partem, & ſummæ quibus ad contrarias partes tendunt, eædem ſunt, ſive ſpatium in quo corpora includuntur quieſcat, ſive moveatur uniformiter in directum; adeoque ictus magnitudines hiſce ſemper proportionales exiſtentes eædem erunt in utroque caſu. Hinc in navi motus omnes eodem modo ſe habent, ſive ea quieſcat ſive moveatur uniformiter in directum. Sic etiam projectorum & percuſſionum Phænomena eadem contingunt omnia apud nos in terra poſitos, ſive cum terra junctim ferantur omnia communi motu, ſive abſit ille communis motus & terra quieſcat; adeoque quæ afferri ſolebant objectiones à projectionibus inæqualibus eadem vi faciendis, prout vel ad orientem vel ad occidentem fierent; atque ab inæqualibus percuſſionibus à tormento bellico globum emittente futuris, prout in has vel illas partes exploſio fieret, & quæ ſunt ejuſmodi, nihil in utramvis partem probant, ſive ad quietem terræ, ſive motum adſtruendum.

LECTIO XIV.

SI nulla esset elasticitas, leges, quas in præcedente Lectione de percussione corporum durorum proposuimus, omnibus corporibus perfecte congruerent, & corpora omnia post impulsum junctim moverentur ad partes eas, ad quas ante percussionem tendebat corpus fortius, hoc est, cujus momentum majus erat, & cum ea celeritate quam in supradictis legibus determinavimus. Verum cum pauca admodum dentur corpora in quibus non aliquid inest elasticitatis (nam molle lutum, cera, & alia istiusmodi corpora, quasdam aëris particulas in se continent, quæ ipsis virtutem aliquam elasticam reddere valeant) fit per vim illam elasticam, ut corpora non junctim post impulsum moveantur, sed à sese resiliant & diversa velocitate aliquando ad eandem, aliquando ad contrarias partes moveantur. Ut vero modus & causa hujus resilitionis intelligatur, res exemplo illustrari potest.

TAB. 5. *fig.* 3. Sit AB filum supra planum, in aliqua tamen ab eo distantia, extensum; cujus duæ extremitates AB firmiter figantur, & filum fortiter tendatur: si jam trahatur filum per medium suum D, extremitatibus fixis manentibus, ad situm ACB ita ut punctum ejus D sit in C, & tunc dimittatur, non manebit filum in situ ACB, sed magna vi in situm priorem se restituere perget; & cum per continuam vis elasticæ actionem motus satis velox in filo genitus est, sit ut cum in situm ADB pervenerit, in motu suo versus eandem partem perseverabit, donec vis elastica seu restitutiva ulteriori huic motui continuo renitens, & tandem æquipollens, ipsum destruet, & filum cum vi versus partes C urgebit, adeo ut cum rursus in situm ADB pervenerit, eandem vim habebit ulterius movendi versus C quam prius habuit tendendi versus partes E; atque sic eundo & redeundo continuas vibrationes efficiet.

Ponamus jam corpus F in filum AB irruere: filum per vim ipsi à corpore F illatam ex situ suo deturbabitur, & punctum ejus D, in quod incurrit corpus F, una cum F versus C movebitur; qui motus eo usque continuabitur, donec vis fili resti-

reſtitutiva motui corporis F contraria ipſi æquipolleat; quod cum ſit, deſtruetur motus omnis verſus C: vis autem hæc elaſtica ulterius agens filum reducet, quod itaque corpus F urgebit, & ipſum eadem velocitate ſecum movebit; ſed (ob fortem quam hic ſupponimus fili tenſionem) eadem vi ſe reſtituet filum qua prius inflexum fuit: at vis qua inflectabatur momento corporis impingentis æquipollebat (nam illud omne in filo flectendo impenſum fuit) adeoque filum ea vi in corpus F agendo, eandem motus quantitatem ipſi reſtituet quæ in flexione inſumpta fuerat; adeoque corpus F, eadem velocitate quâ advenerat, regredietur, atque ſic fiet reflectio.

Ponamus jam loco fili corpus aliquod elaſticum AB, quod fixum & immobile ſupponere primo liceat; & ejus ſuperficies ADB vi corporis ingruentis F introrſum comprimatur: quamprimum vis comprimens, hoc eſt, motus corporis F ceſſaverit, elater vi ſuâ inſitâ in priſtinam figuram ſe reſtituet, & cum ea vi corpus F urgebit verſus E; & ſi corpus utrumvis ſit perfecte elaſticum, vis elateris reſtitutiva vi ipſum comprimenti, hoc eſt, momento corporis F æquipollebit, adeoque cum hac vi in corpus F agens illud cum eadem velocitate, quam prius habebat, retroire coget. Si vero corpus ADBC non ſit fixum, ſed in tali ſtatu ut motus ejus à nullo alio corpore impediatur, vis elaſtica in utroque corpore æqualiter aget, & æquales motuum mutationes producet; nam ſi corpus ADB urget corpus F verſus partem E, illud rurſus à corpore F æqualiter urgebitur ad partem contrariam; & proinde corpora à ſe mutuo reſilient. Atque ſic demonſtravimus qua ratione effectum ſit, ut corpora poſt impulſum non junctim vel quieſcant vel moveantur, ſed à ſe invicem reſiliendo diverſa velocitate contrarias aliquando ineant vias, aliquando eandem. TAB. 5. fig. 4.

Carteſiani, qui elaſticitatis vim ad corpora reflectendum neſciebant, aliam plane diverſam tradiderunt reflectionis cauſam: dixerunt enim motum motui non contrarium eſſe, ſed directionem directioni; ideoque corpus unum in aliud incurrens reflecti, quia incurrentis motus non poteſt deſtrui, cum ſcil. ſecundum ipſos nihil motui contrarietur: at cum dire-ctio unius alterius directioni obſtet, incurrens poſt impulſum ad contrarias partes reflecti voluerunt, eadem ſemper manente quantitate motus in percuſſo & percutiente.

Sed facile eſt oſtendere hanc ſententiam nec rationi nec experientiæ congruam eſſe; nam cum momentum ſeu quantitas motus ſit vis ſeu energia illa qua mobile ſecundum directionem ſuam tendit, ſi corpora duo ſibi mutuo directe occurrant, vires ſecundum contrarias plagas impreſſæ contrariæ erunt; adeoque ſi æquales ſint, ſeſe mutuo deſtruent; ſi inæquales, motus qui eſt minoris efficaciæ deſtruetur. Præterea corpus unum in aliud majus quieſcens, vel ſecundum eaſdem partes ſegnius motum, impingens reflectitur; atqui hoc fieri non poteſt ob ſolam directionem directioni contra-

TAB. 5. fig. 5. riam; ſi enim impingat corpus B in aliud majus A, quod vel quieſcit vel verſus eaſdem partes & tardius movetur, cum vis omnis quæ in utroque corpore reperitur tendat verſus C, vis illa nunquam poteſt motum verſus partes contrarias in utrovis corpore dirigere. Nam (per legem ſecundam) motus omnis fit ſecundum lineam qua vis imprimitur; atqui (ex hypotheſi) omnis vis imprimitur ſecundum lineam BC, à B verſus C: quare ſi ſolummodo per vim corporibus inſitam fieret reflectio motus, abſque nova vi, fieret motus ſecundum contrariam plagam ei qua vis imprimitur; quod fieri non poteſt. Non igitur à vi prius impreſſa oritur illa reflectio, ſed à vi elaſtica, qua pollet utrumvis corpus, quæque ſecundum partem utramvis æqualiter agens corpora à ſeſe diſcedere cogit.

Præterea, ſi motus motui non eſſet contrarius, multo facilius eſſet corpus ſemel motum in contrarias partes dirigere, quam penitus illud ſiſtere; in priore enim caſu motus corporis in manu reflectentis non recipitur, ſed tantum in contrarias partes vertitur: in poſteriore vero caſu, motus ille omnis in corpus reſiſtens impenditur; quod tamen eſt contra manifeſtam experientiam. Denique, ſi nihil motui contrarium eſſet, ubicunque corpus quodvis in aliud aliquod obſtaculum incurreret, fieret ſemper reflectio, quod tamen ex-

peri-

perientiæ repugnat; nam plumbum, lutum, cera & alia corpora elasticitatis fere expertia, si in pavimentum cadunt, non reflectuntur; cum tamen pilæ conflatæ ex lana vel plumis, globuli eburnei, marmorei, vitrei, & alia ejusmodi corpora magna elasticitatis vi pollentia, in idem pavimentum demissa fortiter resiliunt: reflectio igitur illa non è motu qui utrique corpori communis est, sed ab elasticitate, quæ solis reflectentibus peculiaris est, provenit. Quod erat ostendendum.

Sed quærent fortasse *Cartesiani*, quo pacto innotescit globos eburneos, vitreos, marmoreos, & alia reflectentia corpora, quæ durissima esse videantur, elasticitate pollere: respondeo illorum elasticitatem posse exinde concludi, quod cum percutiuntur tinnitum edunt, qui à vibrationibus corporis percussi oritur, eodem modo quo filum tensum suis vibrationibus undulationem aëris efficit; & proinde minime dubium est, quin corpora illa elatere aliquo prædita sint. Atque hoc quidem argumentum corporum vim elasticam probabilem reddit; sed aliud est argumentum, quo res hæc demonstrative probatur.

Sint enim duo globi vel eburnei vel vitrei, & si globorum figuræ essent perfecte sphæricæ, in uno tantum & indivisibili puncto sese tangerent; sed hoc nulla arte humana fieri potest: tam prope tamen ad figuras sphæricas possunt perduci, ut sese in puncto Physico, hoc est, in parte visibili minima tangant. Si jam unius globi superficies atramento (aut quovis colore qui facile detergi potest) inficiatur, & alter in ipsum quiescentem impingat, experimento constat, non punctum tantum physicum globi incurrentis, post impulsum, alterius colore tingi, sed partem ejus superficiei satis magnam; atqui hoc fieri non potest nisi ipsorum superficies per ictus vim mutatæ fuerint: post reflectionem autem utrumque globum pristinam figuram recuperare deprehendimus; quare globi hi habent vim elasticam qua sese in pristinam figuram per ictum deformatam restituere valent. Q. E. D. Sequuntur jam regulæ motus pro corporibus elasticis.

THEOR. XXIX.

Si duo corpora perfecte elastica in se invicem impingant, eadem manebit ipsorum velocitas relativa ante & post impactum; hoc est, corpora perfecte elastica eadem celeritate à sese mutuo post ictum recedent, qua prius ad se invicem accedebant.

Nam (per Cor. Theor. 27.) vis compressiva seu ictus magnitudo in datis corporibus oritur à velocitate corporum relativa, & ipsi est proportionalis; & (per Def. 11.) corpora perfecte elastica eadem vi sese in pristinam figuram restituunt, qua compressa fuere; hoc est, vis restitutiva æqualis est vi compressivæ, ac proinde vi qua corpora ad sese accedebant ante impactum æquipollet: sed per vim hanc restitutivam coguntur corpora à se invicem discedere; unde vis hæc in eadem corpora agens producet velocitatem relativam æqualem ei quam prius habebant, seu faciet ut corpora eâdem velocitate à se invicem recedant qua prius accessere. Q. E. D.

Cor. Æqualibus igitur temporibus ante & post impulsum sumptis, æquales erunt corporum à se invicem distantiæ, & proinde æquales quoque erunt in iisdem temporibus distantiæ corporum à communi gravitatis centro.

Ex hoc corollario regulæ congressuum in corporibus perfecte elasticis facile eruuntur, quod igitur in sequenti problemate præstandum est.

PROBL. III.

In corporibus perfecte elasticis & directe impingentibus regulas congressuum determinare.

Omnes hujus problematis casus eâdem operâ constructos
TAB. 5. dabimus. Sint A & B duo corpora perfecte elastica, quorum
fig. 6. 7. 8. commune gravitatis centrum sit C, & ponantur corpora
9. 10 11.
12. 13. 14. concurrere in D, ac fiat CE æqualis CD: dico post concur-
15. 16. sum rectam EA exponere velocitatem corporis A ab E versus A, & rectam EB exponere velocitatem mobilis B ab E versus B.

Dem. Cum (per Theor. 23.) commune corporum gravitatis centrum ante & post impulsum eadem semper velocitate

citate uniformiter progrediatur, in tempore æquali ei quo percurritur à corpore A longitudo AD, vel à centro gravitatis C longitudo CD, post impulsum ab eodem C percurretur longitudo DK ipsi DC æqualis; fiat K a æqualis CA: & cum (per Cor. præcedentis Theor.) æqualibus temporibus ante & post impactum sumptis, æquales semper sint corporum à communi gravitatis centro distantiæ; eodem temporis puncto quo commune gravitatis centrum est in K, corpus A reperietur in a, adeoque post impulsum erit ipsius motus à D versus a, & ejus velocitas erit ut recta Da, quæ ab ipso in eo tempore percurritur; sed ob CE æqualem rectæ CD vel KD, & CA æqualem Ka, erit rectarum CE, CA differentia æqualis differentiæ rectarum KD, Ka, hoc est, erit EA æqualis Da: sed recta Da denotat corporis A velocitatem post impulsum, quare ejus velocitas per rectam EA quoque denotabitur; præterea cum velocitas corporum relativa ante & post impulsum eadem maneat, & recta EA denotet velocitatem mobilis A, velocitas mobilis B post impulsum necessario per rectam EB denotabitur; ab E scil. versus B. Q. E. D.

Cor. 1. Si corpus B quiescat, coincidet punctum D cum B: & quia est B ad A ut AC ad CB, erit componendo B & A simul ad A ut AB ad CB; unde duplicando consequentes erit B & A simul ad 2 A, ut AB ad 2 CB vel EB; hoc est, ut corporum aggregatum ad duplum corporis impingentis, ita celeritas impingentis ante contactum ad celeritatem prius quiescentis post contactum. TAB. 5. *fig.* 6. 7. 8.

Cor. 2. Adeoque si A & B æqualia sint, erit A & B$=$2A, unde EB celeritas corporis B post contactum erit æqualis AB celeritati corporis A ante contactum; & proinde coincidente puncto E cum puncto A, erit AE velocitas mobilis A post impulsum nihilo æqualis; quod etiam facile sic ostenditur: ob corpora A & B æqualia, erit AC $=$ CB $=$ CD $=$ CE, quare coincidit punctum E cum A, & proinde mobile A post impulsum quiescet, & corpus B post impulsum movebitur cum celeritate EB vel AB. Si igitur corpus elasticum in alterum quiescens & æquale impingeret, post contactum quiescet impingens, TAB. 5. *fig.* 6.

&

& quieſcens cum prioris celeritate movebitur.

TAB. 5. fig. 9. *Cor.* 3. Si corpora A & B æqualia verſus eandem partem ferantur poſt contactum ad eandem quoque partem ferentur, celeritatibus permutatis, nam ob CE = CD & AC = CB erit CE − AC, hoc eſt EA = CD − CB ſeu BD; adeoque velocitas corporis A poſt impactum æqualis erit velocitati mobilis B ante impactum: præterea quia EA = BD erit EB = AD, & proinde velocitas corporis B poſt contactum, prioris A velocitati ante occurſum æqualis erit.

TAB. 5. fig. 13. *Cor.* 4. Si corpora A & B æqualia ad contrarias partes ferantur, poſt impulſum ad contrarias partes recedent, celeritatibus permutatis. Nam ob AC = CB & CE = CD erit AC − CE, hoc eſt, AE = CB − CD ſeu BD, adeoque velocitas corporis A poſt impactum æqualis erit velocitati corporis B ante impactum: præterea ob EA = BD erit AD = EB; ſed AD erat velocitas corporis A ante occurſum, & EB eſt velocitas corporis B poſt occurſum, unde liquet corollarium.

Quoniam in praxi calculus ſemper eſt adhibendus, convenit ut modus tradatur, quo celeritates corporum elaſticorum poſt impulſum ſunt inveſtigandæ, & ad numeros reducendæ; & quidem facile eſſet, ad modum ſuperiorum corollariorum, omnes particulares caſus ex generali expoſita conſtructione ad numeros revocare; facillime autem generalis calculus ſic eruitur.

TAB. 5. fig. 17. Ponamus primo corpora A & B verſus eandem partem moveri; ſitque C velocitas inſequentis A, præcedentis vero B velocitas ſit c; unde velocitas corporum relativa erit $C - c$, & ſumma motuum verſus eandem partem $AC + Bc$: velocitas corporis A poſt impactum verſus eandem, qua prius, plagam vocetur x; & quia eadem manet corporum velocitas relativa ante & poſt impactum, velocitas corporis B erit $x + C - c$; eſt enim velocitas corporum relativa æqualis exceſſui velocitatis qua velocitas corporis celerioris ſuperat velocitatem tardioris, adeoque exceſſus ille debet eſſe $C - c$; cum vero velocitas corporis A ſit x, erit ejus motus verſus plagam $D = Ax$; & cum velocitas corporis B ſit

$x +$

$x+C-c$, erit ejus motus versus eandem partem $Bx+BC-Bc$; & horum motuum summa æqualis erit summæ priorum motuum, hoc est, erit $Ax+Bx+BC-Bc=AC+Bc$; unde reducendo hanc æquationem, erit $Ax+Bx=AC-BC+2Bc$; & $x=\frac{AC-BC+2Bc}{A+B}=$ Velocitati corporis A. Porro velocitas corporis B est $=x+C-c=\frac{AC-BC+2Bc}{A+B}$ $+C-c=\frac{AC-BC+2Bc+AC+BC-Ac-Bc}{A+B}=$ $\frac{2AC-Ac+Bc}{A+B}$.

Si BC sit major quam $AC+2Bc$, erit x seu $\frac{AC-BC+2Bc}{A+B}$ quantitas negativa, adeoque velocitas corporis A erit versus contrariam partem, & ejus motus versus D erit negativus. Si corpus B quiescat, hoc est, si sit $c=0$, erit velocitas corporis A post impulsum $\pm\frac{AC-BC}{A+B}$, prorsum aut retrorsum prout signum + aut − prævaluerit.

Si corpora A & B celeritatibus C & c, versus contrarias partes lata, sibi mutuo directe impingant, erit ipsorum motus versus eandem partem $AC-Bc$; & velocitas corporum relativa erit $C+c$. Sit jam x velocitas corporis A post impactum; erit ejus motus versus eandem qua prius plagam Ax, & velocitas corporis B erit $x+C+c$, (nam velocitas corporum relativa per ictum non mutatur) & motus in corpore B versus D erit $Bx+BC+Bc$; unde summa motuum in easdem partes erit $Ax+Bx+BC+Bc$ quæ (per Theor. 14.) æqualis erit $AC-Bc$, adeoque erit $Ax+Bx=AC-BC-2Bc$, & $x=\frac{AC-BC-2Bc}{A+B}$ & velocitas corporis B erit $\frac{AC-BC-2Bc}{A+B}+C+c=\frac{AC-BC-2Bc+AC+Ac+BC+Bc}{A+B}=\frac{2AC+Ac-Bc}{A+B}$.

Si $BC+2Bc$ sit major quam AC, erit motus corporis A retrorsum, versus contrariam scil. partem, in quo casu erit x seu $\frac{AC-BC-2Bc}{A+B}$ quantitas negativa.

T Cor-

Corporum durorum leges primus quod sciam recte tradidit *Johannes Wallisius* hujus Academiæ in Cathedra Geometriæ *Savilianus* celeberrimus Professor, in Actis Philosophicis numero 43. ubi etiam primus veram causam reflectionum in aliis corporibus aperuit, & has ab elasticitate proficisci docuit. Postea, non longo temporis intervallo, clarissimi Viri Dom. *Christophorus Wren* tunc temporis in hac Academia Astronomiæ Professor *Savilianus*, & Dom. *Christianus Hugens*, leges quas observant corpora perfecte elastica, Societati Regiæ *Anglicanæ* seorsim impertivere, & eandem prorsus constructionem dederunt, quamvis uterque quid ab altero factum de hac re fuit, inscius erat. Cum autem illi constructiones & leges motûs absque demonstratione in Philosophicis Actis consignarunt; placuit hanc ipsorum elegantem admodum constructionem exinde depromere & demonstrare.

Non dissimili methodo construitur problema in corporibus quidem elasticis, sed quæ non se restituunt vi æquali ei qua comprimuntur. Sint enim duo quæcunque corpora TAB. 5. *fig.* 18. 19. A & B, quorum commune gravitatis centrum sit C; secentur AC, BC ita in *a* & *b*, ut AC sit ad *a* C & BC ad *b* C, ut vis elaterem comprimens ad vim qua elater se restituit; fiatque CE æqualis CD, erit E *a* velocitas corporis A post impulsum ab E versus *a*, & E *b* erit velocitas corporis B ab E versus D.

Quod si vis restitutiva æqualis sit vi compressivæ, coincidet punctum *a* cum A, & constructio redit ad priorem. Demonstratio facilis est præcedentem intelligenti, nec opus est ut apponatur.

THEOR. XXX.

TAB. 5. *fig.* 20. *Si mobile* A *in recta* AB *uniformiter moveatur; & interea recta linea illa* AB, *sibi semper parallela, motu etiam æquabili deferatur secundum directionem ad* AC *parallelam; sitque velocitas mobilis* A *ad velocitatem lineæ* AB *ut* AB *ad* AC, *& compleatur parallelogrammum* ABDC, *cujus diagonalis sit* AD; *erit hæc vera linea à mobili* A *motu suo descripta.*

Cum linea AB ad situm *ab* pervenerit, sit *g* locus mobilis A, & quia (per Theor. 6.) spatia simul descripta sunt ut ut velocitates, erit *ag* longitudo à mobili A percurſa ad A*a* longitudinem à linea AB percurſam, ut velocitas mobilis A ad velocitatem rectæ AB, hoc eſt, (ex hyp.) ut AB ad AC; unde parallelogrammum *a* G ſimile erit parallelogrammo CB, & proinde (per 24. El. 6.) punctum *g* in diagonali AD locabitur; hoc eſt, corpus A ſemper in recta AD reperietur, adeoque hæc linea ab illo percurretur. Q. E. D.

Cor. 1. Eodem tempore deſcribitur à mobili A linea AD, quo abſque motu ſecundum AC lineam AB percurreret; aut quo abſque motu ſecundum AB deſcriberet rectam AC.

Cor. 2. Cum mobile ideo in recta AD deferatur, quod præter motum proprium participat quoque de motu loci ſui ſeu rectæ AB, & motus ejus ex utroque compoſitus ſit; ſi mobile aliquod duos motus ſecundum directiones AB, AC ſimul impreſſos habeat, ſintque motus illi vel vires à quibus producuntur ut rectæ AB, AC, erit AD linea deſcripta à mobili quod à duabus hiſce viribus motus impreſſos recepit; & ejus vis, qua in recta AD fertur, erit ad priores ſecundum AB, AC ut diagonalis AD ad latera parallelogrammi AB, AC.

Cor. 3. Hinc è converſo, ſi mobile cum vi ut AD percurrat rectam AD, idem erit motus & ſecundum eandem directionem, ac ſi initio motus ſimul impelleretur à duabus viribus, rectis AB, AC proportionalibus, ſecundum directiones ab A ad B & ab A ad C: atque hinc motus quivis, etſi in ſe ſimplex, tanquam ex pluribus motibus compoſitus conſiderari poteſt; & vires quælibet in alias plures ſecundum diverſas directiones agentes reſolvi poſſunt.

THEOR. XXXI.

Si Corpus A *in firmum obicem* DC *oblique impingat, erit energia percuſſionis, ſeu magnitudo ictûs obliqui, ad magnitudinem ictûs quem produceret idem corpus eadem celeritate perpendiculariter impingens, ut ſinus anguli incidentiæ* ACD *ad radium.* TAB. 5. *fig.* 21.

Ab A in obicem demittatur perpendicularis AD, ſi ſuperficies obicis ſit plana; vel ſi curva, demittatur perpendicu-

 laris

laris in planum tangens obicem in puncto incidentiæ, & compleatur rectangulum DB. Jam (per Corol. 3. præcedentis) motus corporis A ut AC in recta AC æquipollet duobus motibus simul impressis secundum directiones AB, AD, qui sunt ad motum in AC ut rectæ AB, AD ad AC: sed motui in recta AB nullo modo resistit obex DC, cum enim AB sit ad DC parallela, corpus in recta AB motum in obicem DC nunquam impinget; vis igitur, qua impingit in obicem, est ut recta AD: est itaque vis corporis A in recta AC ad vim qua impingit in obicem, ut AC ad AD: sed si perpendiculariter cum vi ut AC impegisset in eundem, ictus magnitudo per AC repræsentaretur, motus enim totus per obicem destrueretur: quare erit magnitudo ictus obliqui ad magnitudinem ictus perpendicularis ut AD ad AC; hoc est, posito AC radio, ut sinus anguli incidentiæ ad radium.

THEOR. XXXII.

Si corpus perfecte elasticum in firmum obicem oblique impingat, ab illo ita reflectetur, ut angulo incidentiæ æqualis fiet angulus reflectionis.

TAB. 5. *fig.* 22. Incidat corpus A perfecte elasticum in firmum obicem oblique secundum lineam AB; dico corpus illud cum eadem celeritate ita in recta BC reflecti, ut angulo incidentiæ ABD æqualis sit angulus reflectionis CBF. Recta AB exponat motum corporis A in directione AB. Per. Corol. 3. Theor. 30. resolvitur hic motus in alios duos secundum directiones AE, AD, ad quos motus in AB est ut AB ad AE, AD; sed cum AE sit ad superficiem obicis parallela, & AD ad ipsum, vel saltem ad planum obicem in B tangens, perpendiculares; vis illa, qua impingit in obicem, est ea solummodo quæ est ut AD, secundum directionem ad obicem perpendicularem agens: fiat jam BE æqualis & parallela ipsi AD, & BF æqualis DB vel AE, & compleatur rectangulum EF, quod erit per omnia simile & æquale rectangulo DE. Cum igitur motus ut AE secundum directionem ad obicem parallelam per ictum non destruatur, quippe huic motui obex non est contrarius, post impulsum ad B permanet in corpore vis ut ut AE vel BF movendi ſecundum directionem BF: ſed ex natura elaſticitatis, corpus cum vi ut EB ſecundum directionem EB in obicem impingens, eadem vi ſecundum eandem directionem reflectitur; motus igitur corporis ad punctum incidentiæ B componitur ex motu ut BF ſecundum directionem BF, & motu ut BE ſecundum directionem BE; quare (per Corol. 2. Theor. 30.) corpus in recta BC cum vi ut BC movebitur: ſed ob AD, CF æquales & parallelas, item ob DB, BF & angulos ad D & F æquales, erit angulus CBF æqualis angulo ABD, hoc eſt, angulo incidentiæ æqualis erit angulus reflectionis. Q. E. D.

PROBL. IV.

Corporum oblique impingentium poſt occurſum determinare motus.

Moveantur corpora quæcunque A & B in lineis ad ſe invicem inclinatis AC, BC, quarum longitudines reſpective exponant velocitates corporum A, B; recta EFC repræſentet planum à quo tanguntur corpora in puncto concurſus; in quod ab A & B demittantur perpendiculares AE, BF, quæ exponant velocitates quibus corpora ad ſe invicem accedunt. Compleantur rectangula EG, FH. Per Cor. 3. Theor. 30. motus corporis A reſolvitur in duos alios ſecundum directiones AG, AE, ad quos motus in AC eſt ut AC ad AG, AE reſpective; ſimiliter motus corporis B reſolvitur in duos alios ſecundum directiones BF, BH; ad quos motus in BC eſt ut BC ad BF, BH reſpective: cum vero AG, BH ſint parallelæ, velocitatibus quibus ſecundum has directiones moventur corpora, in ſe invicem non impingent; adeoque motus ſecundum haſce directiones per impactum non mutabitur; velocitates igitur quibus corpora in ſe mutuo incurrunt, ſunt ut AE vel GC & BF vel HC. Corporum igitur A, B cum velocitatibus GC, HC in ſe mutuo directe incurrentium (per Probl. 2. ſi corpora dura ſint, vel per Probl. 3. ſi elaſtica) determinentur motus; ſitque CL velocitas corporis A à C verſus L poſt impactum, orta ex velocitatibus GC, HC. Cumque, ut oſtenſum eſt, maneat in corpore vis movendi ſecundum directionem ad AG parallelam cum velocitate ut TAB. 6. fig. 1.

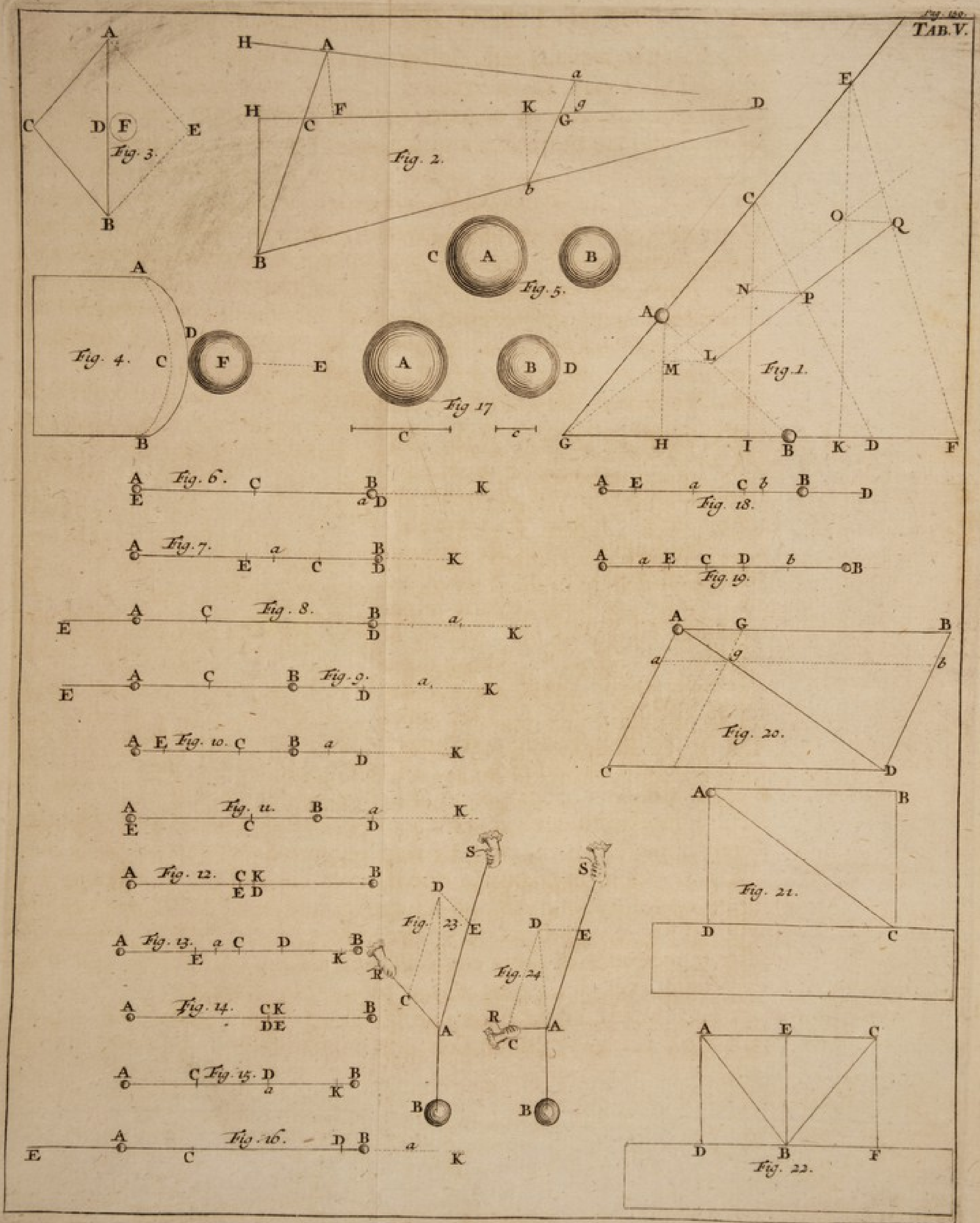
AG, fiat CM æqualis AG, & compleatur rectangulum LM; in hujus diagonali CN movebitur corpus A post impactum cum velocitate ut CN, ut patet (per Corol. 2. Theor.30.) Et similiter determinabitur motus corporis B post impulsum. Q. E. F.

THEOR. XXXIII.

TAB. 6. fig. 2. *Si mobile* A *à tribus potentiis ope trium filorum trahatur, vel alio quocunque modo urgeatur secundum directiones* AB, AE, AC, *ita ut hæ tres potentiæ sibi mutuo æquipolleant, hoc est, ut binæ quævis alterius effectum destruant, & corpus per nullam ipsarum moveatur; potentiæ illæ inter se eandem rationem habebunt cum rectis tribus ad ipsarum directiones parallelis & à mutuo concursu terminatis.*

Exponat AD potentiam seu vim qua mobile A urgetur ab A versus B; vis huic æquipollens seu æqualis & corpus contrarie ab A versus D urgens etiam per AD exponetur; sed (per Cor. 3. Theor. 30.) vis ab A versus D corpus impellens æquipollet duabus secundum directiones AC, AE agentibus, ad quas vis prior ab A versus D agens, est ut AD ad AC, AE, vel ad AC, CD respective; & vicissim vires secundum rectas AC, AE agentes, & vi corpus ab A versus D urgenti simul æquipollentes, debent esse ad vim eandem secundum AD ut AC & AE vel CD ad AD; quare etiam vires secundum rectas AC, AE agentes, & æquipollentes vi qua corpus ab A versus B urgetur, ejusque effectum destruentes, debent esse ad eandem, ut AC, CD ad AD; hoc est, si idem mobile à tribus potentiis sibi mutuo æquipollentibus secundum directiones AB, AC, AE urgeatur, erunt hæ tres potentiæ ut rectæ AD, AC, AE respective. Q. E. D.

Cor. 1. Cum in triangulo quovis latera sint ut sinus angulorum oppositorum, erit AC ad CD ut sinus anguli ADC vel DAE ad sinum anguli DAC; unde quævis duæ potentiæ erunt inter se reciproce ut sinus angulorum, quos lineæ directionum cum linea directionis tertiæ potentiæ continent. Est præterea AD ad AC ut sinus anguli C vel AED ad sinum anguli CDA vel DAE; & similiter potentia secundum AB agens est



TAB. V.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig 17
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24

eſt ad potentiam ſecundum AE, ut ſinus anguli AED ad ſinum anguli ADE vel CAD.

Cor. 2. Si pondus B duæ potentiæ R, S filorum ope ſecundum rectas AR, AS trahentes ſuſtineant, punctum A à tribus potentiis urgetur, quarum duæ ſecundum directiones AR, AS agunt, & altera eſt vis gravitatis ponderis B, agens ſecundum rectam AB ad terram perpendicularem; unde erit potentia R ad vim gravitatis ut AC ad AD, vel ut ſinus anguli DAE ad ſinum anguli DEA vel CAE; & potentia S erit ad vim gravitatis ut EA ad AD, vel ſinus anguli CAD ad ſinum anguli DEA vel CAE, & potentia R erit ad S potentiam ut ſinus anguli EAD ad ſinum anguli CAD. TAB. 5. *fig.* 23. 24.

Theorema hoc cum ſuis corollariis eſt fundamentum totius Mechanicæ novæ, quam Dominus *Varignon* edidit, & ab ipſo etiam immediate conſequuntur pleraque theoremata mechanica, quæ in eximio opere *Jo. Alphonſi Borelli* de Motu animali continentur; ejus enim ope vires muſculorum æſtimari poſſunt.

THEOR. XXXIV.

Si Grave B *plano inclinato incumbat, & à potentia* R *ſecundum directionem plano parallelam agente ſuſtineatur, nec in plano illo deſcendat; potentia* R *erit ad pondus corporis* B *ut ſinus anguli inclinationis ad radium.*

Per punctum ubi Grave plano incumbit, ducatur ad communem ſectionem plani & Horizontis perpendicularis AC, à cujus puncto quovis A demittatur in planum horizontis perpendicularis AD, & jungatur CD: erit (per Def. 6. El. 11.) ACD angulus inclinationis plani & horizontis, cujus ſinus eſt AD poſito CA radio. Dico jam AC eſſe ad AD ut pondus corporis A ad potentiam R. Corpus enim B à tribus potentiis ſecundum diverſas directiones agentibus, & ſibi mutuo in æquilibrio poſitis urgetur; quarum prima eſt vis gravitatis ſecundum directionem BE ad CD perpendicularem agens, ſecunda eſt potentia R corpus trahens ſecundum directionem BR ad AC parallelam, tertiæ autem potentiæ ſupplet vicem reſiſtentia ſeu contranitentia plani ſecundum lineam FBH ſibi TAB. 6. *fig.* 3.

per-

perpendicularem agens; nam reactio actioni semper est æqualis, & fit in plagam contrariam: cumque planum perpendiculariter à mobili prematur secundum directionem BF, planum æqualiter reaget in corpus secundum directionem BH, & contranitentia illa æquipollet potentiæ secundum BH mobile urgenti: cumque hæ tres potentiæ sint sibi mutuo in æquilibrio & mobile ab ipsis sustineatur, si ducatur FG ad EB parallela rectæ AC occurrens in G, erit potentia R ad vim gravitatis ut BG ad FG (per præcedens Theor.) Sed ob triangulum CFG rectangulum, & demissam in basin CG perpendicularem FB, est (per 8. El. 6.) ut BG ad FG ita FG ad GC, & ut FG ad GC ita (per 4. El. 6.) erit AD ad AC; quare est potentia R ad vim gravitatis ut AD ad AC, vel ut sinus inclinationis plani ad radium. Potentia igitur aliqua potest Grave in plano inclinato sustinere, modo potentia illa sit ad pondus Gravis, ut sinus inclinationis plani ad radium. Q. E. D.

Cor. 1. Cum potentia R impediat descensum Gravis in plano AC, & ejus momento, quo in illo descendere nititur, æquipolleat; sequitur Gravis cujusque vim descendendi in plano inclinato esse ad vim qua descendere conatur in perpendiculo, ut sinus inclinationis plani ad radium.

Cor. 2. Hinc etiam plani inclinatio talis assignari potest, ut super illud, quantulacunque potentia pondus quodcunque magnum sustinere vel etiam elevare poterit.

LECTIO XV.

De Descensu Gravium in Planis Inclinatis & Pendulorum Motu.

PEractis iis quæ ad motum generaliter spectant, ad eos jam devenimus qui ex datis viribus oriuntur motus; in quibus exponendis & Phænomenis inde ortis recensendis præcipue versatur vera Physica. Ut igitur à simplicissimis ordiamur, imprimis consideranda venit vis illa, quæ uniformiter, hoc est ubique eodem tenore, versus eandem semper plagam dirigitur, qualis vulgo supponitur esse vis Gravitavitatis: quamvis enim certum sit, Gravitatis vim non ubique eandem esse, sed in diversis à centro Terræ distantiis, quadratis distantiarum reciproce esse proportionalem; cum tamen diversæ altitudines ad quas gravia à nobis projecta perveniunt, exiguæ admodum sint præ ingenti illa à telluris centro distantia, in tantilla hac altitudinum differentia, eandem ubique esse Gravitatis vim, tuto & absque minimo sensibili errore, supponi potest.

De motu itaque Gravium in hoc loco agendum est: Motum autem illum peragi supponimus, vel in planis ad Horizontem inclinatis, vel in superficiebus curvis, quales sunt sphæricæ & cycloidicæ; vel in spatiis denique liberis & non resistentibus, de quibus sequentia dabimus Theoremata.

THEOR. XXXV.

Descensus Corporis Gravis, super plano quovis inclinato, est motus æquabiliter acceleratus. Estque velocitas quam Grave super plano inclinato, in dato quovis tempore è quiete decidens, acquirit, ad Velocitatem à Gravi perpendiculariter cadente eodem tempore acquisitam, ut altitudo plani ad ejus longitudinem.

Sit planum inclinatum AB super quo descendat Grave D. TAB. 6. Per Corol. primum. Theor. 34. est vis qua descendere co- *fig.* 4. natur Grave, super plano quovis inclinato, ad vim absolutam Gravitatis, qua sc. in perpendiculo descenderet, in constanti ratione, quæ est sinus inclinationis plani ad radium, seu ut altitudo plani ad ejusdem longitudinem; adeoque cum eadem maneat vis absoluta Gravitatis corporis D, eadem quoque manebit vis qua super plano AB descendere conatur. Vis igitur illa eodem semper tenore in Grave D aget; adeoque similiter applicata, per legem secundam, æqualia semper velocitatum incrementa superaddet; haud secus ac fit in Gravibus in perpendiculo cadentibus. Est igitur descensus Gravium in plano inclinato motus uniformiter acceleratus. Q. E. D.

Porro Incrementa Velocitatum Gravium in perpendiculo & in plano inclinato cadentium, quæ eodem tempore indefinite exiguo producuntur, ſunt ad ſe invicem ut vires quibus producuntur: at vires ſunt in conſtanti ratione, ſcil. ut longitudo plani AB ad ipſius altitudinem AC; quare incrementa velocitatum inde orta erunt in eadem ratione. Ac proinde (per 12. Prop. Elementi V.) ſumma incrementorum unius erit ad ſummam incrementorum alterius in eadem ratione; hoc eſt velocitas corporis Gravis in perpendiculo cadentis, eſt ad velocitatem corporis ſuper plano inclinato interea deſcendentis, ut longitudo plani ad ejus altitudinem. Q. E. D.

Corol. 1. Velocitates corporis Gravis in plano inclinato cadentis, ſunt ut tempora quibus acquiruntur.

Corol. 2. Quæcunque igitur in Theor. 12. & ejus Corol. de motu uniformiter accelerato demonſtravimus, vera quoque erunt de deſcenſu Gravium in planis inclinatis. Scil. ſpatium à Gravi in plano inclinato cadente dato tempore percurſum, ab initio motus computatum, dimidium erit iſtius quod in illo tempore à mobili uniformiter percurri poteſt, cum velocitate ultimo acquiſitâ. Item ſpatia percurſa, ab initio motus computata, ſunt in duplicata ratione Temporum vel celeritatum. Et Celeritates & Tempora ſunt in ſubduplicata ratione ſpatiorum percurſorum.

Corol. 3. Hinc etiam Gravis Aſcenſus per planum quodvis acclive eſt motus uniformiter retardatus, ſicut fit in Aſcenſu corporis in perpendiculo, illumque eadem omnino ſymptomata comitantur.

SCHOLIUM.

Si ad Experientias recurratur, has omnes ratiociniis noſtris conformes eſſe reperiemus; & in planis non admodum declivibus experimenta inſtituere facile eſt, cum motus haud admodum veloces exacte menſurari poſſint; ſecus ac fit in deſcenſu in perpendiculo, ubi pernicitas motus obſervationibus accuratis locum non relinquit.

Notandum nos ſupponere plana exacte polita, & motum ſuper iis nulla ſcabritie impeditum.

PROBL.

PROBL. V.

Dato plano inclinato, aſſignare quam ejus partem percurrit Grave, interea dum aliud Grave datum ſpatium in perpendiculo perfecerit.

Sit planum inclinatum AB, ſuper quo deſcendat Grave ex A; aſſignanda eſt longitudo quæ à Gravi in plano inclinato cadendo percurritur, interea dum aliud Grave ſpatium AC in perpendiculo cadens perfecerit. A puncto C in AB demittatur perpendicularis CD plano occurrens in D; erit AD ſpatium in plano inclinato confectum tempore quo Grave cadit in perpendiculo ex A ad C. Si enim non ſit AD, ſit AE ſpatium eodem tempore confectum, quo grave cadit ex A ad C, quod vel majus vel minus ſit quam AD. Ducatur horizontalis recta CB. Et quoniam per Theorema 12. in eo tempore quo Grave cadit ex A ad C vel ex A ad E, percurri poteſt dupla longitudo AC, cum velocitate uniformi, & æquali ei quæ acquiritur cadendo in C; (ſicut per Corol. præcedentis,) in eodem tempore percurri poteſt longitudo dupla ipſius AE, cum ea velocitate quæ acquiritur in E; erit (per Theor. VI.) Velocitas in C ad velocitatem in E acquiſitam, ut dupla AC ad duplam AE, vel ut AC ad AE: ſed cum AC, AE ſimul percurrantur, erit (per Theorema præcedens) velocitas in C ad velocitatem in E ut AB ad AC; quare erit ut AB ad AC ita AC ad AE: ſed (per octavam Elementi 6.) ut AB ad AC ita AC ad AD: quare erit ut AC ad AE ita AC ad AD: ac proinde erit AE æqualis AD, minor majori, quod fieri non poteſt. Non igitur aliud ſpatium quam AD à Gravi ſuper plano AB cadente conficitur, interea dum aliud Grave cadat ex A ad C. Quod erat oſtendendum. TAB. 6. fig. 5.

Corol. Hinc invenitur ſpatium per quod Grave in perpendiculo cadit, interea dum Grave ſuper plano inclinato percurrit longitudinem quamvis datam AB: nempe ſi ex puncto B ad AB erigatur perpendicularis recta BC, perpendiculo occurrens in C, erit AC ſpatium quæſitum. TAB. 6. fig. 6.

Corol. 2. Si duo vel plura ſint plana inclinata AB, AE; & detur ſpatium AD, quod à Gravi ſuper plano AB in aliquo TAB. 6. fig. 7.

 tem-

tempore percurritur; invenietur ſpatium, quod à Gravi in altero plano AE interea percurratur; erigendo ex puncto D perpendicularem DG, cum perpendiculo occurrens in G; & ex G in AE demittendo perpendicularem GH plano AE occurrens in H; erit AH ſpatium quæſitum: utrumque enim ſpatium AD, AH conficitur in eo tempore, quo Grave in perpendiculo deſcendit ex A ad G.

Corol. 3. Ex hujus Theorematis demonſtratione conſtat, velocitates à Gravibus in perpendiculo & in plano inclinato, eodem tempore acquiſitas, eſſe ut ſpatia ab iiſdem confecta.

THEOR. XXXVI.

TAB. 6. fig. 5. *Tempus quo percurritur planum inclinatum* AB *eſt ad tempus quo percurritur perpendiculum* AC, *ut* AB *longitudo plani ad longitudinem perpendiculi* AC.

Ex C ad AB demittatur perpendicularis CD; & erit tempus quo percurritur AD, æquale tempori quo AC percurritur. Eſt vero tempus quo percurritur AB, ad tempus quo percurritur AD, in ſubduplicata ratione AB ad AD (per Corol. 2. Theor. 35.) hoc eſt, ob AB, AC, AD continue proportionales, eſt tempus quo percurritur AB ad tempus quo percurritur AD vel AC, ut AB ad AC. Quod erat demonſtrandum.

TAB. 6. fig. 8. *Corol.* Hinc tempora quibus percurruntur diverſa plana, AB, AD, KB, quorum eadem eſt altitudo, ſunt ut longitudines planorum: eſt enim tempus per AB ad tempus per AC ut AB ad AC; & tempus per AC ad tempus per AD ut AC ad AD: quare ex æquo erit tempus per AB ad tempus per AD, ut AB ad AD.

THEOR. XXXVII.

Celeritates Gravium, ſuper plano quovis inclinato & in perpendiculo, æquales ſunt, ubi Gravia pervenerint ex eadem altitudine ad eandem rectam Horizontalem.

TAB. 6. fig. 5. Sit planum inclinatum AB, & perpendiculum AC. Ducatur Horizontalis recta BC. Dico celeritatem acquiſitam in pun-

puncto B, post descensum per AB, æqualem fore celeritati acquisitæ in puncto C, post casum per AC. A puncto C demittatur ad AB perpendicularis CD. Erit AD spatium quod à Gravi in plano, AB cadendo percurritur, in eo tempore quo aliud Grave in perpendiculo descendit per AC: & (per Cor. 3. Probl. 5.) celeritas in C est ad celeritatem in D ut AC ad AD, vel ut AB ad AC. Quoniam autem celeritates super eodem plano cadendo acquisitæ, sunt in subduplicata ratione longitudinum quæ à Gravi percurruntur, erit celeritas in B ad celeritatem in D in subduplicata ratione longitudinis AB ad longitudinem AD; hoc est, ob AB, AC, AD continue proportionales, ut AB ad AC. Sed ostensum celeritatem in C esse ad eandem celeritatem in D etiam ut AB ad AC; quare cum celeritates in B & C eandem habeant proportionem ad celeritatem in D, inter se æquales erunt. Quod erat demonstrandum.

Cor. Hinc celeritates, quæ à Gravibus cadendo ex eadem altitudine, ad eandem Horizontalem rectam, super planis utcunque inclinatis acquiruntur, sunt inter se æquales: nam utraque celeritas, scil. ea quæ acquiritur in puncto B, post descensum per AB vel KB; & ea quæ acquiritur in puncto D, post descensum per AD, æqualis est celeritati acquisitæ in descensu Gravis ex A ad C. TAB 6. *fig.* 8.

THEOR. XXXVIII.

Si ex eadem altitudine descendat mobile continuato motu, per quotlibet ac quælibet plana continua AB, BC, CD; *semper eandem in fine velocitatem acquiret, quæ nimirum æqualis est ei quæ cadendo perpendiculariter ex pari altitudine acquiritur.*

Per A & D ducantur Horizontales rectæ HE, DF, & producantur plana BC, CD, ut cum HE conveniant in punctis G & E. (Per Corol. Theor. 37.) eadem celeritas acquiritur in puncto B, descendendo per AB, ac si per GB descendisset Grave: supponimus autem flexum aut punctum B, non impedire motum Gravis cadentis, sed tantum ipsius directionem mutare; adeoque in puncto C eadem erit celeritas acquisita descendo per AB, BC, ac si per GC descendisset. TAB. 6. *fig.* 9.

Sed descendendo per CG, eadem acquiritur celeritas quam obtineret grave cadendo per EC: adeoque cum flexus C velocitatem Gravis non minuere supponitur, in D eandem velocitatem habebit, ac si descendisset per planum ED, vel per EF perpendiculum. Q. E. D.

Cor. 1. Hinc liquet, per circuli circumferentiam, vel per curvas quaslibet, descendente mobili, (nam curvas tanquam ex infinitis rectis compositas hic considerare liceat) semper eandem ipsi velocitatem acquiri, ac si ab eadem altitudine rectà in perpendiculo descenderit Grave.

Cor. 2. Quod si Grave, post descensum per AB, BC, CD, vel per HD, sursum convertat motum suum; ascendet ad eandem unde venit altitudinem, per quæcunque plana inclinata: nam cum Gravitas eadem semper vi in eodem plano agat, sive ascendat corpus sive descendat, eadem erit ejus efficacia ad corporis velocitatem in ascensu minuendam, quæ est ad ipsam in descensu augendam; tantum igitur est decrementum velocitatis in puncto C, dum ascendat mobile à D ad C, quantum fuit incrementum velocitatis acquisitum in descensu à C ad D; ac proinde eadem erit velocitas in C, post ascensum per CD, quæ erat prius in eodem puncto, post descensum per AB, BC. Similiter velocitas in B post ascensum per CB eadem est cum velocitate acquisita in descensu per AB vel BG; sic etiam Gravitas tantundem detrahet à velocitate mobilis ascendendo per BA, quantum acquirebatur in descensu per AB; & in punctis æque altis eadem semper erit mobilis velocitas: sed velocitas in initio descensus, scil. in puncto A nulla fuit; adeoque ascendendo, in puncto illo A omnis tolletur velocitas; quod igitur punctum erit terminus ad quem mobile ascendendo perveniet.

TAB. 6. fig. 10. *Cor.* 3. Si mobile per superficiem quamvis AB descendat ad punctum infimum B, ac deinde, velocitate cadendo acquisita, per superficiem similem & æqualem BC ascendat; æqualibus temporibus per æqualia spatia ascendet ac descendet.

THEOR.

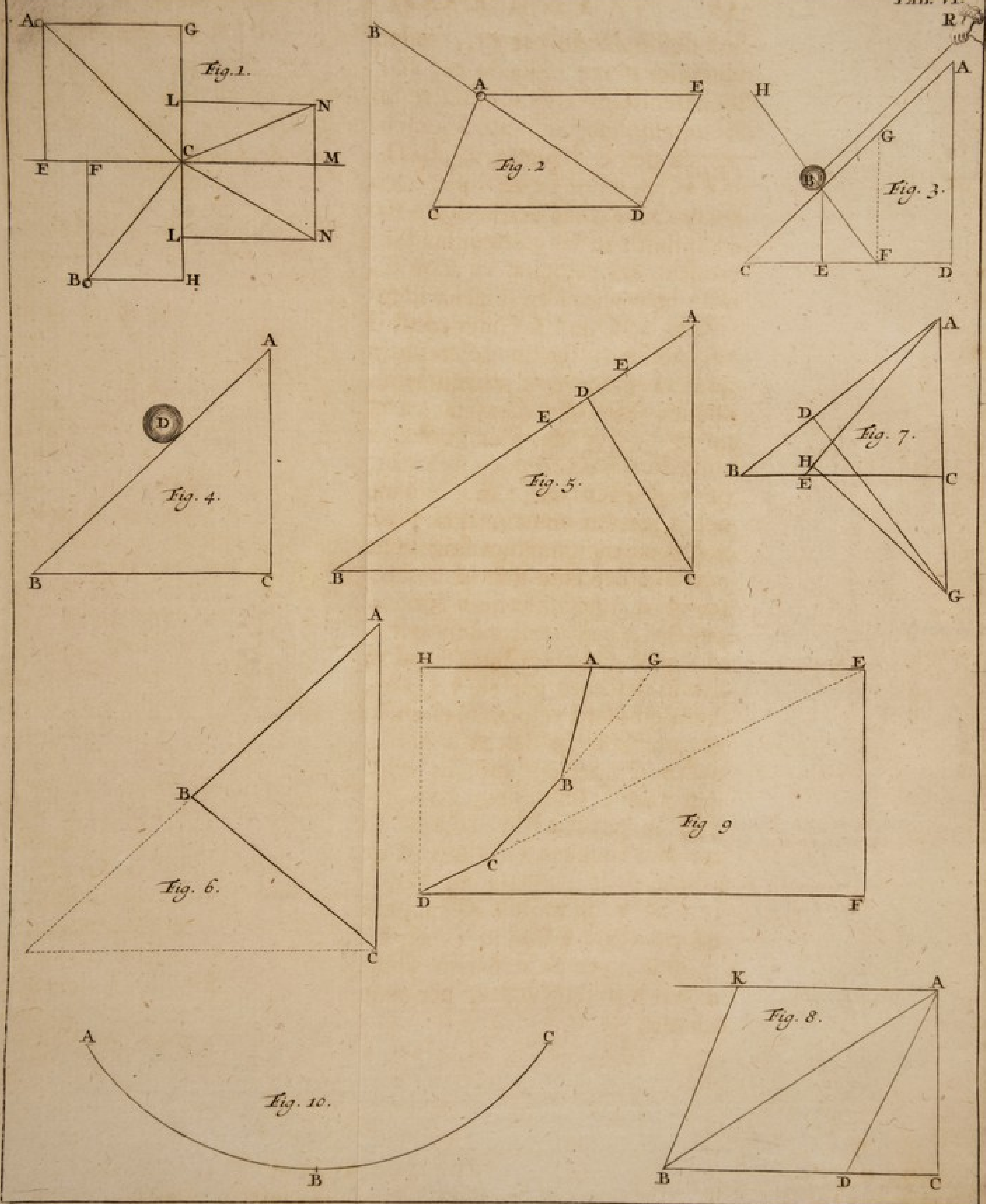


Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig 9
Fig. 8.
Fig. 10.

THEOR. XXXIX.

Si à puncto supremo A, *vel infimo* B, *circuli ad Horizontem erecti, ducantur quælibet plana inclinata* AC, BC, *usque ad circumferentiam; tempora descensuum per ipsa, æqualia erunt tempori, quo Gravia perpendiculariter per diametrum cadunt.* TAB. 7. fig. 1.

Cadat Grave ex A ad C, super plano AC: dico tempus descensus per AC æquale esse tempori descensus per Diametrum AB. Nam angulus ACB in semicirculo rectus est, (per 31. Elementi tertii) unde cum à puncto C ad AC erecta sit perpendicularis BC, perpendiculo AB occurrens in B; erit (per Corol. 1. Probl. 5.) tempus descensus per AC in plano inclinato, æquale tempori casus per AB in perpendiculo. Dico etiam tempus per CB eidem tempori per AB æquale fore. Ducatur CD ad AB, & DB ad AC parallela: & (per 34. Elementi primi) erit CD æqualis AB; & ob angulum ACB in semicirculo rectum, erit angulus CBD rectus: quare cum à puncto B, super CB erecta sit ad angulus rectos BD, cum perpendiculo conveniens in D; erit (per Corol. 1. Probl. 5.) tempus per CB æquale tempori descensus per CD; sed est CD æqualis AB, unde tempus per CB æquale erit tempori per AB.

Idem aliter sic ostendi possit. Tempus descensus per AB est ad tempus per EB, in subduplicata ratione AB ad EB, hoc est (ob AB, BC, EB continue proportionales) ut AB ad BC, vel BC ad EB; sed (per Theor. 36.) tempus per BC est ad tempus per EB in eadem ratione BC ad EB: quare cum tempora per AB & BC ad tempus per EB eandem obtineant rationem, æqualia erunt. Quod erat demonstrandum.

Cor. 1. Si ducatur perpendiculum AB, & super Diametro AB, describatur Circulus; omnia plana à puncto B, vel à puncto A, ad circuli circumferentiam ducta eodem tempore percurrentur; eodem scil. tempore percurruntur AB, CB, DB, EB, FB, GB. TAB. 7. fig. 2.

Cor. 2. Si in eodem puncto supremo A, plures circuli ABD, AGK se mutuo tangant, & exeant plura plana AB, AC, AD, AE circulos secantia; partes GE, HB, LC, KD æquali tem- TAB. 7 fig. 3.

tempore percurrentur, si initium motus fiat à puncto supremo.

THEOR. XL.

Si duo Gravia descendant super duobus aut pluribus planis, similiter inclinatis & proportionalibus; tempora iis percurrendis impensa erunt in subduplicata ratione longitudinum planorum.

TAB. 7. fig. 4. Percurrat Grave quodvis plana AB. BC, alterum autem Grave plana DE, EF, similiter ad Horizontem inclinata & proportionalia, hoc est, ut sint anguli BAG, EDH, item BGA, EHD æquales; & AB ad BC ut DE ad EF. Dico tempus quo percurruntur AB, BC ad tempus quo percurruntur DE, EF, subduplicatam habere rationem planorum AB, BC ad plana DE, EF. Ob triangula ABG, DEH æquiangula, est AB ad DE ut BG ad EH; sed ex hypothesi ut AB ad DE ita est BC ad EF, quare ut BG ad EH ita est BC ad FF; & ita (per 12. Elementi quinti) est GC ad HF. Sed quia AB, DE similiter inclinata sunt, eodem prorsus modo percurruntur ac si partes essent ejusdem plani; sic etiam plana GC, HF eodem modo percurruntur ac si partes essent ejusdem plani: adeoque tempus per AB erit ad tempus per DE in subduplicata ratione AB ad DE: & tempus per GC est ad tempus per HF in subduplicata ratione GC ad HF, vel in subduplicata ratione AB ad DE. Sed tempus per GB est ad tempus per HE, in subduplicata ratione GB ad HE, vel AB ad DE; adeoque (per 19. Elementi quinti) tempus per BC post descensum ex G vel A, est ad tempus per EF post descensum ex H vel D, in subduplicata ratione AB ad DE, hoc est ut tempus per AB ad tempus per DE: adeoque (per 12. Elem. V.) tempus per AB, BC erit ad tempus per DE, EF ut tempus per AB ad tempus per DE; vel in subduplicata ratione AB ad DE; verum ob AB ad DE ut BC ad EF, erit AB ad DE ut AB, BC ad DE, EF; adeoque tempus per AB, BC erit ad tempus per DE, EF in subduplicata ratione AB, BC ad DE, EF. Q. E. D. Idem similiter ostendetur si plura essent utrobique plana inclinata & proportionalia, unde patet propositum.

Cor.

Cor. Si ſint duæ ſuperficies curvæ AB, DE, ſimiles & ſimiliter poſitæ, hæ minime differunt ab infinitis numero planis, infinite parvis, & proportionalibus, & ad ſe invicem ſimiliter inclinatis: adeoque erit tempus deſcenſus per ſuperficiem AB ad tempus deſcenſus per ſuperficiem DE in ſubduplicata ratione AB ad DE. TAB. 7. fig. 5.

PROBL. VI.

Dato ſpatio AB *in plano utcunque inclinato, in dato tempore à Gravi è quiete cadente percurſo; invenire ſpatium percurſum æquali tempore, in alio plano contiguo* BG; *poſito Grave in ſecundo hoc plano motum ſuum continuare.* TAB. 7. fig. 6.

Per A ducatur horizontalis recta AE, & producatur BG ad E, ac fiat BD æqualis AB; & rectis EB, ED capiatur tertia proportionalis EC: erit BC ſpatium quod in ſecundo plano à Gravi motum ſuum continuante æquali tempore percurritur, quo AB in primo plano. Exponat enim AB vel BD tempus per AB, unde (per Corol. Theor. 36.) EB exponet tempus per EB. Eſt vero tempus per EB ad tempus per EC, in ſubduplicata ratione EB ad EC, hoc eſt ut EB ad ED; ſed eſt EB ſpatium quod percurritur tempore ut EB; adeoque EC erit ſpatium quod percurritur tempore ut ED, ac proinde BC eſt ſpatium quod percurritur tempore ut DB vel AB, poſt caſum ex E vel A. Quod erat inveniendum.

PROBL. VII.

Dato ſpatio AB *in plano inclinato, à Gravi è quiete cadente percurſo in dato tempore; item ſpatio* BC *in alio plano contiguo, in quo Grave motum ſuum continuat: Invenire tempus quo percurritur ſpatium illud datum* BC. TAB. 7. fig. 7.

Ducatur per A horizontalis recta AE, cui occurrat BC producta in E: inter EB, EC inveniatur media proportionalis ED. Et ſi AB exponat tempus quo percurritur AB, BD exponet tempus quæſitum quo percurritur BC. Eſt enim tempus per AB ad tempus per EB, ut AB ad EB; adeoque EB exprimet tempus quo Grave cadet per EB: at eſt tempus per EB ad tempus per EC, in ſubduplicata ratione EB ad EC,

 ſive

ſive ob EB, ED, EC continue proportionales, ut EB ad ED; ſed eſt EB ut tempus per EB; unde DB erit ut tempus per BC. Ac proinde tempus per AB erit ad tempus BC ut AB ad BD. Q. E. I.

TAB. 7. fig. 8. *Cor.* Hinc ſi Grave ſucceſſive per plura plana inclinata AB, BC, CD deferatur, aſſignari poteſt tempus in quo per ſingula movetur: producantur enim BC, CD ut cum horizontali per A ducta conveniant in E, & F; inter EB, EC fiat EG media proportionalis: item inter FC, FD fiat media proportionalis FH, & ſi AB exponat tempus per AB, BG exponet tempus per BC, & CH exponet tempus per CD.

TAB. 7. fig. 9. *Def.* Si Grave quodvis A, filo tenuiſſimo circa centrum B mobili, appendatur; talem machinam *Pendulum* appellamus. Quod ſi *Pendulum* circa B rotetur ut Grave arcum CAD deſcribat, idem motus huic Gravi accidet ac ſi in ſuperficie ſphærica CAD, perfecte dura ac levigata, motum fuiſſet corpus Grave. Etenim motum circa punctum B liberrimum ſupponimus, & ab aëris reſiſtentia, quæ in gravioribus pendulis exigua admodum eſt, abſtrahimus: quod ſi pendulum ad ſitum BC deferatur, & exinde demittatur, Grave deſcendendo deſcribet arcum CA, & in puncto A eam habebit velocitatem quæ acquiritur cadendo per EA, qua velocitate per tangentem in A exire conabitur; per Legem primam. Verum cum per filum AB detineatur in peripheria CAD, aſcendet per arcum AD ad eandem altitudinem, ſcil. ad D ex qua decidit, (per Cor. 2. Theor. 38.) ubi omni amiſſâ velocitate, ſua gravitate rurſus incipiet deſcendere; & in puncto A priorem acquiret velocitatem, cum qua aſcendet ad C: atque ſic aſcendendo & deſcendendo continuas vibrationes in peripheria CAD perficiet. Quod ſi aër pendulorum motui nihil obſtaret, & ſi nulla eſſet frictio circa centrum rotationis B, in æternum duraturæ forent pendulorum vibrationes: at ob haſce cauſas aliquantulum, licet inſenſibiliter ſingulis vibrationibus diminuitur penduli velocitas in puncto A, unde fit ut non ad idem præciſe punctum redeat Grave penduli, ſed arcus in quos excurrit continuo breviores reddantur, donec tandem inſenſibiles evadant.

THEOR.

THEOR. XLI.

Ejusdem penduli Vibrationes exiguæ, utcunque inæquales sint, fere & ad sensum sunt æquidiuturnæ.

Sit pendulum AB, quod oscillando describit inæquales arcus CBD, FBG: dico æqualia fere in illis describendis insumi tempora, sive oscillationem in arcu CBD æquali fere tempore peragi, quo perficitur oscillatio in arcu FBG, modo arcus CB, FB, non sint nimis magni. Ducantur subtensæ CB, FB, DB, GB; & quoniam arcus supponantur exigui, ii nec longitudine nec declivitate multum à subtensis suis deflectunt: ac proinde Grave paria fere insumet tempora, sive per arcus CB, FB, sive per arcuum subtensas feratur; sed tempora descensuum per arcuum subtensas æqualia sunt (per Theor. 39.) Quare tempora per arcus BC, FB erunt fere æqualia, igitur & horum temporum dupla, scil. quibus oscillando describuntur inæquales arcus CBD, FBG, erunt quoque fere æqualia. Quare ejusdem penduli vibrationes licet in arcus inæquales excurrentes, sunt saltem ad sensum æquidiuturnæ. Q. E. D. TAB 7. *fig.* 10.

Huic Theoremati suffragatur experientia; pendula enim duo æqualis longitudinis ad motum incitata, quorum unum in multo majores arcus excurrat quam alterum, tempora oscillationum fere æqualia habebunt, adeo ut in centum oscillationibus vix erit discrepantia temporis unius oscillationis.

THEOR. XLII.

Durationes Oscillationum duorum pendulorum in similes Arcus excurrentium, sunt in subduplicata ratione longitudinum Pendulorum.

Sint duo pendula AB, CD, in arcubus similibus EBF, GDH oscillantia; erit tempus oscillationis penduli AB ad tempus oscillationis penduli CD, in subduplicata ratione longitudinis AB ad longitudinem CD. Nam quoniam arcus EB, GD sunt similes & similiter positi, erit (per cor. Theor. 40.) tempus descensus per EB, ad tempus per GD, in subduplicata TAB. 7. *fig.* 11.

ratione EB ad GD; ſed tempus deſcenſus per EB eſt dimidium oſcillationis integræ in arcu EBF; ſicut tempus deſcenſus per GD eſt dimidium oſcillationis integræ per arcum GDH; adeoque tempus oſcillationis penduli per arcum EBF erit ad tempus oſcillationis penduli per arcum GDH, in ſubduplicata ratione EB ad GD: hoc eſt, ob arcus EB, GD ſimiles, in ſubduplicata ratione ſemidiametri AB ad ſemidiametrum CD; vel in ſubduplicata ratione longitudinis penduli AB ad longitudinem penduli CD. Q. E. D.

Cor. Longitudines pendulorum ſunt in duplicata ratione temporum quibus oſcillationes perficiuntur.

Cum durationes vibrationum ſint reciproce ut numerus vibrationum eodem tempore peractarum, facile ex dato numero vibrationum quæ ab uno pendulo AB notæ longitudinis, in dato tempore perficiuntur, dabitur numerus vibrationum, quæ ab alio quovis pendulo CD notæ longitudinis eodem tempore perficientur; capiendo numerum qui ſit ad numerum vibrationum penduli AB, in ſubduplicata ratione AB ad CD, ſive ut AB ad mediam proportionalem inter AB, CD, vel ut radix quadrata numeri quo exprimitur longitudo penduli AB, ad radicem quadratam numeri quo exprimitur longitudo penduli CD. Et viciſſim ex dato vibrationum numero quæ eodem tempore à duobus pendulis AB, CD perficiuntur, & data longitudine unius ſcil. AB, dabitur longitudo alterius CD; nempe faciendo ut quadratum numeri vibrationum penduli CD ad quadratum numeri vibrationum penduli AB, ita longitudo AB ad longitudinem quæſitam CD.

THEOR. XLIII.

Velocitas penduli in puncto infimo eſt ut ſubtenſa arcus quem deſcendendo deſcribit.

TAB. 8. fig. 1. Sit Pendulum AB, quod motu ſuo deſcribat circulum BDCG: dico velocitatem acquiſitam cadendo ex D in B, eſſe ad velocitatem in B acquiſitam cadendo ex C in B, ut chorda arcus BD ad chordam arcus BC. Per puncta D, C ducantur horizontales rectæ DE, CF: & erit velocitas gravis acquiſita

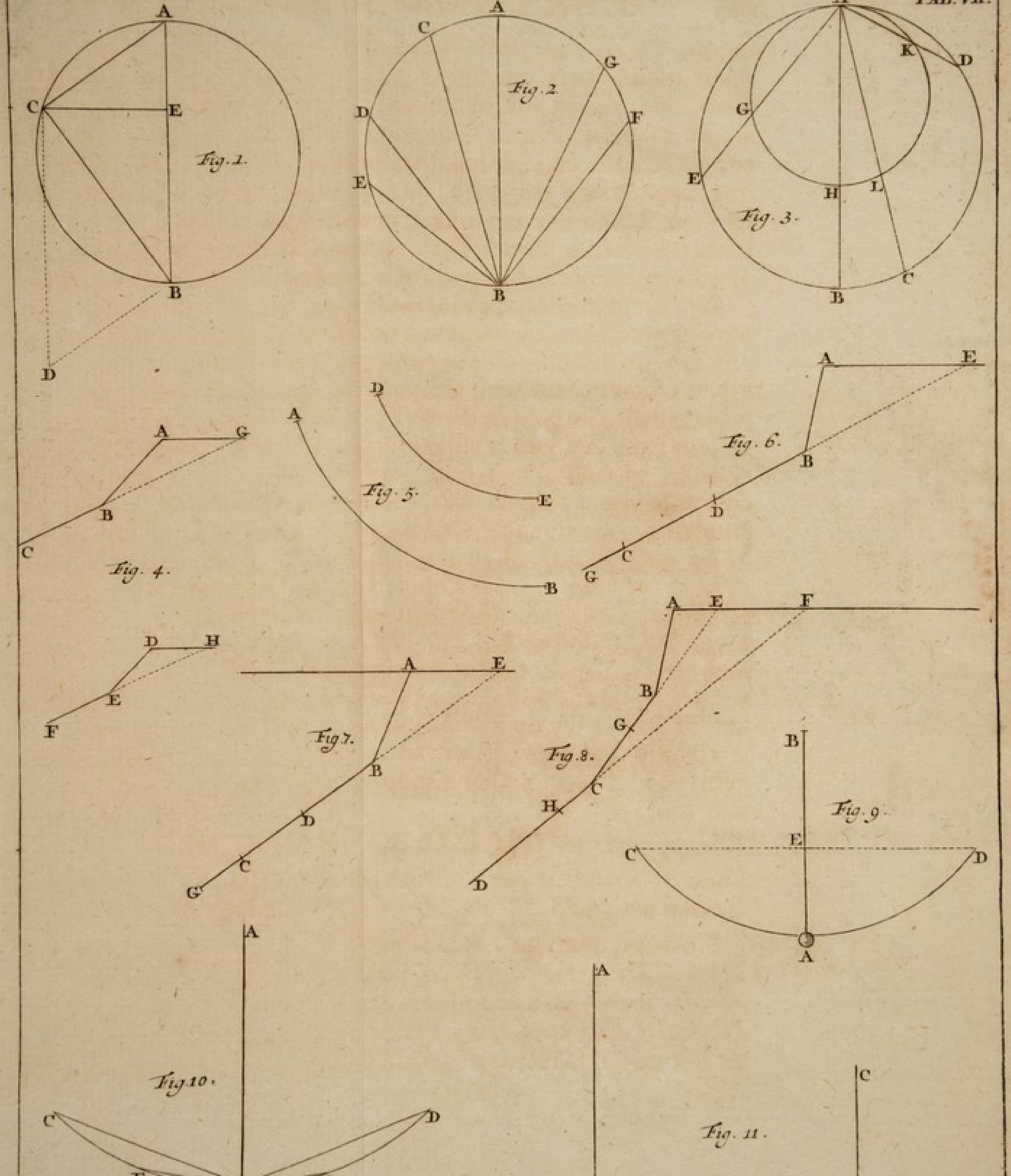


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.

quisita descendendo per EB, ad velocitatem gravis acquisitam in descensu per GB, in subduplicata ratione EB ad GB, hoc est, ob EB, DB, GB continue proportionales, ut DB ad GB. Eadem ratione, velocitas acquisita à mobili cadendo per GB, est ad velocitatem acquisitam in casu per FB, ut GB ad CB. Quare ex æquo, velocitas acquisita in descensu gravis per EB, erit ad velocitatem acquisitam in descensu per FB, ut DB ad CB; sed velocitas acquisita in descensu per arcum DB, eadem est cum velocitate acquisita in perpendiculo per EB; & velocitas in descensu per arcum CB acquisita, eadem est cum velocitate in perpendiculari descensu per FB acquisita. Quare erit velocitas acquisita in descensu per arcum DB, ad velocitatem acquisitam in descensu per arcum CB, ut subtensa DB ad subtensam CB. Q. E. D.

Corol. 1. Sit GB perpendiculum cujusvis longitudinis, & velocitas acquisita in descensu Gravis ex G ad B exponatur per GB; super quo tanquam diametro, describatur semicirculus GCDB, & ex quovis diametri puncto E, erigatur normalis ED, peripheriæ occurrens in D, ducaturque chorda GD: erit hæc ut velocitas à Gravi acquisita cadendo ex altitudine GE: nam ob BG, GD, GE continue proportionales, erit ratio BG ad GD subduplicata rationis BG ad GE, adeoque BG erit ad GD ut velocitas acquisita cadendo ex altitudine GB, ad velocitatem per GE cadendo acquisitam. Similiter velocitas acquisita cadendo per GB, est ad velocitatem acquisitam ex casu per GF, ut GB ad GC; adeoque velocitates acquisitæ à Gravibus, cadendo per altitudines GE, GF, sunt ut chordæ GD, GC. TAB. 8. fig. 2.

Cor. 2. Si capiantur arcus B 1, B 2, B 3, &c. tales, ut eorum subtensæ sint ut 1, 2, 3, &c. respective; atque vis quædam agens pendulum sursum impellat per arcum B 1, alia vero per arcum B 2, & alia per arcum B 3; velocitates penduli in puncto B hisce viribus moti, erunt ut 1, 2, 3 respective. TAB. 8. fig. 1.

Ope hujus Theorematis, variæ in quavis ratione data velocitates mobili tribuentur; aliæque à percussione alterius corporis acquisitæ, inter se & cum aliis initio datis, comparari possunt.

TAB. 8. fig. 3. Fiat Triangulum ligneum ABC, in quo juxta angulum A, capiantur duo puncta D, E, quorum distantia talis sit, ut pendula duo DF, EG ex illis libere dependentia se mutuo tangant, & centris D, F, intervallo DF vel EG describantur circulorum arcus FK, GH, in quibus capiantur portiones F 1, G 1; F 2, G 2; F 3, G 3; F 4, G 4, &c. tales ut subtensæ sint ut 1, 2, 3, 4, &c. respective; & si Grave F ad punctum 5 attollatur in arcu KF, G vero ad punctum 3 in arcu GH, atque simul demittantur (per Theor. 41.) ad puncta infima simul pervenient, & velocitates quibus sese percutient erunt ut 5 & 3: quod si post ictum mobile G in arcu GH ascendat ad 5, & mobile F in arcu FK ascendat ad 3, erunt velocitates mobilium F & G ut 3 & 5 respective & versus contrarias partes. Ad hunc modum facile erit experientiæ subjicere regulas motus, tam in corporibus duris quam elasticis, quas in lectionibus XIII & XIV demonstravimus.

Cum ejusdem penduli vibrationes minimæ sint fere æquidiuturnæ, licet arcus in quibus excurrat pendulum sint inæquales; hinc egregium pendulorum usum, ad horologiorum automatωn motus regendos, monstravit *Christianus Hugenius*; quamvis enim *Galilæus* hujus scientiæ author, pendula prius adhibuit in observationibus Astronomicis & Physicis, quæ accuratam temporis mensuram requirunt: *Hugenius* tamen primus horologia pendulis instruxit, & experientia comprobavit, horologia ejusmodi, priora illa quorum libratores horizontales fuerint, longe superare. Ex eo tempore in usum communem recepta sunt horologia pendulis instructa, quorum aliqua tam affabre elaborata sunt, ut temporis mensuram exhibeant motu Solis multo justiorem, qui tempus apparens seu relativum solummodo monstrat, non autem verum & absolutum; unde fit ut automata pendulis instructa, statis temporibus horam indicant ab apparenti diversam, & aliquando tempus solaris horologii quindecim vel sedecim minutis primis superantem, aliquando totidem minutis ab

eo

eo deficientem: nec nisi quater in quolibet anno sol & horologium automaton idem temporis punctum monstrant.

Quamvis ejusdem penduli vibrationes, (licet excurrat pendulum in arcus inæquales,) sint fere & ad sensum æquidiuturnæ; cum tamen non sint omnimodo & Geometrice tales, sed majores minoribus sint aliquantulum diuturniores, & vibrationes pauxilla temporis quantitate à se invicem differant, ex multis minimis differentiolis, tandem magna satis conflatur differentia, idque ita esse reipsâ atque experimentis evincitur: si enim, ut aliquando in frigida fit tempestate, lentore aliquo afficiantur rotæ, ut pendulum minore vi impellant, incitatius quam par est festinant oscillationes; si nimia lubricitate polleant rotæ, & pendulum in majorem arcum excurrere cogant, lentius procedit tempus ab horologio indicatum. Imo ex nuperis experimentis in *Actis Philosophis Londinensibus* recensitis, constat automati pendulum in vacuo vibrationes perficiens, sublatâ aëris resistentiâ in majores arcus excurrisse, & singulas oscillationes in majore tempore complevisse. Quare ut pendulorum Oscillationes ad omnimodam æqualitatem redigantur, & reciprocationum penduli latiorum angustiorumque tempora perfecte æqualia evadant; excogitavit *Hugenius* methodum quo Grave penduli per cycloidis arcum semper deferretur. In sequentibus autem demonstrabitur, tempora descensuum per quoscunque ejusdem cycloidis arcus ad punctum infimum quod verticem cycloidis esse supponitur, inter se æqualia esse; adeoque si Grave penduli semper in arcu cycloidis moveatur, erunt tempora oscillationum accurate inter se æqualia; sive pendulum in majores excurrat arcus, sive in minores.

THEOR. XLIV.

Si centro C, *intervallo quovis* CA, *describatur circuli quadrans* AHB, *atque in recta* AC *ea lege descendat mobile, ut ejus velocitas in loco quovis* P *sit semper ut* PL *quæ est sinus arcus* AL; *erit tempus quo descendit mobile ab* A *ad* C, *æquale tempori quo percurri possit peripheria* AHB *cum uniformi velocitate ut* CB *quæ ultimo à mobili cadendo acquiritur: erit præ-* TAB. 8. fig. 4.

terea

terea tempus casus per spatium quodvis AF, *ad tempus casus per spatium* A*p*, *ut arcus* AH *ad arcum* A*l*; *& vis qua in loco quovis* F *acceleratur mobile erit ut* FC, *quæ est loci à centro distantia.*

Distinguatur peripheria AB in particulas innumeras infinite exiguas LLLL, & ducantur FH, PL, p*l* in AC perpendiculares; jungatur HC, sitque HK perpendicularis in PL. Quoniam triangula FHC KHL sunt æquiangula, (nam præter angulos ad F & K rectos, est angulus FHC æqualis angulo KHL, est enim angulus KHC utriusque complementum ad rectum) erit FH ad HC ut KH vel FP ad HL; sed (ex hyp.) est FH ut velocitas mobilis in puncto F qua scil. percurritur lineola FP, & CH vel CB est ut volocitas quæ ultimo cadendo acquiritur, ubi mobile ad C pervenerit, adeoque erit ut velocitas qua describitur arcus HL. Erit igitur velocitas mobilis descendentis per lineolam FP, ad velocitatem mobilis quod per arcum HL movetur, ut ipsa lineola FP ad arcum HL; quare cum velocitates sint spatiis percursis proportionales, erunt tempora in quibus spatia percurruntur, æqualia. Similiter demonstrari potest aliam quamvis peripheriæ particulam LL cum velocitate CB describi, eodem tempore quo percurritur correspondens lineola PP in perpendiculo, cum velocitate correspondente PL; ac proinde componendo eodem tempore descendit mobile per omnes lineolas PP, hoc est per totam AC, quo percurruntur omnes arcus LL, vel tota peripheria AHB, cum velocitate uniformi ut CB. Q. E. D.

Præterea est tempus quo descendit mobile ab A ad F, æquale tempori quo percurritur arcus AH; & tempus quo descendit mobile ab A ad *p*, æquale est tempori quo describitur arcus A*l*: sed est tempus quo percurritur arcus AH, ad tempus quo percurritur arcus A*l*, (cum utraque eadem velocitate describitur) ut arcus AH ad arcum A*l*; quare erit tempus descensus ex A in F ad tempus descensus ex A in *p*, ut arcus AH ad arcum A*l*; ac proinde dividendo tempus per F*p* erit ut H*l* arcus. Q. E. D. Fiant arcus HL, *hl* æquales, unde tempus descensus per FP æquale erit tempori per *fp*; & ob triangula KHL, FHC, item *khl*, *fh* C æquiangula, la, erit KL ad HL vel *hl*, ut FC ad CH vel C*h*: item eſt *hl* ad *kl* ut C*h* ad C*f*, ac proinde, ex æquo, erit KL ad *kl* ut CF ad C*f*; at eſt KL ut incrementum velocitatis acquiſitum dum mobile percurrit FP, & *kl* eſt ut incrementum velocitatis mobilis dum in æquali tempore percurrit lineolam *fp*; vires vero quibus acceleratur mobile in locis F & *f* ſunt ut incrementa velocitatum temporibus æqualibus orta, erunt igitur vires mobilis acceleratrices in locis F & *f* ut rectæ KL, *kl*, hoc eſt vis qua urgetur mobile in F eſt ad vim qua urgetur in *f*, ut KL ad *kl*; ſed oſtenſum eſt ut KL ad *kl* ita eſſe CF ad C*f*, quare erit vis qua urgetur mobile in F ad vim qua in *f* urgetur, ut diſtantia CF ad diſtantiam C*f*. Sunt igitur vires acceleratrices in quibuſvis locis ut ipſorum à centro diſtantiæ. Q. E. D.

Cor. Hinc è converſo ſi mobile deſcendendo ab A ad C urgeatur à vi quæ ſit ut ipſius à centro diſtantia; & vis illa initio motus exponatur per rectam DE, poſito arcu AE infinite exiguo; velocitates ejuſdem mobilis in locis quibuſvis F*f* exprimentur per ſinus FH, *fh*, & tempora per arcus AH, A*h*; & incrementa velocitatum, vel, ſi arcus æqualiter creſcant, vires acceleratrices per incrementa ſinuum exponentur.

THEOR. XLV.

Si mobile in recta AC *urgeatur verſus punctum* C, *viribus quæ ſint diſtantiis à puncto* C *proportionales, ex quacunque altitudine demittatur, ad punctum* C *eodem ſemper tempore perveniet; eſtque tempus illud ad tempus quo poſſit mobile percurrere eandem viam, cum uniformi velocitate & æquali ei quæ ultimò cadendo acquiritur, ut ſemiperipheria circuli ad ejus diametrum.*

Demittantur duo mobilia ex punctis A & M ſimul, & urgeatur utrumque mobile viribus quæ ſint diſtantiis à puncto C proportionales: dico utrumque mobile ad punctum C eodem tempore perventurum. Centro C, intervallis CA, CM, deſcribantur circuli quadrantes AB, MN; & exponatur vis qua urgetur mobile in A, vel quod idem eſt, ipſius velocitas in ipſo motus initio, per DE ſinum arcus infinite parvi AE; con- TAB. I. fig. 5.

 ſtat

ſtat ex *Cor.* præcedentis, ipſius velocitatem, poſt caſum ad C, per rectam CB exponi. Sed ex Hypotheſi, vis qua acceleratur mobile in A, eſt ad vim qua acceleratur mobile in M, ut CA ad CM, vel ut DE ad PO, ob arcus AE, MO ſimiles; quare ſi DE exponat velocitatem mobilis initio caſus ex A, PO exponet velocitatem mobilis initio caſus ex M: AC proinde (per idem Cor.) CN exponet velocitatem mobilis in C poſt caſum per MC. Eſt præterea tempus caſus ex A ad C, æquale tempori quo deſcribi poteſt peripheria AB, cum uniformi velocitate ut CB; & tempus caſus ex M ad C, æquale eſt tempori, quo deſcribitur peripheria MN velocitate ut CN. Sed tempus quo deſcribitur peripheria AB velocitate CB, æquale eſt tempori quo deſcribitur peripheria MN velocitate CN, (ob AB : MN : : CB : CN, ſpatia ſcil. percurſa velocitatibus proportionalia.) Quare erit tempus caſus ex A ad C æquale tempori quo corpus deſcendit ex M ad C. Q. E. D.

Tempus quo mobile percurrit rectam AC, cum velocitate CB eſt ad tempus quo arcum AB percurrit cum eadem velocitate, ut recta AC ad arcum AB, vel ut illius dupla ad hujus duplam, hoc eſt ut diameter circuli ad ſemiperipheriam; ſed tempus per arcum AB eſt æquale tempori deſcenſus ad C; unde erit tempus quo mobile fertur per rectam AC cum velocitate ut CB, ad tempus caſus ad C, ut diameter circuli ad ſemiperipheriam. Q. E. D.

TAB. 8. *fig.* 6. *Defin.* Si ſuper recta B*b* inſiſtens circulus, (quem circulum generatorem dicimus,) puncto ſui *b*, (quod punctum lineans appellabimus) rectam B*b* tangens, ſuper eadem recta volvi intelligatur, peripheria ſua continua ad rectam applicatione commenſurans æqualem rectam BA*b*, donec punctum lineans in ſublime latum, adeoque curvam BG*b* ſuo motu deſcribens, circuitu facto, eandem rectam BA*b* iterum in *b* contingat; Curva BG*b* motu puncti *b* deſcripta, linea *Cyclois* appellatur. Et figura BG*b*AB figura cycloidis dicitur; & recta GA biſecans baſim perpendiculariter, cycloidis axis; & punctum G vertex cycloidis dicitur.

LEM-

LEMMA.

Si circulus generator circa axem Cycloidis conſtituatur, & à puncto quovis Cycloidis c ordinetur ad axem recta CE, cum peripheria circuli conveniens in D; erit recta CD æqualis arcui circulari GD, arcus vero cycloidis GC æqualis erit duplæ chordæ GD; & ſemicyclois BCG æqualis erit duplæ diametro AG; recta vero CF cycloidem in C tangens parallela erit chordæ DG. Hæc à *Wallisio* & aliis qui de Cycloide ſcripſerunt, demonſtrata ſunt.

THEOR. XLVI.

In cycloide cujus axis ad perpendiculum erectus eſt vertice deorſum ſpectante, tempora deſcenſus quibus mobile urgente vi gravitatis, à quocunque in eo puncto demiſſum ad punctum imum pervenit, ſunt inter ſe æqualia; habentque ad tempus caſus perpendicularis per axem cycloidis, eam rationem quam habet ſemiperipheria circuli ad ipſius diametrum.

Sit cyclois ACD, cujus axis CE, circulus generator ECG. TAB. 1.
Cum recta cycloidem in puncto quovis H tangens parallela fig. 7.
ſit chordæ CG, in circulo Generatore circa axem conſtituto, ductæ; patet mobile in deſcenſu ſuo, eadem vi accelerari in puncto H, ac ſi in recta GC deſcenderet; eſt vero vis qua acceleratur in GC ad vim Gravitatis, ut MC ad GC; ſed ut MC ad GC ita GC ad CE, (per Cor. 8. Prop. El. 6.) Quare vis qua acceleratur mobile in puncto H, eſt ad vim Gravitatis, ut GC ad CE. Eadem ratione vis Gravitatis eſt ad vim qua acceleratur mobile in alio quovis loco K, ut CE ad CL; quare ex æquo vis qua acceleratur mobile in H, eſt ad vim qua acceleratur in K, ut GC ad LC, vel ut dupla GC ad duplam LC, hoc eſt ut curva Cycloidis HC ad curvam KC. Vires igitur quibus deſcendendo ſuper cycloide acceleratur mobile, ſunt ut longitudines curvæ percurrendæ. Ponamus jam rectam *ac* æqualem longitudini curvæ AC, atque ſupponatur mobile aliquod iiſdem viribus urgeri in recta *ac* verſus *c*, quibus mobile urgetur deſcendendo per curvam AC; at vires quibus urgetur mobile, in punctis quibuſvis

cycloidis H & K, ſunt ut longitudines HC, KC, vel *hc*, *kc*, hoc eſt vires in locis quibuſvis ſunt ut diſtantiæ locorum à puncto *c*; ac proinde (per Theor. præcedens) tempora deſcenſuum ex quacunque altitudine æqualia erunt. Quoniam itaque in correſpondentibus cycloidis & rectæ *ac* punctis, æquales ſunt vires acceleratrices, velocitatum incrementa æqualia quoque erunt, *v. g.* poſito AH $=$ *ab*, accelerationes in punctis H & *h* æquales erunt, ſicut etiam in punctis K & *k*, modo ſit AK $=$ *ak*: & ſimiliter in cæteris omnibus utriuſque lineæ punctis quæ ſibi mutuo reſpondent, incrementa velocitatum æqualia erunt; adeoque ſi mobilia ex correſpondentibus punctis incipiant deſcendere, ſummæ incrementorum, ſeu velocitates in æqualibus ſpatiis deſcribendis acquiſitæ æquales erunt, ac proinde tempora quo æqualia hac ſpatia æqualibus velocitatibus deſcripta ſunt, æqualia quoque erunt. Eſt igitur tempus deſcenſus ab *a* ad *c* in recta *ac*, æquale tempori deſcenſus ab A ad C ſuper cycloide, & tempus deſcenſus ab *h* ad *c* in recta *hc*, æquale tempori deſcenſus ab H ad C ſuper cycloide; & ſimiliter tempus per KC æquale eſt tempori per *kc*, ſi initium caſus ſit ex punctis *k*, K, & ſic de cæteris. Sed tempus caſus ab *a* ad *c* æquale eſt tempori caſus ab *h* ad *c*, vel a *k* ad *c*; quare tempus deſcenſus ſuper cycloide ab A ad C, æquale erit tempori deſcenſus ab H ad C, vel a K ad C. Tempora igitur deſcenſus, quibus mobile à quocunque puncto in cycloide demiſſum ad punctum imum pervenit, ſunt inter ſe æqualia. Q. E. D.

Porro tempus caſus ab *a* ad *c* eſt ad tempus quo percurritur *ac* vel 2 EC, cum velocitate ultimo acquiſita, ut ſemiperipheria circuli ad diametrum: at tempus quo percurritur 2 EC cum eadem velocitate, æquale eſt tempori, quo mobile ſua Gravitate cadens, deſcendit per EC axem cycloidis; unde erit tempus deſcenſus per *ac* vel AC ad tempus quo grave deſcendit per cycloidis axem, ut ſemiperipheria circuli ad ejus diametrum.

Cor. Tempus quo Grave deſcendit in cycloide per arcum

AC

AC & ascendit per CD, hoc est tempus motus in cycloide ACD, est ad tempus casus perpendicularis per axem cycloidis, ut integra circuli peripheria ad ejus diametrum.

Hinc si Grave penduli vibrationes in cycloide perficiat, sive in magnos excurrat arcus sive in minimos, æqualibus semper temporibus singulæ oscillationes peragentur. *Hugenius* autem, in tractatu de *Horologio Oscillatorio*, parte tertia, modum ostendit, quo fiet ut Grave in cycloide, vel alia quacunque curva, oscilletur: invenienda scil. est curva, cujus evolutione curva data describitur; & duæ laminæ in eandem curvaturam inflectendæ sunt, intra quas, per fila determinatæ longitudinis, suspensum Grave non circulum sed aliam curvam describit. Sint duæ laminæ ACB, AED, TAB. 8. in figuras similes & æquales incurvatæ, & ex puncto A sus- *fig.* 8. pendatur penduli filum, quod dum pendulum oscillatur, circumplicatur laminis ACB, AED quas perpetuo tangit; per fili ad laminas applicationem continuo impeditur motus penduli in circulo, & Grave per curvam BPFD defertur: curva ACB vel AED dicitur *Evoluta*, & curva BPFD ex evolutione describi dicitur. Quod si curvæ ACB vel AEB sint duæ semicycloides, quarum axes vel diametri circulorum Generantium sint æquales FG vel AG, dimidiæ scil. longitudini penduli, curva BPFD per quam Grave defertur evadit Cyclois integra, cujus axis est FG dimidia penduli longitudo, ut ab *Hugenio* aliisque demonstratur.

Cum portio cycloidis prope verticem F, describitur motu fili cujus longitudo est AF, atque circulus centro A intervallo AF, eodem fili motu describitur; circulus ille per F transiens fere coincidet cum cycloidis portione prope verticem F, estque ipsi æquicurvus; eodem igitur tempore Grave defertur ad F, per arcum exiguum circuli ac per arcum cycloidis, cui circulus est æquicurvus.

Hinc rursus patet ratio, cur pendulo vibrationes exiguas TAB. 8. in circulo perficiente, tempora oscillationum sunt æqualia: *fig.* 9. nam si arcus CAD, GAF parvi sint, fere coincident cum portione cycloidis prope verticem F descriptæ circa axem AK, dimidiam scil. penduli longitudinem; adeoque eodem fere

 tem-

tempore descendit Grave per arcus circuli CA vel GA, quo per arcus cycloidis ipsis propemodum coincidentes descenderet: sed æqualibus temporibus per arcus quoscunque cycloidis descendet Grave; quare etiam æqualibus temporibus cadet Grave per arcus exiguos circulares CA, GA; ac proinde oscillationes integræ per arcus CAD, GAF æqualibus temporibus peragentur.

Est itaque tempus quo pendulum oscillationem minimam in circulo perficit, æquale tempori quo perficitur oscillatio per arcum cycloidis cujus axis est dimidia penduli longitudo. At tempus, quo perficitur oscillatio in cycloide, est ad tempus casus perpendicularis per axem cycloidis, hoc est per dimidiam penduli longitudinem, ut peripheria circuli ad diametrum. Atque hinc sequitur tempus cujusvis oscillationis minimæ, esse ad tempus casus per penduli longitudinem, in constanti ratione, quæ est ea quam habet circuli peripheria ad ipsius diametrum ductam in radicem quadratam numeri binarii.

Si in diversis orbis Terræ regionibus, idem pendulum temporibus inæqualibus oscillationes suas perfecerit, tempora descensuum per penduli longitudinem in diversis his regionibus inæqualia quoque erunt; & ubi lentius procedunt oscillationes, ibi quoque lentius descendet Grave in perpendiculo, & in dato tempore minus cadendo describet spatium. Experimento vero certum est, in Regionibus prope Æquatorem sitis, ejusdem penduli oscillationes diuturniores esse quam in aliis locis, quorum major est latitudo; adeoque Gravia in illis Regionibus minus in dato tempore conficiunt spatium cadendo; & minori vi accelerant motum suum quam in nostris Regionibus longius ab Æquatore dissitis; adeoque experimentis probatur minorem esse Gravitatis actionem in iis locis, quorum minor est latitudo, quam in locis polo propioribus.

Hoc Gravitatis decrementum ex vi centrifuga oritur: cum enim ex Terræ circa axem suum rotatione, quodlibet corpus à centro circuli quem describit recedere conatur, quo majores sunt corporum circuitus, eo major ipsis inerit vis cen-

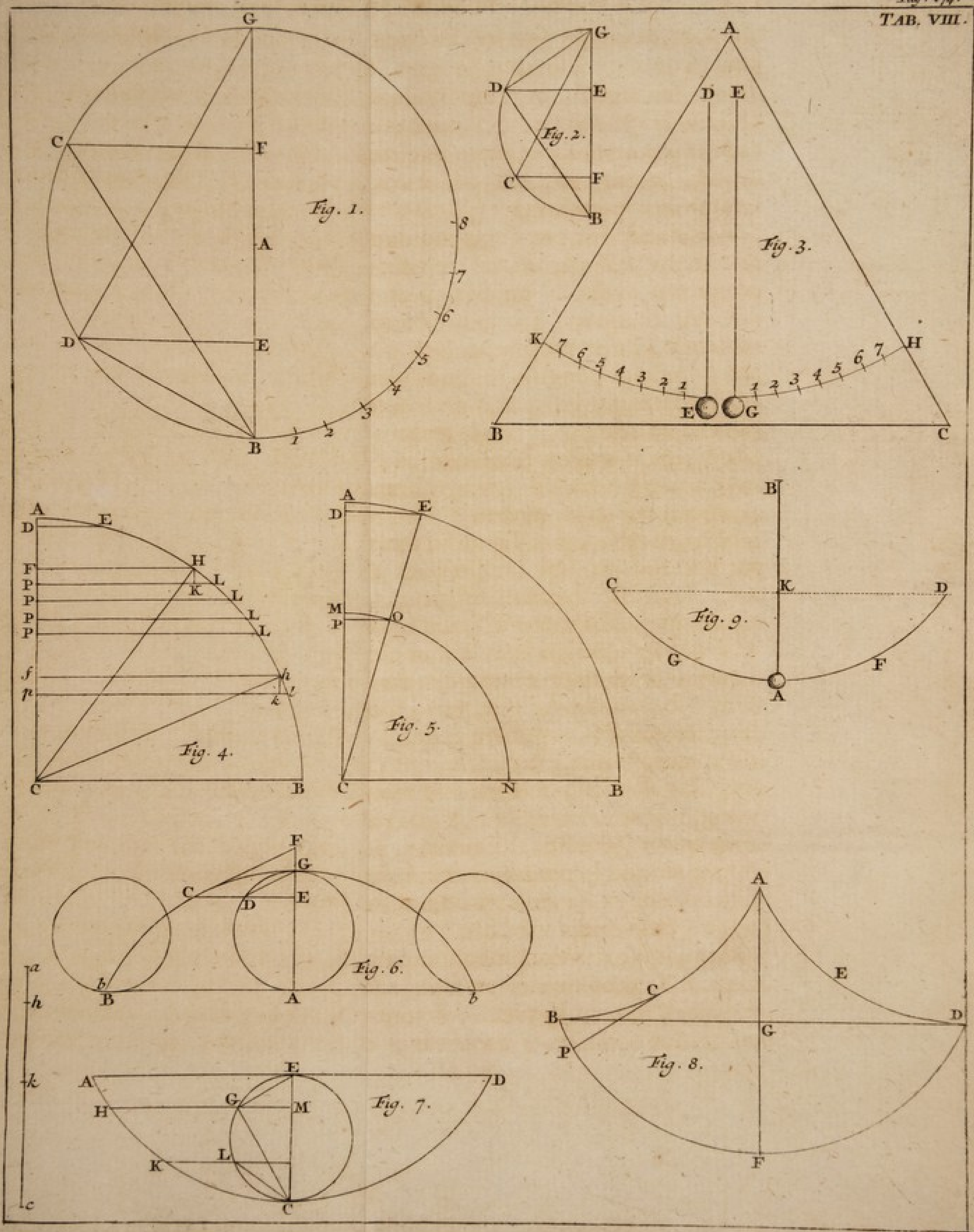


Fig. 1.
G
C
F
A
D
E
B
1 2 3 4 5 6 7 8
Fig. 2.
G D E C F B
Fig. 3.
A D E K H B C E G
7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
Fig. 4.
A D E F H P K L P L P L P L f h p l k C B
Fig. 5.
A E D M O P C N B
Fig. 9.
B C K D G F A
Fig. 6.
F G C E D b B A b
a h k c
Fig. 7.
E A D G M H L K C
Fig. 8.
A C E B G D P F

centrifuga, quæ itaque eſt ſemper ut ſinus diſtantiæ loci à polo, & ſub æquatore maxima eſt, ſub polo vero nulla; adeoque erit vis, Gravitatis in Æquatore minima, in polo vero maxima.

Priuſquam hanc materiam miſſam facimus, lubet ſolutionem exhibere celeberrimi ploblematis à *Galileo* primum quæſiti, deinde à *Joh. Bernoullio* Geometris propoſiti, ineunte An. Dom. 1696. Et à Geometris celeberrimis, *Neuwtono, Leibnitio, Jac. Bernoullio, Hoſpitalio* aliiſque ſoluti. *Problema* autem ſic propoſitum fuit.

Datis in plano verticali duobus punctis A *&* B, *aſſignare mobili viam, per quam Gravitate ſua deſcendens, & moveri incipiens à puncto* A, *breviſſimo tempore perveniat ad alterum punctum* B. TAB. 9. fig. 1.

Lineam hanc eſſe Curvam Cycloidis per puncta AB tranſeuntem, cujus baſis eſt in horizontali per A ducta, invenerunt prædicti Geometræ, ad quod demonſtrandum ſequens præmittimus

LEMMA.

Si A *dg* B, *ſit linea celerrimi deſcenſus, citius deſcendet Grave, ex quolibet ejus puncto d ad aliud quodvis ipſius punctum g, poſt caſum ex* A, *per ipſam curvam deg, quam per aliam quamcunque viam.*

Nam ſi dicatur citius deſcendere Grave per dfg, ergo via A dfg B, breviori tempori percurretur, quam A deg B; ac proinde curva illa A deg B non erit curva celerrimi deſcenſus, contra hypotheſin.

Sit jam A deg B curva, cujus axis AC, ordinatim applicata dL; Fluxio ſeu incrementum momentaneum axis ſit LO $= dh$: Fluxio vero curvæ ſit de; ſitque ſemper rectangulum ſub data recta, quam vocemus a, & dh vel LO, applicatum ad de, velocitati qua percurritur de, hoc eſt, quæ acquiritur cadendo ex A in d proportionale: hæc curva erit linea celerrimi deſcenſus. Capiantur de, eg duæ curvæ portiones contiguæ & infinite parvæ; quæ proinde à TAB. 9. fig. 2.

re-

rectulis minime differunt: dico minore tempore descendere Grave per deg curvam, post casum ex A, quam per aliam quamlibet viam dfg. Per f ducatur fq parallela eg. Et supponatur fq eadem celeritate percurri qua eg; sitque fn in de, item me, gq in fq perpendiculares. Et ob æquiangula triangula fne, deh, item fme, gei; est de ad dh ut fe ad ne; adeoque erit $ne = \frac{dh \times fe}{de}$: item ob ge ad ei ut fe ad fm: erit $fm = \frac{ei \times fe}{ge}$. Est vero $\frac{dh \times fe}{de} : \frac{ei \times fe}{ge} :: \frac{dh}{de} : \frac{ei}{ge} :: \frac{dh \times a}{de} : \frac{ei \times a}{ge}$, hoc est, ne est ad fm ut velocitas qua percurritur ne, ad velocitatem qua percurritur fm: unde ne, fm æqualibus temporibus percurruntur; & quia mq æqualis est eg, erit tempus per mq æquale tempori per eg, adeoque tempus per fq æquale erit tempori per neg. Sed ob angulum ad q rectum, est fg major quam fq, adeoque tempus per fg majus erit tempore per fq, vel per neg; & ob df majorem quam dn, erit tempus per df majus tempore per dn; unde erit tempus per df, fg, majus tempore per dn, ng. Minore igitur tempore descendit Grave ex dng, post lapsum ex A, per curvam deg, quam per aliam quamlibet viam; ac proinde curva AdegB erit via celerrimi descensus.

TAB. 9 fig. 3. Sit ABM cyclois per B transiens, cujus basis sit horizontalis recta per A ducta; erit illa linea super qua descendens Grave, in minimo tempore perveniet ex A in B. Sit GNM dimidium circuli Generatoris, cujus diameter GM vocetur a, sitque de pars curvæ cycloidis infinite parva, quæ ab ejus tangente in d minime differt; adeoque parallela erit rectæ NM; unde triangula dhe, NQM, GMN, æquiangula erunt: quare est de ad dh, ut GM seu a ad GN; ac proinde $dh \times a = de \times$ GN. Ac $\frac{dh \times a}{de} =$ GN Sed (per Cor. I. Theor. 43.) est GN ut velocitas, quæ acquiritur à Gravi cadendo ex altitudine GQ vel Ld, hoc est ut velocitas qua percurritur lineo-

la

la de. Quare erit $\frac{dh \times a}{de}$ velocitati qua percurritur lineola de proportionalis. Eſt igitur curva Cycloidis $Adeb$ linea celerrimi deſcenſus. Q. E. D.

Si velocitas ponatur eſſe ut altitudo unde decidit Grave, linea celerrimi deſcenſus erit portio peripheriæ circuli, cujus centrum eſt in horizontali per A ducta, nam ob æquiangula triangula dhe, dLC, eſt dh ad de, ut dL ad dC; ac proinde erit $dh \times dC = de \times dL$ & $\frac{dh \times dC}{de} = dL$. Sed ex hypotheſi dL eſt velocitati proportionalis; quare ſi dC dicatur a, erit $\frac{dh \times a}{de}$ velocitati proportionale. In hac igitur hypotheſi peripheriæ portio $Adeb$ erit via celerrimi deſcenſus. TAB. 9. fig. 4.

Si velocitas, in puncto quolibet, ſit ut altitudinis emenſæ dignitas m, & dicatur AL x, dL y, erit $dh = \dot{x}$, $he = \dot{y}$; & $de = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$. Quare ex curvæ natura, erit $\frac{a^m \dot{x}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} = y^m$, unde $\frac{a^{2m} \dot{x}^2}{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} = y^{2m}$, & $a^{2m}\dot{x}^2 = y^{2m}\dot{x}^2 + y^{2m}\dot{y}^2$, & $a^{2m}\dot{x}^2 - y^{2m}\dot{x}^2 = y^{2m}\dot{y}^2$, & $\dot{x}^2 = \frac{y^{2m}\dot{y}^2}{a^{2m} - y^{2m}}$, & $\dot{x} = \frac{y^m \dot{y}}{\sqrt{a^{2m} - y^{2m}}}$.

Quæ æquatio univerſaliter exprimit curvæ naturam, in qua deſcendit Grave, tempore breviſſimo, ſi velocitas ſit ut altitudinis emenſæ dignitas quælibet m.

LECTIO XVI.

MOtus Gravium in planis inclinatis, aut in ſuperficiebus curvis, eorumque ſymptomata præcipua, quantum permitteret inſtituti noſtri brevitas, in præcedente lectione explicavimus. Reſtat jam, ut Projectorum Phænomena recenſeamus: & primo invenienda eſt natura iſtius lineæ, quam mobile in ſpatiis liberis, & non reſiſtentibus projectum, urgente vi Gravitatis deſcribit. Et quidem ſi directe ſurſum vel deorſum projiciatur Grave, in recta linea movebitur; ejusque motum esse motum uniformiter retardatum vel acceleratum, prout sursum vel deorsum projicitur, ex dictis in prioribus lectionibus constat. At si secundum directionem horizontalem, vel aliam quamvis ad horizontem obliquam projiciatur, in linea quadam curva desertur.

TAB. 9. fig. 5. Projiciatur enim mobile ex A, secundum directionem AV. Per legem naturæ primam, si nulla alia accedat vis, in eadem recta, eadem cum velocitate, semper progrederetur; adeoque æqualia spatia AB, BC temporibus æqualibus describeret. Distinguamus itaque tempus in æquales particulas; & post primam temporis particulam ubi mobile ad B pervenerit, vis aliqua, impulsu unico, in ipsum agere supponatur; motumque illi communicare, quo secundum directionem ad horizontem perpendicularem (priore sublato motu) per rectam BE deferretur, in eo tempore quo describeret rectam BC; & compleatur parallelogrammum CBED: constat ex Cor. 2. Theor. 30. mobile motu ex utroque composito, per diagonalem BD moveri, & in hac recta postea semper pergeret projectum, si nova nulla accederet vis ipsum ex propria semita detorquens; & æquali tempore spatium DF ipsi BD æquale conficeret. Verum si in puncto D vis eadem, secunda vice, simili agat impulsu, quo mobile per spatium æquale FG deorsum in eo tempore deferatur: motus mobilis ex utroque motu compositus, erit per rectam DG, quam in eodem tempore describet mobile, quo absque novo impulsu progrederetur per spatium DF. Si vero post tertiam temporis particulam, eadem vis iterum agat, & mobile in G deorsum per spatium ipsi HI æquale impelleret; motus ex priore & hoc novo compositus erit secundum rectam GI, quam in quarta temporis particula describet mobile: in I vero eadem urgente vi, mobile è semita GL in directionem IK detorquebitur, atque hac lege projectum motu suo polygonum ABDGIK describet. Quod si diminuantur in infinitum singulæ temporis particulæ, quibus vim agere posuimus, & augeatur ipsarum numerus, latera polygoni in infinitum minuentur, ipsorumque numerus in infinitum augebitur:

bitur: ac proinde in curvam vertetur Polygonum, hoc eſt, ſi vis deorſum propellens talis ſit, ut conſtanter & indeſinenter agat, qualis eſt vis Gravitatis, mobile urgente hac vi in Curva deferetur.

THEOR. XLVII.

Projectum, cujus linea directionis horizonti parallela eſt, motu ſuo deſcribit lineam Parabolicam.

Sit Grave, vi quavis extrinſeca, Baliſta, *v. g.* Pulvere Pyrio, aut ſimili qualibet vi, ex puncto A projectum, cujus projectionis directio ſit horizontalis AD. Dico Gravis ſemitam fore curvam, ſemiparabolicam. Nam ſi aër motui projecti minime obſtaret, neque adeſſet Gravitas; projectum motu æquabili procederet, in eadem ſemper directione; eſſentque tempora quibus percurruntur ſpatii partes AB, AC, AD, AE, ut ipſa ſpatia AB, AC, AD, AE reſpective. Accedente jam Gravitatis vi, & eodem tenore agente ac ſi mobile vi extrinſeca non impelleretur; continuo à recta AE deflectet, & ſpatia deſcenſus ſeu deviationes ab horizontali AE, eædem erunt ac ſi perpendiculariter caderet. Quare ſi mobile, ſuâ gravitate perpendiculariter cadens, tempore AB percurrat ſpatium AK; tempore AC deſcendet per AL, & tempore AD per AM, eruntque ſpatia AK, AL, AM, ut quadrata temporum, hoc eſt ut quadrata rectarum AB, AC, AD, vel KF, LG, MH. At cum impetus ſecundum directionem horizonti parallelam idem ſemper maneat; (huic enim vis Gravitatis, quæ deorſum tantum corpora urget, minime contraria eſt) æqualiter promovebitur mobile ſecundum directionem horizonti parallelam, ac ſi Gravitas abeſſet: quare cum tempore AB percurrit mobile ſpatium æquale AB; cogente vero vi gravitatis deflectet à recta AB per ſpatium æquale AK, poſitaque BF æquali & parallela AK, in fine temporis AB erit Grave in F. Sic cum tempore AC percurrat mobile ſpatium, ſecundum directionem horizontalem, æquale AC, & in eo tempore deſcendat per ſpatium æquale AL, ſi fiat CG æqualis & parallela AL, in fine iſtius temporis erit mobile in G. Similiter cum tempore AD, ſecundum

TAB. 9. fig. 6.

directionem horizontalem promoveatur Grave per ſpatium æquale AD, accedente Gravitate deſcendat interim per ſpatium æquale AM, poſitaque DH æquali AM, in fine temporis AD erit mobile in H. Semitaque projecti erit in Curva AFGH: ſed quia quadrata rectarum KF, LG, MH ſunt interceptis AK, AL, AM proportionalia, erit curva illa AFGH ſemiparabola. Eſt itaque ſemita corporis Gravis ſecundum directionem AE projecti curva ſemiparabolica. Q. E. D.

LEMMA.

TAB. 9. fig. 7. *Sit* ADB *curva talis, ut demiſſa, ex quovis ejus puncto* C, *ad* AB *perpendiculari* CG, *rectangulum ſub* AG, GB *æquale ſit rectangulo ſub* CG, *& data recta* L, *erit curva illa Parabola.*

Biſecetur AB in E; & erigatur perpendicularis DE erit ex hypotheſi, rectangulum ſub DE & L: æquale rectangulo ſub AE, EB, ſeu AE quadrato = (per 5. El. ſecundi) rectangulo ſub AG & GB + GE quad. = CG × L + GE quad. = EF × L + CF quad. quare erit rectang. ſub DF & L æquale CF quadrato, quæ eſt proprietas Parabolæ. Si punctum *g* cadat in AB productam; quod fit ubi curva deſcendit infra AB, eadem Parabola erit locus puncti *c*; nam (per 6. El. ſecundi) eſt E*g* quad. = (*ec* quad. =) rectang. ſub A*g*, *g*B + EB quad. = L × *cg* + L × DE. = L × D*e*: quæ eſt proprietas parabolæ.

Cor. Eſt recta illa L latus rectum ſeu parameter Parabolæ.

THEOR. XLVIII.

Linea curva, quæ deſcribitur à Gravi, ſecundum directionem quamlibet ſurſum oblique projecto, parabolica eſt.

TAB. 9. fig. 8. Sit AF directio projectionis, utcunque ad horizontem AV inclinata. Sepoſita Gravitatis actione, mobile in eadem recta motum ſuum ſemper continuaret, per Legem naturæ primam, & ſpatia AB, AC, AD, temporibus proportionalia deſcriberet. At accedente Gravitate, à via AF continuo deflectere cogitur, & in curva moveri, dico hanc curvam eſſe Parabolam. Ponamus Grave perpendiculariter cadens, tem-

tempore AB percurrere ſpatium AQ, tempore vero AC ſpatium AR, & tempore AD ſpatium AS; erunt ſpatia AQ, AR, AS ut quadrata temporum, vel ut quadrata rectarum AB, AC, AD. Quoniam vero mobile vi inſitâ, excluſa gravitate, tempore AB percurreret ſpatium AB, Gravitate vero interim ſe exerente, deſcendit per ſpatium æquale AQ, liquet ſi in perpendiculo BG capiatur BM = AQ, locum Gravis in fine temporis AB, fore M. Similiter cum mobile, ex impetu primo impreſſo, tempore ut AC percurrere debet ſpatium AC, at ex vi Gravitatis per ſpatium = AR interim deſcendere cogitur; ſi capiatur in perpendiculo CN = AR, erit N locus mobilis in fine temporis AC. Sic etiam poſito ſpatio DO, in perpendiculo, æquali AS, erit O locus mobilis in fine temporis AD, & deviationes BM, CN, DO à recta AF temporibus AB, AC, AD ortæ, æquales erunt ſpatiis AQ, AR, AS; adeoque erunt, ut quadrata rectarum AB, AC, AD. Per A ducatur horizontalis recta AP, ſemitæ projecti occurrens in P. Ex P erigatur perpendiculum PE, lineæ directionis occurrens in E; & ob æquiangula triangula ABG, ACH, ADI, AEP, quadrata rectarum AB, AC, AD, AE proportionalia erunt quadratis rectarum AG, AH, AI, AP; adeoque deviationes BM, CN, DO, EP quadratis rectarum AG, AH, AI, AP, proportionales erunt. Rectis EP, AP tertia proportionalis ſit L recta; eritque (per 17. El. 6.) $L \times EP = AP$ quad. Eſt vero AP quad. : AG quad. :: EP : BM :: $L \times EP : L \times BM$, unde cum ſit $L \times EP = AP$ quad. erit $L \times BM = AG$ quad. Similiter erit $L \times CN = AH$ quad. & $L \times DO = AI$ quad. Quoniam autem eſt BG : AG :: (EP : AP :: ex hyp.) AP : L, erit $L \times BG = AG \times AP = AG \times AG + AG \times GP = AG$ quad. $+ AG \times GP$. Oſtenſum autem eſt $L \times BM = AG$ quad. quare erit $L \times BG - L \times BM = AG \times GP$, hoc eſt $L \times MG = AG \times GP$: ſimili ratiocinio erit $L \times NH = AH \times HP$, & $L \times OI = AI \times IP$, ſicut etiam $L \times VK = AV \times VP$. Quare per lemma præcedens, Curva AMNOPK in qua movetur projectum, erit Parabola. Q. E. D.

Cor. 1. Recta L eſt parabolæ latus rectum ad axem pertinens.

Cor. 2. Sit AH = HP & erit $L \times CN = AH$ quad. $= L \times NH$.

Unde erit NH $=$ CN; ac proinde recta AF linea directionis projecti Parabolam tanget (per Prop. 33. libri primi Conicorum *Apollonii.*)

Cor. 3. Quoniam est AP $=$ 2 AH; erit PE $=$ 2 CH $=$ 4 CN vel 4 NH.

Cor. 4. Si rectis PE, AE tertia proportionalis sit l, erit l latus rectum, seu parameter parabolæ ad diametrum AS pertinens. Nam quoniam PE, AE, l sunt continue proportionales, erit $l \times$ PE $=$ AE quadrato: est vero AE quad. ad AB quad. vel ad QM quad. : : PE : BM vel AQ : : $l \times$ PE : $l \times$ AQ : quare cum sit AE quad. $= l \times$ PE erit QM quad. $= l \times$ AQ. Quare erit l parameter ad diametrum AS pertinens.

Cor. 5. Est vero $l =$ PE $+$ L $=$ 4 NH $+$ L $=$ quadruplæ altitudini parabolæ $+$ L. Nam est $l \times$ PE $=$ AE quad. $=$ AP quad. $+$ PE quad. $=$ L $\times$ PE $+$ PE quad. $= \overline{\text{L} + \text{PE}} \times$ PE. Quare erit $l =$ L $+$ PE $=$ L $+$ 4 NH.

Cor. 6. Si tempora AB, BC, CD fiant æqualia; erunt spatia horizontalia AG, GH, HI æqualia; hoc est si Grave motu suo describat parabolam, æqualibus temporibus secundum directionem horizonti parallelam æqualiter promovebitur; & in singulis parabolæ punctis idem manebit impetus horizontalis, qui fuit ab initio motus.

TAB. 9. *fig.* 9. *Cor.* 7. Si mobile ex A projectum, secundum directionem AE, describat parabolam ACP; in puncto quolibet C, per legem naturæ primam, secundum tangentem CG egredi conabitur, cum omni ea velocitate quam in puncto C habet, & per solam Gravitatem in curva parabolica retinetur. Quod si aliud Grave ex C secundum directionem CG, ea velocitate projiciatur quam habuit Grave ex A projectum in eodem puncto C; Grave illud alterum eandem parabolam CP describet. In puncto enim C eadem est utriusque Gravis directio, eadem velocitas, & eadem Gravitatis vis: quare utriusque eadem erit semita.

Cor. 8. Hinc si Grave, deorsum secundum directionem ad horizontem obliquam, projiciatur; semita projecti erit Curva parabolica.

THEOR.

THEOR. XLIX.

Impetus projecti, in diversis Parabolæ punctis, sunt portiones tangentium inter duas rectas axi parallelas interceptæ.

Describat Grave parabolam ABL, quam tangant in punctis A & B rectæ AD, BE. Erunt impetus Gravis in punctis A & B, ut CD, EB portiones tangentium inter duas rectas axi parallelas interceptæ. Nam si à mobili in puncto A Gravitas auferatur sua, egrederetur in tangentem AC, eodem impetu quem habet in puncto A. Sic etiam mobile in B, amissa Gravitate, per tangentem BE procederet, cum omni velocitate quam in puncto B habet. Verum in punctis A & B idem manet impetus horizontalis, uti liquet (per Cor. 6. præcedentis Theor.) adeoque mobile in A egrediens per tangentem AD, & in B per tangentem BE, æqualibus temporibus per æqualia spatia secundum lationem horizontalem promovebitur. Æqualibus igitur temporibus percurruntur CD in tangente AD, & BE in tangente BE; sed velocitates, seu impetus mobilis, sunt ut spatia æqualibus temporibus percursa: quare impetus mobilis in A est ad ejusdem impetum in B ut CD ad BE. Q. E. D. TAB. 9. fig. 10.

Cor. Si A sit vertex parabolæ, & producatur tangens donec axi occurrat in G; erit impetus in A ad impetum in B ut ordinata BH ad tangentem BG; est enim CD : BE :: CF : BF (ob Triangula CBF BHG similia) :: BH : BG.

Defin. Sit ACF parabola, in cujus axe ultra verticem producto capiatur GA $= \frac{1}{4}$ lateris recti. Linea GA dicitur *Sublimitas Parabolæ.* Et si infra verticem capiatur AD $=$ AG, & ordinetur DC ad axem, erit DC $=$ 2AD vel 2AG: nam ex natura parabolæ rectangulum sub latere recto $=$ 4 AD & AD, hoc est 4 AD quad. $=$ est DC quad. adeoque erit 2 AD $=$ DC. TAB. 10. fig. 1.

THEOR. L.

Si Grave ex Sublimitate Parabolæ decidat ad verticem usque, motusque cadendo acquisitus, reflexione aliqua aut alio quovis modo, in horizontalem mutetur, ita ut de novo, Grave incipiat motum deorsum; Grave projectum ipsam Parabolam describet.

Cadat

TAB. 10. fig. 1. Cadat Grave ex puncto G sublimitate parabolæ ACF, & in A, per reflexionem aut aliam quamvis causam, motus cadendo acquisitus in horizontalem per ABE mutetur; Vel quod idem est, projiciatur Grave secundum directionem AE, ea velocitate quæ acquiritur cadendo per GA: dico Grave illud parabolam ACF motu suo describere. Sit AD = AG, eritque DC = 2 AG. Ducatur CB ipsi AD parallela. Et ex alio quovis parabolæ puncto F ducantur FH ad AE, & FE ad HA parallelæ. Si abesset Gravitas, mobile secundum directionem AE projectum, velocitate quæ acquiritur cadendo ex G in A, eodem tempore per duplum GA latum esset; adeoque in eo tempore describeret AB = DC = 2GA. Sed mobile, ob vim Gravitatis, incipiens in puncto A de novo descendere, in eodem tempore cadet per spatium BC = AG. Quare motu suo transibit per punctum C in parabola. Porro supponatur mobile motu horizontali, (abstrahendo ab illo qui ex Gravitate oritur) quodam tempore pervenisse in E, ultra vel citra B; cumque motus secundum directionem horizonti parallelam æquabilis maneat, erunt AB AE, ut tempora quibus percurruntur. Sed descensus sive deviationes mobilis à recta AE, sunt ut quadrata temporum, quibus fiunt: quare ob BC, EF quadratis rectarum AB, AE proportionales, cum C est locus Gravis in fine temporis AB, erit F ejusdem locus in fine temporis AE; atque sic semper Grave in parabola ACF reperietur.

Cor. Hinc Gravis, parabolam quamvis describentis, velocitas in vertice, est ea quæ acquiritur cadendo ex Sublimitate parabolæ.

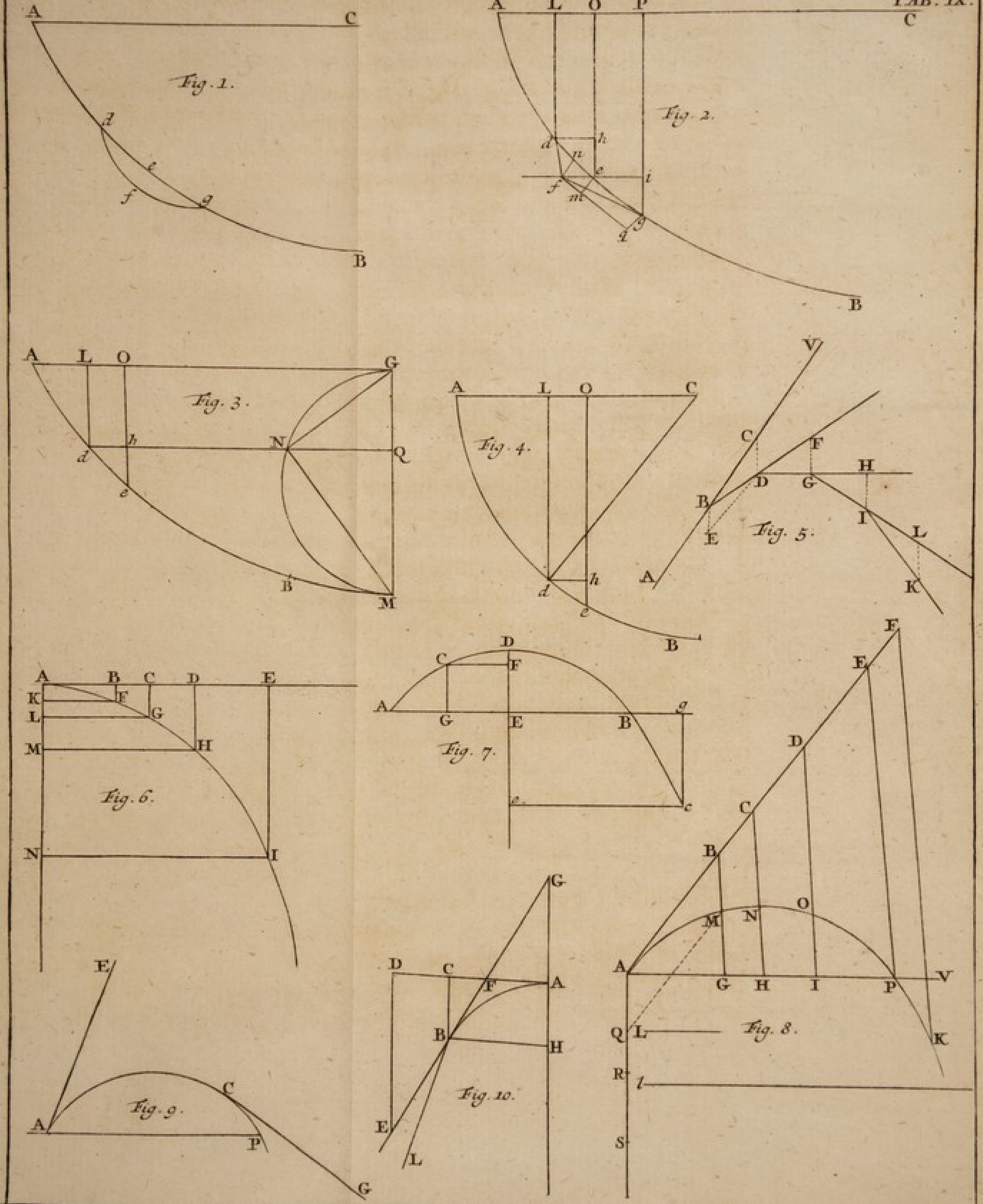
LEMMA.

TAB. 10. fig. 2. *Sit* BA *Parabola cujus axis* AF, *sublimitas* AG, *tangens quælibet* BC, *ordinatim applicata* BF: *erit* BF. *quad.*: BC *quad.*:: GA: GF.

Est enim (per 33. Libri primi Conicorum Apollonii CF = 2 AF; & ex natura parabolæ 4 GA × AF = BF quad. quare erit BF quad.: BC quad.:: 4 GA × AF: 4 GA × AF + CF quad. :: 4 GA × AF: 4 GA × AF + 4 AF quad. :: GA: GA + AF vel GF. Q. E. D.

THEOR.

TAB. IX.



THEOR. LI.

Grave directe sursum projectum, eodem impetu quo aliud Grave oblique projicitur, ascendet ad altitudinem æqualem altitudini & sublimitati simul sumptis, ejus parabolæ quam oblique projectum motu suo describet.

Projiciatur ex B secundum directionem BC Grave, motu suo describens parabolam BAM, cujus axis AF, vertex A, sublimitas GA. Dico si idem vel aliud Grave, æquali impetu ex B projiciatur directe sursum, illud ascendere ad L, ut sit BL æqualis FG altitudini & sublimitati parabolæ simul sumptis. Per Cor. Theor. 49. Impetus Gravis in B est ad ejusdem impetum in A, ut BC ad BF; sed impetus acquisitus cadendo ex G in F, est ad impetum acquisitum cadendo ex G in A, in subduplicata ratione GF ad GA, hoc est (ob BC quad. : BF quad. :: GF : GA) ut BC ad BF. Quare erit impetus in B ad impetum in A, ut impetus acquisitus cadendo ex G in F ad impetum acquisitum cadendo ex G in A; sed impetus Gravis in vertice A est is qui acquiritur cadendo ex G in A; quare ejusdem impetus, seu velocitas, in B est ea quæ acquiritur cadendo ex G in F, sive ex L in B, quæ altitudo æqualis est altitudini & sublimitati parabolæ simul sumptis; sed Grave sursum directe projectum eodem impetu ascendet ad L: quare si Grave directe sursum projiciatur, eo impetu quem habet illud Grave describens parabolam BAM in eodem puncto B; ascendet ad altitudinem æqualem altitudini & sublimitati parabolæ simul sumptis. Q. E. D. TAB. 19. fig. 3.

Cor. 1. Si Grave cadat ex L in B, & manente impetu casu acquisito, reflectione aliqua aut simili quovis modo, mutetur directio motus in rectam BC vel BN, ita ut Grave de novo incipiat descendere; Grave motu suo parabolam SBAM describet.

Cor. 2. Impetus in quovis parabolæ puncto B, est is qui acquiritur cadendo per quartam partem lateris recti pertinentis ad diametrum quæ per punctum illud ducitur. Est enim $LB = \frac{1}{4} L + KB$. Quare erit $4 LB = L + 4 KB =$ lateri recto quod ad diametrum per B transeuntem pertinet, ut constat ex Cor. 5. Theor. 48.

Jactis fundamentis Doctrinæ de Gravium projectione, antequam ad solutionem sequentium problematum accedamus; convenit ut modum ostendamus, quo Tormenta bellica, secundum quemlibet elevationis Gradum, dirigantur. Directio autem *Bombardi* eadem censenda est, cum directione vacui seu animæ ejusdem; nam accenso pulvere pyrio, Globus emittitur secundum concavitatem *Bombardi* vel *Mortarii:* & nisi adesset Gravitas, in illa recta producta pergeret, adeoque recta illa Tormenti directio est.

Quare ut tormentum ad scopum dirigatur, non collimandum est secundum exterius metallum, cum Tormenta crassiora sunt versus caudam quam juxta orificium, quod maxima eorum resistentia fieri debet in ea parte, quæ patitur maxime à pulvere pyrio; unde ut facillime dirigatur tormentum, additur aliquid orificio, (quod *Dispart* vocatur) ut ejus crassities æquetur crassitiei caudæ: collimatur deinceps per rectam animæ *Bombardi* parallelam, atque modo prædicto Tormenta rectà ad scopum diriguntur cum muri dejiciendi sunt, aut aliud quidvis efficiendum, ubi magnus requiritur impetus, & scopus non distat ultra 200 passus, & tormentum satis magnum est: in talibus jactibus præter mox dicta, & experientiam de concedendo cuique Tormento debitam pulveris pyrii quantitatem & Globo congruam, nullum insuper artificium requiritur. Verum cum sæpissime arces aut hostes impetendi sunt, qui ob nimiam distantiam rectà collimando attingi non possunt, vel ubi urbium tecta per *Bombas* cadentes perrumpenda & ædes accendendæ sunt; elevanda est machina Bellica, angulo ad horizontem incli-
TAB. 10. fig. 4. nato: in quem finem opus erit regula ABCD cui adhæret parallelogrammum BEFD, in quo semicirculus in suos gradus divisus inscriptus; ex cujus centro dependet filum pondere instructum: extremum autem regulæ A in os machinæ inserendum est, & in situ ad ejus axem parallelo regula detinenda est, atque sic attollendum aut deprimendum est Tormentum, donec perpendiculum CQ attingat, in semicirculi

lim-

limbo, punctum K, gradum ſcil. elevationis deſideratæ, ab L verſus B numerandum. Patet autem angulum LCK æqualem eſſe angulo CMN elevationis machinæ; quia angulus MCN eſt utriuſque complementum ad rectum. Sæpe parallelogrammo BEFD ſolum utuntur abſque regula, & latus BE ad os machinæ applicant, quo fit ut perpendiculum CQ oſtendat gradum elevationis.

Defin. Per Impetum perpendiculo quovis AB deſignatum, intelligimus impetum requiſitum ad projiciendum Grave propoſitum ex A ad altiſſimum punctum B perpendiculi AB, ſive quod idem eſt, impetum acquiſitum cadendo ex B in A; neque enim alia ratione impetus ſub certa & univerſali regula cadere poteſt, quam illum hoc modo per ſpatia determinando. TAB. 10. fig. 5.

PROBL. VIII.

Dato impetu BA, *hoc eſt quantus eſt naturaliter cadentis ex* B *in* A, *dataque directione* AI, *ſeu angulo Elevationis* DAI; *oportet projectionis amplitudinem, altitudinem, totamque futuræ projectionis ſemitam reperire.* TAB. 10. fig. 5.

Ducantur ex A & B horizontales lineæ AD, BL; Supra diametrum AB fiat ſemicirculus AFB, qui lineam directionis AI ſecet in F; per F ducatur horizonti parallela EF, & producatur ad G, ita ut ſit GF = EF: itemque per G agatur perpendiculum LGD; vertice G per A deſcribatur parabola AGK; dico hanc eſſe ſemitam projecti, cujus directio eſt AI, & impetus AB; adeoque DG ſive AE erit projectionis altitudo. Dupla AD ſive quadrupla EF erit ejuſdem amplitudo ſive jactus integer horizontalis, & BE ſive LG erit ejuſdem parabolæ ſublimitas. In triangulis AEF, IGF, ob angulos ad E & G rectos, & angulos AFE, GFI ad verticem æquales, item EF = GF, erit IG = AE = DG, ac proinde recta AI tanget parabolam. Et quoniam eſt AD = EG = 2 EF; erit AD quad. = 4 EF quad. = 4 BE × EA = 4 LG × GD = rectangulo ſub latere recto & GD; quare erit 4 LG = lateri recto parabolæ, unde erit LG ejuſdem parabolæ ſublimitas: quare (per Cor. 1. Theor. 51.) ſi Grave decidat ex B in A, & impetu caſu acquiſito

 ſe-

ſecundum directionem AI projiciatur, parabolam AGK deſcribet.

TAB. 10. fig. 6. *Cor.* Hinc manifeſtum eſt ex dato alicujus machinæ impetu AB, circa quem deſcriptus ſit ſemicirculus ADB, dari altitudines & amplitudines omnium projectionum, quæ ab eadem machina fieri poſſunt. Exempli gratia, manente ſemper eodem impetu AB, projectio facta ſecundum directionem AE, habet altitudinem AF, & amplitudinem quadruplam ipſius EF; ſimiliter jactus facti ſecundum directionem AD altitudo erit AG, & amplitudo quadrupla ipſius GD; & ſic de cæteris. Unde ſi angulus elevationis DAK ſit ſemirectus, erit quadrupla GD amplitudo omnium maxima quæ eodem impetu fieri poſſunt; & amplitudines projectionum æqualiter à projectione ſemirecta diſtantium, verbi gratia ſecundum rectas AE, AC, (poſitis angulis DAE, DAC æqualibus) nimirum quadrupla EF & quadrupla HC, erunt æquales. Erit præterea projectionis ſemirectæ amplitudo $4 GD = 4 GB$ = lateri recto parabolæ. Projectio vero perpendicularis ſurſum, hoc eſt impetus projectionis, æquabitur dimidiæ amplitudini projectionis ſemirectæ eodem impetu factæ. Denique ad æquales jactus in plano horizontali faciendos, minor requiritur impetus in projectione ſemirecta: ſi enim non ſit minor impetu alterius projectionis, ſecundum aliam directionem factæ, erit amplitudo projectionis ſemirectæ major amplitudine alterius iſtius projectionis.

Cor. 2. Quoniam AK tangit circulum, erit (per 32. Elementi tertii) angulus $ABE = EAK$ angulo elevationis; ac proinde eſt angulus AGE ipſius EAK duplus: quare poſito GA dimidio impetus pro radio, erit EF quarta pars amplitudinis, ſinus dupli anguli elevationis; & AF altitudo projectionis, erit arcus AE ſeu dupli anguli elevationis ſinus verſus; & FB parabolæ ſublimitas erit ſinus verſus arcus BE, ſeu complementi dupli anguli elevationis ad duos rectos.

PROBL. IX.

TAB. 10 fig. 7. *Datis amplitudine* AK *& angulo directionis* CAK; *invenire projectionis impetum & altitudinem* AI.

Ca-

Capiatur AD pars quarta amplitudinis; & erigantur perpendicula DC, AB; fiatque angulus ACB rectus. Dico AB esse projectionis impetum, & DC esse ejusdem altitudinem. Nam quoniam angulus ACB rectus est, semicirculus diametro AB descriptus transibit per C; unde per Corol. 1. Problematis præcedentis, projectio cujus directio AC & impetus AB, motu suo describet parabolam AMK, cujus altitudo est DC vel AI, & quarta pars amplitudinis est AD; quare vicissim projectum cujus directio est AC & quarta pars amplitudinis AD, impetum habebit AB, & altitudinem DC. Q. E. D.

Cor. 1. Hinc ex dato cujusvis machinæ quovis jactu horizontali, è data elevatione facto; reperire licet altitudinem jactus perpendiculariter sursum facti, nimirum machinæ impetum, qui quidem, in majoribus Tormentis, excedit quamlibet perpendicularem altitudinem, ad quam ascendere hominibus conceditur. Dato vero impetu, dabitur amplitudo & altitudo jactus ex alia quavis elevatione facti; unde dignosci potest num dato Tormento scopus, cujus distantia cognita est, attingi poterit.

Cor. 2. Si AD, quarta pars amplitudinis, ponatur radius, erit altitudo DC tangens anguli elevationis. Ut scopus, in data distantia horizontali percutiatur, præstat eundem semper retinere angulum directionis, semirectum nempe, & impetum augere vel minuere, donec scopus attingatur. Nam machinâ ad hunc angulum elevatâ, minimus requiritur impetus ad scopum feriendum; adeoque in hisce jactibus faciendis maxime pulveri pyrio parcitur: Accedit quod circa hanc elevationem jactus sit omnium certissimus; cum error unius aut duorum graduum vix sensibilem in projectione producet errorem.

PROBL. X.

Datis impetu & amplitudine, invenire directionem & altitudinem jactus.

Sit impetus AB; quarta pars amplitudinis datæ, sit AD. TAB. II. fig. 1.
Supra diametrum AB, describatur semicirculus ACEB, & e-

rigatur normalis DCE, ſemicirculum ſecans in punctis C & E: Dico utramque directionem, ſive AC ſive AE, parabolam deſignare, cujus amplitudo erit AK, quadrupla AD. Nam projectiones factæ cum impetu AB, juxta directionem AC vel AE, amplitudinem habent AK quadruplam ipſius FC, vel GE, (per Probl. 8.) altitudo vero poteſt eſſe vel AF vel AG; ut patet. Quod ſi normalis DC, circulo in unico puncto occurrat, hoc eſt ipſum tangat, parabola unica erit deſcripta, projectione ſemirecta, & amplitudo propoſita erit maxima quam dato impetu attingere licet. Si perpendicularis DC ſemicirculo non occurrat, problema erit impoſſibile.

Cor. Si habeatur machinæ cujuſvis impetus, (inventus per Cor. 1. Probl. præcedentis, ex quovis jactu horizontali) licebit ope hujus Probl. talem machinæ tribuere directionem, ut ſcopus in data diſtantia horizontali poſitus feriatur, & ex duabus directionibus propoſito aptis, à directione ſemirecta æqualiter remotis, magis idoneam eligere.

SCHOLIUM.

Præcedentium trium Problematum converſa, ex ſupradictis facillime & nullo negotio ſolvuntur; ſcil. ex data altitudine & amplitudine, impetum & directionem invenire. Item ex datis impetu & altitudine, directionem & amplitudinem invenire, & denique datis directione & altitudine, amplitudinem invenire: ita ut hiſce diutius immorari inutile ſit.

PROBL. XI.

Propoſitum ſit, rationem invenire inter durationem projectionis factæ perpendiculariter ſurſum, & alterius cujuſvis cujus idem eſt impetus.

TAB. 10. fig. 8. Sit AF projecti impetus, ſive projectio ſurſum facta, & ABC projectio ex alia qualibet elevatione AG. Circa diametrum AF, deſcribatur ſemicirculus, directionem AG ſecans in G: dico durationem projectionis directe ſurſum, ſive tempus aſcenſus per AF, & deſcenſus per eandem, eſſe ad durationem projectionis in parabola ABC, ſicut AF ad AG. Tempus

pus lationis ex A in B, æquale eſt tempori lationis ex B in C: adeoque tempus per ABC duplum eſt temporis lationis ex B in C; ſed tempus lationis ex B in C æquale eſt tempori deſcenſus liberi in perpendiculo BD; quoniam motus progreſſivus nullo modo impedit deſcenſum à gravitate oriundum: adeoque tempus projectionis per ABC duplum eſt temporis deſcenſus per BD, vel per æqualem EA; ſic etiam tempus aſcenſus & deſcenſus per FA, ſive tempus projectionis directe ſurſum, duplum eſt temporis deſcenſus per FA: quare tempus projectionis ſurſum erit ad tempus projectionis in parabola ABC, ut tempus deſcenſus per FA ad tempus deſcenſus per EA, hoc eſt in ſubduplicata ratione FA ad EA, vel ob FA, AG, EA continue proportionales, ut FA ad AG. Q. E. D.

Cor. Durationes projectionum, pari impetu, ſecundum diverſas directiones AG, AH factarum, ſunt in ratione chordarum AG, AH. Quod ſi AF ponatur radius, erit AG ſinus anguli AFG; qui æqualis eſt angulo elevationis machinæ; adeoque eſt tempus projectionis directe ſurſum ad tempus projectionis in parabola, ut radius ad ſinum anguli directionis.

SCHOLIUM.

Omnia Problemata circa Gravium projectiones, in plano horizontali factas; ope Tabularum Sinuum & Tangentium facillime reſolvuntur.

Proponatur AK, amplitudo horizontalis alicujus Tormenti majoris, ad datum angulum CAK elevati; quæritur altitudo projectionis, & machinæ impetus. In triangulo ADC, fiat ut radius ad tangentem anguli elevationis, ita AD quarta pars amplitudinis datæ, ad altitudinem DC; item fiat ut ſinus anguli elevationis ad radium, ita altitudo inventa DC ad AC, quæ proinde dabitur; & in rectangulo triangulo BCA, fiat ut ſinus anguli ABC (qui æqualis eſt elevationis angulo,) ad radium, ita AC ad AB impetum, qui proinde innoteſcet. Dato vero impetu, dabitur tempus projectionis perpendicularis. Eſt vero tempus projectionis perpendicularis ad tempus projectionis ſecundum AC, ut AB ad AC; ſive ut radius TAB. 10. *fig.* 7.

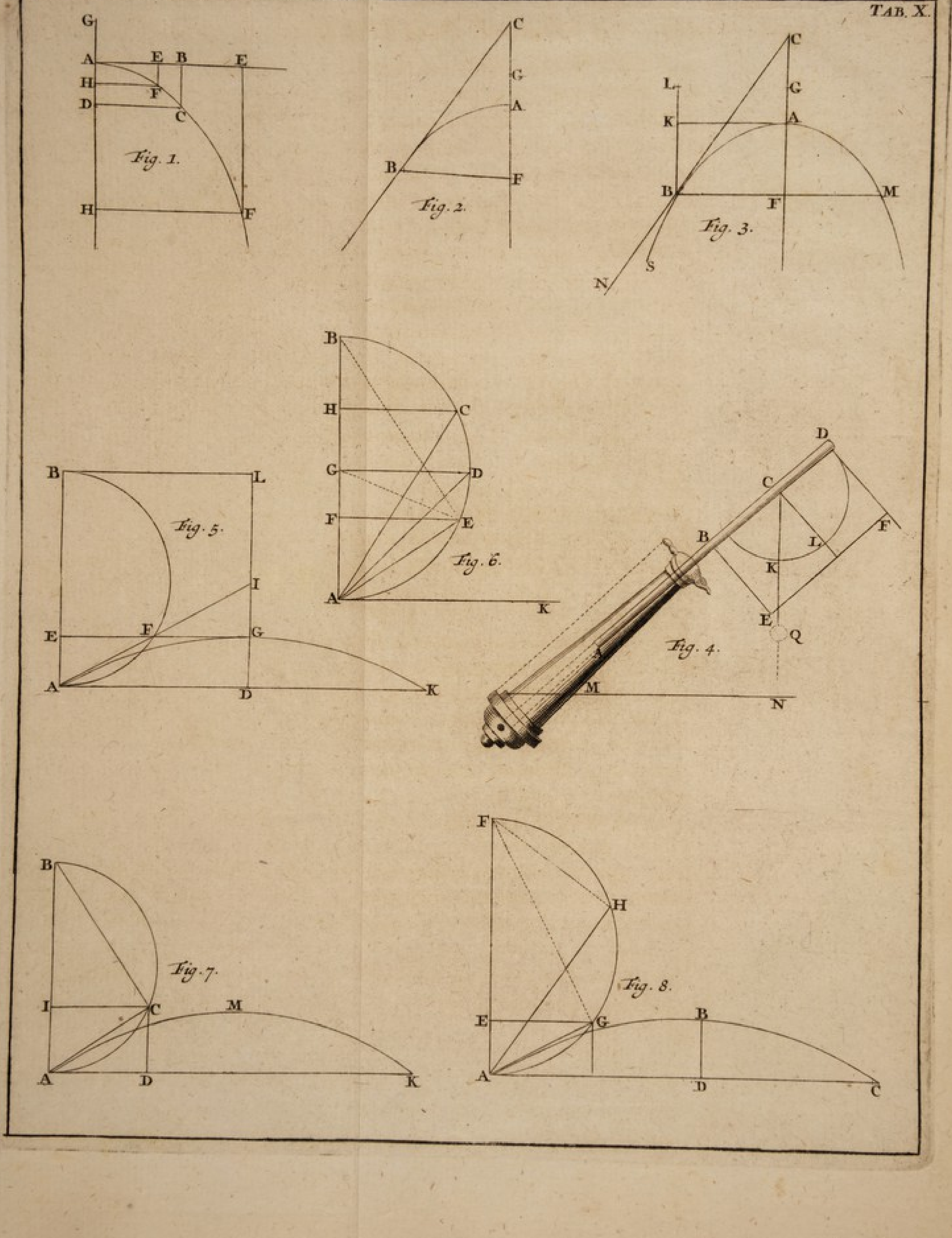
ad

ad finum anguli elevationis; ac proinde, per tabulas Sinuum, tempus projectionis fecundum AC innotefcet. Hinc etiam, ex dato tempore projectionis cujufvis, fecundum datam elevationem factæ, dabitur tempus alterius cujufvis projectionis, eodem impetu factæ. Eft enim ut finus elevationis projectionis, cujus tempus eft notum, ad finum alterius elevationis, ita tempus notum projectionis unius ad tempus alterius, quod proinde notum erit. Ex data vero amplitudine unius projectionis, fecundum datam directionem factæ, dabitur amplitudo projectionis fecundum aliam quamvis directionem factæ. Nam pofito dimidio impetus pro radio, quarta pars amplitudinis eft finus dupli anguli elevationis, ac proinde amplitudines funt ut horum angulorum finus. Quare fi innotefcat amplitudo fecundum directionem AG, dabitur amplitudo fecundum directio-
TAB. 10 *fig.* 8.
nem AH; fiat enim ut finus dupli anguli CAG ad finum dupli anguli HAC, ita amplitudo projectionis fecundum AG ad amplitudinem projectionis fecundum directionem AH. Quod fi ex datis impetu & amplitudine horizontali, quæratur elevatio correfpondens; illa ex eodem principio facile innotefcet. Nam conftat ex Cor. 1. Probl. 8. duplum impetus effe amplitudinem projectionis femirectæ. Sed finus elevationum duplicatarum funt ut amplitudines; quare fiat ut duplum impetus ad amplitudinem datam, ita finus dupli anguli femirecti, hoc eft finus nonaginta graduum feu radius, ad alium; qui erit finus duorum arcuum, quorum unus eft alterius complementum ad femicirculum: atque hi duo arcus dimidiati dabunt duas elevationes, quibus data amplitudo attingi poteft.

Non femper Tormenta bellica ita explodenda funt, ut globus præcife in eodem horizontali plano incidat; fed fæpe fcopus eft altior Tormento, aut depreffior: quare in fequenti Problemate methodus tradenda eft, qua fcopus fupra vel infra horizontem, attingendus eft.

PRO-

TAB. X.




X

PROBL. XII.

Data basi Parabolæ, unoque puncto per quod ipsa transit; directionem, semitam & impetum projectionis invenire.

Sit AC basis Parabolæ, & punctum B scopus feriendus: ex B in AC demittatur perpendicularis BD; rectis BD, AD, DC quarta proportionalis capiatur L; erit L latus rectum parabolæ: bisecetur AC in E, & ex E erigatur perpendiculum EF; rectis L & AE tertia proportionalis sit EG; erit G vertex parabolæ: & si producatur EG, ita ut sit GF=GE, & ducatur AF, erit FAE angulus directionis machinæ. Estque impetus quo projiciendum est Grave, æqualis EG + $\frac{1}{4}$ L. Quoniam est BD ad AD ut DC ad L, erit L × BD = rectangulo sub AD & DC, adeoque (per Cor. 1. Theor. 48.) est L latus rectum parabolæ per B transeuntis, cujus basis est AC. Et quoniam L, AE, EG proportionales sunt, erit L × EG = AE quad. adeoque erit G vertex parabolæ. Vertice igitur G & latere recto L descripta parabola erit semita projectionis Gravis, quod punctum B feriet. Estque impetus projectionis æqualis EG + $\frac{1}{4}$ L; angulus vero elevationis est FAE. Q. E. I. TAB. 11. fig. 2.

Eodem modo procedendum est, si punctum *b* sit infra horizontem: si enim ex *b* in AC productam demittatur perpendicularis *bd*, & ipsis *bd*, A*d*, *d*C quarta proportionalis capiatur L, erit L latus rectum parabolæ per *b* transeuntis.

Cor. Posito AE radio, erit EF, vel dupla EG, tangens anguli elevationis; adeoque si fiat ut AE data ad datam EF, ita radius ad tangentem anguli FAE, dabitur angulus elevationis.

PROBL. XIII.

Dato impetu, invenire directionem secundum quam projectum Grave datum punctum quodvis attingat.

Sit impetus datus M, punctum per quod transire debet projectum sit B, cujus distantia AB a puncto A datur: ex B in horizontalem AC demittatur perpendicularis BD, in qua producta capiatur DG = 2 M & centro G intervallo GB describatur circulus quem in B tanget recta BK = AB: ex K super BK erigatur perpendicularis KH circulo in duobus punctis H, H TAB. 11. fig. 3.

occurrens, ex quibus in diametrum LB demittantur perpendiculares HE, HE, ducanturque rectæ AE, AE, quæ erunt duæ directiones propoſito ſatisfacientes; hoc eſt, projectum ſecundum directionem AE emiſſum cum impetu M, per punctum B tranſibit. Eſt enim AD quad. + BD quad. = AB quad. = BK quad. = EH quad. = (ex natura circuli) LE × EB = LB × EB − EB quad. = $\overline{4M - 2DB}$ × EB − EB quad. quare erit 4M × EB = (AD quad. + BD quad. + 2DB × EB + EB quad. = AD quad. + DE quad. =) AE quad. Sed parabola deſcripta à Gravi ſecundum directionem AE projecto, cum impetu M, ita ſecabit rectam DE, ut ſit 4M × EB = AE quad. (uti patet ex Cor. 2. Theor. 51.) quare punctum B eſt in eadem parabola: & Grave, cum impetu M ſecundum directionem AE projectum, per B tranſibit. Q. E. D.

TAB. 11. *fig.* 4. *Cor.* Si HK in uno ſolummodo puncto, circulo occurrat; hoc eſt, ſi circulum tangat; unica erit directio propoſito inſerviens. Quod ſi non omnino circulo occurrat, Problema erit impoſſibile, hoc eſt, punctum B dato impetu attingi non poteſt. Adeoque ſi KH circulum tangat, erit impetus ille omnium minimus, quo datum punctum attingi poteſt. Eritque in eo caſu BK ſeu AB = BE vel BG = 2M − DB, adeoque BE + BD ſeu DE = 2M, impetus igitur minimus, quo datum punctum attingi poteſt, æqualis erit dimidiæ DE = $\frac{AB + BD}{2}$: & poſito DA radio, erit DE tangens anguli EAD, hoc eſt anguli elevationis. Quare ſi fiat ut AD ad DE, ſive ad AB + BD; ita radius ad quartam proportionalem; dabitur tangens anguli directionis, ſecundum quam ſi fiat projectio, impetu omnium minimo attingitur punctum B.

Sed angulus ille directionis facilius multo habetur, biſecando angulum NAB, perpendiculo AN & recta AB comprehenſum. Recta enim AE, hunc angulum biſecans, erit projectionis directio. Nam quoniam impetus eſt minimus, erit AB æqualis EB; ac proinde angulus BAE æqualis erit angulo BEA = NAE (ob DE, AN parallelas;) adeoque directio pro-

projectionis impetu minimo factæ, angulum NAB bifecabit. Quare fi Tormento figatur fpeculum, cujus planum perpendiculare fit ipfius Tormenti axi feu lineæ directionis; radius incidens BA in perpendiculum AN reflectetur, atque ope hujus fpeculi nullo negotio dirigetur Tormentum ut fcopus impetu minimo attingatur. Elevanda enim aut deprimenda eft machina, quoad imago puncti B, facta per fpeculum planum, in perpendiculo NA videatur: nam ob angulum BAE incidentiæ æqualem angulo reflectionis NAE, erit angulus NAB bifectus, ac AE erit directio machinæ, cum punctum B impetu minimo attingendum eft.

CLARISSIMI HUGENII THEOREMATA DE VI CENTRIFUGA ET MOTU CIRCULARI DEMONSTRATA.

Sequentium Theorematum demonstrationes, primus ego literato orbi impertivi; auctor enim absque demonstratione illa emiserat: Postea vero à Gallis *quibusdam eadem Theoremata, sed mutato ordine, demonstrata sunt; & nunc ipsius Auctoris demonstrationes concinnæ admodum, nostris vero prolixiores, inter ejus opera posthuma prostant. Cum vero scientiæ de Motu partem haud ignobilem constituunt hæc Theoremata, placuit ipsorum demonstrationes huic rursus operi annectere; ut videat Respublica literaria quantum Philosophia Mechanica per Geometriam promovenda sit.*

Defin. I. Vis centripeta est vis illa, quâ mobile aliquod de motu rectilineo continuò retrahitur, & versus centrum aliquod perpetuò urgetur. Nam cum juxta satis notam naturæ legem, Corpus omne semel motum, secundum eandem rectam semper uniformiter progredi nitatur, patet nullum mobile posse orbitam aliquam motu suo describere, nisi
TAB. 11. *fig.* 5. vi quadam in orbitâ illâ detineatur. *Ex. gr.* Rotetur mobile uniformi cum motu in peripheria circuli ACE; quod ubi ad A pervenit, sublatâ vi illâ qua in orbita detinetur, progrederetur secundum Tangentem AB, & in infinitum ex-

cur-

curreret: quo itaque in peripheria detineatur, opus eſt ut vis aliqua continuo agat, quæque æquipolleat vi in A agenti corpus verſus D per ſpatium æquale BC, interea dum mobile vi inſitâ per ſpatium indefinite exiguum AB progrederetur: nam hac ratione hiſce viribus conjunctis deſcribet mobile lineam AC (per *Theor.* 30.) Vis hæc, ſive ſit actio fili detinentis, ſive cohærentia cum alio corpore gyrante, ſive oriatur à Gravitate aut attractione quacunque, Vis Centripeta dici poteſt.

2. Vis Centrifuga eſt Reactio ſeu reſiſtentia quam exercet mobile ne à viâ ſuâ deflectere cogatur, quaque motum ſuum in eadem directione continuare conatur; eſtque, uti Reactio actioni, vi centripetæ ſemper æqualis & contraria: ea ex vi inertiæ materiæ oritur, & cum corpus in peripheria circuli gyrans, ope fili ne excurrat detinetur; per vim illam centrifugam tenditur filum, quod filum eodem relaxandi ſe conatu æqualiter urgebit corpus verſus centrum, & centrum verſus corpus.

Cum vis centripeta proportionalis eſt ſpatio quod corpus urgenti illâ vi in dato tempore deſcribit, liquet tam vim centripetam quam centrifugam poſſe per lineolas naſcentes BC vel *bc* repræſentari: nam dum corpus Tangentem AB indefinite exiguam deſcribit, ſpatium quod urgente vi centripetâ interea percurret, erit æquale BC. Demonſtravimus autem (*Lect.* 4ta.) in lineolis naſcentibus ſeu infinite parvis AB, AC, eſſe BC, infinite minorem AB vel AC unde vis centripeta vel centrifuga erit infinite minor quam vis inſita ſeu excurſoria AB.

L E M M A.

In circulo ſubtenſæ anguli contactus evaneſcentes ſive infinite parvæ ſunt in duplicatâ ratione arcuum conterminorum.

Sint arcus illi AC, A*c*; ſubtenſæ ad tangentem perpendiculares, BC, *bc*; ducatur diameter AD, & ad diametrum perpendiculares C*m*, *cn*; & erit BC : *bc* :: A*m* : A*n* :: A*m* $\times$ AD : A*n* $\times$ AD. Eſt vero (per 8. E. 6.) AD : AC :: AC : A*m*, & AD : A*c* :: A*c* : A*n*; quare erit AD $\times$ A*m* = AC*q* & AD $\times$ TAB. 11. *fig.* 6.

 A*n*

$AN = ACq$: Quare eſt etiam $BC : bc :: ACq : Acq$. Q. E. D.

Cor. Hinc eſt $BC = \frac{ACq}{AD}$

Hoc Lemma in omnibus curvis primi generis univerſaliter demonſtravit egregius Newtonus.

THEOR. I.

Si duo mobilia æqualia, æqualibus temporibus, circumferentias inæquales percurrant; erit vis centrifuga in majori circumferentia ad eam quæ in minore, ſicut ipſæ inter ſe circumferentiæ vel earum Diametri.

TAB. 11. *fig.* 7. Percurrat mobile A circumferentiam ACH, & eodem tempore mobile *a* circumferentiam *ach*, ſintque AC, *ac*, arcus minimi ſimul deſcripti. Quia utraque peripheria æquali tempore percurritur, arcus illi erunt ſimiles, & proinde figura ABC ſimilis erit figuræ *abc*; quare $BC : bc :: AC : ac ::$ periph. ACH : periph. *ach*. Sed conſtat, ex ſuperiore definitione, eſſe vim centrifugam mobilis A ad vim centrifugam mobilis *a* ut BC ad *bc*. Quare erit vis centrifuga mobilis A ad vim centrifugam mobilis *a* ut periph. ACH ad periph. *ach*, ſive ut illius diameter ad diametrum hujus. Q. E. D.

Cor. Hinc vice verſa, ſi vires centrifugæ ſint ut diametri, tempora periodica erunt æqualia.

THEOR. II.

Si duo mobilia æqualia æquali celeritate ferantur in circumferentiis inæqualibus, erunt eorum vires centrifugæ in ratione contraria diametrorum.

TAB. 12. *fig.* 1. Sint AC, *ac* arcus minimi ſimul deſcripti, qui ob æqualem in utroque mobili velocitatem, æquales erunt. Fiat arcus A*m* ſimilis arcui *ac* & ducatur *lm* ad BC parallela; & erit vis centrifuga in majori circumferentia ad eam quæ eſt in minore ut lineola naſcens BC ad naſcentem *bc*: ſed eſt BC ad *bc* in ratione compoſita ex BC ad *lm* & *lm* ad *bc*; & ex præcedenti lemmate eſt BC ad *lm* ut AC*q* ad A*mq*, & eſt *lm* ad *bc* ut A*m* ad *ac* vel AC. Quare erit $BC : bc :: ACq : Amq + Am : ac :: ACq : Amq + Amq : Am \times ac :: ACq$ vel

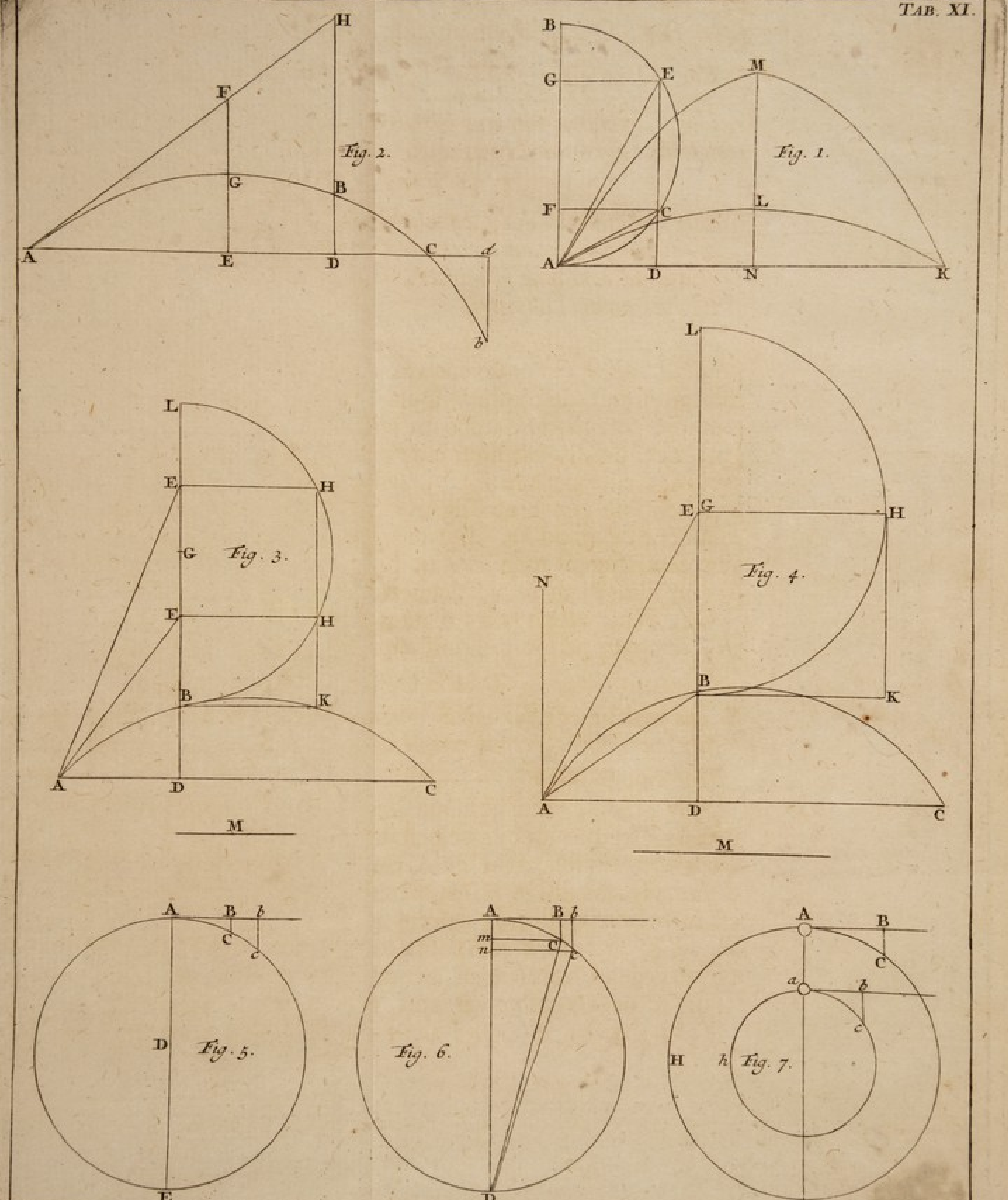


Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 4.
M
M
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

vel acq: $AM \times ac :: ac : AM$, hoc eſt, ut tota periph. ach ad totam periph. ACH, ſive ut diameter ah ad diametrum AH. Q. E. D.

THEOR. III.

Si duo mobilia æqualia in circumferentiis æqualibus ferantur, ſed utraque motu æquabili, (qualem in his omnibus intelligi volumus) erit vis centrifuga velocioris ad vim tardioris in ratione duplicata celeritatum.

Sunt enim vires centrifugæ ut ſubtenſæ evaneſcentes anguli contactus quæ (per hactenus demonſtrata) in eodem vel æqualibus circulis ſunt in duplicata ratione arcuum contermi- norum: ſed arcus contermini, cum ſint ſpatia ſimul deſcripta, ſunt ut velocitates; quare vires centrifugæ ſunt in duplicata ratione velocitatum. Q. E. D.

THEOR. IV.

Si mobilia duo æqualia in circumferentiis inæqualibus circumlata, vim centrifugam æqualem habuerint; erit tempus circuitus in majori circumferentia, ad tempus circuitus in minori, in ſubduplicata ratione diametrorum.

Sint AC, ac, arcus minimi ſimul deſcripti; Quia vires centrifugæ æquales ſunt, erit $BC = bc$. Dicatur tempus quo deſcribitur periph. ACH, T, & tempus quo deſcribitur periph. ach, t: fiat arcus Am ſimilis arcui ac, & ponamus mobile aliquod eodem tempore percurrere circumferentiam ACHA quo percurritur circumferentia $acha$; & in eo caſu arcus in utraque peripheria ſimul deſcripti erunt Am, ac: ſed eſt velocitas mobilis in dato aliquo tempore percurrentis arcum Am, ad velocitatem mobilis eodem tempore percurrentis arcum AC, ut arcus Am ad arcum AC; adeoque cum tempus quo eadem peripheria percurritur eſt ſemper reciproce ut velocitas, erit $T : t :: Am : AC$ & $T^2 : t^2 :: Amq : ACq :: ml : BC :: ml : bc$: hoc eſt, ob arcum Am ſimilem arcui ac, ut diameter AH ad diametrum ah, unde conſtat eſſe $T : t :: \surd AH : \surd ah$: Q. E. D. TAB. 12. fig. 1.

Schol. Cum in omni caſu, vis centrifuga eſt ad vim centrifugam

gam ut BC ad bc, eſt vero $BC = \frac{ACq}{AH}$ & $bc = \frac{acq}{ah}$, erit vis centrifuga ad vim centrifugam ut $\frac{ACq}{AH}$ ad $\frac{acq}{ah}$; hoc eſt, ut quadrata arcuum ſimul deſcriptorum ad circulorum diametros applicata; & cum arcus illi ſunt ut velocitates, erunt vires centrifugæ etiam ut velocitatum quadrata ad circulorum diametros applicata.

LEMMA. 2.

Si mobile in circumferentia circuli revolvatur, ſpatium quod mobile recta progrediens, & urgente ſolummodo vi centrifuga ex motu illo circulari orta, in dato tempore percurreret, erit tertium proportionale circuli diametro & arcui, quem ſi in circumferentia circuli latum eſſet eodem tempore deſcriberet.

TAB. 12. fig. 1. Sit AC arcus quilibet in minima aliqua temporis particula deſcriptus, & deſignet n tempus quodlibet ſeu numerum quemlibet iſtiuſmodi particularum; erit $n \times AC$ arcus quem mobile in peripheria latum in dato tempore n deſcribet, & BC ſpatium quod in prima temporis iſtius particulâ, urgente vi centrifuga, percurreret. Cum autem mobile omne, vi eadem in eandem ſemper plagam continuatâ, deſcribat ſpatia in duplicata ratione temporum (per Cor. 3. Theor. 17. Lect. 11. Quippe quæcunque de gravitate demonſtrata ſunt, ea cuilibet alii vi uniformiter agenti applicari poſſunt) erit ſpatium urgente vi centrifuga in tempore n deſcriptum $= n^2 \times BC$. Sed (ut conſtat ex lemmate primo) eſt $AH : AC :: AC : BC$, & ut AC ad BC ita $n \times AC$ ad $n \times BC$; quare eſt AH ad AC ut $n \times AC$ ad $n \times BC$, & ducendo conſequentes in n, erit AH ad $n \times AC$ ut $n \times AC$ ad $n^2 \times BC$: hoc eſt, diameter circuli, arcus in dato tempore deſcriptus, & ſpatium quod urgente vi centrifuga in eodem tempore percurretur; ſunt continue proportionalia. Q. E. D.

Cor. Si diameter circuli dicatur D, & arcus in quolibet tempore à mobili deſcriptus vocetur A, ſpatium quod mobile, urgente vi centrifuga & recta progrediens, eodem tempore

pore deſcriberet erit $\frac{A^2}{D}$; ſunt enim D, A, $\frac{A^2}{D}$ continue proportionales.

THEOR. V.

Si mobile in circumferentia circuli feratur, ea celeritate quam acquirit cadendo ex altitudine quæ ſit quartæ parti diametri æqualis, habebit vim centrifugam ſuæ gravitati æqualem; hoc eſt, eadem vi funem quo in centro detinetur intendit, atque cum in eo ſuſpenſum eſt.

Vocetur diameter circuli D, & peripheria P: & cum ex hypotheſi velocitas mobilis in peripheria lati uniformis ſit, & æqualis illi quam acquirit cadendo per $\frac{1}{4}$ D, liquet quod mobile æquali tempore in peripheria latum deſcriberet arcum illius duplo æqualem, (per Theorema 17. Lect. 11.) hoc eſt $=\frac{1}{2}$ D; unde ex lem. 2. ſpatium ab impellente vi centrifuga interea percurſum erit $=\frac{1}{4}$ D; eſt enim D ad $\frac{1}{2}$ D ut $\frac{1}{2}$ D ad $\frac{1}{4}$ D: Sed ex hypotheſi ſpatium quod mobile urgente vi gravitatis eodem tempore deſcribit eſt etiam $\frac{1}{4}$ D. Quare cum ſpatia à duabus hiſce viribus eodem tempore percurſa ſunt æqualia, erunt quoque vires illæ æquales.

Cor. 1. Hinc vice verſa, ſi mobile in circumferentia latum habeat vim centrifugam ſuæ gravitati æqualem, ejus velocitas eſt ea quæ acquiritur cadendo per $\frac{1}{4}$ D.

Cor. 2. Hinc tempus circuitus eſt ad tempus deſcenſus per $\frac{1}{4}$ D ut P ad $\frac{1}{2}$ D ſive ut 2 P ad D. Nam quo tempore mobile cum velocitate accelerata percurrit $\frac{1}{4}$ D, cum velocitate ultimò acquiſita uniformiter motum percurret $\frac{1}{2}$ D: ac proinde cum velocitates ſunt æquales, erunt tempora ut ſpatia percurſa; hoc eſt tempus quo mobile percurrit peripheriam eſt ad tempus quo deſcribit $\frac{1}{2}$ D ut P ad $\frac{1}{2}$ D, ſive ut 2 P ad D; ſed tempus quo deſcribitur $\frac{1}{2}$ D eſt $=$ tempori caſus per $\frac{1}{4}$ D: unde erit tempus circuitus ad tempus caſus perpendicularis per $\frac{1}{4}$ D ut 2 P ad D.

THEOR. VI.

In cava ſuperficie conoidis parabolici, quod axem ad perpendicu-

lum erectum habeat, circuitus omnes mobilis circumferentias horizonti parallelas percurrentis, sive parvæ sive magnæ fuerint, æqualibus temporibus peraguntur: quæ tempora singula æquantur binis oscillationibus penduli, cujus longitudo sit dimidium lateris recti parabolæ genetricis.

TAB. 12. *fig.* 2. Sit HGADE conoides parabolicum, cujus axis AP ad perpendiculum erigitur; GD, HE, diametri circulorum quorum peripherias horizonti parallelas mobile percurrit: quod igitur urgebitur à tribus potentiis sibi mutuo æquipollentibus secundum tres diversas directiones, quarum prima est vis gravitatis impellens mobile secundum rectam HN ad horizontis planum perpendicularem; secunda est vis centrifuga orta ex motu circulari, urgens mobile ab H versus K; tertiæ vero potentiæ supplet vicem resistentia seu contrarius nisus superficiei parabolicæ secundum lineam HP sibi perpendicularem agens, nam reactio actioni semper æqualis est, & fit in plagam contrariam: unde cum superficies perpendiculariter à mobili premitur, hæc æqualiter reaget in corpus secundum directionem HP, & contrarius ille nisus æquipollet potentiæ secundum directionem HP mobile urgenti: quare cum mobile à tribus hisce potentiis sustinetur, erunt necessario sibi mutuo in æquilibrio, *i. e.* binæ quævis alterius effectum destruent. Unde ducta ON ad HK parallela cum HN occurrente in N, si OH repræsentet reactionem superficiei parabolicæ, recta ON exponet vim centrifugam & HN vim gravitatis mobilis: sed ob æquiangula triangula HON, HMP, est ON ad HN ut HM ad MP, hoc est, erit vis centrifuga mobilis peripheriam circuli HME describentis ad vim gravitatis ejusdem ut HM radius circuli ad MP subperpendicularem. Similiter in quavis alia peripheria GLD in superficie Conoidis, vis centrifuga mobilis ipsam describentis est ad vim gravitatis ut GB radius ad BQ subperpendicularem. Porro quoniam est vis centrifuga mobilis, peripheriam HME percurrentis, ad vim gravitatis ut HM ad MP, & vis gravitatis ejusdem mobilis est ad ejus vim centrifugam cum peripheriam GLD percurrit, ut BQ ad BG, sive (ex natura parabolæ) ut MP ad BG, erit ex æquo vis centrifuga mobilis peripheriam HME percurrentis ad vim ejus centrifugam

gam cum percurrit peripheriam GLD, ut HM ad BG; hoc est, vires centrifugæ sunt ut semidiametri vel diametri circulorum: unde (per Cor. Theor. primi) tempora periodica æquantur. Quod primo erat demonstrandum.

Accipiatur jam circulus GLD talis ut ejus diameter GD sit æqualis lateri recto parabolæ HAE, unde ex natura parabolæ erit GB = BQ; adeoque vis centrifuga mobilis in peripheria GLD æqualis erit vi gravitatis; est igitur (per Cor. præc.) velocitas mobilis in peripheria GLD ea quæ acquiritur cadendo per spatium æquale $\frac{1}{4}$ GD, vel (ex natura parabolæ) per BA. Fiat jam OST cyclois cujus axis vel diameter circuli generatoris SR sit æqualis AB, & erit tempus descensus per cycloidem OS ad tempus casus perpendicularis per axem RS vel per BA, ut $\frac{1}{2}$ P ad D (per Theor. 46. Lect. 15.) Sed (per Cor. præc.) est tempus descensus per AB ad tempus circuitus in periph. GLD ut D ad 2 P; quare ex æquo tempus descensus per cycloidem OS est ad tempus circuitus in periph. GLD ut $\frac{1}{2}$ P ad 2 P, sive ut 1 ad 4; unde tempus quatuor descensuum per cycloidem, sive tempus binarum oscillationum in cycloide, æquatur tempori circuitus in peripheria GLD. Est vero tempus binarum oscillationum in cycloide æquale tempori binarum oscillationum minimarum in circulo, qui cum cycloide æquicurvus est ad verticem S; eo quod portio istiusmodi circuli & portio cycloidis ad verticem S fere coincidunt, & proinde eundem in rebus physicis præstant effectum, ut jam satis notum est. Sed radius circuli æquicurvi cum cycloide ad verticem S, vel quod idem est, radius circuli osculantis cycloidem ad verticem, æqualis est duplæ RS vel duplæ AB, (ut facile ex Corol. Theor. 46. Lect. 15. sequitur) adeoque longitudo penduli in circulo illo oscillantis æqualis est duplæ AB sive dimidio lateris recti parabolæ genetricis. Unde tempus binarum oscillationum minimarum penduli, cujus longitudo est dimidium lateris recti, æquale est tempori binarum oscillationum in cycloide OST, vel tempori circuitus in peripheria GLD vel in periph. HMF. Q. E. D.

Cor. Hinc si mobile in circumferentia circuli ea celeritate feratur quæ acquiritur cadendo per $\frac{1}{4}$ diametri, tempus circuitus æquale erit tempori binarum oſcillationum minimarum penduli cujus longitudo ſit ſemidiameter circuli.

THEOR. VII.

Si mobilia duo ex filis inæqualibus ſuſpenſa gyrentur ita, ut circumferentias horizonti parallelas percurrant, capite altero fili immoto manente, fuerint autem conorum, quorum ſuperficies fila hoc motu deſcribunt, altitudines æquales, tempora quoque circulationum æqualia erunt.

TAB. 12. *fig.* 3. Sit ABE conus ille, cujus ſuperficiem deſcribit filum AB; item ADL conus cujus ſuperficiem deſcribit filum AD; ſitque C centrum baſis utriuſque coni, & AC communis eorum altitudo. Conſideretur jam mobile B tanquam à tribus potentiis ſibi mutuo æquipollentibus tractum, quarum una, quæ eſt vis gravitatis, trahit mobile per rectam BG ad horizontis planum perpendicularem; altera ſecundum directionem B*m* agens, eſt vis centrifuga qua mobile à centro ſuæ orbitæ C recedere conatur; tertia vero quæ hiſce duabus æquipollet & reſiſtit, eſt niſus contrarius fili ſecundum directionem AB agens: eſt enim tenſio fili loco potentiæ contrariæ ac eundem in hoc caſu præſtat effectum. Si ergo BF repræſentet actionem fili, vis mobilis centrifuga & vis gravitatis exponentur per rectas FG & BG (per Theor. 33. Lect. 14.) hoc eſt, vis centrifuga mobilis B erit ad vim gravitatis ut FG ad BG, ſive (propter triangula æquiangula FBG, ABC,) ut BC ad CA. Eodem modo erit vis gravitatis ad vim centrifugam mobilis D ut AC ad DC: quare ex æquo erit vis centrifuga mobilis B ad vim centrifugam mobilis D ut BC ad DC; hoc eſt, vires centrifugæ ſunt ut ſemidiametri circulorum quorum circumferentias mobilia deſcribunt, ac proinde (per Cor. Theor. 1.) tempora circulationum ſunt æqualia. Q. E. D.

Cor. Hinc vis centrifuga eſt ad vim gravitatis ut ſemidiameter baſis coni ad coni altitudinem.

Not. Per vim gravitatis & vim centrifugam nos in hac demonſtratione intelligere vires acceleratrices mobilium, niſi mobilia ponantur æqualia, in quo caſu poſſunt etiam ſumi vires abſolutæ.

THE-

THEOR. VIII.

Si duo mobilia, uti prius, motu conico gyrentur, filis æqualibus vel inæqualibus suspensa; fuerintque conorum altitudines inæquales, erunt tempora circumlationum in subduplicata ratione ipsarum altitudinum.

Sint duo mobilia B & G, sintque primo coni ABD, EGH, quorum superficies fila describant, similes; (per Corol. Theorem. 7.) erit vis centrifuga mobilis B ad vim gravitatis ut BC ad AC; & erit vis centrifuga mobilis G ad eandem vim gravitatis ut GF ad FE: sed propter æquiangula triangula ABC, GEF, BC est ad AC ut GF ad FE, quare erit vis centrifuga mobilis B ad vim gravitatis ut vis centrifuga mobilis G ad eandem vim gravitatis, ac proinde vires illæ centrifugæ æquales erunt: erunt igitur (per Theorem. 4.) tempora circuitus mobilium in subduplicata ratione semidiametrorum, hoc est, propter æquiangula triangula ABC, EGF, in subduplicata ratione altitudinum AC & EF. Sed qualescunque sunt coni quos fila describant, modo eorum altitudines invariatæ maneant, tempora circulationum etiam invariata manebunt; quare in omni casu constat veritas hujus Theorematis. Q. E. D.

TAB. 12. *fig.* 4.

THEOR. IX.

Si pendulum motu conico latum circuitus minimos faciat; eorum singulorum tempora ad tempus casus perpendicularis ex dupla penduli altitudine, eam rationem habent quam circumferentia circuli ad diametrum: ac proinde æqualia sunt tempori duarum oscillationum lateralium ejusdem penduli minimarum.

Sit ADB conus cujus superficiem describit filum; ejus altitudo sit A*c* fere = AB, quia circuitus sunt minimi. Semidiametro GH = A*c* describatur circulus GLFO, atque in ejus peripheria ponatur mobile revolvi celeritate quæ acquiritur cadendo per ¼ suæ diametri sive ¼ D. (Per Theor. 5.) erit ejus vis centrifuga vi gravitatis æqualis; sed est vis centrifuga mobilis B ad vim gravitatis, ac proinde ad vim centrifugam mobilis in periph. GLF lati, ut B*c* ad A*c* sive GH: quare mobilia B & G, cum vires centrifugæ sunt ut radii, tempora circu-

TAB. 12. *fig.* 5.

culationum æqualia habebunt (per Cor. Theor. 1.) Eſt vero tempus deſcenſus per GF ſive D ad tempus deſcenſus per $\frac{1}{2}$ D, ut D ad $\frac{1}{2}$ D (per Cor. 3. Theor. 17. Lect. 11.) & eſt tempus deſcenſus per $\frac{1}{2}$ D ad tempus circuitus in periph. GLG ut $\frac{1}{2}$ D ad P: quare ex æquo erit tempus deſcenſus per D ad tempus circuitus in periph. GLF, ſive ad tempus circuitus penduli ABCD, ut D ad P. Pars poſterior Theorematis liquet ex Corollario Theor. 6.

Cor. Hinc cum tempus caſus perpendicularis eſt in ſubduplicata ratione ſpatii à gravi cadente percurſi, erit tempus deſcenſus ex altitudine penduli ad tempus circulationis minimæ ut $\sqrt{\frac{1}{2}} \times$ D ad P.

THEOR. X.

Si mobile in circumferentia feratur, circuitusque ſingulos abſolvat eo tempore, quo pendulum longitudinem ſemidiametri circumferentiæ ejus habens, motu conico circuitum minimum abſolveret, vel duplicem oſcillationem minimam lateralem; habebit vim centrifugam ſuæ gravitati æqualem.

TAB. 12. fig. 5. Quia mobilia B, G (ex hyp.) æquali tempore circuitus ſuos abſolvunt, erit vis centrifuga mobilis B ad vim centrifugam mobilis G ut BC ad GH ſive BC ad AC; eſt vero ut BC ad AC ita vis centrifuga mobilis B ad vim gravitatis (per Cor. Theor. 7.) Quare (per 9. 5. *Euclidis*) erit vis centrifuga mobilis G æqualis vi gravitatis. Q. E. D.

THEOR. XI.

Penduli cujuſlibet motu conico lati, tempora circuitus æqualia erunt tempori caſus perpendicularis, ex altitudine penduli filo æquali; cum angulus inclinationis fili ad planum horizontis fuerit partium 2. ſcrup. 54. proxime: Exactè vero, ſi anguli dicti ſinus fuerit ad radium ut quadratum circulo inſcriptum ad quadratum à circumferentia.

TAB. 12. fig. 6. Sit pendulum, cujus filum deſcribat ſuperficiem conicam CAD talem, ut ſit ſinus anguli ACE ad radium (hoc eſt AE ad AC) ut $\frac{1}{2}$ D^2 ad P^2. Sit etiam AFG ſuperficies coni quem penduli filum motu minimo lati deſcribit, cujus proinde altitudo

tudo AB = AF = AC. Erit (per Theor. 8.) tempus circuitus mobilis F ad tempus circuitus mobilis C in ſubduplicata ratione AB ſive AC ad AE; eſt vero ut AC ad AE ita (ex hypoth. P^2 ad $\frac{1}{2} D^2$; quare erit tempus circuitus mobilis F ad tempus circuitus mobilis C in ſubduplicata ratione P^2 ad $\frac{1}{2} D^2$, hoc eſt, in ratione P ad $\sqrt{\frac{1}{2}} \times D$. Eſt vero ut P ad $\sqrt{\frac{1}{2}} \times D$ ita (per Cor. Theor. 9.) tempus circulationis minimæ, hoc eſt, tempus circulationis mobilis F, ad tempus caſus perpendicularis ex penduli altitudine; quare tempus circuitus mobilis F eandem habet proportionem ad tempus circuitus mobilis C, quam habet ad tempus caſus perpendicularis ex altitudine æquali longitudini penduli; ac proinde (per 9. Elem. 4.) tempus circuitus mobilis C æquale erit tempori caſus perpendicularis ex altitudine æquali longitudini penduli. Q. E. D.

Cum autem eſt P ad D circiter ut 314 ad 100, erit P^2 ad $\frac{1}{2} D^2$ ut 98596 ad 5000. Eſt autem AC ad AE ex prius demonſtratis ut P^2 ad $\frac{1}{2} D^2$; quare eſt 98596 ad 5000 ut AC ad AE: & ut AC ad AE ita (per Trigonometriam) eſt ſinus anguli ACE ſeu radius 100000 ad ſinum anguli ACE. Eſt autem ut 98596 ad 5000 ita 100000 ad 5070, qui igitur eſt ſinus anguli ACE, cui quamproxime reſpondent gradus 2 ſcrupula 54.

THEOR. XII.

Si pendula duo pondere æqualia, ſed inæquali filorum longitudine, motu conico gyrentur, fuerintque conorum altitudines æquales, erunt vires quibus fila ſua intendunt, in eadem ratione quæ eſt filorum longitudinis.

Conſtat ex Theor. 7. Nam vis gravitatis eſt in utroque cono ad tenſionem fili ut altitudo coni ad longitudinem fili; cumque eadem eſt conorum altitudo, patet tenſiones filorum eſſe eorum longitudinibus proportionales. Q. E. D.

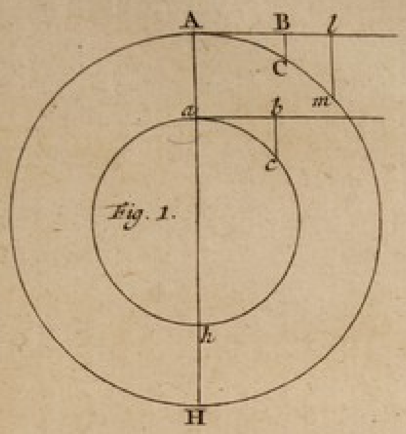
THEOR. XIII.

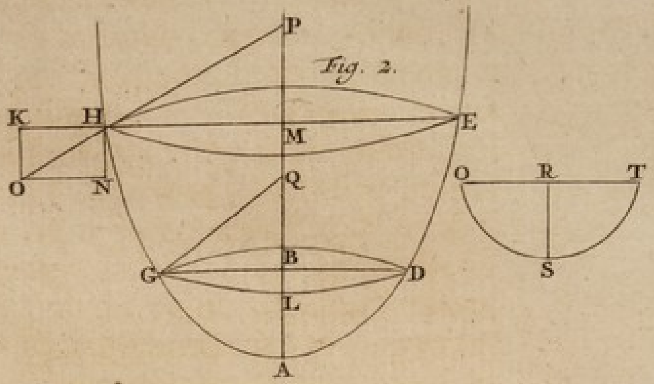
Si pendulum ſimplex oſcillatione laterali maxima agitetur, hoc eſt, ſi per totam circuli quadrantem deſcendat, ubi ad punctum imum circumferentiæ pervenerit, tripla majori vi filum ſuum trahet, quam ſi ex illo ſimpliciter ſuſpenſum foret.

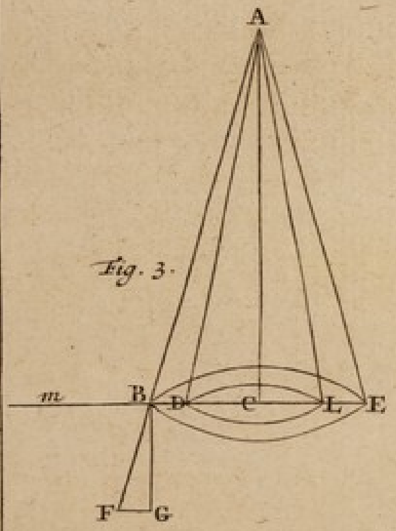
Sit

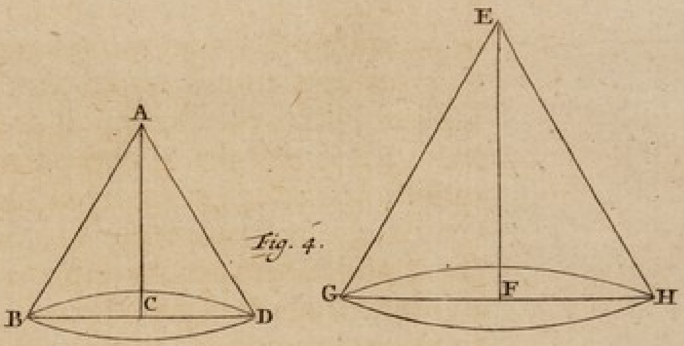
TAB. 12. fig. 7. Sit pendulum AB per quadrantem FB motum: bisecetur AB, in C, per quod ducatur CE ad AB perpendicularis, circumferentiæ occurrens in E. Si pendulum solummodo per arcum EB descenderet, acquireret in puncto B eandem velocitatem, ac si per CB ¼ diametri descendisset (per corollarium primum Theor. 38. Lectionis XV.) adeoque (per Theor. 5.) habebit in puncto B vim centrifugam suæ gravitati æqualem: & proinde gravitas & vis centrifuga simul junctæ dupla majori vi filum trahent, quam si sola adesset gravitas. Si vero pendulum elevetur ad F, post descensum ad B, eandem acquireret velocitatem, ac si per AB cecidisset. Est vero AB ad BC in duplicata ratione velocitatis acquisitæ in descensu per AB ad velocitatem acquisitam in descensu per BC; quare etiam erit AB ad BC (per Theor. 3.) ut vis centrifuga mobilis in puncto B post descensum per FB, ad vim centrifugam in puncto B post descensum tantum per EB; adeoque vis centrifuga mobilis post descensum per FB dupla erit vis centrifugæ post casum per EB; hoc est, vis centrifuga in puncto B post casum per FB dupla erit vis gravitatis: quare filum à vi centrifuga & vi gravitatis, simul & secundum eandem directionem agentibus, tripla majori vi trahitur, quam si à sola gravitate tenderetur. Q. E. D.

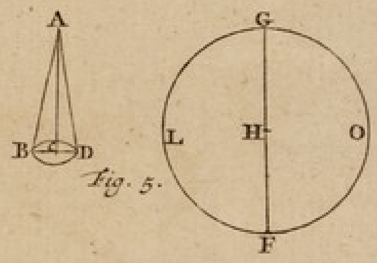
IN-

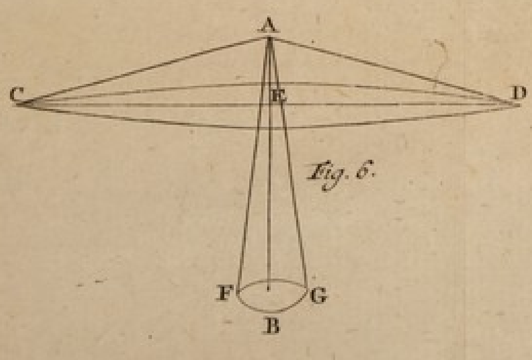

A B l
C
a b m
c
Fig. 1.
h
H

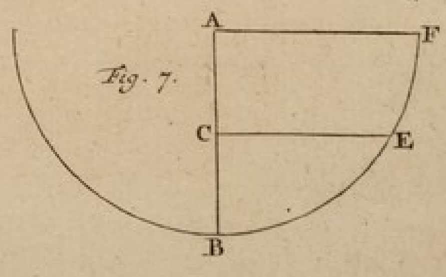

P
Fig. 2.
K H E
M
O N Q
O R T
B
G D
S
L
A


A
Fig. 3.
m B D C L E
F G


E
A
Fig. 4.
G F H
C
B D


A
G
L H O
B C D
Fig. 5.
F


A
C E D
Fig. 6.
F G
B


A F
Fig. 7.
C E
B

INTRODUCTIO
AD
VERAM ASTRONOMIAM,
SEU
LECTIONES ASTRONOMICÆ
Habitæ in Schola Aſtronomica Academiæ
Oxoniensis,

Authore
JOANNE KEILL, M. D.
Aſtronomiæ Profeſſore Saviliano. R. S. S.

NOBILISSIMO ET HONORATISSIMO

D^NO. D^NO. JACOBO
DUCI
DE
CHANDOS,
MARCHIONI ET COMITI
DE
CARNARVON.

CUM inter Mathematicæ Scientiæ ſtudia primas merito ſibi vindicavit, & obtinuit Aſtronomia; Felicitati illius tribuam, an virtuti Hominum; quod in omni ætate & populo, primarios Principeſque viros, præ cæteris longe diſciplinis, ſortita fuerit fautores? Digneris itaque, Vir Nobiliſſime, in hujuſce libri Patrocinium vocari, quem ſi parum tibi commendat, aut operis, aut Auctoris meritum, id abunde compenſabit Argumenti Dignitas. Cujus enim Tutelæ potius ſe committat Aſtrorum deſcriptio, quàm illius viri, qui, ſi ſapientiam ſpectemus, inter eos primus eſt qui *Aſtris dominantur*? Ad quem potius confugient Noſtra hæc de Cœli ſiderumque motibus Tentamina, quam ad virum Cœleſtis iſtius Regis obſervantiſſimum, qui *numerum ſolus novit & Stellarum nomina*?

Tu nimirum inter pauciſſimos unus es, cui Sacrorum Adminiſtratio ita imprimis eſt curæ, ut proprii tui ipſius Domicilii non ante jaceres fundamenta, quam Templum pulchre inſtauratum Deo conſecraveris. Neque interim de cultu minus quam de Templo adornando ſolicitus, Pietatis officium excitaſti Muſicæ adminiculo, & Harmonicum induxiſti chorum, Sphærarum, pene dixerim, concentibus æmulum.

Te omnes, Vir Inſigniſſime, cum admiratione intuentur, & dum virtutes imitari contendunt, aſſequi deſperant. In Publicis negotiis obeundis quis acutior? In rebus Domeſticæ vitæ diſponendis quis expertior? In Rationibus computandis & exigendis providus & frugalis. In pecuniis erogandis liberalis, in largiendis Magnificus.

Ita de literis, ſimul & literatis præclare, meritus es, ut dum optimarum Artium ſtudio Animum penitiſſime excolis, earundem Artium ſtudioſis, materiam pariter & incitamentum ſubminiſtres. Ita illius præcipue Scientiæ, cujus Elementa Tibi offero, utilitati proſpicis & incremento, ut in pulcherrimo, quod jam extruis, Ædificio, ſplendide curaveris, ne vel *Aſtronomicis Speculatoribus* locus peridoneus, vel aptiſſima obſervatoribus deſiderentur inſtrumenta.

Stupendum itaque illud, & per univerſum orbem mirabile Teleſcopium, quod Societati apud Anglos Regiæ donavit illuſtriſſimus *Hugenius*, unanimi omnium conſenſu, in veſtras Ædes transferendum, ibique aſſervandum decernitur. Neque enim Clariſſimi illi viri dignius excogitare

po-

poterant Hugeniana Machina Domicilium, aut digniorem Chandoſano Domicilio Machinam.

Quod ſi opuſculum hoc inter pretioſa Muſei Tui ornamenta; inter Conſtellationes Stelliculam, collocare non dedigneris, utcunque proprii & nativi luminis nihil præ ſe ferat, mutuatitia ſatis luce ſplendebit, & reflexis illuſtrabitur Radiis.

Illuſtriſſimæ Meritiſſimæque Dignitatis,

Nobilitatis, & Magnitudinis Tuæ

Obſervantiſſimus Cultor

JOAN. KEILL.

PRÆFATIO.

INTER *alia, quæ benignissimus Deus humano generi multiplicia impertivit dona, illustria imprimis illa sunt, quæ in artium & disciplinarum cognitione consistunt; & inter Artes & Disciplinas, ut Antiquitate & Voluptate, ita & Utilitate non postremum locum tenet Astronomia; quæ mirabilem naturæ Harmoniam, (qua rerum omnium creatarum compages & machina constructa constitutaque cohæret) perscrutatur & observat; Corporum cœlestium motus, motuumque momenta, viresque unde oriantur, trutinat & pensat.*

Astronomorum Regum & Heroum scientia.

In hac scientia magni Heroes à primis statim mundi incunabulis sibi imprimis elaborandum duxerunt. Adeo ut Astronomia semper fuit Regum & Imperatorum Doctrina; unde Chaldæi, Magi, & Philosophi plurimum auctoritate & gratia, apud priscos Reges valuerunt, quos utpote in Divina siderum scientiâ instruebant: absurdum enim esse, turpeque censebant hi Reges, mundo imperare, & quid sit mundus nescire.

Astronomia Religioni maxime inservit.

Astronomiæ præstantia exinde patet, quod nulla est lumine naturæ nota scientia, quæ ad cognitionem Summi & Omnipotentis, Dei Cæli Terræque conditoris, magis nos ducit, nulla solidiora administrat argumenta, quibus ejus Existentia demonstratur, quam ea: non aliunde magis evincitur Dei Potentia, summaque Sapientia, quam ex siderum motuumque Cœlestium contemplatione. Cœli enarrant Gloriam Dei, & Firmamentum annunciat opera manuum ejus, *inquit sanctissimus Rex & Propheta David; & rursus:* Annunciarunt Cœli Justitiam ejus, & viderunt omnes populi gloriam ejus.

Cicero de Natura Deorum. lib. 2.

Sed & Marcus Tullius Cicero *rationis tantum lumine ductus in hanc sententiam devenit.* Nihil, *inquit*, potest esse tam apertum, tam perspicuum, cum Cœlum suspeximus, Cœlestiaque contemplati sumus, quam esse aliquid numen præstantissimæ mentis, quo hæc reguntur. *Nihil certe magis rapit*

pit

pit animos hominum in Dei admirationem, reverentiam & amorem, quam tot tantaque corpora & lumina cælestia, quæ visui pulcherrima, & intellectui jucundissima sunt. Eorum obviationes ad invicem, motus ordinatissimi, certissimæ & determinatæ Circulationes, divinitusque præscriptæ Reversionum leges in concinnitate admirabili, summam Dei potentiam, sapientiam, bonitatem & providentiam manifestant. Quibus præceptis, ad Universi hujus Auctorem & Conditorem, admirandum, venerandum, semperque celebrandum impellimur.

*Præterea Astronomia mentes hominum tot sublimibus speculationibus, de tot tantisque, tamque longe dissitis corporibus, mirifice delectat, & summâ jucunditate recreat. Hinc canit O*vidius *Fastor. lib.* I. *v.* 297. Astronomiæ Jucunditas & Certitudo.

Felices Animæ, quibus hæc cognoscere primis,
  Inque Domus superas scandere cura fuit.
Credibile est illos pariter, vitiisque jocisque
  Altius humanis exseruisse caput.
Non Venus & vinum sublimia pectora fregit;
  Officiumque fori, militiæque labor.
Nec levis ambitio, perfusave gloria fuco,
  Magnarumve fames sollicitavit opum.
Admovere oculis distantia sidera nostris,
  Ætheraque ingenio supposuere suo.

Sic etiam Virgilius. *Georg. lib.* II. *v.* 490.

Felix qui potuit rerum cognoscere causas,
Atque metus omnes, & inexorabile fatum
Subjecit pedibus.

Astronomia, certitudine & evidentia demonstrationum, ne quidem Geometriæ cedit. Usu latissime patet, & amplitudine subjecti per omne mundanum spatium diffunditur. Nam inter scientias artesque omnes liberales, nulla est, quæ aut plura, aut majora, aut longius dissita contemplatur objecta, quam Astronomia, sed nulla quoque est in qua pauciores adhuc restant resolvendi nodi, nulla in qua minores supersunt eximendi scrupuli, nulla ad perfectionis culmen propius perducta est, quam Divina hæc scientia. Astronomiæ Perfectio.

In reliquis plerisque disciplinis, quidam inextricabiles occurrunt Labyrinthi; eas non parvæ premunt difficultates, multæ in-

interjectæ reperiuntur nebulæ mentis aciem obtundentes, & densa caligine involventes, quæ ulteriorem investigationem prohibent. At corporum cælestium motus nunc certo cognoscuntur, motuumque causæ demonstrantur, Phænomenônque rationes percipiuntur.

Minimarum quarumcunque stellarum, quarum distantia est immensa, tam Longitudines quam Latitudines, seu in cælis loca nunc dierum accurate habentur, & in Catalogis inseruntur. At Geographia interim nobis paucarum urbium Longitudines & Latitudines certo ostendit; adhuc restant multæ Terræ incognitæ, plurimæ inexploratæ regiones, & plurium earum, quæ majores appellantur Continentes, vix quicquam præter littora nobis innotescit, & quod mirum forte videbitur, locorum positiones, in exiguis, & maxime notis, utpote peragratis atque lustratis provinciis, incertæ admodum sunt, ut ex mappis, seu chartis Geographicis sibi invicem contradicentibus manifestum est.

Prædicunt Astronomi, in multa futura secula, Solis Lunæque defectus, Planetarum Conjunctiones, Oppositiones, atque Aspectus qualescunque mutuos, & quæ futuræ sunt stellarum omnium à Polo distantiæ, quamvis corpora hæc immenso à nobis & à se invicem locentur intervallo. In Meteorologicis interea peritissimus ne divinare quidem potest, qualis futurus sit crastino die nostræ Atmosphæræ status, quæ ad pauca tantum passuum millia extenditur; num scil. facies cæli serena aut pluviosa sit futura, aut ex qua regione spiraturus sit ventus; nec adhuc notum est, à quibus causis ejusmodi oriuntur effectus.

Philosophorum nemo figuras minutissimarum materiæ particularum hactenus perspexit; aut vulgatissimæ cujusvis herbæ texturam, formam internam, partiumve compositionem detexit; nec Medicus quisquis est, qui rationes virtutum, & operationum, quas in corpora humana exercent medicamenta indagavit. Immo in corporibus animatis & vegetabilibus, Fons & Principium motus inscrutabile esse videtur, & mysterii instar à nostro sensu & intellectu longissime disjunctum, nec fortasse ad ejus cognitionem plenam perfectamque sumus unquam perventuri. Sed longe alia est Astronomorum ratio, quibus id datur negotii, motus corporum cælestium, non eorum naturas contemplari, & Phænomenôn, quæ ex motu oriuntur rationem reddere. Hi non

tan-

tantum determinant quales quantique sunt illi motus; Sed describunt semitas, per quas in immensis spatii regionibus, feruntur errantes Cometæ. Proprietates orbitarum Geometricas, & legem immutabilem cui in lineis peragrandis semper obsequuntur, declarant. Nec Astronomos latet, in qua spatii parte, & in quibus temporibus, Planetæ singuli longissime à Sole decedunt; minimamque caloris atque luminis partem ab eo recipiunt. Unde rursus digredientes, Sol ipsorum motus continuo accelerat, eosque versus se trahit, donec ipsos ad ea spatii puncta perduxerit, ubi maxime propinquos, maxime etiam perfundit luce, & gravitate ciet.

Hæc pleraque præcedentis Sæculi magistris innotuere; sed in nostra tandem ætate, & in nostra Britannia, exortus est vir plane Divinus Isaacus Newtonus, *qui præter alia inventa innumera, originem & fontem motuum cælestium reclusit, & legem illam Catholicam deprehendit, quam Omnipotens & Sapientissimus Creator per totum universæ Naturæ Systema diffudit. Scil. quod Corpora omnia se mutuo trahunt, in reciproca distantiarum à se invicem ratione duplicata.*

Hæc Lex quasi ligamentum Naturæ, & principium illius quæ universalem rerum Fabricam conservat unionis, tam Cometas, quam Planetas in propriis orbitis & intra limites datos detinet, prohibetque ne ulterius, à se invicem recedant, & in spatia infinita excurrant; uti foret si corpora vi tantum insitâ moverentur.

Eodem viro monstrante, nobis innotuit lex, quæ regit & temperat motus cælestes, orbitis limites ponit; Planetarum longissimos excursus, & accessus ad Solem maxime propinquos, determinat. Huic incomparabili viro debetur, quod novimus, unde fit, ut tam constans & regularis proportio semper observetur, inter Planetarum Periodos atque eorum à Sole distantias, & cur motus cælestes in tam pulchra, tamque mirabili Harmonia peraguntur & semper conservantur. Perpensis motuum legibus, & probe trutinatis; ex iis novam Lunæ Theoriam construxit Newtonus, *quæ omnibus ejus inæqualitatibus accurate satis respondet; qualem quidem antea sperare nemini licuerit; ex illa enim Theoria computatus Lunæ locus vix sen-*

ſibili quantitate, plerumque ab obſervato differt; ut inde navigantibus nova emergere poſſit ſpes, inveniendi in mari Longitudinem loci ubi navis verſatur, quod eſt Problema maxime deſideratum.

Nihil eſt quod Humani intellectus vim atque penetrationem magis demonſtrat, quam magna hæc & mirabilia inventa, non alio certius modo, Mundanæ Machinæ portentoſam molem, animo comprehendere poſſumus, aut opificii Divini ſtupendam pulchritudinem rectius æſtimare, & ſapientiam admirari valemus, quam per Divinas haſce leges nunc tandem repertas. Eæ nobis repræſentabunt magnificam & nobilem Mundani Syſtematis imaginem. Hinc diſcimus, Terram hanc, quam nos colimus, exiguam admodum eſſe, & vix notabilem totius ſplendidiſſimæ fabricæ partem; Cum fere infiniti ſint mundi, Entis ſummi & omnipotentis operâ producti, qui noſtro habitaculo ſunt longe majores, in quibus diſponendis & regendis, Potentiam & Sapientiam infinitam Ens illud ſupremum exerceat.

Pſal. 148. Qui dixit, & facti ſunt cæli, ipſe mandavit & creati ſunt. Statuit eos in æternum, iis legem dedit, quam tranſgredi nequeunt.

Aſtronomiæ uſus in aliis artibus, *Sed nec Aſtronomiæ uſus ſolummodo in excolendis animi viribus, & dulciſſima rerum, quas ſpeculatur cæleſtium contemplatione perſpicitur, ſed latius patet, & artibus & diſciplinis maximo eſt adjumento; Quibus enim in tenebris errarent Geographus & Chronologus, Aſtronomiæ luce deſtituti? Aſtronomiâ duce, Telluris figuram, & magnitudinem, locorum ſitum & diſtantias inveſtigamus; illius auxilio certam anni menſuram, & res geſtas ſecundum temporum ſeriem diſpoſitas ſignamus. Ex hiſce ſatis intelligitur, quam utilis humanis rebus ſit Aſtronomia, ſine qua, nec* Geographiæ *nec* Chronologiæ, *& proinde nullus quoque eſſet Hiſtoriæ locus.*

In Geographia & Chronologia.

In Navigandi Arte. *Sed inter omnes, quas promovet, Scientias Aſtronomia, non alia plus ex ea incrementi cepit quam* Navigatio, *cujus beneficio, per vaſtum Oceanum iter non devium tenentes, ultimas terrarum oras inviſunt naves noſtræ. Hinc mutui commercii exſurgunt commoda; & quicquid aliæ Terræ vel pretioſum vel delectabile ferunt, id omne ſine eâ qua laborant illæ caloris aut frigoris intem-*

temperie, *nos domi manentes excipimus*, *Navigationis peritiæ debetur illud*, *quod ſibi vendicat* Britannia, Oceani Imperium, *nec ulla gens à littoribus noſtris tam remota eſt*, *quam non ab injuria noſtris hominibus inferenda*, *deterreat Armata* Britannica *Claſſis.*

Ut Ars navigandi magna ex parte pendet ab illa quam de aſtrorum motibus habemus, *Scientia ; Ita vehemens, quæ Reges & Principes inceſſit cupido*, *longinquas & ignotas explorandi regiones*, *eos impulit ad Aſtronomiam diligenter excolendam. Primus & Nautarum maximus fuit* Neptunus, *qui ob artem ſuam*, *Oceani Deus celebratur ; cujus filius* Belus *Aſtronomiæ peritus ejus ope incolas ex Lybia in Aſiam traduxit. Ubi Collegia Aſtronomorum inſtituit. Nam* Diodorus Siculus *in Hiſtoriarum libro primo*, *parte ſecunda*, *ita ſcribit.* Tradunt, inquit, Ægyptii, Belum, Neptuni Lybiæque filium colonos traduxiſſe in Babyloniam, qui Sacerdotes (hos Babylonii Chaldæos vocant) inſtituit qui more Ægyptiorum aſtra obſervarunt. *Ante hunc vero vixit* Atlas Mauritaniæ *Rex*, *Aſtronomiæ ſcientiſſimus*, *qui de Sphæra primus inter homines diſputavit ; Unde in Æneide*, Virgilius *introducit Iopam canentem ea quæ tradidit Atlas.* Aſtronomiæ antiquitas, & primi Aſtronomi.

Docuit quæ maximus Atlas,
Hic canit errantem Lunam, Soliſque labores.

Sic Uranus quoque Rex iſtius populi (qui incolunt terras juxta littus oceani Atlantici ſitas) ob peritiam in motibus cæleſtibus à Diis originem traxiſſe perhibetur. Zoroaſter *apud Perſas*, *Philoſopus ut Aſtrorum ſcientiſſimus ab omni antiquitate celebratur. Talis enim apud antiquos fuit hujus Artis Honos*, *atque Dignitas*, *ut cum eâ maxime delectarentur Reges*, *Regia Scientia appellabatur. Reges enim in* Africa *&* Syria *primi eam invenere*, *& excoluere* ; *idque longe ante quam quidquam de ea*, Græcis *innotuit*, *ut agnoſcit Plato in* Epinomide. Primus, *inquit*, harum rerum ſpectator Barbarus fuit. Antiqua enim Regio illos alluit, qui propter æſtivi temporis ſerenitatem, primi hæc inſpexerunt, talis Ægyptus & Syria fuit, ubi ſtellæ omnes clare cernuntur, quoniam cæli conſpectum, nec pluviæ intercipiunt, nec nubes : Quoniam vero magis quam Barbari ab æſtiva diſtamus ſerenitate, horum ſiderum ordinem tardius intelleximus. *Sic etiam* Lucianus, περὶ ἀστρολογίας *narrat*, Æthiopes primos ad cæleſtes motus attendiſſe, qui luminarium cauſas ſcrutati, Lunam propriâ luce carere, & à Sole mutuari cognoverunt. *Hoc certum eſt*, *Aſtronomiam à primis fere mundi initiis, ab orientalibus terræ populis fuiſſe excultam: Nam ſi Porphyrio credendum ſit. Captâ per Alexandrum magnum Babylone, Calyſthenes, rogatu Ariſtotelis, tranſtulit ex ea urbe in Græciam obſervationes fere duo millia annorum;* Plinius *etiam in Hiſtoria naturali ſcribit, quod Epigenes docet, fuiſſe apud Babylonios obſervationes ſeptingentorum & viginti annorum, coctilibus laterculis inſcriptas; Et* Achilles Tatius *in principio Iſagoges ad Arati Phænomenon*, Ægyptios *primos omnium tam cælum quam terram eſſe dimenſos, ejuſque rei Scientiam, columnis inciſam, ad poſteros propagaſſe;* Chaldæi *tamen hujus inventi decus ad ſe transferunt; Idque Belo tribuunt. Ab* Ægypto *omnem doctrinam ſuam Aſtronomicam hauſerunt* Græci. *Nam agnoſcit Laertius, Thaletem, Pythagoram, Eudoxum & alios multos, illam adiiſſe regionem ut in Myſteriis Scientiæ Sideralis initiarentur; Hi non tantum inter Primos, ſed & maximos Græciæ Philoſophos extitere; & ab eodem diſcimus, quod qui in ea Regione diutius morabantur; poſt reditum in Patriam, celeberrimi fuere ob Geometriæ & Aſtronomiæ peritiam; Sic* Pythagoras, *qui ſeptem annos in Sacerdotum conſortio apud* Ægyptios *vixit, & in ipſorum Sacris fuit initiatus, præter multa Geometrica, domum ſecum attulit verum mundi Syſtema, primuſque in* Græcia *docuit Tellurem atque Planetas circa Solem tanquam centrum revolvi, motum autem Solis & Stellarum fixarum diurnum non realem eſſe, ſed apparentem, ortum ex motu Terræ circa Axem. Tum temporis nemo pro Philoſopho habebatur, qui Mathematicis Scientiis non fuit optime inſtructus.*

Aſtronomia poſtea neglecta.

At cito neglectæ jacuerunt hæ Scientiæ; Philoſophi enim poſteriores à prioribus multum degeneres, tempus in tricis & nugis terebant: omiſſo quippe ſcientiarum ſublimium ſtudio, ſophiſmata quærebant, quibus ſibi & ſenſui hominum communi imponere vole-

volebant, *verum etiamsi à Philosophorum vulgo*, *in exilium acta est Astronomia*, *à quibusdam tamen (paucissimis licet) recepta & exculta fuit*, *præcipue in Schola Pythagorica*, *quæ per multos annos in* Italia *floruit*, *in qua exti erunt magni viri* Philolaus *&* Aristarchus Samius *In Ægypto quoque Reges Ptolemæi*, *maximi Literarum Patroni*, *Scholam Astronomicam* Alexandriæ *fundaverunt*; *ex qua etiam prodierunt magni & celebres Astronomi*, *quorum Princeps fuit Hipparchus*, *qui referente Plinio*, ausus est etiam rem Deo improbam annumerare posteris stellas, cælo in hæreditatem cunctis relicto; *Hic utriusque sideris defectus in sexcentos annos præcinuit. Super Hipparchi observationibus*, *ædificata est magna illa & pretiosa Ptolemæi Syntaxis*; *nam ab iis deduxit Æquinoctiorum præcessionem*, *& Theorias motuum Planetarum.*

Ægypto per Arabes debellata, *& Alexandria capta*, *Victores Astronomiam*, *aliasque Artes liberales in suum receperunt patrocinium*, *& quamplurimos scientiarum libros ex Græcia*, *in proprium sermonem verti curaverunt.*

Ex Africa in Hispaniam transeuntes Arabes, *ibique cum occidentalibus Europæis commercia exercentes*, *Astronomicæ quoque artis cognitionem iis tradiderunt*; *cum hæc ante in Europa fere obliterata latuisset. Jubente itaque Imperatore* Frederico *secundo circa annum Christi* 1230., *Ptolemæi* Syntaxis magna *ex Arabica in linguam Latinam translata est.*

Post illud tempus à maximis viris, *atque summis Philosophis exculta est Astronomia*, *inter quos eminent* Alphonsus Castellæ Rex, *ob tabulas*, *ex ipsius nomine* Alphonsinas *dictas*, *semper celebrandus*; Nicholaus Copernicus *non tantum diligens observator*, *sed & Systematis Pythagorici antiqui Restaurator.* Willielmus Princeps, Hassiæ Landgravius, *qui Quadrantes & Sextantes prioribus longe majores ad altitudines & distantias syderum dimetiendas adhibuit. Hujus principis observationes editas à Snellio habemus. Dominus* Henricus Savilius *tam in Astronomia quam in Geometria peritissimus*, *vir à nobis maxime honorandus*, *qui professionem nostram Astronomicam*, *Sociamque Geometricam*, *in Academia* Oxoniensi *fun-*

davit, amplisque stipendiis donavit; cujus memoria ob hæc & alia plura in rem literariam collata beneficia, gratissimo animi affectu semper est celebranda. Tycho Braheus *nobilis* Danus, *seculi sui Atlas, qui observandi peritia, omnes qui ante ipsum extiterunt vicit; instrumentorum suppellectili Reges omnes & Principes longe superavit: Is Catalogum fixarum* 770. *quam diligentissime observatarum edidit.* Joannes Keplerus *Astronomus optimus, laboribus Tychonis fretus, Systema mundi, legesque motuum veras adinvenit, & Astronomiam in immensum auxit. Ejus opera orbi literato sunt notissima, & amplissimas auctoris laudes prædicant.* Gallilæus Gallilæi Lyncæus, *qui tubi optici beneficio, nobis plurima nova cæli Phænomena patefecit; Comites Jovis eorumque motus; Saturni phases varias; luminis incrementa & decrementa quæ Venus subiit; Lunæ superficiem inæqualem, & montibus asperam; Solares maculas, & Solis circa Axem revolutionem, primus demonstravit. Non dies integra sufficeret, si debitis cum laudibus nominarem* Hevelium, *qui Catalogum fixarum Tychoniano longe ampliorem ex propriis observationibus edidit; Illustrissimos viros* Hugenium & Caffinum, *qui primi Saturni Comites & annulum conspexere;* Gaffendum, Horoxium, Bulialdum, Wardum, Ricciolum, *aliosque plures magni nominis Astronomos. Quos tamen ob maxima in rem Astronomicam merita, antecellit vir celeberrimus* Edmundus Halley, *hujus Academiæ Geometriæ Professor Savilianus, Collega meus amicissimus, cujus laboribus non parva debentur Astronomiæ incrementa. In hoc viro, quod nescio an alii mortalium ulli præterea contigerit, elucet summa in Astronomia Practica Habilitas, cum præcellenti rei Geometricæ Scientia conjuncta. Quod per Tabulas Astronomicas, quas brevi nobis daturus est manifesto patebit, hæ enim alias omnes ante editas, vel posthac forsan edendas, longe antecellunt.*

Alios quam plurimos nisi longum foret, possum commemorare nostrates, qui de Astronomia optime meriti sunt. Sed prætereundus non est Joannes Flamstedius *Astronomus Regius, qui indefesso labore, per triginta & plures annos continuato, cælo invigilavit, innumeras observationes de Sole, Luna &*

Pla-

Planetis, amplissimis instrumentis exquisita arte divisis, & tubo optico instructis, factas consignavit. Unde hujus Astronomi accuratis observationibus magis fidendum erit, quam aliorum ante illum, qui oculo inermi sidera intueri aggressi sunt. Composuit præterea Flamstedius, Catalogum Fixarum Britannicum, *in quo exhibentur ter mille Fixæ; hoc est, fere duplo plures quam quæ in Catalogo prostant* Heveliano, *quibus singulis adjunxit propriam Longitudinem, Latitudinem, Ascensionem Rectam, Distantiam à Polo, cum Variatione Ascensionis Rectæ & Distantiæ à Polo, dum Longitudo uno gradu mutatur. Historiam Cælestem Britannicam, quæ utrumque Opus, observationes scil. & Catalogum complectitur, brevi, ut audio, editurus est ipse* Flamstedius.

Inter tot Astronomiæ adjumenta & lumina, desiderabatur adhuc Universa quædam & consummata Cælestium Phænomenôn Theoria, secundum rerum veritatem causasque Physicas explicata, & in unum corpus redacta; quam magno eruditorum omnium plausu absolvit tandem & in lucem edidit, Clarissimus Dominus Gregorius, *insigne nostræ Professionis decus, & Præceptor meus mihi ad extremum vitæ Spiritum gratissima usque memoria recolendus, cui si quid ego in hisce studiis profecerim id illi omne acceptum refero.*

Interim fatendum est, opus illud Gregorianum, *minus videri ad discentium captum accommodatum; multa enim complectitur quæ reconditoris Geometriæ cognitionem postulant, qualem in Tyronibus raro reperire licet, qui tamen in Astronomiæ elementis possunt instrui. Præterea ubique mixtim traduntur motus cælestes, cum ipsorum causis Physicis, quæ duæ res, simul à Tyronibus addiscendæ, eorum mentes nimium distrahunt, & doctrinam difficilem reddunt; unde ego satius duxi, motus primum explicare, & Phænomenon quæ ex iis oriuntur rationem reddere, quibus perspectis, facilior ad Physicam fit transitus.*

In hunc finem, sequentes composui Lectiones, quas in Schola Astronomica, prout officii mei ratio postulabat, habui, in quibus imprimis operam dabam, ut motus cælestes perspicue quantum possim explicentur, & Phænomenôn inde orientium ra-

rationes reddantur; eorum maximè, quæ paucarum in Geometria propositionum subsidio intelligi possunt. Ideoque consulerim, ut Tyrones qui Astronomiam addiscere cupiunt, Euclidem *ante oculos ponant, eumque adeant, quoties Propositiones aliquas à nobis citatas inveniunt. Sunt autem Propositiones numero perpaucæ, quales sunt Prop.* 13, 15, 27, 28, 29, 32, 47, *Elementi primi. Item* 16, 18, 20, 31, 35, 36, 37. *Elem. Tertii. Item* 4, 5, & 6, *Elem. sexti. Optamus quoque, ut Tyrones in Trigenometria Planâ, & Sphærica probe instructi sint; Quod si sint aliqui, qui principia Astronomica addiscere volunt, & tamen Trigometriam nesciunt; quales futuri sunt, ut credo, plures, ab illis hæc postulamus concedi. Nempe, quoniam in omni triangulo tam Sphærico quam Plano sint tres anguli & tria latera: horum sex, datis tribus quibusvis, quorum in triangulo rectilineo unum sit latus, reliqua inveniri possunt; quod docet Trigonometria, cujus usus in Astronomia latissime patet, ejusque auxilium ubique conspicitur.*

Sunt præterea quædam in nostra Astronomia, quæ penitiorem in Geometria cognitionem desiderant; qualia sunt quæ de Theoriis Planetarum Ellipticis, à Keplero *inventis, tradidimus. Sed Tyrones, qui de particularibus hisce, sunt minus solliciti, possunt ea præterire. Rogo etiam Tyrones, qui parum in Astronomia antea versati sunt, ut post explicatas in Lectionibus* XI. & XII. *generales Eclipsium causas, reliqua relinquant, & postquam rite satis instructi fuerunt in Doctrina Sphærica in Lect.* XIX. & XX. *à nobis tradita, denuo eadem repetant. Qui nostra hæc prius intellexerint, possunt optimo cum fructu eximium illud* Gregorianum *opus legere, & causas motuum Physicas exinde addiscere.*

In gratiam potissimum Juventutis Academicæ has Lectiones edendas curavi, qui per eas semel in Schola recitatas minus proficere valent. Unde mihi reservo potestatem easdem iterum, quoties visum fuerit, in Scholâ habendi, ubi siquid in illis obscurius dictum sit, dabo operam ut illud in clariore luce exponatur. Auditores autem nostri hoc pacto, ubi semel nostras Lectiones perlegerint, quotiescunque easdem denuo publice recitatas audiant, possint de locis difficilioribus & minus intellectis nos consulere, & dubia sua proponere, prout Statuta nostræ Academiæ requirunt.

LE-

LECTIONES ASTRONOMICÆ.

LECTIO I.
De Motu visibili seu Apparente.

ASTronomiæ elementa traditurus, corporumque longissime dissitorum motus, motuumque Phænomena explicaturus, ut ea omnia à Tyronibus melius intelligantur, necessarium duxi quædam in genere de motu visibili seu apparenti præfari.

Et primo cum oculus ea corpora tanquam quiescentia spectat, quæ inter se eandem semper conservant distantiam visibilem, & quorum, oculi respectu, idem manet situs, eadem positio, atque invariata distantia; eorum tantum corporum motus nostro objicientur visui, quæ vel inter se, vel oculi respectu, situs, & positiones mutant. *Quæ corpora quiescere videntur.* *Quæ moveri.*

Vel ut paulo altiùs hanc rem ex propriis principiis deducamus, sciendum est apud Opticos demonstrari, Corpus omne quod videtur, imaginem suam depictam habere in fundo oculi, super tunica Retinæ, cujus superficies Sphærica est, idque fieri ope radiorum lucis à visibili prodeuntium. Porro cujuslibet puncti imaginem eum obtinere locum quem radii à puncto visibili prodeuntes & refractione convergentes in retinâ offendunt. Portio peripheriæ A B anteriorem oculi superficiem repræsentet, cujus fundus seu Retina sit D G, illa scil. tunica quam extremitates nervi optici componunt, atque oculi centrum sit C. imago puncti F erit in recta F C H atque ideo in puncto H. sicut imago puncti E erit in L; Radii enim lucis à pellucidis oculi tunicis atque humoribus ita refranguntur, ut qui ex F proveniunt ad H convergant, & qui à puncto E digrediuntur *Quomodo fit visio.* TAB. 13. *fig.* 1.

in L conveniant, & in iis locis vellicatis nervis, ſenſationem viſus excitabunt.

Hæc res experientiâ certa & explorata eſt. Nam ſi hominis recens defuncti, aut illius defectu bovis oculus è capite evellatur; ablatâ opacâ Choroidis membranâ, quæ cerebro obverſa eſt, ut remaneat ſolum tenuis & pellucida ſatis Retinæ tunica, ſi hic oculus feneſtræ vel objecto cuivis fortiter illuſtrato obvertatur, non ſine voluptate aut forſan admiratione picturam quandam in eo videbimus, objectum extra poſitum ſcite ſatis imitantem. Eadem conſpicientur phænomena ſi loco oculi capiatur lens vitrea convexa, ea enim feneſtræ obverſa, objectorum lucidorum imagines, chartâ albâ ad debitam diſtantiam pone locatâ, exhibebit.

Si itaque puncti F imago H in eadem retinæ parte maneat immota, oculo etiam immoto, punctum F ut quieſcens habebitur. Quod ſi punctum illud F ad E deferatur, ejus imago in fundo oculi diverſas retinæ partes ſucceſſive percurrendo & ſpatium L H deſcribendo ſenſationem motus excitabit. Et ſi punctum illud longinquum ſit, motuſque factus fuerit in plano trianguli F C E Spectator magnitudinem apparentis motus per angulum F C E æſtimabit.

Quomodo motus oculis percipitur.

Si in linea C F aliud ſit viſibile M etiam longinquum, quod motu ſuo ad N deferatur, motus ejus viſibilis idem erit qui fuit puncti F; cum imaginis utriuſque eadem ſit ſemita, idemque motûs veſtigium in oculi fundo cernitur. Si viſibile M per rectam M F ad F feratur motus ille ſpectatoris aciem fugiet, quoniam puncti iſtius imago in H, in eadem retinæ parte immota manet. Et quotieſcunque corpora longinqua moveantur in rectâ aliquâ per oculi centrum tranſeunte, eorum motus non erunt viſu obſervabiles; nec aliâ ratione de iſtiuſmodi motibus conſtabit, quam ex aucto vel diminuto viſibilium ſplendore, & magnitudine apparente. De objectis longinquis hic loquor, nam ſi propinqua ſint, etſi in rectâ lineâ per oculum tranſeunte moveantur, poſſumus tamen de eorum motu judicare, per mutationem ſitûs, & diſtantiæ ad alia corpora, quorum poſitiones & diſtantiæ ſunt notæ. Quin etiam qualiſcunque

que fuerit mobilis ſemita in plano E C F ſive motus ſit in recta F E ſive in arcu circulari F P E ſive in alia quacunque curva F Q E ad lineam E C deferatur idem ſemper conſpicietur motus, eodem manente angulo F C E, aucto autem vel diminuto illo angulo augebitur vel minuetur motus viſibilis qui proinde per angulum illum tantummodo menſurari poteſt.

Quo itaque motus corporum apparentes definiantur, Methodus tradenda eſt, quâ Geometræ & Aſtronomi angulorum menſuras inveſtigant, quæ licet paſſim nota ſit, nec Artifices vulgares latet, ne tamen quicquam omiſiſſe videar, quo ſequentia à Tyronibus facilius intelligantur, libet eam paucis exponere. *Angulorum menſura.*

Demonſtravit Euclides angulos ad circuli alicujus centrum conſtitutos, proportionales eſſe peripheriis quibus inſiſtunt, unde angulorum menſuræ ex peripheriis vel arcubus circulorum optime innoteſcunt. Quod ut fiat, totam Peripheriam circularem in partes 360 æquales dividunt Aſtronomi, has partes gradus appellant, ſingulosque gradus in 60 partes æquales ſecant, quas ſcrupulos ſeu minuta prima nominant. Rurſuſque unumquemque ſcrupulum Primum in 60 ſcrupulos Secundos, & Secundorum unumquemque in ſuos Tertios, & Tertios in Quartos, & ita deinceps ſubdividi mente intelligunt. Atque hâc ratione non plures numerant gradus ſeu partes in maximo quovis circulo quam in minimo, adeoque ſi idem angulus ad centrum à diverſis arcubus ſubtendatur, partium ſive ſcrupulorum numerus in omnibus arcubus ſubtendentibus erit æqualis; eandem quippe arcus iſti ad peripherias ſuas totas rationem habent, v. gr. ſit Angulus A C B & centro C deſcribantur arcus duo A B, D E, tot erunt gradus & ſcrupuli in arcu A B, quot ſunt in arcu D E, etiamſi Radius arcûs A B ſit tantum unius pedis in longum & Radius alterius arcûs ſtellas fixas attingat, gradus tamen in peripheria A B in eâ ratione minor eſt gradu in Peripheria D E, quâ radius C B, minor eſt radio C E. Angulus C tot graduum, ſeu ſcrupulorum eſſe dicitur, quot arcus A B vel D E ejuſmodi partes continent. *Gradus qui? Scrupuli.* TAB. 13. *fig. 1.*

 In-

Inſtrumentum, quo anguli vulgo obſervantur, eſt circularis peripheriæ data portio, in gradus, & minuta, diviſa. Quadrans ſcil., Sextans, aut Octans, ſi Inſtrumentum ſit circuli quadrans, Arcum in 90 partes æquales, ſi Sextans in 60., ſi Octans in 45. dividunt Artifices; quæ ſingulæ erunt æquales uni totius peripheriæ gradui, unumquemque rurſus gradum in ſuos ſcrupulos primos, vel etiam ſecundos, ſi inſtrumenti amplitudo hoc permittat, partiuntur. Deinde inſtrumenti lateri Pinnacidia vel dioptras figunt; & Regulam ſuis quoque Dioptris inſtructam, circa centrum peripheriæ volubilem applicant. Obſervantur autem anguli hunc in modum.

Modus obſervandi angulos. TAB. 13. *fig.* 3. Sint duo objecta longe à nobis diſſita A & B ſitque oculus in C, & menſurandus ſit angulus A C B. Convertatur inſtrumentum donec per dioptras lateris C D, videatur punctum A; deinde circa latus C D, inſtrumenti planum & Regula circa centrum ita vertantur ut per regulæ dioptras conſpici poſſit punctum B, Manifeſtum eſt ex dictis Arcum D E oſtendere menſuram anguli A C B & etiam menſuram arcus A B, hoc eſt angulus A C B, & arcus A B tot erunt graduum & minutorum quot arcus D E per Regulam abſciſſus conſtat ejuſmodi partibus.

Quin etiam Aſtronomi alias metas ſibi propoſuerunt à quibus eodem vel ſimili inſtrumento diſtantias ſtellarum arcuales numerarent. *Horizon.* Eæ ſunt cujuſlibet loci *Horizon*, quem extenſa quaſi infinita Terræ planities efformat, totam Sphæram mundi in duo ad ſenſum hemiſphæria æqualia dividens. Et Arcum verticalem inter ſtellam quamlibet & horizontis limbum interceptum, iſtius ſtellæ *Altitudinem* dicunt. *Altitudo ſtellæ.* *Horizontis Polus.* Alia meta eſt *Horizontis Polus*, ſeu punctum quod vertici cujuſque loci quocunque momento temporis imminet, quodque linea perpendiculi denotat, ſecundum quam, & omnia Gravia deorſum rapiuntur, & nos recti conſiſtimus. Hoc pacto Naucleri ſolis Altitudinem inveniunt reſpectu arcus, ſeu anguli quem efficiunt in oculo Radii à ſole, & ab Horizonte venientes. Ita Aſtronomi angulum quoque notant, quem Solis vel ſtellæ Radius format cum li-

linea in ſuperficiem horizontis perpendiculari, Regulis & Quadrantibus in hunc uſum conſtructis.

Dioptrarum loco nunc Teleſcopia vulgo adhibentur; quorum ope, objecta longinqua certius & exactius, quam per dioptras exactiſſimas viſu attinguntur. Sed modum Teleſcopia adaptandi, omnemque illius Inſtrumenti apparatum hic deſcribere, nos ad alia properantes nimis retardaret, hæc igitur nunc ſufficiant.

Ex angulorum quoque menſuris, corporum longinquorum *Diametri apparentes* innoteſcunt; ſit enim quævis linea A B ab oculo C directe viſa, & ab ejus terminis A & B ad oculum C duci ſupponantur rectæ A C, B C, linea illa A B dicitur ſub angulo A C B videri, qui apparens ejus diameter appellatur, & tot eſſe graduum, & minutorum, quot angulus ille, inſtrumento obſervatus, indicabit. Eodem modo objectum quodvis D E ab oculo ad F Spectatum dicitur apparere ſub angulo D F E, & objectorum A B, D E apparentes magnitudines erunt, ut anguli A C B, D F E.

Corporum diametri apparentes. TAB. 13. *fig.* 4. TAB. 13. *fig.* 4. 5.

Quod ſi oculus objecto A B jam propinquior ſit, illud ex dimidia diſtantia ſcil. ex G aſpiciat, objectum illud ſub duplo fere majori angulo videbitur. Si triplo propius accedat oculus, triplo fere major fit angulus ſub quo apparet objectum, ejuſque apparens diameter triplicabitur, modo anguli illi ſint ſatis parvi, nimirum ſi gradum unum aut alterum non ſuperant, eruntque ejuſdem objecti magnitudines apparentes oculi appropinquationibus proportionales.

Atque hâc methodo ſi duorum corporum habeantur diametri apparentes, una cum diſtantiarum ab oculo ratione, exinde innoteſcet proportio, quam obtinent eorum diametri veræ. Nam ſi objectorum diſtantiæ ſint æquales, diametri veræ erunt apparentibus proportionales; ſi anguli, ſub quibus videntur objecta, ſint æquales; magnitudines veræ diametrorum, erunt ut ipſarum diſtantiæ ab oculo ex. gr. ſi angulus A C B ſit æqualis angulo D F E, at diſtantia C B ſit tripla diſtantiæ F E erit Recta A B triplo major recta D E. Quin etiam ſi non tantum ſit C B diſtantia tripla diſtantiæ f e, ſed & angulus A C B duplus anguli d f e erit

TAB. 13. *fig.* 4. 6.

A B sextuplo major quam d e. Nam capiatur C M æqualis f e, & sit M N objectum sub angulo M C N aut A C B apparens, ob angulum illum duplo majorem angulo d f e erit linea M N duplo major quam d e, sed ob B C triplo majorem quam C M erit A B triplo major quam M N, unde erit sextuplo major quam d e. Hinc si Solis & Lunæ diametri apparentes sint æquales, & Solis distantia à Terra sit centies major quam Lunæ distantia ab eadem, erit vera Solis diameter centies major Lunari diametro. At Solis à nobis distantiam plusquam centies superare distantiam Lunæ, in sequentibus demonstrabitur, unde diameter Solis plusquam centies superabit diametrum Lunæ.

Diametri apparentes ad objecta accedendo majores fiunt.

Cum, uti dictum est, ad objecta longinqua accedendo eorum diametri apparentes majores fiunt, inque ea fere ratione augentur qua iis propius admovetur oculus. v. gr. si quis decies propius quam nos Lunam spectaret, is Lunam clariorem & secundum diametrum decies majorem cerneret. Si adhibeatur Telescopium quod decies tantum ampliat objectorum diametros; Luna per illud visa eandem phasim nobis ostendet, quam spectatori decies propius admoto ostenderet. Si Telescopia adhibeantur, quæ objectorum diametros centies vel etiam ducenties augeant, ea apparentias exhibebunt plane similes iis quæ ex distantiâ centies vel ducenties minore conspicerentur. Atque hinc novimus qualem quantamque oculis nostris se præberet Luna, ex distantiâ trium Telluris diametrorum spectata. Qualisque etiam ejus foret facies, si multo propius accedamus, & ad distantiam 8 tantum stadiorum millia ipsam contemplaremur. Ex eo enim intervallo, ingentes montium Lunarium Tractus, profundas valles, & latos campos intueri liceret. Quin etiam his Telescopiis altius in cœlum invehimur, & Jovi & Saturno reliquisque errantibus, quin cometis quoque & fixis tam prope admovemur, ita ut tam longi itineris pars tantum centesima vel etiam ducentesima nobis restet. Præterea his Telescopiis Planetarum circa Axes Proprios conversiones, Jovis atque Saturni Lunas, & Eclipses hujusque posterioris Annulum, variasque phases conspicimus.

Telescopii beneficia.

mus. Hæc Telescopii beneficia silentio præterire in hoc loco haud æquum foret; cum illud potissimum sit instrumentum, quo non modo corporum magnitudines, sed apparentes motus observantur. Sed intermissum de motu visibili sermonem repetamus.

Corporum longinquorum motus æquales inæquales videntur.

Cum corporum longinquorum motus non aliunde quam ex mutatione anguli qui ad oculum videntis est, innotescat, facile hinc constabit utcunque corpora æquabiliter moveantur & æqualia spatia æqualibus temporibus describant, fieri tamen posse, ut eorum motus inæquales admodum & irregulares ab oculo conspiciantur, quod per exemplum patebit.

TAB. 13. fig. 7.

Ponamus corpus aliquod in peripheria circuli A B D E G Q uniformiter revolvi, æquales arcus A B, B D, D E, &c. æqualibus temporibus percurrendo ejusque motum oculus alicubi in plano ejusdem circuli in O, v. gr. positus ex longinquo aspiciat. Cum igitur mobile ab A ad B pervenerit ejus motus apparens per angulum A O B seu per arcum H L quem descripsisse videtur, definietur; dein in æquali tempore, dum arcum B D percurrit, motus apparens ex angulo B O D dignoscetur; & videbitur mobile transiisse per arcum L M qui arcu H L multo minor est, & mobile in D in peripheriæ N H M puncto M conspicietur; Postquam vero descripserit arcum D E prioribus A B vel B D æqualem, & ad punctum E pervenerit, ab oculo in eodem puncto M spectabitur, ita ut eo tempore quo per arcum D E defertur corpus oculo fere ut immotum & quasi stationarium videbitur; At dum in peripheria proprii circuli per arcum E F progreditur, oculo ad O posito, per peripheriam M L regredi videbitur. Sic ubi ab E per F ad G pervenerit, oculus illud conspiciet in puncto H, in eo scil. situ quam prius in A habuit. Dum autem à G per I ad Q defertur, spectator ipsum videbit per arcum H K N moveri; at dum in orbita propria progrediens corpus arcum Q P describit, oculus ipsum ad idem punctum N continuo referret, quo tempore rursus stationarium apparebit corpus, deinde post digressum ejus à puncto P cursum suum invertere & per arcum N H L M motibus admodum inæqualibus ferri videbitur.

Inæqualitas Optica.

Hæc motuum Inæqualitas ab Aſtronomis *Optica* dicitur, eo quod non corporibus reverà competit, ſed apparens tantum eſt, ex oculi poſitione orta, corpus enim eâdem ſemper velocitate in propria orbita progredi ſupponitur, & ſi oculus in centro iſtius orbitæ conſtitutus fuerit, motum ejus æquabilem ſemper conſpiceret.

Motus æquabilis in peripheria circuli à ſpectatore intra circulum locato inæquabilis videtur. TAB. 14. *fig.* 1. *Sed nunquam retrogradus.*

Si in quovis intra circulum puncto O quod centrum non eſt, immobilis locetur ſpectator, is motus corporis peripheriam A B C D percurrentis, in ſe quidem æquales, inæquales admodum videbit; & cum longiſſime diſtat corpus à ſpectatore ut in A, tardiſſime incedere videbitur, propinquius accedens corpus ut in C, velociùs progredi apparebit, ob angulum C O D majorem angulo A O B, licet arcus A B, C D ſint æquales. At nunquam ſtare aut regredi conſpicietur corpus. Adeoque ſi ſpectator intra circulum in quo defertur corpus locetur, illudque nunc progredi, nunc ſtare, nunc regredi videat concludendum erit ſpectatoris locum etiam mobilem eſſe.

LECTIO II.

De Motu apparenti qui ex Obſervatoris Motu oritur.

HUcuſque ſuppoſuimus ſpectatorem loco immotum toto obſervationis tempore conſtitiſſe. At ſi Spectatoris locus etiam moveatur, diverſæ tum naſcentur rerum apparentiæ, & oculus ea corpora quieſcere cernet, quæ celerrime progrediuntur, quieſcentia autem corpora veloci impetu deferri conſpiciet. Quin etiam fieri quoque poteſt ut motus corporum apparentes fiant veris & abſolutis directe contrarii, & quæ corpora reverà ad orientem feruntur, ad occidentem tendere ſpectatori videantur. Quæ omnia ex motuum apparentiis, quæ ſe offerunt iis qui in nave vehuntur, ſatis apte illuſtrari poſſunt.

Qui in nave vehuntur motum navis non percipiunt.

Si navis aliqua motu utcunque veloci, ſed uniformi, à ventis deferatur, nec motus navis nec corporum quorumlibet eun-

TAB. XIII.

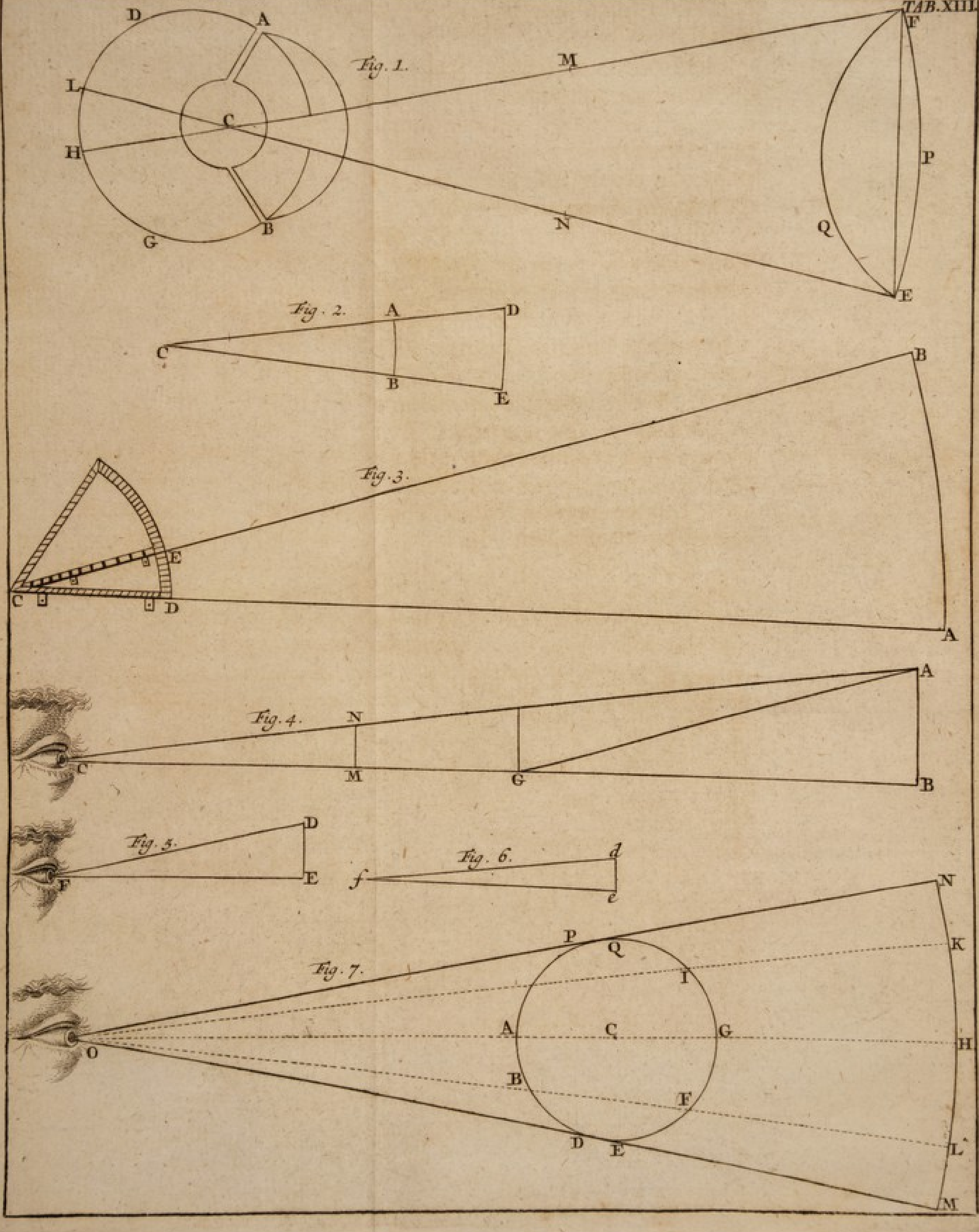


Fig. 1.
D
A
L
C
H
B
G
M
N
F
P
Q
E
Fig. 2.
A
D
C
B
E
Fig. 3.
B
E
C
D
A
Fig. 4.
N
C
M
G
A
B
Fig. 5.
D
F
E
Fig. 6.
d
f
e
Fig. 7.
N
P
Q
K
I
A
C
G
H
O
B
F
D
E
L
M

eundem intra navem ſitum ſervantium & relative quieſcentium motus *vectorum* oculis percipitur; cum enim omnes navigii partes eundem ſemper inter ſe & etiam vectoris reſpectu, ſitum, & poſitionem conſervant, ipſorum imagines in oculi fundo depictæ, iiſdem ſemper retinæ partibus quaſi immotæ adhærebunt. Ex quo fiet ut quamvis omnia quæ intra navem locantur corpora unà cum ipſa celerrime progrediantur, eorum tamen motus, ſpectator ſimul cum iis in nave vectus non viſurus ſit. Idem tamen ad littora oculos vertens, ea cum aliis objectis extra poſitis, moveri conſpiciet, nam dum ipſa navis movetur & oculum ſpectatoris ſecum vehit, neceſſe eſt objecta externa ſitus ſuos oculi reſpectu mutare, & ipſorum imagines nunc has, nunc alias Retinæ partes ſucceſſive occupare, unde fit ut quieſcentia objecta externa moveri, & quæ intra navem ſimul cum ea progrediuntur quieſcere videant, in nave collocati vectores.

At objecta externa quieſcentia moveri videntur.

Motus Globi in nave cadentis.

Si dum navis celerrime progrediatur, globus plumbeus de ſummo malo demittatur, eum quaſi in perpendiculo cadentem aſpicient vectores. Qui quidem globus (quod idem faceret ſi navis omnino quieſceret) tabulatum navis juxta pedem mali percutiet, verus tamen ejus motus non fit in perpendiculari ad ſuperficiem globi terreſtris, ſed deflexo per aërem itinere fertur Globus, quam ejus ſemitam incurvatam facile deprehenſurus eſt quiſquis qui ex alia quieſcente nave motum ſpectaret. Hujus phænomeni cauſa facile oſtenditur. Nam juxta primariam Naturæ legem, corpus omne in incepto ſemel motu ſecundum eandem directionem ſemper perſeverare conatur, jam Globus dum in ſummo malo hærebat, unà cum malo progrediebatur, adeoque poſtquam dimittitur eandem progrediendi vim retinebit, & urgente gravitatis vi progredietur ſimulque deſcendet; neutra enim harum virium alteram deſtruet aut imminuet, (neque enim ſunt contrariæ) adeoque nec minus prorſum nec minus deorſum tendet globus, quam ſi viribus ſeparatis impelleretur; ſed hiſce conjunctis viribus ſolum impeditur rectitudo ſemitæ, quam ſeorſim haberent

 per-

perpendicularis & horizontalis impetus, motuſque peragetur in linea curva iis ſimili quas deſcribunt Gravia horizontaliter projecta, quæque ſimul prorſum & deorſum feruntur, & ſpectator in quieſcente nave Globum ejuſmodi percurrere curvam videbit. Porro cum Globus & malus eadem velocitate progrediuntur, eadem inter utrumque ſemper manebit diſtantia, & proinde Globus juxta pedem mali tabulatum feriet; Præterea motus Globi quo prorſum tendit, tam navi ejuſque partibus quam *vectoribus* communis eſt. At motus ille communis uti oſtenſum eſt, ante caſum Globi videri non potuit, quare nec poſtea in deſcenſu erit obſervabilis. Sed Solus ille motus quo Globus vi gravitatis propriæ deorſum tendit, quique Globo peculiaris eſt viſu percipitur; hoc eſt Globum quaſi in perpendiculo cadentem aſpicient *vectores.* Hæc omnia reverà ſic accidere experimenta ſæpius facta adeo confirmant, ut dubitationi nullus relinquatur locus.

Motus Globi projecti intra navem.

Si quis in prorâ ſedens, Globum verſus puppim eâ celeritate quâ navis fertur, projiciat, Globus ille nec prorſum, nec retrorſum, movebitur, ſed ſublatâ gravitatis vi in aëre immotus maneret, gravitate autem urgente, rectâ ad navem deſcendet, talemque eſſe ejus motum, in ripâ vel in quieſcente nave ſedentes agnoſcent ſpectatores; vis enim à projiciente impreſſa, contrariam & æqualem deſtruet vim quam Globus à nave acceperat. At illi qui in nave vehuntur, Globum non quieſcentem nec rectâ cadentem, ſed verſus puppim ea velocitate latum conſpicient, quam reverà haberet, ſi quieſcente nave, eâdem vi projectus fuiſſet.

Si velocitas quâ projicitur Globus verſus puppim ſit minor velocitate navis, Globus in eo caſu in eandem cum nave plagam ſed tardius deferetur, nondum deſtructâ vi totâ quam à navis motu accipiebat. At in nave ſedentes Globum non ſimul cum nave progredientem conſpicient, ſed in contrariam prorſus plagam tendentem ea celeritate quam haberet, ſi quieſcente nave eadem vi projectus fuiſſet. Hinc liquet

liquet motum apparentem vero & absoluto posse fieri directe contrarium.

At objiciat aliquis Globum è manu projicientis emissum, *Objectio.* in ipsam puppim impingere, eique ictum imprimere; quod fieri non potest nisi reverà Globus versus puppim moveretur. Qui nodus solutu non difficilis est, Globum enim ii qui intra navem versantur in puppim irruere eamque percutere cernent. At si ponatur aliquis in ripa quiescens, ille non Globum in puppim sed puppim in Globum impingentem videbit & ictûs magnitudo in utrovis corpore recepti, eadem omnino erit ac si navis quiesceret & Globus reverà in puppim impelleretur ea celeritate qua puppis ad Globum accedebat. Si enim duo sint corpora A & B utcunque *TAB. 14. fig. 2.* æqualia vel inæqualia, eâdem erit percussionis vis, sive B cum datâ celeritate in corpus A quiescens impingeret, sive quiescat B, & A cum eadem celeritate in ipsum B irrueret, vel si utrumque corpus versus eandem plagam moveretur, & subsequens A celerius motum in ipsum B impingat, eadem erit quantitas ictûs, ac si B omnino quiesceret & A latum esset solummodo differentiâ celeritatum quâ scil. ipsius celeritas superat celeritatem corporis B. Vel denique si A & B in contrarias ferantur plagas, atque in se invicem impingant, ictûs magnitudo eadem erit ac si ipsorum unum quiesceret, alterum motum esset cum eâ celeritate quæ sit utriusque celeritatum summæ æqualis. Verbo dicam, eâdem semper manente velocitate corporum relativâ, qua ad se invicem accedant, eadem quoque manebit percussionis quantitas quomodocunque velocitates illæ partitæ fuerint. Atque hinc fit ut in nave quantumvis velociter latâ motus omnes nostri rerumque à nobis mobilium eadem ratione peraguntur, iidemque apparent ac si navis reverà quiesceret. Et universaliter verum esse deprehendimus, quod corporum in dato loco inclusorum, iidem erunt motus inter se, iidem congressus, eadem percussionis vis, sive locus ille quiescat, sive moveatur uniformiter indirectum.

Hæc adduxi exempla, ut vobis constaret quantum discriminis inter motus corporum reales, & apparentes, posſit intercedere; & quam difficile ſit de illis, ex his, judicium facere.

Ex iiſdem conſtabit, quod ſi in Jove vel Saturno vel alio quovis Planetarum locetur ſpectator, is loci ſui motus proprios non magis viſu percipiet, quam navigantes motum navis in qua vehuntur oculis diſcernere poſſunt. Et hi quidem ex ſubitaneis navis jactationibus quas ſibi frequenter moleſtas experiuntur, motum ejus aliqualem dignoſcunt. At Planetæ nullis fluctibus, nullis procellis ſunt obnoxii ſed placidiſſima latione in tranquillo quaſi æquore natantes fruuntur, & in motibus ſuis abſque omni impedimento perſeverant.

LECTIO III.

De Syſtemate Mundi.

CUm ut oſtenſum eſt, pro vario oculi ſitu atque motu tot & tam variæ fiunt rerum apparentiæ, quo melius mundi fabrica innoteſcat, & Univerſi admiranda pulchritudo, motuumque Harmonia, animo concipiatur; convenit ut Divinum hoc & immenſum opus non ex uno aliquo ſpectetur puncto ſeu angulo, ſed ex pluribus locis debitis intervallis à ſe invicem diſtantibus luſtrandum erit, ut diverſos hos aſpectus comtemplando, eoſque comparando vera tandem, & juſta, ſummoque Conditore digna univerſi opificii eliciatur cognitio.

Cæleſtia itaque corpora motuumque phænomena ut pernoſcantur, fingamus nos non Terricolas eſſe, & uni ſedi quaſi puncto affixos, ſed poteſtatem nobis dari libere quocunque libuerit, per ſpatia indefinita vagandi. Et ut diverſitas aſpectuum ex diverſis locis habeatur, aliquando noſmet in ſpatio quodam immoto ſiſtamus, aliquando in Sole, ſæpius in planetarum aliquo & nonnunquam etiam in Stellis fixis vel in Cometa locari nos ſupponamus.

———— Juvat ire per alta
Aſtra. Juvat Terris & inerti ſede relictis
Nube vehi, validique humeris inſiſtere Atlantis.

Et

Et quamvis corpora noſtra utpote in Terram ſua gravitate depreſſa ad altiſſimas illas domos avolare non poſſunt; nihil tamen prohibet quo minus animo & imaginatione cæleſtes illas peragremus regiones. Nec deneganda eſt hæc quam noſmet nobis vindicamus licentiam, quippe quæ omnibus omnis ævi Aſtronomis ſemper conceſſa fuit; hi enim oculum à ſuperficie ad ipſum telluris centrum detulerunt, ut motuum æqualitas exinde ſpectaretur, quin & circulos & lineas rectas per Solem & Sidera traducunt, quæ licentia, ni peteretur ſemper, & concederetur, brevis admodum & imperfecta eſſet Aſtronomiæ Scientia, & irritus omnis Aſtronomorum labor.

Ut igitur Aſtronomis ſolenne fuit, oculum ad Terræ centrum detrudere, quò is motum apparentem diurnum conſpiceret æquabilem, nobis è contra, quo motus corporum reales & abſoluti, quantum fieri poteſt æquabiles videantur; liceat ſpectatorem in cælum invehere & in loco quodam immoto conſtituere. Nam omnes cujuſque ſectæ Aſtronomi facile agnoſcunt Planetarum motus eſſe in ſe ſimplices uniformes & regulares. At ex Terræ ſuperficie, aut ab ejus centro ſpectati Planetæ in motibus propriis inæquali admodum & minime regulari curſu deferri videntur, adeoque certum eſt Tellurem hanc non in illorum motuum centro locari. Motus itaque corporibus mundanis proprios qui contemplari velit ſpectator, primo vel in Solis centro vel etiam extra ſolaris corporis Globum, non tamen in loco ab illo nimis remoto ſe ſiſtat, & quales is ſit viſurus rerum apparentias hic perpendamus.

Planetæ è Terra ſpectati irregulari curſu moveri videntur.

Et hîc in primis notandum eſt; quod in quocunque loco ponatur ſpectator, ſemper in centro proſpectus proprii ſe conſtitutum cernet. Nam corpora longinqua etiamſi magnis intervallis à ſe invicem diſtent, ſi tamen in eâdem fuerint lineâ per oculum tranſeunte, in eodem ſpatii puncto, & quaſi æque remota videntur; Unde fiet, ut ſpectator ea corpora quorum diſtantias viſu æſtimari nequit, ad ſuperficiem Sphæræ referet, cujus centrum ab oculo tenetur, motuſque omnes in ea ſuperficie peragi apparebunt. Hinc fit ut So-

Spectator eſt ſemper in centro proſpectus proprii.

lem, & Lunam, & reliqua omnia ſidera, quæ diverſiſſimis intervallis à nobis diſtant, unà cum nubibus quæ non ultra milliare unum aut alterum aſcendunt, tanquam in eâdem ſuperficiâ Sphæricâ concavâ locata intuemur; Qualiſcunque igitur ſit ſpectatoris habitatio ſive in Sole, ſive in Saturno Planetarum Extimo, vel etiam in ſtella quavis fixa, locus ille pro medio mundani ſpatii, ſeu pro centro Univerſi ab iſtius loci incola habebitur.

Proſpectus è centro Solis.

Spectator itaque Solis centrum tenens, & cælum intuens, ſuperficiem ejus Sphæricam concavam oculo concentricam innumeriſque Stellis, quas fixas dicimus, undique refertam videbit; cumque Stellæ illæ è tellure ſpectatæ eundem inter ſe immutabilem ſitum atque ordinem ſervare deprehenduntur, ſic etiam è Sole viſæ, eandem quoad ſenſum quæ è Terra obſervatur à ſe invicem invariatam diſtantiam & poſitionem obtinebunt; tanta enim eſt ipſarum vel à Terra vel à Sole diſtantia, ut poſtea oſtendetur, ut exigua illa loci mutatio, quæ fit ſpectatorem à tellure ad Solem deducendo, vix ſenſibilem mutationem in Stellarum ſitu viſibili efficiet. Verum quamvis Stellæ fixæ è tellure viſæ eaſdem ſemper à ſe invicem diſtantias & eoſdem inter ſe ſitus conſervare videantur, at oculi reſpectu poſitiones mutare, & nunc ſupra attolli, nunc infra deprimi, perpetuoque motu circa telluris Axem gyrare obſervantur, cum tamen interea qui è cælo Solari illos intuetur, omnino immobiles ſeu in eodem ſemper loco permanentes conſpiciet. Nec profecto refert ſive omnino quieſcerent Stellæ, ſive circa Tellurem cælum omne ſidereum una cum ſole eſſet volubile, ſemper enim è Sole eadem eſſet quietis apparentia, nam motus ille ſi quis fuerit gyrationis circa Terram ſit ſpectatori Stelliſque omnibus communis, adeoque non magis ſenſibus percipietur, quam navigantium oculis curſus navis, in qua vehuntur, ſit obſervabilis.

Immenſa Stellarum à Sole diſtantia.

Stellæ fixæ poſitionem reſpectu oculi mutant.

Planetæ ſeu Errones ſex.

Præter Stellas innumeras quieſcentes, ſex alii in cælo nitent circa Solem volubiles Globi, qui diverſis omnino periodis gyros complent, adeoque varias & continuo mutabiles poſitiones tam à ſe invicem, quàm ab immotis Stellis

eas

eas ſortiri neceſſe eſt. Stellas has errantes ſive Planetas dicimus, quarum una eſt ipſiſſima Tellus noſtra habitatio. Quin ſi Tellurem quieſcere, Solemque circa ipſam motu annuo deferri ſupponamus; certum tamen eſt ſpectatorem in Sole, Tellurem eundem in cælo circulum & eodem tempore deſcribentem videre, quem nos in Terra habitantes à Sole percurri obſervamus, uti in ſequentibus demonſtrabitur.

Planetarum nomina & Characteres ſunt, Saturnus ♄, Jupiter ♃, Mars ♂, Tellus ♁, Venus ♀, Mercurius ☿ qui eſt Soli proximus.

Planetæ omnes Secundum eandem plagam, ſcil. ab occidente in orientem, circa Solem in orbitis in uno fere plano jacentibus ſeu non multum à ſe invicem dehiſcentibus, feruntur; & orbitarum plana ſe mutuo ſecant in lineis quæ per Solis centrum tranſeunt; adeoque ſpectator in Solis centro locatus, in orbitarum omnium planis conſiſtet, & Planetas in concava cæli ſuperficie motus ſuos peragentes, circuloſque circa ſe maximos deſcribentes videbit, unde ſit ut ſingulorum planetarum diverſas a Sole diſtantias oculorum acies æſtimare non poteſt. Quo itaque tam diſtantiæ quàm motus Planetarum videantur, convenit ut è Sole migremus, oculuſque ſupra orbitarum plana aſcendat, in recta quæ per Solem tranſeat, & ad orbitam Telluris perpendicularis ſit, & quanta Terræ à Sole diſtantia eſt, tanta etiam ſit ſpectatoris diſtantia, in hâc rectâ poſiti. Ex hoc loco cernere licebit Planetas diverſis admodum intervallis à Sole removeri, & qui gyros citius conficiunt, ipſi propiores eſſe; qui tardius abſolvunt circuitus, longius abeſſe. Eritque Planetarum talis ordo, qualis in annexâ figurâ repræſentatur. Ubi in orbitarum centro perſtat Sol loco immobilis, circa quem volvuntur planetæ ſex, Mercurius, Venus, Tellus, Mars, Jupiter, & Saturnus, ab occidente in orientem. Secundum ordinem literarum A B C D; Mercurius Soli proximus, circulum ſuum peragrat, ſpatio temporis trimeſtri; deinde Venus paulo majori ambitu periodum abſolvit menſibus fere octo. Ultra hanc Tellus circuitum conficit

Planetæ moventur circa Solem ab occidente in orientem.

TAB. 14. *fig.* 3.

Planetarum Ordo.

ficit

ficit ſpatio unius Anni. Deinde Mars biennio circulum proprium complet. At longius multo protenditur orbita Jovis, tardiuſque ille ſcil. duodecim annorum ſpatio circulationem perficit. Extimus denique atque omnium lentiſſimus Saturnus reliquas omnes orbitas gyro ſuo continet, & triginta annos ad periodum propriam complendam, poſtulat. Hoc eſt antiquiſſimum Mundi ſyſtema à Pythagora ejuſque ſequacibus in Græcia ab Orientis populis introductum, quamvis alterum illud apparens Syſtema, quod Terram immobilem, cælumque volubile ponit à vulgo fuit receptum. Quod etiam Ariſtoteles reliquique qui poſt illum in ſequentibus ſeculis vixerunt Philoſophi, à prioribus magnis viris multum degeneres amplexi ſunt, uſque ad Nicolaum Copernicum, qui verum veterum ſyſtema ab oblivione vindicavit, & reſuſcitavit, ſolidiſque argumentis confirmavit. Unde ab Aſtronomis ſyſtema hoc Copernicanum dicitur. Poſt inventum Teleſcopium nova ſpectacula non ante obſervata, cælum intuentibus manifeſtè ſe oſtentabant, quæ ſyſtema Antiquum mirifice auxerunt, invictiſque argumentis ſtabiliverunt.

Planetæ ſunt corpora Sphærica opaca.

Planetas Teleſcopio adjutus, diligentiùs luſtrans ſpectator, deprehendet eos Telluris inſtar, eſſe corpora Sphærica, & opaca, nam facies eorum quæ Soli obvertuntur illuminari, Soliſque luce reflexâ ſplendere, facies autem averſas tenebris obvolvi, eoſque umbras in plagam Soli oppoſitam projicere, conſpicimus. Lineaque illa quæ ſplendentem partem à tenebroſa diſterminat, aliquando recta apparet, aliquando curva, & nunc convexitate, nunc concavitate ſua lucentem partem reſpiciet, pro vario planetæ & oculi ſitu, reſpectu Solis illuminantis ſuperficiem planetæ Sphæricam. Quin etiam pro diverſo ſpectatoris ſitu nunc major nunc minor illuminatæ faciei cernitur portio; Ut in corporibus opacis Sphæricis lucenti Soli expoſitis, fieri oportet.

Planetæ ſecundarii.

Planetarum tres, nimirum Tellus, Jupiter, & Saturnus, aliis minoribus Planetis continuo ſtipari obſervantur; qui Planetæ ſecundarii, Lunæ, ſeu Satellites appellantur. Hi

pri-

primarios in suis circa Solem circulationibus perpetuo comitantur, & interea etiam unusquisque circa Primarium proprium, gyros perficit. Tellus quidem unicâ tantum comitatur Lunâ, quam illa secum annuo circa Solem cursu vehit, & præterea circa se, tanquam centrum, menstruo itinere gyrare facit. *Tellus Lunâ stipatur.*

Quod autem Luna præ omnibus stellis tanta luce fulgeat & magnitudine Solem ipsum adæquare videatur, in causa est ejus Telluri proximitas, nam è Sole vix sine Telescopio erit observabilis, ac proinde si tantum à Terris distaret, quam Sol, opus esset Terricolis telescopio, quo videatur.

Jovem quatuor Lunæ tanquam Satellites perpetuo stipant, quæ diversis periodis atque distantiis circulationes circa ipsum perficiunt. Harum intima ad distantiam $2\frac{5}{6}$ diametrorum Jovis periodum absolvit, die una cum tribus partibus quartis. Secunda $4\frac{1}{2}$ diametris Jovis à Jove distat, & orbitam propriam describit spatio dierum trium, horis tredecim. Tertia diebus circiter septem, horis tribus septemque Jovis diametris cum parte sexta à Jove remota, circulum peragrat. Extima denique diebus sedecim, cum octodecim horis, ad distantiam duodecim circiter diametrorum Jovis revolutionem in orbita sua perficit. *Jupiter quatuor Lunis.*

Planetas hos Joviales primus mortalium conspexit magnus ille Galilæus, tubi optici seu Telescopii beneficio, hisque cælum sidereum adauxit, Stellas Mediceas eos appellans, quorum motibus observatis non pauca debentur Astronomiæ atque Geographiæ incrementa.

Saturnum in suo circa Solem itinere, non pauciores quam quinque comitantur Planetæ minores, horum plerique ob magnam vel à Terra, vel à Sole, distantiam; & exiguam corporum, molem, non nisi longissimis perquisiti Telescopiis se produnt, quorum tempora periodica, & distantiæ à Saturno ita se habent. Intimus revolutionem conficit die $1\frac{7}{8}$ & distat à Saturni centro ejus semidiametris $4\frac{3}{4}$. 2dus diebus 2 horis 17, ad distantiam $5\frac{2}{7}$ semidiametris, Saturni periodum absolvit. Tertius 4 diebus, horis 13, ad distan- *Saturnum comitantur quinque planetæ secundarii.*

tiam octo ſemidiametrorum, integrum circulum deſcribit. Quartus, diebus fere ſedecim periodum abſolvit, diſtans à Saturno octodecim ſemidiametris. Quintus & viſorum extimus ſpatio dierum 79⅓ orbitam percurrit, diſtans à Saturno 54. ſemidiametros Saturni.

Saturni annulus. Exornat, præterea, Saturnum Annulus, qui eum medio cingens, nuſquam contingit, ſed undique ab ejus corpore diſtans, fornicis inſtar, pondere libratus ſuo, ſeipſum ſuſtinet. Annuli hujus diameter pluſquam dupla eſt diametri Saturni, & quamvis tenuis admodum ſit ſuperficiei convexæ craſſities, tanta tamen eſt annuli latitudo, ſive profunditas, ut pars circiter media iſtius ſpatii quod ab extima ejus ſuperficie ad Saturnum porrigitur, ab ejus corpore occupetur, reliquo tantum ſpatio vacuo manente. Quibus uſibus inſervit admirabilis hic annulus, Terricolas & latet & perpetuo forſan latebit, cum nihil ei ſimile in rerum naturâ deprehendimus. Suſpicienda tamen eſt infinita Majeſtas atque potentia Dei qui noſtrâ hâc ætate, nova operum ſuorum ſpecimina, nobis conſpicienda deprompſit.

LECTIO IV.

In qua probatur Syſtema ſuperius expoſitum eſſe verum Mundi Syſtema.

Contra Mundi Syſtema in ſuperiore lectione expoſitum, nobis fortaſſe objiciat aliquis; nos finxiſſe noſmet in cælum evectos, & ordinem atque motum planetarum ſupra traditum propriis luſtraſſe oculis, ſed finximus tantum, & qui proinde ponitur corporum mundanorum ordo ſive ſitus, erit figmentum. An non eâdem fingendi licentiâ, alius quivis Planetarum ordo ſupponi poteſt? poſſumus, accedente ſenſuum teſtimonio, Terram ponere immobilem, Solemque atque planetas circa illam motus ſuos deſcribentes, atque ex illis poſitionibus poſſumus omnes apparentias & phænomena explicare. Reſpondeo quamvis finximus non in altum ſublatos, è cælo in Solem atque Planetas deſpexiſſe, qui tamen ex hâc hypotheſi è cælo conſpiciendus erit Planetarum ſitus atque ordo, figmentum non eſſe; ſed ordo ille

non

non minus verus, certus, & indubitatus erit, ac si reverà è cælo illum oculis contueri liceret. Nam in nostra Astronomia nihil omnino fingitur, quod non habet naturam ducem, & comitem observationem, quicquid in eâ asseritur, ex rationibus physicis, & demonstrationibus Geometricis certissime pendet. Veterum Astronomia sicut & Tychonica recte Hypotheses & figmenta dicuntur, cum ultrà suppositionem nudam nihil habeant, quo nitantur sed deformem Mundi fabricam exhibeant. At Nostra Astronomia quæ & antiquissima Pythagoreorum fuit, undique sibi consentiente compagine cohærens, mirandum in modum Mundi faciem ornat, & splendissima Symmetria decorat. Nihil est in rerum natura quod magis monstrat acrem humani ingenii vim, summamque intellectûs perspicaciam, quam quod mens nostra ultra sensuum testimonia, imo repugnantibus sensibus, ausa sit se in sublime attollere, & subtilissimis suffulta rationibus, verum Mundi Systema partiumque dispositionem eruere. Quibus vero artibus has arces attigit igneas, paucis hic declarabo.

In vera Astronomia nullæ hypotheses aut figmenta.

Primo qualiscunque locus Soli concedatur, certissimum est Veneris orbitam illum cingere, nam aliquando supra Solem attolitur Venus, aliquando inferius descendit, & inter Solem, & Terram conspicitur. Quod supra Solem ascendit Venus, exinde patet quod in conjunctione cum Sole, hoc est cum juxta Solem è Terrâ videtur; plenâ & rotundâ facie *fulgentem* se Terricolis ostendit. Nam cum Venus, sicuti reliqui omnes Planetæ, lucem omnem à Sole accipiant, necesse est ut ea sola eorum facies splendescat quæ Soli obvertitur quæ vero aversa est, tenebris obvolvatur; adeoque cum Terricolis pleno fulget orbe, facies Soli obversa, & ab illo illuminata, Terræ quoque obvertitur; & proinde tunc temporis ultra Solem est. In Figura sit S Sol, T Terra, Venus in F, vel V locata, facie plenâ à Terricolis conspicietur, adeoque in illo casu Venus loca ultra Solem protensa, peragrat. Quod autem Venus infra Solem descendit, exinde constat, quod in conjunctione cum Sole, vel prorsus evanescit, vel corniculata Lunæ instar ap-

Demonstratur Planetas Solem circumire.

TAB 14. fig. 4.

 pa-

paret, adeoque ejus facies Solis luce illuſtrata, vel Terræ non obvertitur, ut in G, vel parva aliqua ejus pars à Terricolis conſpicitur, ut in H. Unde neceſſe eſt ut inter Terram & Solem tunc temporis locetur. Semel quidem Venus viſa eſt nigræ inſtar Maculæ Solis diſcum pertranſire, quod unicum ſpectaculum nemini mortalium præter Horoxium noſtrum contigit videre, Anno Chriſti 1639. nec iterum Stella Veneris ſubtercurret Solem uſque ad annum 1761 Menſis Maji die 26 mane; quo tempore rurſus in medio diſci Solaris exſpectanda erit. Præterea Veneris Stella nunquam à Sole digreditur ultra certum ac determinatum intervallum 43 circiter graduum, nec unquam Solis oppoſitionem attingit; ſed neque ad quadratum aut ſextilem aſpectum pervenit, at tales aſpectus neceſſario ſubiret, ſi circa terram periodum ſuam abſolveret.

Similes quoque ſunt & Mercurii motus.

Similiter Mercurius ſemper in viciniâ Solis, commoratur, propius ſemper abeſt à Sole quam Venus, adeoque Veneris æmulus in orbita minore, intra Veneris orbitam concluſâ, & Solem ambiente neceſſario locandus erit. Præcipue vero cum eum Soli quam proximum eſſe, oſtendit egregius illius ſplendor quo & Veneri cæteriſque Planetis longe antecellit.

Martis orbita Solem ambit.

Mars cum veniat ad oppoſitionem Solis, ejus orbita complectitur terram. Sed & hoc neceſſarium eſt, ut amplectatur etiam Solem. Nam cùm venit ad conjunctionem cum Sole, ſi ſubter illum incederet, corniculatus appareret inſtar Veneris & Lunæ: Atqui ſemper ille rotundam ſpeciem exhibet, niſi quod in quadrato cum Sole Aſpectu, aliquantulum gibboſus apparet.

TAB. 14. fig. 5. Et Terra non locatur in orbitæ centro.

Referat S Solem, T Terram, circulus M N P R orbitam Martis. Patet Martem tam in M quàm in P Terricolis plena & rotunda facie ſplendere, quoniam in his poſitionibus facies Soli obverſa Terræ quoque obvertitur, at in N & R paululum gibboſus apparebit. Præterea Mars Soli oppoſitus ſepties major videtur quam conjunctioni propinquus; adeoque in illo ſitu ſepties propius ad Terram accedit, quàm in conjunctione, ubi longiſſime à Terrâ diſtat. Hinc conſtat

ſtat non Terram, ſed Solem in centro orbitæ Martis locari, apparentiæ enim demonſtrant Terram longiſſime ab illo centro diſtare.

Præterea cum eadem obſervantur Phænomena, in Jove & Saturno licet multo minore diſtantiarum diverſitate in Jove, quam in Marte, & adhuc minore in Saturno quam in Jove hos quoque Planetas in diverſis orbitis ultra Martis Sphæram circa Solem rotari neceſſe eſt. Præterea Planetæ omnes è Terrâ viſi, motus admodum inæquales, & irregulares peragere obſervantur, nam nunc progredi, nunc ſtare, mox regredi cernuntur. At qui è Sole illos conſpiceret, ſemper uniformi quadam lege unumquemque proprium circulum decurrere videbit.

Eadem obſervantur Phænomena in Jove & Saturno.

Sol itaque, non Terra, in centro orbium Planetarum collocatur, Hanc enim demonſtravimus inter Veneris & Martis orbitas medium ſortiri locum, ſed & neceſſe erit, orbitis quieſcentibus, ut Terra quoque circa Solem moveatur, nam ſi immobilis conſiſteret, cum intra ambitum orbium quos ſuperiores Planetæ Mars, Jupiter, & Saturnus percurrunt, claudatur, nunquam illos ſtare, aut regredi, aſpiceret Terricola. Verum horum Planetarum ſtationes & regreſſus non minus quam progreſſus è Terra obſervantur; itaque Terram in medio partium mobilium, inter Veneris & Martis orbitas conſtitutam, circulum quoque reliquorum Planetarum ritu, circa Solem deſcribere concludendum eſt. Utque locus Terræ medius eſt inter Venerem & Martem; ita quoque periodus quâ curſum ſuum circa Solem perficit, media erit inter periodos Veneris & Martis. Venus enim octo menſibus; Terra ſpatio annuo, Mars biennio circuitus abſolvunt: His indubiis rationibus inducti, Tellurem in cælum inveximus, & inter Planetas poſuimus, Solemque ad centrum detruſimus. Atque ita ex indubitatis principiis, & invictis ratiociniis, verum Mundi ſyſtema, ordinem, ſitum, & motum corporum mundanorum declaravimus.

Terra etiam in orbita circa Solem movetur.

Comparatione factâ, miram quandam inter Planetarum Tempora, quibus circuitus ſuos circa Solem abſolvunt, & ipſorum à Sole diſtantias deprehendimus harmoniam, & Pro-

Mira harmonia inter Planetarum à Sole diſtantias & eorum tempora periodica.

portionem; nam quo quilibet Planeta Soli propior eſt, eo citius periodum abſolvit, & celerius fertur, ſecundum datam & immutabilem legem, quam omnia corpora mundana conſtanter obſervant. Nempe *Quadrata Temporum Periodicorum ſunt cubis diſtantiarum à Sole proportionalia.* Quod omnium primus detexit ſagaciſſimus Keplerus in Planetis primariis. Poſtea deprehenſum eſt Planetas omnes ſecundarios tam Saturnios quàm Joviales eandem quoque in motibus ſuis legem obſervare, eorum enim periodi ita temperantur, ut quadrata temporum periodicorum ſint cubis diſtantiarum à centro Jovis, vel Saturni, proportionalia. Ita intimus Jovis Satelles diſtat à centro Jovis diametris Jovis $2\frac{5}{6}$ & periodum conficit horis 42. Extimus autem circulum proprium percurrit horis 402. Adeoque ſi fiat ut 1764 quadratum numeri 42 ad 161604 quadratum numeri 402 ita $\frac{4913}{216}$ cubus numeri $2\frac{5}{6}$ ad alium is erit $\frac{450090}{216}$ ex quo extracta Radice cubica dabitur $\frac{76}{6} = 12\frac{2}{3}$ qui numerus exprimet diſtantiam extimi ſatellitis Jovis, in diametris Jovis, talemque reverà eſſe ejus diſtantiam obſervationibus deprehenſum eſt.

Hujus Regulæ cauſam Phyſicam Primus invenit Newtonus.

Hujus Regulæ cauſa Phyſica Keplerum latuit, qui ſolummodo eam invenit, comparando diſtantias Planetarum, cum ipſorum Periodis; at gloria illam à priore inveſtigandi & illius cauſam ex neceſſitate Phyſica monſtrandi, magno Neuwtono noſtro reſervata fuit, qui demonſtravit ſalvis naturæ legibus, aliam regulam in mundo locum obtinere non poſſe: Quod nos quoque oſtendemus cum de cauſis Phyſicis agendum erit.

Cum itaque omnes agnoſcunt Aſtronomi, Legem ſuperius traditam, conſtanter obſervari à quatuordecim corporibus mundanis, quorum plures circa commune centrum revolvuntur, nempe à quinque planetis primariis, & novem ſecundariis, & cum Luna circa Terram, tanquam centrum, gyros ducit; ſi Sol etiam circa ipſam, circulationem perficeret, congruum eſſet ut eadem Lex ipſorum motus regeret. Adeoque cum Luna diebus 27, Sol 365 diebus, circulos abſolvunt, & Luna 60 ſemidiametris Terræ, à Terra removeatur, ſi fiat ut 729 quadratum numeri 27 ad 133225

qua-

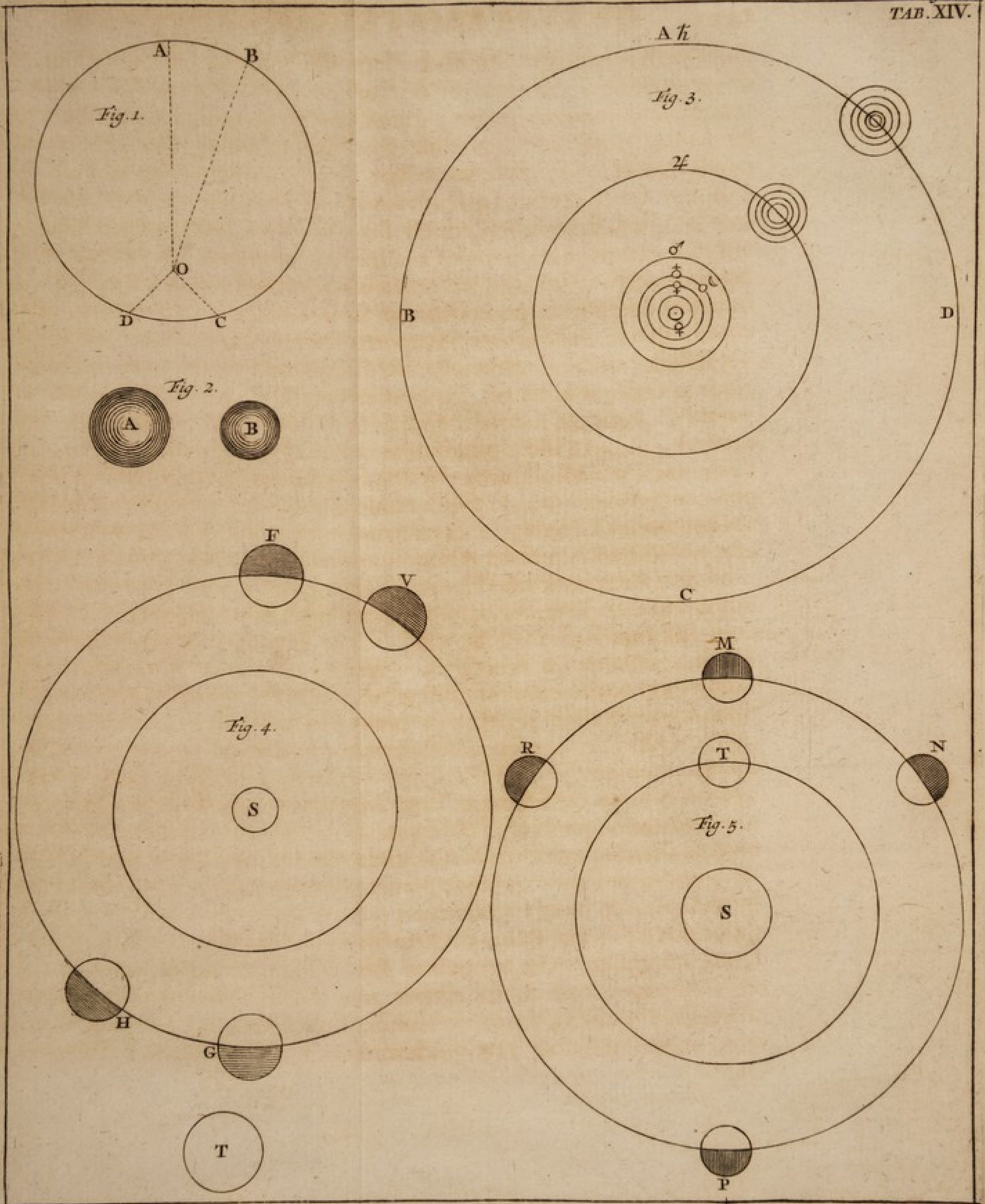


Fig. 1.
A
B
O
D
C
Fig. 2.
A
B
Fig. 3.
A ♄
♃
♂
B
D
C
Fig. 4.
F
V
S
H
G
T
Fig. 5.
M
R
T
N
S
P

quadratum numeri 365, ita 216000 cubus numeri 60 ad alium, is erit 39460356 cujus Radix cubica eſt 340, & ille numerus diſtantiam Solis exhiberet, ſi modo in ejus motu locum obtineret eadem Regula qua reliqua omnia corpora mundana motus ſuos conſtanter temperant.

Verum omnes conſentiunt Aſtronomi, & invictis rationibus demonſtrari poteſt, Solem pluſquam trigeſies magis à Terra diſtare quam ſunt 340 ſemidiametri Terreſtres.

Sed non poteſt circa Terram moveri niſi tollatur motuum Harmonia.

Ex quo liquet, ſi admittatur Solis motus circa Terram annuus, violari univerſalem jam traditam Naturæ legem, & concidere motuum proportiones, quæ ut integræ maneant, Terra in ſuo loco inter Planetas reponi debeat, Solemque cum iis circumire, quibus poſitis reſtituetur pulcherrima circulationum Harmonia, & ſine omni exceptione, motuum ordo manebit immutabilis.

Sol & fixæ ſunt corpora ejuſdem naturæ.

Ut Planetarum omnium agnoſcimus cognationem, ſimilemque naturam, ex eo quod Telluris inſtar, ſint corpora opaca, Sphærica, Soliſque luce illuſtrata, circa quem etiam motibus omnino ſimilibus continuo cientur; ſic etiam cum Sol & reliqua omnia ſidera propria luce ſplendeant, & ſedibus ſuis immota conquieſcant, ſimili ratione pro corporibus ejuſdem naturæ haberi poſſunt. Quodque Sol præ reliquis omnibus ſtellis tantus Terricolis appareat, quodque tanta luce refulgeat, ut ejus præſentia omnes ſtellarum flammas ſplendore ſuo extinguat, in cauſa eſt quod Terra à reliquis omnibus ſideribus immenſo intervallo diſtans, in Solis viciniâ circa ipſum continuo gyrat. Nam qui fixam aliquam ex eodem intervallo, quo nos Solem, aſpiceret, ſe Solem noſtro Soli per omnia ſimilem intueri crederet; ſpectator etiam à Sole noſtro æque remotus, ac nos ab aliqua fixâ, eum ſtellis annumeraret. Fixæ itaque omnes ſunt Soles; eſtque Sol una ex fixis.

Immenſa eſt Fixarum diſtantia præ Terræ diſtantia à Sole.

Quamvis tanta ſit Telluris à Sole diſtantia, ut ex hoc ſpectata Tellus, quaſi ut minutum aliquod punctum videtur, ea tamen diſtantia, ad ſtellarum fixarum diſtantiam comparata, tam exigua habenda eſt, ut etiam ſi orbita in quâ diximus Terram circa ſolem deferri è ſtellis fixis con-

ſpi-

ſpiciatur, ea etiam ut punctum apparebit angulusque ſub quo orbitæ diameter, ex fixâ videtur, tam exiguus eſt, ut ab Aſtronomis acutiſſimis vix obſervari hactenus potuit; certe qui in hoc angulo (quem paralaxim orbis annui dicunt) obſervando maxime invigilarunt, illum ſemper uno minuto primo minorem deprehenderunt, adeoque neceſſe eſt ut ſtellæ decies millies aut longius à nobis diſtent, quam nos à Sole diſtamus.

Hinc ſequitur, quod etiamſi Tellus ad aliquas ſtellas propius uno anni tempore accedat, quam in oppoſito, idque intervallo diametri orbitæ ſuæ, non tamen ſtellæ illæ majores apparebunt, neque ulla fiet apparentis intervalli inter duas quaſvis ſtellas ſenſibilis mutatio, propter diverſas ſpectatoris poſitiones.

Sint enim in Terrâ, duæ turres ſibi invicem propinquæ, à quibus tamen diſtet ſpectator ſpatio decem mille paſſuum, is ſi per unum tantum paſſum ſitum ſuum mutat, ad ipſas accedendo, tantillo ſpatio propius admotus, nec turres magnitudine auctas, nec à ſe invicem longius diſſitas conſpiciet. Itaque cum Tellus una anni tempeſtate tantum per decies milleſimam diſtantiæ ſuæ partem ad fixam aliquam accedit, quam aliâ; nulla tamen ſenſibilis orietur in ſtella, ſitûs aut magnitudinis reſpectu mutatio.

Angulus ſub quo Sol ex diſtantia fixarum apparet.

Hinc etiam ſequitur quod ſi Sol tantum à nobis diſtaret, quantum proxima quævis fixa, angulus ſub quo videbitur, erit decies millies minor quam nunc eſt; cumque angulus ſub quo videtur Sol à Terricolis, ſit dimidii circiter gradus, ſeu triginta ſcrupulorum primorum, ex ſtellâ fixâ ſpectatus Sol ſub angulo qui eſt milleſima pars trium ſcrupulorum hoc eſt ſub angulo decem circiter ſcrupulorum Tertiorum videbitur.

Objectio.

Contra hanc poſitionem objiciunt aliqui; ſi tanta ſit fixarum diſtantia, oportet ut ſtellæ Solem noſtrum magnitudine multum ſuperent, nec minores poſſunt eſſe quam Sphæra, cujus diameter diametro orbitæ annuæ Telluris æqualis ſit; volunt enim ſtellas, ſaltem ordinis primi, ſub angulo non minore uno minuto videri: cumque orbitæ Telluris diameter

ter è fixis sub majori angulo non cernitur, ſtellarum diametri diametro orbitæ in qua fertur Tellus, magnitudine non cedunt. Cumque Sphæra illa cujus ſemidiameter diſtantiam Terræ à Sole adæquat, Solem noſtrum centies centenis mille vicibus ſuperat, toties quoque ſuperabunt ſtellæ Solem noſtrum, adeoque cum enorme interſit magnitudinis diſcrimen, non erunt Sol noſter & Fixæ corpora cognata, neque proinde Sol pro fixâ habendus eſt.

Sed qui de magnitudine fixarum talia prædicant, multum falluntur, dum tantas iis aſſignant diametros apparentes; eæ enim tam exiguæ apparent, ſi rite obſerventur, ut veluti puncta tantum lucentia ſine viſibili quâvis latitudine refulgeant; quo fit, ut obſervationibus nulla earum menſura deprehendi poteſt; cingit quidem flammea omnia corpora in tenebris viſa irradiatio quædam ſeu capillitium, unde fit ut centies & pluribus vicibus majores conſpiciuntur quam ſi ſublato capillitio viderentur; multum autem minuitur capillitium, ſi per exiguum foramen aciculâ in charta factum conſpiciantur, facilius vero & melius huic incommodo medetur, Teleſcopia adhibendo, quæ radios illos adventitios auferunt, & ſtellas, ut mera puncta lucentia ſpectandas præbent. At Teleſcopia quamvis multum augeant objectorum diametros, non tamen certas & definitas ſtellarum menſuras nobis exhibent, cum ſidera ut lucida puncta, ſeu nullius magnitudinis per ea etiam viſa appareant; Unde mirum eſt quod Ricciolus Syrii ſive Canis majoris ſtellam poſuit ſub angulo 18″ videri. Nam ſi tantus Syrius nudo oculo appareret, per Teleſcopium viſus, quod ducenties ampliat objecta quoad diametros, debet ille ſub angulo 3600. ſcrupulorum ſecundorum ſeu angulo unius gradus videri; unde & ejus diſcus Solarem diſcum quater ſuperare videbitur; cum tamen certum eſt Teleſcopium illud exhibere Syrium ut punctum tantum lucens, & ſtellâ Martis non majorem. Mars autem cum nobis proximus atque maximus adeſt, ſub angulo 30 ſcrupulorum ſecundorum conſpicitur. Unde diameter Syrii ducenties ampliata, non major erit 30 ſcrupulis ſecundis, adeoque angulus ſub quo

Stellæ fixæ nullius magnitudinis ſed ut mera puncta apparent.

Quod per Teleſcopium demonſtratur.

nudo oculo apparere debet, non major erit $\frac{3}{20}$ unius ſcrupuli ſecundi, ſeu novem ſcrupulis tertiis: Hoc eſt Syrius Soli fere æqualis cernitur, ſi is tantum à nobis diſtaret quam Syrius. Mirum fortaſſe quibuſdam videbitur, quod ſtellæ fixæ omnino conſpiciantur, cum eorum diametri tantillos ſubtendunt ad oculum angulos. Sed flammea & ignita corpora ex maximis intervallis cerni poſſunt, iis ſcil. unde alia corpora æque exiguis angulis comprehenſa, prorſus evaneſcunt. Quod comprobat candelæ flamma, quæ noctu ad diſtantiam duo millia paſſuum cernitur, cum tamen interdiu objectum opacum Solis luce illuſtratum, etiamſi decies & amplius flammam latitudine ſuperat, ex ea diſtantia videri nequit. Lux enim quam ex ſe undique defundunt ignita corpora, vegetior multo eſt, fortiuſque fibrillas Retinæ vellicat, quam ea quæ à corporibus opacis reflectitur, reflectionibus enim debilis redditur radiorum actio; & inde fit ut corpora lucida in ſpecies ampliores ſpargantur.

Fixæ ſunt corpora ignea.

Immota itaque cæli aſtra ſunt corpora ſuâ naturâ ignea, inſtar Solis noſtri, quæ huic nec magnitudini cedunt, nec multum ſuperant, adeoque, pro totidem Solibus haberi poſſunt.

Fixæ ſunt Soles.

Concipiendum porro eſt, Soles hos non in unâ eademque ſuperficie hærere, ſed per immenſa mundi ſpatia, undique diſſeminari & longiſſimis intervallis à ſe invicem diſtare; ita ut tantùm inter duos quoslibet Soles proximos, interjaceat ſpatium quantum ad minimum inter Solem noſtrum, & Syrium porrigitur. Hinc ſpectator qui alicui Soli propius adeſt, illum tantum ut Solem conſpiciet, & reliquos omnes Soles ut micantia aſtra, in cœlo ſeu firmamento proprio inhærentia videbit.

Porro non credibile eſt, Deum tot innumeros Soles in locis tam remotis ſolitarie locaſſe, & nulla juxta poſuiſſe corpora quæ horum luce & calore foveantur; hoc certe ſapientiæ divinæ minime congruum eſſe videtur; cum Deus nihil fruſtra creavit, ſed confitendum potius eſt, Solem unumquemque ſuo quoque Planetarum comitatu cingi, qui circa Soles hos, diverſis periodis, ad diverſas diſtantias, Lunis quoque ſuis ſtipati rotantur.

Quam

Idea amplitudinis Mundanæ.

Quam admirabilis & magnifica hinc nobis oritur amplitudinis mundanæ Idea. Concipiendum enim eſt Indefinitum ſpatium mundanum, in quo innumerabiles locantur Soles, Soleſque illi ſunt ſtellæ quas vel nudo oculo, vel Teleſcopii ope detegimus; harum ſinguli propriis Planetis ſtipati totidem Mundos ſeu ſyſtemata conſtituunt. Et unuſquiſque Sol in proprio ſyſtemate idem munus obit, quod in hoc ſuo ſyſtemate Sol noſter.

Hinc Mundus exiſtet Divinæ Sapientiæ, Omnipotentiæ, & Bonitatis Theatrum, Gloriæque Immenſæ, & Infinitæ Palatium.

LECTIO V.

De Maculis Solaribus, & Solis, & Planetarum, circa proprios Axes, vertigine, & de Stellis fixis.

Solis & Lunæ convexitas noſtris oculis evaneſcet.

OB maximam Telluris à Sole diſtantiam, Solis convexitas noſtris oculis prorſus evaneſcit, nec mirum cum & Lunæ, quæ nobis multo propius adeſt, Sphærica ſuperficies à ſenſibus non percipitur, & tam Lunæ quàm Solis orbes tanquam diſci plani nobis appareant; quorum in medio punctum, quod reverà eſt in ſuperficie centrum, ſeu centrum apparens, dicitur. Et ſi Solis facies æqualiter ubique luceret, ob uniformem ejus faciem quæ nullam varietatem oculo objiceret, poterit ille circa ſuum Axem rotari, & ejuſmodi rotatio nobis non innoteſceret; nunc vero cum in lucidiſſimo Solari diſco, & puriſſimâ ejus flammâ, ſæpe nigræ conſpiciuntur maculæ ejus ſuperficiei adhærentes, ex eorum motu nobis conſtat de Solis rotatione; nam hæ maculæ à margine Solis orientali, medium verſus progredi cernuntur, deinde ulterius provectæ in oppoſita margine ſcil. occidentali margine occidere videntur. Et earum aliquæ poſtquam in oppoſitâ nobis Solis ſuperficie per quatuordecim circiter dies delituerunt, in margine rurſus oriri incipiunt.

In Solis ſuperficie ſunt maculæ.

Sol circa axem ſuum vertitur.

TAB. 15. fig. 1.

Circulus AGHD repræſentent Solarem ſuperficiem nobis conſpicuam, ſæpe vidimus materias quaſdam denſas & obſcuras nubibus circumterreſtribus perſimiles in margine A oriri, quæ paulatim verſus B repentes in medio tandem diſci conſpiciuntur, deinde per BC ad circumferentiam progredientes, poſt aliquam moram in D evaneſcunt.

Maculæ à puncto aliquo digreſſæ aliquando ad idem redeunt poſt 27 dies.

Aliquando macularum aliquæ, interjecto dierum viginti ſeptem circiter ſpatio, poſt digreſſum ab A rurſus in eodem puncto conſpiciuntur tantumque temporis per Solis ſuperficiem nobis averſam tranſcurrendo impendunt, quantum in obverſa Solis facie noſtro conſpectui ſubjiciuntur. Macularum motus in diſci peripheria A vel D tardiſſimus apparet, & verſus medium velocior: præterea earum figuræ, circa margines Solis arctiſſimæ, in medio latæ, & plena majeſtate ſeſe oſtendunt; & hæ apparentiæ reſpondent materiis quibuſdam denſis & obſcuris Solis ſuperficiei contiguis, & Solari vertigine abreptis. Quidam exiſtimaverunt maculas has non corpori Solari adhærere, ſed ab eodem aliquantulum diſtare, & circa Solem revolvi ad modum ſatellitum Jovis;

Maculæ in ſuperficie Solari exiſtunt.

TAB. 15. fig. 2.

ſed ii facile refelluntur, nam ſi maculæ in ſuperficie Solis non exiſterent, eadem macula non videretur per totum tempus ſemiperiodi in ſuperficie Solari. Sit enim Sol in A viſus ex Tellure B ſub angulo DBC 30. minutorum, ſi macula orbitam HEG extra Solis ſuperficiem percurreret, non videbitur Solis diſcum intrare, antequam ad E pervenerit, ubi recta BED ex terra ducta diſcumque tangens maculæ orbitam ſecat, & ductâ BCG Solem quoque tangere per Solis ſuperficiem tantummodo decurrere videtur, dum arcum EG deſcribit, qui arcus ſemiperipheriâ minor erit & tempore quod ſemiperiodo minus eſt percurretur. Sed ex obſervationibus conſtat maculas quæ integram revolutionem abſolvunt, (fuere enim nonnullæ, quæ duas aut tres periodos abſolverunt, ſingulas nempe viginti ſeptem dierum) illæ inquam 13½. impendunt, ad hoc ut à limbo occidentali Solis ad limbum orientalem perveniant; adeoque cum dimidium periodi ſuæ tempus in tranſcurrendo Solis diſcum impendunt, ipſarum orbitæ in ipſa ſuperficie Solari extabunt.

Maculæ ſæpe diſſolvuntur ſæpe plures in unam confluunt.

Macularum plures in medio Solis diſco primo videri incipiunt, alias in eodem diſſolvi & evaneſcere cernimus; ſæ-

ſæpe plures in unum confluunt, ſæpius una in plures diffluit. Primus eas Teleſcopio ſuo detexit Gallilæus, poſtea accuratius obſervavit Scheinerus qui magnum volumen de iis edidit, & tunc temporis plures quinquaginta in Sole viſæ ſunt. At ab anno 1653 uſque ad annum 1670. vix una aut altera viſa eſt, exinde ſæpe plures una conſpectæ ſunt, & nullâ conſtanti temporum lege apparent aut evaneſcunt.

Solem aliquando Pallidum per integrum annum apparuiſſe.

Narrant Hiſtorici Solem per integrum annum aliquando pallidum apparuiſſe, & ſine ſolito fulgore, calorem tenuem debilemque emiſiſſe, quod credibile eſt ex eo proveniſſe, quod plures ingentes maculæ non minimam Solaris ſuperficie partem tunc temporis texerunt; & nunc aliquando videntur maculæ quæ non tantum *Aſiam*, aut *Africam*, ſed totius Telluris ſuperficiem latitudine ſuperat.

Axis Solis inclinatur ad planum Eccliptica ſicuti Solis æquator.

Macularum motus eſt ab occidente in Orientem, & ex eo conſtat, Axem circa quem vertitur Sol, non eſſe ad planum orbitæ Telluris perpendiculariter erectum, ſed ad illud inclinari, & facere cum Axe orbitæ qui per Solis centrum tranſit angulum ſeptem circiter graduum, & proinde Solis Æquator, ſeu circulus in medio inter duos polos, orbitæ planum ſecabit in linea recta quæ producta orbitæ occurret in duobus punctis. Et cum Terra in hiſce duobus punctis invenitur, ſemitæ macularum rectæ lineæ apparebunt, cum ſcil. oculus ſpectatoris eſt in earum plano. At in alio quovis Telluris ſitu, cum ſcil. æquator Solaris ſupra oculum attollitur, aut infra illum deprimitur, veſtigia macularum erunt curvilineæ & Ellipſes.

In Planetis maculæ videntur.

Cum ſplendidiſſimum Solare corpus obſcuris maculis fœdatur, non cogitandum eſt corpora Planetarum opaca nævis carere; quibus eorum facies aſperguntur. Et reverà Jupiter Mars & Venus, ſi Teleſcopio ſpectentur, nobis maculas ſuas produnt, ex quarum motu conſtat has Planetas circa Axes rotari. Simili ſcil. argumento quo Solarem vertiginem probavimus. Venus ſcil. ſpatio 23 horarum gyrationem circa proprium Axem ab occidente in orientem perficit, Mars ſimilem rotationem horis 24 min. 40. abſolvit. Terra una die ab occidente in orientem etiam circa Axem

Planetæ circa axes ſuos rotantur.

rotatur quod ex apparenti motu omnium Aſtrorum ab oriente in occidentem nobis conſtat.

In Jove præter maculas, plures ſunt *faſciæ* ſibi invicem parallelæ, at hæ neque eandem conſtantem magnitudinem, nec diſtantias conſervant eaſdem, nunc creſcunt, nunc diminuuntur, aliquando à ſe invicem longius diſcedunt, aliquando propius accedunt & plures unà cum maculis, ſubeunt mutationes. Anno 1665 D^nus^ Caſſini inſignem detexit in Jove maculam, quam per duos annos obſervavit, Jovis corpori per totum illud tempus firmiter adhærentem, & ejus figura & poſitio *reſpectu Faſciarum* probe determinatæ fuere; evanuit tamen illa macula anno 1667, nec rurſus uſque ad annum 1672 viſa fuit, poſt illud tempus per tres fere annos in conſpectum aſſidue veniebat: ſæpius deinde à noſtris oculis ſe ſubduxit, & identidem ſe conſpiciendam præbuit; & ut verbo dicam ab anno 1665 quo primo viſa eſt, uſque ad annum 1708 octies apparuit & evanuit. Ejus revolutionibus ſæpius obſervatis D^nus^ Caſſini comperuit periodum Jovis circa proprium Axem eſſe horarum 9 minutorum 56.

Veriſimile quidem eſt, quod Terra ſtabili magis & tranquillâ fruatur conditione quam Jupiter, in cujus facie majores cernuntur mutationes, quam Telluri obtingerent, ſi Oceanus alveo ſuo relicto per Terras undique ſe diffunderet, novas continentes, nova maria exhiberet, permutato invicem Soli Salique vultu.

Mercurius prope Solem continuo commorans, tantâque luce cum videtur, perfunditur cælum, ut obſervationes non admittat, quibus ejus maculæ dignoſcantur, & Saturni maxima à nobis præ reliquis Planetis diſtantia macularum viſum oculis adimit. Credibile tamen eſt illos, prædictorum inſtar, circa Axem quendam revolvi, nempe ut ſæpius quam ſemel in unâ revolutione circa Solem, cujuſque Planetæ pars quælibet radiis Solaribus expoſita & iis rurſus ſubducta, viciſſitudines patiatur naturæ ſuæ congruas.

LE-

LECTIO VI.

De Magnitudine & Ordine Fixarum, De Constellationibus, Stellarum Catalogis, & Mutationibus quæ fixis accidere visæ sunt.

QUod fixæ dispari inter se magnitudine appareant inde evenit, quod non omnes pari à nobis distent intervallo, sed quæ propius absunt reliquis tum magnitudine tum luce præcellere videntur; illæ interea quæ longius distant minore & mole & splendore conspiciuntur. Hinc oritur stellarum illa in classes distributio, quarum Classium Prima stellas primæ magnitudinis, 2da secundæ, 3^{tia} tertiæ, & ita porro usque ad sextum stellarum ordinem, quæ minimæ sunt omnium, quæ nudis oculis videri queunt. Nam cæteræ stellæ, quas non nisi Telescopii ope detegimus, his classibus non continentur. Licet vero antiquum & vulgo receptum sit sex tantum esse fixarum classes & magnitudines, non tamen existimandum est unamquamque stellam ad harum aliquam præcise referri posse, quin potius tot constituendi sunt magnitudinum ordines, quot fere sunt stellæ, nam raró admodum duæ fixæ cernuntur ejusdem splendoris; & istarum stellarum, quas inter primas numerant Astronomi, apparet magnitudinis diversitas, clarior enim est Syrius, aut Arcturus, quam Aldebaram, aut Spica, omnes tamen magnitudinis primæ habentur; sunt quoque nonnullæ magnitudinis intermediæ, adeo ut alii hujus, alii illius æstimant, v. gr. Canicula quæ Tychoni est magnitudinis 2^{dæ} Ptolemeo fuit primæ, quod indicio esse potest, nec esse primæ, nec secundæ, sed ordinis intermedii. *Stellarum ordo.*

Verum stellas non tantum magnitudine suâ designant Astronomi, sed quo melius in ordinem referant, eas per situm & positionem ad se invicem distinguunt, & in Asterismos seu Constellationes distribuunt, plures stellas uni constellationi assignando, estque Constellatio plurium stellarum sibi juxta jacentium systema. Præterea ut stellas omnes facilius in cœlo notent & observent, constellationes ad formas animantium & rerum quarundam imagines reducunt. Plerasque *Constellationes.*

que

que has imagines ex fabulis, ſeu religione ſuâ in cælum tranſtulerunt veteres, & recentioribus Aſtronomis eaſdem retinere placuit; ut perturbationis periculum evitetur, cum obſervationes antiquæ cum noſtris conferantur.

Diſtinctio ſtellarum in imagines longe antiquiſſima fuit, ipſi ſcil. Aſtronomiæ ſeu Philoſophiæ coæva. Nam in vetuſtiſſimo libro Job memorantur Orion, Arcturus atque Pleiades, & multa conſtellationum occurrunt nomina apud Homerum atque Heſiodum Poëtarum antiquiſſimos, neceſſe enim fuit ſic ab initio ſtellas per partes diſtinguere, & ordine quodam deſignare.

Eadem cæli ſtellati facies ex omnibus Planetis ſpectatur.

Cum immenſa admodum ſit ſtellarum diſtantia, nihil refert in quo Solaris noſtri ſyſtematis loco reſideat ſpectator, ſive is ſit in ipſo Sole, ſive in Tellure, vel etiam in Saturno Planetarum extimo; ex omnibus enim noſtri ſyſtematis partibus eadem videbitur cæli facies, eadem ſtellarum poſitio atque invariata magnitudo. Planeticolis omnibus eadem ſpectantur Aſtra; commune cælum eſt, idem eos omnes involvit mundus.

Cæli Regiones.

Cælum ſtellatum in tres Regiones partiuntur Aſtronomi, quarum media eas continet ſtellas, quæ circa plana orbitarum in quibus deferuntur planetæ jacent, & hoc cæli ſpatium Zodiaci nomine inſignitur, ob conſtellationes ibi poſitas, & animalia referentes, & extra quod nunquam videntur vagari Planetæ. Zonam hanc ex utroque latere claudunt duæ reliquæ cæli regiones, quarum una comprehendit Borealem cæli plagam, altera Auſtralem.

Veterum imagines XLVIII.

Veteres cælum ipſis viſibile XLVIII. imaginibus diſtinxerunt, quarum duodecim Zodiacum occupant, ejuſque *Dodecatemoriis* nomina imponunt ſua, ſuntque Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpius, Sagittarius, Capricornus, Aquarius, Piſces.

In ſeptentrionali regione numerantur Imagines XXI. nempe Urſa minor, Urſa major, Draco, Cepheus, Bootes, Corona Septentrionalis, Hercules, Lyra, Cygnus, Caſſiopeia, Perſeus, Andromeda, Triangulum, Auriga, Pegaſus, Equuleus, Delphin, Sagitta, Aquila, Serpentarius,

&

& Serpens. Hisce postea adjectæ sunt constellationes Antinoi ex *informibus* prope Aquilam, & Comæ Berenices, ex informibus prope Caudam Leonis.

Ad Australem Zodiaci partem sunt Asterismi XV veteribus cogniti, nempe Cetus, Eridanus, Lepus, Orion, Canis major, Canis minor, Argo navis, Hydra, Crater, Corvus, Centaurus, Lupus, Ara, Corona australis, & Piscis Austrinus. Hisce nuper adduntur constellationes XII circa polum Austrinum, quæ nobis Borealem Telluris partem habitantibus, ob gibbositatem Terræ sunt inconspicuæ, scil. Phænix, Grus, Pavo, Indus, Apus, Triangulum Australe, Musca, Chamæleon, Piscis volans, Taucan sive Anser Americanus, Hydrus, Xiphias sive Dorado.

Extra depictarum imaginum limites sunt stellæ quædam ad illas irreducibiles, quas ideo informes vocant; ex quibus insigniores Astronomi novos aliquando asterismos conficiunt. *Stellæ informes.*

Ad Asterismos etiam pertinet Galaxia, seu Via Lactea, quæ est circulus latus candore lactis perfusus, nonnunquam duplici tramite, plerumque simplici totum cælum ambiens. Hunc cæli tractum innumeris minutissimis stellis refertum esse, Telescopio suo deprehendit Galilæus; & quamvis singulæ stellæ nudo oculo sint imperceptibiles; conjunctis tamen luminibus eam cæli regionem illustrant, & candore suo perfundunt. *Galaxia.*

Imaginum ope, uti diximus, stellas omnes distinguere & in cælo notare valuerunt vetustissimi Astronomi, & catalogos fixarum mirâ solertiâ & curâ exinde condiderunt; Hi catalogi recentiorum observationibus adaucti & correcti omnes continent stellas visu perceptibiles, imo plures in iis nunc notantur stellæ quæ non sine Telescopio videri possunt.

Hipparchus Rhodius annis circiter ante Christum natum 120. primus inter Græcos stellas fixas in Catalogum reduxit, *ausus* ex sententiâ Plinii (*rem etiam Deo improbam*) *annumerare posteris stellas, ac sidera ad normam expangere, organis excogitatis, per quæ singularum loca atque magnitudines* *Hipparchus primus fixarum catalogum composuit.*

 signa-

ſignaret: Uti facile diſcerni poſſet ex eo, non modo an obirent naſcerenturve ſtellæ, ſed an omnino aliqua tranſirent moverenturve, item an creſcerent, minuerenturque, cælo in hæreditate cunctis relicto, ſi quiſquam qui rationem eam caperet inventus eſſet.

Hipparchus ex propriis & antiquorum obſervationibus 1022 ſtellas in Catalogum retulit, & unicuique propriam latitudinem & longitudinem tunc temporis competentem adſcripſit.

Ptolomeus Hipparchi catalogum quatuor ſtellis adauxit.

Ptolomeus Hipparchi Catalogum quatuor ſtellis adauxit 1026 numerando. Poſt Ptolemeum, Ulug Beighi magni Tamerlani Nepos ſidera obſervavit & 1017 ſtellas catalogo ſuo intulit. Sæculo decimo ſexto & ſequente, plures Urania nacta fuit cultores, inter quos eminebant Regiomontanus & Copernicus. At omnium conatus ſuperavit nobiliſſimus ille Aſtronomus Danicus Tycho Brahe, qui magna & exquiſitâ arte facta inſtrumenta comparavit, quibus cœlum denuo luſtraret. Is loca 777 fixarum propriis obſervationibus ex cælo deduxit, & in Catalogum retulit. Keplerus quidem in Tabulis ſuis Rodolphinis ſtellarum catalogum exhibet, quem Tychonicum vocat, in quo numerantur 1163 ſtellæ, at reliquas præter illas 777 à Tychone obſervatas, partim ex Ptolomeo, partim ex aliis diverſis authoribus hauſit, nihil enim Tycho in proprium catalogum retulit, quod non ipſe ſuis inſtrumentis calculoque inveſtigaverat.

Tycho Brahe 777 ſtellas obſervavit & in catalogum retulit.

Gulielmus Haſſiæ principis 400 ſtellas obſervavit.

Tychoni coævus Sereniſſimus Haſſiæ Princeps Gulielmus ſidera contemplari aggreſſus eſt, & cum Mathematicis ſuis Rothmanno & Byrgio, indefeſſo per 30 annos labore, 400 ſtellas obſervavit, & catalogo incluſit, adjunctis ſtellarum locis ſecundum longitudinem ex propriis obſervationibus computatis.

Ricciolus Catalogum edidit ſed paucas ipſe obſervavit ſtellas.

Ricciolus Jeſuita Kepleri catalogum 305 ſtellis locupletavit, & exinde earum numerus ad 1468 excrevit, ſed hunc catalogum ex propriis obſervationibus haud conſtruxit, ſed tantum 101 ſtellas propriis inſtrumentis cum Socio Grimaldi obſervavit: & earum loca ſupputavit; reliquas ex Tychone, Keplero & aliis auctoribus deprompſit. Mirum eſt

quod

quod Ricciolus plures ſtellas, quæ tempore Tychonis in oculos omnium incurrebant, quæque ab ipſo Tychone rite ſunt obſervatæ, tempore verò Riccioli plane evanuerunt, etiam adhuc, licet non amplius conſpiciuntur, in catalogo ſuo retineat, quaſi ipſe illas obſervaſſet.

Bartſchius in Globo ſuo quadrupedali, anno 1635 Argentorati in 4^{to} edito, meminit Bayerum in ſua Uranometria 1725 ſtellas delineaſſe; gloriatur etiam quod ipſe in ſuo Globo 1762 ſtellas deſignaverat, ſed quis eas obſervavit, aut quo anno, non prodit.

Stellas ad polum Antarcticum ſitas, & noſtræ Zonæ inconſpicuas, primus rectè obſervavit Cl. meus Collega Edmundus Halley qui magno Sidereæ ſcientiæ amore percitus, longam & periculoſam ad Inſulam S^{tæ} Helenæ ſuſcepit navigationem, ut ſitus ſtellarum ſub polo Antarctico nos latentium exquireret, edidit is Catalogum 373 Fixarum auſtralium, quarum loca ſupputavit ad annum 1677.

Edmundus Hallejus primus rite obſervavit ſtellas ad polum Antarcticum ſitas.

Illuſtris Joannes Hevelius Dantiſcanus vir maxime Induſtrius & indefeſſus aſtrorum cultor, exquiſitiſſimis inſtrumentis & omni apparatu Aſtronomico inſtructus, fixas majori quam antea curâ obſervavit, loca 1553 ſtellarum ex propriis obſervationibus ſupputavit, & novum omnino condidit ſtellarum catalogum, qui continet ſtellas 1888, nimirum 950 veteribus cognitas, & ſupra Horizontem Gedanenſem conſpicuas; 603 alias quas ante ipſum nemo rite debitis inſtrumentis determinavit, & 335. circa polum Antarcticum, & infra Horizontem Gedanenſem ſemper depreſſas ex Catalogo Halleano tranſtulit.

Hevelius 1553 ſtellas obſervavit & catalogus ejus continet ſtellas 1888.

At Catalogum longe ampliſſimum & correctiſſimum, brevi, ut ſpero, nobis dabit Joannes Flamſtedius Aſtronomus Regius Greenovicenſis, in hoc catalogo numerus ſtellarum ad 3000 excurrit. Et ſicut Hevelius duplo plures ſtellas obſervavit quam Tycho, ſic Aſtronomus noſter Britannicus numerum ſtellarum ab ipſo obſervatarum duplo auctiorem reddidit quam eſt numerus earum quæ ab Hevelio obſervatæ fuerunt. Tantum Urania hujus Aſtronomi debet laboribus, ut ne minima quævis conſpicitur ſtella, cujus

Flamſtedii Catalogus longe ampliſſimus.

locus in cælis non melius innotescit, quam plurimarum urbium & civitatum situs & positiones, per quas quotidie itinera faciunt viatores. Non mirum est quod Astronomi tot pertinaces vigilias, tam Herculeos labores in stellis observandis sustinuerunt, cum non alio poterunt modo investigare Planetarum vias, & orbitas in cœlo notare, nisi per cognita prius fixarum loca, quibus, tanquam columnis firmissimis, omnis innititur Astronomia.

Stellæ inermi oculo visibiles numero non multæ sunt.

Ex tribus millibus stellis à Flamstedio in catalogum relatis, plures sunt quæ non sine Telescopio videri possunt, adeoque non plures in hemisphærio visibili oculo inermi simul conspici possunt, quam mille. Mirum hoc plerisque videbitur, cum hyeme, illuni & serenâ nocte, primo intuitu innumerabiles videntur conspici stellæ. Sed apparentia illa est visus hallucinatio, ex vehemente stellarum micatione profecta, dum oculus confuse & sine ordine omnes simul intueatur; at qui distinctè ad singulas attendit spectator, nullas inveniet stellas, quæ ab Astronomis non notantur; Quod si quis Globum cælestem majoris formæ, qualis est Blavianus, adhibeat, eumque cum cælo comparet, quantumvis acri oculo cælum rimetur, non facile tamen stellam inveniet vel minimam, cujus imago in superficie istius Globi non depingitur.

Est tamen stellarum numerus immensus.

Interim fateor stellarum numerum esse immensum & tantum non infinitum, nam qui Telescopio cælum vult intueri, ingentem ubique fixarum multitudinem inveniet, quæ nudis oculis se minime produnt, præsertim in viâ Lacteâ tam confertim reperiuntur fixæ, ut illum cæli tractum singulæ licet imperceptibiles, luce sua, seu candore quodam perfundant.

Cl. Hookius Telescopium duodecim pedum versus Pleiades dirigens, (quæ olim septem sunt visæ, at nunc tantùm sex, inermi oculo visuntur,) septuaginta & octo stellas notavit, & longiora adhibens Telescopia longe plures diversæ admodum magnitudinis detexit: vide Micrographia pag. 241. Et *Antonius Maria de Rheita in Radio suo sidereomystico* pag. 197. affirmat à se per tubum opticum numerameratas fuisse in solâ constellatione Orionis stellas quasi bis mille.

Ex dictis in præcedenti Lectione constat, quam falsa & vana fuit veterum Philosophorum opinio, qui cælis nimium faventes quædam iis privilegia sine ratione indulserunt; eos quippe ab omni mutatione immunes statuebant; materiamque cæli à Terrestri specie diversam esse pronunciabant, hanc corruptibilem esse, & in varias formas mutabilem; illam non item, sed sub eadem formâ & facie semper permanentem nullique mutationi obnoxiam prædicabant. Vidimus in Sole atque Planetis quotidie nova corpora generari, rursusque corrumpi, & Planetarum facies varias mutationes subire. Nec solum in Terrâ nostrâ, aut in nostri systematis corporibus locum obtinent mutationes Verum longe ulterius porrigitur Generationis & corruptionis Principium; inter stellas enim immotas longissime à nobis dissitas dominatur & nullum corpus est quod ejus imperium non patitur. Perierunt enim stellæ plures à veteribus conspectæ, novæ renascuntur, ipsæ etiam aliquando perituræ. Quin etiam quorundam siderum extinguuntur flammæ, quæ post statam periodum rursus resplendescent. Inter stellas has maxime celebris est illa, quæ in collo Cæti videtur, quæ octo vel novem anni mensibus inconspicua, reliquis quatuor vel tribus mensibus variâ magnitudine se videndam præbet; hujus stellæ superficies corporibus opacis seu maculis maximâ parte tegi videtur, aliquâ tamen ejus portione lucidâ manente, quæ dum circa suum axem convolvitur, modo hanc, modo illam partem nobis obvertit, sed & hujus stellæ maculæ quasdam mutationes subire videntur; non enim singulis annis eandem obtinet stella magnitudinem, quandoque secundi ordinis fixas superat magnitudine, aliquando inter tertium ordinem vix consistere videtur; nec eodem semper temporis spatio sui copiam facit, nam sæpe non ultra tres menses continuos, sæpe etiam per quatuor integros & amplius conspicitur, neque æquis temporum intervallis incrementa sumit.

Materia cæli non est incorruptibilis.

Principium Generationis & corruptionis ad stellas fixas pertingit.

Stellæ quæ periodice apparent & evanescunt.

Præterea ex Astronomorum observationibus constat, sæpius

Stellæ novæ.

pius novas aliquas prius latentes emicuisse stellas, quæ per aliquod tempus insignes & maxime conspicuæ apparuere; sed deinde paulatim decrescentes, tandem evanuere quasi exstinctæ fuissent. Harum stellarum una ab Hipparcho Astronomorum principe notata & observata fuit, eumque impulit ut fixarum catalogum adornaret, posterisque traderet, ut ex eo facile discerni possit an obirent inciperentve stellæ.

Stella nova in Cassiopeia.

Post plura deinde sæcula, alia etiam nova Tychoni Braheo, ejusque temporis Astronomis, in constellatione Cassiopejæ apparuit; quæ non secus ac Hipparchea illa Tychonem admonuit, opus esse ut novum conderet stellarum Catalogum: visa est hæc stella circa Novembris medium Anno 1572; permansit eodem inter fixas loco, toto apparitionis tempore, quod per menses circiter sedecim duravit, tandemque paulatim extincta fuit; magnitudo ejus apparens Lyram aut Syrium inerrantium splendidissimas superabat, Veneris *Perigeæ* fere æmula, in meridie â non paucis visa est. Sed tandem sensim imminuta evanuit, nec ex eo tempore in cælis est conspicienda. Leovicius ex historiis istius temporis tradit anno 945 regnante Othone imperatore, stellam novam in Cassiopeja apparuisse, similem ei quæ suo tempore visa est anno 1572. aliud quoque adducit testimonium perantiquum, quod anno 1264. visa est in septentrionali cæli parte, circa constellationem Cassiopejam nova & maxima stella quæ nullum habebat motum proprium; credibile est hanc & supra memoratam quæ anno 945 apparuit eandem fuisse stellam cum eâ quæ a Tychone visa fuit.

Stella nova in pectore Cygni.

Anno 1600. & sequenti deprehendit Keplerus aliam novam stellam in pectore Cygni quæ multos annos ibidem perstitit, & Hevelio apparuit tertiæ magnitudinis; evanuit tamen anno 1660 indeque ad annum 1666 latuit, donec in mense Septembri eam denuo conspexit Hevelius nudo oculo, ut stellam sextæ magnitudinis, & quidem in eodem loco quo fuerit ab anno 1601 ad usque 1662.

Ex catalogis fixarum liquet plures stellas fuisse à veteribus & etiam à Tychone observatas quæ nunc non amplius con-

conſpiciuntur. Et ſpeciatim Pleiades vulgo habentur numero ſeptem, at nunc in ſerena nocte, non plures quam ſex cerni poſſunt. Unde Ovidius lib. 3*tio* Faſtorum

Quæ ſeptem dici, ſex tamen eſſe ſolent.

Clariſſimus Montanerus profeſſor Mathematum Bononiæ literis ad Societatem Regiam datis, Apr. 30. 1670. ſic ſcribit. *Deſunt in cælo duæ ſtellæ 2dæ magnitudinis in puppi navis, ejuſque tranſtris, Bayero β & γ prope canem majorem à me & aliis, occaſione præſertim Cometæ Anni* 1664. *obſervatæ & recognitæ; earum diſparitionem cui anno debeam non novi, hoc indubium eſt quod à die* 10. *Apr.* 1668. *ne veſtigium quidem illarum adeſſe amplius obſervo, cæteris circa eas etiam tertiæ & quartæ magnitudinis immotis, plura de aliarum ſtellarum mutationibus pluſquam centenis at non tanti ponderis notavi.*

Credibile eſt ſtellas has maculis, & corporibus opacis, penitus obſitas & obrutas fuiſſe; & lucem exinde omnem amiſiſſe, quarum proinde Planetarum cohortes tenui admodum reliquarum fixarum luce tantum illuſtrantur.

LECTIO VII.

De Motu Telluris annuo circa Solem & circa proprium Axem, & de Motu Apparente Solis & cæli inde orto.

PErluſtratâ curſorie Univerſali Mundi materialis Fabricâ, traditiſque quæ de ſtellis fixis comperta habuimus, ad noſtrum Solare accedamus Syſtema, cujus partes omnes accuratiore intuitu ſunt contemplandæ, nam circa corporum in eo contentorum motus, motuumque phænomena præcipue verſatur noſtra Aſtronomia.

Et primo à Motu Terræ, domicilii noſtri, ſcil. à nobis ipſis convenit ut incipiamus, nam ex noſtro motu oritur motus Solis apparens, ſine quo reliquorum Planetarum phænomena, nec explicari, nec computari poſſunt. *Exordium à motu Terræ.*

Oſtenſum eſt in præcedentibus, Solem noſtri ſyſtematis corpus maximum & nobiliſſimum, ſuique generis unicum, cen- *Sed noſtri Syſtematis centrum occupat.*

centrum occupare, à quo ille undique diffundens radios, Planetarum corpora opaca luce ſuâ illuſtrat, & calore fovet, atque vivificat, circa hunc aguntur in orbem diverſis periodis & diſtantiis Planetæ omnes, inter quos Tellus numeratur, quæ periodum abſolvit ſpatio unius anni, & interea circa ſuum axem vertitur ſpatio viginti quatuor horarum. Cumque diſtantia Fixarum à Terrâ vel Sole ſit admodum immenſa, reſpectu diſtantiæ Terræ à Sole, eadem apparebit cæli ſtellati facies, idem manebit ſitus, atque ordo fixarum ad ſe invicem, ſive è Sole, ſive è Terrâ, aſpiciantur aſtra. Sed cum corpora omnia longinqua ad cælum referantur, Spectator in Sole locatus, videbit Tellurem circulum in cæli ſtellati ſuperficie maximum, inter fixas deſcribere.

Tellus circa Solem movetur & interea circa ſuum Axem.

Idem ſtellarum aſpectus è Sole qui eſt è Terrâ.

Motus Terræ è Sole ſpectatus. TAB. 15. *fig.* 3.

Repræſentet S Solem, ABCD Telluris orbitam in quâ movetur Tellus ab Occidente in Orientem, ſcil. ab A per BCD. Spectator in S Terram in A poſitam ad ſtellam ♈ referet; cum Terra pervenerit in B, illam juxta ſtellam in ♋ aſpiciet & cum ad C progreſſa fuerit in ♎ videbit, in D vero delatâ Tellure è Sole in ♑ eam ſpectabit. Et in A periodum perficiens rurſus in ♈ videbit eam.

Ecliptica.

Eclipticæ partes duodecim.

Hinc ſi planum orbitæ Telluris ad fixas uſque protendatur, efficiet in ſuperficie cæli ſphærica concava, circulum quem inter fixas peragrare videbitur Tellus, quolibet anno. Circulus hic *Ecliptica* dicitur, & ab Aſtronomis in duodecim æquales partes, quæ ſigna appellantur dividitur; quarum unaquæque nomen ſortitur à conſtellatione quæ tunc temporis, quando nomina impoſita fuere juxta illam partem viſa fuit. Partes illæ ſunt *Aries* ♈, *Taurus* ♉, *Gemini* ♊, *Cancer* ♋, *Leo* ♌, *Virgo* ♍, *Libra* ♎, *Scorpio* ♏, *Sagittarius* ♐, *Capricornus* ♑, *Aquarius* ♒, *Piſces* ♓.

Motus Solis apparens è Terrâ.

E Sole ad Terram tranferatur ſpectator, & ponamus Terram in C locatam, è quâ Terricola Solem obſervet, is quoque Solem ad cælum referet, & cum Tellus eſt in orbitæ puncto C Sol in cælis videbitur in ♈. ſpectatorque ille motus annui particeps, Terræ partes omnes in eodem ad ſe invicem ſitu, & in eadem ab oculo diſtantiâ manere videbit; & proinde motum illum ſenſibus percipere non poteſt;

at

at Solem aſpiciens, cum ad D pervenerit Terra, Solem juxta ſtellam in ♋ videbit, & eum inter fixas locum mutaſſe deprehendet, & ab ♈ per ♉ & ♊ ad ♋ pertranſiſſe; ex D vero ad A progrediens Terra, Sol ex eâ conſpicietur ſigna ♋ ♌ & ♍ percurriſſe; & rurſus dum ſemicirculum ABC deſcribit Terra, Sol per ſex ſigna ♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓ in ſuperficie cæli ſphærica deferri videbitur. Terricola igitur Solem loco reverà immotum, eundem in cœlo circulum deſcribere videbit, quem ſpectator in Sole Terram deprehendet percurrere.

Hinc oritur motus ille apparens Solis verſus ſtellas orientaliores. Ut ſi ſtella obſervetur prope Eclipticam, una cum Sole oriri; aliquod interjectis diebus, Sol magis verſus orientem promotus videbitur, & ſtella ante Solem orietur, citiuſque occidet; ſic etiam quæ nunc poſt Solis occaſum videtur ſtella, in Ecliptica notabili ſatis intervallo à Sole diſtans, poſt aliquod interjectum tempus, unà cum Sole occidet, nec amplius noctu conſpicietur: Hunc motum motui diurno contrarium, realem eſſe & Soli revera competentem ſtatuebant Ptolomei ſectatores; at illum apparentem tantum eſſe, & ex motu Terræ ortum hic oſtenſum eſt.

Similes Solis motus è reliquis Planetis ſpectantur.

Similes quoque motus reliquorum Planetarum Incolæ in Sole obſervabunt, & unuſquiſque Planeticola Solem circa ſe eundem circulum inter fixas, & eodem tempore, deſcribentem aſpiciet, quem idem Planeta, è Sole Spectatus, in cælo deſcribere videtur, v. gr. Jovis Incola obſervabit Solem circa Jovem in orbem agi, & circulum diverſum quidem à noſtra Ecliptica, & per diverſas ſtellas tranſeuntem percurrere, ſpatio duodecim annorum.

Eadem ratione & ob ſimiles cauſas, Sol videbitur ex Saturno alium diverſum circulum circa ipſum abſolvere, ſpatio triginta annorum, qui tempus periodicum Saturni complent. Cumque impoſſibile ſit, ut omnes hi motus ſimul ſint in Sole, nec ratio excogitari poteſt, cur unus eorum potius quam reliqui Soli tribuatur; dicendum eſt, omnes eſſe tantum apparentes & ex veris motibus Planetarum ortos.

Gyratio Terræ circa suum Axem. *Telluris Poli.*

Præter motum hunc Circulationis annuum, Terra etiam circa suum Axem rotatur, ab occidente in orientem, & puncta illa duo in quibus Telluris Axis ejus superficiei occurrit, Telluris Poli dicuntur; & si Axis utrinque ad cælum producatur, signabit quoque in cælo duo puncta, qui poli cælestes nominantur: unumquodque autem punctum in Telluris superficie, polis exceptis, ex hujus rotationis natura, describet circumferentiam circuli majorem vel minorem, prout punctum signatum plus minusve fuerit à polis remotum & poli erunt soli loci in superficie Telluris, omnis rotationis expertes. Locus autem ille qui designatur à puncto, æqualiter ab utroque polo remoto, maximum circulum describit, & is Telluris *Æquator* seu *circulus Æquinoctialis* dicitur; reliqui circuli minores paralleli appellantur.

Telluris Æquator & Paralleli. *Horizon circulus.*

Porro si per punctum, in quo insistit spectator, duci intelligatur planum Tellurem tangens, ad cælum usque protensum, hoc planum in duas partes cælum dividet, & circulum in illo efficiet qui *Horizon* dicitur, cæli partem conspicuam & visu patentem, ab illa infra depressam, & propter Telluris opacitatem, latentem distinguens. Hic Horizon est proprie Horizon sensibilis, à quo differt rationalis qui transit per centrum Terræ, sensibili parallelus. Hi duo circuli in cælo coincidere censendi sunt, evanescente in tanta distantia ipsorum intervallo, seu Telluris semidiametro.

Sensibilis. *Rationalis.* TAB. 15. *fig.* 4.

Rotatio Terræ efficit motum diurnum apparentem cæli ab oriente in occidentem.

Cum Terra circa suum Axem rotetur, huic insistentem spectatorem unà cum horizonte suo simul in eandem plagam (scil. Orientem) rotari necesse est, unde versus ortum posita prius inconspicua, retegentur, propter Horizontem infra illa subsidentem, & alia versus occasum abscondentur, Horizonte supra illa elevato; & ideo spectator illa supra Horizontem ascendere sive oriri videbit, hæc infra eundem descendere; unde & Plagis istis, talia nomina sunt imposita. Hinc provenit motus ille apparens omnium corporum mundanorum, Terræ non adhærentium; quo cælum omne sidereum & unumquodque in eo punctum præter Polos circa Axem Telluris ad cælum productum ab oriente in occidentem rapi, & circulos describere videntur, majores aut mi-

minores, pro majore aut minore ipsorum distantia à polis, qui soli ut puncta immota spectantur.

Quando sit dies. Licet superficiei Terrestris locus quilibet à qualibet stellâ supra Horizontem conspicuâ illuminetur, illustratio tamen à Sole facta, tanta est, ut Sol præsentiâ suâ reliquas omnes stellarum flammas extinguat, & diem efficiat; absentia autem Solis, ubi is infra horizontem deprimitur, vel quod verius est, ubi Horizon supra illum attollitur, noctem efficit. *Quando nox.* Cumque Terra figuram Sphæricam & substantiam opacam obtineat, & à Sole secundum medietatem superficiei suæ illuminetur, alterâ medietate tenebris opertâ manente; circulus ille in Terrâ Maximus illuminatam Terræ faciem à tenebrosa distinguens, *lucis & Umbræ Terminator* dici potest, ejusque planum erit ad rectam jungentem centra Solis & Telluris normale. *Circulus Lucis & umbræ Terminator.*

Telluris Axis non est ad planum Eclipticæ normalis. Si Telluris Axis ad planum Eclipticæ esset normalis, coincideret æquatoris planum cum plano Eclipticæ, & circulus lucis Terminator in eo casu semper per polos transiret, & æquatorem omnesque ejus parallelos in partes æquales secaret; adeoque in eo casu astra omnia unà cum Sole tantundem temporis supra Horizontem fierent conspicua, quantum infra eum depressa laterent, diesque noctibus per totum Terrarum orbem perpetuo forent æquales. Verum Axis Terræ non est ad Eclipticæ planum perpendiculariter erectus, sed ad illud inclinatur angulo 66½ graduum; nec proinde coincidet planum Æquatoris cum plano Eclipticæ.

Et si planum æquatoris ad cælum usque protendatur, efficiet in cælo circulum, qui Æquator seu Æquinoctialis cælestis nominatur, & hi duo circuli, Æquinoctialis nimirum & Ecliptica angulum constituunt 23½ graduum.

Ita verò in suâ orbitâ progreditur Tellus, ut Axem suum retineat sibi semper parallelum; hoc est, si ducatur linea quævis, axi in quovis ejus situ parallela, Axis ille in omnibus aliis orbitæ suæ punctis eidem lineæ parallelus manebit: nec unquam directionem variabit, sed versus eandem mundi plagam continuò dirigetur. Atque hoc necessario fiet, ſi Terra nullo alio motu præter progreſſivum in orbita propria, & rotatione circa Axem ciatur. Sit enim corpus cujus centrum in linea A B feratur, & in A notetur quælibet diameter C D, utcumque ad lineam A B inclinata, ſi corpus nullum alium præter progreſſivum motum habeat, cum ad B pervenerit Diameter C D in ſitu *c d* priori C D parallelo invenietur, quod ſi eidem corpori circa Axem C D rotatio imprimatur, omnes ejuſdem corporis diametri præter Axem, ſitus ſuos conſtanter mutabunt. At Axis per rotationem illam è ſtatu ſuo non turbabitur, adeoque parallelus, ut prius, ſibi ſemper manebit.

TAB. 15. *fig.* 5.

Hinc conſtat non opus eſſe, ut tertius quidam motus Terram exerceat, quo parallelismum Axis ſui conſervaret, ut quidam ſomniârunt: ad hoc enim nihil aliud requiritur, quàm ut ſoli prædicti duo motus Terræ imprimantur, nam ſi tertius nullus eidem inſit, Axis neceſſario erit perpetuo eidem rectæ parallelus, cui ſemel parallelus erat.

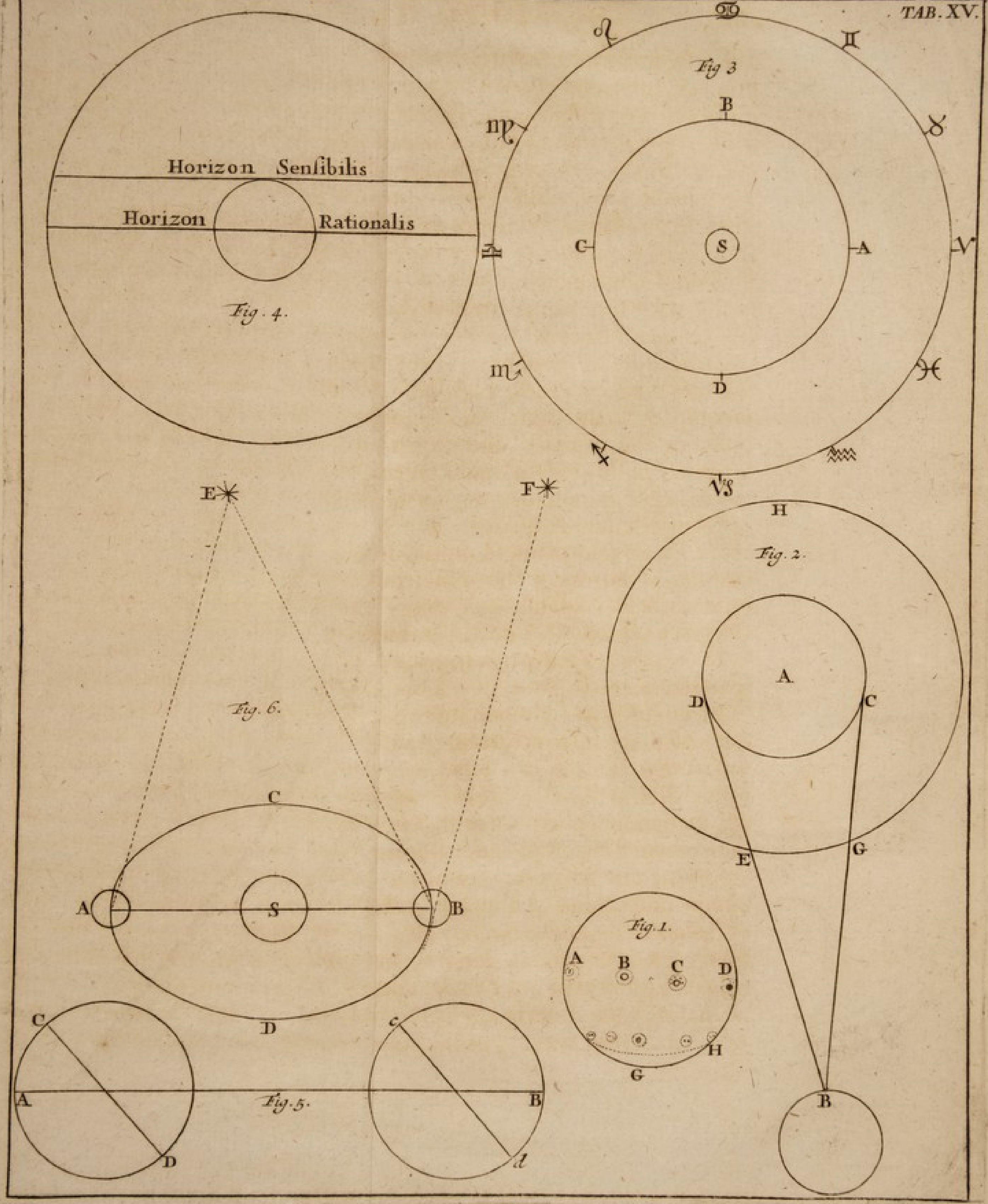
Cum planum Æquatoris non coincidat cum plano Eclipticæ, hæc duo plana ſe mutuo in rectâ lineâ ſecabunt, & communis eorum ſectio ſibi ſemper parallela manebit; ob eandem ſcil. cauſam, quâ Axis Terræ parallelismum conſervare oſtenſus eſt. Sectio itaque illa ad duo oppoſita Eclipticæ puncta ſemper dirigitur eaſdemque ſemper Univerſi partes reſpicit.

Et circulus in cælo maximus per Polum Æquatoris & communem illam interſectionem tranſiens dicitur *Colurus æquinoctiorum;* ſicut alter, hunc ad rectos angulos in polo ſecans, dicitur *Colurus Solſtitiorum*; qui tranſit per puncta, ubi Ecliptica ab æquatore maxime diſtat, & tam æquatorem quam Eclipticam ad rectos angulos ſecat, adeoque per utriuſque circuli polum tranſit. Quatuor puncta, in quibus hi duo coluri Eclipticæ occurrunt, *Puncta Cardinalia* appellantur, quod Sole in iis exiſtente, quatuor anni Cardines ſeu tempeſtates determinant. Et duæ interſectiones coluri Æquinoctiorum cum Ecliptica dicuntur puncta Æquinoctialia, aliæ duæ in quibus colurus Solſtitiorum occurrit Eclipticæ, dicuntur puncta Solſtitialia.

Colurus æquinoctiorum. Colurus Solſtitiorum.

Aſpi-

TAB. XV.


Horizon Senſibilis
Horizon Rationalis
Fig. 4.
Fig 3
S
Fig. 2.
Fig. 6.
Fig. 1.
Fig. 5.

Aspiciat jam ex obliquo oculus orbitam Terræ, cujus repræsentatio secundum leges Artis perspectivæ erit figura Ovalis seu Ellipsis, in quâ medium tenet Sol S, per Solis centrum ducatur recta ♈ S ♎ communi Sectioni æquatoris & Eclipticæ parallela, Eclipticæ in duobus punctis ♈ & ♎ occurrens; & cum Tellus in utrovis horum punctorum invenitur, recta illa ♈ ♎ quæ Solis & Terræ centra conjungit cum communi planorum sectione coincidit, eritque perpendicularis ad Axem Terræ, utpote est in plano æquatoris, sed & eadem recta est perpendicularis ad Planum circuli terminatoris lucis & umbræ; adeoque Terræ Axis, erit in plano ejusdem circuli & circulus terminator per polos Terræ transibit, & æquatoris parallelos omnes in partes æquales secabit. Terra igitur *Initium* ♎ tenente, Sol videbitur in ♈ communi sectione plani æquatoris cum plano Eclipticæ, adeoque videbitur in circulo æquinoctiali cælesti, neque declinabit ad polum Boreum aut Austrium sed inter utrumque medius æquinoctialem circulum motu diurno apparente describet, & in hoc situ illustratio Terræ à Sole facta ad utrumque polum A & B pertinget, & parallelos omnes, uti dictum est, æqualiter dividet, locusque Terræ quilibet qui motu diurno æqualiter circumvectus parallelum describit, tamdiu in tenebris quàm in luce manebit, hoc est, per totum Terrarum orbem dies noctibus æquantur. Unde circulus quem illo die Sol describere videtur, æquinoctialis nomen est adeptus.

TAB. 16. *fig.* 1.

Apparentiæ cum Terra est in ♎ *&* *Sol videtur in* ♈.

Terrâ motu annuo paulatim versus ♏ ♐ ad ♑ delatâ, sectio planorum æquatoris & Eclipticæ sibi semper parallela manens non amplius versus Solem dirigtur, sed in ♑ facit cum linea SP jungente Solis & Terræ centra angulum rectum. Cumque linea illa SP non sit in æquatoris, sed in Eclipticæ plano, Angulus BPS, quem cum eo facit Axis Terræ non erit rectus sed acutus 66½ graduum æqualis, scil. inclinationi Axis Terræ ad Planum Eclipticæ. Fiat angulus SPL rectus, & circulus lucis Terminator per punctum L transibit, & arcus BL, seu angulus BPL, erit 23½ graduum, æqualis scil. complemento anguli BPS ad rectum. Fiat angulus BPE rectus, & recta PE erit in æquatoris plano, unde ob arcum BE æqualem arcui LT, æquali quadranti, erit ablato communi BT, arcus TE æqualis

Apparentiæ cum Terra est in ♑ *&* *Sol videtur in* ♋ *scil. puncto Solstitiali æstivo.*

LB, æqualis 23½ gradibus. Fiat EM æqualis ET, & deſcribantur per T & M paralleli æquatoris duo MN, TC. Hic dicitur *Tropicus Cancri* ♋, ille *Tropicus Capricorni* ♑, & Terrâ in hoc ſitu exiſtente, Sol ſuper punctum Terræ T perpendiculariter eminet; ubi maxime ab Boream ab æquatore declinat, & circulus, quem tunc temporis motu diurno deſcribere videbitur, ſuper circulum TC directe eminet & proinde Tropicus ♋ cæleſtis dicitur. Et propter revolutionem diurnam circa Axem ſtabilem omnia paralleli TC puncta per idem punctum T tranſibunt, & Soli directe obvertentur, tunc Sol in meridie fiet verticalis omnibus habitatoribus paralleli TC. Dumque Tellus hanc poſitionem obtinet, manifeſtum eſt, circulum lucis terminatorem ultra Polum Borealum B pertingere in L, & citra Auſtrinum A deſinere in F; Per L & F deſcribantur circuli æquatori paralleli, circuli illi *Polares* dicuntur, ille *Arcticus* hic *Antarcticus*: & Telluris Tractus polari Arctico KL incluſus, non obſtanti revolutione diurna, continua in luce verſabitur perpetuoque die fruetur; è contrario, quæ circulo Antarctico concluditur Terræ portio, continuis tenebris & nocte involvetur. Patet porro, cujuſlibet circuli æquatori paralleli, inter hunc & polarem Arcticum interjecti, partem majorem in luce verſari, cujuſvis autem qui æquatorem & polarem Antarcticum interjacet, partem majorem tenebris obvolvi, & quidem partes illæ majores erunt aut minores, prout circuli ab æquatore magis minuſve diſtant. Itaque in illo Telluris ſitu, cum Sol in ♋ apparet, Borealis hemiſphærii incolis longiſſimi fiunt dies, noctes breviſſimæ, adeoque illis erit æſtas. Auſtralis autem Hemiſphærii incolæ noctes habebunt longiſſimas, dies breviſſimos, & Hyemis frigora ſentient.

Tropici duo.

Circuli Polares.

Quibus dies ſunt longiſſimi. Quibus breviſſimi.

Et quidem cujuſque loci longiores erunt dies longiſſimi; & breviores noctes breviſſimæ, prout locus ille ab æquatore remotior eſt. Vidimus etiam ex omnibus parallelis ſolum æquatorem circulum utpote maximum, ſecari in partes æquales à terminatore lucis, adeoque incolæ, qui in æquatore degunt, ſoli habebunt per totum annum dies noctibus æquales.

Pro-

Procedente Terra à ♑ per ♒ ♓ ad ♈, quo tempore Sol signa ♋ ♌ & ♍ peragrare videtur, Sol paulatim versus æquatorem revertitur, & cum ad ♈ pervenerit Terra, Sol videtur in ♎ ubi communis intersectio æquatoris & Eclipticæ sibi parallela manens per Solem transibit, & Sol in Æquatore cælesti conspicietur, ubi rursus dies noctibus æquales efficiet, pari modo quo factum est dum Terra erat in ♎, & in eo denuo situ circulus lucis terminator per polos transibit, adeo ut polo B quo Tellus ♎ reliquit, nimirum per semestre spatium perpetua fuit dies, quippe qui in luce versabatur, sicut A polus semestri premebatur noctu.

Apparentiæ cum Sol videtur in ♎ puncto æquinoctiali Autumnali.

Terrâ porro per signa ♈ ♉ & ♊ motâ Sol interim per ♎ ♏ & ♐ apparenter incedens paulatim ab æquatore versus austrum declinare videbitur, & Terra reverà in ♋ existente Sol inter fixas in ♑ videbitur. Et cum Axis B A non mutaverit inclinationem, sed sibi parallelus, manserit, aspectum & positionem respectu Solis, Terra habebit, omnino similem ei, quem obtinebat dum ♑ occupabat. Sed cum hâc differentiâ, quod cum circulus K L, dum Terra ♑ tenebat, una cum tractu Terræ intus contento totus fuit in luce, jam Terra in ♋ existente totus tenebris tegitur. Et oppositus F G jam totus est in luce qui prius tenebris fuit involutus.

Apparentiæ quando Sol videtur in ♑ puncto Solstitiali Hyberno.

Ex parallelis inter æquatorem & polum B, arcus illuminati seu diurni minores sunt tenebrosis seu nocturnis, cujus contrarium prius acciderat; ex alteris versus polum A jacentibus parallelis, arcus diurni jam sunt majores nocturnis, cujus oppositum accidebat in priori Terræ positione. Sol quoque verticalis factus erit Tropici M N habitatoribus, & descendet versus austrum à parallelo T C ad parallelum M N per arcum C Q N 47 graduum. Hinc Sol in quolibet ultra tropicos versus alterutrum polum loco altius observabitur in meridiano, seu propius ad verticem accedit per 47 integros gradus unâ anni tempestate quam in oppositâ, atque hæc omnis mutatio non proficiscitur ex eo, quod Terra deprimitur aut elevatur, sed contra ex eo quod nusquam deprimitur, nusquam elevatur; sed eundem semper retinet situm,

Sol propius accedit ad verticem habitatoribus ultra Tropicos per 47. integros gradus unâ anni tempestate quam aliâ.

&

& ſtatum reſpectu Univerſi, Solem tantummodo circumiens, qui poſitus eſt in medio fere iſtius orbitæ quem deſcribit Terræ centrum motu annuo.

Quomodo hæc omnia oculis repræſententur.

Hæc omnia oculis fient manifeſta, ſi in loco obſcuro accendatur candela, quæ Solem repræſentet, & Globus comparetur, cujus diameter ſit duorum aut trium digitorum in quo ſignentur poli, æquator, ejuſque paralleli aliquot, & meridiani; deinde ita teneatur Globus, ut ejus Axis non fiat ad Horizontem (qui hic loci Eclipticæ planum refert) perpendicularis, ſed ad illum aliquantulum inclinatus; deinde primò in eo ſitu ponatur Globus, ut Polorum unus plagam cæli Boream reſpiciat & lumen candelæ ad utrumque Polum exacte pertingat, hoc eſt circulus lucis & Umbræ terminator per Polos tranſeat; & probe notetur Axis poſitio, ſeu plaga mundi ad quam dirigitur; tandem circa candelam in circulo horizonti parallelo, ita feratur Globus, ut Axis ejus eandem plagam ſcil. boream ſemper reſpiciat; & tunc videre licebit flammam candelæ eodem prorſus modo illuminare Globum, Polos, æquatorem ejuſque parallelos, quo Terra à Sole reverà illuſtratur, & eadem prorſus conſpicientur Phænomena, quæ prius de Sole & Terra declaravimus.

Phænomenis ex vertigine Terræ ortis, ſimilia obſervari poſſunt ex alio quovis Planeta circa Axem rotato. *v. gr.* cum Jupiter circa Axem ſuum vertitur ſpatio decem horarum; Jovis incola videbit cælum omne ſidereum & Terram noſtram una cum Sole circa ipſum eodem tempore motu rapidiſſimo revolvi. At cum Jovis Axis ad planum ſuæ orbitæ ſit normalis, circulus lucis Terminator ſemper & ubique per polos tranſibit, unde in Jove dies noctibus ſunt perpetuò æquales, & Jovis incola uniformem per totam periodum ſentiet temperiem, nec æſtatis calores aut Hyemis frigora pertimeſcet.

Axis Eclipticæ. Polus Eclipticæ.

Si per Telluris, Soliſve centrum (perinde enim eſt, cum hæc duo puncta è cælo ſtellato ſpectata coincidere videntur) erigatur recta ad planum Eclipticæ perpendicularis, & ad cælum uſque producatur; dicitur hæc linea *Axis Eclipticæ*, punctumque quod in cælo offendit erit *Ecclipticæ Polus.* Quod

Quod si per hunc Polum, & quaslibet stellas, traducantur circuli maximi, erunt ex natura sphæræ omnes ad Eclipticam perpendiculares. Et secundarii Eclipticæ seu Latitudinum circuli nominantur. Et Arcus ejusmodi circuli inter stellam quamvis & Eclipticam interceptus, dicitur istius stellæ Latitudo, seu distantia ab Ecliptica. Sicut Arcus Eclipticæ inter initium ♈ & ejus intersectionem cum Secundario per stellam transeunte dicitur Longitudo stellæ.

Secundarii Eclipticæ.

Stellæ Latitudo.

Longitudo stellæ.

Similiter si per polum Telluris seu Æquatoris & quælibet loca in superficie Telluris traducantur circuli, erunt omnes ad Æquatorem perpendiculares, & secundarii Æquatoris nominantur; Locorum verò respectu Meridiani dicuntur, quia cum Sol in Plano alicujus Meridiani videtur, incolis sub illo Meridiano degentibus fit Meridies. Arcus secundarii inter locum quemlibet & Æquatorem interceptus dicitur *loci Latitudo* quæ est distantia ejus ab Æquatore. Et arcus Æquatoris interceptus inter sectionem ejus cum Æquatore, & punctum aliquod in Æquatore fixum dicitur loci Longitudo.

Loci latitudo.

Loci longitudo.

LECTIO VIII.

De Variis aliis Phænomenis ex motu Terræ Pendentibus.

Cum Terra circa Solem ita feratur, ut ejus Axis sibi semper parallelus maneat, necesse erit ut Axis ille diversis anni temporibus, ad diversas fixas dirigatur; & stella seu punctum cæli quod directè supra Polum terrestrem imminet in æstate, in hyeme non directè eidem Polo incumbet; sed punctum, cui hyeme dirigitur Axis, à priore distabit intervallo diametri orbitæ Terræ.

Terræ Axis debet ad diversas Fixas diversis anni temporibus dirigi.

Sit enim ACBD orbita Terræ, in cujus centro sit Sol S, cum Terra est in A, axis ejus dirigitur ad stellam E, quæ directè supra Polum imminet, at cum ad oppositum orbitæ punctum B pervenerit Terra, Axis in positione priori parallela, non ad E dirigitur sed ad aliam stellam F, quæ duæ fixæ distabunt à se invicem intervallo æquali AB diametro orbitæ Telluris, Angularis autem seu observabilis stel-

TAB. 15. fig. 6.

larum diſtantia erit angulus EBF, cui æqualis eſt angulus AEB per 29. El. 1. qui eſt angulus ſub quo videtur diameter orbitæ quam orbem Magnum appellant Aſtronomi, è Fixa E conſpecta. Angulus ille EBF vel AEB *Parallaxis orbis magni* dicitur; & ſi is obſervari poterit, daretur fixæ E diſtantia à Terra, reſpectu Solis diſtantia ab eadem. Nam in triangulo EAB datur angulus E, æqualis EBF obſervatione ſcil. noto; datur etiam angulus EAB, qui in æquinoctiis eſt rectus, in Solſtitiis autem eſt æqualis inclinationi Axis Terræ ad planum Eclipticæ, & univerſaliter eſt ubique æqualis complemento declinationis Solis. Unde dabuntur omnes anguli & latus AB, & proinde per Trigonometriam innoteſcet latus AE diſtantia Fixæ.

Parallaxis orbis magni Quid?

Parallaxis orbis magni vix obſervabilis. Incerta eſt fixarum diſtantia.

Verum tanta eſt fixarum diſtantia ut angulus ille EBF exquiſitiſſimis inſtrumentis vix deprehendi poteſt; & qui ei inveſtigando quam maxime inſudârunt, ſemper uno minuto primo minorem invenerunt; Et cum in tam parvis angulis capiendis, error facile admitti poteſt, qui error in computo maximas diſtantiarum differentias producet, iſtiuſmodi obſervationibus vix tutò fidendum erit. Nam ſi cum Flamſtedio Parallaxis obſervata 42 ſecundorum ſtatuatur, & error in obſervando admiſſus ſit 25 ſecundorum in exceſſu peccans, qualis error haud facile vitari poteſt, diſtantia fixarum pluſquam dupla erit ejus quæ ex obſervatione prodit. Et ſi minus accurate factæ fuerint obſervationes, ita ut intra minutum primum non conſiſtant (quales pleræque ſunt) in immenſum à ſe invicem, & a veritate diſcedent diſtantiæ, ex talibus obſervationibus computatæ.

Axis Terræ non conſervat exactum parallelſmum.

Huc uſque poſuimus, Axem Telluris poſitionem ſtabilem & perfectum parallelſmum ſemper tenuiſſe, neque alium habuiſſe motum quàm illum quo circa Solem in orbem motu annuo defertur. At ex plurium annorum obſervationibus deprehenderunt Aſtronomi, Axem illum à parallelſmo paululum deflectere, motu quidem lentiſſimo, ita ut aberratio à parallelſmo intra duos treſve annos facta vix ſenſibilis evadat; plurium tamen annorum decurſu ſatis notabilis invenitur. Adeoque dum Phænomena unius anni

Expli-

Explicanda erant, de tantillâ aberratione omnino tacendum fuit, utpote quæ Phænomena tradita minime turbaret, quæ tamen temporis progreſſu ſenſibilis invenitur, & directionem Axis mutari vidimus quamvis ejus inclinatio ad planum Eclipticæ immutabilis maneat. Unde Telluris Axi neceſſario competit alius quidam motus cujus modus hic exponendus eſt.

Sit linea DCH portio orbitæ Telluris, ſitque centrum Terræ in C, & ex C erigatur recta CE ad planum Eclipticæ normalis, ſuperficiei cæli occurrens in E, recta CE eſt Eclipticæ Axis & punctum E Polus Eclipticæ. Sit C p Axis Terræ, qui ad cælum productus ſignabit in ſuperficie cæli punctum P Polum cæleſtem ſeu Polum mundi, circa quem ſidera omnia motu diurno revolvi videntur. Per E & P traducatur circulus maximus EPA, Eclipticæ occurrens in A; hic circulus cum tranſit tam per Polum Æquatoris quam Eclipticæ Polum, erit ad utrumque circulum rectus & arcus PA metitur angulum PCH inclinationem Axis Terræ ad planum Eccliptica quæ eſt $66\frac{1}{2}$ grad. unde erit arcus EP ejus complementum ad quadrantem $23\frac{1}{2}$ graduum, & arcus ille metitur angulum ECP, quem Axis Terræ facit cum axe Eclipticæ. Polo E per P deſcribatur circulus minor PFG qui erit Eclipticæ parallelus, & cum Axis Terræ eundem ſemper facit cum Axe Eclipticæ immutabilem angulum ſcil. $23\frac{1}{2}$ graduum; Polum mundi P in peripheria circuli PFG ſemper locari neceſſe eſt. Quinetiam ſi eandem quoque directionem immutabilem retineret Axis, quoties Terra in orbitæ ſuæ puncto C invenitur, Polus Mundi in puncto immoto P ſemper conſpiceretur; verum obſervatum eſt Polum in peripheriâ PFG locum continuo mutare; & Axis Terræ qui prius ad P dirigebatur, poſt ſeptuaginta & duos annos ad punctum Q dirigitur uno gradu â P verſus anteriora remotus, ita ut Axis Telluris ſive mundi motu conico feratur ſeu deſcribat ſuperficiem Coni cujus vertex eſt Terræ centrum C & baſis circulus PFG; Et Polus P ſemper fertur in peripheria PFG motu lentiſſimo, & retrogrado, ſive ab oriente in occidentem, & pe-

TAB. 16. fig. 2.

Ecliptica Axis.

Polus mundi regreditur in circulo minore parallelo Eccliptica.

 rio-

riodum absolvit in peripheria P F G non nisi post 25920 annos, post quod tempus Polus à stella in P digressus ad eundem rursus dirigitur. Atque hinc sequitur stellam in P quæ hodie cum Polo coincidit, post 12960 annos (semiperiodum nempe motus Poli) per integros gradus 47 ab eodem Polo dimotam ire scil. cum Polus est in G.

Circulus EPA est colurus Solstitiorum.

Circulus maximus E P A, cum transit per Polos tam Eclipticæ quam æquatoris, erit ad utrumque circulum perpendicularis. Ac proinde est colurus Solstitiorum, & Eclipticæ punctum A erit Solstitium seu punctum Eclipticæ omnium maxime ab æquatore declinans; cum Axis Terræ productus pervenerit ad situm C Q, si per Polos Eclipticæ E & æquatoris Q ducatur circulus maximus E Q B, hic cirlus erit ad utrumque circulorum, Eclipticæ nimirum & Æquinoctialis, perpendicularis; adeoque Axe Terræ hunc situm tenente, erit circulus ille E Q B colurus Solstitiorum, & B erit Solstitii punctum, adeoque semper una cum Polo regredientur Solstitia, & quidem æqualiter. Nam cum motus Poli in peripheria P F G fuerit P Q unius v. gr. gradus, etit A B regressus Solstitii unius quoque gradus sunt enim arcus Q P, B A (cum sint paralleli) similes.

Puncta Solstitialia regrediuntur.

Puncta æquinoctialia simili & æquali motu retrocedunt.

Hinc Solstitii puncta à stellis fixis continuo recedunt, adeo ut si punctum Eclipticæ Solstitiale sit hodie juxta stellam A, post septuaginta & duos annos Solstitium erit in B uno gradu à stella versus occidentem dimotum. Cum itaque puncta Solstitiorum continuo regrediuntur, necesse erit ut puncta æquinoctíalia omniaque reliqua Eclipticæ puncta simili & æquali motu retrocedant, quippe quæ à Solstitiis dato intervallo distant. Nempe cum inter puncta æquinoctialia & Solstitia 90 gradus semper interjacent, quando Solstitia per unum gradum regressa fuerint, necesse erit ut tantundem retrorsum ferantur æquinoctialia puncta; alioquin non maneret eadem semper distantia eorundem à se invicem. Puncta itaque æquinoctialia cum omnibus reliquis Eclipticæ punctis continuo regrediuntur, qui motus dicitur fieri in *Antecedentia*, seu ad occidentem & contra seriem signo-

Motus in Antecedentia quid?

gnorum, ſicut alter motus, quo Terra & Planetæ omnes feruntur circa Solem ab occidente in orientem dicitur fieri in *Conſequentia*, ſive juxta ordinem ſignorum ab ♈ ad ♉ ♊, &c. Motus ille Æquinoctiorum retrorſum dicitur eorum *Præceſſio* qua in præcedentia ſeu antecedentia ſignorum feruntur.

Motus in Conſequentia.

Præceſſio æquinoctiorum.

Cum ſtellæ fixæ immobiles maneant, & retrocedat communis ſectio Æquatoris & Eclipticæ, neceſſe eſt ut fixarum diſtantia à punctis æquinoctialibus continuo mutetur, & ſtellæ ab iiſdem punctis verſus orientem magis quotidie promoveri videantur; unde ipſarum longitudines quæ in Eclipticâ ab initio Arietis ſive interſectione Eclipticæ & Æquatoris vernali computantur, continuo creſcant; & fixæ omnes videntur ferri in conſeqnentiâ ſignorum, non quod reverà in orientem moventur, ſed quod contrario motu regreditur punctum æquinoctii vernalis, à quo ſtellarum longitudines initium ducunt.

Punctorum æquinoctialium motus in antecedentia, efficit motum Fixarum apparentem in conſequentia.

Hinc fit, quod conſtellationes omnes mutaverunt loca, quæ tenebant dum à primis Aſtronomis obſervatæ fuerunt; & conſtellatio Arietis, quæ tempore Hipparchi prope interſectionem Eclipticæ & Æquatoris vernalem viſa fuit, eidemque Eclipticæ portioni nomen ſuum communicavit; nunc ab eàdem digreſſa in ſigno Tauri commoratur; ſicut & Tauri conſtellatio Geminorum ſedem occupat, Geminique in Cancrum promoti ſunt, & Cancer Leonem ex ſede expulit, & hic Virginem e loco detruſit. Ita ut unaquæque conſtellatio ex illo tempore è ſuo in proximæ tranſivit locum. Quamvis autem Conſtellationes è locis migrârunt, Eclipticæ tamen portiones ſeu *Dodecatamoriæ* quas tempore Hipparchi tenebant ſidera, nomina ab iiſdem ſideribus deſignata adhuc retinent; at ut diſtinguantur, Portiones Eclipticæ vocantur ſigna *Anaſtra*, Conſtellationes vocantur ſigna *ſtellata*.

Conſtellationes Eclipticæ mutaverunt Loca.

Veteres quidam Aſtronomi ſectiones Eclipticæ & Æquatoris fixas & immobiles ſtatuebant; at quoniam ſtellas ab hiſce punctis diſtantias continuo mutare obſervarunt, Fixarum ſphæram ſupra Polos Eclipticæ lentiſſimo motu volubilem

lem poſuerunt. Ita ut ſtellæ omnes circuitus in Eclipticâ aut ejus parallelis abſolvant ſpatio 25920 annorum, poſt quod tempus Fixæ ad priſtinas ſedes reſtituentur. Quod Temporis ſpatium, quod ætatem Mundi quinquies ſuperat, Annum magnum vocabant, quo demum finito res omnes eodem ordine renaſci voluerunt.

Annus Magnus Quid?

Præceſſionum æquinoctiorum Cauſam Phyſicam ante Neuwtonum Aſtronomorum nemo vel conjecturâ aſſequi potuerit; at ille perpenſis motûs & Gravitatis legibus, è figura Telluris ſphæroidicâ motum illum oriri demonſtravit. Et figura ſphæroidica ex vertigine Terræ ortum ducit.

Motus Terræ æquabilis non eſt.

Quamvis Terra ita circa Solem motu annuo feratur, ut æqualibus ſemper temporibus periodos abſolvat, motus tamen ejus in ſuâ orbitâ per totam periodum, æquabilis non eſt; ſed nunc gradum accelerat, nunc remittit; in aliquibus orbitæ ſuæ locis velocius incitatur, in aliis remiſſius; adeoque motus apparens Solis in Eclipticâ uniformis non erit; neque ille quidem conſpicitur æquam Eclipticæ portionem ſingulis diebus deſcribere; æſtate noſtrâ ſegnius incedit, hyeme incitatius ferri videtur: & tanta quidem eſt motuum differentia, ut locus ejus in Eclipticâ aliquando antecedat duos fere gradus, locum quem teneret, ſi æquabili motu latus eſſet, aliquando per tantidem ſpatium ab eo deficiat; Præterea Sol obſervatur in ſex ſignis Borealibus diutius commorari, per octo integros dies quam in ſex Auſtralibus, adeo ut ab Æquinoctio vernali ad autumnale ſunt dies 186½, quo tempore unam Eclipticæ ſemiſſem motu apparente deſcribere videtur; at ab Æquinoctio autumnali ſunt tantum dies 178½, quo tempore alteram Eclipticæ ſemiſſem & ſigna Auſtralia Sol videtur percurrere. Obſervationes quoque oſtendunt diametrum Solis apparentem tempore Hyberno, ubi motus ejus eſt velociſſimus, majorem eſſe quam in æſtate, ubi Sol tardiſſimus incedit. Et differentia quidem tanta eſt, ut Hyeme ubi Sol maximus apparet, videtur ſub angulo 32′ & 47″, at æſtate ubi minimus, ejus diameter eſt

Æſtas octo diebus longior Hyeme.

Apparens Solis diameter major Hyeme quam æſtate.

31′.

31'. 40", quæ differentia minuto major est, adeoque longius debet abesse æstate quam Hyeme.

His Phænomenis ut satisfacerent quidam Astronomi, orbitis circularibus pertinaciter nimium adhærentes; statuebant quidem Tellurem in peripheriâ circuli æqualiter moveri, & æquales angulos circa centrum æqualibus temporibus describere; at Solem non in istius circuli centro locari supponebant, sed extra in determinatâ à centro distantia statuebant.

Sit Circulus ABCD orbita Terræ, cujus centrum E atque Sol sit in S. Cum Terra est in A, Sol videtur in puncto ♈, & cum ad B pervenerit Terra, Sol in ♋ conspicietur; ad C autem delatâ Tellure, Sol signum ♎ tenere aspicietur; & dum Tellus ab A ad C pervenerit, Sol unam tantum Eclipticæ medietatem motu apparente peragrasse videbitur; alterum autem Eclipticæ dimidium motu apparente percurret Sol, dum Terra orbitæ suæ portionem CDA describet. Et cum arcus ABC arcu CDA major sit, liquet Solem plus temporis impendere debere in percurrendo Eclipticæ semissem ♈♋♎ quam alteram illam ♎♑♈. Præterea cum Terra in B longius à Sole distet quam in D, & si motus ejus foret æquabilis, è Sole tamen illius motus conspectus inæquabilis apparebit, in B tardissimus, in D velocissimus, sed huic motui æqualis est Solis motus apparens è Tellure visus, Unde causam reddere facile est, cur Sol æstate nostrâ lentius incedere, in Hyeme autem gradum accelerare videtur. Atque ita motum Solis vel Terræ inæquabilem observatum non realem esse & Physicum, sed opticum tantum & apparentem statuebant, & exinde oriri quod Sol non in centro orbitæ in E, sed extra in S locatur, & contendebant spectatorem in E Terram uniformi motu semper deferri visurum.

Motus Terræ in circulo excentrico.

TAB. 16. fig. 3.

Hæc quidem Hypothesis, simplex satis, primo intuitu Phænomenis bene respondere, & apparentias explicare visa fuit; & Astronomi plerique ante Keplerum ut veram amplectebantur. Apud eos enim tanquam indubitatum invaluit Axioma, motus omnes cælestes in se æquabiles esse, & orbitas perfecte circulares. At cum accuratiori examini cæ-

Motus Planetarum veri nec æquabiles nec eorum orbitæ perfecte circulares sunt.

le-

leſtes motus ſubjecit Magnus Keplerus, obſervationibus Tychonis Brahei innixus; Axioma hoc motibus Planetarum veris non congruere deprehendit. Et certiſſimis rationibus ab eo oſtenſum fuit, motus Planetarum veros nec eſſe in ſe æquabiles, nec eorum orbitas eſſe perfecte circulares. Obſervationes enim teſtantur, idque ultra omnem diſputationem, Figuram orbitæ Planetariæ eſſe Ellipſin, ſive ovalem, & a circulo deficientem, motumque Planetæ in hac Ellipſi inæqualem eſſe & pro diſtantiâ ſuâ à Sole intendi, & remitti.

Planetarum orbitæ ſunt Ellipſes.

Ellipſis autem eſt linea curva, quam Geometræ tranſverſe Conum vel Cylindrum ſecando repræſentare ſolent. At ejus natura ſequenti deſcriptione tyronibus melius innoteſcet, quam ex cylindri aut coni ſectione. Concipiantur duo pali ſeu paxilli plano defigi, alterum in puncto H, alterum in puncto G, & filum capiatur, quod duplicatum nexis extremitatibus, longitudinem quamvis diſtantia paxillorum HG majorem adæquet; illudque filum paxillis circumponatur, & in fili duplicaturâ immiſſo ſtylo paloſque circum eundo & filum ſemper eadem vi adducendo ut ſcil. illud æqualiter intendatur, linea curva DKB in plano deſignabitur, quæ erit Ellipſis. Et ſi non mutatâ longitudine fili pali tantum HG aliquanto propius ad ſe invicem adducantur, alia denuo Ellipſis deſcribetur, ſed alterius ſpeciei quam prior, & ad circuli formam magis accedens, & ſi adhuc propius admoveantur Pali, alia itidem habebitur Ellipſis; poſtremo ſi conjungantur paxilli, Ellipſis in circulum migrabit. Puncta H & G, ubi Pali figuntur, dicuntur Ellipſeos *Foci* ſeu *umbilici*, & Biſecta HG in C, punctum C erit centrum Ellipſis recta DK per focos & centrum tranſiens & utrinque in Ellipſi terminata, dicitur Axis Ellipſeos. Hinc apparet ſi ex aliquo puncto in Ellipſi pro arbitrio electo verbi gr. B, agantur ad focos duæ lineæ BH, BG, has duas lineas ſimul junctas Ellipſeos Axi æquales fore, ſeu longitudine fili, dempta HG diſtantia focorum.

Ellipſis deſcriptio.

TAB. 16. fig 4.

Foci ſeu Umbilici Ellipſeos.

Sol non in Ellipſeos centro ſeu puncto Axis medio, ſed in focorum alterutro, locatur, & Axis Ellipſeos AP dicitur li-

linea *Apſidum*, A *ſumma Apſis* ſeu *Aphelium*, P *ima Apſis* ſeu *Perihelium*; & SC diſtantia inter Solem & centrum Ellipſeos, *Excentricitas* dicitur: ſi ex centro ad axem erigatur CE Ellipſi occurrens in E & ducatur SE, hæc linea dicitur *Diſtantia Planetæ media* à Sole; æqualis ſcil. ſemiaxi majori CA vel CP, quæ eſt media Arithmetica inter maximam & minimam Planetæ a Sole diſtantiam; verum in orbitis planetariis Ellipſium formæ à circularibus parum recedunt, ita ut in orbita Terræ forma Ellipſeos talis eſt, ut Excentricitas SC ſit tantum partium fere 17 qualium diſtantia media SE eſt 1000, eſtque excentricitas dimidia tantum pars iſtius quam poſuere Aſtronomi, qui Terram in circulari orbita deferri contendebant.

Linea Apſidum. Aphelium Perihelium. Excentricitas. Diſtantia media.

Excentricitas orbitæ Terræ qualis.

Planeta in Ellipſeos perimetro fertur, non quidem motu æquabili, ſed eâ ratione, ut radius à centro Solis immobili ad planetam ductus, & motu angulari latus verrat, ſeu deſcribat, Aream Ellipticam tempori proportionalem: *v. gr.* ſit Planeta in A, ex quo in quavis temporis particulâ ad B perveniat, & Area quam verrat radius è Sole ad Planetam ductus ſit ASB; ſi deinde Planeta ſit in P & ducatur recta SD talis, ut Area PSD ſit æqualis Areæ ASB; æqualibus temporibus percurret Planeta arcus Ellipticos AB, PD, qui quidem erunt inæquales; & in initio motus quam proximè in ratione diſtantiarum à Sole reciprocâ; Nam ob æquales areas tanto minor erit arcus AB arcu PD, quanto AS altitudo Areæ ASB eſt major PS, altitudine Areæ PSD. Hæc omnia à Sagaciſſimo Keplero in Commentariis de motibus ſtellæ Martis abunde demonſtrata ſunt, atque huic ejus ſententiæ omnes jam ſubſcribunt Aſtronomi, cum alia nulla ſit quæ phænomenis ſatisfacit. Circuli arcus, vel angulus, vel Area ASG tempori proportionalis dicitur *Anamolia* Planetæ *media.* Sicuti Angulus ASG cum Planeta eſt in G, dicitur ejus *Anamolia vera:* at ſi Planetæ motus ab æquinoctio vernali computetur, ſeu ab initio Arietis; *Motus ejus in Longitudinem* dicitur, eſtque vel medius, qualis eſſet ſi Planeta motu æquabili orbitam circularem percurreret, vel verus, qui eſt motus Planetæ reverà competens, & nunc accelera-

Motus Planetæ in Ellipſi qualis.

Areæ Ellipticæ æqualiter creſcunt.

Anamolia Media.

Anamolia vera.

Motus in Longitudinem.

tur, nunc retardatur, pro variâ diſtantiâ Planetæ à Sole.

Determinatio loci Planetæ in ſuâ orbitâ.

Hâc ratione determinare licet locum Planetæ in ſuâ orbitâ pro quolibet tempore ex quo Aphelium reliquit. Nempe ita dividatur Area Ellipſeos rectâ SG, ut fiat tempus Periodicum Planetæ ad tempus datum, ita Area totius Ellipſeos ad Aream ASG, & erit G locus Planetæ quæſitus. Methodos autem varias tradiderunt Geometræ, quibus Ellipſis Area in datâ ratione ſecanda eſt, de quibus in proprio loco erit dicendum.

Quare recedente Terrâ à Sole calor major ſit.

Cum in æſtate Terra longius à Sole diſtat, Hyeme propius ipſi accedat, mirum fortaſſe videtur recedente Sole, Terram magis incaleſcere, Hyeme autem, cum propius Soli adſtamus, ingraveſcere frigora. At ſciendum eſt, quod caloris & frigoris incrementa non tota pendent ex diſtantia Solis, ſed aliæ potentiores concurrunt cauſæ, ad harum qualitatum mutationes producendas. Nam primo directi radiorum impetus fortiores ſunt quam obliqui; Hyeme autem oblique admodum Solis lucem recipimus, ejuſque potentia non tantum ideo debilitatur, ſed etiam quia pauciores in datam ſuperficiem agunt Radii, quo magis oblique ipſis objicitur ſuperficies. Præterea Hyeme, radii Solares obliquius incidentes magis craſſum aëris corpus pervadunt, & longiore itinere per aera feruntur quam æſtate, quando directius incidunt; unde radiorum vires plures aëris particulas offendendo, magis franguntur quam in æſtate. Atque hinc ratio patet cur Solem in Horizonte poſſumus ſine oculorum damno contueri; quem cum altius aſcendit oculi ferre non poſſunt.

Dies noctibus longiores augent calorem.

Eſt & alia potentior cauſa quæ tempeſtatum varietates inducit: nempe, notum eſt quo diutius corpus aliquod durum & ſolidum, igni objicitur, eo magis id incaleſcere; at in æſtate per ſedecim continuas horas Solis ardori objicimur, & per octo tantum horas ejus abſentiam perſentimus; cujus contrarium Hyeme experimur, unde non mirum erit tantas his tempeſtatibus oriri caloris & frigoris differentias.

Cum Solis potentia maxima ſit quando ejus radii ſunt directiſſimi atque dies longiſſimi, videtur nos debere maximos calo-

calores ſentire cum Sol Tropicum ♋ occupat, quo tempore propius ad verticem accedit, ejuſque radii directiùs, atque diutiùs nos feriunt; quotannis tamen experimur calorem æſtivum poſt digreſſum Solis à Tropico creſcere, & annum maxime fervere circa finem menſis Julii, cum integro fere ſigno à Tropico diſtat Sol. *Quare calor non maximus eſt, quando Sol tropicum tenet.*

Ut hujus rei cauſa reddatur, obſervandum eſt actionem Solis, qua corpora calefacit, non eſſe tranſeuntem, qualis eſt ejus illuminatio, ſed permanentem, ita ut corpus ſemel à Sole calefactum, poſt ejus abſentiam per aliquod tempus calidum maneat, ſcil. particulæ calorificæ è Sole in corpus calefactum continuo recipiuntur, quæ per aliquod tempus eidem inhærent, & in ipſum agendo calorem excitant, aufugientibus autem iſtiuſmodi particulis frigeſcit corpus, unde ſi plures recipiantur in corpore particulæ calorificæ quam aufugiunt, iſtius corporis calorem continuo creſcere neceſſe erit. Verum in præſenti caſu, poſt adventum Solis ad Tropicum, numerus particularum aerem & Terram noſtram calefacientium continuo creſcit, adeoque augebitur ſimul calor. Ponamus *v. gr.* die, lucente Sole, centum tantum particulas calorificas intra corpus aliquod admitti, & nocte, cum ea ſit die brevior, iſtarum tantum quinquaginta avolare, aliis quinquaginta manentibus; proxima die eâdem fere vi agens Sol alias centum particulas eidem corpori immittet, quarum non plures fere quam dimidia pars nocte evadunt, adeoque initio tertii diei numerus particularum calefacientium centenario augebitur; dum itaque plures die recipiuntur particulæ, quam nocte aufugiunt, calor neceſſario creſcet; at decreſcentibus diebus, & noctibus creſcentibus, fiet tandem, ut plures abſente Sole effugiant particulæ quam die recipiuntur, quo fit ut calor continuo minuetur, frigeſcetque Terra.

LECTIO IX.

De Luna ejuſque Phaſibus & Motu.

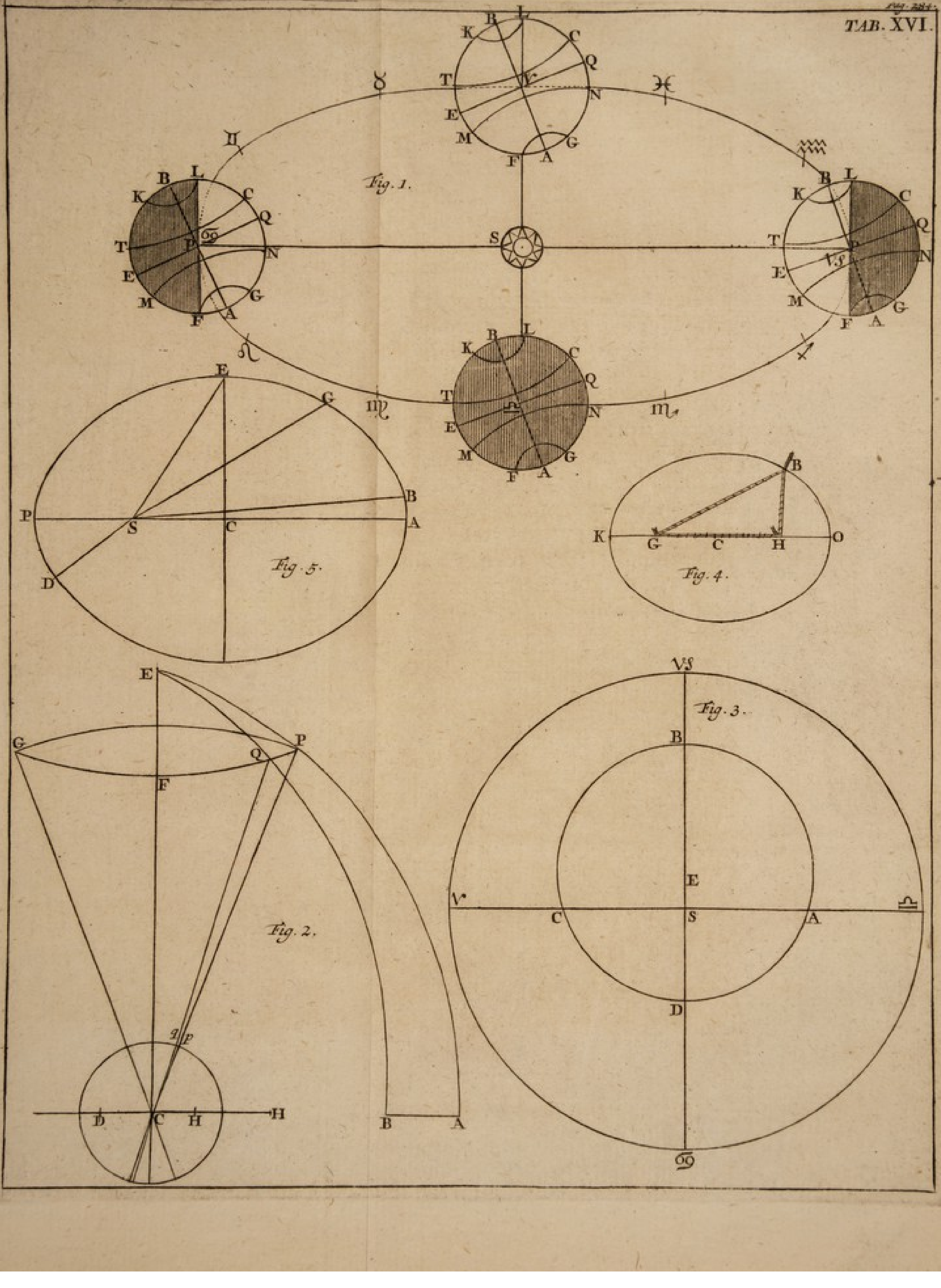
LUna corporum cæleſtium omnium, ſi Solem excipias, ſplendidiſſime lucens, ad Terram noſtram proprie pertinet,

tinet, cujus est assecla & indivulsa Comes. Adeo quidem in viciniâ Terræ semper commoratur, ut è Sole spectata, nunquam arcu decem Minutis primis majore à Tellure discedere videretur. Sed terræ perpetuo juncta, ipsique quasi satelles data, una cum eâ revolutionem annuam circa Solem perficit, & interea etiam in orbita circa Tellurem spatio menstruo periodum absolvit. Planetæ primarii Solem ut Centrum Motus atque Rectorem respiciunt, & nunc longissime à Terra digrediuntur, nunc ad eam propius accedunt. Luna tanquam terrestre corpus in nostra viciniâ propriâ propensione seu gravitate detinetur; ejusque vi à motu rectilineo continuo retrahitur, & circa terram revolutionem perficere cogitur, spatio viginti septem dierum, horarum circiter septem. Varias continuo Luna subit Phases, Varias induit formas, adeo ut multiformi ambage semper torqueat contemplantium ingenia, crescens semper, aut senescens, modo curvata in cornua, modo æquâ portione divisa, modo sinuata in orbem, mox fulgens orbe pleno, ac deinde repente nulla; alias pernox, alias sera, deficiens, & in defectu tamen aliquando conspicua, uti Plinius notavit, jam vero fit humilis, jam excelsa, nunc in Aquilonem elata, nunc in Austros dejecta, quæ singula deprehendit primus *Endymion*, ob quod eum amore Lunæ captum fuisse fama traditur.

Est autem Luna corpus sphæricum, Terræ instar, scabrum, opacum, & densum; Solis luce, non sua, resplendens; Sol quippe Fons luminis, perpetuo dimidiam corporis Lunaris partem, quæ ipsi obvertitur, illuminat, dum altera aversa à Sole medietas, tenebris obvolvitur; Lunæ autem superficies à Terricolis spectabilis, est ea quæ Terræ obvertitur, adeoque pro vario Lunæ respectu Solis Terræque situ, variæ videntur Lunæ illuminationes, & Luminis vicissitudines; & nunc major, nunc minor, aliquando nulla illustratæ faciei pars, ex Terra videtur, & aliquando etiam tota Terræ obvertitur, quæ ut melius intelligantur, libet Diagrammate declarare. Sit S Sol, T Terra, RTS portio orbitæ Telluris, quam motu annuo circa Solem describit; (TAB. 17. fig. 1.)

A B C.

TAB. XVI.



Motus Lunæ ab oriente in occidentem.

ABCDEFGH orbita Lunæ in qua ſcilicet circa Tellurem fertur ſpatio menſtruo ab Occidente in Orientem; qui motus manifeſte oculis obſervari poteſt, ſi enim Luna una cum Stella aliqua ad Meridianum appellat, poſtero die ſerius quam Stella Meridianum attinget, minutis temporis circiter 47, & à Stella Orientem verſus 13. gradibus receſſit; connectantur Solis & Lunæ centra rectis SL, & per Lunæ centrum tranſeat planum MLN, cui recta SL ſit normalis; planum illud efficiet in ſuperficie Lunari circulum, qui erit *Lucis & Umbræ finitor*, illuminatam ſcilicet faciem à Tenebroſâ diſtinguens; eodem modo jungantur centra Terræ & Lunæ rectis TL, quæ ſint normales ad aliud planum PLO, etiam per Lunæ centrum tranſiens. Planum illud efficiet in Lunæ ſuperficie circulum, qui Lunæ Superficiem à Terra ſpectabilem ab averſa & inconſpicua dividet, qui itaque *circulus viſionis* dici poteſt.

In Luna circulus lucis finitor.

Circulus viſionis.
TAB. 17. fig. 2.

Hinc patet primò, cum Luna eſt in ſitu A, puncto ſuæ orbitæ Soli oppoſito, quod coincidat circulus Lucis finitor cum circulo viſionis, & tota Lunæ illuſtratæ facies Terræ obvertitur, & à Terricolis videtur, in quo caſu *Luna plena, pernox, Plenelunium* nominatur, & reſpectu ſitus ad Solem dicitur eſſe in oppoſitione; cum ſcilicet è Terra, Sol & Luna in oppoſitis cæli punctis videntur. Cum ad B pervenerit Luna, illuminatus ſemicirculus MPN totus Terræ non obvertitur, ſed pars MP è conſpectu noſtro ſubducitur, adeoque illuminatio ſpectabilis à circulo deficiet, & Luna gibboſa apparebit, Phaſiſque erit ea, quæ in figura 2. Tab. XVII. per B notatur: Luna ad C perventa, angulus CTS eſt rectus, & illuminati diſci MPN, pars media à Terra videtur, & Luna dimidiata apparet, ut in C, fig. 2. & *Biſecta* ſeu *Dichotoma* nominatur: in hoc ſitu Sol & Luna quadrante circuli à ſe invicem diſtant, diciturque Luna eſſe in Aſpectu Quadrato ſeu in Quadratura: Procedente Lunâ ad D faciei illuminatæ MPN, pars parva PN Terræ obvertitur; & Diſci ONP qui Terræ obvertitur, pars maxima ON tenebroſa manet, & proinde ob Lunæ figuram ſphæricam & apparenter planam, illuſtrata pars veluti in cornua

Lunæ Phaſes declarantur.

Luna gibboſa.

et Angulus TCS tum non rectus, a Angulus ad S sit nullus.

Luna Biſecta.

Luna corniculata

 cur-

curvata videbitur ubi circulus lucis finitor, & circulus visionis in angulos coeunt, ejusque Phasis è Terrâ spectata apparebit ut in D. Tandem Lunâ ad situm F progressâ, nulla illustratæ faciei pars è Terra videbitur, sed obscura & tenebrosa tota Terræ obvertitur, tunc Luna dicitur esse in *conjunctione* cum Sole, cum scilicet Sol & Luna in eodem Eclipticæ puncto videntur, in quo fit *Novilunium*, *Neomenia* seu *Interlunium*: Ubi Luna ulterius ad F promovetur, corniculatam seu falcatam figuram rursus induit, & ante quidem novilunium, cornua in occasum spectabant, & nunc post novilunium, in ortum tendunt: cum Luna ad G provehitur, & in aspectu cum Sole quadrato venit, bisecta & dimidiata apparet, & in H Gibbosa, & ubi ad A denuo pervenerit, rursus pleno fulget orbe.

Novilunium.

Elongatio Lunæ à Sole.

Arcus EL, seu angulus STL, contentus rectis ductis è centris Solis & Lunæ ad Terræ centrum, dicitur *Elongatio* Lunæ à Sole, & arcus MO illuminati semicirculi MON pars illa, quæ Terræ obvertitur, quique est mensura anguli quem circulus Lucis finitor & circulus visionis efficiunt, est ubique quam proxime similis arcui EL Elongationi Lunæ à Sole, seu quod idem est angulus STL est quam proxime æqualis angulo MLO, quod sic demonstro; producatur SL utcunqne in X, & erunt anguli TLP, MLS æquales, utpote uterque rectus est; sed anguli OLS & PLX sunt æquales, ad verticem enim sunt, quare demptis æqualibus, erit angulus MLO æqualis angulo TLX, sed angulus TLX externus est & æqualis duobus internis & oppositis trianguli STL, scilicet angulus STL & TSL; erunt igitur hi duo anguli æquales angulo MLO sed angulus TSL exiguus admodum est, & cum maximus, hoc est in quadraturis non decem minutis primis major; nam tantilla est distantia Lunæ à Terra præ Solis ab eadem distantia, ut angulus ille ad Solem evanescat, & pro nullo haberi possit; est itaque angulus MLO æqualis angulo STL & arcus MO similis est arcui EL.

Vide situm Lunæ I.

Semicirculus OMP, cum ejus planum per oculum transit, in rectam OP projicitur, seu in Lunæ disco, ut recta OP apparet, at circulus Lucis finitor, cum obliquè è Terrâ vide-detur, in Ellipsim projicitur; atque hinc data Elongatione Lunæ à Sole, facile exhibetur Phasis, sub qua Luna tunc temporis apparet. Repræsentet circulus COBP Lunæ discum è Terra spectabilem, OP rectam in quam projicitur semicirculus OMP, hanc ad rectos angulos secet alia diameter BC, & posito LP radio, capiatur LF æqualis cosinui elongationis Lunæ à Sole, & axe Majore BC, & semiaxe minore æquali LF, describatur semiellipsis BFC, abscindet illa ex lunari disco partem illuminatam BFCPB è Terrâ spectabilem.

Delineatio Phasis Lunæ pro datâ Elongatione à Sole.

TAB. 17. fig. 3.

Cum posito LP radio, LF sit cosinus Elongationis Lunæ à Sole, erit PF sinus versus ejusdem Elongationis; Estque BFC linea (quæ tenebrosam Lunaris disci partem ab illuminata dividit) semiellipsis, cujus axis major æqualis est Lunæ diametro, semiaxis autem minor æqualis est Lunæ semidiametro diminutæ sinu verso Elongationis Lunæ à Sole. Sit jam OBPC Lunæ discus Terræ obversus, BFC semiellipsis illuminatam disci partem à tenebrosa dividens; ducatur quævis recta GHN Axi minori Parallela, & axi majori occurrens in M; Ex natura Ellipsis & circuli, erit LP, ad LF; ut MG, ad MH; adeoque per divisionem rationis LP ad PF ut GM ad GH, & duplicando antecedentes PO ad PF ut GN ad GH; idem de alia quavis recta GN Axi minori parallela demonstrabitur, adeoque per 12 Elementi 5^{ti}, ut PO ad PF, ita omnes GN ad omnes GH. Sed omnes GN faciunt Lunæ discum Terræ obversum, & omnes GH faciunt partem disci illuminatam, adeoque erit PO ad PF seu diameter circuli ad sinum versum elongationis Lunæ à Sole, ut totus Lunæ discus ad partem ejus illuminatam. Hinc illustratio quolibet tempore à Luna facta est ad ejus illustrationem maximam tempore plenilunii, ut sinus versus elongationis Lunæ ad circuli diametrum.

Quantitas illustrationis determinatur.

TAB. 17. fig. 4.

Sicut Luna luce Solis reflexa Terram illuminat, sic & Terra plus quàm par pari referens, vicissim solarem lucem reflectendo, Lunæ superficiem multò majore luce perfundit; siquidem cum Terræ superficies sit quindecies circiter major lunari, si Luna & Terra æque in reflectendo polleant, hæc quin-

Terra luce reflexâ Lunam illuminat.

quindecies plus lucis ad Lunam remittet, quàm ab illa accipit. Et Lunicolis quindecies major apparet Terra, quam nobis Luna videtur. In noviluniis illustrata Terræ facies tota Lunæ obvertitur, & tenebrosam Lunæ superficiem luce illustrans Lunicolis *Pleniterreum* efficit. Hinc oritur lucula illa, quæ in Lunâ nova veterique præter argentea cornua apparet, reliquum Lunæ discum, tenebrosum licet, conspicuum exhibens. Cum autem Luna ad oppositum Solis pervenerit, Terra è Lunâ in conjunctione cum Sole videtur, ejusque tenebrosa facies Lunæ obvertitur, in quo situ è Lunâ videri nequit, sicuti in noviluniis nos non videmus Lunam, & ut verbo dicam, Phases Terræ è Lunâ conspicuæ per omnia sunt similes iis quæ à nobis in Luna observantur.

Quamvis Luna Terram circumeundo, orbitam suam describat spatio dierum 27. horis circiter septem, quod tempus *Mensis periodicus* appellatur, tempus tamen quod impendit Luna, dum ab unâ conjunctione cum Sole ad proximam pervenit, quod *Mensis synodicus*, seu Lunatio dicitur, mense Periodico majus est. Nam dum Luna in propriâ orbitâ periodum absolvit, interea Tellus ejusque comes Luna, cum suâ orbita circa Solem eundo, integro fere signo versus Orientem promotæ sunt, & punctum Orbitæ quod in priore situ, in recta centra Terræ & Solis jungente jacebat, nunc Sole paulo Occidentalior est, adeoque cum Luna ad illud punctum pervenerit, nondum in conjunctione cum Sole invenitur.

Mensis Periodicus. *Mensis synodicus.*

TAB. 20. *fig.* 1. Sit enim AB portio orbitæ Telluris, Terra T, S Sol, ACL orbita Lunæ, & cum Terra est in T sit Luna in L in conjunctione cum Sole, & dum Luna ab L digreditur, orbitamque propriam LACD describit, Tellus interea per arcum T*t* defertur, & cum ad *t* venit, orbita Lunæ situm *lacd* obtinet, punctumque orbitæ L erit in recta *tl*, priori TL parallela, unde patet ad *l* diventâ Lunâ, eam totam orbitam percurrisse, sed nondum ad conjunctionem cum Sole pervenisse, sed opus esse, ut ulterius progrediatur Luna, & arcum *lm* describat, priusquam Solem assequatur; & cum Luna orbitam absolvat diebus viginti septem, horis circiter

se-

ſeptem, Terra hoc tempore deſcribet arcum T *t* viginti ſeptem circiter graduum, cui ſimilis eſt arcus *l* M, ob angulum *l t* M æqualem angulo M S L; at verò opus eſt ut majore arcu quam *l* M Luna deſcribat, (ob motum Terræ interea factum) priuſquam ad conjunctionem cum Sole perveniat, inde fit ut Lunatio tota ſeu Tempus ab uno novilunio ad proximum, non niſi diebus 29, horis circiter duodecim compleatur, & ſeparetur Luna à Sole dietim angulo graduum 12 & aliquot minutorum, qui *motus à Sole diurnus* nuncupatur. *Motus Lunæ à Sole diurnus.*

Si planum orbitæ Lunaris coincideret cum plano Eclipticæ, hoc eſt, ſi orbita Lunæ circa Terram, & orbita Terræ circa Solem, in eodem jacerent plano, ſemita motûs Lunæ in cælis è terrâ viſa eadem eſſet, quæ eſt motus Solis apparens, ſeu eundem omnino circulum, Eclipticam nempe, quem Sol ſpatio unius anni conficere apparet, Luna menſe quolibet percurrere videretur; verùm orbitæ Lunaris planum non coincidit cum plano Eclipticæ, ſed ſe mutuo interſecant hæc duo plana, in linea per centrum Terræ tranſeunte, eorumque inclinatio angulum quinque circiter graduum conſtituit. *Luna in Ecliptica non movetur.*

Sit A B portio orbitæ Telluris, T Terra, circulus CDEF Lunaris orbita, cujus centrum eſt centrum Terræ T, eodem centro T deſcribatur in plano orbitæ Telluris, circulus CGH, cujus diameter æqualis ſit diametro orbitæ Lunæ: Hi duo circuli cum idem habeant centrum, in recta per Terram tranſeunte ſe interſecabunt, & Lunaris orbitæ medietas una CED ſupra planum circuli CGH attolletur in Boream; altera medietas DFC deprimetur in Auſtrum, recta CD communis circulorum interſectio *Linea nodorum* dicitur, & anguli C & D *Nodi* dicuntur; & quidem nodus C, ubi Luna aſcendit ſupra planum Eclipticæ verſus Boream *nodus aſcendens* & *caput Draconis* nuncupatur, & brevitatis cauſa ſic ☊ notatur; alter nodus D, ubi Luna in Auſtrum deſcendit, *Nodus deſcendens* & *cauda Draconis* nominatur, cujus ſignum eſt ☋ & ſi Linea nodorum immobilis eſſet, hoc eſt non alium haberet motum, præter illum quo circa Solem *TAB. 17. fig. 5.* *Linea nodorum.* *Nodus aſcendens.*

Oo fer-

fertur, ad idem Eclipticæ punctum ſemper dirigetur, utpote ſibi ſemper parallela manens, ſed linea Nodorum continuo ſitum mutare deprehenditur, & ab Oriente in Occidentem contra ſeriem ſignorum motu retrogrado fertur, circulumque abſolvit ſpatio annorum fere novemdecim, poſt quod tempus nodus utervis ab aliquo Eclipticæ puncto digreſſus, ad idem redit, ſeu in eodem quo prius Eclipticæ gradu è Terra videtur.

Nodi moventur motu retrogrado.

Ex dictis conſtat Lunam non niſi bis in qualibet periodo in Eclipticâ videri, ſcilicet cum in nodis verſatur, in aliis orbitæ ſuæ locis nunc magis nunc minus ab Eclipticâ diſtare, prout nodorum alicui remotiorem aut propriorem eſſe contigerit; maxime autem ab Ecliptica diſtat Luna cum eſt in E vel F, quæ media ſunt â nodis puncta; & *Limites* vocantur. Diſtantia Lunæ ab Ecliptica ejus Latitudo vocatur, hanc metitur arcus circuli per locum Lunæ in cælo transeuntis, & ad Eclipticam perpendicularis, arcus inquam ille inter Lunam & Eclipticam interceptus, metitur Lunæ ab Ecliptica diſtantiam; ſeu Latitudinem, & idcirco tales Circuli ad Eclipticam perpendiculares *Circuli Latitudinum* dicuntur, & Latitudo Lunæ, cum maxima eſt, ut in E vel F, æqualis eſt quinque gradibus cum octodecim minutis primis, eſtque illa Latitudo menſura angulorum ad nodos.

Latitudo Lunæ.

Circuli Latitudinum qui?

LECTIO X.

De Inæqualitate motuum Lunarium, de Lunæ facie, ejuſque Montibus & Vallibus.

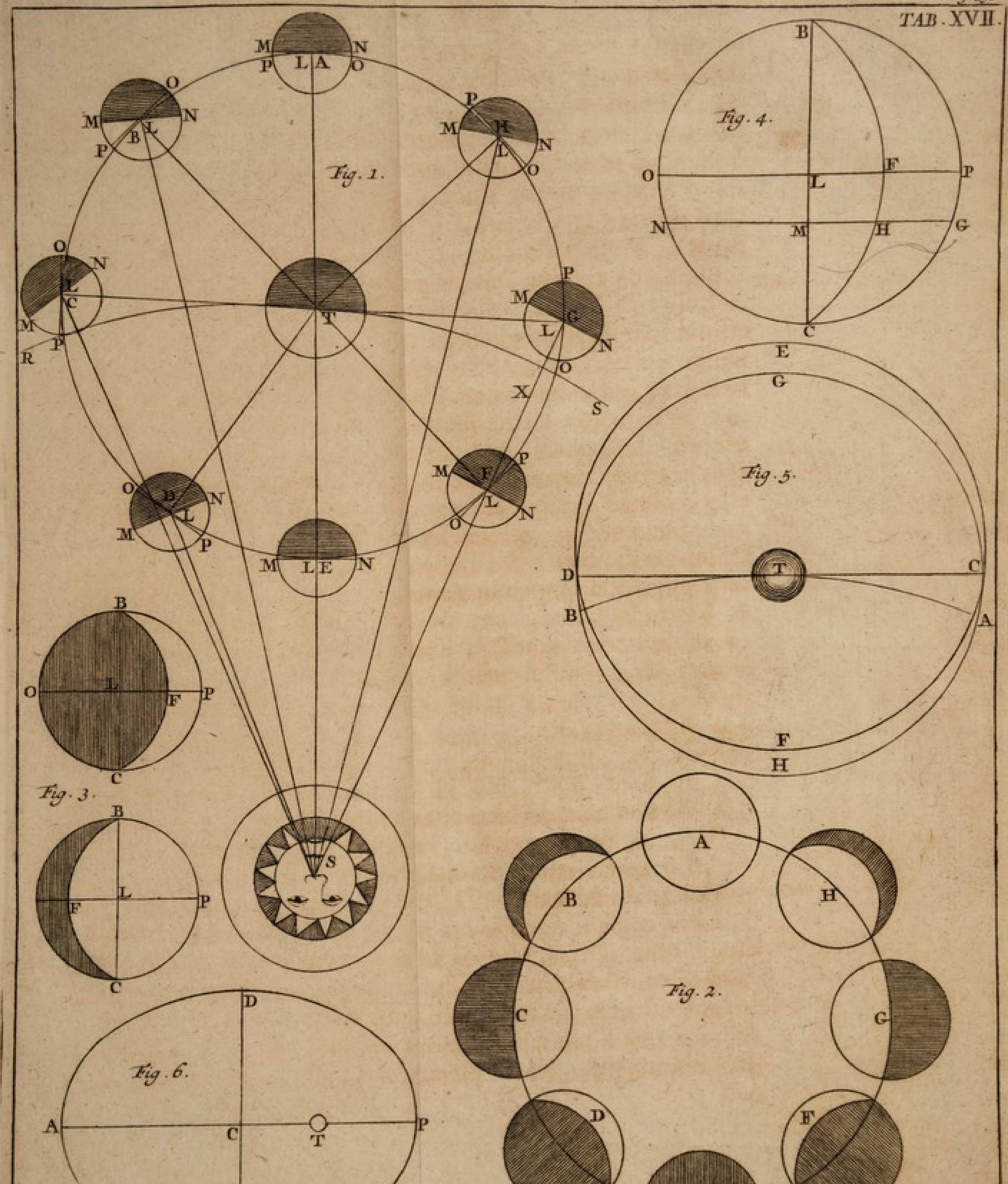
Aſtronomorum obſervationes teſtantur, Lunæ diſtantiam à Terra multum variari, & nunc propius nobis accedere Lunam, nunc longius recedere; hoc ideo fit quod Luna non in Orbita circulari, circa Terram fertur, ſed in Ellipticâ, qualem repræſentat figura ABPD, cujus focorum alterum tenet Terra, & Axis Ellipſeos major AP eſt linea Apſidum; TC Excentricitas, Punctum A ſumma Apſis vocatur *Apogeon* Lunæ, ubi ſcilicet maximè à Terrâ diſtat, Punctum P ima Apſis, ubi maximè ad Terram accedit, *Perigeon* nominatur. Et ſi Orbita Lunæ non alium haberet motum

Luna in orbitâ Elliptica movetur.

TAB. 17. *fig.* 6.

Apogeon Lunæ. Perigeon.

TAB. XVII.




A

tum præter illum, quo circa Solem fertur, Axis Ellipſeos ſibi ſemper Parallelus maneret, & ad idem cæli punctum ſemper dirigeretur, ad quod cum pervenerit Luna eandem ſemper à Terrâ diſtantiam obtineret; ſed Linea Apſidum eſt etiam mobilis ſicut Linea Nodorum, & motu Angulari circa Terram fertur, ſecundum ſeriem ſignorum ſeu ab Occidente in Orientem, circulum abſolvit hæc linea, & ad eundem ſitum redit annis fere novem.

Motus Lunæ ejuſque orbitæ multiplici afficiuntur inæqualitate; nam *Primò* cum Tellus Aphelion tenet, ubi unà cum Luna longiſſimè à Sole diſtat, motus Lunæ aliquantulum acceleratur; Tellure autem ad Perihelion delatâ, ubi proxime ad Solem accedit Luna, aliquantulum retardatur ejus motus; unde fit ut minore tempore Luna ſuam orbitam percurret, breviuſque fit tempus Periodicum Terra Aphelion tenente, quàm cum eadem in Perihelio verſatur, & menſes Periodici neutiquam ſint inter ſe æquales: 2*do* Luna in Syzigiis id eſt, cum eſt in linea quæ jungit centra Solis & Terræ, cæteris paribus celerrimè movetur; in Quadraturis tardiſſimè. *Tertiò* pro varia diſtantiâ Lunæ à Syzigiis, hoc eſt ab conjunctione ſeu oppoſitione, ejus motus inæquabilis redditur, motus enim in primo menſis quadrante, ſive pergente Lunâ à conjunctione ad quadraturam proximam retardatur, in ſecundo acceleratur dum tendit à Quadratura ad oppoſitionem; in tertio retardatur rurſus; & in quarto iterum acceleratur; hanc inæqualitatem in motu Lunæ, primus deprehendit Tycho, & *Variationem* Lunæ appellavit.

Inæqualitates in motu Lunæ.

Variatio Quæ?

4*to* Cum Luna in Ellipſi moveatur, cujus umbilicum tenet Terra, circa quam Areas deſcribit temporibus proportionales, oportet Planetarum primariorum more, ut in Apogeo ſuo tardius incedat, in Perigeo velocius feratur.

5*to* Orbita etiam Lunæ eſt continuo mutabilis, & ejuſdem non eadem manet ſpecies, aut figura, ſed excentricitas nunc augetur, nunc minuitur, & maxima quidem eſt cum linea Apſidum eſt in Syzigiis, hoc eſt cum coincidit cum rectâ quæ centra Solis & Terræ conjungit; minima autem cum hanc rectam normaliter ſecat; & differentia inter maximam & mi-

Orbita Lunæ ejuſque excentricitas ſemper mutabilis.

nimam excentricitatem tanta eſt, ut illa ſemiſſem Excentricitatis minimæ ſuperet.

Apogeum inæquabili motu fertur. 6to Ipſum Apogeum Lunare inæquabili fertur motu; quando enim eſt in Syzigiis cum Sole progreditur, in quadraturis regreditur, & progreſſus & regreſſus illi non ſunt æquabiles, ſed Lunâ in quadris verſante tardius progreditur, vel forſan etiam regreditur, in Syzigiis verſante Luna, Apogeum celerius progreditur. *Septimo* Nodorum motus retrorſum eſt minime æquabilis, nam nodi in Syzigiis poſiti penitus quieſcunt, dvm vero quadratum ad Solem obtinent aſpectum, velociſſime in Antecedentia feruntur.

Harum omnium inæqualitatum cauſas, primus & Solus detexit ſagaciſſimus Neuwtonus, eaſque ſecundum leges Mechanicas ex Theoriâ Gravitatis oriri demonſtravit. Mirum videtur, quod etſi Luna ſit corporum cæleſtium omnium nobis maxime propinqua, ad eam tamen acceſſus patet maxime difficilis, cum non ſine multo labore & longis annorum obſervationibus illius irregulares excurſus inveſtigari poſſunt.

Luna æquabiliter circa axem ſuum rotatur. Solus in Lunâ motus æquabilis eſt ille, quo circa Axem ſuum rotatur, in eodem præciſe tempore, quo circa tellurem periodum abſolvit, unde fit ut eandem fere ſui faciem Terræ oſtendat, ſed ea ipſa æquabilitas cauſa eſt apparentis inæqualitatis quod Luna videtur è Terra ſuper Axem ſuum nunc ab ortu in occaſum, nunc ab occaſu ad ortum paululum librari, & partes quædam in limbo occidentali Lunæ per quoddam ſpatium modo recedunt, modo accedunt, quædam antea viſæ occultantur, ac deinde rurſus in conſpectum veniunt, taliſque motus *Libratio* dicitur; oriturque ex motu Lunæ inæquali in

Libratio. perimetro Ellipſeos; nam ſi Luna in circulo moveretur, cujus centrum teneret Terra, & circa axem ſpatio temporis Periodici rotaretur, ejuſdem meridiani Lunaris planum ſemper per Terram tranſiret, & eadem ubique Lunæ facies Terræ obverteretur; at cum Luna in Ellipſi feratur, in cujus umbilico ſeu foco locatur Terra, & converſio Lunæ circa Axem æquabilis eſt, ſeu quod idem eſt, datum quodlibet Lunare meridianum angulos temporibus proportionales deſcribit, illud planum non ubique per Terram tranſibit.

Sit

Sit enim ALP orbita Lunæ, cujus focum tenet Terra in T, & cum Luna eſt in A ejus meridianus MN productus per Terram tranſeat; ſi Luna in orbita abſque converſione lata eſſet, idem meridianus MN ſibi ſemper Parallelus maneret, & cum Luna ad L pervenerit, meridianus MN eſſet in ſitu PQ, ad MN Parallelo, verum per rotationem æquabilem, Meridianus MN ſitum mutat, anguloſque deſcribit temporibus proportionales, & tempore Periodico quatuor rectos abſolvit, unde erit in ſitu m L n tali, ut angulus Q L n ſit ad rectum, ut tempus quo Luna confecit arcum AL ad quartam partem temporis periodici, ſed tempus quo Luna confecit arcum AL, eſt ad quartam partem temporis periodici, ut area ATL ad aream ACL, ſcilicet quartam partem Areæ Ellipſeos, unde erit angulus QL n ad rectum angulum, in eadem ratione; eſt autem area ATL major area ACL, unde angulus QL n recto major erit, ſed eſt angulus QLT acutus, major itaque eſt angulus QL n angulo QLT, adeoque Meridianus MN, cujus, planum cum Luna fuit in A, per Terram tranſibat, nunc Lunâ ad L delatâ verſus Terram non dirigitur, unde conſtat Lunæ Hemiſphærium in L è Tellure viſum aliquanto eſſe diverſum ab hemiſphærio, quod è Terra videtur cum Luna fuit in A, parteſque ultra Q nunc retegi, quæ prius Luna in A exiſtente fuerunt inconſpicuæ. At cum Luna ad Perigeum P pervenerit, in eo tempore Meridianus MN ſemicirculum abſolvit, rurſuſque ejus planum per Terram tranſibit, ut eadem Lunæ facies è Tellure conſpiciatur, quæ prius in A viſa fuit; hinc patet hanc Lunæ librationem bis in quovis menſe periodico reſtitui, ſcilicet cum Luna eſt in Apogeo & Perigeo. TAB 20. fig. 2.

Si Lunæ ſuperfies terſa & polita eſſet, ut in ſpeculis, illa non lucem undequaque reflecteret, ſed Solis imaginem exiguam admodum inſtar puncti ſplendidiſſimè micantis, tantum oſtenderet, verum ſicut in corporibus terreſtribus, ſic in Luna Aſpera & ſcabra eſt ejus ſuperficies, qua fit ut lucem ſolarem undequaque diffundat & corpora Terreſtria illuminet. *Lunæ ſuperficies aſpera.*

At non tantum inæqualis & aſpera eſt Lunæ ſuperficies, ſed altiſſimis montibus profundiſſimiſque vallibus tota obſita; nam ſi nullæ in Luna extiterint eminentiæ, ſive partes reli- *Et montibus obſita.*

liquis altiores, linea recta in Dichotomia, aut Elliptica in reliquis Phasibus, semper disterminaret confinia lucis & umbræ. Verum si tubo optico aspiciatur Luna, confinium illud in nulla regulari linea, sed dentatum, serratum multisque anfractibus intercisum apparet. Quin etiam in tenebrosâ Lunæ facie, partes aliquæ à confinio non multum distantes cernuntur Solis Luce illustratæ: Et die circiter quarto post novilunium in tenebrosa Lunæ facie quædam Cuspides luminosæ, tanquam scopuli aut parvæ insulæ, apparent, quæ non multum à confinio illustratæ & tenebrosæ partis distant; aliæ item dantur illuminatæ parti adhærentes areolæ, paulatim formam figuramque cum lumine crescente mutantes, donec parti illustratæ omni ex parte annectantur, & cum locis vicinioribus lumine prorsus imbuuntur. Mox quam plurimas iterum novas in illa tenebrosâ parte orientes cernimus, & in locum antecedentium succedentes. Contrarium autem accidit in phasibus Lunæ decrescentibus, ubi lucidæ areolæ, quæ nunc confinio & parti illustratæ adhærent, paulatim avelluntur, & confinio relicto diutius tamen conspiciuntur, quod impossibile foret, nisi areolæ illæ essent partibus reliquis altiores, ut Solis lux illas stringeret. Puncta itaque illa, extra lucis confinium micantia, sunt cuspides & vertices præaltorum montium, quæ cum altiora sunt quam reliqua loca vicina, citius à Sole illustrantur, seriusque ab ejus lumine subducuntur. Præterea multæ nigricantes maculæ in parte illuminata conspiciuntur, quæ sunt ingentes cavitates seu cavernæ, in quibus cum Sol illas oblique irradiat, ejusque lux limbum externum tantum attingit profundiores partes obscuræ manebunt; at Sole ascendente plus lucis hauriunt, & quo altius super illas attollitur Sol, eò vallium umbræ magis se comprimunt, brevioresque evadunt, usque dum Sol punctum attingit verticale, quo tempore totam illustrat cavernam, umbrâ penitus evanescente; & prædictæ valles æque clare ac montium vertices conspiciuntur; immo multo illis lucidiores. Lunæ itaque superficies præruptis montibus profundissimisque vallibus ubique scatet.

Demonstratur dari in Luna montes.

In Luna ingentes cavernæ.

Geometræ possunt montes Lunares metiri.

Montes Lunares nostris Terrestribus longe excelsiores depreprehenduntur; possunt enim Geometræ horum altitudinem hac ratione metiri. Sit Hemisphærium Lunæ illustratum EGD, ECD Diameter circuli lucis & Umbræ Finitoris, A vertex montis, ubi primo illuminari inceperit. Observetur Telescopio, vel Micrometro, proportio rectæ AE, ad Lunæ diametrum ED; & quia ES tangit Lunæ Globum, junctâ AC, erit AEC triangulum rectangulum per 16 El. tertii. Adeoque datis AE, EC, dabitur CA, ex qua subductâ CB, æquali CE, restabit BA altitudo montis Quæsita, v. gr. Dicit Ricciolus quarto die post novilunium, se observasse montem *S^{tæ} Katharinæ* illuminatum, ejusque distantiam AE à limite consueto illuminationis, fuisse diametri Lunaris partem decimam sextam, seu semidiametri partem octavam: Unde si EC sit partium 8, erit EA harum partium una, adeoque quadratum lateris EC erit 64, ad quod addatur quadratum lateris AE quod est 1, & per 47. *El. primi*, habebitur quadratum hypotenusæ AC æquale 65 cujus Radix Quadrata est 8, 062 æqualis AC; unde dempta BC=8 erit AB altitudo montis æqualis 0, 062, & est CB, vel CE ad AB ut 8000, ad 62, adeoque cum semidiameter Lunæ sit milliarium circiter 1182, si fiat ut 8000, ad 62, ita 1182, ad quartûm, qui erit 9. Altitudo igitur hujus montis novem milliaria adæquat, estque altissimis nostris montibus triplo celsior. TAB. 20. *fig.* 3.

Qui Lunæ vultum Telescopio contemplari velit, cernet illam mirabili varietate distinctam; Quædam enim partes splendidissime lucent, quas quidam philosophi Rupes Adamantum esse prædicant, alii Unionibus vel Margaritis eas assimilant, quæ partes videntur montes partesque solidas Lunæ repræsentare; at aliæ interim partes, eæque non paucæ, nec parvæ, tanquam maculæ obscuriores, & nigri coloris apparent, quæ Maria, Paludes, & lacus, esse suspicati sunt philosophi. Verum partes has obscuriores, quas maria appellant, revera non esse liquidas exinde constat, quod si melioris notæ Telescopio inspiciantur, innumeris cavernis, seu cavitatibus vacuis (umbris intus cadentibus) constare deprehenduntur, quod maris superficiei convenire nequit: quocirca maria esse non possunt; sed materiâ constant minus candicante

Facies Lunæ mira varietate distincta.

In Luna non sunt maria.

te quam eſt ea, quæ in partibus aſperioribus conſpicitur; intra has tamen partes quædam vividiore lumine fulgent, cæteriſque antecellunt. Sed neque nubes ullæ, unde pluviæ generantur; ſi enim eſſent, viderentur nunc has, nunc illas Lunæ regiones obtegere, atque viſui noſtro occultari, quod nunquam contingit, ſed in Lunâ perpetua apparet ſerenitas.

Nullæ nubes.

Præterea nec videtur Luna, Atmoſphærâ donari; nam Planetæ & ſtellæ prope ejus marginem ſiti, nullam patiuntur refractionem.

Nulla Atmoſphæra.

Aſtronomi ſelenographi. TAB. 18. 19.

Lunæ faciem (qualem eam exhibent melioris notæ Teleſcopia) accurate depinxerunt Aſtronomi Selenographi Florentius Langrenus, Joannes Hevelius, Maria Grimaldus, & Ricciolus; & ſplendentes quoque partes annotaverunt, & quo melius diſtinguantur, iis nomina impoſuerunt. Langrenus & Ricciolus regiones Lunares inter Philoſophos alioſque inſignes viros diſtribuerunt, quælibetque pars nomen celebris cujuſdam Philoſophi, vel Mathematici, accepit. At Hevelius veritus, ne de diviſione agrorum lites inter philoſophos orirentur; Ditiones Lunares ab omnibus eripuit, & Geographica noſtræ Telluris nomina in Lunam tranſtulit, nullo habito ad figuram aut ſitum reſpectu.

LECTIO XI.

De Solis & Lunæ Deliquiis, ſeu de Eclipſibus.

Nihil eſt in Aſtronomiâ, quod miram humani intellectus ſolertiam, acremque ejus perſpicaciam magis oſtendit, quam defectuum Solis & Lunæ clara explicatio; & accurata prædictio, qualis apud Aſtronomos habetur. Subtilis quidem eſt hæc noſtræ ſcientiæ pars, ſed tamen certa & indubitata, quâ nihil ſublimius, aut contemplatione dignius.

Eclipſis Quid eſt.

Eſt autem *Eclipſis* vox Græca, ab ἐκλείπω deficio, quæ deliquium, aut defectionem ſignificat, unde ægri & moribundi cum deliquium animi, & languor lethalis eos corripit, in Eclipſin incidiſſe dicuntur. Sic etiam Luna, cum orbe pleno fulget, ſi in umbram Terræ incidat, vivificâ Solis luce ſpoliata, expalleſcit; & Sol viciſſim interjecta Lunâ,


TAB. XVIII.
Pag. 296.
R. Blokhuysen Fec.

TAB. XIX.

R. Blokhuysen. Fec.

nâ, non ſibi, ſed nobis deficiens, obſcurari videtur; tunc dicuntur Sol & Luna Eclipſin ſeu deliquium pati. Ut autem à primis principiis exordiamur.

Sciendum eſt, corpus omne lucenti Soli expoſitum, *Umbram* projicere in plagam Soli oppoſitam; eſtque hæc *Umbra* nihil aliud quam privatio Lucis in ſpatio quodam, ob Solis radios ab opaco corpore interceptos. Adeoque Terra, opaca cum ſit, umbram projiciet in plagam Soli oppoſitam, in quam ſi incurrat Luna, eam obtenebreſcere neceſſe eſt. Et quia figura Telluris eſt ſphærica, Umbræ figura cylindrica foret, ſi Terra Solem magnitudine æquaret: aut ſi Solem ſuperaret, figura umbræ eſſet coni vertice truncati & craſſitie creſcens; & in utroque caſu umbra in infinitum porrigeretur; alioſque Planetas, Martem ſcil. Jovem, & Saturnum, tenebris ſuis involveret. Quod cum nunquam facit, neceſſario erit Terra Sole minor; in quo caſu, figura umbræ eſt conica in apicem deſinens.

Umbra Corporis.

Figura Umbræ. TAB. 20. *fig.* 4. 5.

Sol Terrâ major eſt. TAB. 20. *fig.* 6.

At Luna, cum ejus diameter in diametro Umbræ Terreſtris ter contineatur, eſtque diameter Umbræ minor diametro Terræ, erit Terrâ multo minor.

Sit itaque S Sol, T Terra, Conus ABC umbra Telluris; patet nullam duci poſſe rectam lineam à Sole ad punctum quodvis intra ſpatium ABC, quæ non in Terram incidat, adeoque cum opaca ſit Terra, tranſitum Solis radiis negabit, & illuſtrationem ſpatii ABC impediet. Et ſi Luna Soli oppoſita per hoc ſpatium tranſeat, illam tenebris involvi neceſſe erit, fietque Eclipſis Lunæ tempore Plenilunii.

TAB. 21. *fig.* 1.

Quando fit Eclipſis Lunæ.

Quin etiam Luna ſuam quoque umbram Conicam in plagam Soli oppoſitam projiciet; ſi hæc umbra in Terram incidat, quod fieri non poteſt, niſi cum Luna in conjunctione cum Sole è Terra videtur, Incolæ iſtius partis in quam incidit umbra, in tenebris includentur, iiſque Sol videbitur deficere, quamdiu intra umbram morantur. At cum Luna multo minor ſit quam Terra, ejus umbra non poteſt niſi partem aliquam ſuperficiei Terreſtris nempe BC tegere, & totalibus tenebris involvere; reliquis interim circumjacen-

Quando fit Eclipſis Solis. TAB. 21. *fig.* 2.

Aliquibus Terræ Locis eſt Eclipſis Solis totalis, aliquibus partialis, aliquibus nulla.

jacentes partes quidam Solis radii illuſtrabunt, & incolæ partem tantum Solaris diſci obſcuratam videbunt, majorem aut minorem, prout umbræ propiores, aut ab eâ remotiores fuerint. Et ſpeciatim qui circa P degunt, dimidium Solis eclipſari videbunt. Qui vero regiones ultra M ad N uſque colunt, ii nullam Solaris diſci partem obſcuratam percipient.

Hinc patet, nullam unquam fieri poſſe Eclipſin Lunæ niſi in Plenilunio, cum Luna ſcil. ad oppoſitionem Solis pervenerit; nec unquam contingere Eclipſin Solis, niſi in Novilunio, cum Luna in conjunctione cum Sole videtur; Cum itaque in ſingulis menſibus ſemel ſit novilunium, ſemelque Plenilunium, quæratis fortaſſe Academici, cur non ſingulis menſibus Sol & Luna Eclipſes patiantur? Et quidem ſi Luna in Eclipticæ plano ſemper incederet, cum Axis Umbræ Terreſtris in eodem quoque ſit plano, Luna Umbram Terræ ſemper in Plenilunio pervaderet, fieretque Lunæ Eclipſis totalis, & centralis. Quin etiam in ſingulis Noviluniis, ubi non nimium à Terrâ diſtat Luna, illa umbram in Terram projiceret, & Solem in aliquibus Terræ locis obſcuraret. At oſtenſum eſt, planum orbitæ Lunaris non coincidere cum plano Eclipticæ, ſed illud ſecare in rectâ quæ per Terræ centrum tranſit; adeoque Luna nunquam erit in plano Eclipticæ, niſi cum in hâc rectâ, hoc eſt in Nodis verſatur, adeoque ſi contingat, ut Luna in plenilunio ſit etiam in nodorum alterutro, Axis umbræ per Lunæ centrum tranſibit, fietque Eclipſis totalis & centralis. Exponat circulus MN umbræ Terreſtris ſectionem tranſverſam, per orbitam Lunæ tranſeuntem, Linea CD portionem orbitæ Lunaris, quam percurrit Luna tempore Plenilunii, quæ cum ſit exigua, per rectam repræſentari poteſt. Recta BGA ſit in plano Eclipticæ. Sitque F Luna cum primo umbram ingreditur. E Luna ultimo egrediens. G Luna in ipſo umbræ axe, patet hujuſmodi Eclipſim totalem & centralem eſſe. Et quandocunque Lunæ & umbræ centra in nodo coincidunt, fient Eclipſes totales & centrales. Hinc Duratio maxima Eclipſis Lunaris tanta eſſe poteſt, quanta æqualis ſit tempori, quo Lunæ motus ſupra motum umbræ Terreſtris inter-

Quare Sol & Luna Eclipſes ſingulis menſibus non patiuntur.

Eclipſes Lunæ totales & centrales. TAB. 21. *fig.* 3.

TAB. XX.

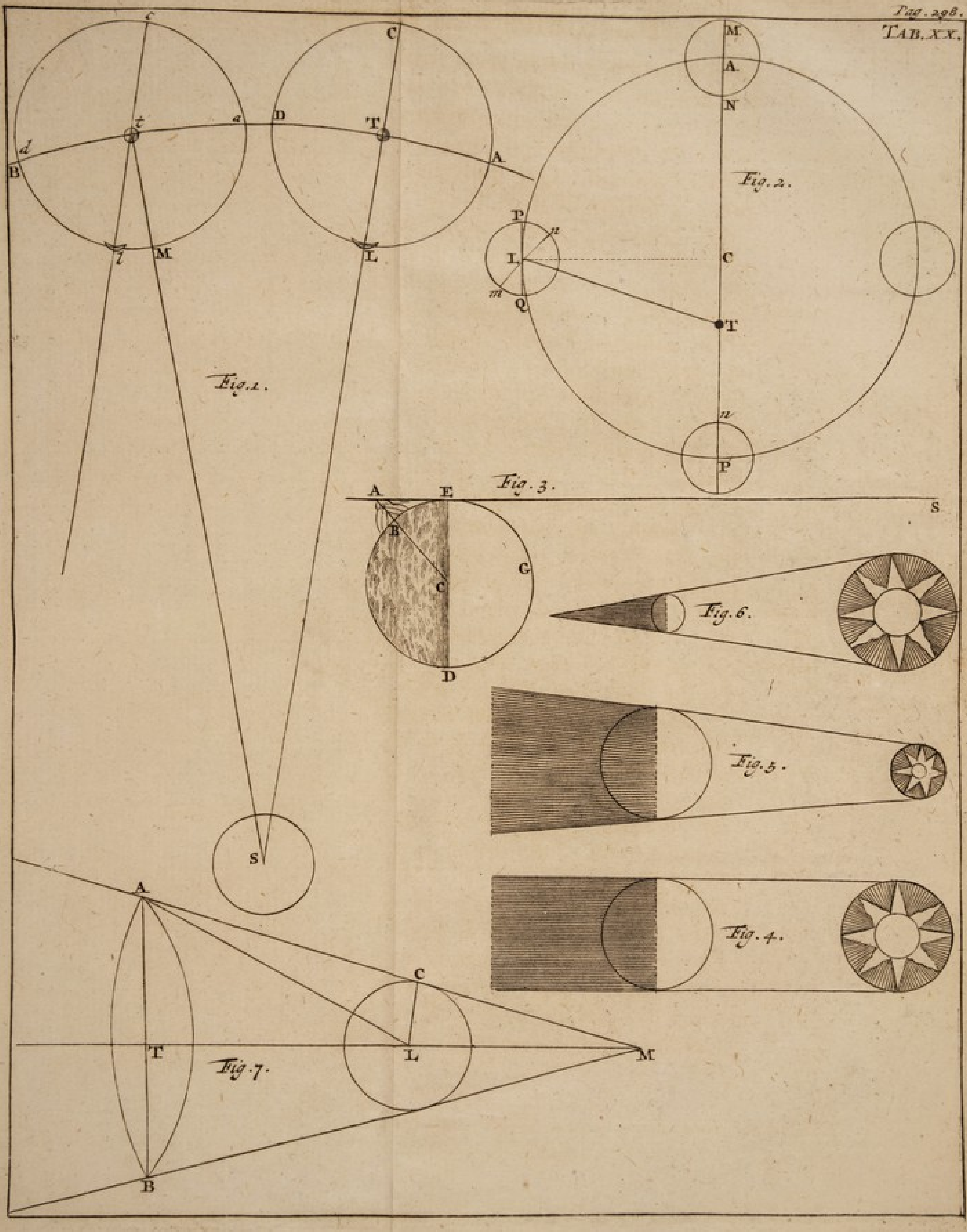


Fig. 1.
c
t
a
D
T
C
d
B
A
l
M
L
S
Fig. 2.
M.
A.
N
P
n
L
C
m
Q
T
n
P
Fig. 3.
A
E
S
B
C
G
D
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 4.
A
C
T
L
M
B
Fig. 7.

interea factum ſit per arcum F E, quæ quatuor diametris Lunaribus eſt æqualis, hoc eſt duobus circiter gradibus, quem arcum Luna quatuor horis plerumque abſolvit.

Fieri etiam poſſunt Eclipſes totales, quæ non ſunt centrales, ubi nodus non in Axe, ſed ne quidem intra umbram ponitur, uti figura oſtendit. *TAB. 21. fig. 4.* Poteſt etiam nodus tantum ab umbrâ diſtare, ut non niſi pars Lunæ illam ſubeat, fientque Eclipſes partiales, uti figura monſtrat, quæ erunt majores, aut minores, prout diſtantia Nodi ab umbra minor majorve fuerit. *Eclipſes partiales. TAB. 21. fig. 5. 6.* Quod ſi contingat, Nodum tempore Plenilunii, magis tredecim gradibus ab Axe Umbræ diſtare, tanta tunc erit Lunæ à plano Eclipticæ diſtantia, ut ab umbrâ intemerata maneat.

Ut umbra Terræ in Lunam projecta efficit Eclipſin Lunæ; ſic viciſſim umbra Lunæ, ſi in terram incidat, efficiet Eclipſim Terræ. *Eclipſis Terræ.* At cum Luna multo minor ſit Terrâ, non poteſt ejus umbra totum Terræ diſcum Tenebris involvere, ſed exigua tantum ejus pars obſcurabitur; & Eclipſes hæ erunt omnes partiales; eæque ſolum partes tenebreſcent, in quas incidit umbra Lunæ, & earum Incolæ Solem obſcurari videbunt. Ideoque Eclipſes Solis eas appellant, ſed improprie, cum Sol lucem omnem illibatam retineat; & tantum eæ Terræ partes, quæ ſub umbra verſantur, lumine orbantur.

Sed ut Eclipſium Phænomena melius vobis Academici innoteſcant; Coni umbroſi, tam Terreſtris, quam Lunaris, dimenſiones exhibere convenit. Quod ut facilius fiat, libet ſequens præſternere poſtulatum.

Si à centro Solis ducantur lineæ rectæ, ad quævis Telluris puncta, eæ omnes erunt quam proxime parallelæ, nam parallelæ ſunt quæ non concurrent niſi ad infinitam diſtantiam; adeoque quæ non concurrant niſi ad diſtantiam reſpectu diſtantiæ linearum immenſam, ſunt Phyſice parallelæ, *Lineæ à centro Solis ad Terram ductæ ſunt quam proxime parallelæ.* at tanta eſt diſtantia Terræ à Sole ut ejus Diameter ſi ad diſtantiam illam comparetur, puncti inſtar habeatur; quod omnes agnoſcunt Mathematici, nam Telluris ſemidiameter è Sole viſa ſub angulo prorſus imperceptibili, ſeu qui oculis diſtingui nequit, apparet; & tanquam punctum indivi-

 ſibile

ſibile videtur; adeoque præ Solis diſtantiâ evaneſcet, & proinde lineæ omnes è centro ad Terram ductæ, erunt Phyſice parallelæ. Præterea, ſi recta linea in alias duas incidens, faciat duos internos angulos æquales duobus rectis, erunt lineæ in quas incidit, inter ſe parallelæ, per *prop.* 29. TAB. 21. *fig.* 7. *El. primi.* Sit jam A B ſemidiameter Terræ, C Solis centrum, ductis AC, BC, per 32. *El. primi* erunt anguli A, B, & C æquales duobus rectis, ſed angulus C evaneſcit, & eſt nihilo fere æqualis, cum Tellus è Sole viſa, ut punctum appareat, ergo anguli A & B ſunt duobus rectis æquales, & proinde rectæ A C, B C, ſunt quam proximè parallelæ. Sic etiam duo fila, ponderibus appenſis pendula, pro parallelis habentur, attamen filorum directiones ſi producantur, concurrent ad centrum Terræ, ad quod Gravia omnia tendunt.

Quæ de Terrâ hic oſtenſa ſunt, de Lunâ quoque magis vera erunt; nam ejus ſemidiameter ad diſtantiam Solis minorem habet rationem, quam Terræ ſemidiameter ad eandem. At non tantum lineæ à centro Solis ad quævis in Terrâ Lunave puncta ductæ, pro parallelis habendæ ſunt, ſed etiam duæ lineæ à centro Solis ad Terræ Lunæque centra ductæ à paralleliſſimo ſenſibiliter non aberrabunt. Nam angulus quem continent præſertim in *Syzigiis* tamen parvus eſt, ut tuto negligi poteſt, ejuſque neglectus calculum, & Eclipſium Phaſes, minime turbabit.

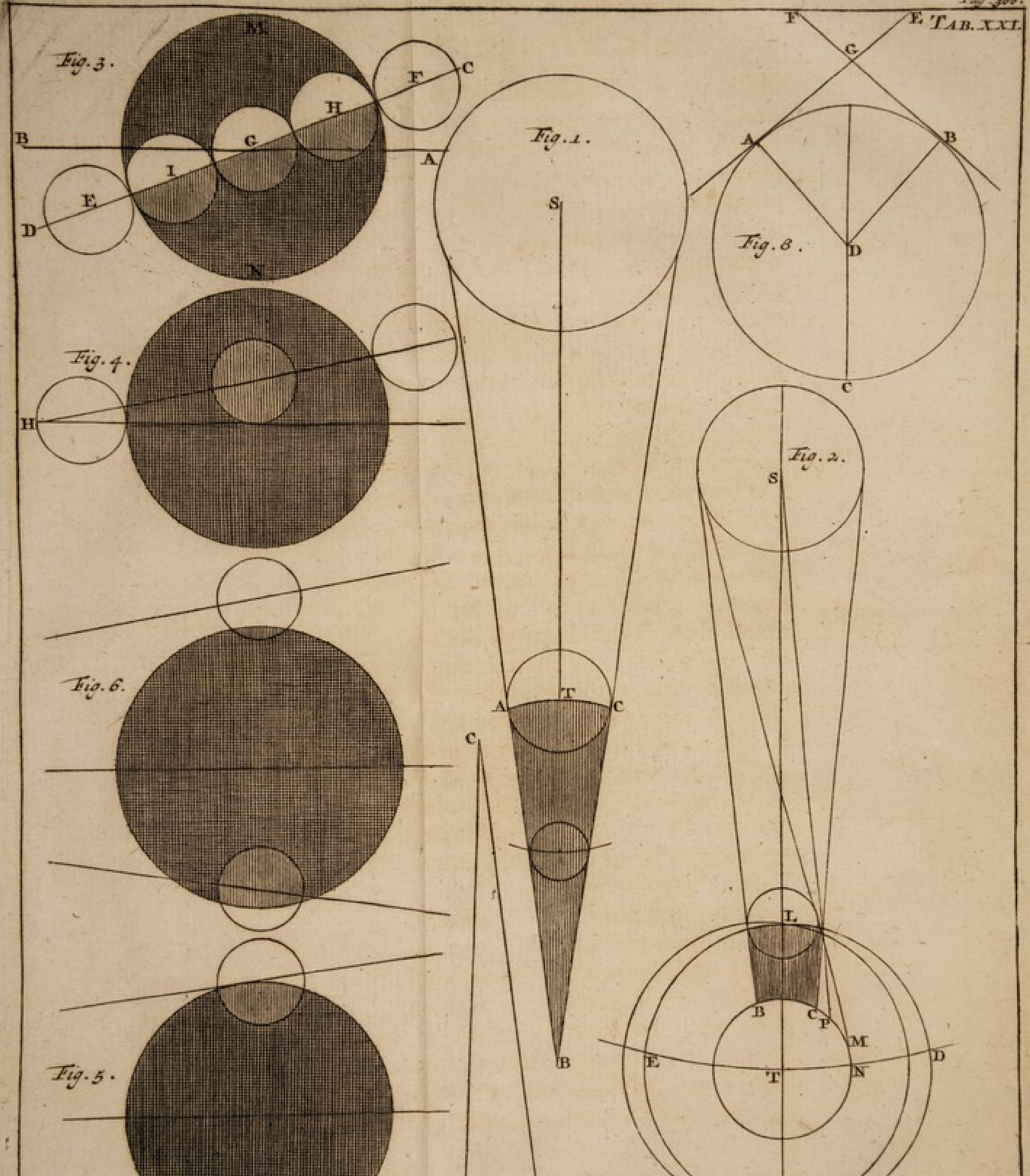
Hoc etiam Lemma demonſtratu facile præmittimus.

TAB. 21. *fig.* 8. *Si circulum* A B C *tangant rectæ* A E, B F, *& a punctis contactuum ad centrum ducantur rectæ* AD, BD, *Angulus ad centrum ductis lineis contentus, æqualis erit ei quem continent rectæ tangentes.*

Nam in quadrilatero G A D B, omnes anguli efficiunt quatuor rectos, ſed anguli A, & B, ſunt recti per 18. Elem. tertii, quare anguli A G B & D ſunt æquales duobus rectis. ſed per 13 *El. primi* A G B & A G F ſunt æquales duobus rectis, quare angulus D erit æqualis angulo A G F.

Dimenſio anguli coni Umbroſi. TAB. 22. *fig.* 1. Circulus ABK repræſentet Telluris globum, A M rectam quæ Terræ & Solis centra conjungit, ad quam ſit perpendicularis ſemidiameter Terræ C B. ſi à B ad centrum Solis du-

TAB. XXI.



ducatur recta BF, erit illa ad CM parallela, uti ostensum fuit, saltem recta illa à parallelâ minime positione differet. Fiat angulus BCD æqualis semidiametro apparenti Solis, hoc est æqualis angulo sub quo semidiameter Solis è Terrâ videtur, & per D ducatur tangens DG, eritque per Lemma superius traditum, angulus GEF, æqualis angulo BCD, seu semidiametro apparente Solis, adeoque cum BF ad centrum Solis tendit, recta GED Solis limbum tanget, & Terram quoque in D stringet, & producta cum HC concurret in H, eritque angulus DHC semiangulus Coni umbrosi. Sed quia FE est ad MH parallela, DHC angulus æqualis erit GEF angulo, *per* 29. *El. primi.* hoc est semidiametro apparenti Solis. Adeoque totus angulus coni æqualis est diametro apparenti Solis.

Similiter in Luna hoc idem demonstrari potest, & eâdem manente Solis diametro, in omnibus sphæris, quæ Tellure non sunt majores, æquales erunt anguli Conorum quæ umbras includunt, & Coni umbrosi erunt semper figuræ similes. Quod hâc etiam ratione demonstrari potest.

In omnibus sphæris anguli conorum, qui umbras includunt, sunt æquales.

Sit AGF Sol, DEH Terra, vel aliud quodvis corpus Sphæricum Terrâ non majus, SC linea jungens centra Solis & Terræ; AD recta quæ utramque sphæram tangit cum SC productâ concurrens in M. Erit angulus AMS semiangulus Coni umbrosi. Et in triangulo SDM, angulus externus ADS, æqualis est duobus internis & oppositis DMS, & DSM; sed angulus DSM sub quo scil. è Sole videtur semidiameter Terræ, fere nullus est. Nam Terra, uti sæpius dictum est, è Sole visa ut punctum apparet. Quare erit angulus DMS semiangulus Coni æqualis angulo ADS semidiametro apparenti Solis. Q. E. D.

TAB. 22. fig. 2.

LECTIO XII.

De Penumbra ejusque Cono, de Coni umbrosi altitudine, & Umbrarum diametris apparentibus.

Præter umbram omni luce privatam, est & spatium quoddam Penumbrosum, quod ab aliquibus Solis radiis il-

Penumbra quid?

lustratur, reliquis per opacam Sphæram interceptis; cujus partes diversos obtinent illuminationis gradus, scil. minores aut majores, prout umbræ propiores sunt, aut ab eâ remotiores: hoc spatium *Penumbra* dicitur; eamque sic determinamus.

TAB. 11. fig. 3. Exponat circulus AEFG Solem, HED sphæram quamlibet opacam, v. gr. Lunam, SC sit linea centra conjungens; ducatur recta FDO inferiorem Solis limbum, superioremque Lunæ contingens. Item AHP superiorem Solis, & inferiorem Lunæ limbum lambens, quæ rectam SC secent in I. Si manente puncto I immobili, recta IDO, vel IHP, indefinite protensæ, & Lunæ Globum semper contingentes, motu conico circa Axem IM vertantur, generabitur superficies conica Indefinita PHDO umbram perfectam includens, & etiam spatium circumambiens ODM, PHM, à quo radii ab aliquibus Solaris disci partibus prodeuntes arcentur per interpositam sphæram opacam; hoc spatium *Penumbra* dicitur, quæ obscurior est in X & Y versus coni umbrosi oras quam in V & N quæ loca à superficie Penumbræ conica minus distant. Nam loca X & Y à minore Solaris disci parte illustrantur, quam reliqua ab axe Coni magis remota. Si itaque Tellus intra hoc spatium versetur, quædam superficiei Terrestris pars ad S potest totalibus tenebris includi. Et spectatores in eâ degentes totalem Solis Eclipsim videbunt. At qui extra Umbram degunt, in cono tamen Penumbroso locati, ut ad Q aliquam saltem Solaris disci portionem videbunt, reliquâ per Lunam tectâ. Nam ducatur QD Lunam tangens & ad Solem producta, manente puncto Q, si motu conico circumagatur QD indefinite protensa; superficies quam describit Conicam abscindet Solaris disci portionem à Luna tectam.

Coni penumbrosi dimensio. TAB. 12. fig. 4. Coni penumbrosi dimensio hac ratione habetur. Circulus HDL sphæram opacam v. gr. Lunam repræsentet; cujus & Solis centrum conjungat linea SC, ad quam perpendicularis sit semidiameter Lunæ CB, & eidem parallela BF, Lunam tangens. Fiat angulus BCD æqualis apparenti Solis semidiametro, per D ducatur tangens DG, eritque per Lemma, ma, angulus FEG æqualis angulo BCD, ſeu ſemidiametro Solis; adeoque cum EF ad centrum Solis tendat, EG Solem ad ſuperiorem marginem continget. Sed & Lunam quoque tangit; adeoque puncto ejus I manente immobili, ſi motu conico feratur, conum penumbroſum efficiet. Ob parallelas autem EF, CS, erunt anguli FEI, EIC alterni æquales. Sed angulus EIC eſt ſemiangulus Coni Penumbroſi. Et eſt FEI ſemidiameter apparens Solis; erit itaque ſemiangulus Coni ſemper æqualis ſemidiametro apparenti Solis. Conus itaque umbroſus & Penumbroſi pars ea quæ Solem & ſphæram opacam interjacet, ſunt figuræ ſimiles & æquales, habent enim angulos & baſes æquales.

Coni umbroſi terreſtris altitudo ſic invenitur. Sit CT ſemidiameter Terræ, TM altitudo Coni. Poſito TM radio erit CT ſinus anguli TMC ſemianguli coni, qui æqualis eſt ſemidiametro apparenti Solis, in mediocri ejus diſtantia, circiter 16′; Fiat igitur ut ſinus 16′, ad radium, ita ſemidiameter Terræ, ad quartum; & invenietur TM æqualis 2148. ſemidiametris Terrenis. At quando Terra maxime à Sole diſtat, ſemidiameter Solis ſeu ſemiangulus Coni eſt 15′: 50″ & tunc altitudo umbræ evadit æqualis 217 ſemidiametris Terræ. Cum Terræ diameter ſit ad diametrum Lunæ ut 100 ad 28. erit Altitudo Coni terreſtris ad altitudinem coni umbroſi Lunæ in eadem ratione; ſunt enim Figuræ ſimiles, adeoque erit æqualis 59. 36 ſemidiametris Terræ. Hinc ſi diſtantia Lunæ à Terra ejus mediocrem diſtantiam (quæ 60 circiter ſemidiametris Terræ æqualis eſt) ſuperet, umbroſus Lunæ Conus ad Terram non pertinget; in quo caſu, Eclipſis poteſt eſſe centralis, at non Totalis; ſed circa Lunam luminoſus Solis circulus quaſi annulus, aureus eam cingens, apparebit. Sequitur etiam quod ſi tempore Eclipſeos, Anomalia Lunæ minor ſit tribus ſignis, aut major novem, fieri non poteſt Eclipſis Solis totalis; in his enim omnibus Anomaliæ gradibus, Lunæ diſtantia eſt major mediâ.

Altitudo Coni umbroſi Terræ. TAB. 22. *fig.* 5.

Altitudo Coni umbræ Lunæ.

Ut inveniatur quanta Terrenæ ſuperficiei pars Lunari umbra involvi poteſt. Ponamus diſtantiam Solis eſſe maximam, in quo caſu Altitudo Coni umbroſi eſt maxima, ſcil. circi-

Quanta ſuperficiei Terreſtris pars Umbrâ includi poteſt.

ter

ter 60 ſemidiametris Terræ. Ponamus etiam diſtantiam Lunæ à Terra eſſe minimam, ut craſſior pars umbræ in Terram incidat, eſtque hæc diſtantia minima æqualis circiter 56. ſemidiametris Terræ.

TAB. 23. *fig.* 1. Sit L Luna, ABD, Terra, cujus centrum T, LM altitudo coni umbroſi, æqualis 60 ſemidiametris Terræ; LT diſtantia Lunæ à Terra æqualis 56 ſemidiametris. Erit itaque TM æqualis quatuor ſemidiametris Terræ, unde TB, ad TM, ut 1, ad 4, ſed ut TB, ad TM, ita ſinus anguli TMB, ad ſinum anguli TBM, eſt vero angulus TMB 15′: 50″ adeoque innoteſcet angulus TBM 63. min. primis cum 13 ſecundis cui ſi addatur angulus TMB 15′: 50″; habebitur angulus ATB, qui his duobus eſt æqualis nempe 79 min. prim. quibus æqualis eſt arcus AB, cujus duplum BAC eſt 158 min. ſeu 2 grad. 38 minut. ſeu milliaribus Anglicanis 180 circiter. Supponimus hic Axem umbræ tranſire per centrum Terræ; At ſi Axis hic ſit ad Terræ ſuperficiem obliquus, Conus oblique ſecabit ſuperficiem Terræ & figura umbræ evadet Ovalis.

Quantam ſuperficiei partem penumbra continet. TAB. 23. *fig.* 2. Si quæratur quanta ſuperficiei Terreſtris pars poteſt in Penumbra Lunari contineri; illam hac ratione exquirere licet. Ponamus apparentem Solis diametrum eſſe maximam, cum ſcil. Terra eſt in Perihelio, eſtque illa 16′: 23″ Sit jam ABD Terra, L Luna, AMB ſemiangulus coni Penumbroſi 16′ 23″. unde invenietur altitudo LM æqualis 58′ ſemidiametris terreſtribus. Sit Luna in Apogeo, adeoque in diſtantiâ à Terra maximâ, quæ eſt 64 ſemidiametris Terræ; hinc eſt TM æqualis TL + LM æqualis 122 ſemidiametris Terræ, adeoque TB, ad TM, 1 ad 122; ſed per Theorema Trigonometricum eſt TB, ad TM, ut ſinus anguli TMB ſcil. ſinus 16′: 23″ ad ſinum anguli MBN, qui itaque erit 35°: 42′. à quo ſi ſubſtrahatur angulus TMB, 16′ 23″, reſtabit angulus MTB, ſeu arcus AB 35° 25: cujus duplus eſt arcus CAB æqualis 70. grad. min. 50, qui conſtat circiter 4900 milliaribus Anglicanis.

Apparens diameter Umbræ terreſtris. Si conus Terræ umbroſus, ad Lunæ cælum plano transverſe ſecetur, Sectio fit circulus, quæ umbra dicitur, cujus

TAB. XXII.

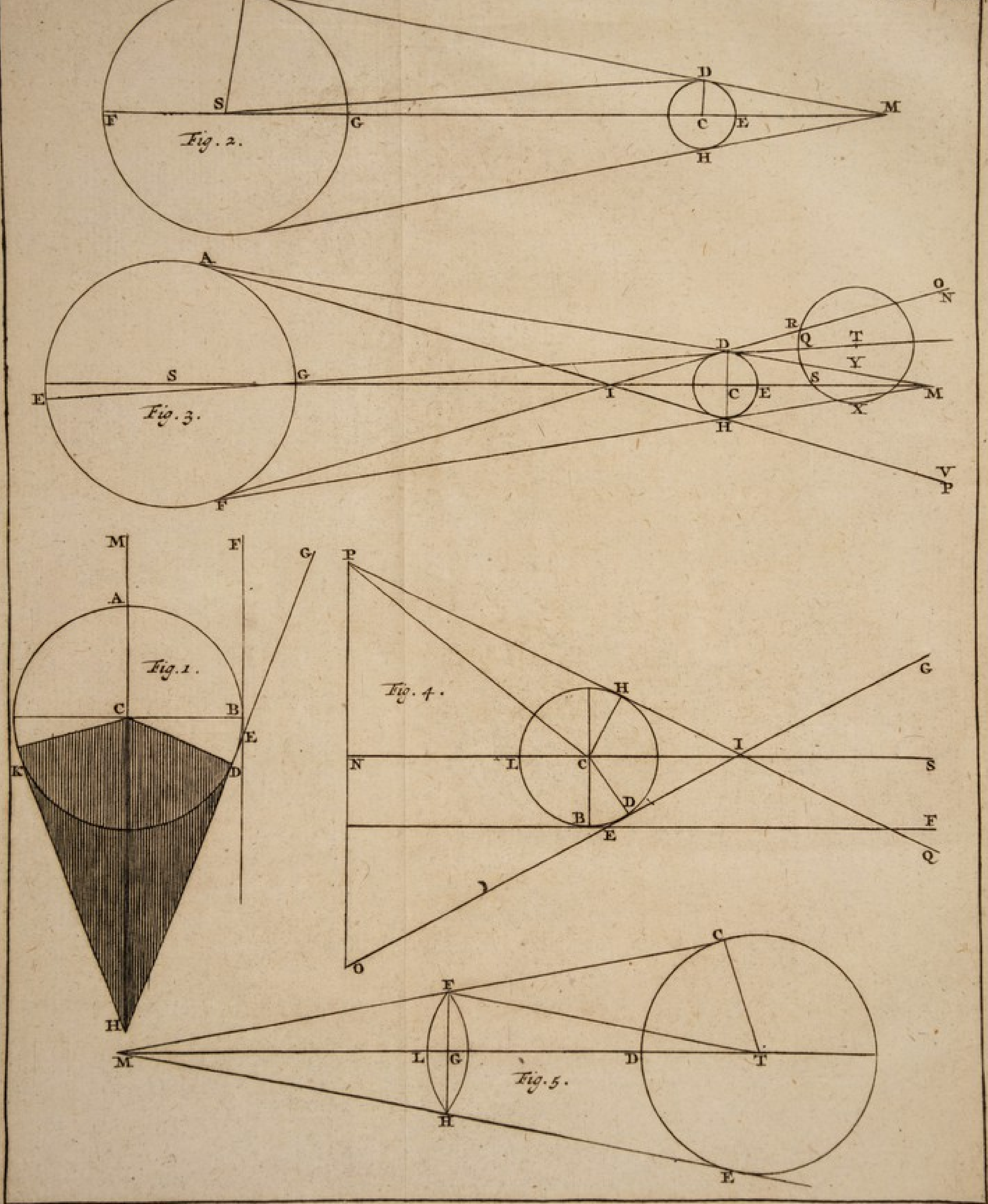


Fig. 2.
A
S
F
G
D
C
E
H
M
Fig. 3.
A
S
G
E
F
I
D
C
E
H
R
Q
T
Y
S
X
M
O
N
V
P
Fig. 1.
M
F
G
A
C
B
E
K
D
H
Fig. 4.
P
H
G
N
L
C
I
S
D
B
E
F
Q
O
Fig. 5.
C
F
M
L
G
D
T
H
E

jus apparens diameter è centro Telluris visa sic determinatur: sit T centrum Terræ, CMT semiangulus Coni umbrosi; FLH sectio umbræ ad Lunæ cælum, ejusque diameter FH. Ex noto semiangulo coni innotescet ejus altitudo TM; datur etiam TL distantia Lunæ à Terra; unde innotescet quoque ML, sed datur angulus FML, æqualis scil. semidiametro Solis apparenti; anguli autem sub quibus idem objectum videtur, sunt reciproce ut distantiae unde videtur objectum; quare si fiat ut TG ad MG, ita angulus FMG notus ad angulum FTG, qui propterea innotescet. TAB. 22. fig. 5.

Quin etiam hâc ratione obtineri potest angulus FTG; scil. datâ FT distantiâ Lunæ à Terrâ & CT semidiametro Terræ, dabitur angulus CFT semidiameter apparens Terræ è Luna visa quæ *Parallaxis Lunæ horizontalis* dicitur, utpote quæ eidem est æqualis; quare in triangulo TFM; est angulus externus CFT, æqualis duobus internis & oppositis; adeoque si ab angulo CFT noto, auferatur angulus FMT notus, restabit angulus FTM vel FTG apparens umbræ semidiameter. Apparentes autem Terræ semidiametri seu Lunæ Parallaxes horizontales, pro variis ejus à Terrâ distantiis, habentur in Tabulis Astronomicis. *Alia methodus idem exquirendi.* *Parallaxis Lunæ horizontalis.*

Sit vel ♌ L portio orbitæ Lunaris, quam Luna prope plenilunium percurrit, quæ cum parva sit pro recta haberi potest, per quam transeat planum ad Eclipticæ planum normale illudque secat in recta ♌ M, in quam ex L cadat perpendicularis LG, circulus FMO repraesentet umbram Terræ, cujus centrum G, erit GL latitudo seu distantia Lunæ ab Eclipticâ, momento plenilunii, quæ parum differt à Lunæ distantia minima. Patet si GL Latitudo Lunæ major sit quam summa semidiametrorum umbræ & Lunæ, tunc Lunam in umbram non incurrere. Neque fiet Eclipsis. At si Latitudo Lunæ sit huic summæ æqualis, Lunæ limbus tanget umbram, sed non ingredietur. Si Latitudo Lunæ sit minor summâ semidiametrorum umbræ & Lunæ, at major earum differentiâ, fiet Eclipsis partialis. At si Latitudo sit minor eâdem differentiâ semidiametrorum umbræ & Lunæ Eclipsis erit totalis. Hinc innotescent termini Ecliptici, quibus si distantia Lunæ à nodo sit minor, tempore Plenilunii fieri po- *Quando fient Eclipses Lunæ.* TAB. 23. fig. 3. 4. 5. fig. 3. fig. 4. fig. 5. *Termini Ecliptici.*

Qq teft

TAB. 23. fig. 6. test Ecclipsis: si major, non potest. Referat ☊s portionem Eclipticæ, ☊L portionem orbitæ Lunæ, SL latitudinem Lunæ tempore plenilunii; quæ latitudo sit talis, ut Lunæ limbus tangat circulum umbrosum, sitque Nodus ad ☊, angulus L☊s est inclinatio orbis Lunaris ad Eclipticam 5 circiter graduum, & LS Latitudo Lunæ, ubi ejus limbus contingit umbram 66'. min. Itaque datis LS & angulo L☊s invenitur ☊s seu distantia puncti Eclipticæ Soli oppositi, â nodo scil. 754 min. seu 12 gr. 34' unde si longius distet punctum Eclipticæ Soli oppositum, vel Luna à ☊. nulla erit Eclipsis.

TAB. 23. fig. 7. Sit L Lunæ centrum, ejus Conus umbrosus DME, hic conus ad distantiam Terræ plano transverse secetur, sectio fiet circulus, cujus semidiameter dicitur semidiameter umbræ Lunæ; angulus autem, sub quo semidiameter umbræ ex Lunâ visa apparet, æqualis est differentiæ semidiametrorum apparentium Solis & Lunæ è Terra visarum. Est enim angulus LPD semidiameter apparens Lunæ, æqualis duobus internis angulis PLM, & PML; unde angulus PLM vel PLT semidiameter apparens umbræ æqualis est angulo LPD dempto angulo LMP, hoc est semidiametro Lunæ apparenti dempta semidiametro apparenti Solis.

Apparens umbræ Lunaris diameter è Luna visâ.

Apparens Penumbræ diameter. TAB. 20. fig. 7. Sit L Luna, AMB conus penumbrosus ad terram usque protensus, ejusque Axis MT; si conus per T transverse plano secetur, fiet circulus, cujus semidiameter AT, dicitur Penumbræ semidiameter; & angulus sub quo illa ex Lunâ apparet est TLA, qui cum trianguli LMA externus sit angulus, erit æqualis internis & oppositis LAM & LMA; sed angulus LMA est semiangulus coni, & æqualis semidiametro apparenti Solis & MAL seu CAL æqualis est semidiametro apparenti Lunæ, ex Terra conspectæ, unde semidiameter apparens Penumbræ ex Lunâ visa, æqualis erit summæ semidiametrorum apparentium Solis & Lunæ.

Via Lunæ à Sole. Si nullus esset motus Solis apparens, ex motu reali Terræ ortus, *via Lunæ à Sole* eadem esset ac via in propria orbita. At quia dum Luna in orbita progreditur, Sol etiam in Ecliptica incedere videtur, via Lunæ à Sole diversa erit

ab

ab orbitâ Lunæ, ejuſque inclinatio ad Eclipticam major erit inclinatione orbitæ Lunaris ad eandem. Sit ☊ A Lunaris orbitæ portio, & Sol & Luna conjungantur in ☊ deinde dum Luna in orbita deſcribit ſpatium ☊ L, Sol in Ecliptica per ſpatium ☊ S motu apparenti feratur, erit SL via Lunæ à Sole. At ſi duo corpora ſecundum eandem plagam ferantur, motus ipſorum relativus, quo unum ab altero recedit, idem erit ac ſi corpus tardius motum quieſceret, & alterum cum velocitatum differentia latum eſſet, ut in Lectionibus Phyſicis demonſtratur. Per Lunæ locum L ducatur BL Eclipticæ parallela, cui ſit perpendicularis ☊ B. Et dum Luna in orbitâ lineam ☊ L deſcribit motus ejus ſecundum Eclipticam erit per ſpatium æquale BL, ſit L*l* æqualis S☊, & ducta ☊*l*, erit ea ad SL parallela, motuſque Lunæ à Sole, idem erit ac ſi Sol in ☊ quieſceret, & Luna ſecundum Eclipticam lata eſſet, velocitate B*l*, velocitatum ſcil. differentiâ. Cum autem anguli BL☊, & B*l*☊ parvi ſint, erit angulus BL☊ ad angulum B*l*☊, ut B*l* ad BL; hoc eſt ut differentia motuum Solis & Lunæ ſecundum Eclipticam ad motum Lunæ in Eclipticâ, ita erit angulus quem facit orbita Lunæ cum Ecliptica, ad angulum B*l*☊; qui æqualis eſt angulo *l*☊E, ſeu LSE angulo inclinationis viæ Lunæ à Sole cum Eclipticâ. TAB. 23. *fig.* 8.

Hinc quoque innoteſcet angulus, quem circulus Latitudinis per quodvis Eclipticæ punctum ductus facit cum via Lunæ à Sole. Nam in Triangulo Sphærico rectangulo, quem Ecliptica, via Lunæ, & circulus Latitudinis faciunt, datur unus angulus, Inclinatio viæ Lunæ ad Eclipticam, & baſis, diſtantia ſcil. circuli Latitudinis à Nodo, unde & alter angulus acutus dabitur.

LECTIO XIII.

De Projectione Umbræ Lunaris in Telluris Diſcum.

SI linea recta in planum ſibi parallelum projiciatur, demiſſis à ſingulis ejus punctis perpendicularibus in planum, Projectio, ſeu locus ubi perpendiculares planum offendunt, erit linea recta priori parallela, & æqualis; nam perpendiculaculares, quæ ab extremis Rectæ punctis in planum ducuntur, sunt parallelæ & æquales, unde quæ ipsas conjungunt rectæ lineæ, æquales & parallelæ erunt. Hinc si duæ rectæ lineæ sese contingentes, plano alicui sint parallelæ, ipsarum in planum illud Projectiones, & ipsæ rectæ lineæ æquales angulos continebunt, uti liquet per 10. El. XI. Adeoque si Figura quælibet plana in planum sibi parallelum projiciatur, Projectio erit figura ei similis & æqualis.

At si linea ad planum inclinetur, ejus projectio, demissis perpendicularibus in planum, erit ad ipsam lineam, ut cosinus anguli inclinationis ad radium. Sit AB linea ad planum inclinata, & DE repræsentet planum ad quod inclinatur, demissis à punctis A & B perpendicularibus rectis A*a* B*b*; erit *ab* projectio lineæ AB, cui si ducatur per B parallela BC perpendiculari A*a* occurrens in C, erit BC æqualis *ab*; sed est BC ad AB; ut cosinus anguli ABC ad radium; unde erit *ab* ad AB, ut cosinus anguli inclinationis ad radium. Hinc sequitur figuram omnem, cujus planum ad planum projectionis est perpendiculare, projici in lineam rectam. Nam perpendiculares à quibusvis plani punctis in planum projectionis demissæ, semper cadent in communem planorum sectionem. Hujusmodi linearum & Figurarum projectio Dicitur *Projectio Orthographica.*

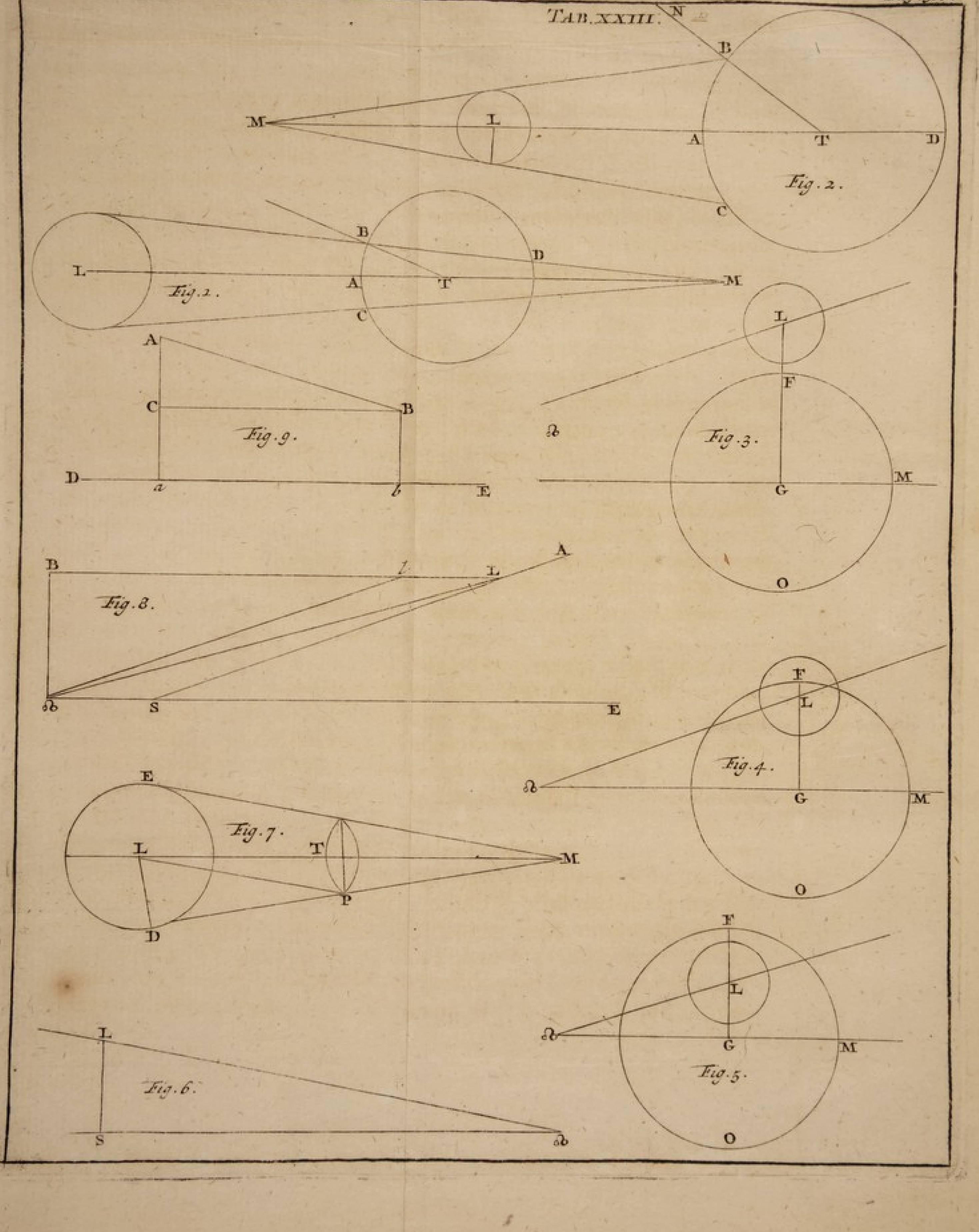
TAB. 23. fig. 9.

Projectio Orthographica.

Si per Telluris centrum transire concipiatur Planum, ad quod recta, Solis & Terræ centra conjungens, sit perpendicularis, planum hoc in Terrâ efficiet circulum, qui Hemisphærium illustratum à tenebroso distinguet; quemque circulum lucis & umbræ Finitorem in superioribus lectionibus nominavimus; hic *Telluris Discum* appellari illum liceat, qui discus spectatori in Lunæ cœlo, & in recta quæ centra Solis & Terræ conjungit constituto, directe obvertitur, & in illum Æquator Terrestris, ejusque Paralleli, Poli & circuli omnes in superficie Terræ projici videntur. Nam rectæ è centro Solis ad quælibet disci puncta censendæ sunt parallelæ, adeoque cum ea linea, quæ ad centrum disci ducitur, sit ejus plano perpendicularis, erunt reliquæ omnes, a centro Solis ductæ & per quælibet Telluris puncta transeuntes.

Telluris Discus.

Projectio in Discum Orthographica.


TAB. XXIII.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

euntes lineæ, ad disci planum normales. Præterea per conversionem Telluris circa proprium Axem, Regiones omnes Terrestres, Civitates & oppida, semitas in hoc disco describere à spectatore in Lunæ cœlo conspicientur. Nam vertigine diurnâ Æquatorem, vel ei parallelos describunt, & si Sol sit in Æquinoctiali plano, hi circuli, cum in hoc casu sint ad planum disci recti, in rectas lineas projicientur: at in aliis casibus projicientur in Ellipses quæ erunt semitæ, quas spectator loca Telluris in disco percurrere videbit. Et si per Polum Telluris circulus immobilis traducatur, cujus Planum productum per Solem transeat, fiet Meridianus Universalis; ad cujus Planum cum locus quilibet pervenerit, fit istius loci incolis meridies: cum vero locus quilibet marginem disci occidentalem primo attigerit, istius loci incolæ Solem orientem videbunt. At spectator in Lunæ cælo, locum in disco oriri aspiciet; & versus orientem progredi, cumque meridianum transiverit, locus Sole orientalior factus Sol è Terra versus occidentem vergere; apparebit; ad marginem denique disci orientalem pervento loco, mox is occidere & in tenebrosâ Telluris parte se abscondere, è Luna videbitur, cum Loci Incola Solem occidentem & è conspectu ejus sese subducentem videbit.

Meridianus Universalis.

Disci magnitudo per angulum sub quo Terræ semidiameter è Luna videtur, æstimatur; Estque idem angulus qui Parallaxis Lunæ Horizontalis dicitur. Et si a Lunâ in planum Eclipticæ perpendicularis demittatur, quæ Lunæ distantiam ab Ecliptica metitur, erit hæc linea plano disci parallela, adeoque in rectam sibi æqualem & parallelam projicietur in planum disci; eritque angulus sub quo projectio è Luna apparet, æqualis angulo sub quo ipsa perpendicularis è Terra videtur; nam æquales rectæ ex æqualibus distantiis directe visæ, sub æqualibus angulis videntur.

Disci magnitudo.

Via Lunæ à Sole, si ejus capiatur pars illa exigua, quæ tempore Eclipsis Disco obvertitur, pro recta linea haberi potest, & in disco in rectam sibi æqualem projicietur, ejusque projectio cum circulo Latitudinis projecto eundem angulum continebit, quem via Lunaris facit cum eodem in

Via Lunæ à Sole in discum projecta.

Eclipticæ. Hanc lineam centrum Penumbræ in plano disci exceptæ percurrere videbitur.

TAB. 24. fig. 1. Circulus DKG Telluris discum repræsentet, cujus semidiameter tot contineat partes quot parallaxis Lunæ horizontalis, seu semidiameter apparens Terræ è Luna visa constat scrupulis. Linea NT sit distantia Lunæ à plano Eclipticæ tempore novilunii in planum disci projecta, tot etiam constans partibus, quot Latitudo Lunæ habet scrupula. ☊ K Eclipticæ portio ☊ *l* viæ Lunaris à Sole portio in disci planum projectæ. Ex centro disci T, in Penumbræ semitam demittatur perpendicularis TV; hæc recta metitur minimam distantiam centrorum Disci & Umbrae Lunaris. Centro V describatur circellus parvus, cujus semidiameter sit æqualis excessui semidiametri Lunæ apparentis supra Solis apparentem diametrum: circellus ille umbram Lunarem exponet, nam ostensum est Umbram illam è Luna visam æqualem esse differentiæ apparentium diametrorum Solis & Lunæ. Rursus si describatur circulus HM priori concentricus, cujus semidiameter VM sit ad semidiametrum disci, ut summa semidiametrorum Solis & Lunæ ad diametrum apparentem Terræ, seu ad parallaxem Lunæ horizontalem circulus hic penumbram Lunarem exponet, in ejus distantiâ à centro disci minimâ. Ostensum enim est semidiametrum apparentem penumbræ huic summæ fuisse æqualem. Adeoque si hic circulus discum non attingat, nulla omnino futura est Solis Eclipsis; hoc est si distantia illa VT major sit summâ semidiametrorum disci & Penumbræ, vel quod idem est, major summâ semidiametrorum Solis & Lunæ & Parallaxis Lunæ horizontalis, nulla habebitur Eclipsis: si distantia VT huic summæ sit æqualis, Penumbra Terram stringet, in illam tamen non incurret. At si VT sit hâc summâ minor, hoc est si VT, sit minor quam VM, & TR, aliquam disci Telluris partem Penumbra teget. Et qui segmento RZMY includuntur, Eclipsim Solis partialem saltem videbunt.

Latitudo Lunæ in discum projecta.

Quando Terra ab Eclipsi immunis est.

TAB. 24. fig. 2. Quando Eclipses Partiales.

Si vero distantia minima TV, sit minor differentiâ semidiametri disci, & circelli penumbrosi, hoc est si minor sit differentiâ semidiametrorum Solis & Lunæ & Parallaxi Lunæ ho-

Quando Eclipses Solis totales.

horizontali ſimul ſumptis, circellus umbroſus aliquam diſci partem percurret, inque iis locis per quæ tranſit, Eclipſim Totalem Solis efficiet. Eclipſis illa Totalis ſemper fit ſine notabili morâ, quia circellus admodum parvus eſt, cum Lunæ apparens diameter Solis apparentem diametrum parum ſuperet: & raro exceſſus hic ſeu diameter umbræ duobus minutis primis adæquatur, quod ſpatium in plano diſci ab umbra percurretur quatuor circiter horæ minutis primis; ejus tamen mora in aliquo loco longior eſſe poteſt, ob motum loci interea factum ſecundum eandem plagam. TAB. 24. fig. 3.

Termini Ecliptici. TAB. 24. fig. 4.

Hinc innoteſcent termini Ecliptici, ſeu diſtantia Lunæ à nodo tempore conjunctionis ut poſſibilis ſit Eclipſis Solis; Sit enim circulus ROG diſcus Terreſtris, ☊TK linea ſit interſectio plani Eclipticæ cum plano diſci, eſtque projectio portionis Eclipticæ in idem planum ☊N portio viæ Lunaris in planum diſci projectæ. TV minima diſtantia centrorum umbræ & diſci ſimiliter projecta, æqualis ſemidiametro diſci & ſemidiametro penumbræ ſimul ſumptis: in Triangulo ☊TV, datur latus TV, quod cum maximum eſt, 94½ minutis primis conſtat, datur quoque angulus ad ☊ qui cum minimus eſt, conſtat gradibus 5. min. 30. unde invenietur ☊T æquale 986 minutis primis ſeu grad. 16. min. 26., cumque in hoc caſu penumbra Telluris diſcum tantùm ſtringit, neceſſe eſt ut tempore noviluni Ecliptici Luna à nodo minus diſtet quam 16 gr. 26.

TAB. 24. fig. 5.

Referat ut prius RKG diſcum Terreſtrem, ☊TK portionem Eclipticæ in diſci planum projectam, ☊*l* ſemitam centri penumbræ per diſcum tranſcurrentis, erit TN Latitudo Lunæ, & TV minima diſtantia centrorum umbræ & diſci. Sit circulus OPQ penumbra, à D per VN ad *l* pergens, in cujus medio eſt circellus umbram repræſentans, ſitque notum tempus conjunctionis, ſeu cum penumbræ centrum eſt in N, quod per Tabulas Aſtronomicas datur; dabitur inde tempus cum centrum Umbræ eſt in V, hoc eſt tempus Eclipſationis mediæ. Nam in triangulo rectangulo TVN, datur TN latitudo Lunæ, & angulus TNV, quem circulus La- *Tempus Eclipſationis mediæ.*

ti-

titudinis facit cum via Lunæ unde innotefcet VN, & TV; fed ex motu Lunæ à Sole dabitur tempus, quo umbræ centrum percurrit fpatium VN, hoc tempus à tempore conjunctionis fubductum, vel additum, dabit tempus Eclipfationis mediæ. Præterea in triangulo rectangulo DTV, dantur DT fumma femidiametrorum difci & Penumbræ, & TV diftantia minima jam inventa, ex his innotefcet DV, & inde tempus quo umbra percurret arcum DV, hoc eft femiduratio Eclipfeos in difco, & hinc quoque datur punctum temporis quando Penumbra difcum primo attingit, & fimiliter invenietur tempus quando ipfum relinquit.

Semiduratio Eclipfeos.

Locus cui Sol dato temporis momento eft verticalis.

Dato Loco Solis in Eclipticâ pro quovis temporis momento, exinde innotefcet locus in fuperficie terreftri, cui Sol eo momento eft verticalis, feu in cœli puncto altiffimo. Nam loci Latitudo eft æqualis declinationi Solis, feu diftantiæ ejus ab æquatore; & Longitudo a loco quo tempus computatur habetur, vertendo tempus à meridie in gradus & minuta Æquatoris, fingulis horis quindecim gradus, fingulifque minutis quindecim gradûs minuta affignando, v. gr. Longitudo loci in cujus vertice eft Sol, cum Oxonii hora nona & dimidia matutina numeratur, habetur fubftrahendo 9 h. 30′ à 12 & reftabunt horæ 2. 30′ quæ in 15 ductæ efficiunt gradus 37: minut. 30. Locus itaque ille erit gr. 37. min. 30. Oxonio orientalior.

Elevatio Poli fupra difcum. TAB. 24. *fig.* 6.

Circulus FRK ut prius repræfentet Telluris difcum, FTK portionem Eclipticæ in difcum projectam, cui fit normalis TR, erit illa axeos Eclipticæ projectio & punctum R ejufdem polus, fitque P polus Terræ projectus. Per T & polum P concipiamus tranfire circulum TPS qui meridianum univerfalem repræfentet, & Elevatio Poli fupra difci planum æqualis erit declinationi Solis. Nam arcus meridiani inter Solem & difci peripheriam interceptus eft circuli quadrans; & arcus ejufdem meridiani inter æquatorem & polum eft quoque circuli quadrans. Quare ab æqualibus ablato communi TP, erit PS elevatio poli fupra difcum, æqualis diftantiæ Solis ab Æquatore.

Notandum eft quando Sol tenet figna ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ ♊ feu

po-

potius quando Terra tenet ſigna oppoſita, Punctum S, ubi meridianus diſci peripheriæ occurrit, cadere ad dextram Poli Eclipticæ, at quando in reliquis ſex ſignis ſit, punctum illud erit ad ſiniſtram reſpectu poli Eclipticæ, ſecus ac fit ubi projectio concipitur fieri in plano ad Lunæ cælum, quod eſt ad planum diſci parallelum; quodque per rectam jungentem Solis & Terræ centra tranſit.

Poſitio meridiani per Solem tranſeuntis determinatur.

Ut habeatur angulus RTS, ſeu diſci arcus RS, inter polum Eclipticæ & meridianum interceptus; In triangulo Sphærico rectangulo RSP, datur arcus RP, diſtantia Poli Eclipticæ, ab æquatoris polo ſcil. 23½ grad. Item latus PS æquale declinationi Solis. Quare per Trigonometriam innoteſcet latus RS, ſeu menſura anguli RTS. In TS capiatur TP æqualis conſinui declinationis Solis poſito TS radio & erit P Punctum in quod projicitur Polus.

Determinatur locus Terræ in quem penumbra primo incidit.

Ut habeatur locus Terræ Q. ubi penumbra diſcum primum attingit, ſeu ubi Sol oriens in ſupremo ſui puncto deficere videtur, ducatur per polum meridianus PQ ad punctum Q, ubi penumbra primo tangit diſcum. Et primo in triangulo rectangulo rectilineo DTV ex datis DT TV, innoteſcet angulus DTV, cui ſi addatur vel ſubtrahatur angulus datus VTP, qui eſt ſumma vel differentia notorum angulorum VTN, NTP, dabitur angulus QTP. Hinc in Triangulo in ſuperficie terræ Sphærico rectangulo SPQ, datur SP æqualis declinationi Solis & arcus SQ qui eſt menſura anguli STQ; dabitur inde arcus PQ complementum Latitudinis loci Q. Item dabitur SPQ angulus, ejuſque complementum ad duos rectos, ſcil. angulus QPT; qui eſt menſura diſtantiæ meridianorum loci Q, & loci iſtius cui Sol eſt verticalis, cumque locus hic notus ſit, innoteſcet quoque locus Q, nam nota eſt tam Longitudo ejus, quam Latitudo.

Determinatio Loci Terræ qui dato quolibet momento umbrâ involvitur.

Eâdem methodo innoteſcet locus Terræ qui umbra totali primo involvitur. Et ſimili fere ratione habebitur locus terræ M, qui umbrâ involvitur pro quolibet temporis momento, ante vel poſt Eclipſationis medium. Nam ex dato temporis momento per motum horarium Lunæ â Sole invenitur recta MV, & punctum M in diſco ubi incumbit centrum um-

 bræ,

bræ, & in triangulo itaque rectangulo MVT, ex datis MV, VT, dabitur MT, & angulus MTV, cui si addatur vel subtrahatur angulus notus VTP, dabitur angulus MTP; est vero MT sinus arcus circuli verticalis, qui per verticem loci M & punctum sub Sole transit, posita semidiametro disci pro radio; si itaque fiat ut semidiameter disci, ad MT, ita Radius ad sinum arcus, qui erit distantia Solis à vertice M. In triangulo itaque Sphærico in superficie Terræ MPT, dantur PT distantia Solis à polo, & MT distantia Solis à vertice, & angulus MTP, unde dabitur MP complementum Latitudinis Loci, & angulus MPT qui ostendet differentiam meridianorum loci M, & loci illius cui Sol verticalis est; sed datur differentia meridianorum istius loci cui Sol verticalis est, & loci à quo tempus computatur; quare dabitur differentia meridianorum loci M, & loci à quo tempus computatur. Ex quâ innotescet locus M. Atque hâc methodo si plura inveniantur loca, per quæ centrum umbræ transit, lineisque jungantur, habebitur semita Umbræ in Telluris superficie.

Pars Solaris diametri obscurata. TAB. 25. *fig.* 1.

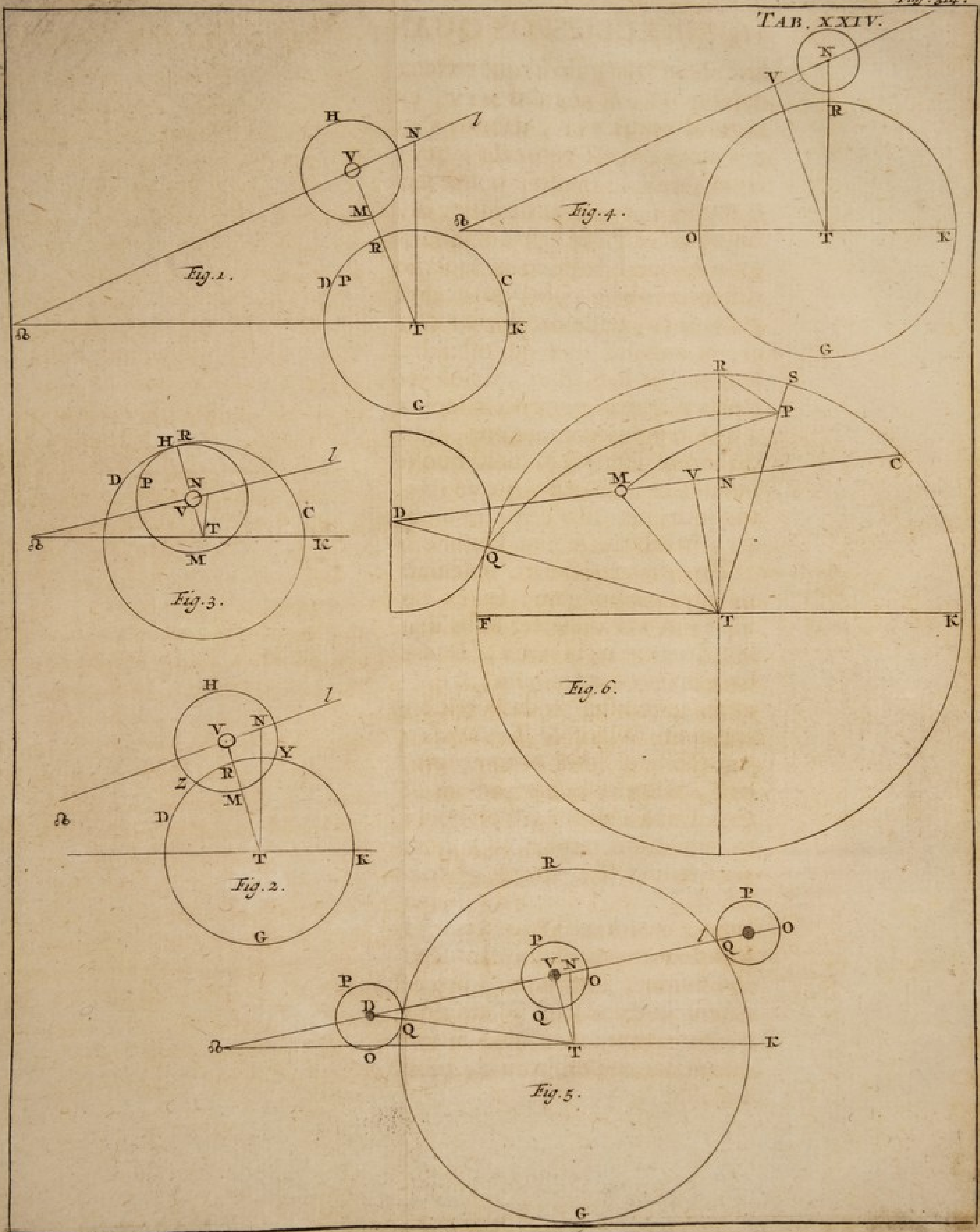
Pars diametri Solaris obscurata innotescet ex loco spectatoris intra penumbram, seu ex ejus distantia à centro umbræ. Sit enim ASB diameter Solis diametro Penumbræ EF parallela, ducatur recta MCB, Lunam stringens ad dextrum Solaris diametri terminum, GCA vero ad sinistrum Solaris diametri terminum tendat: erit angulus ACB æqualis diametro apparenti Solis, & Triangula ACB, MCF erunt similia: sit jam spectator intra penumbram in G locatus, ducatur recta GCP, tangens Lunæ globum, & erit AP pars diametri Solaris à Lunâ obscurata spectatori in G; sed recta GA cum per triangulorum vertices ad C quam proxime transit, bases AB, MF similiter fere dividet; unde AP, ad AB, ut GF, ad MF. Est itaque pars obscurata diametri Solaris, ad ipsam diametrum, ut distantia Loci à margine Penumbræ, ad Penumbræ semidiametrum diminutam semidiametro Umbræ.

Quantitas Eclipseos per digitos mensuratur.

Dividunt Astronomi Solarem Diametrum, sicuti etiam Lunarem in duodecim partes æquales; quas digitos appellant, quibus quantitatem obscurationis dimetiuntur. Et Eclipsim dicunt tot esse digitorum, quot diametri pars obscurata constat digitis.

Si

TAB. XXIV.



Si detur ſitus loci in diſco pro quolibet temporis momento, & quæratur quæ futura ſit Phaſis Eclipſeos eo momento in loco illo; hæc ſic invenitur. Sit S ſitus loci in diſco, quæratur pro illo temporis momento locus centri penumbræ in propria ſemitâ, qui ſit M; quo centro & ſemidiametro æquali ſemidiametro Lunæ deſcribatur circulus AFL, Item centro S, ſemidiametro SB, æquali ſemidiametro Solis, circulus EBG deſcribatur, quem circulus EFL interſecat in E & F, erit EBFA pars Solis à Lunâ tecta ſpectatori in S. Nam producatur MA ſemidiameter Lunæ ut fiat AD per S tranſiens æqualis ſemidiametro Solis, ſcil. æqualis BS, unde erit MD æqualis ſummæ ſemidiametrorum Solis, & Lunæ; adeoque ſemidiametro Penumbræ æqualis, & diſtantia Loci à margine Penumbræ erit SD. At quia eſt BS æqualis AD, erit AB æqualis SD. Fiat AN æqualis ſemidiametro Solis, eritque MN æqualis differentiæ ſemidiametrorum Solis & Lunæ; ſeu æqualis ſemidiametro umbræ: Sed oſtenſum eſt eſſe DS, ad DN, ut pars diametri Solis obſcurata, ad Solis diametrum; & ita quoque erit AB quæ eſt, ipſi DS æqualis, ad DN; ſed eſt DN æqualis Solis diametro, quare erit AB æqualis parti diametri Solis obſcuratæ.

Dato ſitu in diſco pro quolibet temporis momento invenitur phaſis Eclipſeos pro eo momento. TAB. 25. *fig.* 2.

Hinc Cuſpidum quoque poſitio determinatur, nam ducto verticali circulo TSG, arcus GE, GF, oſtendunt diſtantiam cuſpidum à ſupremo Solis puncto.

Si quæratis, Academici, velocitatem qua umbra Terræ diſcum percurrit, obſervandum eſt, viam Lunæ à Sole in diſcum projici in lineam ſibi æqualem, & parallelam; adeoque velocitas centri umbræ in propriâ ſemitâ in diſcum excepta, æqualis eſt velocitati quâ Luna viam ſuam à Sole percurrit. At motus Lunæ à Sole eſt circiter 30′½ in unâ horâ, adeoque ſpatium, quod centrum Penumbræ in unâ horâ intra diſcum percurrit, æquale eſt arcui 30′½ in orbita Lunari; verum orbitæ Lunaris ſemidiameter mediocris æqualis eſt 60 ſemidiametris Terræ, adeoque 1′ orbitæ Lunari æquale erit 60 minutis primis in Terræ ſuperficie, ſeu uni gradui circuli in Telluris ſuperficie maximi; hoc eſt 69 milliaribus Anglicanis; & proinde 30′½ minuta æquipollent 2104 milliaribus

Anglicanis; quod ſpatium umbra conficit in una horâ. At quamvis hæc ſit velocitas umbræ in Diſco Terreſtri, velocitas tamen, quâ à dato Loco in ſuperficie Telluris recedit, eâ minor eſt: Nam dum umbra ab occidente in orientem movetur, loca omnia Telluris interea per vertiginem Terræ diurnam abrepta, etiam ab occidente in orientem ſed Lunâ tardius, feruntur; adeoque motum umbræ lentius ſequentes, velocitatem, quâ umbra ab iis recedit, diminuunt.

Lectio XIV.

Nova Methodus computandi Eclipſes Solis e dato loco viſibiles.

Initium & finis Generalis Eclipſeos à paucis videri poſſunt.

HUc uſque Generalis Eclipſeos Solaris Phænomena expoſuimus, qualia ſcil. à Spectatore in Luna conſtituto videntur, modumque oſtendimus, quo univerſalis Eclipſeos Initium, Medium, atque Finis determinentur. Verum initium illud atque finis à paucis tantum videri poſſunt, ab iis ſcilicet, qui marginem diſci tunc occupant, & prope ſemitam umbræ locantur, cum interim ex aliis locis verſus interiora diſci ſitis nulla videbitur Eclipſis, neque iis Eclipſari Sol videbitur, niſi poſt ſatis notabile Tempus, quando ſcil. Penumbræ margo primo loca illa attigerit: finiſque erit Eclipſeos, quando margo eadem reliquerit; unde pro vario locorum ſitu, varia quoque erunt durationis Tempora, ſicuti & Eclipſeos quantitas, pro diverſâ diſtantiâ locorum à ſemita umbræ.

Tempora & initia Eclipſeos pro diverſitate locorum ſunt diverſa.

Ut igitur Eclipſeos particularis Phaſes, quales è dato loco conſpiciendæ ſunt, habeantur; liceat novam vobis, Academici, exponere methodum, qua abſque moleſto illo, multiplici, & laborioſo Parallaxium calculo, quo ante nos utebantur Aſtronomi omnes, Phaſes illæ determinari poſſint.

TAB. 26. fig. 1.

Sit itaque ſemicirculus AEB ſemidiſcus Telluris à Sole illuminatus, Polus Eclipticæ E, Terræ P. Cum locus quilibet in Terræ ſuperficie, motu diurno raptus, deſcribit circulum æquatori parallelum, & omnes paralleli præterquam in æquinoctiis ſint ad planum diſci inclinati, projicitur parallelus loci cujuſlibet in Ellipſim, quæ erit ſemita, in qua fer-

Paralleli omnes in Ellipſes projiciuntur.

ferri videbitur locus in plano diſci à ſpectatore in Luna conſtituto. Sit itaque F XII D. Ellipſis in quam projicitur parallelus loci cujuſlibet. Et projiciantur quoque circuli horarii, ſaltem projiciantur puncta in quibus circuli horarii parallelum ſecant, ſintque puncta VI VII VIII IX X XI XII I II III IV V VI. Et hora ſextâ matutinâ quem intra diſcum tenet locus erit VI; hora ſeptima in VII invenietur; hora octava ad punctum VIII deveniet; nona punctum IX occupabit, atque ita deinceps.

Sit CT portio ſemitæ centri Penumbræ in planum diſci exceptæ, atque hora 2da ſupponatur centrum illud in 2, hora tertia in 3, quarta in puncto 4 locari, itque ita deinceps. Hora ſecunda locus in diſco punctum II occupat, itaque diſtantia centri umbræ à loco erit 2 II. At ſi diſtantia illa ſecundum ſemitam Umbræ æſtimatur, demittatur à loco in ſemitam perpendicularis II L, eritque diſtantia hac ratione æſtimata, æqualis 2 L, & L punctum erit poſitio loci ad ſemitam umbræ reducta. Hora Tertia centrum umbræ ſit in 3, locus autem in III, eorum diſtantia ſit 3 III minor priore: hora quarta umbra ſit in 4 & locus in IV, in quo ſitu umbra propior ad locum facta erit, ita ut penumbræ margo locum attingat, & Eclipſis incipiat. Hora autem quinta cum centrum umbræ ſit in 5 & locus in V, magis in Penumbra involvitur, & magis ad locum accedit centrum umbræ. At hora ſexta centrum umbræ eſt in 6, jam magis in orientem promotum quam locus, qui punctum in diſco VI occupat, adeoque centrum umbræ locum præteribit; & continget tempus minimæ centri umbræ & loci diſtantiæ inter horam quintam & ſextam, poſt quod tempus ſemper augetur umbræ à loco diſtantia: & margo Penumbræ tandem locum relinquet, fietque finis Eclipſeos. Sequenti autem methodo Initium, Medium, Finis ſicuti Phaſes Eclipſeos è dato loco viſibiles accuratius definiuntur. Utque hoc fiat duo præmittimus Problemata.

Poſitio loci ad ſemitam Umbræ reducta.

PROBLEMA I.

Invenire in Disco Telluris, situm dati loci, pro quolibet Temporis momento dato.

Investigatio situs loci in disco pro dato tempore. TAB. 25. *fig.* 3.

Sit semicirculus AEB semidiscus Terræ à Sole illuminatus, AB portio Eclipticæ in discum exceptæ ejus Axis SE, Polus E, sitque linea SP illa in quam Axis Terræ projicitur, atque P projectio Poli. Fiat ut Radius ad sinum Latitudinis loci ita SP ad SH punctum H erit projectio centri paralleli. Per H ducatur HG æqualis semidiametro paralleli, seu sinui distantiæ loci à Polo, quæ sit ad SP perpendicularis, & erit illa semiaxis major Ellipseos, in quam projicitur parallelus loci. Fiat, ut Radius ad sinum elevationis poli supra planum disci, ita GH ad HL erit HL semiaxis Ellipseos minor. In GH capiatur HQ, quæ ad GH eam habeat rationem quam sinus anguli circuli Horarii & meridiani habet ad radium; sitque QR ad GH perpendicularis. Fiat item, ut Radius ad cosinum anguli quem circulus horius facit cum Meridiano, ita GH ad D. Denique, fiat ut Radius ad sinum Elevationis Poli supra planum disci, ita D ad QR erit R situs loci quæsitus in disco pro temporis momento dato.

Idem aliter ope circuli horarii perficitur.

TAB 25. *fig.* 4.

Sit AOB semidiscus illuminatus. Polus P, meridianus universalis SP, cum peripheria disci conveniens in G, sitque circulus horarius pro temporis momento dato FPO. In triangulo Sphærico rectangulo PGO, datur PG Elevatio Poli supra planum disci, & angulus GPO, quem circulus horarius facit cum meridiano, unde innotescet angulus GOP inclinatio circuli horarii ad planum disci, item arcus PO & GO, adeoque dabitur Punctum O, ubi circulus horarius convenit cum peripheria disci: ducatur SO, erit illa communis sectio circuli horarii cum plano disci, & sit arcus FP distantia loci à Polo, seu complementum Latitudinis. Posito SO radio, sit SQ sinus arcus, cujus complementum est FO, æquale scil. summæ duorum arcuum datorum FP & PO, sitque D cosinus ejusdem arcus cujus sinus est SQ. Ad Q super OS erigatur perpendicularis QR, ad quam D eandem habet rationem,

quam

quam habet radius ad cosinum anguli inclinationis circuli horarii ad planum disci, & erit R punctum quæsitum, quod ostendet positionem loci in discô pro tempore dato. Atque eadem ratione pro aliis diversis temporum momentis aliæ inveniuntur loci positiones in disco, quæ omnes locantur ad Ellipsim, in quam projicitur parallelus loci. Hæc omnia patent ex legibus projectionis Ortographicæ.

PROBLEMA II.

Invenire tempore Eclipseos, situm centri Penumbræ in disco Telluris, pro dato quolibet temporis Momento.

Sit ut prius AEB semidiscus Telluris à Sole illustratus, SE Axis Eclipticæ, CL semita centri penumbræ per planum disci transcurrentis, Axemque Eclipticæ secans in N: cum autem centrum penumbræ invenitur in N, celebratur conjunctio Solis & Lunæ vera, cujus proinde tempus per tabulas Astronomicas datur; datur etiam per easdem tabulas, motus horarius Lunæ à Sole. Fiat, ut parallaxis horizontalis Lunæ ad ejus motum horarium à Sole, ita semidiameter disci ad quartam, quæ sit M; erit illa linea æqualis spatio quod intra horam à centro umbræ percurritur in disco. Deinde fiat, ut hora una ad tempus interjectum intra conjunctionem veram & temporis momentum pro quo quæritur positio centri umbræ, ita recta M ad aliam: hæc recta ostendet distantiam centri penumbræ in propria semita à puncto conjunctionis veræ N, pro momento temporis dato. Dabitur itaque positio umbræ pro tempore dato. Quæ erat invenienda. TAB. 26. *fig.* 1.

Sit hora quæ immediate præcedit tempus conjunctionis, v. gr. quarta. Fiat, ut hora una ad tempus inter conjunctionem & horam quartam interjectum, ita recta M ad N 4. Erit punctum 4 situs centri umbræ ad horam quartam. Capiantur deinde 4. 3, 3. 2, 4. 5, 5. 6 singulæ æquales M, & puncta 2, 3, 4, 5, 6, ostendent situs centri penumbræ pro respectivis horis.

Hisce præmissis, sit ut prius AEB semidiscus; CT semita centri umbræ supra planum disci, quam secet Axis Eclipticæ in N & cum umbra ad N pervenerit celebratur conjunctio TAB. 26. *fig.* 2.

vera.

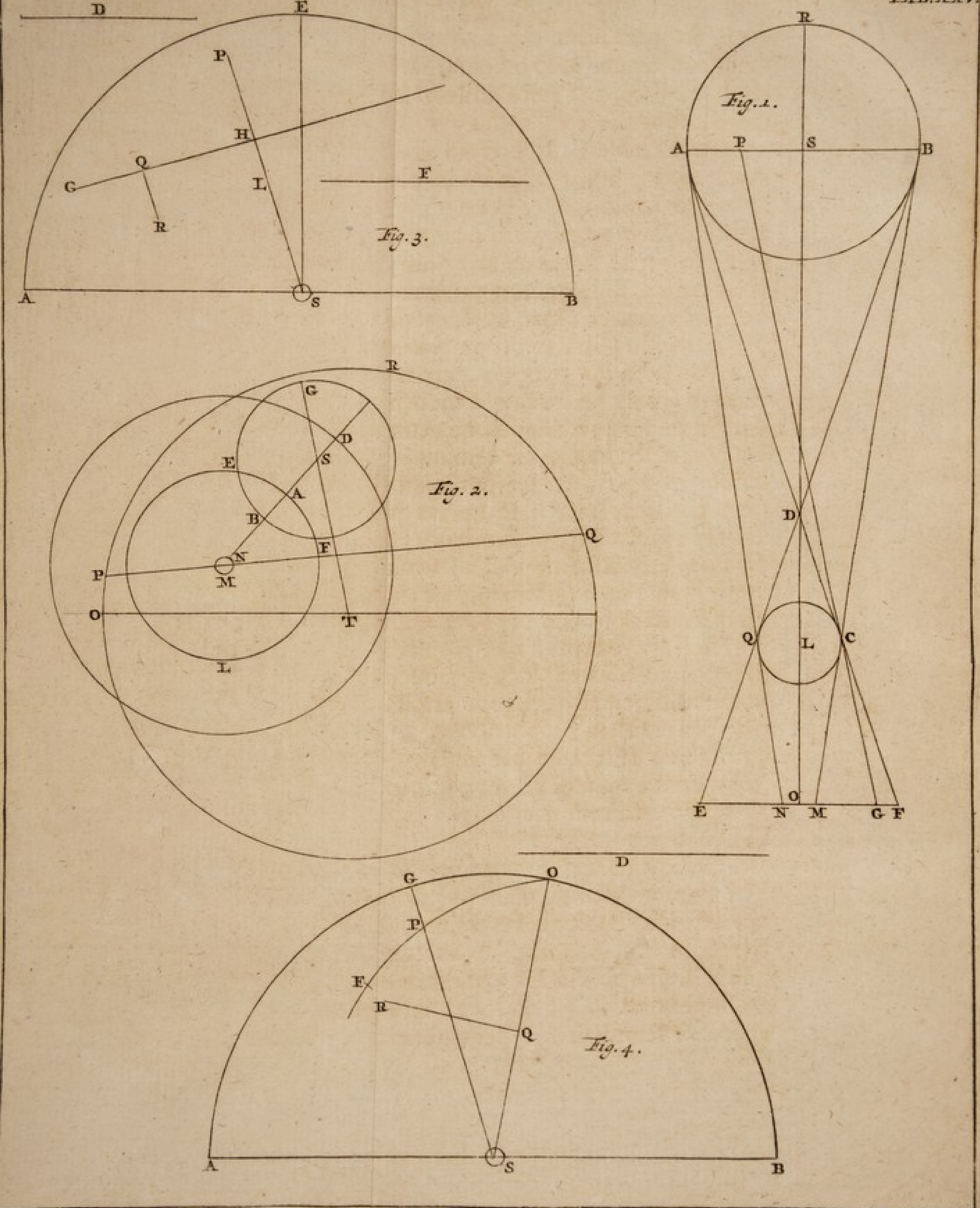
Calculus initii Eclipseos. vera. Sit hora quæ conjunctionis tempus immediate præcedit v. gr. ſecunda, & notentur in ſemita umbræ ejus loca horis 1, 2, 3, 4, 5. Item iiſdem horis notentur ſitus loci in diſco, fiantque I II III IV V. Hora prima diſtantia centri umbræ à loco eſt 1 I, hæc ad ſcalam partium æqualium applicata ſit, ejuſque magnitudo numeris exhibeatur, ab illa auferatur ſemidiameter penumbræ, eadem ſcalâ dimenſa, reſtabit diſtantia marginis penumbræ à loco. Hora ſecunda capiatur rurſus diſtantia marginis penumbræ à loco in II poſito; harum diſtantiarum differentia, cum margo penumbræ ſit in utroque ſitu loco occidentalior, erit acceſſus ſeu motus relativus horarius penumbræ ad locum. Fiat itaque, ut acceſſus horarius marginis penumbræ ad locum, ad diſtantiam marginis penumbræ à loco hora ſecunda; ita hora una ſeu 60 minuta ad tempus quartum, quod tempus additum ad horam ſecundam dat tempus, quando margo penumbræ locum attingit; ſeu tempus initii Eclipſeos oſtendet.

Calculus momenti maximæ obſcurationis. A poſitione loci II ad horam ſecundam, demittatur ad ſemitam umbræ perpendicularis II *a*, & cum centrum umbræ ſit in 2, erit diſtantia loci ad ſemitam reducti, ab umbra 2 *a*. Item hora Tertia poſitio loci eſt III, demittatur perpendicularis in ſemitam umbræ III *b*, erit diſtantia centri umbræ à loco ad ſemitam reducto, 3 *b*; harum diſtantiarum differentia eſt acceſſus umbræ ad locum reductum, intra ſpatium unius horæ: differentia hæc, ope ſcalæ, numeris exhibeatur; fiatque per regulam proportionis, ut acceſſus horarius umbræ (ad locum reductum) ad diſtantiam umbræ hora tertia, ita hora ſeu 60 minuta ad tempus quartum. Quod tempus horæ tertiæ additum dat tempus medii Eclipſeos ſeu maximæ obſcurationis quam proxime.

Calculus Temporis finis Eclipſeos. Hora quarta centrum umbræ ſit in 4, & locus in puncto IV; horum diſtantia ſcalâ menſuretur, & quoniam illa minor eſt ſemidiametro Penumbræ ſubducatur hæc diſtantia, & reſtabit diſtantia loci ab occidentali margine penumbræ, qua ſcil. margo illa loco occidentalior eſt; deinde hora quinta, umbra eſt in 5, & locus in V, earumque diſtantia 5 V major eſt ſemidiametro penumbræ; unde margo occidenta-

lis

TAB. XXV.



lis penumbræ magis erit in orientem provecta quam locus; & ante hoc tempus, penumbra locum relicta finem fecerit Eclipseos. A distantia 5 v subducatur semidiameter penumbræ, relinquetur distantia occidentalis marginis penumbræ à loco; cumque in priore casu margo fuit loco occidentalior, & nunc sit loco orientalior, harum distantiarum summa erit motus relativus umbræ respectu loci factus, in spatio unius horæ; fiat itaque, ut hæc summa ad distantiam marginis occidentalis penumbræ à loco horâ quartâ, ita una hora ad tempus quartum, hoc dabit tempus cum occidentalis margo locum attinget, eumque relinquet, seu finem Eclipseos ostendet.

Accuratius omnia definientur, si loco duarum horarum ante conjunctionem, capiantur duæ semihoræ, quæ conjunctionem immediate præcedunt, & quæratur motus umbræ ad locum semihorarius, & error qui ex inæquabili motu oritur minor erit, utpote in minore tempore productus. *Accuratior determinatio.*

Motus Umbræ in semita suâ æquabilis est saltem in tempore Eclipseos pro æquabili habere potest. At motus loci in disco non est æquabilis, sed versus marginem disci contractior videtur, in medio per latiora spatia progreditur; præterea calculus supponit motum Relativum Umbræ ad locum æquabilem quoque esse, & Eclipseos medium seu maximam approximationem centri umbræ & loci, esse ubi linea jungens locum & centrum umbræ est perpendicularis ad viam Umbræ quorum neutrum præcise verum est, & exinde errorem aliquem oriri necesse est; is tamen hac ratione corrigi potest. Ad tempus Initii Eclipseos, priore methodo computatum, inveniatur locus centri Umbræ; item situs loci in disco pro eodem temporis momento, & in plano disci centro umbræ describatur circulus penumbrosus, & si margo penumbræ per locum transeat, tempus computatum verum erit. Sin minus, notetur loci & marginis penumbræ distantia, & deinde ex dato umbræ & loci motu relativo pro semihora, operando rursus per regulam proportionum, dabitur verum tempus initii Eclipseos. Et simili- *Erroris, qui oriri potest, correctio.*

Sf ter

ter corrigetur temporis error, qui in fine Eclipſeos accidit; atque hac ratione non minus accuratè habentur tempora Eclipſium quam vulgari methodo, quæ fit per parallaxium computum: ubi etiam ſupponitur motum Lunæ viſibilem eſſe per aliquod tempus æquabilem, qui reverà non minus inæquabilis eſt quam motus loci in diſco; nam ille per parallaxes continuo mutatur.

Quantitas obſcurationis maximæ. Si tempore medii Eclipſeos, centro umbræ deſcribatur circulus, cujus diameter ſit æqualis diametro Lunæ; item deſcribatur alius circulus, cujus centrum ſit locus ſpectatoris, & diameter æqualis diametro Solari, horum circulorum interſectiones oſtendent quantitatem obſcurationis maximæ.

Si quibuſdam minus arrideat Mechanica hæc methodus lineas ſeu diſtantias per ſcalam partium æqualium dimetiendi, poſſunt Trigonometriam adhibere & linearum longitudines per calculum exquirere methodo ſequenti.

Methodus Trigonometrica diſtantias umbræ & loci computandi. TAB. 27. *fig.* 1. Sit ut prius AEB ſemidiſcus, P polus Telluris, CNT via ſeu ſemita umbræ ſupra diſcum, punctum 2 ſitus umbræ pro tempore dato, & pro eodem momento ſitus loci ſit II. Sit SE Axis Eclipticæ ſemitam ſecans in N, & erit SN latitudo Lunæ tempore conjunctionis veræ; ducantur ab umbra & loco ad centrum diſci rectæ 2 S, II S, & jungatur 2 II. In triangulo rectilineo 2 NS datur NS, latitudo Lunæ, & 2 N diſtantia umbræ in propria ſemita à puncto conjunctionis, item datur angulus 2 N S inclinatio Semitæ ad latitudinis circulum, quare dabitur 2 S, & angulus 2 S N. Deinde in triangulo Sphærico P S II. Datur Arcus PS complementum declinationis Solis, & P II complementum Latitudinis loci, item angulus S P II, quem circulus horarius efficit cum Meridiano, unde dabitur S II arcus, qui eſt diſtantia Solis à vertice, ejuſque ſinus æqualis eſt diſtantiæ S II, poſito SE radio; item dabitur angulus PS II, cui ſi addatur vel dematur angulus notus PSE dabitur angulus N S II: ſed datus fuit angulus 2 S N, unde dabitur totus angulus 2 S II. In triangulo denique rectilineo 2 S II dantur 2 S & II S & angulus iis comprehenſus 2 S II quare per Trigonometriam

triam planam dabitur diſtantia 2 II, quæ erat invenienda. Hac methodo procedendo non opus eſt ut ſitus loci & umbræ in diſco inveniantur, ſed erunt illi calculo ſolum acquirendi.

Hinc obiter patet alia methodus inveniendi ſitum loci in diſco, pro temporis momento dato, ſcil. per calculum trianguli P S II inveſtigando angulum P S II & diſtantiam S II.

Locorum Longitudines Geographicæ per Eclipſes ſolares determinantur.

Per Eclipſes Solares, non minus quam per Lunares, inveniri poſſunt Locorum in ſuperficie Terræ longitudines; ſi obſervetur in loco, cujus longitudo quæritur, momentum temporis initii vel finis Eclipſeos. Sit illud, v. gr. ad horam quintam, & centro V nempe ſitu loci in diſco pro momento initii vel finis Eclipſeos, & diſtantia æquali ſemidiametro penumbræ deſcribatur arcus circuli, qui ſemitam penumbræ ſecet. Sitque punctum ſectionis *d*, erit illud poſitio centri umbræ momento initii vel finis Eclipſeos obſervatæ: ſcala deinde menſuretur diſtantia N *d*, ex qua data, & ex dato motu Lunæ à Sole dabitur tempus conjunctionis veræ à Meridiano Loci computatum. Deinde, ſi in alio quovis loco obſervetur initium vel finis Eclipſeos, ſimiliter habebitur momentum conjunctionis veræ ſecundum tempus à meridiano iſtius loci computatum, & temporum iſtorum differentia in gradus æquatoris converſa oſtendet differentiam Longitudinum Locorum, quæ erat invenienda.

TAB. 26. *fig.* 2.

In praxi convenit ſemidiametrum diſci æqualem decem digitis ponere, ut illa in mille partes ope ſcalæ diagonalis diviſa habeatur: Eſt enim hic numerus qui radium Tabularem exprimit; & latitudo Lunæ S N omneſque lineæ quarum dimenſiones quæruntur, iiſdem partibus exprimantur. Nam ſi fiat, ut Parallaxis horizontalis Lunæ ſcrupulis exhibita ad Lunæ Latitudinem, ita 1000 ad quartum; & capiatur S N ex ſcala huic quarto æqualis, erit linea hæc latitudini Lunæ æqualis, & ſimiliter in cæteris lineis operando habentur earum quantitates.

Novam itaque methodum vobis, Academici, expoſui, qua Eclipſium Solarium momenta atque Phaſes, quatenus è dato loco ſpectantur, definiri poſſunt, per quam non opus eſt, ut ad longum illum & moleſtum Parallaxium calculum recurratis, ut habeatur locus Lunæ in cælo viſus, tam quoad longitudinem quam latitudinem, quo utuntur Aſtronomi plerique: methodus enim noſtra illa facilior multò eſt, & ut opinor, non minus accurata. Nam in vulgari methodo diverſæ Eclipticæ poſitiones, quoad horizontem nunquam non variantes, in Lunæ locis, ſive ſecundum longitudinem ſive latitudinem ſpectatis, inæqualitatem in ejus motu non exiguam ubique inducunt, & Parallaxes pro Luminarium minore aut majore ſupra horizontem Elevatione admodum mutantur, adeoque niſi earum habeatur frequens reſpectus, in errores incidere pronum erit.

At quia methodus Phænomena Eclipſium per Parallaxes computandi, à pleriſque Aſtronomis adhibetur, viſum eſt, illam etiam Vobis exponere: Vos autem in Parallaxium ſcientia vel per vulgares libros Aſtronomicos, vel per doctrinam Parallaxium à nobis poſthac tradendam, ſatis inſtructos eſſe ſupponere liceat. Quibus poſitis, principia, quibus fundatur hic Eclipſium calculus, facillime explicari poſſunt.

Conjunctio vera & viſa differunt.

Primo conjunctio viſa, ſemitaque Lunæ in cælo viſa ſunt inveſtigandæ: differunt enim conjunctio vera & viſa, & non in eodem temporis momento accidunt; Nam locus Lunæ viſus non coincidit cum vero, qui è Telluris centro conſpiciendus eſt, quod figuræ inſpectione manifeſtum fiet. Semicirculus CAB repræſentet Hemiſphærium Terræ, cujus centrum T, è quo ducatur recta TLS, in qua ſit Luna in L, & Sol longius diſtans in S; adeoque cum Solis & Lunæ centra in eadem recta linea ſpectantur è centro Telluris, ad idem cæli punctum referri debent; eruntque in conjunctione vera. At ſpectator in ſuperficie Telluris in A locatus, Solis & Lunæ centra ad diverſa puncta referet; eorumque diſtantia erit arcus SE ad cælum productus, punctumque, quod recta TL per Telluris & Lunæ centra tranſiens, in cælo offendit, dicitur locus Lunæ verus. At punctum, cui recta per ſpectatoris oculum & Lunæ centrum ducta in cælo occurrit, dici-

TAB. 27. fig. 2.

TAB. XXVI.

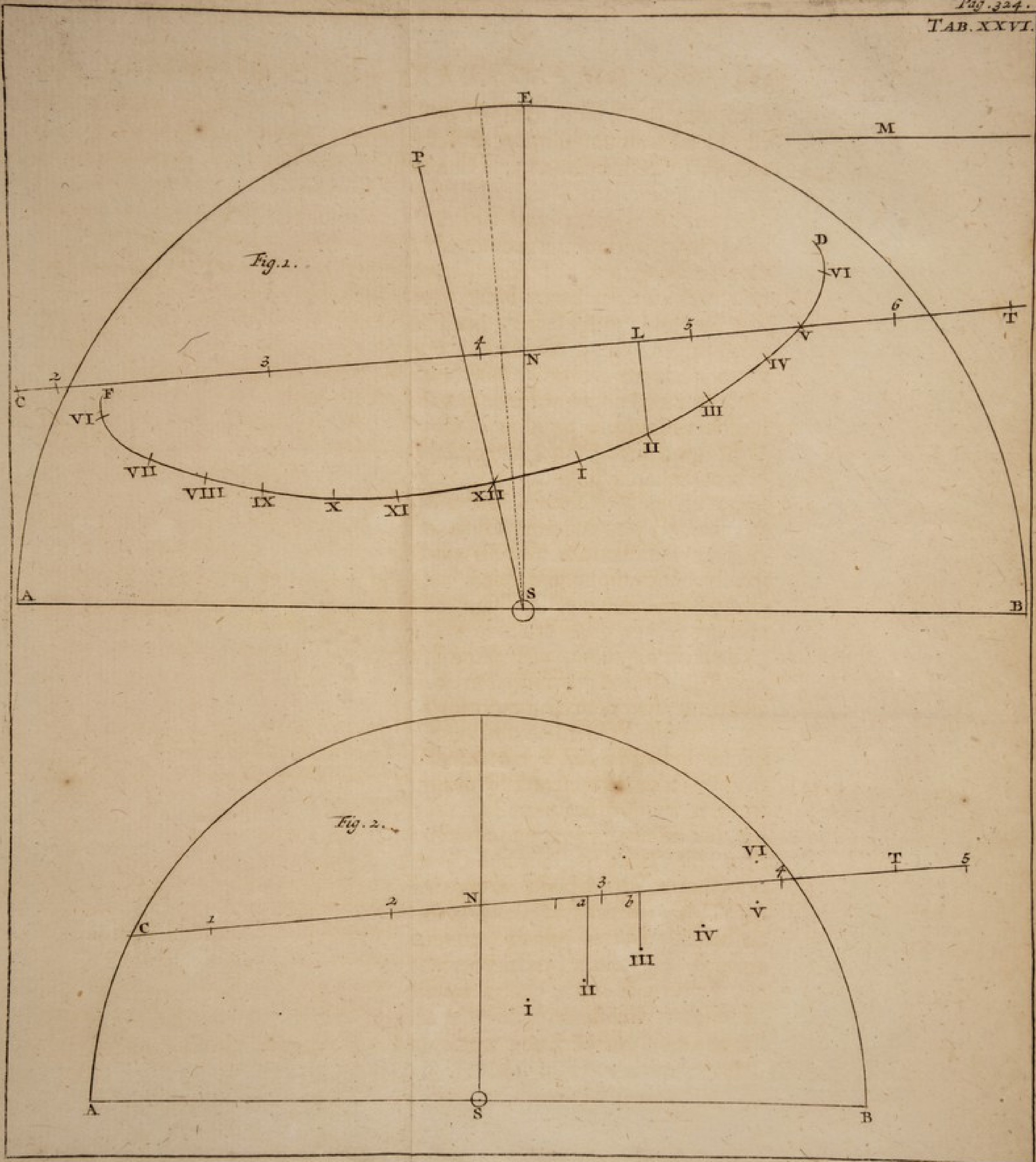


Fig. 1.
E
M
P
D
VI
6
T
L
5
V
4
N
3
2
C
F
VI
IV
III
II
I
VII
VIII
IX
X
XI
XII
A
S
B
Fig. 2.
VI
T
5
4
3
N
2
a
b
V
C
1
IV
III
II
I
A
S
B

dicitur locus Lunæ visus. Sint puncta illa S, E, Arcus SE, distantia inter locum verum & visum Parallaxis Lunæ vocatur; & cum puncta L & T respectu distantiæ cæli coincidunt, idem erit arcus SE, sive ejus centrum concipiatur esse in L, sive in T, adeoque arcus SE erit mensura anguli SLE, vel huic æqualis ALT; sed angulus ALT est ille, sub quo semidiameter Terræ AT per spectatoris locum ducta è Lunâ videtur; adeoque Parallaxis Lunæ est semper æqualis angulo, sub quo semidiameter Terræ per spectatorem ducta è Lunâ videtur. At angulus ille fit maximus, cùm semidiameter Terræ directè videtur, hoc est cùm angulus LAT est rectus, & Luna in horizonte spectatur, unde Parallaxis horizontalis est Parallaxium maxima. At si Luna in vertice in F existeret, evanesceret angulus ALT, & Lunæ locus in cælo visus idem esset ac verus, qui è Terræ centro conspicitur, in quo situ nulla erit Lunæ Parallaxis.

Cum Phænomeni cujusvis Parallaxis sit semper æqualis angulo, sub quo Telluris semidiameter per spectatoris locum ducta, è Phænomeno videtur, Solis nulla erit Parallaxis sensibilis. Nam uti sæpiùs dictum est, Terra ut punctum & sub nullo sensibili angulo è Sole videtur. Lunæ autem Parallaxis cum illâ in horizonte & nobis proxima videtur, gradum unum aliquot minutis superat. *Solis nulla erit Parallaxis sensibilis.*

Hinc sequitur Parallaxes semper reddere locum Lunæ depressiorem, & magis à vertice distantem, quàm revera esset, si è centro Terræ spectaretur hic Planeta; & hæc depressio mutationem loci Lunæ secundùm Eclipticam quoque inducet, facietque ut ejus Longitudo & Latitudo visæ à veris differant.

Sit enim in Figura circulus HCZ meridianus, ceu circulus per Spectatoris verticem & Polum traductus, Z vertex, HED horizon loci, CE Ecliptica, in qua sit verus locus Lunæ sine latitudine L; sit ZT circulus verticalis per Lunam transiens, cumque Parallaxis semper deprimit Lunam in verticali, locus Lunæ visus magis à vertice distabit, quam verus; sit locus visus *o*, erit L*o* Parallaxis altitudinis. Per locum visum *o* traduci concipiatur circulus ad Eclipticam Perpendicularis *om* Eclipticæ occurrens in *m*, *TAB. 27. fig. 3.* *Parallaxis Longitudinis.*

 erit

erit punctum illud locus Lunæ visus ad Eclipticam reductus, & L *m* erit Parallaxis longitudinis, seu distantia inter locum Lunæ verum & locum visum ad Eclipticam reductum, arcusque *om* seu distantia Lunæ ab Ecliptica in hoc casu erit Parallaxis Latitudinis.

Parallaxis Latitudinis.

Ut Phases itaque Eclipsium è dato loco spectabiles per Parallaxes definiantur, necesse erit, ut cognoscantur Lunæ Solisque loci veri, qui per tabulas Astronomicas pro dato quolibet temporis momento habentur, præterea cognoscendus est locus Lunæ in cælo visus, qui ex loco vero per Parallaxium calculum institutum, tam quoad Longitudinem quàm Latitudinem, definiendus est, quibus cognitis, sic inveniuntur Tempora & Phases.

TAB. 27. *fig.* 4.

Sit *pk* portio Eclipticæ, *s* locus Solis tempore conjunctionis veræ, *l* locus Lunæ visus ad Eclipticam reductus pro eodem temporis momento; *lo* Latitudo Lunæ visa, *ls* Longitudo Lunæ à Sole visa. Exiguo satis temporis intervallo ante conjunctionem veram inveniatur rursus locus Lunæ visus in Ecliptica qui sit *p*, ejusque Latitudo visa sit *pq*; ducatur *qo* quæ producta cum Eclipticâ conveniat in *k*, erit *qk* via visa Lunæ à Sole tempore conjunctionis. In triangulo *qon* rectangulo datur *on* differentia Longitudinum à Sole, & *qn* differentia Latitudinum, unde dabitur angulus *qon* seu *qkp* inclinatio viæ visæ ad Eclipticam, & latus *qo*, ex quo etiam inveniuntur *ot*, *tk* & *sk*. Nam *pl* est ad *qo* ut *ls* ad *ot*, & in triangulo *olk* ex datis *ol* & angulo *k* dabuntur *ok lk*, unde dabuntur *lk sk* & *st*. At cùm Lunæ centrum in *t* videtur, fit tempus conjunctionis visæ, adeoque si fiat ut *qo* ad *ot* seu ut *pl* ad *ls* ita tempus quo Luna percurrit lineam *qo* ad aliud, dabitur tempus inter conjunctionem veram & visam. Ex *s* in viam Lunæ visam demittatur perpendicularis *sm*. In triangulo rectangulo *skm* datur *sk* & angulus *k*, unde dabitur *sm*, quæ est minima visibilis centrorum Solis & Lunæ distantia. Si hæc distantia sit major summa semidiametrorum Solis & Lunæ, nulla videbitur Eclipsis; sin minor, differentia ad digitos reducta ostendet Eclipseos quantitatem. Ex datis *sm* & angulo exinde

inde *tsm* æquali angulo *k*, dabitur *tm*, & inde invenitur tempus, quo Luna ſemitæ viſæ portionem *tm* percurret hoc eſt tempus inter conjunctionem viſam & maximam obſcurationem.

Initium Eclipſeos viſibilis ſic definitur; ſit *pk* ut prius portio Eclipticæ, centrum Solis *s*, via Lunæ *qk*, *sm* diſtantia minima centrorum Solis & Lunæ; ducatur a Sole ad viam Lunæ recta *sq* quæ ſit æqualis ſummæ ſemidiametrorum Solis & Lunæ. Et cum centrum Lunæ in *q* cernitur, incipiet marginem Solis attingere, fietque Eclipſeos initium. in triangulo rectangulo *qsm* ex datis *qs sm*, dabitur angulus *qsm* ſcil. angulus incidentiæ; item *qm*, adeoque dabitur tempus quo Luna in via viſa percurrit ſpatium *qm*, quod à tempore obſcurationis maximæ ſubductum dat tempus initii Eclipſeos. TAB. 28. fig. 1.

Similiter invenitur tempus finis Eclipſeos, ſed ut illud habeatur invenienda eſt rurſus via Lunæ à Sole viſa poſt conjunctionem, quæ à priore differet: nam reverà inclinatio viæ viſæ ad Eclipticam continuò mutatur, ob continuas Parallaxium mutationes. Quæratur itaque intra horam vel exiguum ſatis temporis intervallum poſt conjunctionem Longitudo Lunæ à Sole viſa, ejuſque Latitudo viſa, & exinde inveniatur inclinatio viæ viſæ ad Eclipticam, motuſque Lunæ à Sole viſus, quibus datis, eadem methodo qua initium Eclipſeos inveſtigatur, finis quoque & temporis momentum innoteſcent.

Si quæratur Phaſis Eclipſeos pro dato quolibet temporis momento, quæratur pro illo momento Locus Lunæ in via viſa, quo centro, & intervallo æquali ſemidiametro Lunæ deſcribatur circulus, item centro, quod ſit locus Solis, deſcribatur alius circulus, cujus ſemidiameter ſit æqualis ſemidiametro Solis, horum circulorum interſectiones oſtendent phaſim Eclipſeos, quantitatem obſcurationis & cuſpidum poſitionem pro tempore dato.

Priuſquam huic Eclipſium doctrinæ finem imponamus, liceat Phænomenon ſatis notabile vobis exponere, ejuſque cauſam reddere.

Scil.

Scil. in Eclipsibus Lunæ totalibus, etiam dum Luna prope centrum umbræ versabatur, sæpius ea visa est tenui pallidâque luce perfusa: mirum fortasse plerisque videbitur, unde oritur hæc Lux: quidam enim eam Lunæ nativam esse suspicabantur, alii à Stellis Planetisque eam deducebant, nam interpositio Telluris omnem Solis lucem à Luna arcere, & densissimis tenebris conum umbrosum involvere videretur. At vero cum Terram amplectatur Sphæra Aëris satis crassa, & vi refractiva pollens, illa Solis radios è medio rariore obliquissime in se incidentes è propria directione detorquet, itaque illos refranget, ut umbrosum spatium pervadant lucis Solaris radii, Lunæque corpus interpositum illustrent, TAB 27. fig. 5. illudque nobis conspicuum reddant. Uti figuræ inspectione manifestum fiet.

Lectio XV.

De Phænomenis ex motibus Telluris & duorum Planetarum Inferiorum Veneris & Mercurii ortis.

HUcusque Telluris Lunæque motus contemplavimus, & varia inde orta Phænomena recensuimus. Luna autem est Planeta non Primarius, sed secundarius, quæ non aliter circa Solem, systematis nostri centrum, defertur quam quod Tellurem, ad quam proprie pertinet, in annuo suo cursu perpetuo comitatur.

Planetæ Primarii sex.

At Primarii nostri Systematis Planetæ, qui circa Solem & nullum aliud corpus circuitus perficiunt, sunt numero tantum sex, scil. Mercurius ☿, Venus ♀, Tellus ♁, Mars ♂, Jupiter ♃, & Saturnus ♄, quorum motus indeque orta Phænomena vobis, Academici, sunt nunc exponenda. Et primo Veneris atque Mercurii orbitas Solem ambire, easque intra Telluris orbitam includi, superius demonstravimus, cumque brevioribus Periodis quam Terra circuitus absolvunt, manifestum est hos Planetas è Sole conspectos, nunc magis nunc minus in cælo à Tellure distare videri, & nunc in oppositis sitis cæli punctis spectari, nunc in eodem cum Tellure puncto conjungi, & cum circa Solem celerius ferantur, eos post conjunctionem à Tellure decedere, eam-

que

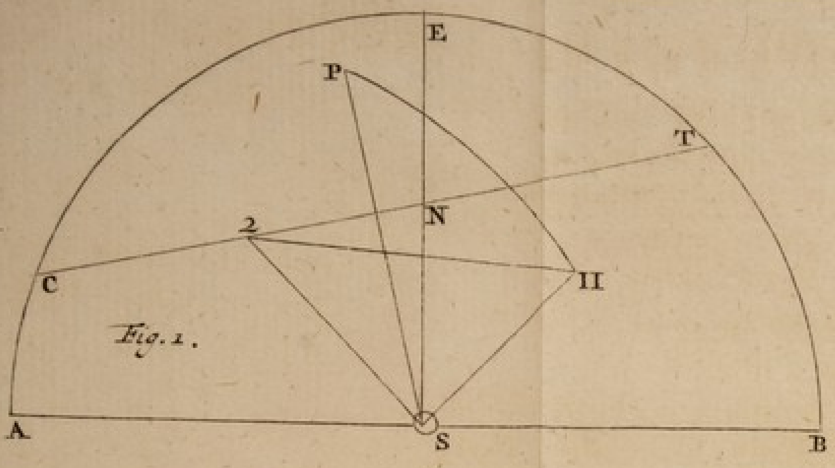


Fig. 1.
E
P
T
N
2
C
II
A
S
B

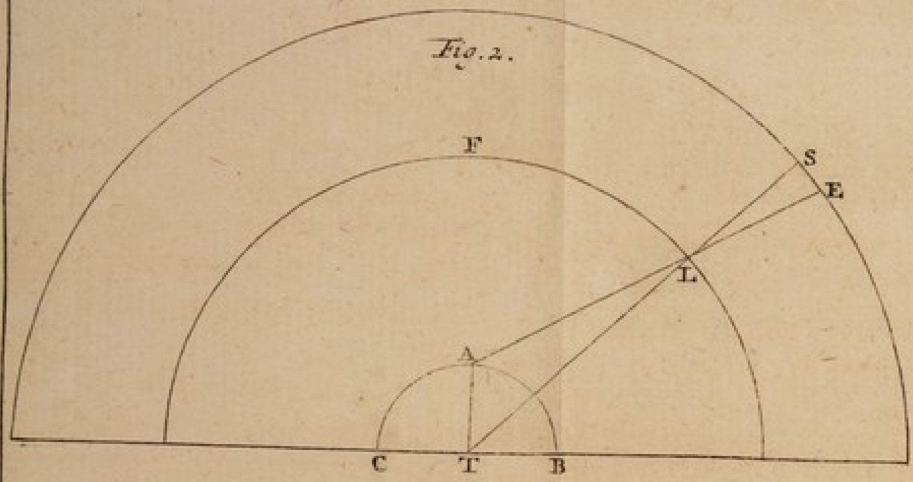


Fig. 2.
F
S
E
L
A
C
T
B

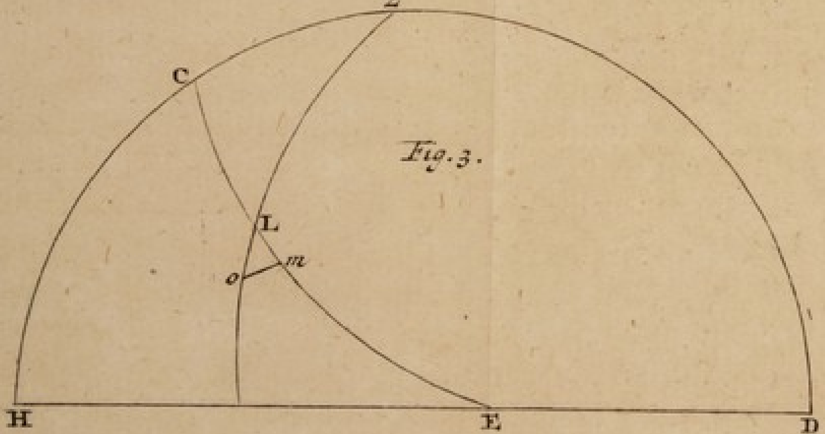


Fig. 3.
Z
C
L
m
o
H
E
D

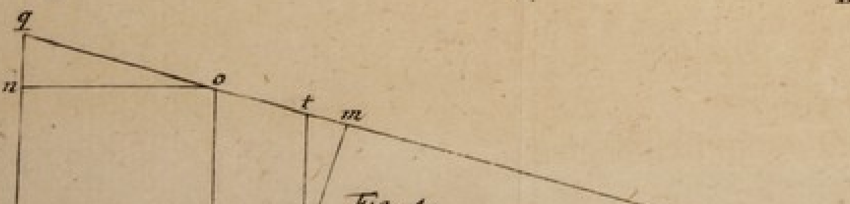


Fig. 4.
q
n
o
t
m
p
l
s
k

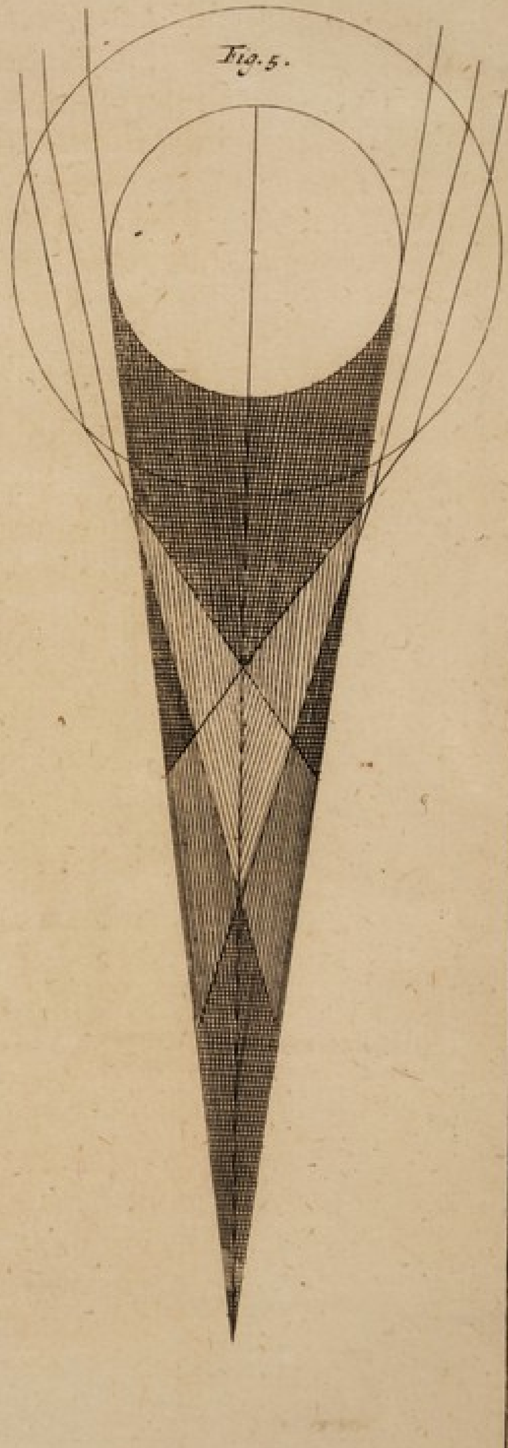


Fig. 5.

que ſegnius incedentem poſt ſe relinquere aſpiciet ſpectator in Sole conſtitutus.

Hinc etiam patet hos Planetas e Tellure viſos nunc magis, nunc minus à Sole elongari, & aliquando quoque cum Sole conjungi videri: verum conjunctiones illæ non tantum fiunt cum Tellus e Sole cum Planeta conjungitur, ſed etiam cum eidem opponi videtur. Sit enim s Sol, A B C orbita Telluris, F H V orbita Veneris, ſitque Terra in T, & Venus in V, in recta ſcil. quæ Solis & Telluris centra conjungit, in quo ſitu Venus e Sole viſa in conjunctione cum Terra videtur, ſicut Sol e Tellure viſus Veneri conjungitur. TAB. 18. fig. 2.

At ſi Terra foret in T, cum Venus ſit in F, illa e Sole videretur Veneri opponi; & in contrariis cæli plagis conſpicerentur hi Planetæ. Verum Spectatore ad Terram translato, Venus Soli non opponi, ſed eidem conjungi ſpectabitur. In primo conjunctionum caſu, Venus inter Solem & Terram interponitur; in poſteriore, Sol inter Terram & Venerem medius locatur. Prior dicitur conjunctio Inferior, Poſterior conjunctio Superior. *Duo conjunctionum caſus.*

Poſt utraſque has conjunctiones, Venus à Sole recedere, & indies magis elongari videtur, nunquam tamen Soli oppoſita cernitur; ſed & nunquam aſpectum quadratum, aut ſextilem attinget, & omnium maxime à Sole elongatur circa locum illum, ubi linea, Telluris & Veneris centra connectens, Veneris orbitam tanget, ut circa D. Nam cum Venus ulterius ad H promovetur, ejus locus in cælo à Solis loco minus diſtare videbitur quam prius, & antequam ad locum illum pervenerit, ſemper à Sole magis recedebat; at loco illo relicto, ad Solem continuo magis accedat: neceſſe eſt, ut inter receſſum & acceſſum quaſi ſtationaria reſpectu Solis videatur, & proinde ejus motus apparens erit motui apparenti Solis æqualis. Arcus circuli maximi inter centra Solis & Veneris interceptus dicitur *Elongatio hujus Planetæ à Sole.* *Elongatio Planetæ à Sole.*

Obſervandum tamen eſt, Elongatio Planetæ à Sole, ubi recta à Planeta ad Terram ducta, Planetæ orbitam tangit, ſit tantum maxima in orbe circulari in cujus centro eſt Sol. *Elongatio non ſemper eſt maxima quando Planeta in tangente videtur.*

Tt Nam

Nam in orbitâ Elliptica fieri poteſt, ut poſt deceſſum Planetæ à puncto contactus, ejus diſtantia à Sole creſcat; at non pariter creſcant diſtantiæ Solis & Planetæ à Terra, ſed potius decreſcant, adeoque in duobus triangulis major baſis majorem angulum ſubtendet. Sed cum Planetarum orbitæ ad circularem formam quam proxime accedunt, hæ minutiæ negligi poſſint.

Maxima Veneris Elongatio, ſeu angulus STD, obſervatione deprehenditur eſſe 48 circiter graduum. Et exinde in orbita circulari datur diſtantia Veneris à Sole reſpectu Telluris diſtantiæ ab eodem. Eſt enim ST ad SD ut Radius ad ſinum anguli STD ſeu Elongationis maximæ.

Hinc etiam manifeſtum eſt, Venerem, dum illa à conjunctione cum Sole in ſuperiore orbitæ ſuæ parte, ſeu à Terra remotiſſima, ad conjunctionem cum Sole in inferiore orbitæ parte ſeu Terræ proxima tendit, ſemper videri Sole orientaliorem, adeoque toto illo tempore Sole poſterior occidit Venus, ſeu poſt Solis occaſum, Veſperuſque dicitur, noctis & tenebrarum prænuncia; at dum ab inferiore conjunctione ad ſuperiorem tendit, Sole occidentalior ſpectatur, & ante Solis occaſum occidit, ante ejus ortum oritur, adeoque mane tantum conſpicietur, & tunc Phoſphorus dicitur, lucis exortum ſecum afferens.

Ponamus Venerem atque Tellurem è Sole ſpectatas in V & T conjungi, hoc eſt in eodem Eclipticæ puncto videri. In quo caſu Venus & Sol è Terra in conjunctione ſpectantur. Venus deinde celerius mota poſtquam ad V rurſus pervenerit, & integrum circulum ſeu quatuor rectos motu angulari ad Solem perfecerit, Terram interea ulterius progreſſam nondum aſſequetur; ideoque opus erit, ut ulterius in orbita ſua deferatur Venus, quo è Sole rurſus in eadem recta cum Terra videatur, ſit recta illa SLM ſcil. cum Venus ſit in L, Tellus ſit in M, & neceſſe erit, ut Venus priuſquam Terram aſſequatur, integrum circuitum, ſeu quatuor rectos circa Solem, abſolvat, & inſuper motum angularem æqualem motui angulari Telluris interea facto. Motus autem angulares Telluris & Veneris circa Solem

co-eodem tempore facti, sunt reciproce ut eorum tempora periodica; erit itaque, ut tempus Periodicum Telluris ad tempus periodicum Veneris, ita motus angularis Veneris qui æqualis est quatuor rectis una cum motu angulari Telluris facto inter tempus unius conjunctionis & proximæ ad motum illum Telluris angularem: adeoque per divisionem Rationis, ut differentia temporum periodicorum Telluris & Veneris ad tempus Periodicum Veneris, ita quatuor recti ad quartum, qui dabit motum angularem Telluris inter duas proximas conjunctiones inferiores factum. Tempus autem Periodicum Telluris est dierum 365, horarum 6, seu horarum 8766. Et Veneris tempus Periodicum est dierum 224 horarum 16, seu horarum 5392, quarum differentia æqualis est 3374 horis. Fiat itaque ut 3374 ad 5392, ita quatuor recti seu 360 gradus ad gradus 575 qui motus æqualis est integræ circulationi & dimidio, & insuper 35 gradibus, & perficitur hic motus in uno anno & diebus 218. Adeoque si Venus hodie in inferiori orbitæ parti cum Sole conjungatur, non nisi post Annum, septem menses & duodecim dies, iterum Soli juncta conspicietur, & si una conjunctio in initio Arietis accidat, sequens circa septimum Scorpionis gradum celebrabitur. Idem quoque intercedit tempus inter duos quoslibet Veneris situs respectu Solis similes, verbi gratia, inter duas conjunctiones superiores, vel inter duas proximas Veneris positiones, ubi illa datam ad eandem plagam à Sole obtinet elongationem.

Determinatur tempus inter duas ejusdem generis conjunctiones.

Hoc problema, simileque de Lunæ conjunctionibus cum Sole mediis, aliter solvunt plerique Astronomi. Quærunt enim motum diurnum Telluris è Sole visum; item Veneris quoque motum diurnum, horumque motuum differentia erit motus Veneris à Terra, diurnus; v. gr. cum motus Telluris medius sit quolibet die 59′ & 8″, Veneris autem motus diurnus sit, 1 gr. 36. 8″ quorum differentia est 37′; per illud spatium Venus quotidie à Tellure recedere, vel ad illud accedere videtur. Fiat igitur ut 37′ ad gradus 360, seu ad 21600 minuta prima, ita dies unus ad spatium temporis quo Venus à Tellure per 360 gradus re-

Alia methodus solvendi Problema.

cesserit, hoc est ad spatium temporis, quo ad idem reverterit, seu ad tempus inter duas conjunctiones proximas elapsum, quod invenitur esse dierum 583.

Verum hæ conjunctiones secundum motus medios seu æquales tantum computatæ sunt, ideoque conjunctiones Mediæ dicuntur. At quoniam Venus & Tellus in orbitis Ellipticis circa Solem ferantur, motusque earum inæquabiles sunt; fieri potest, ut conjunctiones veræ serius aut citius per aliquot dies accidant, quam per præcedentem computum fieri debent. Data autem conjunctione mediâ, conjunctio vera sic exquiretur. Sit ABC Ecliptica, in qua TAB. 28. fig. 3. punctum A sit locus conjunctionis mediæ, ad cujus tempus, computetur per methodos Astronomis notissimas, verus locus Veneris ad Eclipticam reductus, qui sit D. Item verus locus Telluris sit T, & inde dabitur locorum Telluris & Veneris distantia DT, datur quoque utriusque Planetæ motus angularis pro dato quolibet tempore, v. gr. pro sex horis; quorum motuum differentia dabit accessum vel recessum Veneris à Tellure, spatio sex horarum. Fiat itaque, ut differentia illa motuum ad arcum DT, ita sex horæ ad tempus inter conjunctionem mediam & veram, quod tempus demptum aut additum (prout Venus est orientalior aut occidentalior Tellure) tempori conjunctionis mediæ, dat tempus conjunctionis Veræ.

Distantia Veneris à Terra semper mutabilis. Ex figura manifestum est Veneris à Tellure distantiam esse continuo mutabilem, maximam autem esse cum Venus est in conjunctione cum Sole superiore, & minimam esse cum est in conjunctione inferiore; & differentia quidem tanta est, ut illa æqualis sit integræ diametro orbitæ Veneris. Estque distantia Veneris è Tellure in conjunctione cum Sole superiore, ad ejusdem distantiam in conjunctione inferiore ~~ut 1 ad 6~~; sexiesque proinde magis Venus ad Tellurem accedit in una positione quam in alterâ, & tantum quoque mutatur Veneris apparens diameter è Tellure visa. Sed & distantiæ maximæ & minimæ per excentricitates orbium mutantur; nam omnium maxima sit distantia, quando conjunctio superior celebratur Venere & Tellure existentibus in Aphe-

Apheliis. Et omnium minima eſt diſtantia Veneris à Tellure, quando conjunctio inferior accidit, Venere in Aphelio & Tellure in Perihelio exiſtentibus.

Cum Venus ſit corpus Sphæricum & opacum, Solis luce non ſua reſplendens, oportet ut ea ſolum facies lucida videatur, quæ Soli obvertitur, alterum autem oppoſitum Veneris hemiſphærium luce orbetur, & inviſibile maneat; quapropter ſi talis ſit Telluris ſitus, ut tenebroſum illud hemiſphærium ei obvertatur, Venus Terricolis inconſpicua fiet, niſi forte in Solis diſco nigræ inſtar maculæ videatur. Si vero tota illuſtrata facies Terræ obvertatur, Venus pleno orbe fulgens videbitur. Et pro vario Telluris reſpectu Veneris, & Solis ſitu, varia erit forma atque figura, ſub qua Venus conſpicietur, phaſeſque ſubibit, Lunæ Phaſibus per omnia ſimiles.

Sit ABCDEFG orbita Veneris; TL Telluris orbitæ portio, ſitque Terra in T, & Venus in A in conjunctione ſcil. ſuperiore cum Sole. Patet in hoc Planetarum ſitu, faciem Veneris illuminatam totam Terræ obverti, atque proinde Venus inſtar Lunæ plenæ, ut circulus lucidus apparebit. Cum Venus ad ſitum reſpectu Solis & Telluris, qualis eſt B, pervenerit; pars aliqua obſcuri hemiſphærii eidem obvertitur, & proinde Veneris facies à Tellure viſibilis, à circulo deficiet, & gibboſa apparebit; ad C perventa Venere, hemiſphærii illuſtrati dimidium è Tellure videtur, Venuſque dimidiata apparet ad inſtar Lunæ in prima vel ultima Quadratura. Venere in D exiſtente, parva tantum illuminatæ ſuperficiei pars Terræ obvertitur, cumque figura Veneris ſit ſphærica, quæ ob magnam à Terra diſtantiam, ut plana videtur, pars illuminata in cornua à Sole averſa, protendi videtur. Venus cum è Terra in E videtur, in conjunctione ſcil. inferiore cum Sole, totum ejus tenebroſum hemiſphærium Telluri obvertitur, Venuſque fit inviſibilis, niſi forte ut nigra macula, per Solis diſcum tranſcurrere videatur, quod jucundum ſpectaculum ſemel Horoxcio noſtro contigit. Eaſdem phaſes ſubibit Venus dum per FG, ad H tranſit, ſcil. circa F corniculata, in G dimidiata, & in H. Gibboſa apparebit.

Phaſes Veneris. TAB. 28. *fig.* 4.

Copernici vaticinium. Hæ Veneris apparentiæ, etsi nudo oculo se non produnt telescopio tamen distincte conspiciuntur. Ante inventum telescopium, quando Copernicus Systema Antiquum Pythagoricum renovavit, & orbi literato proposuit, asseruitque Planetas omnes, inter quos Terram locavit, circa Solem in centro immobilem moveri, ei objectum fuit, si talis esset Planetarum motus, debere Veneris Phases Lunæ Phasibus esse similes. Respondet Copernicus, eas reverà ita esse fortasse venientibus sæculis dignoscent Astronomi. Hanc Copernici Prædictionem primus implevit magnus Galilæus Philosophus lynceus, qui telescopium ad Venerem dirigens, eam Phasibus suis Lunam æmulari deprehendit; quod Systema Pythagoricum mirifice confirmavit.

TAB 28. *fig.* 5. Si centra Solis, Terræ & Planetæ, rectis jungantur, quæ faciunt triangulum TSO; & per centrum Planetæ erigantur plana ad rectas TO SO normalia, quorum illud abscindet Planetæ Hemisphærium Terræ obversum, hoc Hemisphærium à Sole illustratum; erit Trianguli TSO exterior angulus ad Planetam SOP æqualis angulo moq, quem metitur illuminati semicirculi pars mq, quæ Terræ obvertitur. Est enim angulus sor æqualis angulo pom, nam uterque rectus est, & angulus roP æqualis angulo poq, sunt enim ad verticem; quare ablatis æqualibus erit angulus SOP æqualis angulo moq, quem arcus mq metitur. Semicirculi itaque illustrati pars mq, quæ terræ obvertitur, metitur angulum SOP, & arcus ille è Terra visus in suum sinum versum projicitur. Uti de Luna superius ostensum fuit. Hinc illuminatio Veneris è Terra spectata, cæteris paribus est ad illuminationem totam, ut sinus versus anguli exterioris ad Venerem, ad circuli diametrum.

Phasium accurata determinatio.

Venus non est lucidissima cum pleno fulget orbe. Quamvis Venus in situ A Terricolis pleno orbe splendeat, non tamen in ea positione maxime & lucidissime fulget; diminuitur enim ejus splendor ob majorem à Tellure distantiam, idque in majore ratione, quam crescit faciei illuminatæ pars è Terra conspicua. Nam Veneris fulgor decrescit in duplicata ratione distantiæ auctæ. At pars illustrata crescit in ratione sinus versi anguli exterioris ad Planetam.

Ita-

Itaque ejus fulgor maximus non eſt, cum circa A verſatur Planeta, ſed major erit circa O. Sit enim Venus in O quatuor vicibus Telluri propior quam in A, in O lucidæ faciei partes datæ ſedecies plus luminis ad Tellurem diffundent, quam cum Planeta eſt in A. Sed in O fieri poteſt, ut pars circiter quarta diſci illuminati Terræ obvertatur. Adeoque magis augetur Veneris ſplendor ob diminutam diſtantiam, quam minuitur idem ob decreſcentem phaſim.

Si quæratur in quo ſitu Veneris ſplendor ſit maximus; hujus Problematis ſolutionem dedit concinnam ſummus Geometra & Aſtronomus Edmundus Halley Collega meus, in Actis Philoſophicis Londinenſibus N° 349, ubi oſtendit Venerem omnium maxime fulgere, cum elongatur à Sole 40 circiter gradibus, ubi tantum pars quarta diſci luminoſi è Terra conſpicienda ſit; in quo ſitu, Venus die & lucente Sole conſpecta fuit. Admirabilis eſt illa Veneris pulchritudo, qua proprio lumine carens, & tantum Solis mutuatitio lumine gaudens, in tantum ſplendorem erumpit, quantum non habet Jupiter, non Luna, cum æque à Sole elongatur: illius quidem lumen, ſi ad Veneris lumen comparetur, majus quidem erit ob apparentem corporis magnitudinem, at iners, mortuum, ac veluti plumbeum videtur; tantum præ illa Venus revibrat vegetum ſplendorem. *In quo ſitu Venus maxime lucida eſt.*

Si planum orbitæ Veneris coincideret cum plano Eclipticæ, videretur Venus ſemper in Ecliptica incedere. At motus Veneris non fit in plano Eclipticæ, ſed in plano, quod ad illud inclinatur angulo trium graduum & 24 min: ſecatque planum Eclipticæ in linea per Solem tranſeunte, quæ *Linea Nodorum* vocatur, punctaque ubi orbita Planetæ producta Eclipticam ſecat *Nodi* dicantur. Adeoque Venus nunquam è Sole vel è Tellure in plano Eclipticæ videbitur, niſi cum in nodis verſatur; in aliis orbitæ ſuæ punctis nunc minus, nunc magis, ab Ecliptica diſtabit: & è Sole viſa maxima ejus ab Ecliptica diſtantia erit, cum nonaginta gradus ab utroque Nodorum removetur. *Orbita Veneris non coincidit plano Eclipticæ.*

Sit TAB circulus in Eclipticæ plano, LnVN orbita Ve- TAB. 29. *fig.* 1.

ne-

neris, quæ planum Eclipticæ fecet in lineâ N *n*; concipiendum eft orbitæ dimidium N L *n* fupra planum Eclipticæ attolli, altera autem medietas N V *n* infra Eclipticam deprimi; cum Venus eft in orbitæ fuæ puncto N, erit in plano Eclipticæ, ad P autem progreffa, ab Ecliptica deflectere videtur, longius autem ad L provecta planeta, ita ut NL fit circuli quadrans, maxime ab Ecliptica recedere videbitur, punctumque L vocatur *Limes;* Nam poft digreffum ab L rurfus ad Eclipticam accedit Planeta. Si à Venere in P ad planum Eclipticæ demittatur normalis linea PE; & ducatur SE, angulus PSF metietur diftantiam Veneris ab Ecliptica, & vocatur *Latitudo* Veneris *Heliocentrica*, qualis è Sole videtur. Hæc autem Latitudo ex dato Planetæ loco in fua orbita, hac ratione exquiritur. Sit arcus NE portio Eclipticæ, NP portio orbitæ Planetæ ad cælum productæ, P locus ejus, N nodus; per locum Planetæ tranfeat circulus ad Eclipticam perpendicularis, hujus circuli arcus PE, inter Planetam & Eclipticam interceptus, erit diftantia Planetæ ab Ecliptica, feu menfura anguli PSE. In triangulo fphærico PNE, rectangulo ad E, datur latus NP diftantia Planetæ à nodo, item angulus N inclinatio planorum orbitæ & Eclipticæ, quare per Trigonometriam innotefcet latus PE, Latitudo Planetæ Heliocentrica, quæ erat invenienda. Latitudo hæc Heliocentrica, quoties Planeta in eodem orbitæ fuæ puncto invenitur, conftans & immutabilis eft. At *Latitudo Geocentrica*, feu diftantia Planetæ ab Ecliptica e Tellure vifa, etiamfi in eodem orbitæ fuæ puncto confpiciatur, continuo mutatur pro vario fitu Telluris, refpectu Planetæ. Sit enim BTA*t* orbita Telluris, NP*n* orbita Planetæ, qui fit in P, à quo ad planum Eclipticæ demitti concipiatur perpendicularis PE. Hæc linea, in quocunque orbitæ fuæ puncto locetur Tellus, fubtendet angulum, qui Planetæ Latitudinem Geocentricam metitur. Sit itaque Tellus in T, & Venus in P Telluri proxima, in quo fitu Venus videtur in conjunctione cum Sole inferiore, ejus Latitudo Geocentrica per angulum PTE menfurabitur. At Venere in eodem loco P exiftente, fi Tellus punctum *t* occuparet, & Venerem videat in conjun-

Latitudo Heliocentrica.

Latitudo Geocentrica.

TAB. 29. *fig.* 2.

TAB. XXVIII.

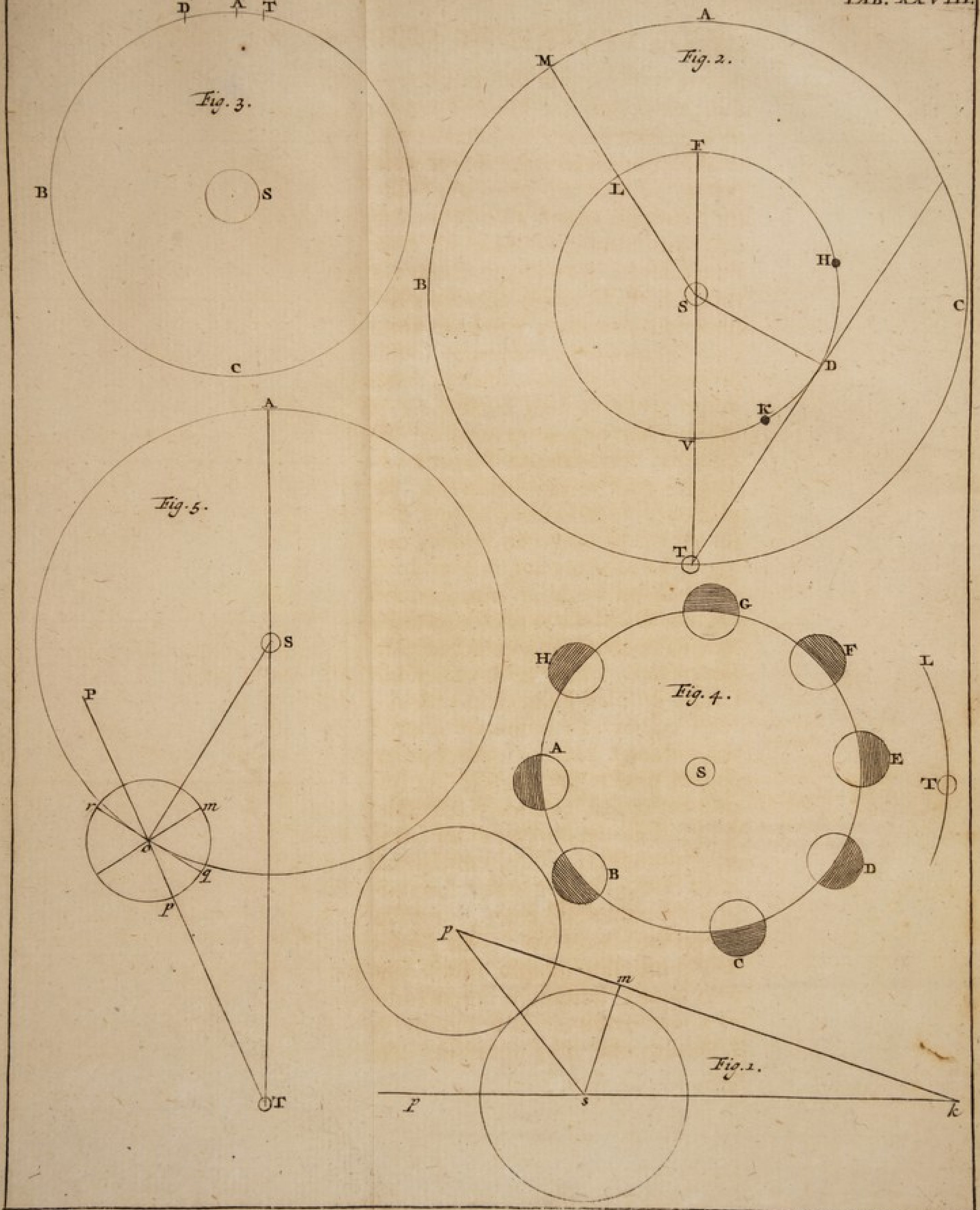


Fig. 1.
p
m
P
s
k
Fig. 2.
A
M
F
L
H
B
S
C
D
K
V
T
Fig. 3.
D
A
T
B
S
C
Fig. 4.
G
H
F
L
A
S
E
T
B
D
C
Fig. 5.
A
S
P
r
m
o
q
p
T

junctione superiore, ubi longissime ab illa distat, Latitudo Geocentrica erit secundum angulum P*t*E mensuranda, qui angulo PTE multo minor est, ob distantiam P*t* distantia PT multo majorem. Hæc eadem de Mercurii Latitudine sunt intelligenda. Unde patet, quod Planetarum Inferiorum, cæteris paribus, Latitudo visa major est, cum hi Telluri sunt proximi, minor cum sunt remotissimi. Et quidem fieri potest, ut Veneris Latitudo Geocentrica major sit Heliocentrica, cum scil. intra Solem & Terram locatur, ubi Telluri quam Soli propior est. At Mercurius cum semper longius à Tellure quam à Sole distet; semper minor erit ejus Latitudo Geocentrica quam est Heliocentrica, quæ cum maxima est, septem fere gradibus æquatur; tanta enim est inclinatio ejus orbitæ ad planum Eclipticæ.

Cum nullius Planetæ orbita jaceat in Ecliptica, sed quælibet eam secat in recta, quæ per Solem transit, necesse est ut Planetæ omnes bis tantum in qualibet periodo, in Ecliptica videantur, scil. cum in propriis nodis versantur; aliis omnibus temporibus nunc magis, nunc minus, ab Ecliptica migrare conspicientur; sunt tamen certi & determinati limites, extra quas nunquam divagantur Planetæ. Adeoque si concipiatur in cælo Zona, seu spatium latum viginti circiter graduum, per cujus medium incedit Ecliptica, hoc spatium Planetas omnes ambitu suo semper continebit, & *Zodiacus* nominatur, ab imaginibus animalium, seu Asterismis qui hanc cæli partem occupant, nomen ducens. Tellus regia semper incedens via, nusquam ab ejus medio seu ab Ecliptica deflectit, ideoque neque Sol ab illa declinare videbitur. Luna & errones quinque ad decem quandoque gradus interdum versus Meridiem, interdum versus Septemtrionem exspatiantes, intra Zodiaci tamen limites motus suos exercent. *Zodiacus quid?*

Hucusque contemplati sumus motus atque Phases Veneris ex ejus situ respectu Solis & Telluris pendentes, Nunc motum e Tellure visibilem in cælis secundum Zodiacum perpendamus. Sit ABC orbita Veneris, TGF orbita Telluris, LMO circulus referat Zodiacum ad Stellas fixas productum; *Motus Veneris in Zodiaco.* TAB. 29. *fig.* 5.

 sit

ſit primo Tellus in T & Venus in A, prope ſuperiorem cum Sole conjunctionem; Patet ſpectatorem e Tellure Venerem in cælo referre ad punctum Zodiaci L; & ſi Tellus quieſceret, dum Venus arcum AB in orbita propria percurreret, illa portionem Zodiaci LM deſcribere videretur. At quia Tellus interea movetur, cum Venus eſt in B, appellit Tellus puncto orbitæ ſuæ H, ex quo Venus conſpicietur in N, & per arcum Zodiaci LMN deferri videbitur; eritque Venus magis in orientem progreſſa quam in priore caſu. Cum vero Venus ad C pervenerit, Tellus ad G defertur, ita ut Venus in recta ejus orbitam tangente & in Zodiaci puncto O conſpicietur. In quo ſitu, motus ejus apparens erit fere æqualis motui apparenti Solis. Moveatur deinde Venus ex C ad A rurſus, & interea Tellus arcum GK percurrat, & Venus circa conjunctionem inferiorem cum Sole videbitur, & in illo ſitu ad Zodaici punctum P e Tellure referetur, cumque prius in O conſpiciebatur Venus, per arcum OP regreſſam eſſe, ſeu ab ortu in occaſum contra ſeriem ſignorum tendere, ſpectabitur: Cumque in C una cum Sole progredi viſa fuit, in A autem celerrime regredi; oportet ut ſit locus aliquis medius inter C & A, ubi nec regredi, nec progredi, ſed ut ſtationaria videatur, & eundem in cælis locum per aliquod tempus conſervare. Perveniat jam Venus ad E, & Tellus ad F, & Venus è Tellure videbitur in Eclipticæ puncto Q magis regreſſa; ubi autem Venus videtur è Tellure in recta quæ ejus orbitam tangit, rurſus motum progreſſivum cum Sole habebit. Adeoque inter mutationes curſus, ſeu inter motum progreſſivum & regreſſivum, Venus morabitur nonnihil, & eodem in loco per aliquot dies conſiſtere videbitur; ubi autem Tellus ad D pervenerit, & Venus ſit in C, videbitur per arcum Zodiaci QR motu celeri verſus orientem progrediiſſe. Hinc Venus, cum in ſuperiore cum Sole conjunctione verſetur, ſemper directe incedere, ſeu ſecundum ſignorum ſeriem moveri conſpicitur: At cum eſt in inferiore conjunctione, ſeu cum inter Solem & Terram exiſtet, tunc regredi & contra ſeriem ſignorum ferri apparet.

Motus Veneris progreſſivus.

Motus Regreſſivus.

Venus ſtationaria.

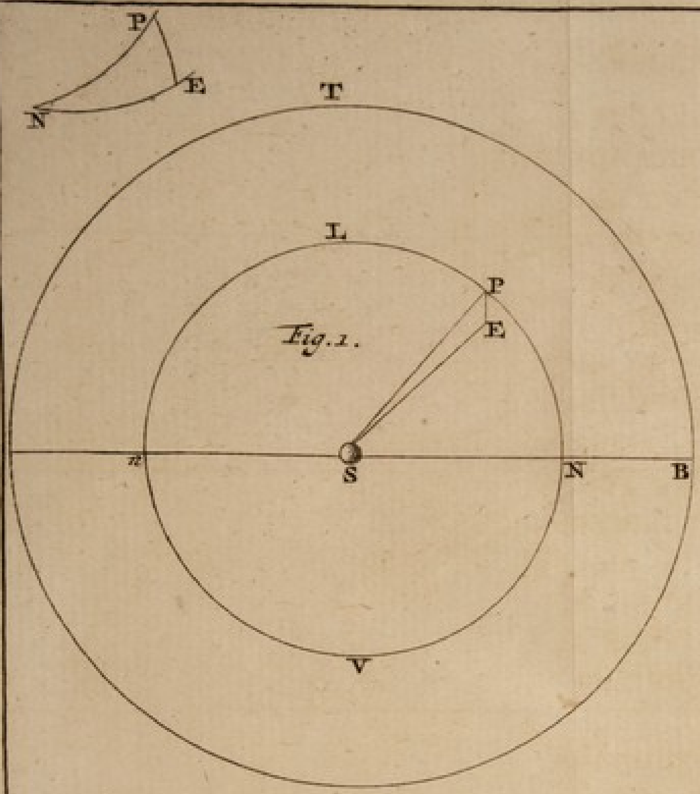
Quando Venus directa.

Quando regredi videtur.

Similes ſunt Phaſes Mercurii.

Quæcunque de Veneris motibus oſtendimus, ea quoque de

TAB. XXIX.


P
E
N
T
L
P
E
Fig. 1.
n
S
N
B
V

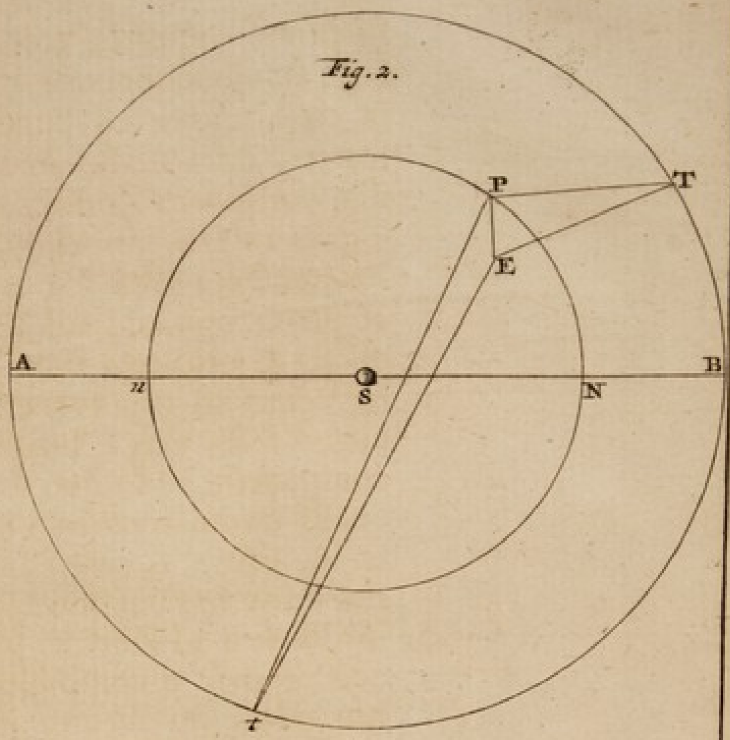
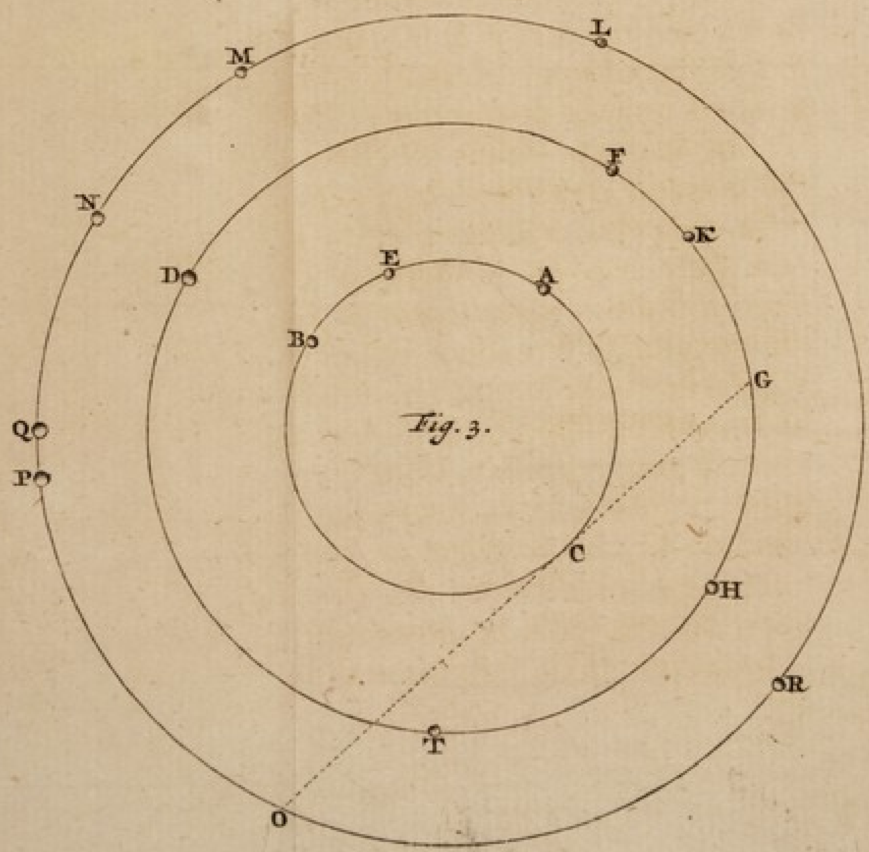


Fig. 2.
P
T
E
A
n
S
N
B
t


M
L
F
N
K
E
A
D
B
G
Fig. 3.
Q
P
C
H
R
T
O

de Mercurio ejuſque motibus vera erunt. At Mercurii conjunctiones cum Sole, Directiones, ſtationes, & regreſſus frequentiores ſunt, quam Veneris, hic enim celerior & in minore orbita latus, ſæpius Tellurem aſſequitur quam Venus. Maxima Mercurii à Sole digreſſio adæquat circiter gradus 33. Ex his patet, quod horum Planetarum motus apparentes, è Tellure viſi ſunt admodum inæquales, qui nunc progredi, nunc ſtare, mox regredi, & rurſus ſtare cernuntur: at ſpectator in Sole locatus, hos Planetas ſemper eodem tenore progredientes conſpiciet. Nam talis eſt in his Planetis è Terra apparens motuum inæqualitas, ut æquabili circa Solem lationi accurate reſpondeat, unde liquet non Tellurem, ſed Solem eſſe centrum motus Planetarum inferiorum. rectius 28

Sicuti ſuperius oſtenſum fuit, orbitam Telluris non eſſe circulum ſed Ellipſim, hoc idem verum erit de orbitis Veneris atque Mercurii, & cæterorum Planetarum, quorum omnium orbitæ ſunt Ellipſes, quæ ~~non~~ communem focum habent, in quo Sol reſidet, circa quem motibus licet inæqualibus Planetæ ferantur, certa tamen & immutabili lege motus ipſorum reguntur; nam ita Ellipſeos perimetrum percurrunt, ut ab ipſorum centris, Radiis ad Solem ductis, deſcribant ſeu verrant Areas Ellipticas temporibus proportionales; adeoque in Apheliis tardius incedunt Planetæ, in Periheliis velocius feruntur. Aphelia autem aliter quam Lunæ Apogæon vel quieſcunt, vel lento amodum motu progrediuntur, adeoque ſaltem per unius hominis ætatem tanquam quieſcentia haberi poſſunt. Obſervandum autem eſt Mercurii orbitam eſſe omnium maxime excentricam. Nam ejus Excentricitas eſt ad diſtantiam mediam ut 2051 ad 10000. *Orbitæ Planetarum ſunt Ellipſes.*

LECTIO XVI.

De Motibus Planetarum ſuperiorum Martis Jovis & Saturni & Phænomenis inde ortis.

IN Phænomenis inferiorum Planetarum explicandis ſatis diu immoratum eſt. Ad ſuperiores Planetas eorumque motus contemplandos accedimus. Sit itaque ABCT orbita TAB. 30. *fig.* 1.

Telluris. Rotentur circa Solem Saturnus, Jupiter & Mars in diversis ab illo distantiis, diversisque temporum periodis circuitus perficientes; sitque PQV portio Zodaici, in quo motus suos peragere videntur. Primo patet hos Planetas è Sole visos, posse cum Terra conjungi vel etiam eidem opponi. Scil. si Saturnus sit in ♄, potest Tellus in M locari, in recta quæ Solem & Saturnum conjungit, in quo situ è Sole videntur Planetæ in conjunctione. Vel potest Tellus in eadem recta in contrarias partes producta, in B scil. existere, ubi e Sole Saturno opponi videbitur: at in hoc situ, Sol è Tellure visus cum Saturno conjungi apparebit. 2do Patet Planetas hos è Terra visos posse aspectum quemlibet ad Solem obtinere, seu in dato quovis angulo à Sole elongari, quod in inferioribus fieri non potuit, qui semper in Solis vicinia commorantur. Nam à Terra T duci potest recta TP, quæ orbitas omnes secat, & cum TS recta Solis & Terræ centra conjungente datum faciat angulum STP, adeoque cum Terra est in T, Saturnus fieri potest in F, cujus elongatio à Sole est angulus STF. Præterea quando Terra & quilibet Planeta superior e Sole in conjunctione videntur, Planeta ille e Terra spectatus, Soli opponi conspicietur; eosque opposita cæli puncta occupare videbit Terricola.

Tempus determinatur, in quo Planeta superior ad conjunctionem aut oppositionem aut revertitur.

Conjungatur quilibet Planeta superior v. gr. Saturnus cum Tellure e Sole spectatus; Post conjunctionem, cum Terra velociore motu angulari feratur quam Saturnus, illam à Saturno magis indies recedere aspiciet Solicola; cumque Tellus arcum 59 min. & 8 secund. motu medio quotidie describit, Saturnus autem, tantum duo minuta prima, erit motus Telluris à Saturno, e Sole visus, quolibet die 57 min. & 8 secunda; si itaque fiat ut 57 min. & 8 secunda ad gradus 360, ita dies ad quartum, dabitur numerus dierum, in quibus Tellus rursus Saturno conjungi videbitur, æqualis scil. diebus 378. Sed cum Tellus & Saturnus, e Sole spectati, conjunguntur, Sol & Saturnus e Tellure visi opponuntur; ergo tempus inter duas proximas oppositiones Solis & Saturni ex motibus eorum mediis computatas, æquatur diebus 378 seu Anno cum diebus tredecim. Idem inter-tercedit tempus inter duas conjunctiones Saturni cum Sole proximas e Tellure visas; vel inter duas quaslibet similes Saturni Elongationes à Sole: Tempusque inter conjunctionem & proximam oppositionem est hujus spatii dimidium, nempe dies 189.

Similiter invenietur Tempus inter duas proximas Jovis cum Sole conjunctiones, aut eidem oppositiones esse æquale Anno una cum triginta tribus diebus. At Mars post unam oppositionem, sequentem non attinget, nisi post binos annos, & insuper quinquaginta dies.

Planetæ omnes Soli oppositi oriuntur occidente Sole, & occidunt illo oriente; post autem digressum Planetarum à Solis opposito, manent Sole orientaliores, postque Solis occasum vesperi sunt conspicui, donec Soli conjuncti simul cum illo occidunt & oriuntur, deinde post eorum à Sole recessum fiunt Sole occidentaliores, & mane ante Solis ortum tantum conspici possunt; nam vespere citius Sole occidunt, donec ad oppositum Solis perveniunt, ubi rursus oriuntur occidente Sole.

Uti de Inferioribus ostensum fuit, ita quoque superiorum Planetarum orbitæ non jacent in plano Eclipticæ, sed eorum omnium plana Eclipticam secant in rectis, quæ per Solem transeunt, & Nodorum Lineæ dicuntur. Punctaque ubi hæ lineæ Eclipticæ occurrunt, Nodi vocantur. Quare nec superiores Planetæ unquam in Ecliptica videntur, nisi cum in nodis versantur; in aliis omnibus locis nunc magis, nunc minus, ab Ecliptica deflectunt, & maxime ab illa distant cum circa limites seu puncta ab utroque nodo æquidistantia versantur, ubi Latitudines maximæ Heliocentricæ sunt quæ sequuntur, scil. Saturni Latitudo maxima Heliocentrica est 2 grad. 30 min. Jovis 1 grad. min. 20. Et Martis 1 grad. 52 min.

Orbitarum Plana inclinantur ad Eclipticam.

Dato Loco Planetæ in sua orbita, seu distantia ejus à nodo, eadem ratione exquiretur ejus Latitudo Heliocentrica, qua vos Veneris & Mercurii Latitudines invenire docuimus. Latitudines autem Planetarum Geocentricæ, seu distantiæ à Plano Eclipticæ e Tellure visæ, ex situ & distantia Tellu-

Telluris. Rotentur circa Solem Saturnus, Jupiter & Mars in diversis ab illo distantiis, diversisque temporum periodis circuitus perficientes; sitque PQV portio Zodaici, in quo motus suos peragere videntur. Primo patet hos Planetas è Sole visos, posse cum Terra conjungi vel etiam eidem opponi. Scil. si Saturnus sit in ♄, potest Tellus in M locari, in recta quæ Solem & Saturnum conjungit, in quo situ è Sole videntur Planetæ in conjunctione. Vel potest Tellus in eadem recta in contrarias partes producta, in B scil. existere, ubi e Sole Saturno opponi videbitur: at in hoc situ, Sol è Tellure visus cum Saturno conjungi apparebit. 2do Patet Planetas hos è Terra visos posse aspectum quemlibet ad Solem obtinere, seu in dato quovis angulo à Sole elongari, quod in inferioribus fieri non potuit, qui semper in Solis vicinia commorantur. Nam à Terra T duci potest recta TP, quæ orbitas omnes secat, & cum TS recta Solis & Terræ centra conjungente datum faciat angulum STP, adeoque cum Terra est in T, Saturnus fieri potest in F, cujus elongatio à Sole est angulus STF. Præterea quando Terra & quilibet Planeta superior e Sole in conjunctione videntur, Planeta ille e Terra spectatus, Soli opponi conspicietur; eosque opposita cæli puncta occupare videbit Terricola.

Tempus determinatur, in quo Planeta superior ad conjunctionem aut oppositionem revertitur.

Conjungatur quilibet Planeta superior v. gr. Saturnus cum Tellure e Sole spectatus; Post conjunctionem, cum Terra velociore motu angulari feratur quam Saturnus, illam à Saturno magis indies recedere aspiciet Solicola; cumque Tellus arcum 59 min. & 8 secund. motu medio quotidie describit, Saturnus autem, tantum duo minuta prima, erit motus Telluris à Saturno, e Sole visus, quolibet die 57 min. & 8 secunda; si itaque fiat ut 57 min. & 8 secunda ad gradus 360, ita dies ad quartum, dabitur numerus dierum, in quibus Tellus rursus Saturno conjungi videbitur, æqualis scil. diebus 378. Sed cum Tellus & Saturnus, e Sole spectati, conjunguntur, Sol & Saturnus e Tellure visi opponuntur; ergo tempus inter duas proximas oppositiones Solis & Saturni ex motibus eorum mediis computatas, æquatur diebus 378 seu Anno cum diebus tredecim. Idem inter-tercedit tempus inter duas conjunctiones Saturni cum Sole proximas e Tellure visas; vel inter duas quaslibet similes Saturni Elongationes à Sole: Tempusque inter conjunctionem & proximam oppositionem est hujus spatii dimidium, nempe dies 189.

Similiter invenietur Tempus inter duas proximas Jovis cum Sole conjunctiones, aut eidem oppositiones esse æquale Anno una cum triginta tribus diebus. At Mars post unam oppositionem, sequentem non attinget, nisi post binos annos, & insuper quinquaginta dies.

Planetæ omnes Soli oppositi oriuntur occidente Sole, & occidunt illo oriente; post autem digressum Planetarum à Solis opposito, manent Sole orientaliores, postque Solis occasum vesperi sunt conspicui, donec Soli conjuncti simul cum illo occidunt & oriuntur, deinde post eorum à Sole recessum fiunt Sole occidentaliores, & mane ante Solis ortum tantum conspici possunt; nam vespere citius Sole occidunt, donec ad oppositum Solis perveniunt, ubi rursus oriuntur occidente Sole.

Uti de Inferioribus ostensum fuit, ita quoque superiorum Planetarum orbitæ non jacent in plano Eclipticæ, sed eorum omnium plana Eclipticam secant in rectis, quæ per Solem transeunt, & Nodorum Lineæ dicuntur. Punctaque ubi hæ lineæ Eclipticæ occurrunt, Nodi vocantur. Quare nec superiores Planetæ unquam in Ecliptica videntur, nisi cum in nodis versantur; in aliis omnibus locis nunc magis, nunc minus, ab Ecliptica deflectunt, & maxime ab illa distant cum circa limites seu puncta ab utroque nodo æquidistantia versantur, ubi Latitudines maximæ Heliocentricæ sunt quæ sequuntur, scil. Saturni Latitudo maxima Heliocentrica est 2 grad. 30 min. Jovis 1 grad. min. 20. Et Martis 1 grad. 52 min.

Orbitarum Plana inclinantur ad Eclipticam.

Dato Loco Planetæ in sua orbita, seu distantia ejus à nodo, eadem ratione exquiretur ejus Latitudo Heliocentrica, qua vos Veneris & Mercurii Latitudines invenire docuimus. Latitudines autem Planetarum Geocentricæ, seu distantiæ à Plano Eclipticæ e Tellure visæ, ex situ & distantia Telluris plurimum pendent, nam eadem manente Latitudine Planetæ Heliocentrica, pro varia positione Telluris, varia erit ejus Latitudo e Terra visa. Sit enim Telluris orbita T t, superioris vero cujusvis, Martis verbi gratia orbita sit ♂ M, cujus planum ad Eclipticæ planum inclinatur; illudque intersecat in linea Nodorum N n. Sit Mars in ♂, & Tellus in T, ut videatur Mars in aspectu ad Solem opposito, ex ♂ ad planum Eclipticæ demittatur normalis recta ♂ E, hæc recta subtendit angulum, qui latitudinem Planetæ Geocentricam metitur. Cum itaque Tellus est in T, inter Solem & Martem, Latitudinem Martis visam angulus ♂ T E metietur. At si Tellus in t locetur, ut Sol fiat Marti conjunctus, ejus Latitudo è Terra spectata erit æqualis mensuræ anguli ♂ t E, qui angulo ♂ T E multo minor est, & in eadem fere ratione minor qua distantia T ♂ minor est distantia t ♂. Si Tellus sit in T, erit Martis Latitudo Geocentrica major Heliocentricâ, & quando Tellus in t existat, erit illa hâc minor. Eodem modo pro vario situ Martis & Telluris, respectu Solis, Latitudo ejus Geocentrica mutatur, ita ut cæteris paribus illa sit minor, quo mars propior sit conjunctioni cum Sole, & major quo is Solis opposito sit vicinior.

TAB. 31. fig. 1.

Patet etiam superiorum nullum è Terra visum posse in Solis disco conspici, ut Veneri & Mercurio contingit. Potest tamen illorum quivis à Sole tegi, quando Planeta cum illo conjunctus, sit nodo satis vicinus, ut post Solem lateat.

Planetæ superiores pleno orbe fulgent.

Cum Planetarum omnium facies, quæ Soli obvertuntur, Solis luce reflexa splendeant, cumque Tellus in vicinia Solis semper apparet è Jove aut Saturno conspecta, horum Planetarum facies quæ Soli obvertuntur, etiam Terræ obversæ erunt; unde semper Terricolis pleno orbe fulgentes apparebunt hi planetæ. At cum Mars in orbita feratur, quæ propius ad Telluris orbitam accedit, patet ejus faciem Soli obversam non semper totam Telluri obverti, sed circa quadratum Martis cum Sole aspectum, cum scil. Tellus sit in M vel B, & Mars in N aut R, pars aliqua faciei illuminatæ è Terra non videbitur, & proinde Phasis Martis erit

Mars in quadrato aspectu aliquantulum gibbosus.

TAB. 30. fig. 1.

gibbo-

gibbosa, at in conjunctione aut oppositione Martis & Solis, totus illuminatus discus è Terra erit conspiciendus; & præsertim in oppositione Solis, ubi Terræ proximus rotundam & maxime fulgidam speciem exhibet.

Planetæ superiores in oppositione Solis quam in conjunctione majores.

Planetæ superiores multo majores videntur in oppositionibus Solis, quam in conjunctionibus, nam multo minus à Tellure distant in uno situ, quam in altero; & distantiarum differentia æqualis est diametro orbis magni in quo circa Solem movetur Terra, quæ differentia cum ad semidiametrum orbitæ Martis majorem habeat proportionem, quam ad reliquarum orbitarum semidiametros, maximum ejus magnitudinis apparentis faciet discrimen. Nam Mars quinquies circiter nobis est propior in oppositione Solis, quam cum in ejus conjunctione videtur; adeoque cum visibilis cujusvis discus & splendor augetur in duplicata ratione distantiæ diminutæ, Mars vigesies quinquies major & simul lucidior in oppositione Solis quam in ejus conjunctione apparebit.

Diversitas caloris in Planetis.

Cum Jupiter quinquies longius à Sole distet, quam Terra ab eodem distat; diameter Solis apparens, è Jove sub angulo tantum sex scrupulorum videbitur, qui nobis est triginta, Solque Jovis incolis vigesies quinquies minor apparebit quam nobis. Et luminis & caloris vicesimam quintam tantum partem à Sole recipient Jovicolæ, illius quo fruuntur & foventur Terricolæ. At Saturnus cum decies longius à Sole distet quam nos, Apparens Solis diameter ex illo visus sub angulo trium tantum scrupulorum conspicietur, & paulo duplo major quam Venus Perigæa nobis apparebit. Adeoque Solis discus ex Saturno visus centies minor apparebit, & tam Lux quam calor in eadem ratione in Saturno minuuntur; unde oportet ut Saturni Regiones etiam Æquatoriæ sint nostris intra Polares circulos inclusis Terris frigidiores.

Planetarum motus è Tellure conspecti irregulares.

Planetæ omnes superiores è Sole conspecti, uniformiter secundum eandem plagam & eadem lege, æquabili scil. Arearum descriptione, semper progredi cernuntur, unde fit ut eorum motus angularis circa Solem sit inæqualis; in Apheliis enim morantes tardius incedunt, circa Perihelia

ver-

verſantes velocius feruntur; at è Tellure viſi hi Planetæ, motus admodum irregulares in Zodiaco peragere videntur, aliquando enim progrediuntur ab occidente in orientem, ſecundum veros ipſorum motus, deinde paulatim tardeſcunt; donec tandem immobiles & quaſi ſtationarii conſpiciuntur; mox motu retrogrado ferri, & in plagam motibus veris contrariam tendere eos aſpicimus; rurſuſque deinde quaſi immobiles ſtare apparent; donec poſt aliquod tempus progredi, & ab occidente in orientem ferri videntur. Hæ motuum & curſuum mutationes, ex motu & ſitu Telluris omnes oriuntur.

TAB 30. *fig.* 2.

Sit PQO portio Zodiaci, ABCD orbita Telluris EMGHZ ſuperioris cujuſvis Planetæ orbita v. gr. Saturni. Sitque Tellus in A, & Saturnus in E, in quo ſitu è Tellure videbitur Zodiaci punctum O occupare. Si Saturnus quieſceret, Tellure ad B deventa, videretur Saturnus in Zodiaci puncto L, & per arcum OL ſecundum ſeriem ſignorum ſeu ab occidente in orientem progreſſus; verum interea dum Tellus tranſit ab A ad B, Saturnus fertur motu proprio ab E ad M, ubi in conjunctione cum Sole venit, & ex Terra arcum OQ in Zodiaco confeciſſe videbitur, & hic arcus eſt arcu OL major; unde Planetæ ſuperiores cum ſunt in conjunctione cum Sole, celerrime progrediuntur, ob duplicem cauſam, nempe quod revera circa Solem ferantur, tum quod Terra in adverſo ſemicirculo in eandem plagam feratur, circa idem centrum; adeoque Planeta quando à Terra eſt remotiſſimus & Soli conjunctus citius ſolito in conſequentia ſignorum ferri apparet; quo in ſitu dicitur fieri directus. Ad C deventa Tellure, dum Saturnus arcum MG deſcribit, is in Zodiaco in R conſpicietur: quando autem Tellus eſt in K, & Saturnus in H, Tellus fere in recta movetur quæ per Saturnum tranſit, vel quod idem eſt recta Saturnum & Terram connectens orbitam Terræ tanget, & Terricola Saturnum ad idem Zodiaci punctum tunc referet, & eundum locum inter fixas conſervare videbit; unde in eo ſitu Saturnus ſtationarius apparebit.

Quando Planeta directus & velox.

Quando ſtationarius videtur.

At Tellure in D tranſlata, & Saturno oppoſitum Solis Pun-

punctum x tenente, videbitur is locum in Zodiaco v occupare & per arcum PV regressus. Unde liquet Planetas cum Soli opponuntur semper retrogrados conspici, & in Antecedentia, seu contra signorum seriem, motu apparenti ferri. Ad A autem rursus delata Tellure, & Saturno circa z hærente, denuo in statione sua in puncto scil. N permanere apparebit Planeta; & tandem cum Tellus hunc situm reliquerit, Saturnus rursus progredi & in directum moveri conspicietur.

Quæ de Saturno hic ostensa sunt, eadem de Jove & Marte intelligenda sunt; qui nunc progredi, nunc stare, mox regredi deinde stare, & denuo progredi conspiciuntur, Saturni autem regressiones frequentiores sunt quam Jovis, exinde quod Tellus Saturnum Planetarum lentissimum sæpius assequetur, quam Jovem non paulo velociorem. Quin ob eandem caussam Jovis quoque regressiones frequentiores sunt quam Martis, quia scil. Mars velocior Jove latus, majus spatium percurrit & opus erit, ut longiore tempore ad oppositum Solis perveniat, quam in Jove requiritur.

Sit AC portio orbitæ Terræ, quam tangit recta AN, in qua è Tellure ponamus conspici Planetas superiores, scil. Mars in ♂ videatur, Jupiter in ♃, & Saturnus in ♄, sitque KLMN portio Zodiaci. Erit Martis locus è Sole visus K, qui est locus verus & Heliocentricus; at cum Tellus sit in A, ex illo loco Mars ad Zodiaci punctum N referetur, quod dicitur ejus apparens locus. Similiter Jupiter è Sole visus in L conspicitur, qui est ejus locus verus, at è Tellure ad punctum N refertur. Eadem ratione Saturni verus locus qualis ex Sole orbitæ suæ centro conspiciendus est, erit in M, at locus apparens e Terra visus est in Zodiaci puncto N. Arcus KN LN MN differentiæ scil. inter locos apparentes & veros dicuntur Parallaxes orbis annui in his Planetis. Per Solem S ducatur SO ad AN parallela, eruntque per 29. *El. primi* anguli A♂S, A♃S, A♄S singuli respective æquales angulis KSO LSO & MSO, quorum mensuræ sint arcus KO LO & MO. Est vero angulus ANS, æqualis angulo NSO, cujus

Parallaxes orbis Annui Planetarum.

TAB. 31. *fig.* 2.

 men-

menſura eſt arcus NO, qui itaque erit menſura anguli ANS, ſub quo ſemidiameter orbitæ Terræ e cælo videtur, ſed AS ſemidiameter orbitæ Terræ reſpectu diſtantiæ cæli, ſeu fixarum evaneſcit; nam illa e fixis conſpecta ſub nullo fere angulo videtur: evaneſcit igitur in cælo angulus NSO huicque proportionalis arcus NO, & proinde coincidere videntur puncta N & O, & arcus KO LO & MO minime different ab arcubus KN LN & MN, qui itaque erunt menſuræ angulorum A♂S A♃S A♄S. At illi anguli ſunt ut apparentes ſemidiametri orbitæ Telluris ex Planetis ſingulis viſæ. In ſingulis itaque Planetis ſuperioribus, Parallaxis orbis annui eſt ubique ut angulus ſub quo ſemidiameter orbis magni per Terram tranſiens, e Planeta videtur; & quo propior Planeta ad Tellurem vel Solem accedat, eo major fit iſte angulus. Hinc Parallaxis in Marte major erit illâ Jovis; ſicuti in Jove Parallaxis annua major erit quam in Saturno. At in ſtellis fixis nulla deprehenditur Parallaxis orbis annui.

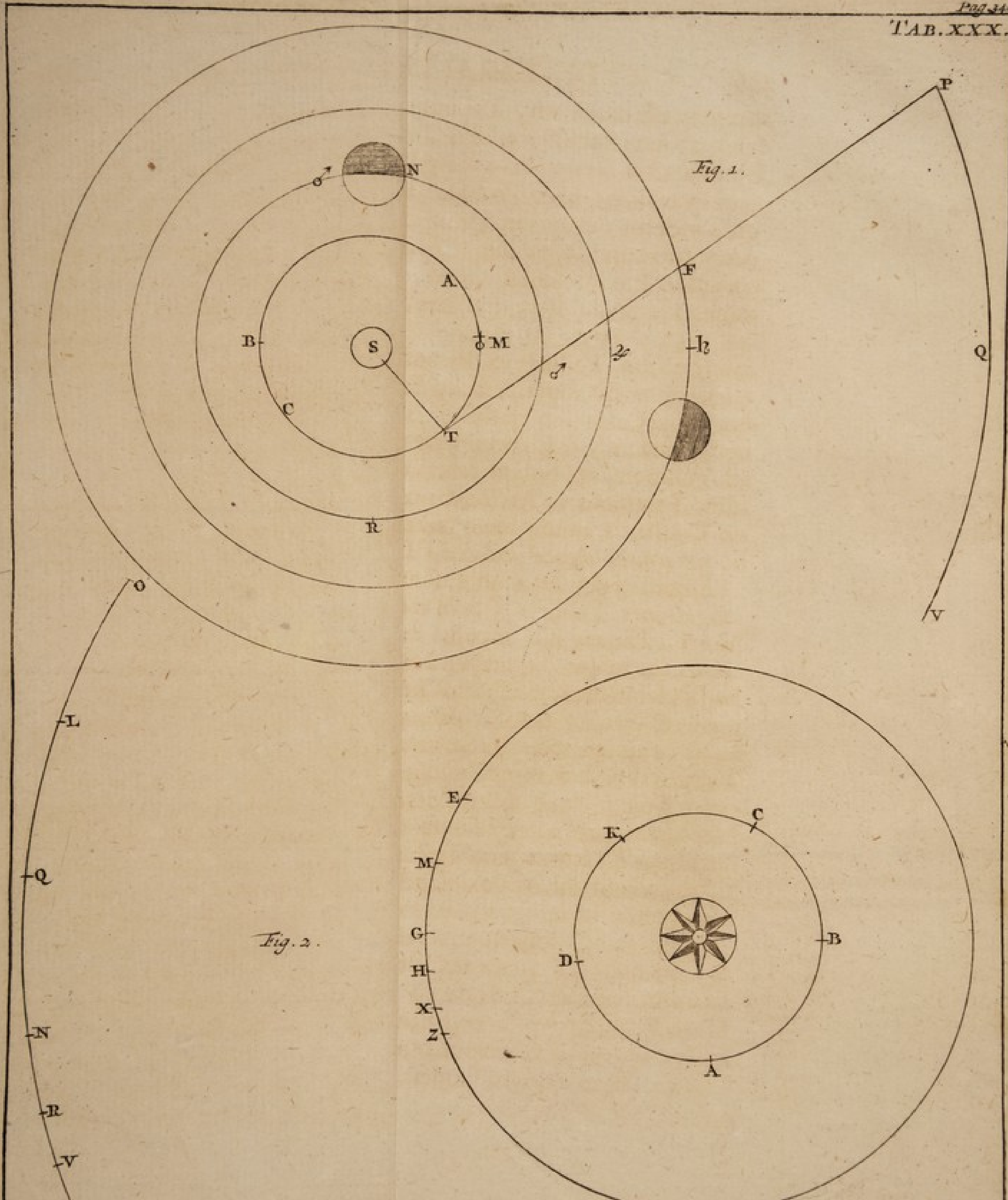
Anguli A♂S A♃S A♄S ſunt quam proxime maximæ Elongationes Telluris à Sole e reſpectivis Planetis viſæ; in Marte adæquat hic angulus 42 gr. adeoque Tellus e Marte conſpecta minus digreditur à Sole quam Venus à nobis viſa. In Jove maxima elongatio Telluris à Sole videtur gr. 11. quæ eſt circiter ſemiſſis Elongationis Mercurii maximæ à nobis conſpiciendæ. In Saturno Angulus hic, ſeu Elongatio Telluris à Sole maxima minor eſt ſex gradibus, & quarta circiter pars Elongationis Mercurii à nobis viſæ, cumque Mercurius raro admodum ſe nobis conſpiciendum præbet, rariſſimus e Saturno erit Telluris noſtræ conſpectus, & fortaſſe Saturniis Aſtronomis nondum innoteſcit, Globum Telluris noſtræ in rerum natura exiſtere.

Retrogradationes, in Marte majores quam in Jove & in Jove, majores quam in Saturno.

Hinc manifeſtum quoque eſt, Retrogradationes in Marte, majores eſſe quam in Jove, necnon majores in Jove, quam in Saturno, idque ob duplicem cauſam, tum quod Mars Telluri propior ſit quam Jupiter, & is quam Saturnus, tum quod velociore motu ferantur.

Ex data in quovis Planeta Parallaxi orbis annui, facile in-

TAB. XXX.



innotefcet ejus diftantia à Sole, refpectu diftantiæ Telluris ab eodem. Nam quoniam in Marte datur angulus A ♂ S, quem metitur arcus Parallaxis annuæ, & angulus ♂ A S, Elongatio Planetæ à Sole, obfervatione aut calculo cognitus, fi fiat ut finus Parallaxis annuæ, ad finum Elongationis Martis à Sole, ita S A diftantia Telluris à Sole, ad S ♂ diftantiam Martis ab eodem, illa dabitur. Hæc Parallaxis orbis, qua Planetæ citius tunc tardius in cælo videntur ferri, & nunc in orientem promoveri, nunc in occidentem retrahi confpiciuntur, producit in motibus eorum Inæqualitatem, quæ ab Aftronomis Inæqualitas fecunda & Optica dicitur, ut diftinguatur à prima quæ Planetis revera ineft, qua inæquabili motu in orbitis fuis ferantur: in oppofitionibus aut conjunctionibus Planetarum cum Sole, inæqualitas illa feu Parallaxis evanefcit, & idem eft locus Planetæ Geocentricus qui Heliocentricus, feu qui ex Sole videtur.

Dantur Planetarum diftantiæ à Sole ex data Parallaxi orbis annui.

Inæqualitas fecunda & Optica quid?

Planetarum duo extimi amplo fatis donantur Satellitio, nam Jupiter non paucioribus quam quatuor comitibus ftipatus incedit, Saturnus quinque; mirum & jucundum fpectaculum; hi inftar Lunæ noftræ, primarios fuos in circulationibus circa Solem perpetuo comitantur, & interea circa primarios gyros defcribunt, unde ex Primariis confpecti eafdem fubeunt Phafes, quas nobis Luna exhibet, in oppofitionibus cum Sole fulgidi & pleni apparent; exinde difcedentes gibbofi, cumque veniunt ad quadratum cum Sole afpectum, dimidiati; ante conjunctionem corniculati, & in ipfo cum Sole coitu prorfus evanefcunt.

Jovis & Saturni Satellites.

E Terra vifi hi Satellites, quamvis nunquam e Primario fuo longe recedant, nunc tamen ei propius admoveri, nunc ab illo digredi confpiciuntur. Sit A B T orbita Terræ in cujus medio eft Sol, S F fit portio orbitæ Jovis, in qua fit Jupiter in ♃, qui refidet in centro quatuor circulorum, quos quatuor Comites, feu Lunæ circa ipfum defcribunt. Lunæ hæ quando inferiores orbitarum partes L N M defcribunt, e Sole vel Terra confpectæ, verfus occidentem tendere videntur, at dum orbitarum partes fuperiores G H K percurrunt, in orientem fecundum veros ipforum motus

TAB. 31. fig. 3.

progredi conſpiciuntur. Et cum ad orientem tendunt Lunæ bis occultantur, ſemel quidem in o ab interpoſito Jovis corpore, quod in recta eſt inter Terræ & Jovis centra, iterumque in umbra Jovis evaneſcere videntur comites, quæ occultationes proprie Lunarum Eclipſes ſunt, quæ nunquam contingunt, niſi quando inter eas & Solem Jupiter directe interponitur, hoc eſt momento Plenilunii, Solis lumine privantur, ſicuti Luna ex Terræ interpoſitione ob eandem cauſam deficit.

Quando Jupiter eſt Sole orientalior, & Veſpertinus apparet, hoc eſt cum Tellus in A, prius latent pone Jovem, ob conjunctionem viſam cum corpore Jovis, priuſquam in umbram incurrunt, deinde ab umbra Jovis deliquia patiuntur. At quando Jupiter eſt Sole occidentalior, hoc eſt poſt ejus conjunctionem cum Sole, ubi is mane apparet, hoc eſt, quando Tellus circa B verſatur, prius in Jovis umbram incurrunt Lunæ ad V, quam ab ejus corpore occultantur in P, cum autem retrogradæ ſunt Lunæ, id eſt quando tendunt ad occidentem ſeu Inferiores orbitarum partes percurrunt, tunc ſemel tantum abſconduntur, ut in Q, cum ab ipſius Jovis corpore diſtingui non poſſunt, at quando e Sole conſpectæ in conjunctione cum Jove inferiore videntur, ſeu quando Jovis incola eas Soli jungi conſpicit, earum umbræ in Jovem incidunt, & aliqua pars diſci Jovis eclipſim exinde patietur; & qui ſub umbra degunt, Solem eclipſari videbunt. Harum Lunarum tam Jovialium quam Saturniarum Periodi & diſtantiæ à primariis eæ ſunt, quæ ad finem Lectionis Tertiæ à nobis traditæ ſunt.

Per Eclipſes Jovialium Parallaxis orbis annui, & diſtantia Jovis à Sole determinatur.

Ex harum Lunarum motibus & Eclipſibus, Parallaxis orbis annui & diſtantia Jovis à Sole optime innoteſcit. Sit POR orbita cujuſvis ſatellitis v. gr. extimi, ſitque Tellus in orbitæ ſuæ puncto A: oportet obſervare tempus quando poſt Jovem latet ſatelles in O; quod ut fiat, obſervetur momentum quando primo videri deſinit, atque iterum momentum quo conſpici incipit, momentum inter hæc medium, erit momentum temporis, quando in recta per Jovis

vis & Terræ centra transeunte locatur. Similiter observetur Tempus quando Satelles est in medio Eclipsis quam ab umbra Jovis patitur, scil. quando est in V, ex quibus dabitur tempus quo arcum O V describit; & cum motus ejus circa Jovem æquabilis sit, exinde habebitur arcus O V, nam circa Jovem revolutionem absolvit hic satelles horis 402. Supponamus tempus quo Satelles ex O ad V movetur esse duodecim horarum. Fiat ut 402 horæ ad horas 12 ita 360. gr. ad quartum qui invenietur 10 gr. min. 44. est itaque arcus O V æqualis grad. 10. min. 44. At est arcus O V mensura anguli O ♃ V, seu huic æqualis A ♃ S, cujus mensura est Parallaxis orbis annui, quæ proinde innotescet. In Triangulo igitur A ♃ S datur angulus ad ♃; & præterea angulus ad A, Elongatio Jovis à Sole ex Terra visa, quem Astronomos tum ex calculo, tum ex observatione cognoscere posse certum est; datur præterea latus A S distantia Terræ à Sole quæ ponatur 100000, cum igitur in hoc triangulo dantur omnes anguli, & unum latus; dabuntur per Trigonometriam reliqua latera, hoc est latus S ♃ distantia Jovis à Sole, & latus A ♃ distantia Jovis à Terra. Verum ut hæc exacte habeantur opus est pluribus accuratisque observationibus, iisque optimo telescopio peractis.

Per Stellarum Jovialium Eclipses solvitur Problema totius Physicæ nobilissimum, quod dignitatis & admirationis plurimum in se habet; *Num scil. Lucis motus sit instantaneus*, aut successivus? Ex his enim Eclipsibus demonstratur lucem non in instanti propagari, motu tamen admodum pernici, & celeritate incredibili ab astris ad nos pervenire.

Lucis motus non est instantaneus.

Nam si Lucis motus instantaneus esset, cum Tellus est in T à Jove maxime remota, eodem momento videretur Eclipsis satellitis ac si esset in X Jovi proxima; nam secundum hanc hypothesin lux eodem momento, per spatia indefinita propagatur, sin lucis propagatio sensibilem aliquam temporis moram requirat, observator ad X distantiâ X T quæ diametro orbis magni æqualis est, erit Jovi propior quam observator in T locatus, citiusque Eclipsim videbit, quam qui ex T illam aspicit, unde ex intervallo temporis, distantiæ XT proportionato radiorum velocitatem æstimare licebit. Atque ita se res habet, nam quotiescunque Terra Jovi propior accedit, Satellitum Eclipses citius incipiunt, quotiescunque Terra ad T à Jove recedit, Eclipses serius conspiciuntur, quam per computationes factas fieri debent. Hæ quidem anticipationes, & prolongationes Eclipsium Satellitum, per plurimos annos observatæ, à *Domino Romero* primùm adhibitæ fuere ad successivam lucis propagationem statuendam, lucemque eadem ratione qua reliqua omnia corpora mota determinato quodam velocitatis gradu propagari evincunt; cui sententiæ plerique Astronomi & Philosophi assensum præbuere.

Lucis itaque particulæ, etsi indefinite exiguæ, motu progressivo rectilineari feruntur, & non per undas medii alicujus defunduntur, Lucis velocitatem talem esse statuit Romerus, ut à Sole ad nos spatio undecim minutorum perveniat, at distantia illa inter Solem & nos quinquaginta millies millenis passibus non minor est, quod spatium tantillo tempore percurrit lux ut ejus velocitatem satis admirari non possimus, quæ corporum velocissimorum celeritates in immensum superat, & quamvis Tellus celeri admodum motu circa Solem feratur, ejus tamen velocitas ad velocitatem lucis comparata, non majorem habet rationem quam motus testitudinis ad illam Terræ velocitatem.

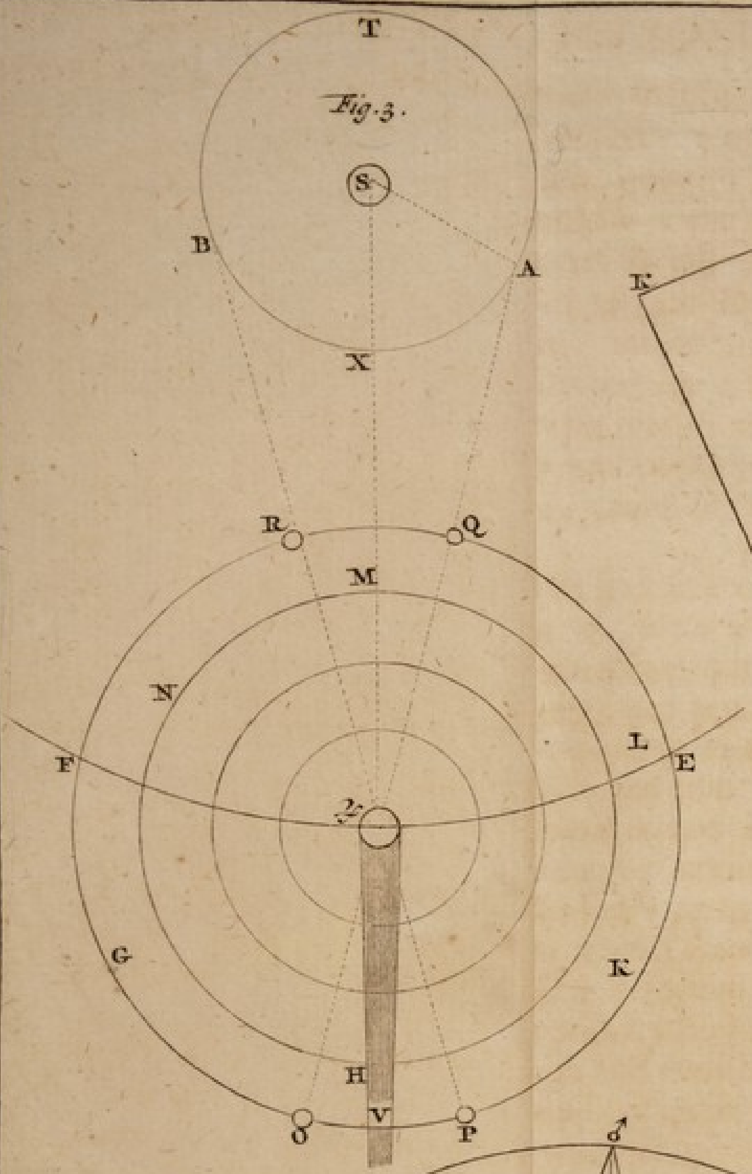
Per easdem Eclipses determinantur Locorum Longitudines.

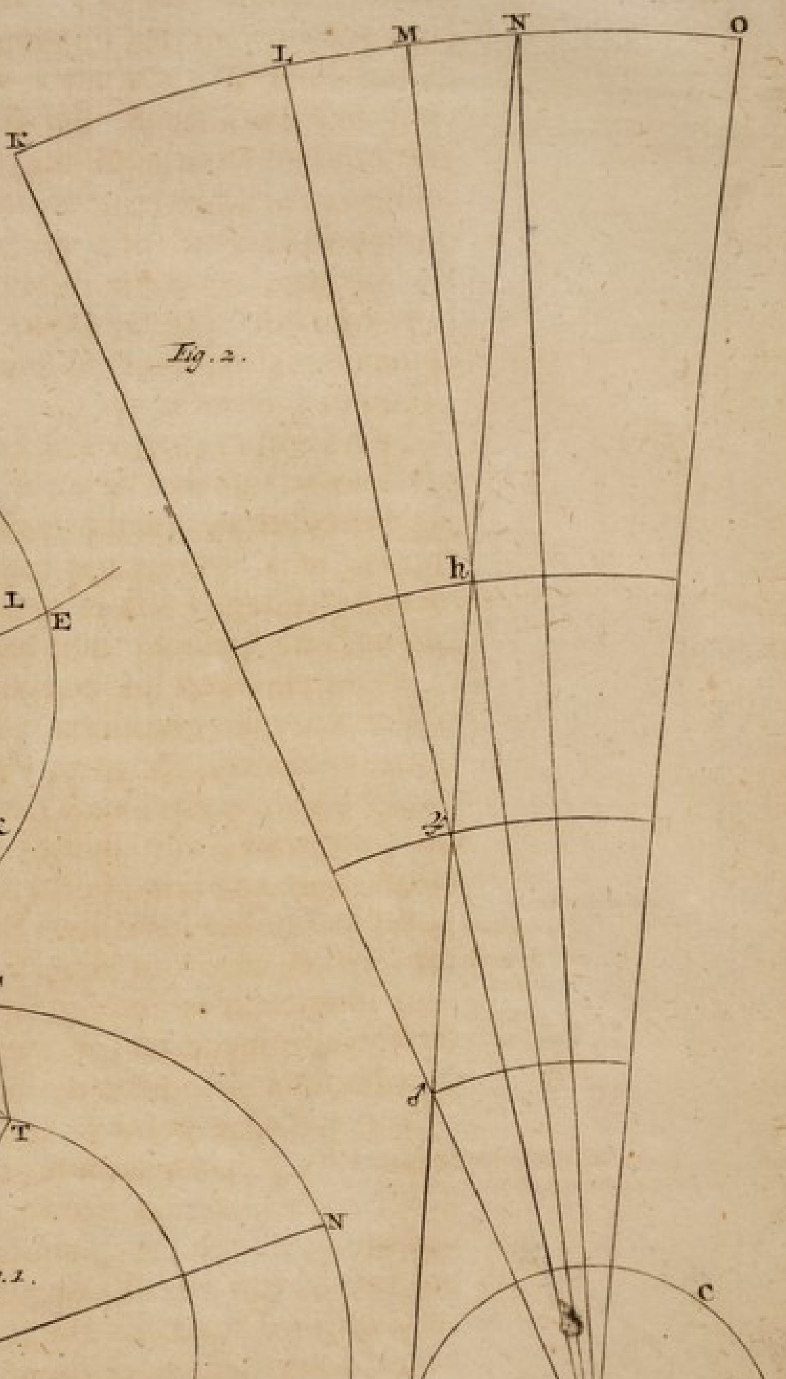
Ex Eclipsibus Jovialibus hoc etiam commodi nobis derivatur, quod ex iis in diversis Terræ locis observatis, locorum longitudines determinantur, sed ut hæc methodus determinandi locorum longitudines, clarius vobis elucescat, quædam hic præmittenda sunt.

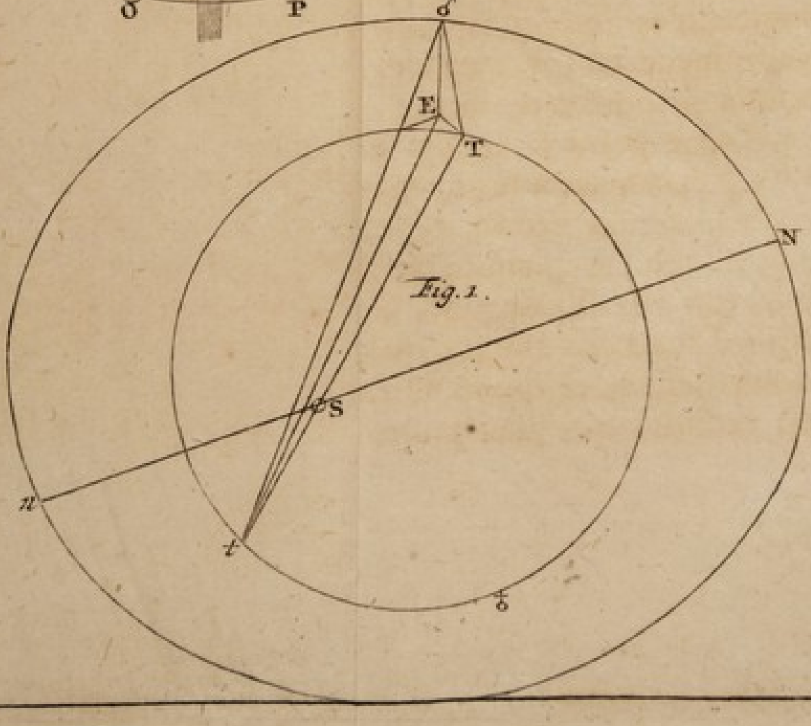
Si per Terræ polos & locum quemlibet in ejus superficie traduci supponatur circulus maximus, hic circulus, ob revolutionem Telluris diurnam, circa axem Telluris etiam vertitur, cumque ejus planum per Solem transierit, ab omnibus incolis qui sub illo degunt, Sol in illo existere videbitur, iisque Meridiem efficit; ob quam causam, circulus hic Meridianus dicitur, si autem sit alter Meridianus versus occidentem positus, qui cum priore angulum quindecim gra-

duum

TAB. XXXI.







duum conſtituat, hic una hora ſerius ad Solem appellet, quam prior; adeoque cum Incolæ, qui ſub poſteriore Meridiano degunt, numerant mediam diem, ſeu horam duodecimam; prioris Meridiani incolæ horam primam poſt meridiem numerabunt. Similiter ſi meridianorum angulus ſit triginta graduum, hoc eſt cum arcus Æquatoris inter Meridianos interceptus ſit 30. grad. quando ſub occidentaliore Meridiano eſt Meridies, ſub orientaliore numerabitur hora ſecunda poſt meridiem. Atque ita pro ſingulis quindecim gradibus, quibus Arcus Æquatoris inter Meridianos interceptus conſtat, tot numerantur horæ quibus incolæ ſub Meridiano orientaliore anticipant horas, quæ ſub occidentaliore Meridiano numerantur. Et ſimiliter pro ſingulis gradibus Æquatoris numerabuntur quatuor minuta Temporis, proque ſingulis quindecim minutis unum temporis minutum numerabitur, v. gr. ſi arcus Æquatoris inter Meridianos interceptus ſit 85. grad. dividendo 85 per 15, quotiens $5\frac{2}{3}$ monſtrat ſub meridiano orientaliore, numerari horam quintam cum quadraginta minutis, quando incolis ſub occidentaliore ſit Meridies; & quando ſit Meridies incolis ſub Meridiano orientaliore degentibus, occidentales numerabunt horam ſextam matutinam cum viginti minutis, & differentia inter horas in diverſis his locis numeratas ſemper manet 5 & $\frac{2}{3}$, ſi arcus inter meridianos interceptus ſit 85 graduum.

E contra datâ differentiâ horarum, quæ in locis pro eodem temporis momento numerantur, dabitur exinde Arcus Æquatoris inter Meridianos locorum interceptus; qui Arcus differentia Longitudinem locorum dicitur, quando ſcil. Longitudines ab aliquo primo Meridiano computantur, habetur autem arcus ille multiplicando horarum differentiam per 15, & productus dabit gradus, & ſi minuta quoque temporis multiplicentur per 15, & productus ſi ſuperet 60 dividatur per 60 quotiens & reſiduum dabunt gradus & minuta, qui prioribus additi, conficiunt differentiam Longitudinum locorum. Exempli gratiâ, horarum differentia ſit 7 & 22 minuta prima; 7 per 15 multiplicatus facit 105, & 22 in 15 ductus efficit minuta 330, ſeu quinque gradus &

30

30 min. unde longitudinum differentia tota erit 110 grad. m. 30. Hisce præmissis.

Si in duobus diversis locis, observetur initium Eclipseos cujusvis e Jovialibus, & notentur horæ quibus in diversis locis accidit Eclipsis, Horarum differentia, si in gradus & minuta Æquatoris vertatur, dabit differentiam longitudinum locorum.

Si habeantur Ephemerides motuum & Eclipsium Jovialium pro Meridiano alicujus loci accuratè supputatæ; vice observatoris in uno locorum, Ephemerides sunt consulendæ, hora & horæ scrupula quibus initium vel finis Eclipseos accidit ex iis sunt eximenda, & tempus in loco dato comparatum cum horâ loci in quo observatur Eclipsis, dabit horarum differentiam, & exinde longitudo loci innotescet.

Longitudo quoque habetur per observationem Eclipseos Lunaris, aut appulsûs Lunæ ad aliquam fixam, sed hæ Phases rariùs conspiciuntur, quàm Eclipses Satellitum Jovis.

In Terrâ & Solo stabili facile observantur Eclipses; & si idem in mari præstare licuerit, Ars Nautica esset fere perfecta; & nulli ferè errori obnoxia: verùm in mari, Motus & Jactationes navis omnem observationem Eclipsium impediunt. Adeoque si aliquis methodum traderet, quâ longitudo navis in medio maris quovis tempore inveniri possit, is solveret Problema Nautis exoptatissimum, & Reipublicæ adeo utile, ut sanctione Senatûs nuper facta, Præmia larga inventori tribuenda sunt: exinde plurimi ingenia sua in illo excolendo exercuêre & torsêre. At nemini hactenus palmam in medio positam rapere licuit, etsi varias vias methodosque tentaverunt & proposuerunt, & plurimi suarum inventionum amore capti, rem à se confectam existimantes, præmia postulaverunt, quorum tamen plerique nesciebant demum quid sit Longitudinem invenire.

LECTIO

Lectio XVII.

De Cometis.

PRæter Planetas ordinarios, qui ſemper in viciniâ noſtrâ diſcurrunt; eſt & aliud quoddam Planetarum Genus, qui temporanei appellari merentur, utpote aliquando in noſtro cælo ſunt conſpicui, & poſt aliquod apparitionis tempus rurſus à noſtro viſu ſe ſubducunt. Eos in cæleſti regione collocabant veteres philoſophi & longè ſupra Lunam evehebant. Nam teſtibus Ariſtotele, Senecâ, Plutarcho aliiſque, Pythagorici & Italica ſecta aſſerebant, Cometam eſſe unam ex ſtellis errantibus ſed longis poſt temporum Intervallis apparere; idem ſenſit Hippocrates Chius, ut ex eodem Ariſtotele conſtat. Idem quoque ſenſit Democritus, ut auctor eſt Seneca in Naturalium quæſtionum lib. VII. cap. 3. Sic enim inquit, Democritus ſubtiliſſimus antiquorum omnium, *ſuſpicari ait ſe, plures ſtellas eſſe qui currunt*, intelligens Cometas. Sed nec numerum illorum poſuit, nec nomina, nondum comprehenſis quinque ſiderum curſibus. Et rurſus Seneca dicit, Apollonium Myndium peritiſſimum inſpiciendorum naturalium, aſſerere Cometas in numero Stellarum errantium poni a Chaldæis, tenerique curſus eorum. Apollonius ipſe ajebat, quòd proprium Sidus eſt Cometes, ſicut Solis & Lunæ. Cæterum non eſt illi palam curſus. Altiora mundi ſecat, & tum demum apparet, cum in imum curſûs ſui venit. Huic ſententiæ accedit ipſe Seneca. Non exiſtimo inquit ille Cometem ſubitaneum eſſe ignem, ſed inter æterna opera Naturæ. Cometes habet ſuam ſedem, & ideo non citò expellitur, ſed emetitur ſpatium ſuum, nec extinguitur, ſed excedit. Si erratica, inquit, Stella eſſet, in Signifero eſſet, ſed quis unum Stellis limitem ponit? Quis in anguſtum divina compellit? nempe hæc ipſa quæ ſola moveri credis, alios & alios circulos habent, quare ergo non aliqua ſunt, quæ in proprium iter & ab iſtis remotum ſeceſſerint? Ut verò cognoſcantur, neceſſarium eſſe dicit, veteres ortus Cometarum habere collectos; deprehendi enim propter raritatem eorum curſus adhuc non

Cometæ Planetarum Genus.

Senecæ Opinio de Cometis.

Yy poteſt,

poteſt, nec explorari an vices ſervant, & illos ad ſuum diem certus ordo producat. Tandem ſic vaticinatur; Veniet Tempus, quo ipſa quæ nunc latent, dies extrahet, & longioris ævi diligentia. Ad inquiſitionem tantorum ætas non una ſufficit. Veniet tempus quo Poſteri noſtri tam aperta nos neſcîſſe mirabuntur; erit qui demonſtret aliquando, in quibus cometæ partibus errant, cur tam ſeducti à cæteris eunt, quanti qualeſque ſunt.

Peripatetici Cometas inter meteora numerant.

Sed his non obſtantibus tota Peripateticorum ſecta metuens, ne Generationes & corruptiones in cælis admitterentur, Cometas inter ſublunaria corpora poſuit. Illoſque eſſe Meteorôn genus contendit. Sed ne hic locus iis concedatur, repugnant eorum Phænomena, nam non in aere noſtro illos generari exinde patet, quòd longè ſupra aerem evehuntur;

Cometæ non ſunt aerii.

in locis enim Telluris maximè diſſitis eodem temporis momento videntur; quod ob humilem aeris locum nulli corpori aerio contingere poteſt.

Cometæ ſunt ſupra Lunam.

At non tantum ſupra aerem, ſed etiam ſupra Lunam aſcendere Cometas, exinde conſtat, quòd ex diverſis locis viſi, eandem ferè obſervantur ſortiri diſtantiam à Stellâ aliquâ vicinâ. Exemplum ſit Cometes ille, quem Tycho Brachee Uranoburgi & Hagecius Pragæ in Bohemiâ eodem tempore obſervârunt, quæ duo loca Latitudine differunt ſex gradibus, & præterea ſunt ferè ſub eodem Meridiano. Uterque obſervabat, quantum Cometa diſtabat à Stellâ quæ Vultur appellatur, id eſt quot Gradibus eſſet infra eam, erat enim in eodem verticali cum illâ; & uterque reperit eandem eſſe diſtantiam, & conſequenter, uterque inſpexit illum in eodem cæli puncto, quod fieri non potuit, niſi Cometa eſſet ſupra Lunam.

Demonſtratur Cometas eſſe ſupra Lunam. TAB 32. *fig.* 1.

Circulus A B G exponat orbem Terræ, in quâ ſit A Uranoburgum, B oppidum Pragæ, D locus Cometæ. Sit F C E fixarum cælum, & F Stella Vulturis. Ex Uranoburgo locus Cometæ ad punctum E in cælo refertur, ejuſque diſtantia à Vulture erit F E; ex Pragâ autem ſpectatus Cometa, in C videbitur, diſtabitque à Vulture arcu F C, qui arcu F E erit minor; verùm deprehenſum eſt Cometam ex duobus hisce locis visum eandem obtinuisse distantiam visibilem à Stellâ Vulturis, & arcus proinde F E, F C, fuisse æquales. Tanta itaque est distantia Cometæ à Tellure, ut arcus C E evanescat. At hoc non quidem Lunæ contingit, adeoque longior abest à nobis Cometa, quàm Luna.

Cometæ locus verus, visus, Parallaxis.

E centro Telluris viso Cometâ, locus ejus in cælis sit G, at ex Terræ superficie in A spectato locum E occupare videtur. Prior dicitur locus ejus *verus*, Posterior *visus*, & distantia G E quâ humilior apparet dicitur Parallaxis, eâ semper deprimitur Phænomenon versùs horizontem. Est autem Parallaxis Phænomeni, ut superiùs dictum fuit de Lunâ, semper æqualis angulo sub quo semidiameter Terræ per locum transiens è Phænomeno videtur.

Quod si nulla fuerit Parallaxis sensibilis, neque angulus, sub quo semidiameter Telluris è Cometâ apparet, erit sensibilis. Adeoque oportet, ut Cometa longissime à Tellure distet. Nempe ut diameter Terræ, ut punctum ex Cometâ videatur.

Deprehensio Parallaxis Cometarum.

Unico filo, in tantæ subtilitatis negotium advocato; Parallaxis, si modo sit sensibilis, deprehendi potest. Nam cum Cometa in fine apparitionis adeo lentescit proprio motu; ut vix incedere videatur, bis observandus est per filum, hoc modo; primò cum valde ab horizonte sublimis fuerit, notentur binæ stellæ ei viciniores, inter quas ipse sit collocatus, in rectâ linea, quæ sit Horizonti parallela, quod per filum indirectum stellis assumptis expositum atque oculis prætensum experiri oportet. Postea cum occasurus prope Horizontem fuerit, iterum prætenso filo, expendendum est, an in eâdem rectâ lineâ cum iisdem stellis videatur; nam si Parallaxis adsit sensibilis, quæ deprimit sidus, non in eâdem rectâ quæ Stellas conjungit apparebit; sin secus, & in eâdem positione, quoad Stellas maneat, indicium est, Cometam nullam subire Parallaxim, & longissimè à nobis distare. Nec quicquam hic à refractione timendum est, quæ prope Horizontem solet sidera supra verum eorum locum elevare, quia hæc ipsius hallucinatio, tam Stellas quàm Cometas æqualiter elevabit, ac proinde eorundem mutuam distantiam ac positionem non mutabit refractio.

Alia methodus inveniendi Parallaxes

Observari etiam potest Cometa juxta Horizontem ortivum, intra binas Stellas, in circulo Horizonti perpendiculari, & postea cum sublimior evaserit & non in eodem verticali cum dictis stellis, si apparuerit in eâdem rectitudine nullam patietur parallaxim, & proinde in alto cælo spatiatur, si verò assumptis stellis fuerit depressior quàm in rectâ lineâ fieri debet, habet Cometa Parallaxim. Quod si in his observationibus adsit Cometæ motus proprius, is detrahendus erit pro ratione ejus, & temporis à primâ observatione usque ad secundam elapsi.

Cometæ Parallaxi orbis annui sunt obnoxii.

* Ut Defectus Parallaxis diurnæ extulit Cometas supra regiones Lunares, sic ex Parallaxi orbis annui, evincitur eorum descensus in regiones Planetarum. Nam Cometæ, qui progrediuntur secundum ordinem signorum, sunt omnes sub exitu apparitionis, aut solito tardiores, aut retrogradi, si modo Terra sit inter ipsos & Solem: aut justo celeriores, si Terra vergat ad oppositionem, hoc est, si in conjunctione cum Sole videantur, uti fieri in Planetarum motibus observamus. E contra qui pergunt Cometæ contra ordinem signorum, sunt justo celeriores in fine apparitionis, si Terra versatur inter ipsos & Solem, aut justo tardiores aut retrogradi, si Terra sita sit ad contrarias partes. Contingit hoc maximè ex motu Terræ in vario ipsius situ; perinde ut fit in Planetis, qui pro motu Terræ vel conspirante, vel contrario, nunc retrogradi sunt, nunc tardiùs progredi videntur, nunc verò celeriùs.

** Vide Newtoni Principia lib. 3.*

Quando Cometa retrogradus videtur. Quando directus, & justo tardior. Quando justo celerior.

Si Terra pergat ad eandem partem cum Cometâ, & motu angulari tantò celeriùs feratur circa Solem, ut recta per Terram & Cometam perpetuò ducta convergat ad partes ultrà Cometam, Cometa is è Terra spectatus ob motum suum tardiorem, apparet esse retrogradus. Sin Terra tardiùs Cometâ feratur, ille (detracto motu Terræ) tardiùs incedere videbitur. At si Terra pergat ad contrarias partes, Cometa exinde velocior apparebit.

Idem colligitur ex curvaturâ viæ Cometarum; pergunt hæc corpora propemodum in circulis maximis, quamdiu mo-

moventur celeriùs, at in fine curſûs, ubi motus apparentis pars illa, quæ à Parallaxi oritur, majorem habet proportionem ad motum totum apparentem, deflectere ſolent ab his circulis, & quoties Terra movetur in unam partem, abeunt in contrariam: oritur hæc deflectio maximè ex Parallaxi orbis annui, propterea quod reſpondet motui Terræ, & inſignis ejus quantitas obſervata oſtendit Cometas eſſe ſatis longè infra Jovem collocandos, ubi conſequens eſt quòd in Perigæis & Periheliis, ubi propius adſunt, deſcendunt ſæpe infra orbes Martis & Inferiorum Planetarum.

A Terrâ recedentibus & ad Solem accedentibus Cometis, augetur eorum ſplendor & lux, quamvis ob auctam eorum diſtantiam minuitur apparens diameter.

Cometarum figuræ variæ ſunt; alii enim crines undique in orbem vibrant, qui Criniti & Cincinnati appellantur; alii autem ad partem cæli Soli oppoſitam barbam aut caudam radioſam emittunt, hique Barbati, Caudatique dicuntur. Varia obſervata fuit Cometarum quoque magnitudo; Plerique ſeclusâ comâ, quando maximi videntur, ſtellas tantum primæ aut ſecundæ magnitudinis adæquant. At multò majores apparuiſſe teſtantur auctores, qualis fuit ille, qui Neronis tempore affulſit, & auctore Senecâ Soli magnitudine non cedebat. Sic ille, quem Hevelius obſervavit Anno 1652. Lunâ non minor apparuit, luce tamen & ſplendore multùm Lunæ cedebat, nam Lumine ſuo pallido & obtuſo tenebricoſum & triſtem aſpectum præbuit. Cinguntur Cometæ plerique densâ & caliginosâ Atmoſphærâ, quæ Solis lucem retundet, intus tamen conſpicitur Nucleus, qui diſſipatis nubibus, quaſi corpus Cometæ ſolidum aliquando lucidè ſplendet.

Cometarum Figuræ variæ, & varia magnitudo.

Cometæ cum tam longe a Terra diſtent, motum illum apparentem ab oriente in occidentem ex vertigine Telluris ortum & omnibus ſideribus communem habebunt. Præter hunc motum eſt & alius illis proprius, quo non in eodem cæli loco hærent, ſed ab eo in quo primum affulſerunt, quotidie recedunt, & per ſpatia cæleſtia vagantur. Qui motus veteribus etiam cognitus fuit, nequaquam enim eos

Cometæ motu communi in occidentem ferri videntur.

Cometarum motus proprius.

inter errantia sidera numerassent, nisi eos Planetarum instar, peculiari cursu errabundos cognovissent. Seneca motum hunc agnovit, & observavit, per lineam in cælo rectam fieri, seu, ut loquuntur Astronomi, per circuli maximi portionem. lib. enim Septimo naturalium Quæst. cap. 8. Cometarum dicit cursum lenem & compositum esse, qui destinatum iter carpit; non confuse aut tumultuose eunt Cometæ, ut aliquis credat, causis turbulentis & inconstantibus pellit. In capite 29. meminit duorum Cometarum; quorum unus intra sextum mensem dimidiam cæli partem transcurrit. Alter Claudianus, à Septemtrione primum visus, non desiit in rectum assiduè celsior fieri, donec excessit.

Modus explorandi cursum cometæ in cælis.

Si habeatur globus cælestis, in cujus superficie Stellæ rite sunt collocatæ & depictæ, hâc arte Mechanicâ, via Cometæ in cælis explorari potest. Assumantur quotidie Stellæ quatuor Cometam circumstantes, ita ut is sit in concursu duarum linearum quæ oppositas stellas jungant, quod per filum oculis prætensum atque assumptis stellis & Cometæ objectum examinari potest, quod in tanto fixarum numero observare facile erit. Sit v. gr. Cometa in A in medio quatuor stellarum B C D E, ita ut filum per duas BD & Cometam transeat, similiterque filum transeat per Cometam duasque Stellas CE. In globo igitur, quo hæ quatuor stellæ sunt locis suis depictæ, extendantur duo fila per binas & binas stellas, & in communi filorum concursu, invenietur Cometæ locus. Sic quotidie fiat, & pro singulis diebus loca notentur; atque hinc manifestè Cometæ via seu cursus apparebit in cælis, qui deprehendetur esse circulum maximum, omnia enim puncta notata in eâdem peripheriâ circuli maximi invenientur. Datis autem duobus hujus circuli punctis, dantur ejus inclinatio ad Eclipticam & Nodorum loci, scil. ubi extensum filum Eclipticam secat.

TAB. 32. *fig.* 2.

Alia methodus observandi semitam Cometæ.

Aliter etiam via Cometæ propria invenitur observando ejus distantiam quotidie à duabus Stellis, quarum distantia, Longitudines, & Latitudines notæ sunt, ex quibus dabitur locus Cometæ in cælo, quæ loca postea in globo cælesti notata manifestè ostendent Cursum Cometæ è Tellure visum esse in portio tione Circuli maximi, nisi per motum Terræ ille aliquantulum exinde deflectere videretur. Distantiæ Cometæ à vicinis stellis, accipi possunt per Quadrantem aut Sextantem, ita situm, ut ejus planum simul per Cometam & Stellam transeat, & Dioptra una Stellam, altera Cometam aspiciens, gradus in circumferentiâ inter utramque interceptos manifestabunt.

Hinc manifestum est, Cometas moveri in plano, quod per oculum Spectatoris, seu potius per Solem transit, nam motus omnis visibilis qui in illo plano peragitur, semper in Peripheriâ circuli maximi fieri conspicitur. Regularis præterea & maxime proportionatus est Cometarum motus; qui quamvis inæqualis est, summa tamen regularitas in ipsâ inæqualitate continuò observatur.

Moventur Cometæ in plano per Solem transeunte.

Proprius hic Cometarum motus, non est idem in omnibus; sed varius, nam alii ab occidente in orientem tendunt; aliorum e contra motus fit in Antecedentia, & cursui Planetarum contrarius; omnes diligenter observati deflectunt ad Boream vel ad Austrum; idque varie, neque Planetarum more comprehenduntur in Zodiaco; sed inde migrant & motibus variis, in omnes cœlorum regiones feruntur; alii celeriùs, alii tardiùs. Summa celeritas a Regiomontano observata fuit, quâ Cometa uno die peregit gradus quadraginta. Nonnulli sunt in initio velociores quàm in fine, alii in principio, & fine apparitionis tarde moventur, in medio velocissime feruntur.

Ipsorum Cursus varii.

Deprehensum est, quòd in nonnullis Cometis, antequam penitus disparuerunt, in ultimis scil. apparitionibus, non adeo præcisè in circulo maximo incesserunt, sed aliquantulum ab isto tramite deviârunt; Angulus enim orbitæ Cometæ & Eclipticæ, in provectiore ætate diversus fuit observatus quàm cum ab ortu adhuc recens fuit, sed deviatio hæc apparens, non ex motu Cometæ, sed ex Telluris motu ortum trahit; ut in superioribus & inferioribus Planetis eveniri solet, quorum distantia ab Eclipticâ varia videtur, pro diversâ positione Telluris, cum interim ex sole spectatus Cometa, circulum maximum exactissimè describere videbitur.

Deviatio visa Cometæ a Circulo maximo.

Quam-

Veræ Cometarum semitæ.

Quamvis Cometæ motus videatur plerumque in circulo maximo, semita tamen ejus à circulo diversa & varia esse potest, scil. vel linea Recta, Elliptica, Parabolica, aut Hyperbolica, vel alia quævis in eodem plano descripta. Nam omnis motus in quâcunque semitâ, qui in plano per oculum transeunte peragitur, in circulo maximo fieri conspicitur. Philosophi plurimi & Astronomi motum rectilineum illis tribuerunt. Quæ tamen eorum phænomenis optime convenit Semita, Parabolica aut Elliptica videtur, & quidem si in Ellipticis ferantur orbitis, eæ maximè excentricæ sunt, & majores Axes ad minores magnam obtinent proportionem; quâ ratione multùm à Planetis differunt, qui orbitas Ellipticas quidem, at non multum excentricas, sed ad circuli formam accedentes describunt. Sol autem in communi omnium orbitarum tam Planetarum, quàm Cometarum foco existit; & eâdem lege circa illum moventur Cometæ, quâ Planetæ, describendo scil. Areas temporibus proportionales; Unde necesse est, ut similiter ac Planetæ in Solem sint graves.

Cometæ quando visibiles, & quando invisibiles.

Cum Cometæ in inferioribus orbitarum partibus versantur, seu cum versùs Solem descendunt, vel ab illo ascendunt, tunc solùm fiunt conspicui, & deinde à Sole recedentes, in longinquas regiones abeunt, & ex nostro conspectu sese subducunt; nam ob eorum à Sole recessum, minuitur lux, quam ab illo recipiunt, & ob auctam à nobis distantiam, minuuntur quoque apparentes diametri, donec tandem insensibiles evadunt. In Apheliis, ubi in longinquas admodum excurrunt regiones, ob tantam orbitæ excentricitatem, tardissime incedunt, in Periheliis ubi Soli vicini sunt incitatissimo feruntur motu.

TAB. 31. fig. 8.

Sit S Sol, APDG orbita Cometæ Elliptica, TCE orbita Terræ. Si ponamus semiaxem Ellipseos orbitæ Cometicæ centies majorem distantiâ mediâ Telluris à Sole, Cometa ille periodum circa Solem non nisi mille annis absolvet, nam quadrata Temporum periodicorum Telluris & Cometæ, debent esse cubis distantiarum a Sole mediarum proportionalia. Et Cometa in conspectum nostrum non veniet, nisi cum ver-

versus Solem descendendo, propius ad Tellurem accesserit, ut in F, deinde post decessum a perihelio, à Sole continuo ascendens Cometa, circa G tandem evanescere incipit; & si Aphelii distantia sit ad distantiam Perihelii à Sole ut 1000 ad 1, erit velocitas Cometæ in Perihelio ad velocitatem in Aphelio, in eàdem ratione, nam debet Area ASB æqualis esse Areæ DSP, si modo arcus AB DP sint temporibus æqualibus descripti, Velocitas vero circa Solem angularis, erit in eâ ratione duplicata; adeoque cum Cometa in Perihelio, gradum unum Motu angulari absolverit, in æquali tempore ubi in Aphelio versatur, non nisi gradûs partem $\frac{1}{1000000}$ percurret, & ibi lentissimè circulando plures requiruntur anni, ut unum gradum absolvat.

Ellipsium portiones, quæ a nobis videntur describi per Cometas, pro Parabolis haberi possunt.

Cum Ellipses, quas describunt Cometæ, sint admodum excentricæ, illarum portiones in quibus è Tellure videntur moveri, pro Parabolis haberi possunt; nam si Ellipseos focus, in infinitum alteruter ab altero secedat, vertetur Ellipsis in Parabolam, sicut coeuntibus focis Ellipticis in circulum mutatur; unde illorum calculus fit facilior. Ex illâ enim hypothesi tabulam construxit peritissimus Geometra & Astronomus *Hallejus*, quâ Cometarum motus facillimè computentur, & ex illâ Theoriâ ipse plurium Cometarum motus calculo subjecit; & cum observatis tam accurate congruere deprehendit, ut eorum differentia raró ad tria minuta prima excurrat. Quibus Exemplis abunde satis manifestum est, quod motus Cometarum, ex hâc Theoriâ, non minus accuratè exhibetur, quam solent motus Planetarum per eorum Theorias; quorum loca computata, ab observatis non minore quantitate distare invenimus. Et licet Cometæ longe majori motuum inæqualitati obnoxii sunt quam Planetæ; hæc tamen Theoria ipsorum motibus visis optimè respondet; unde cum iisdem innititur legibus, quibus Planetarum Theoriæ fundantur, eademque causæ Physicæ in utrosque agant, & cum accuratis Astronomorum observationibus exactè congruat; non potest esse non vera.

Cometæ plures ab oriente in occidentem feruntur.

Quamvis Planetæ omnes ab occidente in orientem, motibus propriis ferantur; Cometæ tamen non pauci contrarios cursus tenere observantur; eosque ab oriente in occidentem, maximâ velocitate discurrere cernimus; qualis fuit ille à Regiomontano visus anno 1472, qui quadraginta gradus uno die confecit. Hinc manifeste constat, nullos in cælo existere vortices, qui Planetas in iis natantes rapidissimo motu circa Solem vehant; nam cum Cometæ in regiones Planetarias descendant, necesse erit, ut pernicissimo vorticum Torrente rapiantur; tanta enim foret vorticis juxta Tellurem velocitas, si reverâ darentur vortices, ut illam secum veheret; & plusquam 20000 milliaria in unâ horâ conficere faceret; unde & rapidissimum hoc flumen Cometas etiam secum deferret; eorumque motus, si contrarii essent, citò destrueret. Quis enim non videt nullum corpus contra tam rapidum Torrentem posse diu moveri. At Cometæ observantur plures, qui contrario motu liberrime eunt, & eâdem lege motus conservant, quasi nullum esset medium, quod iis obstaret. At hoc naturæ vorticum plane repugnat, nam quod Planetas secum rapit fluidum, alia etiam corpora omnia inibi locata secum rapere necesse erit. Quod itaque cum non sit, dicendum est, in cœlis nullam esse resistentiam; adeòque nullum medium, quod cum nostro aëre comparatum, sensibilem aliquam obtinet densitatem; nam aer noster Projectorum motum non parum obstruit.

Adeoque nulli sunt Vortices.

Desinant itaque *Cartesiani* & *Leitbnitiani*, de Vorticibus suis plura in posterum dicere; cælestia enim Phænomena iis plane repugnant; quique cœlestium corporum motus per illos explicare satagunt, nugas & figmenta impossibilia nobis obtrudunt, nec ulteriùs sunt audiendi.

In cœlo nullum est medium fluidum, quod sensibilem obtinet densitatem.

Cum Resistentia medii ex ejus densitate oriatur, necesse est, ut ubi nulla est resistentia medii sensibilis, ibi quoque nulla sit sensibilis medii densitas; adeòque cum in cœlis Cometæ ne minimam sensibilem resistentiam patiuntur; sed liberrime tanquam in vacuo motus suos peragunt, minima quoque erit medii densitas, & fortasse tanta erit medii istius raritas; ut si Cometas, Planetas, eorumque Atmosphæras excipias, materia illa omnis, quæ totum spatium Planetarium implet, non adæquat illam, quæ in uno digito cubico no-

noſtri aeris continetur. Hoc enim poſſibile eſſe, à nobis in *Lectionibus noſtris Phyſicis* demonſtratum eſt.

Deſinant etiam Philoſophi Metaphyſicas ſuas tricas contra vacuum nobis obtrudere; illæ enim perſimiles videntur Veterum Sophiſtarum, contra motum diſputantium, argutiis, quæ non aliam reſponſionem merentur, quam illam *Diogenis*, qui ambulando illas confutavit. Sic *Philoſophos Carteſianos* cœlum intueri jubeamus, & inde non obſtantibus ſubtiliſſimis illorum tricis, ex phænomenis in illo viſis, Vacui neceſſitatem manifeſtâ demonſtratione colligent. *Cometæ motibus ſuis vacuum dari demonſtrant.*

Pauci Cometæ viſi ſunt, priuſquam ad Solem deſcendunt; & ex Perihelio, ab illo recedere incipiunt. Nam antequam per Solis viciniam incaluerunt, vix caudas emittunt; adeòque minus notabiles evadunt; poſt autem ipſorum à Perihelio diſceſſum, ingentes vibrant caudas, quæ conſtant materiâ lucidâ, rarâ, & ſubtiliſſimâ, maximo putà calore Solis attenuatâ, & maximâ vi è corpore Cometico projectâ. Cujus cauſſa fortaſſe non diſſimilis eſt illi, quâ nuper ex noſtrâ Tellure, Vapores lucidi ad inſignem altitudinem ejaculati fuêre; qui per magnam Europæ partem conſpecti fuêre, & æmulabatur vapor ille lucidus, tam figurâ quàm ſplendore, Cometarum caudas, ſed deficiente materiâ citò evanuit. *Cometarum Caudæ.*

Illud in Cometis omnibus maximè notandum; quod illorum caudæ ſemper in partes à Sole averſas extenduntur, id eſt ſi Sol ſit in occidente, Cometa directè caudam in orientem projicit. E contra, ſi Sol fuerit in Oriente, Cauda in occidentem rectâ dirigitur, mediâ nocte in Aquilonem tendunt. Creſcunt caudæ, dum ad Solem deſcendunt, in Periheliis maximæ ſunt, deinde longiùs à Sole recedendo, decreſcunt, donec in Atmoſphæram Cometicam ſe contrahunt. *Caudæ ſemper in partes protenduntur à Sole averſas.*

Caudæ Cometarum, quæ breves ſunt, non aſcendunt motu celeri & perpetuo à capitibus, & mox evaneſcunt, ſed ſunt permanentes vaporum & exhalationum columnæ, à capitibus motu ſatis lento propagatæ, quæ participando motum illum capitum, quem habuêre ſub initio, per cælos unà *Cometarum Caudæ participant de motu capitum.*

cum capitibus moveri pergunt: Et hinc rursus colligitur, spatia cœlestia vi resistendi destitui, in quibus non solùm solida Planetarum & Cometarum corpora, sed etiam rarissimi caudarum vapores, motus suos liberrimè peragunt, ac diutissimè conservant.

Cometa ille insignis, qui Anno 1680. apparuit, statim post recessum à Perihelio, caudam emittebat plusquam quadraginta gradus in longum exporrectam; nec mirum, nam tam prope fuit Soli, ut non major quam sextâ diametri solaris parte ab ejus corpore distabat: & inde Sol maximam cœli Cometici partem è Cometâ spectatus occupare, & sub angulo ferè 120. graduum apparere videbatur. Calor autem è Sole conceptus ardentissimus fuit, nam ferri candentis calorem ter millies superabat. Hinc necesse est, ut corpora Cometarum sint solida, compacta, fixa, & durabilia, ad instar corporum Planetarum. Nam si nihil aliud essent quàm vapores, aut exhalationes Terræ, Solis, aut Planetarum, Cometa ille in transitu suo per viciniam Solis statim dissipari debuisset.

LECTIO XVIII.

Doctrina Sphærica, seu De Circulis Sphæræ.

Oculus spectatoris est ubique in cœli centro.

CUM quilibet Spectator, quemcunque in Universo obtineat locum, sit in centro Prospectûs proprii; si cœlum intueatur, illud tanquam superficiem concavam oculo concentricam, innumerisque stellis refertam conspiciet, Motusque omnes cœlestes in illâ peragi videbit. Verùm cum Telluris à Sole distantia exigua admodum sit respectu illius, quâ cœlum stellatum à nobis distat; ubicunque Terra in suâ orbitâ locetur; eadem semper cœli facies, eadem astrorum positio, seu configurationes stellarum ex eâ aspicientur, quæ oculo in ipso Sole constituto apparerent; adeoque nihil refert, sive centrum Universi seu cœli, in Sole, sive in Tellure ponatur. Et si concipiantur circuli quotlibet per Tellurem transire, & ad cœlum produci, aliique his Paralleli per Solem traduci, hi circuli in cœlo coincidere videntur,

Nihil refert sive centrum cœli in tellure sive in sole ponatur.

eva-

evaneſcente ipſorum diſtantiâ reſpectu diſtantiæ fixarum, quæ ad illos refertur, circulique hi, per Solem & Tellurem in planis parallelis ducti, in eaſdem ſtellas incidere videbuntur.

Quò meliùs loca ſtellarum definiantur, motuſque in ordinem redigantur, convenit in cœlo plures concipere deſcriptos eſſe circulos, quorum alii ſunt maximi, alii minores. Circulus in Sphærâ maximus eſt, qui dividit Sphæram in duas partes æquales, & idem habet centrum cum centro Sphæræ, adeoque omnes circuli maximi, cum idem habent centrum, ſeſe bifariam ſecabunt. *Circuli Maximi.*

Circuli minores dividunt Sphæram in partes inæquales, eorumque centra à centro Sphæræ diverſa ſunt; denominantur autem hi circuli ab aliquo circulo maximo, cui paralleli ſunt. *Circuli minores.*

Quilibet circulus duos habet polos, qui ſunt puncta in ſuperficie Sphæræ, ubique a circulo æquidiſtantia, ubi ſcil. linea ad planum circuli recta per centrum ducta, utrinque ſuperficiei Sphæricæ occurrit. *Circulorum Poli.*

Circuli alii per reſpectum ad Obſervatorem definiuntur, ut ſunt Horizon & Meridianus, alii à motu originem ducunt; ~~hi~~ dicuntur mobiles, quòd unà cum ſpectatore locum mutant, hi immobiles, quòd in iiſdem cœli punctis infixi hærent. *Circuli alii immobiles alii mobiles.*

Qui à motu oriuntur circuli, præcipui ſunt Ecliptica & Æquinoctialis, eorumque paralleli; nam cum Tellus circa Solem motu annuo in orbitâ feratur, Spectator in Sole conſtitutus Terram in cœlo illum deſcribere circulum inter fixas, quem Eclipticam dicimus, conſpiciet. Eſtque ille circulus idem, quem nos in Terrâ locati Solem percurrere motu apparenti ſpatio unius anni videmus, uti ſuperiùs à nobis oſtenſum fuit. Dividitur Ecliptica in duodecim partes æquales, quæ ſigna ſeu Dodecatamoriæ appellantur, nomenque habent à Conſtellatione vicinâ. Incipiunt ab Æquinoctiali vernali, tenduntque ab occidente in orientem. Tria priora ſigna ♈ ♉ ♊ ſcandunt ab Æquinoctiali in Boream, uſque ad Solſtitium æſtivum. Sequentia tria ♋ ♌ ♍ *Ecliptica.*

incipiunt à Cancro deſcenduntque ad æquinoctialem interſectionem autumnalem. Tertia ſignorum Trias ♎ ♏ ♐, incipit à Librâ, deſcenditque verſus auſtrum, uſque ad Solſtitium hybernum. Quarta ♑ ♒ ♓ à Capricorno incipit, tendenſque ad Æquatorem, finitur in æquinoctio verno. Unumquodque ſignum dividitur in triginta gradus, & hinc tota Ecliptica in 360. In hoc circulo ſemper videtur Sol, qui nuſquam ab illo deflectit. At Planetæ ultro citroque eunt, per ſpatium octo circiter graduum, adeoque ſi concipiatur circulus latus ſeu zona ſedecim graduum lata, cujus medium tenet Ecliptica, deſignabit in cœlo ſpatium in quo Planetæ motus peragunt, & Zodiacus à Græcis, à Latinis Signifer dicitur ob ſigna ibi locata.

Zodiacus.

Eclipticæ Secundarii.

Si per polos Eclipticæ traduci concipiantur innumeri circuli Eclipticæ occurrentes, illi dicuntur Eclipticæ Secundarii, quorum ope quælibet ſtella vel quodvis in cœlo punctum ad Eclipticam refertur. Nam ſtellæ cujuſvis locus, ad Eclipticam reductus, is erit, ubi ejuſmodi circulus per ſtellam tranſiens eidem occurrit. Arcus inter hunc locum & initium Arietis interceptus, & in conſequentia numeratus dicitur *Longitudo* ſtellæ. Sicuti arcus circuli ſecundarii inter ſtellam & Eclipticam eſt ejuſdem ſtellæ *Latitudo*. Hinc hi Eclipticæ ſecundarii circuli Latitudinum dicuntur. Latitudo eſt Borealis vel Auſtralis. Nam Ecliptica cœlum ſidereum in Hemiſphærium Boreale & Auſtrale dividit.

Longitudo Stellæ.
Latitudo Stellæ.

Cum Tellus circa ſuum Axem vertatur, exinde fit, ut omnes ſtellæ cœlumque omne Sidereum circa Tellurem volvi conſpiciantur, ſpatio viginti quatuor horarum, qui motus apparens Diurnus dicitur, & raptu *Primi Mobilis* fieri concipitur; quaſi revera Tellus quieſceret & cœlum circa ipſam volubile eſſet. Circulus medius inter utrumque Telluris polum, qui Æquator dicitur, ad cœlum uſque productus, efficit Æquinoctialem cæleſtem, & omnia ſidera, omniàque cœli puncta præter polos hunc æquinoctialem, vel circulum aliquem huic parallelum, majorem aut minorem, prout a Polis remotiora aut viciniora fuerint, deſcribere videntur.

Æquinoctialis cæleſtis.

Æqui-

Æquinoctialis & Ecliptica, cum uterque sit circulus maximus, se mutuò bifariam secabunt, communisque planorum sectio, sibi ubique parallela manens, ad idem cœli punctum semper dirigitur (nam hic abstrahimus à motu illo lentissimo, quo Axis Terræ, vel intersectio Eclipticæ & Æquatoris regreditur). Adeoque cum Sol in Eclipticæ puncto videtur, ubi est illa intersectio, hoc est, cum revera Tellus oppositum tenet, Sol motu diurno æquinoctialem in cœlo circulum describere conspicietur. Bis itaque in quolibet anno Sol motu diurno in Æquinoctiali revolvitur. Scil. cum est in duobus Eclipticæ & Æquatoris intersectionibus Vernali & Autumnali. Quibus temporibus omnes Telluris incolæ dies noctibus æquales habebunt: unde nomen circulus hic adeptus est. Angulus, quem Ecliptica cum æquatore ad intersectionum puncta facit est $23\frac{1}{2}$ graduum; exinde discedens Sol, continuò ab æquatore motu apparente declinat versùs Boream vel Austrum, circulosque æquatori parallelos motu apparente describit, donec ad nonagesimum ab intersectione gradum pervenerit, ubi $23\frac{1}{2}$ gradibus ab æquatore distare videtur, quæ est ejus Declinatio maxima, & inde rursus ad Æquatorem revertere conspicitur, unde duo minores circuli, quos Sol motu diurno in duabus ejus declinationibus maximis describere apparet, *Tropici* nominantur, à τρέπω *verto*. Hic in Boreali cæli parte *Tropicus Cancri*, ille in Australi *Tropicus Capricorni* dicitur. *Circuli Tropici.* Quâ ratione hic motus Solis apparens, & Declinationis mutatio, quiescente Sole, ex motu Terræ revera accidunt, superiùs in Lectione VII^ma^ ostensum fuit.

Sunt & alii duo circuli minores in Sphærâ notabiles, quos Eclipticæ Poli motu diurno rapti describere videntur, qui $23\frac{1}{2}$ gradibus à Polis æquatoris seu Mundi distant & circuli Polares dicuntur. *Circuli Polares.* Hic in Boreali Hemisphaerio Arcticus à vicinis Ursis, alter Australis illi oppositus Antarcticus dicitur.

Si per polos mundi seu Æquatoris traduci concipiantur circuli innumeri maximi, erunt illi secundarii Æquatoris, quorum ope quævis cæli puncta ad æquinoctialem referuntur,

tur, uti priùs per Secundarios Eclipticæ, ad Eclipticam ea retulimus, & *Ascensio Recta* stellæ, vel puncti cujusvis, est arcus Æquinoctialis inter initium Arietis & punctum intersectionis circuli secundarii per stellam transeuntis. *Declinatio* autem est arcus ejusdem secundarii inter stellam & æquinoctialem interceptus. Estque Borealis aut Australis, prout versùs hunc vel illum polum stella declinat, & exinde circuli hi Declinationum circuli nominantur. Horum præcipui sunt duo *Coluri*, quorum alter per puncta æquinoctiorum transiens vocatur Colurus Æquinoctiorum; Alter priorem ad angulos rectos secans & per polos Eclipticæ & Æquinoctialis incedens dicitur Colurus Solstitiorum; quoniam Eclipticæ occurrit in punctis ab Æquatore remotissimis, ubi Sol per aliquod tempus distantiam ab Æquinoctiali vix sensibiliter mutare deprehenditur; & proinde Solstitia hæc puncta dicuntur.

Ascensio Recta. *Declinatio.* *Duo Coluri.*

Circulus in Telluris superficie inter polos exactè medius, est Telluris Æquator, cujus productione ad Fixas Æquinoctialem cælestem generari diximus; & sicuti stellarum loca in cælis, quoad longitudinem & latitudinem definiuntur per Eclipticam & ejus secundarios; sic per Æquatorem Terrestrem ejusque secundarios per polos Terræ ductos, Terrarum loca & urbes quoad Longitudinem & Latitudinem determinari debent. Circulus Æquatoris secundarius per locum quemvis transiens dicitur istius *loci Meridianus*, quoniam quando per vertiginem Terræ circa Axem suum, planum istius circuli per Solem transiverit, erit omnibus incolis sub illo degentibus Meridies. *Longitudo loci* est arcus Æquatoris interceptus inter aliquem Meridianum, quem primum vocant, per determinatum locum transeuntem, & Meridianum loci. Veteres Geographi Primum Meridianum per locum Terræ notum & maximè occidentalem traduci fingebant, atque exinde Terrarum loca omnia, quaquà in longum patent, versùs ortum determinabant. Ex quo verò navigando deprehensum est, nullum dari locum maximè occidentalem, paulatim neglectus est modus, à primo aliquo meridiano computandi. Et quisque locorum Longitudines

Loci Meridianus. *Longitudo loci.*

dines reſpectu Meridiani urbis propriæ determinat. *Latitudo loci* eſt arcus Meridiani iſtius loci, inter locum & Æquatorem interceptus, eſtque Borealis aut auſtralis, prout locus ab Æquatore, versùs hunc vel illum polum, diſtat.

Ratione Meridianorum & Parallelorum comparati Incolæ Telluris, alii dicuntur *Periæci* qui ſub eodem parallelo, at oppoſitis ejuſdem Meridiani ſemicirculis degunt; hi Tempeſtates anni eaſdem experiuntur, accedente Sole eodem tempore ad utriuſque loci verticem, & exinde recedente; at meridiei & mediæ noctis vices ſubeunt alternas. Alii denique dicuntur *Antæci* ſub eodem Meridiani ſemicirculo, at oppoſitis parallelis habitantes. Ita ut meridies & media nox utriſque ſimul contingat; at tempeſtates anni permutantur. Alii denique dicuntur *Antipodes*, quod ſub oppoſitis Meridianis æquè ac Parallelis verſantes, adverſis e diametro pedibus incedunt; ideoque viciſſitudines æſtatis atque hyemis, nec non meridiei & mediæ noctis, ortus & occaſus ſiderum omnino planè adverſos ſentiunt.

Periæci. *Antæci.* *Antipodes.*

Quatuor circuli in ſuperficie Telluris minores, qui cæleſtibus ejuſdem nominis reſpondent, nempe duo Tropici & totidem Polares dividunt Terram in quinque portiones, quæ zonæ appellantur. Quarum una vocatur Torrida, utroque Tropico comprehenſa, inhabitabilis à veteribus credita eſt, propter nimium æſtum: Regiones tamen, quas illa continet nunc longè feraciſſimas eſſe, vitæ commodis, incoliſque abundare compertum eſt; duæ ſunt frigidæ Zonæ, ſub utroque mundi Polo circulis Arctico & Antarctico incluſæ, & ob gelu perpetuum vix habitabiles; totidem temperatæ ſunt inter Frigidas & Torridam comprehenſæ, quarum alteram nos incolimus, alteram noſtri Antipodes. Has quinque Zonas ſic deſcribit Virgilius. 1. *Georgic.* ỳ. 233.

Quinque Zonæ.

Quinque tenent cœlum Zonæ, quarum una coruſco
Semper Sole rubens, & Torrida ſemper ab igni:
Quam circum extremæ dextrâ lævâque trahuntur,
Cæruleâ glacie concretæ, atque imbribus atris.
Has inter, mediamque, duæ mortalibus ægris
Munere conceſſæ divûm.

Amphiscii. Qui in Zonâ Torridâ degunt, dicuntur *Amphiscii*, eò quòd eorum umbra meridiana versùs utrumque polum diversis anni temporibus projicitur. At cum Sol ipsorum verticibus incumbit, fiunt *Ascii*, quia nullam projiciunt umbram meridianam; qui Zonas Temperatas incolunt, dicuntur *Hetroscii*, quorum umbra Meridiana versùs alterutrum tantùm mundi Polum porrigitur; qui in Zonis frigidis sunt incolæ, *Periscii* vocantur, quia Sole non occidente umbra illis in orbem circumagatur.

Ascii. *Hetroscii.* *Periscii.*

Circuli, qui concipiuntur mobiles, & per respectum ad observatorem definiuntur, sunt Horizon & Meridianus. *Horizon* est magnus ille circulus, quem quisque in planitie aut medio maris positus visu circumacto definit, quo cæli pars spectabilis ab inconspicuâ dividitur. Dicitur *Horizon sensibilis*, à quo differt *Rationalis* illi parallelus, transiens per centrum Terræ. Nam Phænomena cælestia referimus ad superficiem Sphæricam, Telluri, non oculo concentricam.

Horizon sensibilis. *Horizon Rationalis.*

Hi duo Horizontes ad fixas producti coincidere videntur, cum Tellus ad Sphæram fixarum comparata puncti tantùm rationem habeat, adeoque qui non nisi puncto distant à se invicem circuli, tanquam congruentes haberi debent. Horizontis poli sunt duo puncta, quorum unum vertici observatoris incumbit & *Zenith* dicitur, alterum huic sub pedibus oppositum *Nadir* vocatur. Ab his innumeri circuli ad Horizontem ducti, sunt ejus secundarii, & circuli *Verticales* & *Azimuthales* appellantur. Horizontis autem paralleli circuli minores *Almicantarath* dicuntur: voces hæ ab Arabibus in Astronomiam sunt introductæ.

Horizontis Poli. Zenith & Nadir. *Circuli verticales & Azimuthales.* *Almicantarath.*

Inter circulos verticales, eminent præcipuè Meridianus, & *Verticalis Primarius*; ille per polos & Zenith ductus horizontem intersecat in cardinibus Septentrionis & Austri, illosque signat. Hic alter est Meridiano ad angulos rectos, & in Horizonte Orientem & Occidentem ostendit. Hi circuli Horizontem in Quadrantes dividunt, quorum unusquisque rursus in octo partes æquales, adeoque Horizon totus in triginta duas partes dividi supponitur, quæ venti sive plagæ nominantur.

Verticalis Primarius.

Alti-

Altitudo aut *Depressio* Stellæ cujusvis est arcus verticalis circuli inter Stellam & Horizontem interceptus. Stellæ *Azimuthus* est arcus Horizontis inter cardinem Meridiei vel Septentrionis & verticalem per Stellam transeuntem interceptus, estque vel orientalis vel occidentalis. *Amplitudo ortiva* vel *occidua* sideris est Arcus Horizontis inter punctum, ubi sidus oritur aut occidit, & cardinem Orientis aut occidentis, estque illa Borealis vel Australis. *Altitud. aut Depressio Stellæ. Azimuthus Stellæ. Amplitudo ortiva vel occidua.*

Ut in Horizonte omnes Stellæ videri incipiunt, & apparere desinunt, sic in Meridiano Stellæ omnes ad maximam altitudinem perveniunt, ubi culminari dicuntur, & infra Horizontem in eodem Meridiano maximam depressionem obtinent. Cum Meridianus tam Æquatori quàm Horizonti perpendiculariter insistat, omnium parallelorum segmenta ab horizonte facta, tam supra quàm infra in æquales partes dividet; unde Tempus inter ortum Stellæ ejusque Culminationem, æquale erit tempori inter Culminationem & occasum. Cumque Sol quotidie parallelorum aliquem motu apparenti describit, quando is ad circulum Meridianum appulerit, Meridies fiet, Mediaque nox, cum infra Horizontem ad eundem pertigerit, unde huic circulo nomen. *Nonagesimus gradus* est punctum Eclipticæ, quod nonaginta gradibus ab ejus intersectione cum Horizonte distat, ejusque Altitudo metitur angulum, quem Ecliptica cum Horizonte facit. *Medium cœli* dicitur punctum Eclipticæ culminans. In signis Ascendentibus, à ♑ ad ♋ Nonagesimus est ad orientem Meridiani; in descendentibus à ♋ ad ♑ ad occidentem positus. *In Meridiano culminant Stellæ.*

Quamvis Horizontem & Meridianum tanquam circulos immobiles supposuimus, motum apparentem cæli tanquam realem considerando; revera tamen illi soli sunt circuli mobiles, & Stella vel Sol oritur, quando planum Horizontis infra descendit, ut Sol vel Stellæ conspiciantur, occiduntque, quando planum Horizontis supra attollitur, Stellis & Sole quiescentibus, Horizonte interea vertigine Terræ rapto. Sic etiam Sol & Stellæ ad meridianum loci alicujus appellunt, cum Meridiani planum, quod motu circa Axem *Horizon & Meridianus sunt circuli revera mobiles.*

Telluris angulari fertur, per Solem aut Stellas quiescentes transiverit. Si verò per Solem & Polum traduci concipiatur circulus immobilis, fiet hic Meridianus non alicujus loci determinati, sed Universalis; fietque Meridies, in loco aliquo, cum Meridianus istius loci, qui circa Axem Telluris vertitur, cum plano hujus circuli coinciderit.

Meridianus Universalis.

Cum Meridianus quilibet circuitum seu gradus 360 spatio viginti quatuor horarum motu angulari absolvat, necesse est ut quâlibet horâ quindecim gradus, hoc est graduum 360 partem vicesimam quartam, motu angulari conficiat, adeoque si concipiatur circulus per polos transiens, qui cum Meridiano per Solem ducto angulum quindecim graduum constituat, ad hujus planum cum pervenerit Meridianus alicujus loci, post decessum a Meridiano Universali numerabitur in illo loco hora prima post Meridiem; diciturque circulus horæ primæ. Similiter si alius ducatur per polos circulus, æquatorem secans in tricesimo ab Meridiano Universali gradu, hic erit circulus horæ secundæ, ad quem cum Meridianus loci alicujus pervenerit, numeratur ibi hora Secunda à Meridie. Similiter si per singulos quindecim Æquinoctialis gradus, & Polos duci concipiantur circuli, dicuntur illi *Horarii*, & Æquinoctialem in viginti quatuor partes divident. Et unusquisque ordine suo horam determinat in loco aliquo numeratam, quando Meridiani istius loci planum cum plano circuli Horarii coinciderit. Verbi gratiâ, cum Meridianus loci coincidit cum circulo, qui angulum cum Meridiano Universali facit 75 graduum, numerabitur in illo loco hora quinta post Meridiem. Quando verò 90 gradus à Meridiano per Solem transeunte distat, fit hora Sexta post Meridiem. Verùm si Meridianus loci ut immotus spectetur, circulumque per polos & Solem transeuntem concipiamus unà cum Sole motu angulari circa Axem Telluris ferri, ut apparenter fit; quando circulus ille coincidet cum circulo, qui angulum quindecim graduum cum Meridiano loci facit, erit hora prima, & circulus cum quo coincidit, dicitur Horarius primus: huic proximus cum Meridiano loci angulum triginta graduum constituens, erit circulus

Circuli Horarii.

culus horæ ſecundæ; qui angulum 45 graduum cum Meridiano facit eſt circulus horæ Tertiæ, atque ita deinceps.

In quolibet Terræ loco, Altitudo Poli ſeu ejus Elevatio ſupra Horizontem æqualis eſt Latitudini loci. Sit circulus HZQ Meridianus, HCO Horizon, ÆCQ æquator, Z Zenith, & P Polus, Altitudo poli ſeu ejus diſtantia ab Horizonte eſt arcus PO, & Latitudo loci eſt ZÆ arcus. Et quoniam arcus PÆ inter polum & æquatorem eſt circuli quadrans, & arcus ZO inter Zenith & Horizontem interceptus eſt quoque circuli quadrans, erunt arcus PÆ ZO inter ſe æquales; Communis auferatur arcus ZP, & reſtabunt arcus ZÆ PO inter ſe æquales; hoc eſt, Latitudo loci æqualis erit Elevationi ſeu Altitudini Poli ſupra Horizontem. *Altitudo ſeu Elevatio Poli æqualis latitudini loci.* TAB. 32. *fig.* 4.

Hinc habemus methodum Telluris Perimetrum dimetiendi. Nam ſi pergamus rectà verſus Boream, donec Elevatio Poli unò gradu creſcat, & deinde itineris percurſi menſura quæratur in milliaribus, dabitur numerus milliarium, quæ ſunt in uno gradu Peripheriæ maximi in Tellure circuli, hic numerus per 360 multiplicatus dabit numerum milliarium in toto Perimetro Telluris, & accuratiſſimis menſuris invenitur Longitudo unius gradus 69 milliaria Anglicana continere, quæ vulgò habetur æqualis tantùm 60 milliaribus.

LECTIO XIX.

De Doctrina Sphærica.

ANgulum, quem Æquator & Horizon cum ſe invicem faciunt, metitur arcus ÆH, qui eſt complementum Latitudinis ad Quadrantem. Adeoque ſi angulus ille rectus ſit, Latitudo erit nulla, & Æquinoctialis per verticem incedet: omneſque Æquatoris Paralleli erunt ad Horizontem recti, ideoque hæc Sphæræ poſitio *Recta* dicitur, in quâ paralleli omnes ab Horizonte in partes æquales ſecantur; unde mora cujuſvis ſtellæ ſupra horizontem æqualis eſt tempori quo infra eundem deprimitur; poli hìc in Horizontem procumbunt, uti figurâ manifeſtum eſt, ubi punctum æquinoctialis Æ cum vertice ſeu Zenith coincidit, & TAB. 32. *fig.* 5. *Sphæra Recta.*

Poli P P cum punctis Horizontis H O congruunt.

TAB. 32. fig. 6. Si ab Æquatore versùs alterutrum polum recedamus, Æquator quoque à vertice recedet, & ad Horizontem accedet, cum illâ faciens angulum obliquum, unde illa Sphæræ positio dicitur *Obliqua*, Polusque, ad quem acceditur, semper supra Horizontem tantùm elevabitur, quantùm est Latitudo loci; alter tantundem infra deprimetur. Figura annexa hanc Sphæræ positionem exhibet, quam nos, & omnes in Zonis temperatis habitantes, obtinemus, ubi Æquator ÆQ bisecatur ab Horizonte, ut in Sphærâ Rectâ, quapropter ubi Sol illum circulum motu apparenti diurno decurrit, diem facit nocti æqualem; at Æquatoris Paralleli non bifariam ab Horizonte secantur, sed qui sunt versùs Polum elevatum; singuli majorem partem habebunt supra Horizontem extantem, minorem infra depressam, & quò polo propior quilibet circulus, eò major ejus pars supra Horizontem extabit, & qui minus à polo distant quàm est Latitudo loci, toti supra Horizontem attolluntur. Contrarium accidit parallelis versùs Polum depressum sitis, quorum portiones majores infra Horizontem jacent, minores supra elevantur; & qui Polo illi propiores sunt quàm est Latitudo loci, perpetuò unà cum Stellis, quæ in iis includuntur, sub Horizonte latent, & nunquam fiunt conspicui. Hinc necesse est, cum Sol quotidie parallelum aliquem decurrat, ut ab Æquinoctio verno ad Solstitium æstivum dies continuo incremento noctes exsuperent; post Solstitium decrescant ad Æquinoctium autumnale; deinde ad Solstitium Hyemale dies noctibus continuò breviores reddantur; denique à Solstitio Hyberno ad Æquinoctium vernum, dies adhuc sunt noctibus breviores, sed rursus continuò augentur, donec in ipso Æquinoctio fiunt tandem noctibus æquales.

Sphæra obliqua.

In Sphærâ obliquâ Stellæ omnes obliquè oriuntur & occidunt, utque Ascensio recta Stellæ est arcus Æquatoris interceptus inter initium Arietis & punctum, quod unà cum Stellâ ad Meridianum pervenit, seu in Sphærâ rectâ, quod simul cum Stellâ ascendit vel oritur: sic *Ascensio obli-*

qua eſt arcus Æquatoris interceptus inter initium Arietis & punctum Æquatoris, quod cum Stellâ oritur in Sphærâ obliquâ, eodem ordine numeratus, quæ pro variâ Sphæræ obliquitate varia erit. Aſcenſionis Rectæ & obliquæ differentia dicitur *Differentia Aſcenſionalis.* *Aſcenſio obliqua.* *Differentia Aſcenſionalis.*

In Sphærâ obliquâ eſt parallelus tantùm à Polo elevato diſtans, quantùm eſt latitudo loci, qui *Circulus perpetuæ Apparitionis* nominatur, ſeu *circulus ſemper apparentium maximus*, intra quem comprehenſæ Stellæ nunquam oriuntur, aut occidunt, ſed tamen nunc altiùs aſcendunt, nunc humiliùs factæ ad Horizontem propiùs accedunt. Huic ad alterum Polum eſt oppoſitus circulus *Perpetuæ Occultationis*, in quo incluſæ Stellæ nunquam oriuntur, ſed ſemper manent inconſpicuæ. *Circulus perpetuæ Apparitionis.*

Si Æquator nullum angulum cum Horizonte faciat, ſed cum illo coincidat, in tali poſitione polus quoque cum Zenith congruet, & Æquatoris paralleli omnes erunt Horizonti paralleli, ideo talis ſphæræ *Poſitio Parallela* dicitur, in quâ nullæ fixæ oriuntur aut occidunt, ſed in circulis Horizonti parallelis perpetuos gyros ducunt. Sol præterea cum ad Æquinoctialem pervenerit, Horizontem lambit, exinde verſùs Polum elevatum digrediens nuſquam occidit, ſed diem facit longiſſimum ſex menſium. At ubi ab Æquatore receſſerit Sol verſùs oppoſitum Polum, è contrario nunquam oritur, noxque illis durat per alteros ſex menſes. Hunc Sphæræ ſitum obtinent, qui ſub Polis degunt, ſi qui forte ſint, qui has colant regiones. TAB. 32. *fig.* 7. *Sphæra Parallela.*

Veteres Geographi Regiones Telluris per *Parallelos* & *Climata* diſtinguebant; cum enim in Sphærâ Rectâ, ſeu ſub Æquinoctiali dies noctibus perpetuò æquantur, ſi inde pergamus verſùs alterutrum Polum, dies æſtate fiunt noctibus longiores, & quò magis ad Polum accedamus, eò longiores ſunt dies longiſſimi, donec ſub ipſis circulis polaribus nulla eſt nox. Hinc per parallelos Æquatoris, qui augmenta dierum horæ quadrantibus notabant, Tellurem diviſerunt Geographi. Hoc eſt, Paralleli illi tantùm à ſe invicem diſtabant, quantò opus ſit, ut maxima dies augeatur horæ quadran- *Diviſio Telluris per Parallelos & Climata.*

dran-

drante de parallelo in parallelum. Poſito ergo Æquatore primo parallelo, ſecundus per ea Terræ loca tranſibat, ubi dies longiſſima eſt horarum $12\frac{1}{4}$. Tertius ubi dies eſt horarum $12\frac{2}{4}$. Quartus ubi ille 12 horis cum tribus partibus quartis adæquat; atque ita denuo. Duo autem ejuſmodi paralleli *Clima* conſtituebant; quæ proinde climata ſemihoræ augmento diſtinguuntur. Poteſt vero exceſſus diei Solſtitialis ſupra 12 horas continuò augeri, magis magiſque ad elevatum Polum accedendo, donec ad Polarem circulum perventum fuerit, & ibi Tropicus unico puncto Horizontem tangens totus eminet, & Sol illum decurrendo, non occidit; quare dies erit horarum viginti quatuor, qui excedit æquinoctialem diem horis duodecim, ſeu viginti quatuor ſemihoris, vel quadraginta & octo horæ quadrantibus, unde conficitur tandem numerus climatum inter æquinoctialem & Polarem eſſe viginti quatuor, & Parallelorum eſſe quadraginta & octo.

Cum Veterum Annus parum cum motu Solis apparenti congruebat, ex dato die menſis quo factum aliquod notabant, non ſtatim exinde patebat; quâ anni tempeſtate illud evenit. Igitur quando Agricolæ in re Ruſticâ aliquod faciendum in ſtato tempore præcipiebant, tempus illud non per diem Kalendarii Civilis indicabant, quippe eadem dies menſis civilis non ſemper quolibet anno in eâdem Anni tempeſtate incidebat. Sed certioribus opus fuit Characteribus, ad tempora diſtinguenda. Itaque Agricolæ, Rei Ruſticæ ſcriptores, Hiſtorici, & Poetæ tempora per ortus & occaſus Stellarum deſignabant. Ortûs & occaſûs Stellarum vulgò numerantur ſpecies tres; *Coſmicus*, *Achronicus* & *Heliacus*. Oriri dicitur aut occidere Stella coſmicè, quæ oritur aut occidit oriente Sole; ita Stella quæ oritur aut occidit mane, coſmicè oritur aut occidit. Achronicè autem oritur Stella, quæ oritur occidente Sole, hoc eſt quæ veſperi oritur, quando Soli opponitur & totâ nocte fit conſpicua.

Stellarum ortus & occaſus eorumque ſpecies.

Stella oritur Heliacè, quando è Solis radiis emergens, tantùm ab illo diſtat, ut videatur mane ante Solis ortum, Sole nimirum motu apparente a Stellâ verſùs ortum recedente.

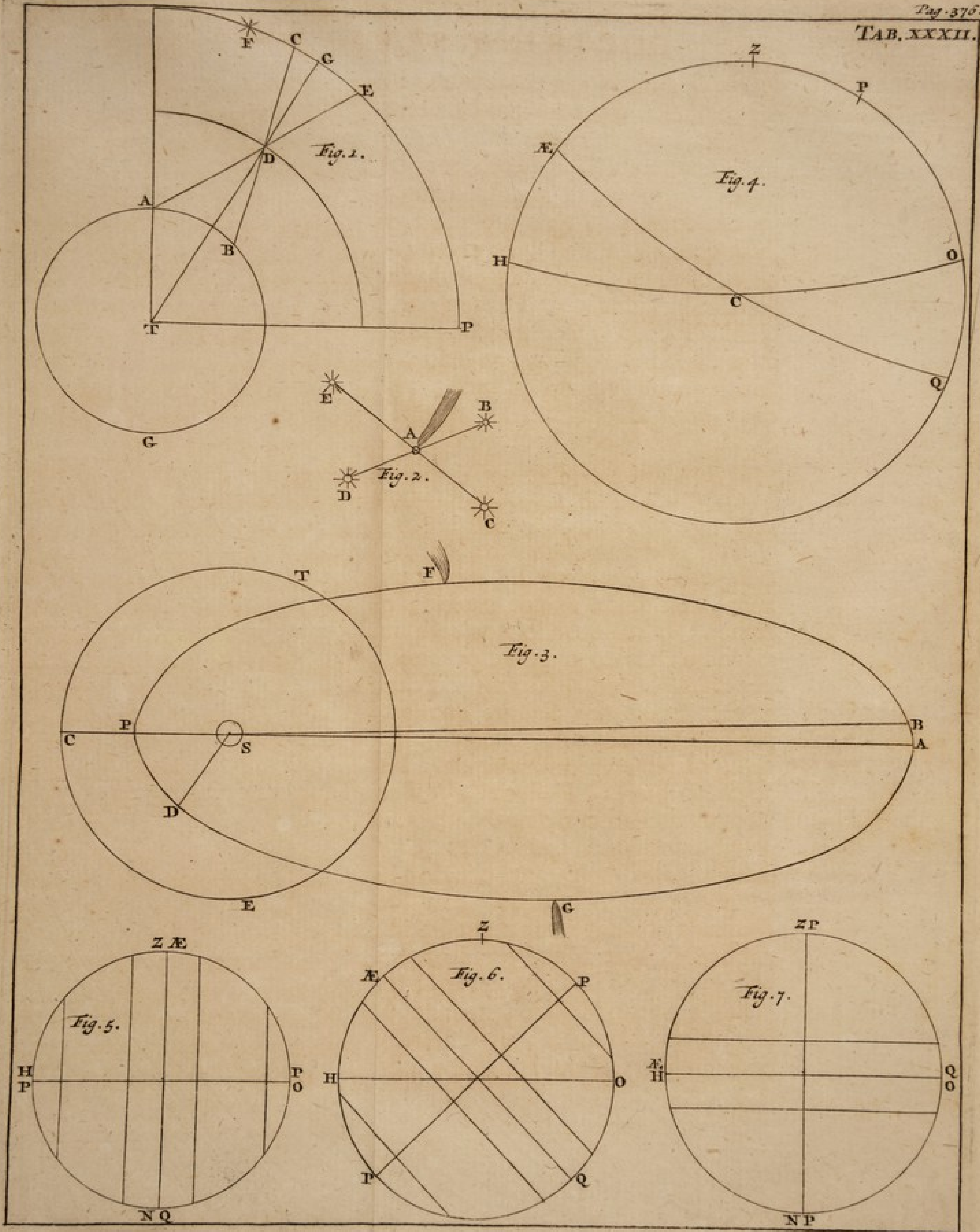


Fig. 1.
F C G E D A B T P G
Fig. 2.
E B A D C
Fig. 3.
T F P C S D E G B A
Fig. 4.
Z P Æ H O C Q
Fig. 5.
Z Æ H P P O N Q
Fig. 6.
Z Æ P H O P Q
Fig. 7.
Z P Æ H Q O N P

dente. Occaſus autem Heliacus eſt, quando Sol ad Stellam accedere incipit, illamque radiis ſuis condens inconſpicuam reddit, inde Ortus & Occaſus Heliacus potiùs Apparitio, aut Occultatio dici debent.

Stellæ omnes fixæ in Zodiaco ſitæ, item Planetæ ſuperiores, Mars, Jupiter & Saturnus oriuntur Heliacè mane, paulo ante Solis ortum, & paucis diebus poſtquam coſmicè oriuntur; quos nempe Sol motu annuo verſùs orientem facto antevertit. Occidunt vero Heliacè veſpere, paulo ante quàm Achronicè occidunt. Luna autem, quæ Solem perpetuò antevertit, oritur Heliacè veſpere, cum nempe nova ex radiis Solaribus emergit, occidit vero Heliacè mane, cum jam vetus ad conjunctionem cum Sole properat. Inferiores Planetæ Venus & Mercurius, qui aliquando Solem antevertunt, aliquando Solem verſùs occidentem poſt ſe relinquunt, aliquando Heliacè oriuntur mane, cum nempe retrogradi ſunt, aliquando veſpere cum ſunt directi.

At Altitudinem Solis vel Stellæ cujuſvis exquirendam utimur Quadrante mobili, EAD cum dioptris fixis A, B, vel Teleſcopio in alterutro latere collocato, & filo AC pondere inſtructo ex centro perpendiculariter pendente; & Quadrans in ſitu verticali compoſitus ſurſum deorſumque vertatur, donec lux Solis per foramen anterioris dioptræ in foramen poſterioris radiat, in quo ſitu ſi ſiſtatur Quadrans, filum oſtendit arcum EC altitudini Solis ſimilem. Nam producatur AZ ad Zenith, ſitque AH linea Horizontalis, Anguli EAB ZAS ſunt æquales, uterque rectus enim eſt. Sed anguli BAC ZAS ſunt quoque æquales, nam ad verticem ſunt, quare demptis æqualibus erit angulus EAC æqualis angulo SAH; angulum autem EAC metitur arcus Quadrantis EC, & angulum SAH metitur arcus verticalis circuli inter Solem & Horizontem interceptus, unde arcus ille erit ſimilis arcui EC. Si Altitudo Stellæ capienda ſit, loco irradiationis Solis, oculari intuitu Stellam per foramina Dioptrarum comprehendimus, & filum ut ante indicabit quæſitam altitudinem. Inventio Altitudinis Meridianæ Solis vel Stellæ habetur ſæpius obſervando & notando, quando illa maxima eſt;

Quomodo Altitudo Solis vel Stellæ obſervatur.
TAB. 33. *fig.* 1.

Nam maxima altitudo Solis vel Stellæ eſt in Meridiano.

Inventio Latitudinis loci. Latitudinis loci cognitio eſt fundamentum omnium obſervationum Aſtronomicarum, adeoque in primis neceſſe eſt, ut illa accuratè habeatur; Cumque oſtenſum ſit Altitudinem Poli eidem æqualem eſſe, illa optimè obtinetur per obſervationem Altitudinis Poli; verùm cum Polus ſit tantùm punctum Mathematicum inobſervabile, ejus Altitudo non eodem modo ac Solis aut Stellæ, ſimplici viâ per Quadrantem exquiri poteſt; alia itaque adhibenda eſt methodus ut illa cognoſcatur. Et primò invenienda eſt ſectio Plani Meridiani cum Horizonte, quæ Linea Meridiana dicitur; quæ fit erigendo Gnomonem, cujus radici ſeu puncto, apici directè ſubjecto ut centro, deſcribatur circuli circumferentia, in quam Apicis umbra ante Meridiem incidat, & notetur punctum circumferentiæ in quod umbra cadit: *Lineæ Meridianæ Inventio.* Rurſus poſt Meridiem notetur punctum in eâdem circumferentiâ, ubi Apicis umbra ad illam pertingat, & Recta ducta ex centro circuli ad punctum, quod biſecat arcum inter notata puncta interjectum, erit linea Meridiana; Nam Sol ante & poſt Meridiem æquialtus æqualiter à Meridiano diſtat. Collocetur igitur Quadrans ſuper lineâ Meridianâ hoc eſt in plano Meridiani, & Stellæ alicujus, quæ nunquam occidit, obſervetur altitudo maxima S O, item minima, s o, Altitudinum differentia erit arcus S s, cujus ſemiſſis P s addita altitudini minimæ, vel ab Altitudine maximâ ſubducta, dabit P O altitudinem Poli ſupra Horizontem, quæ æqualis eſt Latitudini loci. *TAB. 33. fig. 2.* Si habeatur Solis Theoria, ex cognitâ Declinatione Solis inveniri poteſt Latitudo loci, obſervando diſtantiam Solis à vertice Meridianam; eſt enim illa complementum altitudinis ejus, ad quam ſi addatur declinatio Solis, cum Sol & locus verſùs eundem polum ab æquatore diſtant, aut ſi declinatio Solis ſubducatur ab ejus diſtantiâ a vertice, cum Sol & locus ſiti ſint ad partes æquatoris contrarias, & habebitur Latitudo loci. Verum ſi Solis declinatio major ſit Latitudine loci, quod cognoſcitur quando Sol à Polo elevato minùs diſtat quàm vertex loci, ut in locis in Zonâ Torridâ ſitis ſæpe fit, differentia inter declinationem Solis

&

& ejus à vertice diſtantiam eſt Latitudo loci.

Obtentâ ſemel Latitudine loci, Obliquitas Eclipticæ ſeu ejus Inclinatio ad Æquatorem facile habetur; obſervetur enim circa Solſtitium æſtivum minima Solis à vertice diſtantia. Hæc ſi à Latitudine loci auferatur, modò locus ſit polo propior quàm Sol eſt, dabit maximam Solis declinationem; quæ obliquitati Eclipticæ eſt æqualis. Plerique Aſtronomi inclinationem Eclipticæ ad Æquatorem, ſeu maximam declinationem Solis æqualem faciunt viginti tribus gradibus cum dimidio, ſed accuratiſſimæ obſervationes hodiernæ illam uno minuto minorem eſſe evincunt.

Eâdem prorſus methodo obſervari poteſt Solis pro quâlibet Meridie, vel etiam ſideris cujuſvis declinatio: nempe quando Sol vel Sidus æquatori propior eſt quàm locus, capiatur differentia inter Latitudinem loci & diſtantiam ſideris à vertice, quæ reſtat quantitas erit declinatio ſideris; at ſi vertex loci inter ſidus & Æquatorem ſitus ſit, declinatio ſideris erit harum quantitatum ſumma.

Declinatio Solis obſervatione cognoſcitur.

Datâ declinatione Solis, facillimè habetur ejus Aſcenſio recta & locus in Eclipticâ per reſolutionem trianguli rectanguli Sphærici: ſit enim ÆQ æquinoctialis circulus, ÆC Ecliptica S Sol, à quo ad æquinoctialem demiſſo circulo perpendiculari SD erit arcus SD Solis declinatio, & proinde in triangulo rectangulo SDÆ, ex datis SD & angulo Æ, inclinatione Eclipticæ ad æquatorem dabitur per Trigonometriam Sphæricam, arcus ÆD Solis Aſcenſio recta, & ÆS locus Solis in Eclipticâ: quinetiam angulus ÆSD inclinatio circuli declinationis ſeu Meridiani ad Eclipticam. Quinetiam in eodem triangulo ÆSD rectangulo, cum angulus Æ conſtans ſit & immutabilis; ſi detur vel latus ÆD Aſcenſio recta, invenire poſſumus declinationem DS & Longitudinem puncti S, quod unà cum D ad Meridianum appellit, mediumque cœli dicitur, & angulum DSC, qui eſt inclinatio Meridiani ad Eclipticam. Vel ſi detur ÆS Longitudo puncti S, exinde quoque reliqua invenire poſſumus, ſcil. ÆD Aſcenſionem rectam, DS Declinationem puncti S, & DSC angulum Eclipticæ & Meridiani.

Solis aſcenſio recta Longitudo, declinatio, & angulus Eclipticæ & Meridiani, ex quibus datis & quo pacto inveniantur.

TAB. 35. *fig.* 3.

 Si

Si quotidie methodo oſtenſâ obſervetur Solis Declinatio, dabitur motus Solis apparens in Eclipticâ, cui æqualis eſt motus Terræ realis interea factus; & obſervationibus deprehenſum eſt, Solem non æquabili motu in Eclipticâ incedere, adeoque Telluris motus realis circa Solem inæquabilis erit, & in ſolſtitiis noſtris æſtivis tardiùs progreditur Terra, in Hybernis velociùs, eâ vero lege perpetuò incedit, ut in Ellipſeos perimetro feratur, radiiſque ad Solem in ejus umbilico locatum per illam ductis ſemper deſcribat areas temporibus proportionales.

Quomodo Aſcenſiones rectæ &c. Declinationes fixarum inveniuntur.

Ex dato loco Solis in Eclipticâ, Horologii automati ope, inveniuntur Aſcenſiones rectæ fixarum; quod ut fiat, motus Horologii ſic temperandus eſt, ut index viginti quatuor horas numeret, labente tempore, quo fixa aliqua à Meridiano digreſſa ad eundem revertitur, quod tempus die naturali paulo brevius eſt, ob motum Solis versùs orientem interea factum; Horologio ſic ordinato, index ad initium numerationis conſtituatur, quando Sol Meridianum occupat. Notetur deinde tempus Horologio indicatum, quando ſtella aliqua eundem Meridianum attingit; horæ earumque partes ab indice percurſæ in partes æquatoris converſæ dabunt intervallum Aſcenſionum Solis & fixæ, quod additum aſcenſioni rectæ Solis exhibet fixæ Aſcenſionem rectam quæſitam. Datâ autem unius cujuſvis ſtellæ Aſcenſione rectâ, dantur reliquarum omnium aſcenſiones. Nempe obſervandum eſt tempus, Horologio prædicto notatum, inter appulſum ſtellæ, cujus Aſcenſio recta data eſt, & appulſum alterius cujuſvis ſtellæ ad eundem Meridianum; & hoc tempus in gradus & minuta Æquatoris converſum dabit aſcenſionum differentiam, & proinde ipſa Aſcenſio ſtellæ dabitur.

Sed ex datâ unius cujuſvis ſtellæ Aſcenſione rectâ, aliarum Aſcenſiones optimè habentur methodo ſequenti, ubi non opus eſt, ut exſpectetur appulſus ſtellæ ad Meridianum, ſed ſolummodò Teleſcopium eſt adhibendum in cujus foco aptantur fila quatuor, quorum duo A B, C D, ſeſe perpendiculariter ſecent, reliqua duo E F, G H his ad angulos ſemi-

TAB. 36. fig. 2.

mirectos insistant in communi sectione O. Quibus constructis dirigatur Telescopium ad stellam aliquam, cujus ascensio recta & declinatio notæ sint. Atque continuò vertatur Telescopium, donec in filo A B videatur stella, ejusque motus apparens fiat secundum rectam A B, in quo situ recta A B exponet portionem paralleli, quem stella motu diurno apparenti percurrere videtur, cumque C D hanc ad rectos angulos secat, illa circulum aliquem horarium exponet: In hoc situ figatur Telescopium, & notetur ope Horologii tempus, quo stella cujus Ascensio nota est lineam C D attingit. Deinde observetur in Telescopio alia quælibet stella, illa in rectâ aliquâ L K, ad A B parallelâ ferri videbitur, & notetur tempus, quando ad circulum horarium C D in Q pervenerit. Differentia temporis inter appulsum prioris stellæ & hujus, ad eundem circulum horarium C D, si in gradus & minuta æquatoris convertatur, dabit differentiam Ascensionum rectarum; adeoque si detur alterutrius stellæ Ascensio recta, dabitur quoque Ascensio alterius.

Cum anguli Q H O & Q O H sint æquales, utpote semirecti, erit Q H æqualis Q O; quòd si notetur tempus inter appulsum stellæ ad filum O G, & ejus appulsum ad filum O C, dabitur tempus, quo stella arcum Q H paralleli percurrit; hoc tempus in gradus & minuta convertatur, & dabuntur gradus & minuta in arcu paralleli Q H; sed huic arcui æqualis est arcus circuli maximi Q O; sed in inæqualibus circulis, gradus, quos æquales arcus continent, sunt reciprocè ut circulorum radii, ut inferiùs demonstrabitur. Fiat itaque, ut radius circuli maximi, ad radium paralleli LK, qui à radio paralleli noti O B non sensibiliter differt; hoc est, ut Radius ad sinum distantiæ stellæ à polo, ita numerus graduum & minutorum in arcu Q H, ad numerum graduum & minutorum in arcu Q O, qui proinde dabuntur; sed est arcus Q O differentia declinationum stellæ parallelum Q K describentis, & illius quæ describit parallelum O B; unde datâ unius stellæ declinatione, dabitur declinatio alterius. Hâc methodo plurimarum

rum ſtellarum Aſcenſiones rectæ & declinationes inveniri poſſunt.

Quòd in inæqualibus circulis numeri partium ſimilium in arcubus æqualibus ſunt reciprocè ut radii, ſic demonſtratur.

TAB. 33 *fig.* 4. Sint inæqualium circulorum, quorum centrum C, arcus AF, BE æquales, ducatur CE, & erunt arcus AD, EB ſimiles; parteſque ſimiles numero æquales continebunt, partes voco ſimiles, quæ ad circumferentias totas eandem habent proportionem, & ob æquales AF, BE; erit AD ad AF, ut AD ad BE, ſed ut AD ad BE, ita eſt, radius CA ad radium CB; adeoque AD eſt ad AF, ut CA ad CB; ſed eſt AD ad AF, ut numerus partium in AD, hoc eſt numerus partium in BE, ad numerum partium ſimilium in AF; quare erit numerus partium in BE, ad numerum ſimilium partium in AF, ut CA ad CB.

Quomodo inveniuntur fixarum Longitudines & Latitudines. TAB. 33. *fig.* 5.

Datâ ſtellæ Aſcenſione rectâ, & declinatione, ejus Longitudo & Latitudo inveniuntur, per reſolutionem Trianguli Sphærici. Nam per polos Æquinoctialis & Eclipticæ B, P, tranſeat circulus PBÆQ, is erit Colurus Solſtitiorum. Sit ÆQ Æquinoctialis circulus, EC Ecliptica, quorum communis ſectio ſit ♈ ſitque ſtella S, per quam & polum ducatur circulus declinationis PSF, cum æquatore conveniens in F, erit ♈F Aſcenſio recta ſtellæ, & SF ejuſdem declinatio; ducatur per polum Eclipticæ B, & ſtellam circulus Latitudinis BSO, cum Eclipticâ conveniens in O; erit ♈O Longitudo ſtellæ, & SO ejus Latitudo. In triangulo Sphærico BPS datur PS arcus, qui eſt complementum declinationis datæ, item arcus BP, qui metitur inclinationem Eclipticæ ad Æquatorem, datur præterea angulus FPQ quem metitur arcus FQ, complementum Aſcenſionis rectæ, adeoque datur angulus BPS; in triangulo BPS, ex tribus datis invenitur primò angulus PBS, cujus menſura eſt OC, & ejus complementum ad quadrantem eſt arcus ♈O Longitudo ſtellæ, & invenietur præterea BS, cujus complementum ad quadrantem eſt SO Latitudo ſtellæ quæſita. Similiter ex notis Longitudine & latitudine ſtellæ poſſumus Aſcenſionem rectam & declinationem exquirere.

Com-

Comparando Fixarum loca á veteribus obſervata, cum locis, quæ nunc in Eclipticâ obtinent Fixæ, invenimus Latitudines non mutari, at Longitudines à vernali Eclipticæ cum Æquatore interſectione continuò creſcere deprehendimus; non quòd ſtellæ revera progrediuntur, ſed quòd retrocedunt puncta æquinoctialia, à quibus Longitudines computantur. Priſtina Longitudo alicujus fixæ, collata cum eâ quæ hodie obſervatur, oſtendet quantitatem præceſſionis Æquinoctiorum, quæ in 70. annis ferè unum gradum adæquat. *Fixarum Longitudines continuò creſcunt, Latitudines non item.*

Atque hâc ratione, ſtellarum Longitudines & Latitudines inveniuntur, & in catalogum rediguntur Fixæ. Quibus ſemel ſtabilitis, Planetarum & Cometarum quoque loca per obſervationes & calculum innoteſcunt. Nam ſi obſerventur Planetæ aut Cometæ alicujus diſtantiæ, a duabus ſtellis fixis notis; hoc eſt, quarum Longitudines & Latitudines notæ ſunt, hoc pacto exquiritur Planetæ aut Cometæ Longitudo & Latitudo ad tempus obſervationis.

Sit EF Eclipticæ portio, cujus polus B, A & C duæ ſtellæ quarum Longitudines & Latitudines ſunt datæ, ſitque P Planeta cujus diſtantiæ à duabus ſtellis A & C obſervatione notæ ſint. In triangulo ABC, ex datis AB, CB complementis Latitudinum ſtellarum & angulo ABC, cujus menſura eſt arcus EF, differentia longitudinum, dabitur AC diſtantia ſtellarum, & angulus BCA. In triangulo APC, dantur omnia Latera, unde invenietur angulus PCA, quo ex angulo BCA ſubſtracto, relinquetur angulus BCP. Denique in triangulo BCP, dantur BC, CP latera, & angulus BCP, quare dabitur angulus CBP, cujus menſura eſt arcus OF, differentia longitudinum ſtellæ C & Planetæ P, item dabitur arcus BP, qui eſt Complementum Latitudinis Planetæ. *TAB. 33. fig. 6.*

Eâdem ratione, ſi obſerventur diſtantiæ alicujus Phænomeni a duabus fixis, quarum Aſcenſiones rectæ, & declinationes notæ ſunt, dabitur exinde Aſcenſio recta & Declinatio Phænomeni.

Le-

Lectio XX.

De Crepusculis, & Siderum Refractione.

Aer cœlum lucidum reddit.

PRæter alia innumera Atmoſphæræ beneficia, hoc etiam commodi ex illâ nobis derivatur, quòd lucente Sole, cœli noſtri faciem undique lucidam & ſplendentem reddat. Nam ſi Tellurem nulla ambiret aut involveret Atmoſphæra, ea ſola cœli pars luceret, quam Sol occupat; aversâ a Sole ſpectatoris facie, is nocturnas tenebras ſtatim ſentiret, & interdiu lucente Sole, minimæ etiam ſtellæ micarent; cum nullum foret corpus Solis radios ad noſtros oculos reflectens; & radii illi omnes, qui non in ipſam Telluris ſuperficiem impingant, oculos præterlabentes, aut Planetas & alias ſtellas illuminarent, aut in ſpatium ſeſe ſpargentes infinitum, ad nos nunquam detorquerentur.

Sublatâ Atmoſpharâ, ex clariſſimâ luce denſiſſimis tenebris in momento involveremur.

Verum circumfuſa Telluri Atmoſphæra, a Sole validè illuſtrata, lucis radios ad nos repercutiens, cœlum omne clareſcere facit; & inde fit, ut Atmoſphæræ ſplendore, ſtellarum lumen obſcuretur & offundatur.

Præterea, ſublatâ Atmoſphærâ, immediatè ante Solis occaſum ſplendidiſſimè luceret Sol, at in momento, cum occidit, ſtatim denſiſſimæ ingruerent tenebræ: tamque ſubitaneus noctis adventus, & a luce ad tenebras tranſitus, parum Terricolis commodus eſſet. Sed per Atmoſphæram fit, ut poſt Solis occaſum, etſi nulli directi ad nos pervenire poſſunt Solares radii, reflexâ tamen luce per aliquod tempus fruamur, & non niſi paulatim obrepunt noctis tenebræ. Nam poſtquam Tellus vertigine ſuâ nos e Solis conſpectu ſubduxerit, nobis ſublimior aer ab illo illuſtratus manet, cœlumque omne ejus luce perfunditur. Verum magis magiſque deſcendente Sole, minus continuò illuſtratur aer; adeo ut poſtquam decimum octavum infra Horizontem attigerit Sol gradum, Atmoſphæram ulterius illuſtrare deſinat, & aer totus tenebreſcit.

Crepuſculorum cauſa.

Similiter mane, cum Sol ad decimum octavum ab Horizonte gradum pervenerit, incipit Atmoſphæram illuminare, cœlumque luce perfundere, quæ uſque ad Solis ortum contitinuò crescit. Crepera illa & dubia lux mane ante Solis ortum & Vespere post ejus occasum conspicua *Crepusculum* dicitur & ab Atmosphæræ illuminatione oritur.

Quod ut clariùs elucescat, sit A D L circulus in Telluris superficie, concentricus verticali in quo Sol infra Horizontem existit, circa quem sit alius circulus C B M, includens in eodem plano aëris portionem, quæ radios Solis potest reflectere, & oculus sit in superficie Telluris in A, cujus Horizon sensibilis sit A N: Cum nulla recta duci potest ad A, inter tangentem A N & circulum A D *per* 16 *El. tertii.* Sole infra Horizontem depresso, nulli radii possunt ad oculum in A directè pertingere. Verum Sole in rectâ G C existente, ab illo duci potest recta, quæ in Atmosphæræ particulam C incidat, ibique potest radius in C A reflecti, & oculum in A ingredi; atque hâc ratione Solis radii infinitas Atmosphæræ particulas illustrantes ab iisdem in oculum detorquentur. Tangens A B occurrat superficiei aeris, lucem reflectentis in B puncto, a quo ducatur B D circulum Telluris tangens in D, sitque Sol in hâc lineâ, tunc Radius S B in B A reflectetur, & oculum ingredietur, ob angulum D B E incidentiæ æqualem angulo reflectionis A B E; eritque ille radius, qui primus mane ad oculum pervenire possit, & tunc Crepusculum Matutinum, seu Aurora incipit, vel ultimus Vespere, qui ibidem pertinget, in quo casu erit Crepusculi finis. Nam Sole inferiùs descendente, particulæ aeris ad B vel ultra existentes, ab ejus luce illuminari non possunt. TAB. 31. fig. 7.

Reflectio Atmosphæræ non videtur esse sola Crepusculorum causa, sed circumfusa Soli aura Ætherea, illiusque quasi Atmosphæra etiam splendet post Solis occasum, cumque hæc oriendo & occidendo longius impendit tempus quàm Sol, ante Solis ortum, Aurora circulari figurâ enitetur; quæ scil. est segmentum circuli Atmosphæræ Solaris ab Horizonte secti, cujus lux diversa prorsus est ab illâ, quæ ex illustratione Atmosphæræ Terrestris oritur. Verum Crepusculi ex aurâ Æthereâ Soli vicinâ provenientis, brevior est duratio, quàm illius quæ à nostrâ Atmosphærâ *Alia Crepusculorum causa Atmosphæra Solaris.*

oritur, quæ Veſpere non finitur, niſi cum Sol octodecim circiter gradus infra Horizontem deprimitur. At verò nulli certi ſtatui poſſunt limites, qui initia aut fines Crepuſculorum definiant. Eorum enim duratio pendet ex quantitate materiæ in aere ſuſpensâ ad lucis reflectionem idoneâ, & ex altitudine aeris. Hyeme frigore condenſatus aer humilis eſt, & exinde citò finiuntur Crepuſcula. Æſtate rarefactus aer altior eſt, & diutiùs à Sole illuſtratur, unde protrahuntur Crepuſcula. Quin etiam duratio Crepuſculi Matutini brevior eſt Veſpertinâ duratione, ob aerem mane denſiorem & humiliorem quàm Veſpere. Cenſentur autem Crepuſcula incipere aut deſinere, quando ſtellæ ſexti ordinis primùm mane deſinunt conſpici vel veſpere fiunt conſpicuæ, quæ priùs ob claritatem aeris latebant.

Hyeme Crepuſcula breviora quam Æſtate.

Ricciolius ex obſervatis à ſe Bononiæ, reperit Crepuſculum matutinum circa Æquinoctia perdurare mane quidem horâ unâ min. 47., veſpertinum autem horis duâbus, & non priùs deſinere, quàm Sol viceſimum primum gradum infra Horizontem attigerit. Æſtivum autem matutinum Crepuſculum circa Solſtitium horis tribus min. 40. Veſpertinum totam ferè ſeminoctem tenere.

Ex duratione Crepuſculi inveniri poteſt Altitudo Aeris.

Hinc ſi detur initium Crepuſculi matutini, aut finis veſpertini, inveniri poteſt altitudo aeris lucem reflectentis. Nam tunc deſinit Crepuſculum, quando lucis Radius à Sole prodiens, Terramque ſtringens ſeu tangens, à ſupremo aere ad obſervatoris oculum reflectitur. Et ex noto tempore, dabitur depreſſio Solis infra Horizontem; ex quâ elicitur altitudo aeris. Sit enim S B, radius lucis Tellurem tangens, quæ à particulâ aeris B, in ſupremâ ejus regione locatâ, reflectatur in lineam A B Horizonti parallelam; erit angulus S B N menſura depreſſionis Solis infra Horizontem. Et quia A B Tellurem quoque tangit, erit angulus A E D ad centrum, æqualis angulo S B N, ſeu depreſſioni Solis, ejuſque dimidium A E B hujus dimidio æquale. Sit Solis (exeunte Crepuſculo) depreſſio octodecim graduum, angulus A E B, fiet novem gr. quod verum eſſet, ſi radius S B, irrefractus Atmoſphæram tranſiiſſet, verùm quoniam

TAB. 33. fig. 7.

ra-

radius in aere per Refractionem versùs H incurvatur, minuendus eſt angulus A E B, quantitate æquali refractioni Horizontali Solis, hoc eſt, dimidio circiter gradûs, unde erit anguli A E B vera quantitas octo cum dimidio graduum; porro eſt A E ad B H, ut radius ad exceſſum ſecantis anguli A E B, ſupra radium, id eſt, ut 100000, ad 1110. Poſito igitur ſemidiametro Telluris in numeris rotundis 4000, milliarium, quibus quàm proximè eſt æqualis, erit B H altitudo Atmoſphæræ radios Solares reflectentis 44 circiter milliarium: nam ut 100000, ad 1110, ita 4000, ad 44, per regulam proportionis.

In Sphærâ rectâ Crepuſcula citò finiuntur, ob rectum Solis deſcenſum; in obliquo, longiùs durant, quia obliquè deſcendit Sol; & quò obliquior eſt Sphæra, hoc eſt, quò major eſt loci Latitudo, eò longior eſt Crepuſculi duratio, adeo ut, qui ultra 48 gradibus ab Æquatore diſtant, in Solſtitiis æſtivis aerem per totam noctem clareſcentem habeant, nulluſque fiat Crepuſculorum finis, in quo meræ ſunt tenebræ. *In Sphærâ rectâ Crepuſcula breviſſima.*

In Sphærâ parallelâ Crepuſcula per plures menſes durant, unde per totum ferè annum Solis lumine vel directo vel reflexo fruuntur incolæ.

Si infra Horizontem concipiatur duci circulus Horizonti parallelus, tantùm ab illo diſtans, quantùm eſt depreſſio Solis, cum finiuntur Crepuſcula; hic circulus dicitur Crepuſculorum Finitor. Nam quotieſcunque Sol, motu diurno apparente, hunc parallelum tempore matutino attigerit, initium ſumet Crepuſculum matutinum, in quocunque Æquatoris parallelo verſetur Sol. Veſpertinum autem ceſſabit Crepuſculum, cum Sol poſt occaſum, ad eundem Horizontis parallelum pervenerit.

Sit in figurâ H Q O Horizon: circulus V *a* X ei parallelus Crepuſculorum Finitor; H Z O Meridianus; Æ Q R Æquator. Patet, quò obliquior eſt Æquator ad Horizontem, eò arcus Æquatoris, ejuſque parallelorum interceptos inter Horizontem, ejuſque parallelum R *a* X longiores eſſe. Hi arcus Q R, *d a*, *c e*, *g h*, *k l*, portiones Æquatoris & pa- *Circulus Crepuſculorum finitor.* TAB. 33. *fig.* 8.

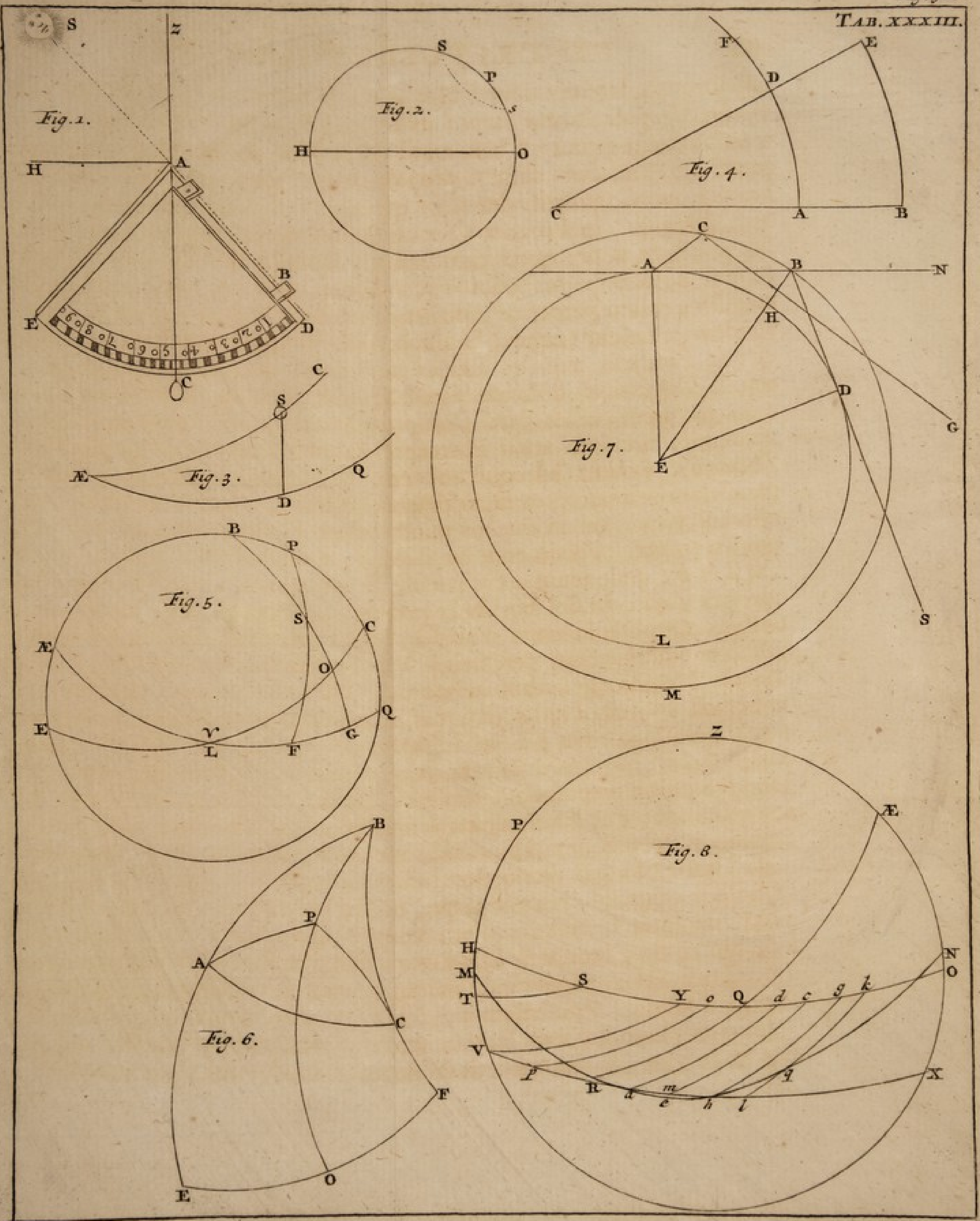
 ral-

rallelorum, intercepti inter Horizontem & Finitorem, dicuntur Crepusculorum arcus; eorum enim durationem determinant, & prout quilibet arcus ad suum circulum, majorem aut minorem obtinet proportionem, eò longior aut brevior erit Crepusculi duratio; quando Sol illum parallelum decurrit. In Finitore Crepusculorum capiatur quodlibet punctum *a* per quod parallelus Æquatoris *da* transeat; & per *a*, concipiatur duci circulus maximus M*a*N, qui tangat circulum perpetuæ Apparitionis. Cumque Horizon eundem circulum tangat, hi duo circuli cum Æquatore ejusque Parallelis æquales facient angulos: nam utriusque anguli Mensura est distantia paralleli à suo circulo maximo; eruntque arcus omnes Parallelorum Æquatoris, inter Horizontem & circulum M*a*N intercepti similes, *per* 13. *lib.* 2*di Theodosii Sphærici*; adeoque Sol æqualibus temporibus hos parallelorum interceptos arcus describet. Circulus M*a*N finitorem V*a*X, vel in duobus punctis secabit, vel in unico puncto tanget. Primò eum in duobus punctis secet, quæ sint *a* & *h*; unde erunt arcus parallelorum *da*, *gh*, similes; adeoque, quando Sol hos duos parallelos motu diurno describit, Crepuscula erunt æqualia, at quando aliquem parallelum intermedium percurrit, Verbi gr. *ce*, Crepusculi duratio brevior erit, nam in hoc casu *cm* crepusculi arcus minor est *ce*, qui similis est arcui *da* vel *gh*, & *ce* & *da* æqualibus temporibus à Sole describuntur. At in Parallelis longiùs ab Æquatore distantibus quàm *gh* commorans Sol longiora efficit crepuscula; nam est arcus crepusculi *lk* major quàm *qk*, qui à Sole describitur in tempore, quod est æquale durationi Crepusculi, Sole in parallelo *gh* existente.

Diversæ Crepusculorum durationes.

In Parallelis, qui versùs elevatum polum jacent, versante Sole, continuò crescunt crepuscula, prout Paralleli illi polo viciniores fuerint; longior enim est Crepusculi arcus *op*, quàm QR, & YU longiori tempore describitur quàm *op*. At si Sol parallelum ST describat, qui cum Finitore non conveniat, Crepusculum per totam noctem durabit.

Hinc valde dissimilem servant rationem Crepuscula, ac dies noctesque, in incrementis & decrementis. Nam Sole per-


TAB. XXXIII.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.

pergente ab initio Cancri, ubi dies sunt longissimi, ad initium Capricorni, ubi sunt brevissimi, dies continuò nobis decrescunt, è contrario noctes sine intermissione augentur. At vero in Crepusculis aliter se res habet; nam licet in principio Cancri, seu in Solstitiis, Crepusculum sit longissimum, indeque simul cum diebus decrescant, sed non continuò usque ad Capricornum fit hæc diminùtio: nam in quodam Eclipticæ puncto inter Libram & Capricornum fit Crepusculum omnium brevissimum; ac deinceps ab hoc iterum augentur Crepuscula, efficieturque unum Crepusculum æquale illi, quod in Æquatore fit, antequam ad Capricornum Sol perveniat. Et si Sol ultra Tropicum Hyemalem excurreret, Crepuscula adhuc semper fierent longiora, etiamsi dies decrescerent. Et licet dies à Capricorno ad Arietem semper fiunt longiores; Crepuscula tamen minuuntur, usque ad quoddam punctum, inter Capricornum & Arietem, in quo brevissimum fit Crepusculum: hoc ex sequentibus patebit, in quibus illud punctum determinatur.

Secundò, Circulus MaN Finitorem in unico puncto tangat, quod sit a, per quod ducatur Parallelus Æquatoris da, in hoc parallelo si Sol versetur, erit Crepusculum omnium brevissimum. Nam quia arcus parallelorum in Qn, da, gi, inter Horizontem & circulum MaN intercepti, sunt omnes similes, æqualibus temporibus à Sole descendente describuntur, sed ob arcus Crepusculorum ce, gh, majores quàm cm vel gi, major erit mora Solis in arcu ce, quam in cm, & in arcu gh quàm in gi, hoc est, quàm in arcu da. Adeoque Crepuscula in parallelis ce, gh longiora erunt, quàm in parallelo da, in quo igitur Crepusculum fit omnium brevissimum. *Crepusculum Brevissimum.* TAB. 34. *fig.* 1.

Distantia paralleli ab Æquatore, in quo fit brevissimum Crepusculum, sic invenitur: Quoniam Circulus MaN & Horizon HO eundem Parallelum tangunt, scil. circulum perpetuæ Apparitionis, æqualiter ad Æquatorem inclinantur, uti ostensum fuit. Est igitur angulus anT, quem Æquator & circulus MaN comprehendunt, æqualis angulo EQd Æquatoris & Horizontis: per Zenith Z & punctum a

ducatur circulus verticalis Z Y *a*, Æquatorem ſecans in T. In triangulis itaque Sphæricis *an* T T Q Y, anguli ad *a* & Y ſunt recti. Et anguli ad Q & *n* æquales oſtenſi ſunt; item anguli ad T ſunt quoque æquales, ad verticem enim ſunt. Quare triangula *an* T T Q Y ſibi mutuò æquiangula exiſtentia, ſunt quoque ſibi mutuò æquilatera; ac proinde T *a* æqualis erit T Y, ſeu dimidio arcûs *a* Y diſtantiæ Finitoris ab Horizonte & præterea erit *an* æqualis Q Y, ſed eſt *an* æqualis Q *d*, *per* 13. *lib.* 2*di Theodoſ.* propterea quòd Q R & *d a* ſunt paralleli, adeoque erit *d* Q æqualis Q Y.

In Triangulo Sphærico T Q Y Rectangulo ad Y; datur latus T Y ſemidiſtantia Finitoris ab Horizonte, item angulus Y Q T æqualis F Q *d*, qui metitur complementum Latitudinis Loci, quare innoteſcet Q Y, & huic æqualis Q *d*. A puncto *d* in Æquatorem ducatur circulus Declinationis *d* F; & in Triangulo rectangulo Sphærico *d* Q F, datur *d* Q & angulus ad Q, inde innoteſcet arcus *d* F, diſtantia paralleli minimi Crepuſculi ab Æquatore, ſeu ejus declinatio, quæ erat invenienda.

Unicâ tantum Analogiâ ſolvi poteſt Problema: nam in Triangulo T Q Y, Radius: Tang: T Y :: *co* Tàng. Q: ſin. Q Y, vel ad ſin *d* Q. Sed eſt ſin. Q. coſin Q :: Radius: *co* Tang. Q, quare ex æquo erit Radius ductus in ſin. Q: Tang. T Y ⋉ coſin. Q :: Radius: ſin, Q *d*. (hoc eſt in triangulo rectangulo Q *d* F) :: ſin. Q: ſin. *d* F :: Radius ⋉ ſin. Q: Radius ⋉ ſin. *d* F. Adeoque in Analogiâ, cum Antecedentes ſint æquales, æquales quoque erunt Conſequentes. Et erit Radius ⋉ ſin. *d* F æqualis Tang. T Y ⋉ coſin. Q. Et reſolvendo æquationem in Analogiam, erit Radius ad Tangentem T Y, ut coſin. Q ſeu ſinus Latitudinis loci, ad ſinum *d* F diſtantiæ paralleli ab Æquatore. Q. E. I.

Initium & Finis crepuſculi determinantur.

Datâ Declinatione Solis, Tempus initii Crepuſculi Matutini, aut finis veſpertini ſic invenitur; ſit *op* parallelus Solis, cum Finitore Crepuſculorum conveniens in *p*, Ducatur è Polo circulus Declinationis P *p*, & in Triangulo Sphærico P Z *p*, dantur omnia latera. ſcil. P Z complementum Latitudinis Loci. P *p* complementum Declinationis Solis, & Z *p* æqua-

æqualis Quadranti plus diſtantiâ Finitoris ab Horizonte $= zl + lp$: unde dabitur angulus $z\,\mathrm{p}\,p$, hujuſque complementum ad duos rectos, ſcil. angulus $p\,\mathrm{p}\,\mathrm{v}$, unde Arcus Æquatoris, qui hunc angulum metitur in tempus converſus oſtendet tempus initii vel finis Crepuſculi Q. E. I.

ATMOSPHÆRA Terreſtris non tantùm Radios Solares reflectendo claritatem producit matutinam & veſpertinam, ſed & reliquorum omnium ſiderum radios in ſe incidentes refrangendo, hoc eſt, eorum directiones mutando, eoſque per alias rectas propagando, facit, ut Stellarum loci apparentes ſint a veris diverſi. *Atmoſphæræ vis in refrangendo.*

Multiplici experimento deprehenſum eſt, radios corporis luminoſi, vel etiam cujuſvis objecti viſibilis, incidentes in medium Diaphanum diverſæ denſitatis ab eo, per quod priùs propagati fuerunt, non tendere directè per eaſdem rectas lineas, ſed veluti frangi & flecti, hoc eſt per aliam viam propagari; & ſi medium, in quod incidunt radii, ſit denſius priore, flectuntur versùs rectam perpendicularem in ſuperficiem ad punctum incidentiæ. Si verò rarius ſit medium Diaphanum, franguntur radii à perpendiculari divergendo. Multos Refractionum effectus in naturâ cernimus. Baculus, cujus una pars in aere extat, altera in aquâ, Fractus videtur, & altior apparet quàm reverà eſt; & Aſtra omnia altiora ſeu vertici propiora cernuntur, quàm forent, ſi irrefracti ad oculum perveniſſent. *Varii Refractionis effectus.*

Sit in Figurâ Z V Quadrans circuli verticalis, ex centro Terræ T deſcriptus, ſub quo ſit Quadrans circuli Telluris maximi A B, & correſpondens Atmoſphæræ Quadrans G H. Sitque S ſidus quodlibet, à quo exeat Radius lucis S E, in ſuperficiem Atmoſphæræ in E incidens, cumque hic radius ex aurâ Æthereâ & rarâ, ſeu potiùs ex vacuo, in aerem noſtrum denſiorem incidat, in E refrangetur versùs propendicularem; cumque aer ſuperior ſit rarior inferiore, adeoque denſitas medii continuò augeatur, Radius lucis ulteriùs in aere pergendo, continuò curvabitur, & in curvâ E A ad oculum deferetur; hanc curvam tangat in A recta A F, & ſecundum ejus directionem radius E A in oculum recipietur; *Siderum Refractio. TAB. 34. fig. 2.*

cum-

cumque objectum omne videtur in rectâ, secundùm quam sit Directio radiorum, qui sensorium vellicant; objectum s apparebit in rectâ A F, hoc est, in cœli puncto Q vertici propiore, quàm reverà sidus existit. Et fieri quidem potest, ut sidus appareat supra Horizontem, quod infra eundem adhuc latet.

Per refractionem Eclipsis Lunæ videtur, Lunâ infra Horizontem commorante. Hinc fit, ut Refractio Luminaria Solem & Lunam ex diametro opposita, & quorum unum infra Horizontem locatur, supra Horizontem repræsentet, adeo ut Lunæ Eclipsis videatur, Lunâ infra Horizontem commorante, Sole autem supra, ut sæpius observatum fuit.

Ubi nulla est Refractio. *Ubi maxima.* *Ubi non sensibilis.* Sidus in vertice constitutum nullam patitur refractionem; nam radius perpendicularis rectà progreditur; at quò obliquior est radius in aerem incidens, eò major est refractio, adeoque in Horizonte refractio est maxima. Et Stella magis quàm 50 gradibus supra Horizontem elevata, nulli sensibili obnoxia est Refractioni. In æqualibus à vertice distantiis apparentibus, Refractiones sunt æquales, adeoque Solis, Lunæ, & fixarum omnium in pari Altitudine, refractiones sunt æquales, contra quàm censuit Astronomiæ Instaurator, Refractionumque primus Investigator, Nobilis Braheus. *Omnium siderum in pari Altitudine æquales Refractiones.* Hinc si inveniantur Fixarum Refractiones, dabuntur etiam Solis Lunæque & Planetarum omnium Refractiones; & per Observationes, faciliùs investigatur fixæ alicujus Refractio, quàm Solis & Lunæ, quippe horum siderum non satis accuratè notæ Parallaxes, investigationem Refractionum dubiam reddunt, dum incerta sit quanta loci mutatio Parallaxi, quanta Refractioni debetur. At Stellæ fixæ nulli Parallaxi obnoxiæ sunt, & tota loci variatio à Refractione pendet.

Fixarum, quæ ad altitudinem majorem 50 gradibus perveniunt, dantur Declinationes, Ascensiones rectæ, Longitudines, & Latitudines, satis accuratè; nam in tantâ altitudine, earum refractiones sunt quàm proximè nullæ. Quibus cognitis refractiones prope Horizontem sequenti methodo inquiruntur. *TAB. 34. fig. 3.* Sit O P Z H Meridianus, H O Horizon, Æ Q Æquator, Polus P, Vertex Z, A Stella, cujus refractio est investiganda, Verticalis per Stellam transiens Z D, Stellæ locus visus

C;

C; arcus AC erit Stellæ refractio. Obſervetur Diſtantia Stellæ à vertice viſa, ſcil. arcus ZC, & habeatur, vel per Altitudinem obſervatam alterius Stellæ extra Refractionis aleam poſitæ, vel per Horologium automaton, Temporis momentum quo obſervatio facta fuit. Ex hoc tempore & Adſcenſione rectâ Solis, dabitur punctum Æquatoris eodem momento culminans, ſcil. punctum Æ. Sed datur quoque Stellæ Aſcenſio recta; adeoque punctum Æquatoris B, ubi circulus Declinationis PAB per Stellam ductus, Æquatori occurrit. Itaque dabitur Æquatoris arcus ÆB, qui eſt menſura anguli ZPA: In Triangulo igitur Sphærico ZPA, ex datis lateribus ZP diſtantiâ verticis à Polo, & PA complemento Declinationis Stellæ, & angulo ZPA, invenietur per Trigonometriam Shpæricam latus ZA, vera diſtantia Stellæ à vertice, à quâ ſi ſubſtrahatur ZC diſtantia viſa obſervatione cognita, habebitur arcus AC Stellæ Refractio, quæ erat invenienda. *Refractionis Inveſtigatio.*

Poteſt enim Fixæ Refractio inveniri, ſi obſervetur ejus Azimuthus, ſeu arcus Horizontis inter Meridianum & verticalem per Stellam ductum interceptus, ſcil. DO, nam arcus ille metitur angulum PZA, ex quo dato, & lateribus PZ, PA, invenietur ZA vera diſtantia Stellæ à vertice, & ſi ab hâc auferatur diſtantia obſervata, reſtabit CA Refractio quæſita.

Azimuthus ſideris cujuſvis obſervatione optimè innoteſcet, ſi ducatur in plano Horizontis, linea Meridiana AE, ſuper quam erigatur filum perpendiculare CA; quod pondere appenſo facile fit: deinde aliud filum BD, pondere ſimiliter inſtructum, ita ſuſpendatur, ut Stella ab illis duobus filis tegatur; adeoque erit Stella in plano verticalis circuli per duo fila CA DB ducti; notetur deinde punctum B, ubi filum BD plano Horizontis occurrit, & in lineâ Meridianâ punctum A cui filum CA incumbit; ſumptoque in Meridiano quolibet puncto E, ducantur AB BE, & regulâ in partes æquales ſatis minutas diviſâ, capiantur menſuræ trium laterum Trianguli BAE; ex quibus per Trigonometriam inveſtigetur angulus BAE; & innoteſcit Azimuthus ſideris quæſitus. *Sideris Azimuthus quomodo obſervatione capitur. TAB. 34. fig. 4.*

 Ex

Ex Refractione ratio redditur, cur Sol & Luna prope Horizontem visi, ovalem induunt figuram; nam eorum margines inferiores per refractionem multùm elevantur, non item superiores margines; adeoque hæ margines sibi appropinquare videntur, & contractiores justo apparent; interim utrique termini Horizontalis diametri æqualiter per refractionem elevati cum sint, invariata manebit eorum distantia.

TAB. 34. fig. 5. Radii Solares, cum Sol est in Horizonte, longiore multò itinere per aerem feruntur, quàm cum is prope verticem versatur. Sit enim A B D Tellus, & E C F circumfusa Atmosphæra, cujus Altitudo vulgò æstimatur 50 milliarium. Sit C A radius Horizontalis, E A verticalis, patet esse C A longiorem quàm E A; earum autem rationem sic investigare licet. Ponatur semidiameter Telluris A T in numeris rotundis, esse milliarium 4000, & E A 50. Erit E T = C T milliarium 4050, cujus quadratum æquale est quadratis T A C A. Adeoque si à quadrato ab C T auferatur quadratum ab A T, restabit quadratum à C A, hoc est si ab 16402500 auferatur 16000000, restabit 402500 pro quadrato lineæ C A; cujus radix est 634. Est igitur C A ad E A ut 634 ad 50, hoc est in majore ratione quàm 12 ad 1.

Radii Solares prope Horizontem profundiùs in Atmosphærâ immerguntur.

Hinc patet ratio, cur illæsis oculis, possumus Solem orientem aut occidentem intueri; at in Meridiano non sine oculorum damno aspiciendus est Sol: nam radii Solares in Horizonte per tam crassum Atmosphæræ corpus progrediendo, in particulas innumeras in aere volitantes impingunt, à quibus reflectuntur, eorumque vires multùm exinde debilitantur. Patet etiam, cum per tam exiguum spatium progrediendo tantùm debilitantur Radiorum vires, si Atmosphæra nostra ad Lunam eâdem densitate se extenderet, non Solem, nedum Lunam aut Stellas, videri posse.

TAB. XXXIV.

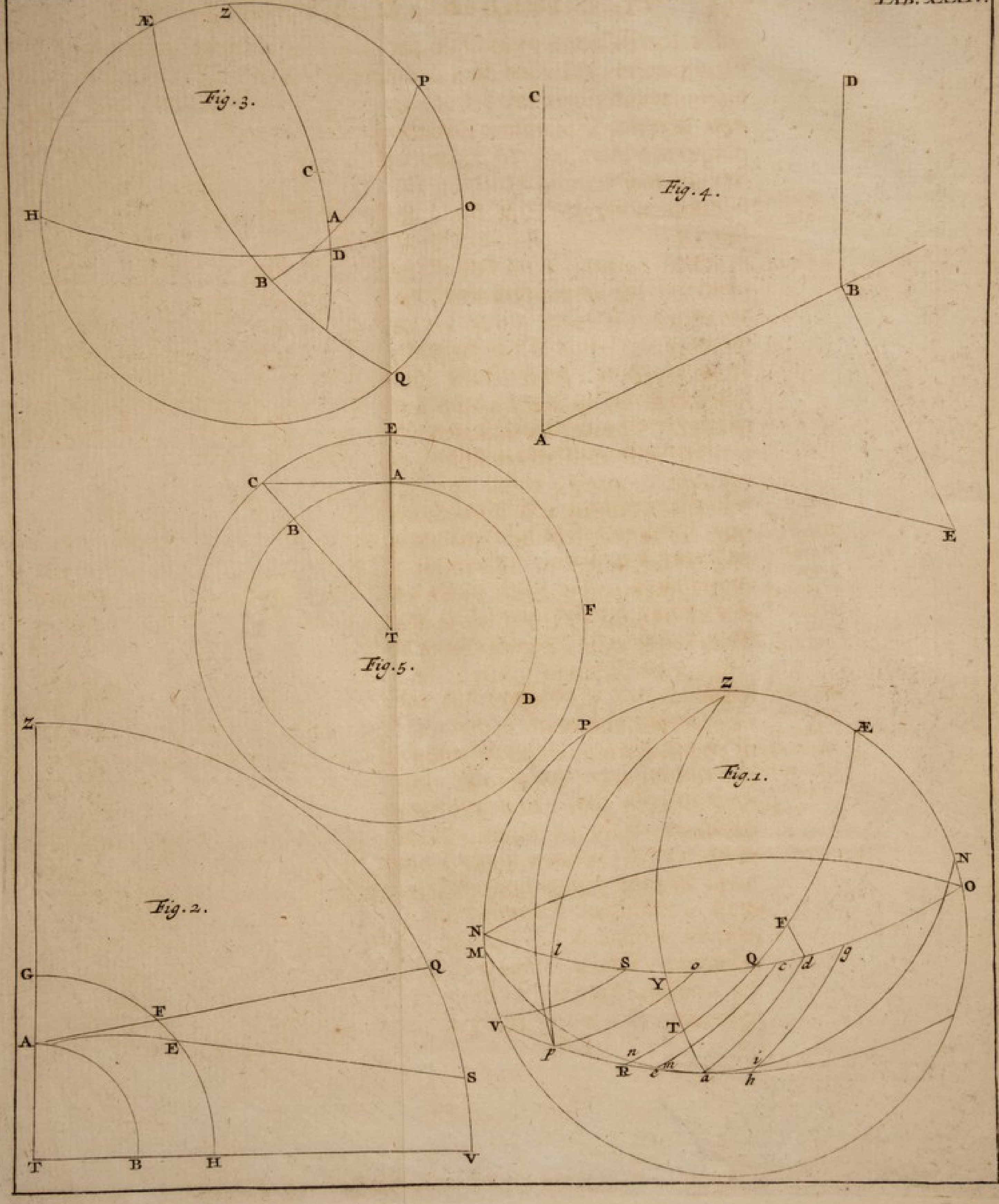


Fig. 3.
Æ Z P C H O A D B Q
Fig. 4.
C D B A E
Fig. 5.
E C A B T F D
Fig. 2.
Z G Q F A E S T B H V
Fig. 1.
Z P Æ N O N M l S o Q c d g F Y V T p n R e m a i h

LECTIO XXII.
De Parallaxi Siderum.

Motus circularis æquabilis ex nullo alio loco quàm axe æquabilis videtur.

CUM motus omnes apparentes diurni circa Axem Telluris, non circa locum ſpectatoris ejus ſuperficiem incolentis, peragi videntur, neceſſe eſt, ut qui motus ſiderum ex Telluris ſuperficie obſervat, ea inæqualiter moveri aſpiciat; nam ſi mobile aliquod æquabiliter in circuli peripheriâ deferatur, motûs æquabilitas ex nullo alio puncto, præter ea, quæ in Axe Circuli locantur, ſpectari poteſt; unde Phænomeni in cælo locus viſus diverſus erit, cum è ſuperficie Terræ obſervatur, quàm ſi ex ejuſdem centro ſpectaretur. Et hæc locorum differentia, cum ſidus è ſuperficie Telluris videtur, & ab ejus centro ſpectatur, Parallaxis dicitur.

Parallaxis Quid? TAb. 35. *fig.* 1.

Sit A B Quadrans circuli in Telluris ſuperficie maximi, cujus centrum T. A locus in ſuperficie, ejuſque vertex in cælis V, circuluſque V N H referat cælum Stellatum, linea A D Horizontem ſenſibilem, in quo ſit ſidus in C, cujus diſtantia à Telluris centro ſit T C. hoc ſidus è Telluris centro ſpectatum in cælo Stellato in E conſpicietur, ſupra Horizontem arcu D E elevatum; punctum E dicitur locus Phænomeni verus. At ſi è Telluris ſuperficie in A Obſervator illud intueatur, in Horizontis puncto D ipſum conſpiciet, quod locus ejus apparens nominatur. Et arcus D E, differentia inter locum verum & viſum dicitur *Parallaxis Aſtri.*

Si ſidus altiùs elevetur ſupra Horizontem in M, ejus locus verus è Telluris centro viſus eſt P, at viſus è ſuperficiei puncto A, eſt N, & Parallaxis eſt arcus P N, qui arcu D E minor eſt: unde Parallaxis ſideris in Horizonte exiſtentis eſt omnium maxima; quò altiùs attollitur ſidus, eò minorem patitur parallaxim; ſi autem ad verticem pervenerit, nulli parallaxi eſt obnoxia; nam cum in Q exiſtit, tam ex T quàm in A, in eâdem rectâ T V videtur, nullaque eſt differentia inter locum verum & viſum. Quò longiùs ſidus aliquod à Terra diſtat, eò ejus Parallaxis eſt minor; ita ſideris

In majori à Tellure diſtantiâ minor eſt Parallaxis.

deris F à Tellure longiùs remoti Parallaxis est GD, sideris propioris C parallaxi minor. Hinc patet Parallaxim esse differentiam inter veram sideris à vertice distantiam, è Terræ centro visam, & eam quæ ex ejus superficie conspicitur. Nam sideris M vera distantia à vertice est arcus VP, at ex A conspecto sidere, distantia ejus à vertice est VN.

Has distantias metiuntur anguli VTM, VAM, comprehensi rectâ TV ad verticem ductâ, & rectis TM, AM, ex centro & superficie Telluris ad sidus ductis; horum autem angulorum differentia est angulus TMA. Nam est angulus VAM externus æqualis duobus internis ATM & TMA; adeoque est TMA differentia angulorum VAM & VTM; qui itaque parallaxim metitur; & ideo ipse Parallaxis dicitur. Est autem ubique hic angulus ille, sub quo semidiameter Terræ, per locum observatoris ducta, è sidere videtur, adeoque ubi semidiameter illa directè videtur, maximus est; hoc est sideris in Horizonte existentis maxima est Parallaxis; & ascendendo minuitur Parallaxis, in eâ ratione, quæ in sequenti Theoremate demonstratur.

Parallaxis est Angulus, sub quo semidiameter Terræ per loci verticem ducta, è sidere videtur.

THEOREMA.

Sinus Parallaxeôs est ad sinum distantiæ sideris à vertice visæ, in datâ ratione, scil. in ratione semidiametri Telluris ad distantiam sideris.

Parallaxes minuuntur in ratione sinuum distantiarum à vertice.

Nam per notissimum Trigonometriæ Theorema. In Triangulo ATM, est sinus anguli AMT, ad sinum anguli TAM vel VAM, ut AT ad TM; scil. in constante ratione semidiametri Telluris ad sideris distantiam. Hinc sinus Parallaxis sideris in C, est ad sinum Parallaxis in M, ut sinus anguli VAC, ad sinum anguli VAM. Itaque si detur sideris Parallaxis in aliquâ à vertice distantiâ, dabitur ejus Parallaxis in aliâ quâvis à vertice distantiâ.

Si Phænomenon aliquod longius 15000 semidiametris Telluris ab ejus centro distet, ejus Parallaxis etiam Horizontalis insensibilis evadit. Nam si sit TF ad TA, ut 15000 ad 1. seu ut Radius ad sinum anguli TFA, invenietur ille angulus minor scrupulis secundis 13. qui angulus tam exiguus est, ut nullis instrumentis observari possit.

Si

Si detur ſideris alicujus diſtantia à Telluris centro, dabitur ejus Parallaxis. Nam in triangulo TAC, rectangulo ad A, ex datis TA ſemidiametro Telluris, & TC diſtantiâ ſideris, invenietur per Trigonometriam angulus ACT, Parallaxis ſideris Horizontalis: & viciſſim ſi detur Parallaxis, dabitur diſtantia ſideris à Terræ centro, in eodem ſcil. triangulo, ex datis AT & angulo ACT, elicietur diſtantia TC.

Si ſidus nullum habeat motum ſibi proprium, ejus diſtantia vera à quâlibet fixâ, per arcum circuli menſuranda, ſemper eadem & immutata manet, in omni ſideris ſupra Horizontem elevatione; at ſi Parallaxi ſenſibili ſit obnoxium ſidus, ejus diſtantia viſa à Fixâ aliquâ continuò mutabitur; & ſi fixa ſit in eodem circulo verticali cum ſidere, ſed illo altior, minuitur diſtantia aſcendendo, ſi humilior ſidere ſit fixa, aſcendendo ſidus à fixâ remotius videbitur, quamvis è centro Telluris conſpectum, eandem ubique retinebit diſtantiam, ideoque diſtantiæ ſideris propinqui à fixis viſæ non ſunt reales, ſed apparentes.

Per Parallaxes, ſiderum à fixis diſtantiæ continuò mutantur.

Sit Phænomenon ſeu ſidus in Horizonte in C viſum, è Telluris centro T cum fixâ E conjungi videbitur; at à ſpectatore in A exiſtente, in eâdem rectâ cum fixâ D cernitur, & diſtare videbitur à fixâ E, arcu DE; at ubi ſidus ad M aſcendit, ſemper videbitur è Telluris centro in conjunctione cum eâdem ſtellâ E, quæ nunc in P exiſtit. At è ſuperficie Telluris ex A ſcil. ſpectatum ſidus videtur in N, propiùs quidem fixæ quàm fuit, dum Horizontem occupabat; quare non in eodem loco cum fixâ D videbitur, à quâ diſtabit ſpatio N*d*, poſito arcu P*d* æquali ED. Hinc ſequitur, ſi ſidus aliquod eandem ſemper inter fixas conſervet poſitionem, neque diſtantias arcuales ab iiſdem mutare videatur, nulli Parallaxi ſenſibili erit obnoxium. Quinetiam ſi à fixis diſtantia quidem varietur, ſed mutatio ſit ea ſolùm, quæ motui ſideris proprio debetur, in illo caſu nulla quoque eſt Parallaxis ſenſibilis; ſin ſidus magis vel minus à fixâ aliquâ receſſerit, vel ei acceſſerit, quàm poſtulat motus ejus proprius, differentia illa erit Parallaxeôs effectus.

Parallaxium species. Parallaxis sideris in circulo verticali, mutationem in ejus loco inducit quoad reliquos Sphæræ circulos, efficitque ut ejus Longitudo, Latitudo, Ascensio Recta, & Declinatio diversæ videantur à veris, quæ è centro Telluris conspiciendæ erunt, unde quatuor præcipuè oriuntur Parallaxium species.

TAB. 35. *fig. 2.* Sit HO Horizon, cujus polus V, EQ Ecliptica, ejusque polus P, VA verticalis circulus per sidus transiens, cujus verus locus sit C, at visus sit D, in eodem verticali magis à vertice distans, Parallaxis altitudinis est arcus DC. Per polum Eclipticæ P, & sideris locum verum transeat secundarius Eclipticæ, seu circulus Latitudinis PCG, & G erit verus locus sideris ad Eclipticam reductus, punctumque G ejus Longitudinem veram ostendet; at per locum visum D traductus Latitudinis circulus PDH cum Eclipticâ conveniet in H puncto, quod erit sideris locus in Eclipticâ visus, arcus Eclipticæ GH, interceptus inter duos Latitudinis circulos, per verum & visum locum transeuntes, dicitur *Parallaxis Longitudinis.* Sideris in C existentis vera Latitudo est CG; at cum in D videtur, Latitudo visa est DH; harum differentia CN *Parallaxis Latitudinis* vocatur.

Parallaxis Longitudinis. *Parallaxis Latitudinis.*

Si sidus sit in circulo verticali, qui Eclipticam in nonagesimo gradu ab oriente puncto intersecat, hoc est, qui Eclipticæ sit perpendicularis *v. gr.* in circuli VE puncto *c*, Parallaxis Longitudinis nulla erit; nam cum circulus verticalis VE, in hoc casu Eclipticæ ad angulos rectos occurrit, per ejus polos transibit, idemque erit circulus Latitudinis, in quo existit verus & visus sideris locus, adeoque loci hi ad Eclipticam reducti in idem punctum incident, & in hoc casu Parallaxis Latitudinis coincidit cum Parallaxi Altitudinis.

Quadrans Orientalis Eclipticæ est, qui inter nonagesimum gradum & punctum ejus oriens intercedit. Occidentalis autem Quadrans est, qui inter nonagesimum & occidentem Eclipticæ gradum interjicitur. Sideris in orientali quadranti existentis Longitudo visa major est quàm vera: nam oriente sidere, Parallaxis illud magis in orientem deprimit.

primit. Sic in figurâ, locum in Eclipticâ visum signat punctum H, magis in orientem promotum quàm est locus verus G. At si sidus sit in Quadranti occidentali, Longitudo visa minor est quàm vera, quoniam Parallaxis in hoc situ sidus versùs occidentem detrudit.

Referat jam circulus E Q Æquatorem, P ejus polum, P V H Meridianum, V C A circulum Verticalem, per sidus transeuntem; in quo sit C locus sideris verus, D visus; sintque P C G, P D H Secundarii Æquatoris, sive circuli Declinationum per locum sideris verum & visum traducti, Æquatori occurrentes in G & H. Punctum G ostendet Adscensionem rectam sideris veram, H visam, quarum distantia G H est *Parallaxis Ascensionis rectæ.* Declinatio sideris vera est G C, visa D H, differentia Declinationum N C dicitur *Parallaxis Declinationis.* Si sidus sit ad orientem Meridiani, Ascensio recta visa major est verâ, si ad occidentem, fiet visa minor verâ; at cum sidus in Meridiano culminat, nulla est Parallaxis Ascensionis rectæ, propterea quòd idem Declinationis circulus per visum & verum locum transit.

Parallaxis Ascensionis rectæ.
Parallaxis Declinationis.

Varias excogitaverunt Astronomi methodos, ut siderum Parallaxes investigent; & ut exinde eorum distantiæ à Tellure innotescant. His enim cognitis, judicium aliquod de Amplitudine mundanâ ferre licebit. Modos aliquos, quos ad rimandas Parallaxes adhibuerunt Astronomi, liceat nunc vobis exponere.

Primò observetur sidus, quando est in eodem verticali circulo cum duabus stellis fixis, sit V B verticalis, in quâ simul videntur Fixæ C & D, & sidus S, cujus locus visus erit quoque in eodem verticali, qui sit E, unde si sidus nullum habeat motum proprium, eundem semper ad fixas C & D conservabit situm, eritque ejus locus verus in lineâ per fixas C D transeunte. Post aliquod tempus rursus observetur sideris positio respectu fixarum, quando scil. non in eodem verticali, sed potiùs in Circulo Horizonte æquidistante videntur, scil. sunt fixæ *c* & *d*, sitque locus sideris visus *e*, at verus erit in lineâ *d c*, quæ fixas conjungit: observentur

Modus primus explorandi Parallaxim.
TAB. 35. fig. 3.

dis-

distantiæ fixarum & sideris à vertice, scil. arcus *d* v, *c* v, & *e* v. Capiantur etiam loci visi *e*, distantia *de* à fixâ *d*, & fixarum distantia *dc*. Locus verus sideris est in verticali v*e*, per locum visum transeunte, est etiam in lineâ *dc*, erit ergo in intersectione s. Adeoque Parallaxis sideris est *es*. In triangulo *d*v*c*: dantur omnia latera, quare innotescet angulus v*dc*: rursus in triangulo v*de*; dantur omnia latera, innotescet igitur angulus *d*v*e*, vel *d*v s. Denique in triangulo *d*v s, datur latus *d*v, distantia fixæ *d* à vertice observata cum angulis *d*v s & v*d* s, mox inventis; quare invenietur latus v s, quod ab v*e* ablatum, relinquit arcum s*e*, Parallaxim quæsitam.

Methodus secunda. Potest sideris Parallaxis hâc quoque ratione facillimè obtineri; nempe observetur, quando sidus est in aliquo verticali cum quâvis stellâ fixâ vicinâ, ejusque distantia à fixâ capiatur: deinde observetur rursus, quando sidus & fixa parem obtinent ab Horizonte altitudinem, harum distantiarum differentia erit quàm proximè sideris Parallaxis. Sit Horizon H O, vertex loci V, circulus verticalis V B, in quo observetur sidus in E, & fixa in D, locus autem sideris verus sit S, & S E Parallaxis. Altitudinum differentia D E erit sideris & Fixæ distantia visa: observetur deinde fixa in *d*, & sidus in loco viso *e*, in eâdem à vertice distantiâ, erit distantia sideris & fixæ *de*, quàm proximè æqualis veræ illorum distantiæ. Nam sit *s* locus sideris verus. Et quoniam Parallaxis *se* respectu arcûs v*e*, parva admodum est; erunt *ds* & *de* fere æquales, quod adeo verum est, ut si Parallaxis *se* foret unius gradûs, tamen *de* & *ds* vix uno minuto different. Si itaque instrumento observetur distantia *de*, notus erit arcus *ds*, ipsi quàm proximè æqualis; & est *ds* æqualis D S, in primâ observatione; à D S itaque auferatur arcus notus D E, & restabit S E Parallaxis sideris in E observati.

TAB 35. *fig* 4.

Modus tertius. TAB. 35. *fig.* 5. Phænomeni alicujus Parallaxis inveniri quoque potest, observando ejus Azimuthum, distantiam à vertice, & tempus inter observationem, & ejus ad Meridianum appulsum. Sit H V P O Meridianus, in quo sit vertex V, Polus P, & sit

H O

HO Horizon, VB circulus Verticalis, per ſideris locum verum S & viſum E tranſiens. Traducantur quoque per locum verum & viſum circuli Declinationum PSPE; obſerveturque ſideris Azimuthus BO, vel angulus BVO, eo modo, quo in Lectione de Refractione ſiderum Azimuthos capere docuimus. Obſervetur quoque ſideris diſtantia a vertice viſa VE, & notetur momentum temporis, quo obſervatio facta eſt. Expectetur deinde, dum ſidus ad Meridianum appulerit, & momentum appulſûs accuratè definiatur, quod fit vel per Horologium Automaton, vel per Altitudinem fixæ alicujus notæ. Temporis intervallum inter obſervationem primam ſideris in Verticali, & ejus appulſum ad Meridianum, in gradus & minuta Æquatoris converſum, dabit arcum Æquatoris ÆC, qui eſt menſura anguli VPS. Itaque in triangulo VPS, datur latus VP, diſtantia Poli a vertice, & anguli VPS & PVS, unde innoteſcet arcus VS, vera diſtantia ſideris a vertice, quâ ex obſervatâ VE ſublatâ, reſtabit arcus SE Parallaxis quæſita.

Notandum eſt, ut convertatur tempus in gradus & ſcrupula Æquatoris, reducendum eſt prius tempus in horas & minuta primi mobilis, quæ horis Solaribus ſunt aliquantulum minores; vel ſi adhibeantur horæ Solares, pro earum ſingulis numerandi ſunt in Æquatore gradus 15. minut. 2, ſecund. 27, tert. 51; & proportionaliter pro particulis adjunctis.

Sit HO arcus Horizontis, AM Meridianus, in quo ſit P polus, V vertex loci, ſideris locus viſus E, ante appulſum ſideris ad Meridianum obſervetur ejus a vertice diſtantia VE, ſideris locus verus ſit S, Parallaxis SE, inveniatur Azimuthus EVM; & notetur tempus obſervationis; deinde poſt appulſum ſideris ad Meridianum, obſervetur illud iterum, quando eandem obtinet a vertice diſtantiam V*e*, unde cum viſæ diſtantiæ ſunt æquales, erunt quoque veræ diſtantiæ VS, V*s* æquales. Notetur intervallum temporis inter primam obſervationem & ſecundam; hoc tempus in gradus & minuta Æquatoris converſum, dabit angulum SP*s*, cujus dimidium eſt angulus SPV. Itaque in triangulo SPV, dantur an- *Modus quartus* TAb. 35. *fig.* 6.

guli SPV & SVP, qui eſt complementum Azimuthi ad 180 gradus, item latus VP diſtantia verticis & Poli; exinde innoteſcet arcus VS, diſtantia vera ſideris a vertice, quæ ſi ab VE obſervatâ diſtantiâ auferatur, dabit SE Parallaxim quæſitam.

Modus quintus. Hæ praxes ex obſervatione Azimuthi pendent; at abſque illius obſervatione Parallaxeôs cognitio obtineri poteſt, per Aſcenſiones ſideris veras & viſas, ex quibus Azimuthi calculo eliciuntur. Nam obſerventur diſtantiæ ſideris a duâbus quibuſvis fixis, quarum diſtantia & Aſcenſiones rectæ notæ ſunt; & exinde quæratur ſideris Aſcenſio recta, uti in Lectione XX docuimus; deinde cum ſidus ad Meridianum pervenerit, rurſus capiatur ejus diſtantia a duâbus fixis, ex quibus, habebitur eâdem methodo, Aſcenſio recta ſideris vera, ſeu punctum, ubi circulus Declinationis per verum ſideris locum tranſiens Æquatori occurrit.

TAB. 36. *fig.* 1. Ex Aſcenſione rectâ viſâ ſideris in Verticali VB obſervatâ, & puncto Æquatoris culminante, dabitur angulus VPE, quare in triangulo VPE, ex datis lateribus VP, VE, & angulo VPE, inveniri poteſt angulus PVE, qui eſt Azimuthalis angulus; datâ autem ſideris Aſcenſione verâ, quæ in Meridiano obſervata fuit, & puncto Æquatoris culminante, dabitur angulus VPS, unde in triangulo VPS, ex datis angulis PVS & VPS, & latere VP dabitur latus VS, vera ſideris a vertice diſtantia, quæ ſi ab obſervatâ VE auferatur, relinquetur SE Parallaxis ſideris.

Ad Aſcenſiones ſiderum rectas determinandas, non ſatis fida eſt in ſubtili hoc negotio Temporis obſervatio, quæ fit Penduli vibrantis ope; ſi enim unius ſcrupuli ſecundi error in numerando commiſſus fuerit, hic error producet in Aſcenſione rectâ errorem 15. ſcrup. ſecund.

Ut habeatur vera ſideris Aſcenſio recta, non opus eſt ejus appulſum ad Meridianum obſervare; ſed meliùs perficitur per duas obſervationes, quarum una peragitur in Orientali cœli quadrante; altera in Occidentali, at in utrâque par ſit altitudo ſideris viſa. Nam ſi capiatur diſtantia ſideris a duâbus fixis notis, in orientali cœli plagâ, elicietur

exin-

exinde ejus Aſcenſio recta viſa, quæ verâ major erit; quoniam Parallaxis deprimit ſidus versùs orientem; rurſus cum ſidus ad eandem à vertice diſtantiam, in Occidentali plagâ pervenerit, capiatur ſimiliter ejus Aſcenſio recta viſa, quæ tantundem minor erit verâ, quantùm prior veram ſuperabat. Nam Parallaxis in æquali altitudine tantùm ſidus ad occidentem deprimit, quantùm priùs versùs orientem illud protrudebat. Adeoque ſi Aſcenſionum viſarum differentia biſecetur, & ſemidifferentia minori addatur, vel à majori auferatur, habebitur vera ſideris Aſcenſio: adeoque punctum Æquatoris, ubi circulus Declinationis per ſidus tranſiens eidem occurrit; hoc eſt, punctum C ſed ex dato momento temporis obſervationis primæ, datur Aſcenſio recta medii cœli, ſeu punctum Æquatoris culminans Æ, unde dabitur Arcus ÆC, qui metitur angulum ÆPC, unde in triangulo, VPS, ex datis VP latere, & angulis PVS & VPS, invenietur, ut prius, VS diſtantia ſideris à vertice, quæ ex viſa ablata, relinquit arcum SE Parallaxim Altitudinis, quæ erat invenienda. TAB. 35. fig. 5.

Omnium optimè & facillimè exquiritur Parallaxis Aſcenſionis rectæ, ſi adhibeatur Teleſcopium, in cujus foco ſunt quatuor fila ad angulos ſemirectos ſe interſecantia, ut in Lectione XX. expoſuimus; & Teleſcopium dirigatur versùs ſidus, atque continuò vertatur, donec in filo tranſverſo AB videatur, ejuſque motus apparens diurnus fiat ſecundùm hujus fili directionem; in quo ſitu, filum AB exponet portionem parallelli, quem percurrit ſidus, & filum CD illud ad angulos rectos interſecans, circulum aliquem horarium repræſentabit. Notetur deinde temporis momentum, quando ſidus in circulo horario CD videtur; dehinc Teleſcopio immoto manente, obſervetur tempus, quando alia aliqua ſtella, cujus nota eſt Aſcenſio recta, ad eundem circulum horarium appulerit. Intervallum temporis inter ſideris & Fixæ appulſus ad circulum horarium, in gradus & minuta Æquatoris converſum, dabit differentiam inter Aſcenſionem rectam fixæ, & ſideris Aſcenſionem viſam. Cum verò ſidus ad Meridianum appulerit, rurſus Teleſcopio ob- *Modus Sextus.* TAB. 36. fig. 1.

 ſer-

ſervetur, & eâdem methodo quæratur ejus Aſcenſio recta viſa, quæ in Meridiano coincidit cum verâ. Unde dabitur punctum Æquatoris, ubi Declinationis circulus per verum locum ſideris Æquatori occurrit; datur itaque ſideris Aſcenſio recta vera, & datur quoque viſa, unde dabitur harum differentia, ſeu Parallaxis Aſcenſionis rectæ, quæ eſt angulus S P E. Et quoniam datur Aſcenſio viſa ſideris, & punctum Æquatoris tempore obſervationis culminans, datur Arcus Æquatoris inter hæc duo puncta interceptus, qui eſt menſura anguli V P E; itaque in triangulo V P E, dantur latera V P, V E, & angulus V P E, quare innoteſcet angulus P V E: ab angulo V P E auferatur angulus S P E, Parallaxis Aſcenſionis rectæ, & dabitur angulus V P S; denique in triangulo V P S, ex datis angulis P V S & V P S, & latere V P, innoteſcet latus V S, vera ſideris à vertice diſtantia, quæ ex visâ ablata, relinquet S E ſideris Parallaxim.

TAB. 36. fig. 1.

Inveſtigatio Parallaxeos quando ſidus habet motum proprium.

Si ſidus motum habeat proprium, ejus Aſcenſio recta per illum motum continuò mutabitur, niſi in aliquo Declinationum circulo feratur; adeoque habenda eſt ratio iſtius mutationis; quod fiet, ſi obſervetur ſideris in Meridiano exiſtentis Aſcenſio recta, & cum proximo die rurſus ad Meridianum pervenerit, iterum obſervetur ejus Aſcenſio recta, Differentia dabit mutationem Aſcenſionis rectæ, quæ tempori intermedio competit; nam in Meridiano exiſtente ſidere, nulla eſt Parallaxis Aſcenſionis rectæ. Ex his Obſervationibus cognoſcetur motus diurnus proprius ſideris ſecundùm Æquatorem, & ex motu diurno dabitur motus pro quolibet tempore intermedio: *v. gr.* ſi motus diurnus ſecundum Æquatorem ſit 30. min. hoc eſt, ſi ſideris locus in Æquatore quotidie promoveatur ſpatio 30 min. ſitque tempus inter obſervationem primam in orientali quadranti, & ſecundam in Meridiano factam æquale ſex horis, huic temporis ſpatio debetur motus ſeptem ½ minutorum. Supponamus jam differentiam inter Aſcenſionem rectam in Verticali, & in Meridiano obſervatam, eſſe 20. minutorum, horum ſeptem cum dimidio motui proprio ſideris debentur; unde Parallaxis Aſcenſionis rectæ erit duodecim cum dimidio minutorum.

Si-

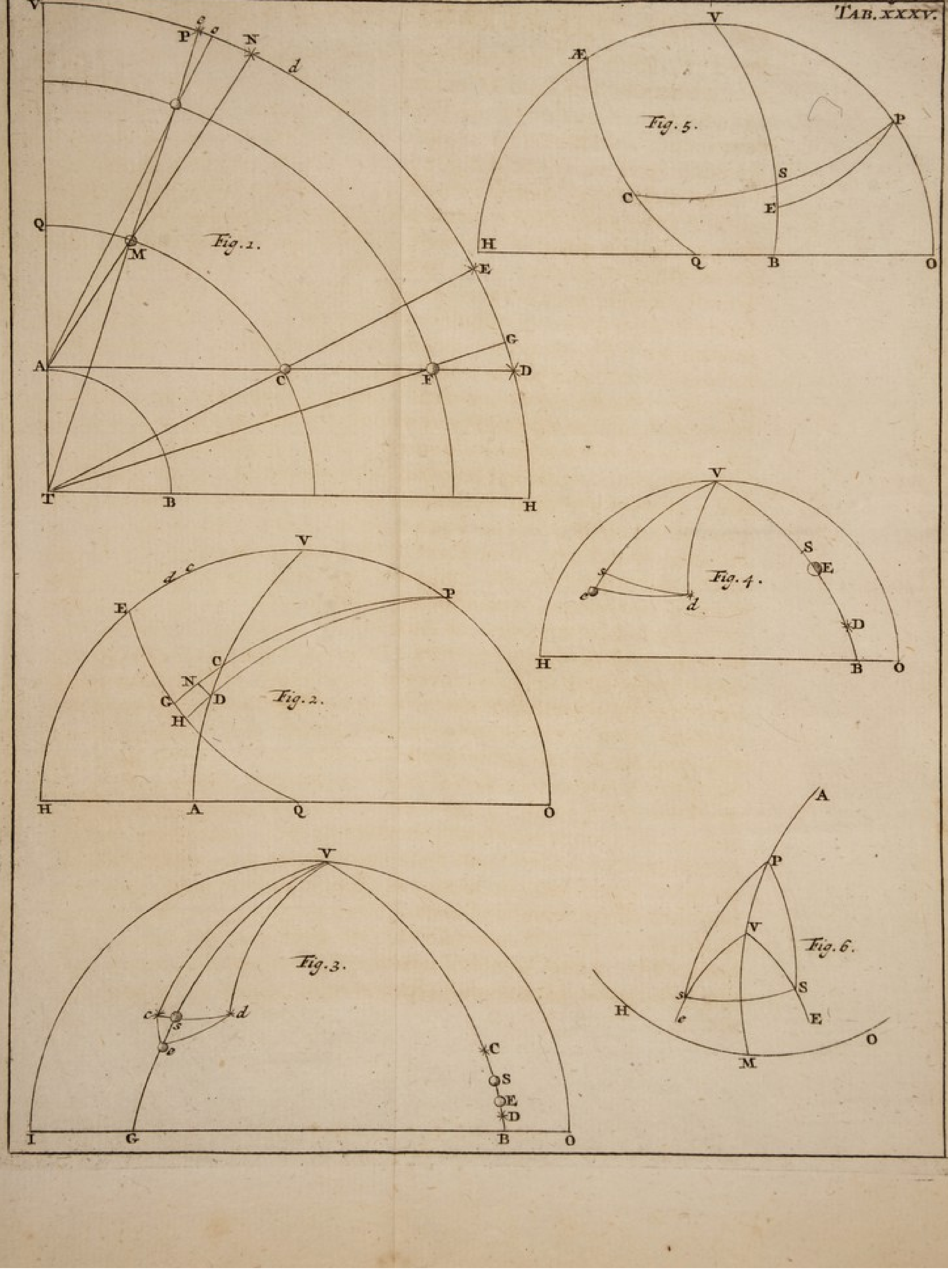


Fig. 1.
V
c
o
P
N
d
Q
M
E
G
A
C
F
D
T
B
H
Fig. 5.
V
Æ
P
S
C
E
H
Q
B
O
Fig. 2.
V
d c
E
P
C
N
G
D
H
A
Q
O
Fig. 4.
V
S
E
s
e
d
D
H
B
O
Fig. 3.
V
c
s
d
o
C
S
E
D
I
G
B
O
Fig. 6.
A
P
V
s
S
H
e
E
O
M

Simili methodo, per Longitudines ſideris viſas & veras, inveſtigari poſſunt Parallaxes; Viſa Longitudo habetur obſervando ſideris diſtantias à duabus fixis, quarum loca nota ſunt; vera autem Longitudo habetur, capiendo diſtantias a fixis notis, cum ſidus eſt in nonageſimo Eclipticæ Gradu; ubi Longitudo viſa coincidit cum verâ.

His & ſimilibus methodis, ſi ſidus aliquod habeat Parallaxim ſcrupulo primo non minorem, illa inveniri poteſt. In Lunâ quidem ſatis notabilis deprehenditur Parallaxis. quæ in Horizonte ſæpe gradui & amplius æquatur. Sed præterea non deſunt aliæ Methodi Lunæ peculiares, quibus ejus Parallaxis habetur, quarum unam hic indicare liceat.

Parallaxis Lunæ investigatio per methodum peculiarem.

In Eclipſi Lunæ, obſervetur quando cornua in eodem verticali circulo videntur, & in eo momento capiatur utriuſque cornu Altitudo; Altitudinum ſemi-differentia ad Altitudinem humilioris cornu addita, vel ab Altitudine ſublimioris ablata, dabit Altitudinem viſam medii inter cornua puncti, quæ quàm proximè eſt æqualis Altitudini centri Lunæ. Sed vera Altitudo centri Lunæ eſt quàm proximè æqualis Altitudini centri Umbræ ſupra Horizontem. At datur Altitudo centri Umbræ, quia datur pro illo temporis momento locus Solis in Eclipticâ, & proinde punctum Eclipticæ huic loco oppoſitum, in quo eſt centrum Umbræ, cujus proinde Altitudo pro tempore dato computari poteſt; nam eſt illa æqualis depreſſioni Solis infra Horizontem in eodem momento; quare dabitur vera Lunæ Altitudo; ſed datur per Obſervationem Altitudo viſa, unde & earum differentia, quæ eſt Lunæ Parallaxis, datur.

Quoniam Lunæ diſtantia à centro Telluris pro vario ejus ab Apogeo receſſu, continuò minuitur, neceſſe eſt, ut Parallaxis ejus Horizontalis in eâdem ratione continuò augeatur, ſicuti per acceſſum ad Apogeum minuatur, ideo Tabulam condunt Artifices, quæ Lunæ Parallaxim Horizontalem pro ſingulis ejus Anomaliæ gradibus oſtendit.

Solis Parallaxis methodis prædictis non poteſt obtineri.

Quamvis methodi ſuperiùs traditæ Lunæ Parallaxim ſatis notabilem eſſe manifeſtant, illarum tamen nullæ ſufficiunt ad Solis Parallaxim explorandam; ea enim tam exigua eſt, ut obſervationes requiſitæ tam accuratè capi non poſſint, quæ ipſam determinent; & error in obſervando vix evitari queat, qui non toti Solis Parallaxi æqualis evadat.

Hic obſervationum defectus Veteres impulit Aſtronomos, ad alias Soli peculiares ineundas vias, quibus ejus Parallaxim eruerent; quæ quidem methodi, etſi maximum acumen & ingenium veterum oſtendunt, parum tamen ſunt idoneæ in tam ſubtili indagine, ad rem ipſam inveſtigandam. Utiles tamen ſunt ad demonſtrandum, diſtantiam Solis a Tellure immenſam eſſe reſpectu diſtantiæ Lunæ ab eâdem, ideoque à propoſito noſtro non alienum erit eas vobis exponere.

Hipparchi methodus pro inveniendâ Parallaxi Solis. TAB. 22. *fig.* 2.

Prima Methodus eſt Hipparchi, eamque adhibuêre Ptolemæus ejuſque ſequaces, & alii Aſtronomi non pauci. Nititur autem in obſervatione Eclipſeôs Lunaris, & Principia ex quibus pendet hæc ſunt: Primò in Eclipſi Lunari, Parallaxis Solis Horizontalis æqualis eſt Differentiæ inter Solis ſemidiametrum Apparentem, & ſemiangulum Coni Umbroſi. Quod hac ratione facile oſtenditur. Circulus A F G repræſentet Solem, D H E Tellurem, ſitque D M H Conus Umbroſus, D M C ſemiangulus Coni. Ducatur a centro Solis S recta S D Tellurem tangens, Erit angulus D S C ſemidiameter apparens Telluris e Sole ſpectata, quæ æqualis eſt Solis Parallaxi Horizontali. Et angulus A D S eſt apparens ſemidiameter Solis e Terra viſa. Eſt autem per 32. *Elem. Primi*, angulus A D S externus æqualis angulis D M S & D S M internis; adeoque angulus D S M æqualis eſt differentiæ angulorum A D S & D M S. Secundo ſemiangulus Coni æqualis eſt differentiæ Parallaxis Horizontalis Lunæ, & ſemidiametri apparentis Umbræ ad Lunæ cælum; ſit enim C D E Tellus, C M E Conus umbroſus, qui plano tranſverſe ad diſtantiam Lunæ ſecetur; ſectio erit circulus, cujus ſemidiameter eſt F G, quæ ex Telluris centro videtur ſub angulo G T F; ſed per 32. *Elem. Primi* eſt angulus C F T æqualis angulis F M T & G T F; Adeoque angulus F M T æqualis eſt differentiæ angulorum C F T & F T G; ſed eſt angulus C F T ille ſub quo Terræ ſemidiameter e Lunæ cælo videtur, hoc

TAB. 22. *fig.* 5.

eſt

eſt æqualis Parallaxi Lunæ Horizontali. Et angulus F T G eſt ſemidiameter apparens Umbræ, unde patet ſemiangulum Coni eſſe differentiam inter Parallaxim Horizontalem Lunæ, & Umbræ ſemidiametrum apparentem. Quare ſi Solis ſemidiametro apparenti addatur ſemidiameter apparens Umbræ, & a ſumma aufertur Parallaxis Horizontalis Lunæ, reſtabit Parallaxis Horizontalis Solis, quæ proinde ex illis accurate datis habebitur. Verum horum datorum nullum tam accurate innoteſcit, ut ſufficiant ad Parallaxim determinandam; nam ex parvis (in his angulis capiendis) erroribus, qui vix evitari poſſunt, ingentes prodibunt errores in Parallaxi Solis, & maximæ diſcrepantiæ in ejus diſtantia a Tellure quæ ex illa pendet. Exempli gratia, Parallaxim Lunæ Horizontalem ponamus eſſe min. prim. 60. ſec. 15. Solis ſemidiam. min. 16, & ſemidiametrum Umbræ 44. min. prim. 30. ſecund. Ex his colligitur Parallaxim Solis eſſe 15. ſecund. & diſtantiam ejus à Tellure æquari 13000 ſemidiametris Terræ; At ſi error commiſſus fuerit, in determinanda ſemidiametro Umbræ, ſitque ille tantum 12 ſecund. in defectu, & ſane ſemidiameter Umbræ vix tanta præciſione obtineri poteſt; hoc eſt, ſi loco $44' : 30''$ capiantur $44' : 18''$, reliquis manentibus, prodibit Parallaxis Solis 3. ſecund. & ejus diſtantia à Tellure æqualis fere 70000 ſemidiametris Terræ, plus quam quintuplo major quam prior. Si vero in exceſſu peccatum fuerit, atque ſemidiameter Umbræ ponatur $44' : 42''$. reliquis manentibus, elicietur Parallaxis 27 minutorum ſecundorum, & diſtantia Solis 7700. ſemidiametrorum Terreſtrium, fere decuplo minor quam per æqualem errorem in defectu elicitur. Si error in defectu admiſſus fuerit 15. ſecund. Prodibit Solis Parallaxis nihilo æqualis, ejuſque diſtantia infinita. Quare cum ex tantillis erroribus, Parallaxis & diſtantia Solis tam diverſæ prodeunt, manifeſte patet, hac methodo veram Solis Parallaxim ejuſque diſtantiam obtineri non poſſe.

Hipparchi methodus non ſufficit ad Solis parallaxim explorandam.

Cum igitur angulus ad Solem, quem Terræ ſemidiameter ſubtendit, tam exiguus ſit, ut obſervatione deprehendi non poſſit, excogitavit *Ariſtarchus Samius* methodum qua angu-

Ariſtarchi methodus.

lum ad Solem, quem Lunaris orbitæ ſemidiameter ſubtendit, determinare conatus eſt. Hic enim angulus ſexaginta circiter vicibus priore major eſt; Ad hujus anguli inveſtigationem ſequentia ponit principia.

Oſtenſum fuit in Lectione de Lunæ Phaſibus, quod ſi per Lunæ centrum tranſeat planum ad quod recta, Solis & Lunæ centra conjungens, ſit normalis, hoc planum Hemiſphærium Lunæ illuminatum ab obſcuro dividere; adeoque ſi planum hoc tranſeat per ſpectatoris oculum in Tellure, Luna tunc dimidiata ſeu biſecta apparebit, & recta a Terra ad Lunæ centrum ducta erit in plano illuminationis; adeoque ad rectam quæ Solis & Lunæ centra conjungit perpendicularis erit. Sit S Sol, T Terra, A L *q* Quadrans orbitæ Lunaris, recta S L a Sole ducta Lunæ orbitam tangat in L, & erit angulus T L S rectus; adeoque cum Luna in L videtur, dichotoma apparet: Si itaque obſervetur momentum Temporis cum Luna biſecta videtur, atque eodem momento, capitur angulus L T S elongatio Lunæ a Sole, dabitur hujus anguli complementum ad rectum angulus L S T, ſed datur latus T L, unde in triangulo S L T rectangulo dantur anguli, & latus T L, ex quibus dabitur latus S T diſtantia Solis a Tellure.

TAB. 36. fig. 3.

Ariſtarchi methodus non inidonea eſt ad inveniendam Solis diſtantiam.

Verum maxima eſt difficultas in determinando temporis momentum, quando Luna eſt in vera Dichotomia, nam per ſpatium temporis ante, & poſt Dichotomiam notabile, immo in ipſa Quadratura, ejus Phaſis a phaſi Dichotomiæ diſtingui nequit, uti obſervatio nos docet, & hac etiam ratione oſtenditur. In Lectione de Lunæ Phaſibus demonſtratum a nobis eſt, Diametrum Lunarem eſſe ad ejus partem a Sole illuſtratam, & a nobis viſam, ut Diameter circuli ad ſinum verſum elongationis Lunæ a Sole quamproxime; accurate autem, ut Diameter circuli ad ſinum verſum exterioris anguli ad Lunam, in triangulo, quod lineæ jungentes Solis Terræ & Lunæ centra faciunt; Uti in Lectione de Veneris Phaſibus oſtenſum fuit. Ponamus jam tempore veræ Dichotomiæ angulum L S T eſſe min. prim. 15. Et ſemidiametrum orbis Lunaris æquari 60 ſemidiametris Telluris,

in-

inde elicietur distantia Solis æqualis 13758 semidiametris Terræ. His positis; sit primo Luna in Quadratura in *q*, hoc est, sit angulus *q* T S rectus, & erit exterior angulus trianguli ad Lunam, æqualis 90 grad. min. 15, cujus sinus versus æqualis est radio, una cum sinu recto min. 15. Itaque ut Diameter circuli ad Radium una cum sinu recto minutorum 15. sic Lunæ Diameter ad partem ejusdem a Sole illustratam e Tellure visam; quare capiendo dimidia Antecedentium, & dividendo, erit ut Radius ad sinum rectum min. 15, ita semidiameter Lunæ, ad excessum quo pars illustrata e Terra visa semidiametrum superat; est autem sinus min. 15, partium 436 qualium Radius est 100000, & apparens Lunæ semidiameter est circiter min. 15. Quare fiat ut Radius 100000 ad 436 ita 15. min. ad quartum, qui prodit minor quam quatuor scrupula secunda; At hæc quantitas adeo exigua est, ut omnem sensum effugiat; adeoque Luna in Quadratura (cum ejus Phasis tantilla quantitate Dichotomiam superat) adhuc ut Dichotoma apparebit. Quod si vera Dichotomia in ipsam Quadram incidisset, distantia Solis fuisset infinita, in illo enim casu, angulis S*q*T & ST*q*, existentibus rectis, lineæ ST, S*q* essent parallelæ & non concurrerent nisi ad distantiam infinitam.

Sit secundò elongatio Lunæ à Sole seu angulus STL 89. gr. min. 30. in illo casu, erit angulus exterior ad Lunam grad. 89. min. 45. æqualis scil. angulis STL & LST simul, cujus sinus versus æqualis est radio, dempto sinu recto min. 15: cumque sit ut Radius circuli ad sinum versum anguli exterioris ad Lunam, hoc est, ad Radium sinu recto min. 15. diminutum; ita semidiameter Lunæ ad partem ejus à Sole illustratam & à nobis visam, erit dividendo Radius ad sinum min. 15. ita semidiameter Lunæ seu 15. min. ad excessum quo eadem semidiameter partem illustratam & visam superat, quæ itaque ut in priore casu erit æqualis quatuor scrupulis secundis; atque Luna tantilla parte à Phasi Dichotomiæ deficiens, tanquam Dichotoma videbitur, seu ejus Phasis a Dichotomiæ Phasi distingui nequit. Si itaque in illa apparenti Phasi ponatur momentum Dichotomiæ veræ ; hoc eſt , cum 30. min. à Quadratura diſtat, elicietur inde diſtantia Solis æqualis 6876 ſemidiametris terreſtribus.

Obſervationes teſtantur Lunam cum à Quadratura 30. min. diſtat tanquam Dichotomam apparere , & ſub ipſa Quadratura , ejus Phaſin à Phaſi Dichotoma diſtingui non poſſe; immo Dichotoma apparet Luna optimo Teleſcopio viſa, poſtquam Quadraturam ſuperavit , ut ipſe Ricciolus agnoſcit in Almageſti p. 734. Itaque Luna ad minimum per ſpatium unius horæ , tanquam biſecta videbitur, cujus temporis momentum quodlibet eodem jure quo aliud quodvis tanquam momentum veræ Dichotomiæ aſſumi poteſt ; & pro infinitis diverſis quæ aſſumi poſſunt temporum momentis , infinitæ diverſæ elicientur Solis à Terra diſtantiæ. Hinc manifeſte patet, diſtantiam Solis accurate hac methodo obtineri non poſſe.

Cum incertum ſit veræ Dichotomiæ momentum, certum tamen ſit Phaſin illam ante Quadraturam accidere ; Ricciolus aſſumit articulum temporis medium inter tempus quo phaſis Lunæ ſit dubia & momentum Quadraturæ. Sed rectius feciſſet , ſi aſſumpſiſſet tempus medium inter Phaſim dubiam quando primo Luna cava videri deſiit , & tempus antequam primo convexa apparere incipit , quod tempus contingit poſt Quadraturam , hac ratione Tellurem ad majorem à Sole ſemoviſſet diſtantiam , quam eſt illa quæ ex ejus calculo elicitur.

Non opus eſt hanc methodum ad Dichotomiæ phaſim alligari , nam in alia qualibet phaſi vel à Dichotomia deficiente ; vel illam ſuperante , poſſumus Solis diſtantiam inveſtigare æque accurate ac in Dichotomia. Obſervetur enim optimo Teleſcopio Phaſis Lunæ & eodem temporis momento ejus elongatio à Sole, dabiturque per obſervationem pars ſemidiametri Lunæ illuſtrata à nobis viſa , ſi hæc à ſemidiametro deficiat , ab illa auferatur , ſin ſuperet , ſemidiameter Lunæ ab illa ſubſtrahatur & notetur reſiduum. Fiatque ut ſemidiameter Lunæ ad hoc reſiduum , ita Radius ad quartum , hic erit ſinus anguli qui ad rectum addi-

tus,

tus, vel ab eo ablatus, dat angulum exteriorem trianguli ad Lunam, sed datur Angulus ad Tellurem, qui est Elongatio observatione cognita, quare hic ab exteriore angulo ablatus dabit angulum ad Solem; quare in triangulo SLT dantur omnes anguli, & latus TL, ex iis innotescet ST, distantia Telluris à Sole. Sed difficile est observare accurate quantitatem Phasis Lunaris, ita ut non in aliquibus secundis error admittatur; adeoque neque hac methodo satis præcise obtineri potest Telluris à Sole distantia. Ex similibus autem observationibus certum est, Solem longius 7000 semidiametris Telluris ab illa distare.

Certius cognoscitur Parallaxis Solis per Parallaxes Martis & Veneris.

Cum itaque tanta sit Solis distantia, ut neque per Eclipses, neque per Lunæ Phases, ejus cognitio obtineri possit, ad Planetarum Parallaxes Martis scil. aut Veneris investigandas confugiunt Astronomi, quæ si darentur, Solis quoque Parallaxis & distantia per se inscrutabiles, facile elicerentur. Nam ex Theoria motuum Telluris & Planetarum, dantur pro quolibet temporis momento, ratio distantiarum Solis & Planetæ à Terra; & Parallaxes Horizontales sunt in harum distantiarum ratione reciproca; quare si detur Parallaxis Planetæ cujusvis, dabitur quoque Parallaxis Solis.

Mars autem in situ Achronichio, hoc est, Soli oppositus, Telluri plusquam duplo propior est quam Sol, unde ejus Parallaxis plusquam duplo major erit: at Venus, cum est in conjunctione cum Sole inferiore, Terris fere quadruplo est vicinior quam Sol, ejusque proinde Parallaxis in eadem ratione major erit: quare etsi exigua Solis Parallaxis sit sensibus inobservabilis, Veneris autem & Martis duplo vel quadruplo majores Parallaxes possunt oculis nostris manifeste se prodere. In perscrutanda Martis Parallaxi in situ Achronichio, non parvam impenderunt operam celeberrimi nostri ævi Astronomi. Eandemque circiter 25. scrupulorum secundorum, saltem non majorem pro certo statuerunt; unde facili negotio colligetur Solis Parallaxim non majorem esse 12½ secundorum scrupulorum; & inde prodit distantia Solis à Terra circiter 17200 Telluris semidiametris æqualis.

Ex observatione Veneris per Solis Discum transcurrentis, quod Anno 1761. continget, methodum exposuit Dominus Hallejus (cui in primis Astronomia plurimum debet) qua Parallaxis Solis ejusque distantia satis præcise, scil. intra quingentesimam sui partem obtineri possit; cujus itaque vera quantitas ad illud tempus dubia manebit.

Quo pacto Lunæ Parallaxis ad datum tempus calculo innotescat.

Quoniam methodus ab Astronomis tradita, qua Eclipses Solis prædicentur, postulat, ut Lunæ Parallaxes tam in Longitudine quam Latitudine calculo innotescant; quinetiam quotiescunque locus Lunæ in cælo observatus cum eo, qui Tabulis elicitur ad comprobandam Lunæ Theoriam comparandus sit, necesse est ut locus verus reducatur ad visum, quod fieri non potest, nisi per Parallaxeos calculum. Convenit, ut modum exponamus, quo Lunæ Parallaxis ad datum quodlibet temporis momentum calculo innotescat.

TAB. 36. fig. 4.

Primo ex Tabulis Astronomicis, computetur locus Lunæ in Ecliptica, ad datum temporis momentum. Et in figura sit HO Horizon, HZO Meridianus, Z vertex; EC Ecliptica, in qua sit locus Lunæ, ex Tabulis Astronomicis notus L; sitque primo Lunæ Latitudo nulla. Ex vertice Z cadat in Eclipticam circulus Latitudinis ZN, erit punctum N nonagesimus Eclipticæ gradus. Quoniam datur Recta Solis Ascensio, & ex hora data, distantia Solis æquatoria à Meridiano, dabitur punctum Æquatoris culminans. Quod est Ascensio recta medii cæli, seu puncti Eclipticæ quod sub Meridiano jacet; unde & hoc Eclipticæ punctum dabitur, sicuti angulus ZEN Eclipticæ cum Meridiano, quod fiat vel per calculum à nobis in Lectione de Doctrina Sphærica explicatum, vel per Tabulas Astronomicas; unde dabitur arcus Eclipticæ EL. Sed datur arcus EÆ declinatio medii cæli seu puncti E, datur etiam ZÆ, quare dabitur arcus ZE; itaque in triangulo rectangulo ZNE, datur latus ZE, cum angulo ZEN; quare invenietur EN, & punctum N seu nonagesimus Eclipticæ gradus, & ZN ejus à vertice distantia, cujus complementum NA est mensura anguli Horizontis & Eclipticæ. Et quoniam datur locus Lunæ L, datur arcus NL. In triangulo

gulo itaque ZNL rectangulo, dantur latera ZN & NL, inde invenietur angulus ZLN, qui angulus Parallacticus dicitur, & latus ZL distantia Lunæ à vertice. Fiat ut Radius ad sinum arcus ZL ita Parallaxis Lunæ Horizontalis è Tabulis eruenda ad Parallaxim ejus in L, quæ itaque invenietur, sit illa OL; ab O in Eclipticam cadat perpendicularis O*m*. In triangulo exiguo LO*m* quod pro rectilineo haberi potest, datur præter angulum rectum, latus LO, & angulus OL*m* æqualis angulo ZLN; quare dabitur arcus L*m* Parallaxis Longitudinis, & O*m* Parallaxis Latitudinis, quæ erant inveniendæ. *Angulus Parallacticus quis.*

Habeat jam Luna Latitudinem aliquam, ita ut ejus locus in Ecliptica sit punctum L, sed in circuli Latitudinis LP, puncto P. Et quoniam angulus NLP rectus est, & datur angulus NLZ, dabitur ejus complementum ZLP. In triangulo ZLP, dantur duo latera scil. ZL prius inventum & LP Latitudo Lunæ, & angulus ZLP, quare invenietur latus ZP, cum angulo ZPL: fiat ut Radius ad sinum arcus ZP ita Parallaxis Lunæ Horizontalis ad quartum, sit is P*q*, hic arcus erit Parallaxis Lunæ in circulo Altitudinis. Sit *qd* arcus Eclipticæ parallelus & in triangulo exiguo *d*P*q*, quod pro plano haberi potest, datur præter angulum rectum, latus P*q* cum angulo *d*P*q* complemento anguli noti ZPL ad duos rectos; quare dabitur P*d* Parallaxis Latitudinis & *qd* Parallaxis Longitudinis. Nam ob parvam Lunæ Latitudinem paralleli arcus *dq*, inter duos circulos Latitudinis interceptus vix differt ab arcu Eclipticæ qui iisdem interjicitur.

LECTIO XXII.

Theoria Motus Telluris Annui.

HUcusque generales Planetarum affectiones recensuimus, & Phænomena quæ ex illorum motu, & motu Telluris conjunctim oriuntur, explicavimus. Transeamus nunc ad particulares motuum Theorias contemplandas, quibus singulorum Periodi, à Sole distantiæ, Orbitarum species, *Planetarum particulares Theoriæ unt inveniendæ.*

& Positiones determinantur; ex quibus datis, eorum loca in Zodiaco, ad datum tempus computari possunt. Et quoniam Planetarum Theoriæ in motu Telluris fundantur, & ejus ope investigantur; convenit ut à Theoria Terræ incipiamus.

Hæ à Theoria Terræ pendent.

Locus Terræ per observationem loci apparentis Solis cognoscitur.

Ostensum fuit in Lectione septima, quod ex Telluris motu circa Solem, oritur apparens Solis motus in Ecliptica annuus, & quod Sol ex Tellure conspectus videtur eundem in cælo circulum describere, Eclipticam scil. quem spectator in Sole constitutus Tellurem percurrere conspiceret. Locus autem Telluris è Sole spectatus semper è diametro opponitur ei, in quo Sol è Terra visus in Ecliptica apparet; adeoque quando Sol à nobis videtur in ♈, Tellus revera signum ♎ occupat; cum hic in ♋ cernitur, illa ♑ tenet. Adeoque ex loco Solis apparente, observatione cognito, semper habebitur Locus Telluris in propria orbita è Sole visus.

Puncta Æquinoctialia & Solstitialia.

Cum Ecliptica Equinoctialem secet in duobus punctis oppositis, Sol bis in quolibet anno, in Æquinoctiali circulo videbitur, cum scil. ad sectiones motu apparenti pervenerit; in reliquo omni anni Tempore, vel in Boream, vel in Austrum declinare videbitur; maxime autem ab Æquatore distat, in punctis Eclipticæ ab utraque sectione æque distantibus; hoc est, 90. gradibus ab utraque sectione remotis; in quibus dum Sol videtur, Declinationem per aliquot dies vix mutare observatur, diesque iidem fere manent longitudine. Et proinde puncta illa quæ sunt initium ♋ & initium ♑ Solstitia dicuntur. Sicuti puncta Intersectionum Æquinoctialis & Eclipticæ, Æquinoctia appellantur, quoniam Sol in iis visus, dies noctibus æquales efficit.

Dies non sunt noctibus æquales nisi Sol in meridie puncta Æquinoctialia ingrediatur.

Cum Sol continuo in Ecliptica incedere, & singulis diebus gradum circiter unum versus orientem promoveri videtur; in punctis Æquinoctialibus nunquam morabitur, & eodem temporis momento, quo illa attinget, eadem relinquet. Adeoque licet dies in quo Æquinoctium celebratur, Æquinoctialis dicitur; quod dies ille nocti æqualis censetur, hoc tamen præcise verum non est, nisi Æquinoctium

in

in ipsa Meridie celebretur; nam si Sol oriens æquinoctium vernale ingressus fuerit, vespere occidens spatio 12. minutorum ab æquinoctio declinabit; adeoque dies ille erit duodecim horis longior, & nox sequens brevior. Sed differentia tantilla est, ut in rebus physicis negligi possit.

Tempus Æquinoctii observatione determinatur. Temporis momentum, quo Sol æquinoctia ingreditur, ex data Latitudine loci, sic observatione innotescet. In ipso die Æquinoctii aut circiter, instrumento affabre facto, & in gradus & minuta minutorumque partes diviso, capiatur Solis Altitudo Meridiana; si hæc æqualis fuerit Altitudini Æquatoris, seu complemento Latitudinis loci, Æquinoctium illo ipso momento celebratur, sin differant, notetur differentia, erit illa Solis Declinatio. Die deinde sequente, rursus observetur Solis Altitudo Meridiana, & exinde eliciatur ejus Declinatio, si Declinationes sic inventæ fuerint diversi nominis, puta una Australis, altera Borealis, cadet Æquinoctium in aliquo temporis intermedii puncto, inter observationes, elapsi; sin ejusdem sint nominis, nondum factum erit Æquinoctium, vel præteritum: ex his declinationibus observatis, momentum Æquinoctii hac ratione exquiritur; sit CAB portio Eclipticæ, ÆAQ Æquatoris arcus, eorumque intersectio punctum A, sit CÆ Declinatio Solis in prima observatione, ED ejus Declinatio in secundâ, erit CE motus Solis in Ecliptica, uni diei competens. In triangulo Sphærico rectangulo CÆA, datur angulus A, qui est Inclinatio Eclipticæ ad Æquatorem, (quam Lectione XX. invenire docuimus.) Item CÆ Declinatio Solis observata; invenietur itaque arcus CA. Et in triangulo AED rectangulo ad D, ex datis DE, & angulo A, invenietur AE, inde dabitur arcus CE, Arcuum scil. CA, AE summa vel differentia. Fiat igitur ut CE ad CA, ita 24. horæ ad spatium temporis inter observationem primam, & momentum Æquinoctii, quod proinde dabitur. TAB 36. fig. 5.

Quantitas Anni Tropici determinatur. Si proxime sequenti anno, rursus observetur ejusdem Æquinoctii momentum, tempus intermedium dabit spatium unius anni Tropici, seu Tempus in quo Sol, vel potius

Ter-

Terra Eclipticam percurrit, quod annus Tropicus dicitur; quia illo peracto, Anni Tempestates eædem redeunt. Verum per observationes, spatio temporis tantum annuo distantes, non tuto determinatur Quantitas Anni, nec exinde pendens motus Solis apparens, seu Terræ verus definiri potest; nam error parvus, puta unius minuti, observando admissus, continuo auctus, & annorum decursu, eorum numero multiplicatus, in enormem excresceret magnitudinem. Igitur Astronomi accuratius annum definiunt, capiendo duas Æquinoctii observationes, longissimo annorum intervallo à se invicem dissitas, & dividendo tempus inter observationes elapsum, per numerum revolutionum Solis; Quotiens exhibebit tempus uni revolutioni seu anno congruens; nam sic error, si quis sit in observando commissus, is in plures annos distributus, insensibilis evadit.

Anni tempus sic definitum invenitur constare diebus 365. horis 5. min. 48. secundis 57; quod Tempus minus est Periodo Telluris circa Solem in propria orbita, qui Annus Anomalisticus, vel Periodicus dicitur: nam ob Præcessionem Æquinoctiorum, à nobis in Lectione octava explicatam, qua puncta Æquinoctialia quotannis minutis secundis 50. regrediuntur, Solique obviam eunt, Sol prius Æquinoctio occurret, quam totum circulum seu orbitam absolverit, est autem Periodus seu Annus Anomalisticus dierum 365. horarum 6. min. 9. secundis 14.

Annus Anomalisticus.

Motus Solis in Ecliptica inæquabilis observatur.

Si motus Telluris circa Solem æquabilis esset; hoc est, si æquales angulos circa Solem temporibus æqualibus describeret Tellus, motus Solis in Ecliptica visus, esset etiam æquabilis; ejusque motus diurnus esset 59. minut. prim. & 8. min. secund. unde motus Solis visus, ejusque locus in Ecliptica ad quodlibet tempus, facili computatione innotesceret; verum ex observationibus constat, motum Solis apparentem minime æquabilem esse, & illum aliquot Eclipticæ portiones velociore gradu percurrere, in aliis lentius incedere; & speciatim in Boreali Eclipticæ semicirculo describendo, Sol octo plures dies impendit, quam dum per Australem movetur, qui æquali præcise tempore hunc semicirmicirculum apparenter percurreret, ac priorem, si motu æquabili lata esset Tellus. Præterea si quotidie observationibus factis, exploretur motus Solis apparens in Ecliptica, is aliquibus diebus deprehendetur minuta 61. adæquare, & in aliis minuta 57. non superare.

Solis motus in Ecliptica diurnus hac ratione exquiritur, sit CB Ecliptica, ÆQ Æquator, eorum intersectio A, capiatur instrumento Altitudo Solis Meridiana, & nota quoque sit Altitudo Æquatoris in loco observatoris, harum Altitudinum differentia erit Declinatio Solis, quæ proinde datur. Sit G locus Solis in Ecliptica, FG Declinatio, in triangulo rectangulo GFA, ex dato latere FG & angulo A, invenietur arcus AG distantia Solis ab æquinoctio, seu ejus Longitudo, & proinde ejus Locus in Ecliptica in momento observationis; die deinde sequente, similiter in Meridie exploretur Solis Declinatio, quæ sit ML, ex qua & angulo A, eodem modo innotescet arcus MA, ex illo sublato AG, relinquetur arcus Eclipticæ GM à Sole uno die descriptus, cujus quantitas pro vario Telluris in orbita sua loco, varia erit. *Qua ratione Solis motus diurnus exploretur.* TAB. 36. fig. 5.

Veteres Astronomi, qui nullum in cælis motum præter circularem & æquabilem admittebant, quo hanc inæquabilitatem apparentem solverent, statuebant Tellurem circa Solem, vel Solem circa Tellurem (perinde enim est) æquabiliter deferri in circulo excentrico; hoc est, in circulo cujus centrum à centro Eclipticæ (in quo vel Solem vel Terram ponebant) distabat, hunc circulum æquabili, ut dixi, motu describi voluerunt, ideoque cum centrum Eclipticæ à centro motùs æquabilis distet, Telluris vel Solis motus ex centro Eclipticæ visus inæquabilis videbitur. *Hypothesis veterum circularis quâ Phænomena explicabant.*

Sit circulus ♈ ♋ ♎ ♑ Ecliptica, cujus centrum tenet Sol, MPNA orbita Terræ, ejusque centrum C, distans à centro Eclipticæ recta CS quæ Excentricitas dicitur; Tellus in hoc circulo motu æquabili moveri supponitur; ideoque erunt anguli omnes circa centrum C descripti temporibus proportionales, & ex C visa Tellus, non tardius videbitur incedere in A, quam in P. At ex centro Eclipticæ spectata, quoniam TAB. 36. fig. 6. *Excentricitas quid?*

in A longius diſtat, quam in P, minores Eclipticæ arcus temporibus æqualibus videbitur deſcribere, in illo, quam in hoc ſitu. Adeoque Tellure in A exiſtente, ex illa ſpectator Solem aſpiciens in ♋, illum lentiore motu in Ecliptica ferri videbit, quam cum Tellus eſt in P, & Sol in ♑ exinde ſpectatur.

Et quoniam Arcus Excentrici NAM major eſt ſemicirculo, & NPM ſemicirculo minor, patet longiore tempore deſcribi arcum NAM quam NPM; ſed tempore, quo Tellus fertur per peripheriam NAM; Sol videtur ſemicirculum Eclipticæ borealem ♈♋♎ percurrere, & dum Tellus movetur per arcum MPN, Sol per alterum auſtralem Eclipticæ ſemicirculum deferri conſpicitur, unde patet ratio brevioris moræ in hoc quam in illo.

Qua ratione Excentricitas & Apſidum poſitio in hac Hypotheſi determinantur.

His poſitis, Excentricitatem orbitæ, Apſidumque poſitiones, hac ratione determinare licet. Obſerventur eodem anno, momenta utriuſque Æquinoctii, Vernalis ſcil. & Autumnalis; item locus Solis in Ecliptica, in alio quovis tempore intermedio, qui ſit ♌, Tellure in ♒ exiſtente. Cum Tellus eſt in orbitæ ſuæ puncto N, videtur Sol in Eclipticæ puncto ♈, deinde ad L delata Terra, Sol in ♌ apparet; ad M vero diventa Tellure, in ♎ conſpiciendus erit Sol. Ducantur ad Telluris locum in L, rectæ SL, CL; item CM, MN, CN jungantur, & CM, SL ſe interſecent in O. Ex obſervatis Solis locis, dabitur angulus ♈S♌, & hujus ad duos rectos complementum ♒S♈. Porro ex intervallis temporum inter obſervationes datis, dantur arcus LM ſeu angulus LCM, item arcus NAM temporibus proportionales, unde & arcus NPM & angulus NCM quoque dabuntur. In triangulo Iſoſcele MCN, ex dato angulo MCN, dabuntur anguli M & N ad baſim; uterque enim eſt dimidium complementi anguli MCN ad duos rectos. Sed in triangulo MOS, datur ex obſervatione angulus MSO, hoc eſt, ♈S♒; unde dabitur quoque angulus MOS datorum complementum ad duos rectos, & huic æqualis angulus LOC. Ponatur LC Radius Excentrici eſſe partium 100000. Et in triangulo LCO, ex datis angulis, & latere re LC, dabitur latus OC, sed datur MC æqualis LC; ergo innotescet MO. In triangulo MOS dantur omnes anguli, & latus MO, inde invenietur OS. Denique in triangulo SOC, ex datis SO, OC & angulo SOC, qui est anguli SOM complementum ad duos rectos; invenietur SC Excentricitas, & angulus OSC, ad quem addatur angulus MSO, & habebitur angulus MSA; seu arcus ♈♑ distantia Aphelii ab Æquinoctio, ex quo, datur positio lineæ Apsidum. Q. E. I.

Hac methodo, inveniebant Astronomi Excentricitatem SC esse partium 3450, qualium Radius Excentrici est 100000. Unde motum locumque Solis ad datum tempus calculo facili sequente investigabant: sit in orbita Terræ AP linea Apsidum, A Aphelion, L Tellus orbitam circularem uniformiter describens, arcus AL vel angulus ACL tempori proportionalis erit Anomalia Terræ media; sicuti Arcus Eclipticæ ♑♒, seu angulus ASL Anomalia ejus vera, data jam Anomalia media AL, datur ejus sinus LQ; & cosinus QC, cui addatur nota Excentricitas, & dabitur tota SQ. Fiatque ut SQ ad LQ, ita Radius ad Tangentem anguli QSL; qui itaque erit notus. Vel sic. In triangulo SCL, dantur latera SC, CL & angulus SCL complementum Anomaliæ mediæ ad duos rectos, unde invenietur angulus LSC vel LSA Anomalia vera: nempe fiat, ut CL + CS ad CL − CS, ita Tangens semissis anguli LCA, ad quartum qui erit Tangens semissis differentiæ angulorum CSL & CLS; hinc cum SC & CL sint datæ & constantes quantitates, differentia Logarithmorum CL + CS & CL − CS, erit constans quantitas; adeoque si illa semper auferatur à Tangente Logarithmicâ semissis anguli LCA, dabitur Tangens Log. semidifferentiæ angulorum CLS & CSL, sed datur eorum summa, unde innotescet angulus LSA, qui ostendet locum Telluris in Ecliptica è Sole visum; & punctum Eclipticæ huic oppositum, erit locus Solis ex Tellure apparens. Q. E. I.

In primo Anomaliæ semicirculo ALP, Anomalia media ACL major est verà ASL. Nam est angulus externus ACL major interno & oppoſito ASL. Et ſi ab Anomalia media ACL auferatur angulus CLS reſtabit angulus LSC Anomalia vera. In ſecundo Anomaliæ ſemicirculo PRA, Anomalia media eſt minor vera; ſit enim Terra in R, erit Anomalia media arcus APR, vel rejecto ſemicirculo arcus PR, vel huic proportionalis angulus PCR. At Anomalia vera, rejecto ſemicirculo, eſt angulus PSR, qui æqualis eſt PCR & CRS, unde ſi ad Anomaliam mediam addatur angulus CRS, habebitur Anomalia vera PSR, locuſque Terræ in Ecliptica; Angulus CLS vel CRS dicitur *Æquatio & Proſthaphereſis*, eo quod nunc addendus ſit, nunc ſubtrahendus à motu æquabili, quo habeatur motus verus.

Æquatio & Proſthaphereſis Quid?

Hæc veterum Theoria, cum motu Solis apparente ex craſſis eorum obſervationibus elicito, ſatis accurate congruebat; at aliorum Planetarum motus non ſecundum ſimilem Theoriam peragi, obſervationes teſtantur, & agnoſcit Ptolemæus. Eſt præterea in ipſo Sole Phænomenon, cui non reſpondit veterum Theoria, quodque illam falſam eſſe evincit, ſcil. obſervationes accuratiſſime factæ oſtendunt Solis diametrum apparentem in Aphelio, eſſe minutorum 31. ſecund. 29, in Perihelio, min. 32. ſecund. 33, ſed diametri Solis Apparentes ſunt reciproce ut ſolis diſtantiæ à Tellure, unde prodit veram Solis diſtantiam cum Terra eſt in Aphelio, eſſe ad diſtantiam Solis in Perihelio, ut 1953 ad 1889. Sed ſi ſuperius tradita Theoria vera eſſet, diſtantia Aphelii eſſet ad diſtantiam Perihelii, ut 10345 ad 9655, quæ ratio major eſt priore; nam ſi Excentricitas eſſet partium 345, qualium Radius Excentrici eſt 10000. Et ſi diameter apparens Solis in Perihelio ſit 32′ 33″, Diameter in Aphelio erit tantum 30′ 22″; contra obſervationes. Falſa eſt itaque illa Theoria, quæ tantam ponit Excentricitatem. Nam biſectâ Excentricitate, ejus ſemiſſis melius reſpondet diametris Solis apparentibus obſervatis. At talis Excentricitas, poſito quod centrum Excentrici ſit centrum quoque motus medii, non æque Phænomenis motuum congruit. Nam obſervationes teſtantur Æquationes ſeu Proſthapheriſes duplo majores eſſe, quam quæ ex biſecta Excen-

cen-

centricitate eliciuntur; adeoque necesse est ut falsa sit illa veterum Theoria.

Hæc perspiciens sagacissimus Keplerus, docuit Excentricitatem bisecandam esse, ita ut centrum Excentricæ orbitæ sit in D, medio loco inter Solem & punctum C, ex quo Telluris motus visus æquabilis apparet, punctumque illud C ab excentrici centro diversum & dimidiâ veterum Excentricitate ab eo distans, centrum medii motus dicebatur, quia ex illo, motus Telluris semper videndus sit ad sensum medius inter celerem & tardum ejus in Ecliptica incessum.

Kepleri correctio hujus Theoriæ.

Verum Copernicus, aliique Astronomi absurdum esse censebant, Tellurem in circulo deferri, cujus centrum diversum sit à centro motûs æquabilis, ex quo sequeretur Tellurem inæquabili motu peripheriam orbitæ suæ percurrere contra Axioma ab iis stabilitum quo motum omnem in cælis æquabilem statuebant. Ideoque Keplerus cum demonstrasset Martem, & Planetas reliquos, non in orbitis circularibus, sed Ellipticis deferri circa Solem in Ellipseos focorum uno constitutum, eaque lege motus eorum temperari, ut Radii à Planetis ad Solem ducti verrant Areas Ellipticas temporibus proportionales, æquum esse censebat ut Tellus eadem lege, in simili orbita circa Solem quoque deferatur: hæc Theoria omnibus Phænomenis ad amussim respondet, sed ex illa sequitur, nulla dari centra motuum æquabilium, ex quibus angulos temporibus proportionales describentes videri possunt Planetæ. Hinc factum est, ut plurimi Astronomi centrum motûs æquabilis dari statuentes, hanc Kepleri Theoriam rejiciebant, sed Ellipticam tamen orbitæ formam retinebant; & quoniam in Ellipseos Axe sunt duo puncta in æqualibus à centro distantiis quæ foci appellantur, in quorum altero Sol locatur, & alter à centro Ellipseos tantum distat, quantum Sol; hunc focum dupla excentricitate à Sole distantem, tanquam centrum motus æquabilis ponebant, & ex illo Planetas describere angulos temporibus proportionales dicebant. Quod quidem in Ellipsibus parum Excentricis, quam proxime verum est, uti agnoscit Keplerus & in sequentibus demonstrabitur.

Huic Hypothesi eo magis favebant, quod nulla illis innotuit methodus directa & Geometrica in Kepleri Theoria, inveniendi Anomaliam veram, ex media; quod per alteram Theoriam facillime præstabant. Ob hunc itaque defectum, Astronomi non pauci Keplero ἀγεωμετρησίαν objicientes ad alias Hypotheses veris naturæ legibus minus congruas confugiebant; fingendo punctum aliquod, quod esset centrum motus æquabilis, è quo Planetæ angulos temporibus proportionales describere videantur. Cum tamen Theoria Kepleri locum revera in natura obtineat; & observationes testentur Planetas omnes secundum ejus leges motus suos temperari, illa ob defectum Geometriæ rejicienda non est; nec video cur culpa in Theoriam transferenda sit, quæ Astronomorum in Geometria imperitiæ potius debetur. Quo autem ἀγεωμετρίας labes in posterum deleatur, in sequenti Lectione methodum ostendemus directam, eliciendi Planetæ Anomaliam veram ex media.

Lectio XXIII.

De Motu Planetæ in Ellipsi. Et Solutio Problematis Kepleri, de sectione Areæ Ellipticæ.

Keplerus primus demonstravit Planetas non in orbitis circularibus, sed Ellipticis, deferri, Solemque in Ellipseos focorum alterutro situm, ea ratione circumire; ut Radius à Planeta ad Solis centrum protensus semper verrat Areas Ellipticas, quæ temporibus quibus describuntur sunt proportionales.

Divinum hoc sagacissimi Kepleri inventum, exactissimis Tychonis Braheæ observationibus debetur, & tanto magis est suspiciendum, quod illius ope, Universales motuum leges, totumque systema Mundanum, hoc est, Philosophiam cælestem felicissime à nemine antea perspectam patefecit Dominus *Newtonus*.

In Planetis quadrata Temporum Periodicorum sunt ut Cubi distantiarum à Sole.

Demonstravit etiam Keplerus ex observatis motibus, in Universis Planetis Tempora Periodica esse in sesquiplicata ratione distantiarum à Sole mediarum, seu Axium majorum El-

Ellipſium quæ ſunt diſtantiarum mediarum dupla; hoc eſt, Quadrata temporum Periodicorum ſunt ut cubi Axium majorum. Adeoque ſi in duabus diverſis Ellipſibus, Axes majores nominentur A, a, Tempora Periodica T, t, erit $T^2 : t^2 :: A^3 : a^3$ & $T : t :: A^{\frac{3}{2}} : a^{\frac{3}{2}}$.

Hinc ſequitur in diverſis Ellipſibus, Areas ſimul, vel æqualibus temporibus deſcriptas eſſe, in ſubduplicata ratione Laterum Rectorum Ellipſium: quod ſic oſtendo. Notum eſt ex natura Ellipſeos quod ejus Area tota ſit ut rectangulum ſub Axibus. Hoc eſt, ſi Ellipſeos majoris Axes dicantur A & M, minoris a & m; erit Area Ellipſeos majoris ad Aream minoris ut $A \times M$ ad $a \times m$; adeoque cum de Arearum ratione agatur, hæc rectangula loco Arearum poni poſſunt. In majore Ellipſi dicatur Area in aliquo tempore deſcripta X, in minore Area eodem tempore deſcripta vocetur x, & tempus quo deſcribuntur Areæ vocetur y. Ellipſium Latera Recta ſint L & l. Tempora Periodica T. t. Ex ſupra explicata Theoria eſt,

Areæ Ellipticæ à diverſis Planetis eodem tempore deſcriptæ ſunt ut in ſubduplicata ratione Laterum Rectorum Ellipſium.

$$X : A \times M :: y : T. \text{ item}$$
$$a \times m : x :: t : y \text{ unde ex æquo}$$
$$X \times a \times m : x \times A \times M :: t : T :: a^{\frac{3}{2}} : A^{\frac{3}{2}}.$$

ſed quoniam eſt Axis minor media proportionalis inter Axem majorem & Latus rectum erit $M = A^{\frac{1}{2}} \times L^{\frac{1}{2}}$ & $m = a^{\frac{1}{2}} \times l^{\frac{1}{2}}$ unde $X \times a^{\frac{3}{2}} \times l^{\frac{1}{2}} : x \times A^{\frac{3}{2}} \times L^{\frac{1}{2}} :: a^{\frac{3}{2}} : A^{\frac{3}{2}}$, quare $X \times l^{\frac{1}{2}} = x \times L^{\frac{1}{2}}$ & $X : x :: L^{\frac{1}{2}} : l^{\frac{1}{2}}$ ſunt itaque in diverſis figuris, Areæ ſimul deſcriptæ in ſubduplicata ratione Laterum Rectorum. Q. E. D.

Cum itaque Lex ſecundum quam Planetarum motus reguntur, ſit æquabilis arearum deſcriptio, neceſſe eſt, ut non uniformi, ſed inæquali celeritate Planetæ in orbitis ferantur, & à Perihelio ad Aphelium tendentes, remiſſiore gradu continuo incedant, ab Aphelio autem ad Perihelion deſcendentes, gradum accelerent, & in Apheliis tardiſſime, in Periheliis celerrime moveantur. Et velocitas erit ubique reciproce, ut perpendicularis à centro Solis demiſſa in rectam quæ per Planetam tranſit & orbitam tangit. Sit D A F TAB. 36. *fig.* 7.

El-

Ellipſis, cujus focus S; & ſint arcus AB, *ab* æqualibus temporibus quam minimis deſcripti; erunt triangula SAB S*ab* æqualia, ſunt enim Areæ quas Radius vector æqualibus temporibus deſcribit. Ex foco S in tangentes AP; *ap* demittantur perpendiculares SP, S*p*; & erit triangulum SAB æquale $\frac{1}{2}$SP × AB, ſicut triangulum S*ab* æquale $\frac{1}{2}$*sp* × *ab*. Adeoque erit SP : S*p* : : *ab* : AB; ſed *ab*, AB cum ſint lineæ æqualibus temporibus deſcriptæ, ſunt ut velocitates. Quare erit velocitas in *a* ad velocitatem in A ut perpendiculum SP ad S*p* perpendiculum.

Sequentia duo de Planetarum motibus invenit Theoremata Cl. Geometra *Abrahamus De Moivre*.

THEOREMA I.

TAB. 37. *fig.* 1. Sit APB orbita Elliptica, in qua movetur Planeta circa Solem in foco S locatum. Sit C centrum Ellipſeos, CB ſemiaxis major, CD ſemiaxis minor; F alter focus, & ſit Planeta in P; ductis rectis SP FP, erit velocitas Planetæ in P ad velocitatem in diſtantia ejus media SD, in ſubduplicata ratione diſtantiæ ejus FP ab altero Ellipſeos foco F, ad ejuſdem diſtantiam à Sole SP. Recta EPG tangat Ellipſim in P, & à focis in tangentem demittantur perpendiculares SE FG; & DH tangat orbitam in D in quam cadat perpendicularis ex S recta SH.

Per Corol. Prop. primæ *Princip. Newtoni.* Eſt velocitas in P ad velocitatem in D, ut SH ſeu CD ad SE. Adeoque quadratum velocitatis in P, erit ad quadratum velocitatis in D, ut CD*q*: ad SE*q* hoc eſt, ex Ellipſeos natura, ob CD*q* = SE × FG ut SE × FG, ad SE*q*; ſeu ut FG ad SE: ſed ob æquiangula triangula SPE FPG, eſt ut FG ad SE, ita FP ad SP. Quare quadratum velocitatis in P, eſt ad quadratum velocitatis in D, ut FP ad SP. Adeoque velocitas in P eſt ad velocitatem in D ut $\sqrt{FP}$ ad $\sqrt{SP}$. Q. E. D.

THEOREMA 2.

Iiſdem poſitis Radius eſt ad ſinum anguli SPE ut $\sqrt{SP \times FP}$ ad CD.

Nam eſt SP*q* : SP × FP : : SP : FP : : SE : FG : : SE*q* :

SE × FG

SE × FG : : SEq : CDq unde permutando $\overline{SPq : SEq}$: : SP × FP : CDq : adeoque SP : SE : : $\sqrt{\overline{SP \times FP}}$: CD : sed ut SP ad SE, ita Radius ad sinum anguli SPE. Adeoque ut Radius ad sinum anguli SPE, ita $\sqrt{\overline{SP \times FP}}$ ad CD. Q. E. D.

Velocitas Planetæ angularis, seu angulus, quem ad Solem dato tempore minimo describit Planeta, est ubique reciproce in duplicata ratione ejus distantiæ à Sole; seu reciproce ut Quadratum distantiæ: sint AB *ab* arcus Elliptici TAB. 36. æqualibus temporibus percursi. Centro S, intervallis SB, *sb*, fig. 7. describantur arcus minimi BE, *be*, in S*b* capiatur S*m* æqualis S*b* & describatur arcus *mn*. Et erit velocitas angularis in *b* ad velocitatem angularem in B, ut arcus *be* ad arcum *mn*. Sed ratio *be* ad *mn* componitur ex ratione *be* ad BE, & BE ad *mn*; & quoniam triangula BSA, *bsa* sunt æqualia, erit *be* ad BE, ut SB ad S*b*. Est vero BE ad *mn* (quia sunt arcus similes) ut SB ad S*m*, seu ut SB ad S*b*. Quare erit velocitas angularis in *b* ad velocitatem angularem in B, in ratione composita SB ad S*b* & SB ad S*b*, hoc est, ut quadratum SB ad quadratum S*b*.

Sed ut inæquales Planetæ motus, variaque velocitatis incrementa & decrementa manifestius vobis exponantur; convenit Planetæ motum in diversis orbitæ suæ locis cum motu æquabili corporis in circulo lati comparare. Sit itaque Planetæ orbita AEBF, cujus focus in quo Sol S, Axis TAB. 37. major AB, minor OQ. Centro S intervallo SE, quod sit fig. 2. medium proportionale inter AK, & OK, scil. inter semiaxem majorem & minorem, describatur circulus CEGF; hujus circuli Area erit æqualis Areæ Ellipseos, uti facile est ex Conicis demonstrare. Ponamus punctum aliquod peripheriam CEGF æquabiliter percurrere, eodem tempore quo Planeta in Ellipsi periodum suam absolvit, cumque Planeta in Aphelio A existit, punctum æquabiliter incedens sit in lineæ Apsidum puncto C, hoc punctum motu suo, Motum Planetæ medium seu æquabilem exponet; & describet circa S sectores circulares temporibus proportionales, & æquales Areis Ellipticis à Planeta eodem tempore descriptis.

Sit jam motus æquabilis, ſeu angulus circa S deſcriptus tempori proportionalis CSM, capiatur Area ASP æqualis ſectori CSM, & locus Planetæ in propria orbita erit P, angulusque MSD differentia inter motum Planetæ verum & medium erit Æquatio ſeu Proſthaphæreſis, & Area ACDP erit æqualis ſectori DSM; eſt itaque Area ACDP Proſthaphæreſi ſeu Æquationi proportionalis. Adeoque ubi hæc Area eſt maxima, ibi æquatio erit maxima, ſed Area illa eſt maxima in puncto E, ubi circulus & Ellipſis ſe mutuo ſecant, nam ulterius deſcendente Planeta ad R, Æquatio fit proportionalis differentiæ Arearum ACE & mER; ſeu Areæ GBRm; ſit enim V locus puncti peripheriam circularem æquabiliter deſcribentis, & erit ſector CSV æqualis Areæ Ellipticæ ASR, unde ablatis ſpatiis communibus, erit Area ACE demptâ Areâ REm æqualis ſectori VSm, ſeu Æquationi. In Perihelio B coincidit motus æquabilis cum motu vero, nam eſt ſemicirculus CEG æqualis ſemi-ellipſi AEB.

Ubi Æquationes ſeu Proſthaphæreſes ſunt maximæ.

Poſt deceſſum Planetæ à Perihelio B, ejus motus motum medium ſemper antecedet; ſit enim angulus GSZ tempori proportionalis. Capienda eſt Area BSY æqualis ſectori GSZ, & erit Y locus Planetæ in ſua orbita; unde angulus BSY major erit angulo GSZ, & Area GBYL æqualis erit ſectori ZSL, qui Æquationem deſignat, & ubi Area GBYL fit maxima, ibi æquatio erit maxima, ſcil. in puncto F, ubi circulus & Ellipſis ſe mutuo ſecant. In A velocitas Planetæ eſt omnium minima, ob diſtantiam SA omnium maximam, deinde continuo creſcit Planetæ velocitas, manet tamen velocitate media minor, uſque dum ad E interſectionem circuli & Ellipſeos pervenit Planeta, ubi ejus velocitas angularis fit mediæ æqualis, quod ſic oſtendo. Cum Planeta eſt in E, ſit punctum medio motu in circulo incedens in m, ſintque Areæ circa S eodem tempore quam minimo deſcriptæ nSE, & ſector ISm, erunt illæ æquales, unde hE × ES æqualis Im × Sm, quare ob Sm, ES æquales, erit arcus Eh = arcui Im, & angulus nSE æqualis angulo ISm, ad punctum itaque E eſt velocitas Planetæ angularis æqualis velocitati mediæ. exinde deſcendente Plane-

Ubi velocitas eſt omnium minima.

Ubi Planetæ velocitas fit velocitati mediæ æqualis.

Ubi velocitas fit maxima.

ta

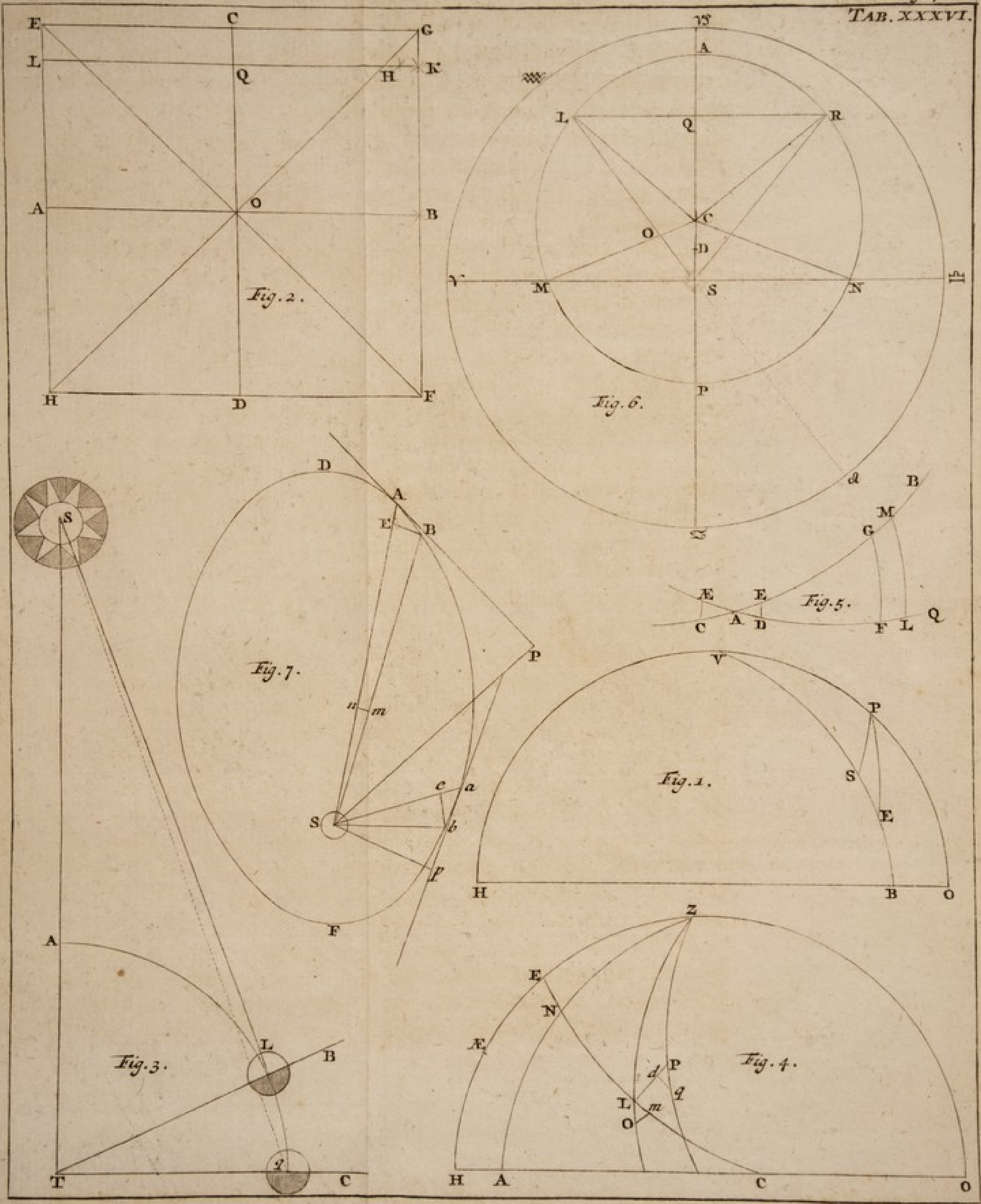


Fig. 2.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 5.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 4.

ta versus Perihelion, velocitas fit major mediâ, & continuo crescit ob continuo diminutam distantiam, donec in Perihelio B fit omnium maxima, ob distantiam SB omnium minimam. Ex quo discedens planeta, & ad Aphelion ascendens, punctum medio motu incedens post se relinquet, sed ejus velocitas semper minuitur, quo longius à Sole recedit, semper tamen manet velocitate media major, usque dum ad intersectionem F pervenit, ubi rursus velocitas fit velocitati mediæ æqualis. Deinde ulterius pergendo, continuo decrescit velocitas, donec Aphelion attingit, ubi fit omnium minima.

Cum itaque Planeta quilibet in diversis orbitæ suæ punctis, inæquali velocitate feratur, & sola æqualitas, quæ in ejus circulatione circa Solem observatur, in Arearum descriptione consistat; nam Area una cum tempore uniformiter augetur. Quo Planetæ locus in propria orbita ad datum tempus determinetur, capienda est Area, quæ sit Tempori proportionalis, quod ut Fiat, necesse est ut solvatur Problema quod sequitur.

PROBLEMA KEPLERI.

Invenire positionem rectæ, quæ per datæ Ellipseos focum alterutrum transiens, abscindat Aream motu suo descriptam, quæ sit ad Aream totius Ellipseos in ratione data.

Sit nempe Ellipsis APB, cujus focus alteruter S, inveniendi est positio rectæ SP, quæ abscindat aream trilineam ASP, ad quam Area totius Ellipseos eam habeat rationem, quam habet tempus Periodicum Planetæ Ellipsim describentis, ad aliud tempus datum; qua positione inventa, dabitur punctum P, quod Planeta ad tempus illud datum occupat. Vel sit AQB semicirculus super Ellipseos Axem majorem descriptus, ducenda est per S recta SQ abscindens Aream ASQ, ad quam Area totius circuli est in eadem ratione. Nam per hanc circuli sectionem, sectio Ellipseos quæsita facile invenitur, demittendo à puncto Q in Ellipseos axem perpendicularem QH, Ellipsi occurrentem in P, & ducta SP, erit illa recta quæsita, & P locus Planetæ. Est enim semisegmentum Ellipticum APH ad semisegmentum

TAB. 37. fig. 3.

Hhh 2 cir-

circulare AQH, ut HP ad HQ, hoc eſt, ut Area totius Ellipſeos ad Aream totius circuli, uti conſtat ex natura Ellipſeos: ſed eſt triangulum SPH ad triangulum SQH, in eadem ratione, *per* 1 *El.* 6*ti.* Adeoque *per* 12. *El.* 5*ti.* erit Area Elliptica ASP ad Aream circularem ASQ, ut Area totius Ellipſeos ad Aream totius circuli; & alternando, Area Elliptica ASP eſt ad ejus Aream totam, ut Area circularis ASQ ad totum circulum. Adeoque ſi habeatur methodus ducendi rectam per S, quæ ſecet Aream circuli in data ratione, facile erit in hac ipſa ratione ſecare Aream Ellipticam.

Ipſi Keplero, qui primus problema propoſuit, nulla innotuit methodus directa computandi locum Planetæ ex dato tempore: ille enim expreſſe dicit, nullam eſſe viam directam, ex dato tempore, inveniendi locum Planetæ ſeu Anomaliam ejus veram. Ideo illi neceſſe fuit, per ſingulos ſemicirculi AQB gradus progrediendo, ex dato arcu AQ, quam Anomaliam excentri vocat, tam tempus per Aream ASQ, quæ Anomaliæ mediæ eſt proportionalis, quam Angulum ASP, hoc eſt locum Planetæ ſeu Anomaliam veram, & coæquatam tempori reſpondentem calculo eruere, & quoniam Geometrice non potuit Keplerus problema ſolvere; illi ἀγεωμετρησίαν objiciebant Aſtronomi, & eum, quaſi cauſis Phyſicis nimium indulgentem, à Geometria in diverſum abiiſſe cenſebant, ejuſque Aſtronomiam ex hac Theoria pendentem, tanquam minus Geometricam, labefactabant; & ut vitium hoc effugerent, ad alias tranſiverunt Hypotheſes; fingendo punctum aliquod circa quod motus foret æquabilis, ſeu anguli deſcripti temporibus eſſent proportionales, & exinde data Anomalia media coæquatam ſeu veram determinabant. Sed computus his Hypotheſibus innixus, obſervationibus non congruere deprehenſus eſt. Nullum enim eſt revera punctum fixum, quod eſt centrum motus æquabilis, circa quod ſcil. Planetæ, radiis ad illud ductis, deſcribant angulos temporibus proportionales. Solaque Theoria, quæ Planetarum motibus adamuſſim congruit, eſt ſupra explicata Kepleriana. Omnes itaque Aſtronomi

nomi in æternum laudabunt hoc Kepleri Inventum, ejusque cum cælo consensum; præsertim cum elegantem motuum è causis suis demonstrationem nobis patefacit: illud sane Keplerus tanti fecit, (non improbantibus æquioribus arbitris) ut methodum calculi indirectam sectari maluit; quam aliam Hypothesim à Natura minus probatam comminisci.

Quo itaque ἀγεωμετρησίας labem ex Astronomia deleamus, methodum Geometricam hic ostendemus, qua Ellipseos seu (quod illi æquipollet) circuli Area in data ratione secanda sit.

Sit AQB Semicirculus super Ellipseos Axem majorem descriptus, cujus centrum C, Ellipseos focus in quo Sol locatur sit S, per locum Planetæ intelligatur duci ad Axem perpendicularis recta QH circulo occurrens in Q; erit Area ASQ ad Aream totius circuli, ut tempus datum ad tempus Periodicum Planetæ; ducatur CQ, in quam productam, si opus sit, cadat perpendicularis SF; est Area ASQ æqualis sectori ACQ una cum triangulo $CSQ = \frac{1}{2} CQ \times AQ + \frac{1}{2} CQ \times SF$, adeoque ob datam $\frac{1}{2} CQ$, erit Area ASQ semper proportionalis Arcui $AQ +$ recta SF, cum scil. motus sit ab Aphelio versus Perihelion; at cum à Perihelio ad Aphelion tendit Planeta, fit Area BSq æqualis sectori BCq — Triangulo CSq, adeoque erit illa proportionalis arcui $BQ -$ recta Sf. TAB. 17. fig. 4. Hinc, si capiatur arcus AN vel Bn tempori proportionalis, erit $AQ + SF = AN$ vel $BQ - Sf = Bn$, quare erit $SF = QN$ vel $Sf = qn$.

Hinc patet, si habeatur arcus AQ, & ei addatur arcus NQ qui sit æqualis rectæ SF, erit arcus AN tempori proportionalis, seu Planetæ Anomaliæ mediæ æqualis. Adeoque ex data Planetæ Anomalia vera, facile innotescit ei congrua Anomalia media, seu tempus. Fiat enim ut QC ad SC ita 57,29578, qui arcus radio est æqualis, ad quartum, & dabitur Arcus æqualis SC in gradibus gradûsque partibus decimalibus. Dicatur hic arcus B. Et quoniam est SC ad SF, ut Radius ad sinum anguli SCF vel ACQ. Fiat ut Radius ad sinum arcus AQ, ita arcus B ad

 quar-

quartum; & dabitur in gradibus & partibus decimalibus, arcus in peripheria AQB, qui æqualis est rectæ SF; cumque SF sit æqualis QN, dabitur arcus QN, & proinde AN tempori proportionalis.

Hoc exemplis in orbita Martis declarare liceat. Hujus Planetæ Excentricitas est ad distantiam mediam, seu semiaxim Ellipseos, ut 14100 ad 152369: adeoque Logarithmus arcus B, qui æqualis est SC est 0. 7244446. Si itaque quæratur Anomalia media, cum Anomalia Excentri est unius Gradus; addatur sinus Log. unius gradus qui est 8. 2418553 ad Log. arcus B, fiet summa 8. 9662999 qui est Logarhythmus numeri 0. 092533, & exprimit valorem arcus QN in partibus gradûs decimalibus. Est itaque arcus AN tempori proportionalis 1, 092533 seu 1° 5′ 33″. Similiter si Anomalia Excentri sit 30 gr. ad ejus sinum Log. addatur constans Log. arcus B, & summa erit 0. 4234146 Log. numeri 2, 651. Adeoque Anomalia media AN Anomaliæ Excentri 30 grad. respondens erit 32, 651, seu 32 gr. 39′. 3″. Hæc methodus expeditior multo, & facilior est illâ, quam tradit Keplerus, ubi methodo indirecta, & per positionem *Regulæ Falsæ*, docet pervenire ex Anomalia media ad veram.

Deveniamus jam ad methodum promissam directe eliciendi Anomaliam coæquatam seu veram ex media. Sit in figura Arcus AN Anomalia media, seu tempori proportionalis, sitque AQ Anomalia Excentri invenienda. Arcus NQ, dicatur, y, & sinus arcus AN vocetur e, & cosinus f; Excentricitas SC sit g. Est sinus arcus AQ æqualis sinui arcus AN — NQ = sin. AN — y; sed à nobis ostensum est in Elementis Trigonometricis, quod si sinus arcus AN sit e, sinus arcus AN — y, seu arcus AQ erit $e - \frac{fy}{1.} - \frac{ey^2}{1.\,2.} + \frac{fy^3}{1.\,2.\,3.} + \frac{ey^4}{1.\,2.\,3.\,4.}$ &c.

Sed est radius qui est 1 ad sinum arcus AQ, ut SC vel g ad SF vel NQ hoc est y. Adeoque erit SF æqualis $ge - \frac{gfy}{1.} - \frac{gey^2}{1.\,2.} + \frac{gfy^3}{1.\,2.\,3.} + \frac{gey^4}{1.\,2.\,3.\,4.}$ &c. At est SF æqualis arcui NQ seu y, ut ostensum est: qua-

quare ad hanc diventum eſt æquationem : $y = ge - \frac{gfy}{1.} - \frac{gey^2}{1.\,2.} + \frac{gfy^3}{1.\,2.\,3.} + \frac{gey^4}{1.\,2.\,3.\,4.}$ &c. proinde $ge = y + \frac{gfy}{1.} + \frac{gey^2}{1.\,2.} - \frac{gfy^3}{1.\,2.\,3.} - \frac{gey^4}{1.\,2.\,3.\,4.}$ &c. ge vocetur z, & $1 + gf$ dicatur a, item $\frac{ge}{1.\,2.}$ ſit b, $\frac{gf}{1.\,2.\,3.} = c$ item $\frac{ge}{1\,2\,3\,4.} = d$, & Æquatio induet hanc formam. $z = ay + by^2 - cy^3 - dy^4$ &c. Unde per methodum Reverſionum ſerierum à Domino *Newtono* traditam, fiet $y = \frac{z}{a} - \frac{bz^2}{a^3} + \frac{\overline{2b^2 + ac} \times z^3}{a^5} - \frac{\overline{5abc - 5b^3 + a^2d} \times z^4}{a^7}$. Et quoniam eſt $b = \frac{ge}{2} = \frac{z}{2}$ & $d = \frac{z.}{1.\,2.\,3.\,4.}$ fiet $y = \frac{z}{a} - \frac{z^3}{2a^4} + \frac{cz^3}{a^4} - \frac{5cz^5}{2a^5}$ &c. Si arcus AN ſuperet 90, grad. & minor ſit 270, erit ge ſeu $z = y - gfy + \frac{gey^2}{2.} + \frac{gfy^3}{2.\,3} - \frac{gey^4}{2.\,3.\,4.}$: unde fiet $a = 1 - gf$; & erit $y = \frac{z}{a} - \frac{z^3}{2a^3} - \frac{cz^3}{a^4}$

Series ſupra poſita exprimit quantitatem arcus QN, in partibus qualium Radius eſt 1,000000. At ut in gradibus graduſque partibus habeatur, fiat ut Radius ad hancce ſeriem ita 57, 29578, qui eſt arcus Radio æqualis, ad quartum, hoc eſt (cum Radius ſit unitas) multiplicetur ſeries prædicta per numerum 57. 29578 quem vocemus R unde prodit arcus quæſitus y in gradibus, graduſque partibus $= \frac{Rz}{a} - \frac{Rz^3}{2a^3} + \frac{Rcz^3}{a^4}$ &c.

Hujus ſeriei terminus primus $\frac{Rz}{a}$ ſufficit ad determinandam Anomaliam Excentri in omnibus fere Planetis, nam in Marte error plerumque non ſuperat gradus partem ducenteſimam. In Tellure gradûs parte decies milleſima minor eſt, ſed Exemplis rem declarare liceat.

In orbita Telluris, Excentricitas eſt 0. 01691, poſita diſtantia media ſeu CQ = 1. Invenienda eſt Anomalia Excentri, & coæquata cum media eſt 30. gr.

Log.

Log. Excentricitatis	8. 2281436 = Log g
Log. ſin. gr. 30.	9. 6989700
Log. R	1. 7581226
Log. R z.	9. 6852362
Log. a Subtr.	0. 0063137
Log. arcus y ſive NQ	9. 6789225

cui reſpondet numerus 0. 47744 ſeu in ſexageſimalibus numeris 28′. 38″: reliqui termini minores ſunt gradus parte decies milleſima, adeoque negligi poſſunt. Si itaque à Gradibus 30 ſubtrahatur 28′. 38″, relinquetur Arcus AQ 29°: 31′: 22″. Et in triangulo QCS, dantur latera QC CS cum angulo SCQ, unde dabitur angulus QSC, Analogia eſt ut QC + CS ſeu AS ad CQ − CS ſeu PS, ita Tangens ſemiſſis ſummæ angulorum CSQ & CQS ad Tangentem ſemiſſis differentiæ eorundem, unde ſi à Tangente Log. ſemiſſis Anguli ACQ auferatur conſtans Logarhythmus 0. 0146893, dabitur Tangens ſemiſſis differentiæ angulorum CQS & CSQ, qui in præſenti exemplo erit 14°: 17′: 26″ hæc ad ſemiſummam addita, dat angulum ASQ 29° 3′: 7″, ſed ut inveniatur angulus ASP, diminuenda eſt Tangens anguli ASQ in ratione Axis minoris Ellipſeos ad majorem, ab hujus itaque Tangente Log. auferatur Logarhythmus conſtans 0. 0000 622. qui eſt Logarhythmus Rationis Axis majoris ad minorem, & reſtabit Tangens Log. anguli ASP 29°: 2′: 54″ qui eſt Anomalia coæquata.

In orbita Martis, Excentricitas eſt partium 14100, qualium diſtantia media eſt 152369. Adeoque Logarithmus Rationis SC ad CQ erit 8. 9663226 = Log. g. Quæratur primo in Marte, Anomalia Excentri, cum Anomalia media eſt unius gradûs.

Log. Excentricitatis	8. 9663226
Log. Sin. 1 gr.	8. 2418453
Log. R	1. 7581220
Log. R z	8. 9662899
Log. a ſubſtr.	0. 0384299
Log. $\frac{Rz}{a}$	8. 9278600

cui

cui Logarithmo respondens numerus. 0. 08497, exhibet magnitudinem arcus NQ, & error minor est gradus parte tricies millesimâ.

2do. Quæratur Anomalia Excentri, cum media est grad. 45.

Log. Excentricitatis	8. 9663226
Log. sin. 45. gr.	9. 8494850
Log. R	1. 7581220
Log. Rz.	0. 5739296
Log. a subftr.	0. 0275249
Log. $\frac{Rz}{a}$	0. 5464047

cui respondet numerus 3. 5189, qui verum superat centesima & quinquagesima circiter gradûs parte, & ut corrigatur error, capiatur terminus seriei secundus $\frac{\overline{-Ra+2Rc}\times z^3}{2a^4}$ qui invenitur 0. 0065, & à primo auferatur & restabit 3. 5124 qui exprimit arcum NQ verum ad partes gradus centies millesimas.

3tio. Quæratur Anomalia Excentri, cum media est grad. 100, in hoc casu est $a=1-gf=$ 0. 983930.

Log. g.	8. 9663226
Log. sin. gr. 100. seu gr. 80	9. 9933515
Log. R	1. 7581220
Log. Rz	0. 7177961
Log. a subftr.	9. 9929598
Log. $\frac{Rz}{a}$	0. 7248363

Huic Logarithmo respondet numerus 5. 3068, qui quinquagesima circiter gradus parte verum superat, quo itaque corrigatur error, duplicetur Log. $\frac{z}{a}$, & producto addatur Log. $\frac{Rz}{a}$. & habebitur Logarithmus $\frac{Rz^3}{a^3}$ cui respondens numerus est 0. 04552, ejusque semissis est 0. 02276 æqualis $\frac{Rz^3}{2a^3}$. Hic numerus à numero 5. 3068 auferendus est; &

habebitur 5. 2841 pro quantitate arcus NQ. Et proinde Arcus AQ Anomalia Excentri erit 94. 7159, qui non decies millesima gradus parte à vero AQ discrepat. Notandum quamvis secundus seriei terminus sit $\frac{-\overline{Ra+2Rc}\times z^3}{24a^4}$ ejus tamen pars $\frac{-Rcz^3}{a^4}$ sufficit, ut habeatur AQ arcus Anomaliæ excentri verus ad gradus partes decies millesimas.

Obtento arcu AQ, seu angulo ACQ invenitur angulus ASQ resolutione Trianguli QCS in quo dantur latera CQ CS cum angulo interjecto QCS, unde invenietur angulus QSA. Hujus anguli Tangens Logarithmica est capienda & ab ea demendus est Logarithmica Rationis Axis majoris ad mi-
TAB. 37. fig. 3. norem, & restabit tandem Tangens Log. anguli ASP qui est Anomalia æquata seu vera.

Lectio XXV.

De Problematis Kepleri Solutione Newtoniana *&* Wardi *Hypothesi Elliptica.*

Methodus nostra in superiore Lectione explicata, & ea Domini *Newtoni* in Principiis Philosophiæ Mathematicæ *pag.* 101. tradita, eidem innituntur fundamento,
TAB. 37. fig. 3. Quod scil. recta SF Longitudine æqualis est arcui QN. *Newtoni* autem methodus fere similis est ei, qua ex æquationibus affectis radicem extrahunt Analystæ, & quidem tanto magis est æstimanda, quod non solum exhibet Planetarum Loca, quorum orbitæ ad circuli formam proximæ accedunt, sed eadem fere facilitate inservit etiam Cometis, qui in orbitis maxime excentricis moventur; quod etiam per nostram methodum obtineri potest, si modo loco arcus AN capiatur alius arcus ad arcum AQ propius accedens, qui dicatur A & posito sinu arcus $A=e$ quæratur sinus arcus $A+y$ & fiat $z=ge+A-AN$.

Methodum autem *Newtoni* cum maxime expedita sit, hic explicare liceat, in gratiam Artificum, qui Tabulas Astronomicas secundum veras motuum cœlestium leges, &

non

non ex fictis Hypothesibus condere volunt.

Hactenus ostensum fuit, quod si arcus AQ sit Anomalia Excentri, hunc arcum una cum recta SF ex Sole in radium QC normaliter incidente, esse tempori proportionalem; cum Planeta tendit ab Aphelio ad Perihelion, vel arcum BQ dempta recta SF, esse tempori proportionalem, cum à Perihelio ad Aphelion ascendit, adeoque si capiatur Arcus AN vel BN tempori proportionalis, erit arcus QN æqualis SF rectæ; ut igitur inveniatur, in gradibus & partibus gradus decimalibus, mensura arcus in Peripheria AQB, qui æqualis sit rectæ SF, fiat ut CQ ad CS, ita arcus grad. 57.29578 qui æqualis est radio, ad quartum, hic numerus exprimet magnitudinem arcus in Peripheria AQB, qui æqualis est SC. Arcus hujus Logarithmus dicatur B. Quoniam est CS ad SF, ut Radius ad sinum anguli ACQ; fiat ut Radius ad hunc sinum, ita arcus cujus Logarithmus est B, ad alium D; erit arcus ille D æqualis rectæ SF. Adeoque si ad datum tempus, Area ASQ & arcus AN essent tempori proportionales, & capiatur NP æqualis D, punctum P caderet in Q. Si vero Area ASQ non accurate tempori respondeat, punctum P cadet supra vel infra Q, prout Area ASQ major sit vel minor eâ, quæ est tempori proportionalis. Sit ea ASq, & in Cq cadat perpendicularis SE, erit per hactenus demonstrata, $SE = Nq$, unde $SE - SF$ vel $SF - SE$, hoc est fere $LE = qP = QP - Qq$ vel $= Qq - QP$. Quod si angulus QCq sit parvus, erit $CE : Cq :: LE : Qq :: QP - Qq : Qq$; unde $CE + Cq : Cq :: QP : Qq$. Et similiter, cum arcus BQ est quadrante minor, erit $CQ - CE : CQ :: QP : Qq$. Cum Planeta prope Aphelion vel Perihelion versatur, fit CE fere $= CS$ & $CQ + CE = AS$. unde $QP : Qq :: AS : CA$, cum arcus AQ est quadrante minor; at cum Arcus Bq est Quadrante minor, erit $SB : CB :: QP : Qq$. Fiat ut CS ad CQ, ita Radius R ad Longitudinem quandam L, & erit $CQ = \frac{CS \times L}{R}$. Est autem Radius ad cosinum anguli ACQ ut SC ad CF vel CE, sunt enim CF CE fere æquales; quare erit $CE = \frac{SC \times \text{cosin } AQ}{R}$, unde habe-

Demonstratio solutionis Newtonianæ.

TAB. 37. fig. 5.

bitur QP : Qq :: $\frac{\text{SC} \times \text{L} + \text{SC} \times cof.\ \text{AQ}}{\text{R}}$: $\frac{\text{CS} \times \text{L}}{\text{R}}$ :: L + $cof.$ AQ : L, cum Arcus AQ est quadrante minor; at si is sit quadrante major, erit QP : Qq :: L − $cof.$ AQ : L.

Atque hac ratione si capiatur arcus AQ, qui sit aliquantisper minor, aut major vero, invenietur exinde arcus Qq, huic addendus vel demendus, qui facit ut Area ASq sit quam proxime tempori proportionalis; & si loco AQ capiatur prius inventus arcus Aq & instituatur processus priori similis, invenietur alius Aq, & hic similiter, eundem repetendo processum, dabit novum Aq, atque sic quantumvis proxime ad veritatem accedere licebit.

Illustratur Exemplis in orbita Martis. Tanta autem est hujus methodi facilitas, ut ea exemplis potius quam ulteriore explicatione indiget; adeoque liceat eam in motibus Planetæ Martis experiri. In hac orbita, Logarithmus B est 0. 7244446, & Longitudo L est partium 1080631 qualium Radius est 100000.

Exemplum I. Sit primo inveniendus angulus ACQ, cum motus medius seu arcus tempori proportionalis sit unius gradus. Quoniam CS est fere pars decima ipsius CA, pono AQ esse 0. 9. grad. decima scil. parte minorem motu medio. Addatur sinus Log. 0. 9. ad Log. B, & fit summa 8. 9205466 = Log. numeri 0. 083281, hic numerus exprimit arcum æqualem SF = NP, & si arcus AQ fuisset recte assumptus, foret AN − NP = AQ & QP = 0. At in præsenti casu, est QP = 0. 01671. A quo si auferatur ejus pars decima, cum AS superat AC decima circiter sui parte, restabit Qq = 0. 01504, qui additus ad AQ, dat Aq 0. 91504, qui vix millesima gradus parte à vero Aq differt.

Exemplum II. Sit 2*do* Arcus AN seu motus medius 2 gr. Pono AQ 1. 83 prioris AQ fere duplum, & ad ejus sinum Log. addendo Log. B, fit summa 9. 2286992. Log. numeri 0. 16931; unde erit QP = 0. 00069, à quo si subtrahatur ejus pars decima, fit Qq = 0 00062, & Aq 1. 83 062 qui non decies millesima gradus parte à vero Aq discrepat.

Exemplum III. 3*tio* Sit Arcus tempori proportionalis gr. 3. Ponatur AQ = 2, 745 = 1, 83 + 0. 915, & ad ejus sinum Log. addendo do Log. B, habebitur Log. numeri 0. 25392 = NP & AN − NP = 2. 74638. Adeoque Q*q* = 0, 001 fere, & A*q* = 2. 746 sic unica duorum Logarithmorum additione, invenietur arcus A*q*, qui erit verus ad gradus partes millesimas.

4to Sit jam, non gradatim, sed per saltum pergendo, inveniendus angulus AC*q*, cum motus medius est grad. 45. Pono Arcum AQ esse gr. 40. & ad ejus sinum Log. addendo Log. B. Fit summa 0. 5320121 = Log. numeri 3.4081, qui numerus à 45 ablatus relinquit AN − NP = 41. 5919, cujus excessus supra arcum AQ est 1.5919, unde si fiat ut L + *cos.* AQ ad L, ita 1, 5919 ad alium, invenietur arcus Q*q* gr. 1, 4865. Adeoque A*q*, 41.4865 qui non multum supra millesimam gradus partem à vera differt. Sed absque hac proportione, invenire possumus A*q* capiendo arcum, qui sit aliquantulum minor quam AN − NP, eidem tamen fere æqualis, scil. sit AQ 41. 50, & addendo ejus sinum Log. ad Log. B, habebitur alius NP = 3. 5132, qui ab AN subductus dat 41. 4868 pro novo A*q*; & hic arcus minore labore eruitur, & aliquantulum propius ad verum accedit quam prior A*q*. *Exemplum IV.*

5to. Post inventum A*q* correspondentem motui medio 45. gr. rursus si gradatim pergere lubeat, unica duorum Logarithmorum additione habebitur A*q*, ad omnes motûs medii gradus subsequentes: nempe cum Anomalia media sit gr. 46, pono AQ 42, 40, & addendo ejus sinum Log. ad Log. B, fiet AN − PN = 42.4249, cui si æqualis ponatur novus AQ, habebitur A*q* qui ne millesima gradus parte à vero A*q* differt, sic cum Anomalia media sit gr. 47. Pono AQ 43, 36 = priori A*q* + incremento istius arcus uni gradui motus medii competente, & addendo ejus sinum Log. ad Log. B. Summa est Log. numeri 3.6402 qui ab AN ablatus, relinquit AN − NP = 43. 3598 = novo A*q*, & hic arcus gradus parte circiter decies millesima à vero discrepat. *Exemplum V.*

6to. Si omissis gradibus intermediis inveniendus est arcus A*q* cum Anomalia media est gr. 100, Pono AQ gr. 96, & addendo ejus sinum Log. ad constantem B; summa sit Loga- *Exemplum VI.*

garithmus numeri 5.273, unde AN − NP = 94. 727, Itaque pono secundo AQ 94. 72, & per additionem constantis Log. B, ad ejus sinum Log. provenit log. numeri 5.285, qui ab AN subductus, dat AN − NP 94,715 = Aq quam proxime. Similiter si Anomalia media sit gr. 101. Pono AQ 95,71, ex quo elicitur NP 5,2756 quo numero ab 101 sublato, restabit AN − NP 95,7244; atque hac ratione data Anomalia media, si gradatim fiat processus, habebitur angulus ACQ, per unicam tantum duorum Logarithmorum additionem, quorum, qui constans est, in charta seorsim servandus, quo labori sæpius eundem exscribendi parcatur.

Exemplum in Cometæ orbita. Transeamus jam ad orbitam alterius generis, cujus Excentricitas ad distantiam mediam magnam obtinet proportionem; sit nempe distantia Aphelii ad distantiam Perihelii ut 70 ad 1; qualis fere fuit istius Cometæ orbita, in qua Cometam periodum suam complere Annis 75½, primus deprehendit Halleius. In hac orbita, erit AC vel CQ partium 35. 5 & CS 34. 5. Qualium SB est una, & constans Log. B est 1.7457133. Inveniendus est arcus Bq, cum motus medius à Perihelio sit gradus pars centesima. Pono BQ 0. 35, ad ejus sinum Log. addatur Log. B. & prodit summa Log. numeri, 0, 34013; qui ad arcum AN additus, fit 0, 35013, si hic arcus fuisset 0, 35; BQ recte esset assumptus, sed differentia est 0, 00013, unde quoniam CB est ad SB ut 35,5 ad 1, multiplicetur differentia, 00013 per 35,5 & prodibit Qq = 0.004615, unde prodit arcus Bq = 0. 354615 & error tribus partibus decies millesimis gradus minor est. Rursus, sit motus medius 0. 02. Ponatur BQ esse 0,71, per additionem constantis B ad ejus sinum Log. habebitur Logarith. numeri 0.68998, unde BN + NP = ,70998, & est differentia 0.00002 quæ si per 35. 5 multiplicetur & productus à BQ subtrahatur restabit Bq = ,7092, & error gradus partem decies millesimam non superabit. Si motus medius sit 0,3 pono BQ 1. 06; & addendo ejus sinum Log. ad constantem B. Prodit Log. numeri 1.03098, cui si addatur BN fit summa ma 1,060088, qui major eſt quam BQ: quare ſi differentia ,00008 multiplicetur per 35.5, & productus ad BQ addatur fiet Bq = 1, 06284. Similiter cum motus medius ſit ,04. Pono BQ 1,4 & invenio NP = 1. 3604, ad quem addendo ,04 fit ſumma 1,4004, qui ſuperat 1,4 per ,0004; multiplicetur hæc differentia per 35,5 & productus ,0142 erit æqualis Qq unde Bq = 1,4142; In his omnibus errores ſunt admodum exigui, & raro milleſimam gradus partem tranſcurrentes.

Inveniendus ſit jam arcus Bq, cum motus medius eſt unius gradus. Pono BQ = 20 gr. & addendo ejus ſin. Log. ad B. Prodit Log. numeri 19. 045, cui addendo 1, ſumma 20, 045 ſuperat 20, & cum in hoc caſu L — *Coſ.* BQ ſit ad L, ut 1 ad 11,5 fere; multiplico differentiam ,045 per 11,5, & productus ,5175 ad BQ additus, dat 20,5175. Pono itaque ſecundo BQ 20,51 & prodibit ſimiliter, ut in præcedente, NP = 19.5092; cui addendo BN, ſumma eſt 20,5092 quæ minor eſt quam BQ; unde ſi differentia, 0008 multiplicetur per 11,5 & productus ,0092 ſubtrahatur a BQ, reſtabit Bq = 205,008.

Sit denique motus medius æqualis 2. gr. Pono BQ gr. 30 & invenietur NP 27.84, cui addendo 2, ſumma 29,84. minor eſt quam 30, & ſi multiplicetur differentia ,16 per 6, 3 (Nam eſt L — *Coſ.* BQ ad L ut 1 ad 6. 3) fiet 1,008 = Qq; adeoque hic arcus a BQ ſubductus, dat Bq 28,982 ut vero corrigatur Bq, aſſumo BQ 29; & ſimili proceſſu prodit Bq = 28.9672.

Invento angulo ACQ, angulus ASQ facile habetur, nam in triangulo QCS, dantur latera QC, CS, & angulus QCS, TAB. 37. unde innoteſcent angulus ASQ, & latus SQ; deinde fiat ut *fig.* 3. Axis Ellipſeos major ad minorem, ita Tangens anguli ASQ ad Tangentem anguli ASP, qui eſt Anomalia coæquata; Denique fiat ut ſecans anguli ASQ ad ſecantem anguli ASP, ita SQ ad SP diſtantiam Cometæ à Sole, quæ erat invenienda. Vel ſic forte facilius invenitur angulus ASP, & recta SP, invento arcu AQ datur ejus ſinus QH, & Coſinus HC; ſed datur SC, in partibus quarum CQ eſt 100000, unde dabibitur HS. Fiat ut major Ellipseos Axis ad minorem, ita QH ad PH, qui itaque dabitur. In triangulo, PHS rectangulo, dantur latera PH, HS, ex iis innotescet angulus PSH Anomalia coæquata, & latus PS distantia Cometæ à Sole.

Quoniam in Apheliis & Periheliis coincidunt puncta Q & N, locusque Planetæ medius idem est cum vero. Et in primo Anomaliæ semicirculo locus medius præcedit verum, in secundo verum sequitur; ex determinata positione lineæ Apsidum in Telluris orbita determinatur tempus quando locus Telluris è Sole visus & locus medius coincidunt; quando enim Sol apparet in Eclipticæ puncto, ubi est Perihelion, tunc Tellus erit in Aphelio, dato autem hoc temporis momento, dabitur inde per Tabulas Astronomicas motus Telluris medius, & arcus AN pro alio quovis temporis momento, arcus enim illi secundum temporum rationes computantur & in tabulis disponuntur. Sed dato, pro quolibet momento, arcu AN, ostensum est qua ratione elicietur angulus ASP Anomalia Telluris vera, & locus Solis in Ecliptica apparens.

Wardi Theoria. Præter Theoriam supra explicatam Kepleri, secundum quam Planetæ revera motus suos temperant; est & alia Hypothesis Elliptica, quam maxime excoluerunt Astronomi duo celeberrimi *Ismael Bulialdus*, & *Sethus Wardus* olim in hac Cathedra Professor & postea Episcopus Salisburiensis, ex quorum laboribus haud exigua accepit Astronomia incrementa, cumque illi non desit Elegantia & concinnitas Geometrica, maximaque calculi inde pendens facilitas, liceat illam paucis exponere. In hac Hypothesi cum Keplero supponitur, Planetarum orbitas esse Ellipses, in quorum foco communi locatur Sol; præterea supponitur quod Planeta unusquisque ea lege in Ellipsis propriæ Peripheriâ defertur, ut ex foco superiore spectatus æquabiliter incedere videatur; radiisque ad focum hunc ductis, describat angulos temporibus proportionales. His positis, & data specie Ellipseos quam Planeta describit, Cl. Wardus elegantem ostendit methodum Geometricam, qua ex data Anomalia media, vera eliciatur, quæ est ejusmodi.

Sit

Sit ABP. Ellipsis, quam describit Planeta, Linea Apsidum AP, focus in quo Sol residet S, F superior focus, qui est centrum motus æquabilis. Sit angulus AFL tempori proportionalis, seu Anomalia media, erit L locus Planetæ in propria orbita, & angulus ASL Anomalia coæquata seu vera. Producatur FL ad E, ut sit FE æqualis Ellipseos Axi majori AP, unde cum FL & SL simul, ex natura Ellipseos eidem AP sint æquales, erit LE æqualis LS, & erit triangulum LSE isosceles, unde æquantur anguli E & ESL, & exterior angulus FLS eorum summæ æqualis, erit utriusvis duplus, seu duplus anguli LES. Quare in triangulo FES, ex datis EF, FS, & angulo EFS, qui est deinceps angulo AFF, dabitur angulus E, cujus duplus æqualis est angulo FLS, qui proinde dabitur, sed angulus AFL æqualis est duobus FSL, & FLS, unde FLS est Æquatio seu Prosthapheresis quæ ex Anomalia media sublata, vel eidem addita, dat Anomaliam veram. Q. E. I. *Wardi Methodus. TAB. 37. fig. 6.*

In resolutione trianguli EFS ex datis EF, FS, cum angulo EFS, Analogia est $\frac{1}{2}$EF + $\frac{1}{2}$FS : $\frac{1}{2}$EF — $\frac{1}{2}$FS : :, hoc est, AS ad SP; ita tangens $\frac{1}{2}$AFE ad Tangentem semissis differentiæ angulorum E & FSE, sed ob angulum E æqualem LSE angulo, est FSL differentia angulorum E & FSE; quare angulus qui ex analogia prodit duplicatus dabit angulum FSL, Planetæ Anomaliam veram. Praxis autem facillima est, nam cum AS & SP sint constantes & datæ quantitates, differentia Logarithmorum data erit; quare datus numerus ad Tangentem semissis Anomaliæ mediæ addendus est, & habebitur Tangens semissis Anomaliæ veræ. Porro in triangulo LFS, ex datis omnibus angulis una cum latere SF, invenietur LS distantia Planetæ à Sole. *TAB. 38. fig. 1.*

Est quidem hæc Wardi Hypothesis satis utilis approximatio, ad calculum enim abbreviandum inservit, est tamen non nisi approximatio, & veritatem non accurate attingit; ejus ratio sic patebit. Sit APB orbita Planetæ, AQB circulus, eidem circumscriptus. Arcus AQ Anomalia Excentrici, & AN Anomalia media tempori proportionalis. Ad centrum C ducatur NC, & à puncto Q recta QG illi pa- *Hypothesis Wardi Approximatio est tantum. Approximationis ratio.*

parallela, erit angulus QGA æqualis NCA, & tempori proportionalis. Et erit CG fere æqualis CS, ſed illa aliquantulum minor. A foco S in QC cadat perpendicularis SF, erit hæc ut prius oſtenſum fuit, æqualis arcui QN, cujus ſinus eſt æqualis GO; ſed arcus QN cum parvus ſit, ejus ſinus erit fere eidem æqualis, unde GO erit fere æqualis SF, ſed illa aliquantulum minor. Sed triangula rectangula GOC & SFC ſunt æquiangula quam proxime; nam NCQ angulus differentia angulorum NCG & SCF parvus eſt; adeoque ob OG fere æqualem SF ſed illa aliquantulum minorem, erit CG fere æqualis CS, ſed illa aliquantulum minor. Focus igitur alter Ellipſeos ſupra punctum G exiſtet, ſed parum ab illo diſtat. Quod ſi ducatur PL ad QG parallela, Punctum L erit etiam ſupra C, ſed parum ab illo diſtans, unde punctum L & alter Ellipſeos focus coincidunt fere; ſed eſt angulus PLA æqualis NCA Anomaliæ mediæ; adeoque ſi à loco Planetæ in ſua orbita, ducatur linea ad ſuperiorem Ellipſeos focum, illa cum Ellipſeos Axe comprehendet angulum qui erit quam proxime tempori proportionalis.

Ubi anguli NCA & QCA vel SCF parum differunt, hoc eſt, ubi angulus NCQ exiguus eſt, & Excentricitas orbitæ parva, puncta G & L cum ſuperiore foco fere coincidunt. Adeoque hæc Theoria Telluris motui ſatis accurate reſpondet; ejus enim orbita parum à circulo recedit, aliis tamen Planetis, & ſpeciatim Marti, & Mercurio non æque congruit. Itaque Bulialdus ex quatuor locis Martis à Tychone obſervatis, oſtendit in primo & tertio Anomaliæ Quadrante, locum Martis in cælis eſſe promotiorem, quam per hanc Theoriam fieri debet. At in Quadrante ſecundo & quarto, Martis Anomaliam veram minorem eſſe, quam poſtulat hæc Hypotheſis, ejus itaque correctionem ſequentem adhibuit. Diametro AP, axi majoris Ellipſeos, deſcribatur circulus ADP, ſit AFL Anomalia Planetæ media, per L ducatur recta QLG, ad axem perpendicularis circulo occurrens in Q, juncta FQ occurret Ellipſi in Y, erit Y locus Planetæ Anomaliæ mediæ AFL reſpondens. Angulus autem Anoma-

Bulialdi correctio hujus Hypotheſis.

TAB. 37. fig. 6.

liæ

liæ mediæ correſpondens ſcil. angulus AFQ expedite invenitur, capiendo angulum cujus Tangens ſit ad Tangentem anguli AFL, ut ſemiaxis major Ellipſis ad ſemiaxem minorem. Ex dato autem angulo, AFQ vel AFY, ſimiliter ut prius ex AFL invenitur Anomalia vera ASY.

Calculi quos ſupra expoſuimus, ſupponunt orbitarum ſpecies & Excentricitates ſicuti & poſitiones eſſe datas. In reliquis Planetis, rationem qua determinantur orbitæ, poſt hæc docebimus; in Tellure autem, ejus orbitæ ſpeciem & poſitionem ſequentibus methodis inveſtigamus.

Primo obſervetur Solis diameter, & motus apparens; *Orbitæ Telluris ſpecies determinatur.* quando enim Terra eſt in Aphelio, Diameter Solis videtur omnium minima; cum Terra ibi maxime à Sole diſtet; in Perihelio, Soli maxime appropinquans Terricola, ejus diametrum maximam conſpiciet. Terræque à Sole diſtantiæ ſunt diametris apparentibus reciproce proportionales; recta quælibet SP exponat diſtantiam Telluris à Sole in Perihelio: fiat ut diameter Solis in Aphelio ad diametrum in Perihelio apparentem, ita PS recta ad SD quæ ſit in SP producta, hæc exponet diſtantiam Aphelii: biſecetur PD in C, *TAB. 38. fig. 2.* erit CS Excentricitas orbitæ & C centrum Ellipſeos. Foco S & axe majore PD deſcribatur Ellipſis, erit illa ejuſdem ſpeciei cum ea, in qua movetur Tellus circa Solem. Eclipticæ autem punctum ubi diameter Solis maxima apparet; & oppoſitum ubi minima, poſitiones Apſidum oſtendent. Sed quoniam diameter Solis tam in Aphelio quam in Perihelio per aliquot dies vix mutari videtur, difficile admodum erit, poſitionem Apſidum per obſervationes Solaris diametri determinare. Ideo ſatius erit Aphelii & Perihelii diſtantias & poſitiones per obſervationes motus Solis elicere. Nam velocitas Telluris angularis, eique æqualis Solis apparens, eſt ſemper reciproce ut Quadratum diſtantiæ ſuæ à Sole, uti ſuperius à nobis demonſtratum fuit.

Quo itaque ſpecies Ellipſeos, in qua Tellus movetur, *TAB. 38. fig. 3.* determinetur, obſervanda eſt velocitas Solis apparens maxima & minima in Ecliptica; minima dicatur A & maxima B; & recta quælibet SP exponat diſtantiam Perihelii. Fiat ut A ad B ita SP ad aliam C; & producatur SP ad D ut SD sit media proportionalis inter SP & C. Exponet hæc linea distantiam Aphelii, adeoque si foco S & axe majore SD describatur Ellipsis, erit illa ejusdem speciei, cum orbita Telluris. Nam ob PS, SD & C continue proportionales, erit PS quad. : DS quad. :: SP : C :: A : B. Præterea si observentur Solis loca in Ecliptica ubi ejus velocitas est maxima & minima, in iisdem punctis locantur Apsides. Vel denique si observentur duo Solis loca in Ecliptica, ubi ejus velocitates sunt æquales, & bisecetur arcus Eclipticæ interceptus, punctum bisectionis ejusque oppositum loca Apsidum monstrabunt. Verum hæc methodus postulat observationes admodum accuratas, quales non facile obtineri possunt.

Per Wardi Theoriam optime determinatur orbitæ Telluris species & Positio. TAB. 38. fig. 4.

Ex Cl. Wardi Theoria, certior elicitur methodus, qua per tres observationes Solis, temporumque intervalla notata, una opera determinari potest & orbitæ species, & Apsidum Positio. Sit ABPDC orbita Telluris, focus in quo Sol est, sit S, alter F, Apsides AP, sintque BCD tria loca Telluris in Ecliptica, quæ dantur ex observatis Solis locis iisdem oppositis. Centro F, intervallo FM æquali Ellipseos Axi majori describatur circulus MHEL, cui occurrunt rectæ FB, FC, FD productæ in punctis G, H, E; ducantur quoque ex foco S rectæ SB, SC, SD, item SG, SH, SE; dantur anguli BSC, BSD, & CSD, eos enim metiuntur arcus Eclipticæ inter loca observata intercepti, sed cum in hac Theoria, Tellus in Perimetro orbitæ suæ, ea lege feratur, ut angulos circa alterum focum F describat temporibus quamproxime proportionales, dabuntur anguli BFC, BFD & CFD, capiendo singulos ad quatuor rectos, ut tempus inter observationes elapsum, ad integrum tempus Periodicum. Porro quoniam duplex anguli FGS, hoc est, angulus FBS, est differentia angulorum BFA & BSA, hoc enim supra ostensum fuit; item, duplex anguli FHS, hoc est, angulus FCS est differentia angulorum CFA & CSA; differentia angulorum BFC & BSC, erit æqualis 2FGS+-2FHS; sed quia dantur anguli BFC, BSC, dabitur eorum differentia,

qua-

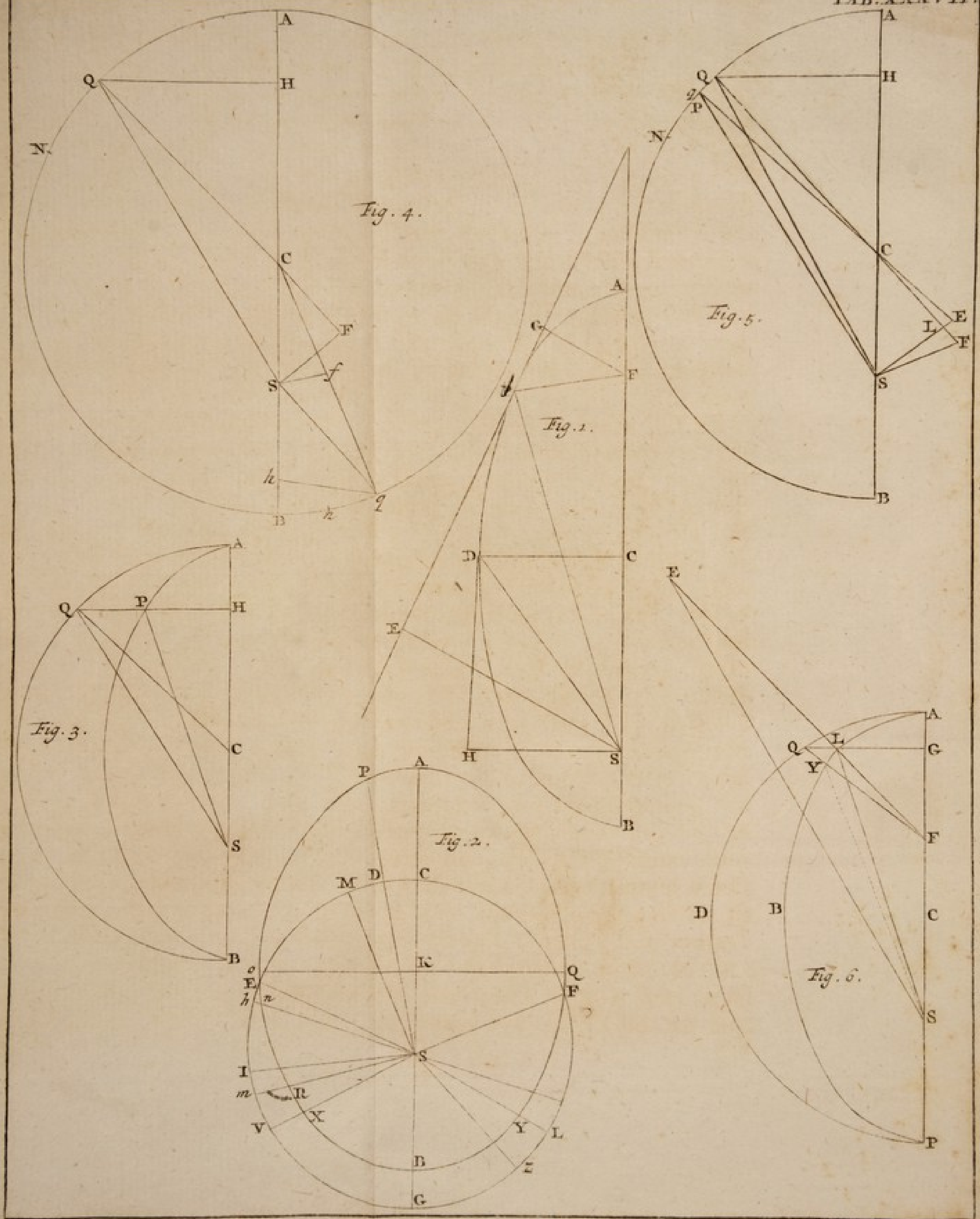


Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 6.

quare dabuntur angulorum FGS & FHS summa. Est autem angulus FGS differentia angulorum BFA & GSA; & angulus FHS est differentia angulorum HFA & HSF; quare anguli FGS & FHS, æquales erunt differentiæ angulorum BFC & GSH: sed dantur anguli BFC & summa angulorum FGS & FHS, quare dabitur angulus GSH; eodem modo, dabitur GSE angulus. Similiter est duplex FES differentia angulorum DFA & DSA; item duplex FHS differentia angulorum CFA & CSA; unde 2 ang. FES—2 FHS, erunt æquales differentiæ angulorum CFD, CSD; sed dantur anguli CFD, CSD, unde dabitur semissis differentia eorundem, scil. angulus FES—FHS; sed angulus FES—FHS, est differentia angulorum CFD & HSE; sed datur angulus CFD, & FES—FHS quoque datur; quare dabitur angulus HSE; dantur itaque omnes anguli ad focum F, scil. BFC, BFD, & CFD, dantur etiam omnes anguli ad focum S, scil. BSC, BSD, CSD, item GSH, GSE, & HSE, hisce præmissis.

Exponatur SH per numerum quemlibet, *v. gr.* 100000. Producatur ES donec peripheriæ circuli occurrat in L, jungantur HL, LG, & HG; in triangulo HSL, datur angulus HSL complementum anguli noti ESH ad duos rectos, item angulus SLH semissis anguli EFH, *per* 20. *El.* 3. datur etiam latus HS 100000, quare dabitur SL; unde in triangulo SLG, datur angulus LSG qui est deinceps angulo noto ESG & angulus SLG semissis anguli EFG, *per* 20. *El.* 3. item latus SL, quare dabitur latus SG. In triangulo HSG dantur latera HS, SG, & angulus HSG quare dabitur latus HG, & angulus SHG. In triangulo isoscele HFG, datur angulus HFG, & basis HG, quare invenietur HF æqualis Axi majori Ellipseos, & angulus GHF, quo ab angulo SHG ablato, dabitur angulus FHS. Denique in triangulo FHS, ex datis FH, HS, & angulo FHS, invenietur SF Excentricitas orbitæ, & angulus HSF; à quo si subtrahatur HSC angulus æqualis FHS, restabit CSF angulus, qui Axis positionem & loca Apsidum ostendet.

Hæc methodus supponit angulos ad focum superiorem F descriptos esse temporibus proportionales, quod verum non est, at in Telluris orbita, parum Excentrica, anguli ad focum superiorem revera descripti, tam parum differunt ab iis, qui sunt temporibus proportionales, ut nullus exinde potest oriri sensibilis error in determinanda specie & positione orbitæ.

Vir celeberrimus Edmundus Halley, quem, ob præclara in Astronomia inventa, omnis laudabit posteritas, methodum excogitavit nulli motus Theoriæ aut Hypothesi innixam, qua solummodo per observationes, orbitæ Telluris species atque positio determinetur.

TAB. 38. fig. 5. Sit S Sol, ABCD orbis Terræ, P Planeta Mars (qui in hanc rem plurimis de causis longe est præferendus) Primo observetur verum tempus & locus, quo Mars opponitur Soli, tunc enim Sol & Terra coincidunt in linea recta cum Marte, vel (quod fere semper accidit) si habuerit Latitudinem, cum puncto, ubi perpendicularis à Marte in planum Eclipticæ incidit. Sic in figura S A & P puncta sunt in linea recta; cum autem Martis Periodus constat diebus 687, post illud tempus ad idem punctum P, è Sole conspicietur; ubi in priore observatione Soli opponebatur. Terra vero cum non revertatur ad A nisi post 730 dies, cum Mars est denuo in P, punctum B tenebit, Solemque in linea SB, Martem vero in linea PB respiciet, ex observatis locis Solis & Martis, omnes anguli trianguli BPS dantur, & supposito PS constare partibus 100000; in iisdem partibus invenietur distantia SB, ejusque positio: pari ratione post alteram Martis Periodum, Terra existente in C, invenitur Longitudo lineæ SC, ejusque positio, nec dissimiliter linea SD, & ejus positio invenietur. Sic ergo deventum erit ad hoc Problema Geometricum; datis tribus lineis in uno Ellipseos foco coeuntibus, tam Longitudine quam positione, invenire Longitudinem transversæ diametri, ejus positionem & focorum distantiam. Quod Problema expedire docent Geometræ, & quo pacto construitur, nos quoque in sequentibus ostendemus.

L E-

Lectio XXV.
De Temporis Æquatione.

Licet Tempus in sua natura absolute quantum sit, præcipuas Quantitatis affectiones, æqualitatem scil. inæqualitatem & proportionem admittens, ut tamen ejus quantitas à nobis cognoscatur, advocandum est motûs subsidium, tanquam mensura, qua temporum quantitates æstimemus, & inter se conferamus; adeoque tempus ut Mensurabile motum connotat. Si enim res omnes immotæ perstarent, nullo pacto quantum effluxisset temporis, possumus percipere, sed rerum ætas indiscreta laberetur. *Motus Temporis mensura.*

Cæterum quia tempus æquo semper fluit tenore, is motus ejus quantitati mensurandæ maxime accommodatus censetur, qui in se summe simplex & uniformis est, & æqualiter semper progreditur, adeo ut mobile ejus vi incitatum (saltem quoad ad motus sui Periodos) æqualem constanter impetum servet, & per æquale spatium æquali tempore decurrat. *Propria Temporis mensura est motus Uniformis.*

Ad communem usum eligendus est motus aliquis maxime notabilis, cunctis obvius & in omnium oculos incurrens, qualis est siderum motus, imprimis Solis & Lunæ, qui proinde non tantum communi generis humani suffragio, ad hoc suffectus, sed Divino Creatoris nostri consilio, nobis datus est huic usui; à Deo enim pronunciatum legimus. *Fiant Luminaria in Firmamento, & dividant diem ac noctem, & sint in signa & tempora, & Dies & Annos.* Per motus itaque cælestes, & præcipue illum Solis apte distinguuntur tempora. Quare *Solis & Lunæ motus tanquam idonea temporis mensura nobis datti.*

Solem quis dicere falsum
Audeat.

Audent hoc Astronomi, qui subtili indagine deprehenderunt, Solis motum uniformem non esse, sed illum nunc gradum remittere, nunc accelerare observant; adeoque tempus verum quod æquabiliter semper fluit, non potest accurate per ejus motum connotari.

Hinc

Distinctio inter Tempus Apparens & verum.

Hinc Tempus quod Sol motu suo commonstrat, quodque apparens dicitur, diversum erit ab illo quod æquabili semper labitur tenore, & ab Astronomis verum & æquale vocatur; ad cujus normam omnes motus cælestes sunt ordinandi. Nam ex inæquali Solis motu, ejusque via ad Æquatorem obliqua, sequitur, quod neque dies neque horæ erunt inter se æquales, uti hac ratione ostendemus.

Dies Solaris æqualis est illi temporis spatio quod labitur, dum per rotationem Telluris circa suum Axem, Planum alicujus Meridiani à centro Solis digrediens volvitur, usque dum ad idem recurrit. Seu est tempus inter unam Meridiem & illam quæ proxime sequitur. Si Telluri nullus alius competeret motus, præter illam circa Axem rotationem, dies omnes Solares essent inter se & revolutioni Telluris præcise æquales. Sed quia interea dum Tellus circa Axem rotatur, in propria etiam orbita versus orientem progreditur, cum Meridianus aliquis integram revolutionem compleverit, non tamen ejus planum per Solem transibit, uti sequenti figura manifestum fiet. Sit enim S Sol, AB portio orbitæ Telluris, linea MD designat Meridianum aliquem cujus planum productum per Solem transit, cum Terra est in A. Progrediatur deinde Tellus in sua orbita per arcum AB ad B, in tempore quo completur una Revolutio Telluris circa Axem, unde ob absolutam revolutionem, Meridianus MD erit in situ *md* ad priorem ejus situm parallelo, adeoque nondum per Solem transibit, neque incolis qui sub Meridiano illo degunt, fiet Meridies, sed opus est ut motu angulari *dBf* ulterius feratur, ut per Solem transeat. Exinde fit ut dies omnes Solares sunt una revolutione Telluris circa Axem longiores. Si Meridianorum plana seu Axis Telluris, ad planum orbitæ normaliter insisterent, & Tellus æquabili semper motu orbitam suam decurreret, post peractam à Meridiano aliquo revolutionem, ob *md* ad MD parallelam, angulus *dBf* esset æqualis angulo BSA, & arcus *df* similis arcui AB, & ob tempora semper æqualia, arcus AB & proinde angulus *dBf* esset sibi semper æqualis, & proinde dies omnes Solares æquales sibi invicem essent, tem-

TAB. 38. fig. 6.

Ostenditur dies Solares esse inæquales.

tempusque apparens cum æquabili congrueret. Verum horum casuum neuter obtinet in natura locum, nec enim terra æquabiliter orbitam suam decurrit, sed in Aphelio minorem arcum, in Perihelio majorem, æquali tempore describit, præterea Meridianorum plana non sunt ad Eclipticam, sed ad Æquatorem normalia; adeoque motus angulares *d b f* qui præter revolutionem integram spatio diei Solaris accedunt, per arcum A B mensurari non debent, & utraque de causa, inter se inæquales hi anguli erunt; diesque Solares inæquales efficiunt.

Sed hoc fortasse, Auditores, clarius vobis elucescet, si à reali Telluris motu, ad apparentem Solis transeamus, is enim pro mensura temporis apparentis nobis datus est; sciendum itaque diem Naturalem seu Solarem esse illud temporis spatium, quo per revolutionem primi mobilis apparentem, tota Æquatoris circumferentia successive per Meridianum transit, & insuper arcus ejusdem respondens motui Solis apparenti in orientem interea facto. *Idem ex Solis motu apparenti ostenditur.*

At arcus Æquatoris transiens per Meridianum cum arcu Eclipticæ diurno non est illi semper æqualis, sed eo modò major, modò minor, etiamsi Solis motus in Ecliptica æquabilis esset, quod oritur ex obliqua Eclipticæ ad æquatorem positione, uti patet ex adjuncta figura. Sit ♈♋ Quadrans Eclipticæ; ♈E Quadrans æquatoris, Arcus ♈A sit unius gr. qui est quamproxime æqualis motui Solis diurno in Ecliptica, nam motu medio arcum 59′ : 8″ describit quotidie Sol: sitque AB Arcus circuli declinationis per Solem transiens inter Eclipticam & Æquatorem interceptus. In triangulo ♈BA rectangulo, ex datis ♈A, 1. gr. & angulo A♈B inclinatio Eclipticæ cum Æquatore 23°. 30°. Invenietur latus ♈B, 54′. 1″. sit deinde arcus Eclipticæ ♈C, 89°, ex illo elicietur arcus Æquatoris ♈D, 88°. 54′ : 34″. At quando arcus ♈♋ sit 90°, arcus Æquatoris ♈D illi respondens est etiam 90, unde erit arcuum ♈E, ♈D differentia DE. 1° : 5′ : 26″; Arcuum itaque ♈B, DE differentia erit 10′. 25″. licet arcus Eclipticæ ♈A & C♋ quibus respondent, sint æquales. Ex quo manifestum est æqualibus Eclipticæ arcubus inæ- *Arcus Æquatoris diurni non sunt æquales arcubus Eclipticæ diurnis.* TAB. 38. fig. 7. *Ostenditur prima inæqualitatis dierum causa.*

 quales

quales Æquatoris arcus respondere, & consequenter arcus Æquatoris diurnos qui per Meridianum transeunt & diem Solarem metiuntur esse inter se inæquales.

Secunda inæqualitatis dierum causa. Sed non nascitur, ex hac unica causa, diurnorum arcuum Æquatoris inæqualitas, nam ipse Solis motus in Ecliptica apparens inæquabilis est. Tardiusque incedit diutiusque commoratur Sol in signis Borealibus, quam in Australibus per octo integros dies, unde etiamsi nulla esset viæ Solaris obliquitas, ex hac sola causa arcus Æquatoris diurni æquales esse non possunt; adeoque multo magis se prodit dierum inæqualitas, cum ad id concurrunt duæ prædictæ causæ, Solis scil. inæquabilis motus, & Eclipticæ obliquitas, quæ licet interdum sibi mutuo officiunt, & inæqualitatem minuunt, ut fit quando arcus diurni Æquatoris decrescunt propter obliquitatem Eclipticæ, sed crescunt propter accessum Solis ad Perigeum, aut contra, aliquando tamen concurrunt ad inæqualitatem augendam, & neutra illarum ab altera pendet, sed utraque suum sigillatim sortitur effectum.

Motus itaque apparens Solis in orientem cum inæquabilis sit, ad tempus æquabile (quod eodem tenore semper fluit) mensurandum idoneus non est; adeoque nec dies naturales & apparentes aptæ erunt motuum cælestium mensuræ, de iis loquor qui à motu Solis non pendent. Ideoque necesse fuit Astronomis pro his Solaribus diebus alios medios & æquales substituere, in quos motus cælestes distribuerent, & hi motus, cum ad tempus æquale sint collecti, oportet tempus illud rursus in apparens convertere, ut à nobis observentur, qui tempora Solis motu apparenti metimur & numeramus; & è contra si aliquid Phænomenon cæleste, Eclipsis puta, tempore apparente observetur, & secundum illam observationem Tabulæ Astronomicæ sunt examinandæ, necesse erit tempus apparens in æquale convertere, aliter observata Phænomena à computatis differrent.

Determinatio dierum mediorum seu æqualium. Quoniam nullum novimus in natura corpus naturale, quod motum perfecte æquabilem conservat, & talis tamen mo-

motus ſolus idoneus eſt ad dies horaſque æquales connotandas. Convenit ut fingamus aliquod ſidus quod in Æquatore verſus orientem ſemper incedat, & motum ſuum nuſquam intendat aut remittat, ſed uniformiter Æquatorem percurrat eodem præciſe tempore quo Sol Eclipticam deſcribere videtur. Talis ſideris motus tempus æquale & verum rite repræſentabit, ejuſque motus in Æquatore diurnus eſſet 59′ : 8″. Qualis ſcil. eſt motus medius Solis in Ecliptica, & proinde dies æqualis & medius per appulſum hujus ſideris ad Meridianum determinatus, æqualis erit tempori quo tota circumferentia Æquatoris ſeu gradus 360 per Meridianum tranſeunt, & inſuper 59′ : 8″, cumque hoc additamentum ſemper idem maneat, dies omnes medii erunt inter ſe æquales.

Cum Sol inæqualiter ſecundum Æquatorem, orientem verſus promoveatur, aliquando citius hoc ſidere Meridianum attinget, aliquando ſerius ad eundem appellet. Et differentia eſt illa quæ inter tempus apparens & æquabile intercedit. Differentia autem hæc nota erit, ex datis in Æquatore loco ſideris, & puncto, quod una cum Sole ad Meridianum pervenit. Arcus enim interceptus ſi in tempus convertatur, oſtendet differentiam, quæ eſt inter tempus apparens & æquale. Hæc Differentia dicitur *Temporis Æquatio*, eſtque Tempus illud quod labitur dum Arcus Æquatoris inter punctum definiens Solis Aſcenſionem Rectam & locum ſideris ficti interceptus per Meridianum tranſit. *Æquatio Temporis quid?*

Sit ÆQ Æquinoctialis circuli portio, EC Ecliptica, in qua ſit S locus Solis verus in Ecliptica, SA Declinationis circulus per Solem tranſiens Æquatori occurrens in A, erit A punctum Æquatoris quod ſimul cum Sole ad Meridianum pervenit. Sit *m* locus ſideris medio motu in Æquatore progredientis, & cum Sol ad Meridianum pervenerit ſidus fictum ab illo diſtabit arcu *m*A. Quod ſi punctum *m* ſit puncto A orientalius, ſerius Meridianum attinget quam A, Tempuſque apparens præcedet medium ſeu æquale. At ſi punctum *m* ſit ad occidentem puncti A, citius illud ad Meridianum revertitur, eritque tempus apparens æquabili poſterius. *Quando tempus apparens precedit verum.* TAB. 38. *fig* 8. 9. *Quando ſequitur verum.*

ſterius. Arcus autem Æquatoris A*m* in tempus converſum eſt æquatio temporis, quæ addenda eſt tempori apparenti aut ab illo ſubtrahenda, prout punctum *m* orientalius eſt aut occidentalius puncto A, ut fiat Tempus æquabile. Ut ſitus puncti A reſpectu ipſius *m* & arcus A*m*, quantitas dignoſcatur, capiatur in Æquatore arcus ♈*s* vel ♎*s* æqualis arcui ♈s vel ♎s in Ecliptica, unde arcus *sm* æqualis erit diſtantiæ inter Solis locum verum & medium, quæ proinde ex dato Anomaliæ gradu dabitur: Arcus vero A*s* eſt differentia inter trianguli rectanguli ♈sA Hypotenuſam ♈s & ejuſdem baſim ♈A & ea per Trigonometriam etiam dabitur. Eſt præterea arcus A*m* æqualis ſummæ vel differentiæ arcuum A*s*, *sm*, quæ proinde ex illis notis dabitur.

Æquatio Temporis duabus conſtat partibus.

Harum partium effectus ſigillatim explicantur.

Porro animadvertendum eſt, in primo & tertio Eclipticæ Quadrante, punctum *s* cadere ad orientem reſpectu puncti A; adeoque arcum A*s* in tempus converſum ablatitium eſſe, ſerius enim ad Meridianum appellit punctum *s* quam A. In ſecundo autem & quarto Eclipticæ quadrante, punctum *s* cadit ad occidentem puncti A, ideoque citius per Meridianum tranſit quam A & proinde arcus A*s* in tempus converſus, adjectitius & tempori apparenti addendus eſt, ut habeatur tempus quo punctum *s* Meridianum attingit. Sit *v. gr.* Arcus A*s* 2 gr. ut fit, quando Sol tenet viceſimum Arietis gradum, hic arcus in tempus converſus eſt ſcrup. 8, adeoque tempori apparenti adjiciendi ſunt ſcrupuli 8, ut habeatur tempus quo punctum *s* Meridianum tenet.

Porro in Primo Anomaliæ Solis ſemicirculo, hoc eſt, dum Sol in præſenti ſeculo tendit à ſeptimo gradu ♋ ad ſeptimum Capricorni, medius Solis motus major eſt ejus motu vero; adeoque locus Solis medius præcedit ejus locum verum, unde in toto hoc ſemicirculo punctum *m* erit ad orientem puncti *s* & arcus *ms* in tempus converſus detrahendus eſt à tempore quo punctum *s* Meridianum tenet. At in altero Anomaliæ ſemicirculo ſcil. poſtquam Sol Perigeum reliquerit, motus medius minor eſt vero, & locus So-

Solis medius verum ſequitur, unde punctum *m* cadet ad occidentem puncti *s*, illudque citius hoc ad Meridianum appellet, & propterea arcus *ms* in tempus converſus adjiciendus eſt tempori in quo *s* Meridianum occupat. Dato autem temporis intervallo inter appulſus punctorum *m* & *s* ad Meridianum, item intervallo inter appulſus punctorum *s* & A ad eundem, dabitur intervallum temporis inter appulſus puncti *m* & puncti A ad Meridianum; hoc eſt, dabitur intervallum temporis apparentis & veri ſeu æqualis, Quod eſt temporis Æquatio.

Ad Tempus perpetuo æquandum, Artifices condunt duplicem tabulam, una pro arcu *sm* quæ cum Anomalia Solis eſt adeunda, & ſi punctum *m* ſit ad occidentem puncti s, notant Æquationem ſigno additionis, ſin ſecus, apponunt ſignum ſubductionis. Altera tabula conſtruitur pro arcu SA quæ eſt differentia inter locum Solis in Ecliptica & ejus Aſcenſionem Rectam cujus Æquationes ſimiliter notantur ſigno Additionis vel Subductionis, prout punctum *s* eſt ad occidentem vel orientem puncti A, harum Æquationum ſumma, ſi utraque fuerit ejuſdem affectionis; hoc eſt, ſi ſimul adjectitiæ fuerint vel ſimul ablatitiæ; vel differentia, ſi fuerint diverſæ affectionis, componit abſolutam temporis Æquationem.

Duæ Æquationum Tabulæ.

Conſtruunt etiam tabulam Artifices ex harum utraque compoſitam, quæ temporanea tantum eſt & uni circiter ſeculo ſine ſenſibili errore inſerviens, nam per unum fere ſeculum idem Anomaliæ Solis gradus, in eundem Eclipticæ gradum incidit; adeoque pro ſpatio quinquaginta annorum, Æquationes duæ in unam componi poſſunt. Sed ob motum Præceſſionis Æquinoctiorum, Apogeon Solis, ſeu potius Aphelion Terræ, locum ſuum in Ecliptica mutat, & in orientem una cum fixis progreditur; adeoque diverſis ſeculis, idem Anomaliæ gradus ad diverſa Eclipticæ puncta referentur, & proinde una Tabula pro omnibus ſeculis non ſufficiet.

Tabula Æquationis Temporis.

Sidus fictum, cujus motus tempus æquabile metitur, ſemper verſus orientem uniformiter progreditur. At punctum

Quando dies Solares incipiunt fieri medii & longiores.

A quod Solis Aſcenſionem rectam definit, & tempus apparens connotat, ultra citraque punctum *m* libratur, & nunc ad orientem, nunc ad occidentem Sideris ficti aliquando etiam cum illo coincidens invenitur; unde quando puncti A motus relativus reſpectu iſtius Sideris ſit verſus orientem, punctum A magis in orientem promovetur quam ſidus, & dies fiunt mediis longiores: nam quo celerius verſus orientem tendit punctum A, eo dies Solares fiunt longiores, nam præter revolutionem cæli integram, majus eſt additamentum arcûs quod diei Solari accedit, ob majus ſpatium verſus orientem confectum. Hinc ſequitur, quod quamprimum motus relativus puncti A incipit fieri verſus orientem, dies Solares incipient quoque fieri mediis longiores; de motu relativo loquor qui fit reſpectu Sideris *m*, nam ejus motus abſolutus ſemper fit verſus orientem. At quando punctum A ultra *m* verſus orientem delatum rurſus ad Sidus *m* accedere incipit, ejuſque reſpectu ad occidentem tendere, tunc fiunt dies Solares mediis breviores; ubi autem maxime à Sidere *m* ad orientem aut occidentem receſſerit A, ibi dies Solares fiunt mediis æquales, & in illis punctis maximæ fiunt Temporis Æquationes. Ubi autem motus puncti A verſus orientem fit velociſſimus, ibi dies fiunt omnium longiſſimi. Quo autem in puncto, motus hic fit tardiſſimus, hoc eſt, ubi motus relativus verſus occidentem maximus eſt, ibi dies ſunt breviſſimi.

Quando mediis æquales fiunt.

Quibus Anni temporibus fiunt maximæ Æquationes.

In hoc noſtro ſeculo, cum Sol 10. gr. Scorpionis tenet, punctum A à Sidere *m* maxime diſtat verſus occidentem, ejuſque diſtantia eſt 4. gr. ſcrup. 2. ſecund. 45. & proinde æquatio maxima eſt minut. horar. 16. ſecund. 11. Inde incipiunt dies Solares creſcere; uſque dum Sol ad gradum Aquarii $22\frac{1}{2}$ pervenit. Ubi maxime in orientem promotum eſt punctum A, & à Sidere *m* diſtat gr. 3. ſcrupl. prim. $42\frac{1}{2}$. Et maxima temporis Æquatio eſt $14':50''$. Exinde motus relativus puncti A eſt verſus occidentem, uſque dum Sol gradum Tauri 24tum attingit, ubi punctum A eſt 1. gr. min. $1\frac{1}{4}$ Sidere *m* occidentalius; & Æquatio temporis maxima eſt $4':6''$, exinde rurſus verſus orientem recedit punctum A; uſ-

usque dum Sol occupat Leonis gradum 3½, ubi ab *m* distat gr. 1. minutis 28½ & Temporis Æquatio est 5. min. 53. sec. inde demum motus ejus est versus occidentem; usque dum Sol ad grad. Scorpionis 10. pervenerit, ex quo ad orientem continuo tendet punctum A. Patet porro quotiescunque puncta A & *m* coincidunt, coincidere quoque tempus apparens & medium.

Hinc si habeatur Horologium Automaton affabre elaboratum, & Pendulo instructum, cujus motus ad tempus æquale seu medium ordinatur, & Index simul cum tempore æquali congruat. Horologium hoc diversam semper à Sole monstrabit horam, præterquam quater in anno. Scil. circa diem Aprilis quartum, Junii sextum, Augusti vicesimum, & Decembris decimum tertium. Aliis omnibus temporibus, Hora Horologii Solarem vel antecedet, vel sequetur; circa autem Octobris diem vicesimum tertium, omnium maxime à Sole differt, ubi ejus motus Solari lentior erit minutis 16. secund. 11.

Si quæratis, in quibus punctis, Æquationes Temporis fiunt maximæ. Hujus Problematis solutionem nobis impertivit celeberrimus *Halleius*, vir ob præclara inventa, nunquam ab Astronomis sine honore nominandus, ad quam solutionem sequentia præmittimus.

LEMMA.

Si figura plana in planum aliquod Orthographice projiciatur, quod fit demittendo à singulis ejus punctis in planum subjectum perpendiculares. Figuræ in plano projectio erit ad ipsam figuram, ut Cosinus Inclinationis planorum ad radium.

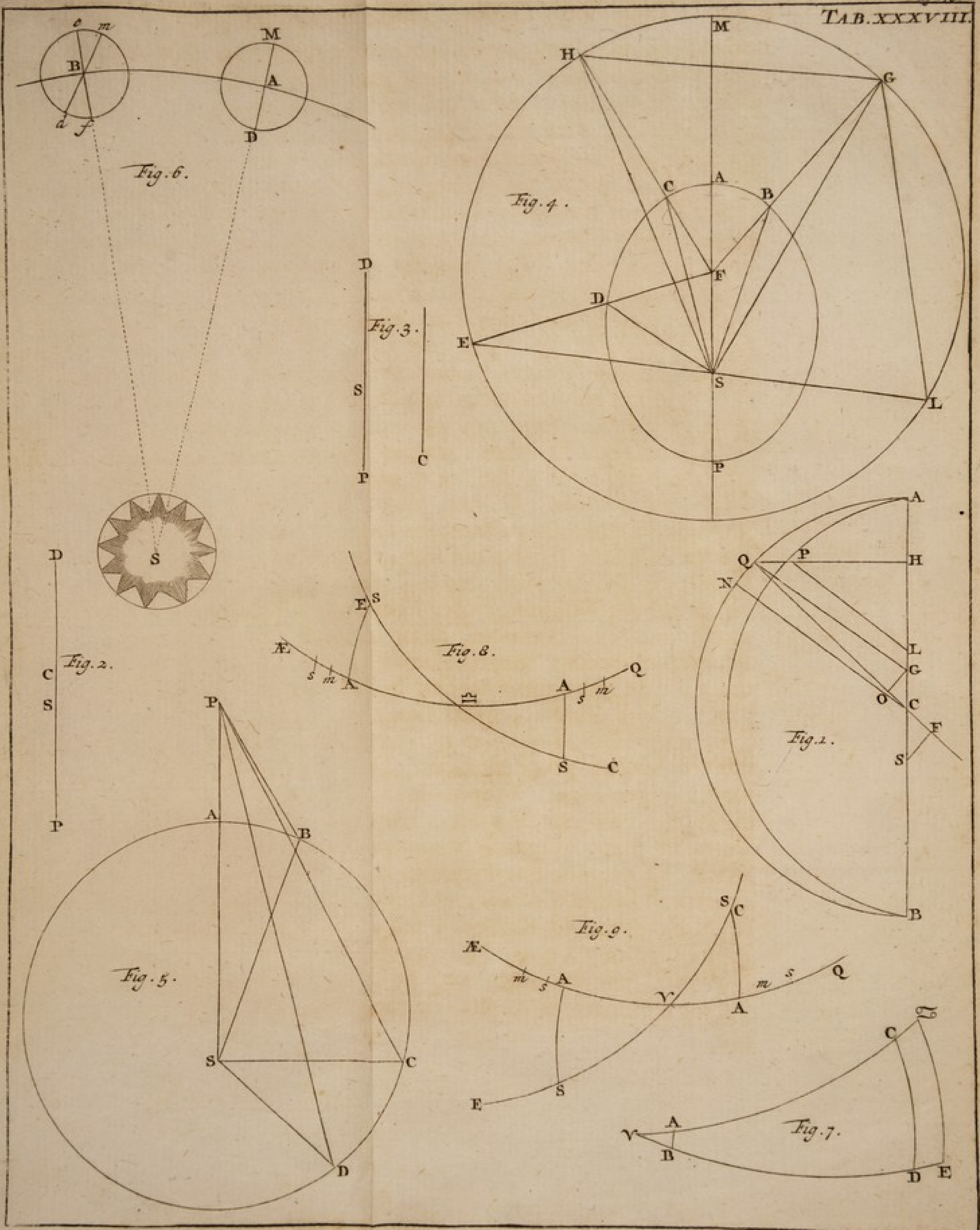
Nam figura quævis potest resolvi in parallelogramma vel triangula, quorum bases sunt parallelæ communi planorum sectioni, adeoque erunt parallelæ plano in quod projiciuntur, unde bases & earum projectiones erunt sibi ipsis æquales & parallelæ, uti à nobis in Lect. XIII. ostensum fuit. Sed perpendiculares à verticibus triangulorum in bases demissæ, sunt etiam ad communem planorum sectionem perpendiculares, *per* 29. *El.* 1. Et proinde perpendicularium ad planum inclinatio æqualis est inclinationi planorum ad se invicem.

cem. Harum itaque perpendicularium projectiones ſunt ad ipſas perpendiculares, ut *Coſinus* inclinationis planorum ad radium. Quodlibet igitur triangulum vel parallelogrammum projicitur in aliud, cujus baſis eſt æqualis baſi ipſius trianguli aut parallelogrammi quod projicitur, & cujus altitudo eſt ad altitudinem trianguli, ut Coſinus inclinationis Planorum ad Radium. Sed triangula & parallelogramma quorum baſes ſunt æquales, ſunt ut perpendiculares à verticibus in baſes demiſſæ. Projectio igitur trianguli cujuſlibet eſt ad ipſum triangulum in data ratione; adeoque omnium triangulorum Projectiones (hoc eſt totius figuræ Projectio) ſunt ad omnia triangula, in quæ reſolvitur figura, in eadem ratione, ſcil. ut Coſinus Inclinationis Planorum ad Radium.

Si orbita Telluris Orthographice, demiſſis perpendicularibus in planum Æquatoris, projiciatur: Projectio fiet Ellipſis, in cujus peripheria ſemper movetur punctum quod eſt extremitas lineæ à Tellure in planum Æquatoris perpendiculariter demiſſæ; & hoc punctum moto ſuo ſignabit Telluris Aſcenſionem rectam, ſeu motum ejus ſecundum Æquatorem è Sole viſum, cui ſemper æqualis eſt Solis Aſcenſio recta è Tellure viſa. Sit ♈ A ♎ C Ellipſis in quam projicitur orbita Telluris, S punctum in quod Solis centrum projicitur; ♈ S ♎ communis ſectio Æquatoris & Eclipticæ, A punctum quod perpendiculum à Tellure Ellipſi offendit, erit ♈ S A angulus quem metitur Solis Aſcenſio recta. Dico jam punctum illud A, quod ſignat motum Aſcenſionis rectæ, ita in Ellipſi ♈ A ♎ C moveri, ut deſcribat circa S Areas temporibus proportionales. Dato enim tempore, moveatur A per arcum Ellipticum A B, ducantur A S, B S, & trilineum A S B erit projectio correſpondentis Areæ quam Terra in plano Eclipticæ circa Solem eodem tempore deſcribit. Et proinde erit Projectio A S B ad Aream correſpondentem in orbita Telluris, ut Coſinus Inclinationis Æquatoris & Eclipticæ ad Radium; ſed in eadem ratione eſt tota Area Elliptica ♈ A ♎ C ad totam orbitam Telluris, unde permutando, erit trilineum A S B ad totam Aream Ellipticam, ♈ A ♎ C, ut Area in orbita Telluris circa Solem deſcripta

TAB. 39. fig. 1.

ad


TAB. XXXVIII.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

ad totam orbitam Telluris; hoc eſt, ut tempus quo deſcribitur Area illa in orbita Telluris, vel quo deſcribitur trilineum ASB in projectione, ad tempus Telluris Periodicum, vel tempus quo deſcribitur tota Ellipſis ♈A♎C. Eâ itaque ratione circa punctum S movetur punctum A ut deſcribat Areas temporibus proportionales.

Iiſdem poſitis, centro S, intervallo SA, quod ſit medium proportionale inter Ellipſeos ſemiaxem majorem & minorem, deſcribatur circulus, ejus Area æqualis erit Areæ Ellipſeos uti ex Conicis demonſtrare facile eſt. Circulus hic Ellipſim ſecabit, in quatuor punctis E, F, G, H. Hæc puncta oſtendent Aſcenſiones Solis Rectas, ubi Temporis Æquationes fiunt maximæ. In Peripheria circuli moveri concipiatur punctum aliquod M uniformiter, ejus motus Sideris noſtri ficti *m* (*fig*. 8. 9. *Tab*. 38.) motum repræſentabit, & deſcribet circa punctum S ſectores circulares temporibus proportionales. Cumque Area totius circuli ſit Areæ totius Ellipſeos æqualis, erunt Areæ ſectorum circuli & Areæ Ellipticæ circa S temporibus æqualibus deſcriptæ ſemper æquales. Ponamus itaque punctum M in Peripheria circuli, & punctum in Peripheria Ellipſeos ſignans Solis Aſcenſionem rectam ſimul in recta SM incidere, quæ puncta poſtea ſint in *m* & A, erit Area LSA Elliptica æqualis Areæ circulari MS*m*; cumque arcus M*m* ſit extra Ellipſim, erit angulus MS*m* minor angulo MSA, quorum angulorum differentiam metietur arcus *m*A, qui eſt Temporis Æquatio. Cum punctum ſignans Aſcenſionem rectam ad interſectionem circuli Ellipſeos pervenerit, ibi ejus motus circa Solem angularis æqualis erit motui puncti *m*. Sint enim Areæ *m*S*n*, ASF temporibus quam minimis ſimul deſcriptæ, erunt illæ æquales: adeoque arcus *q*F ductus in SF æqualis erit arcui *mn* ducto in S*m*, unde ob æquales SF, S*m*, æquales quoque erunt arcus FQ, *mn*; in puncto igitur F motus Aſcenſionis rectæ æqualis eſt motui Sideris ficti *m*, idem ſimiliter oſtendetur in punctis G, H, E. Sed prius oſtenſum fuit, in iis punctis, ubi motus Aſcenſionis rectæ æqualis eſt motui Sideris ficti, ſeu Telluris medio, ibi Æquationes eſſe maximas. In punctis

TAB. 39. fig. 2.

itaque F, G, H, E Æquationes sunt maximæ.

TAB. 39. fig. 3. Si quærantur puncta ubi dies sunt longissimi, vel brevissimi; hujus Problematis solutionem nobis quoque suppeditavit idem nunquam satis laudandus *Halleius*, quæ talis est. Ellipsis ♈♋♎♑ sit projectio orbitæ Telluris ut prius, S punctum in quo Solis centrum, K centrum Ellipseos, producatur KS utrinque, ita ut KG & SH sint ad KS (quæ est projectio excentricitatis) ut Quadratum Radii ad Quadratum Sinus Obliquitatis Eclipticæ; per K ducatur ♈♎ parallela communi sectioni planorum Eclipticæ & Æquatoris, & huic ad angulos rectos ducatur ♋K♑. Per G ducatur GF & per H recta FH ad ♋♑, & ♈♎ parallelæ. Per S & K describatur Hyperbola cujus Asymptoti sunt FG, FH, hæc Hyperbola ejusque opposita CD Ellipsim in punctis quæsitis secabunt; hoc est, cum Sol est in punctis Eclipticæ respondentibus D & B, fiunt dies longissimi, & in B longiores sunt dies quam in D. Puncta autem quæ punctis A & C respondent, ostendent dies brevissimos; & in A quidem breviores sunt quam in C.

Cujus Demonstratio exinde patet, quod punctum Solis Ascensionem rectam signans, ita in Peripheria Ellipseos fertur ut describat Areas temporibus proportionales, uti ostensum est; adeoque ejusdem puncti velocitas angularis est ubique reciproce ut quadratum distantiæ ab S; velocitates igitur fiunt maximæ, ubi rectæ ex S minimæ in Ellipsim cadunt, & velocitates sunt minimæ ubi rectæ ex S in Ellipsim cadunt maximæ. At constat ex constructione; & *Prop.* 62. *lib.* 5. Conicorum Apollonii, Hyperbolas descriptas Ellipsim secare in punctis A & D, ubi rectæ SA & SD sunt maximæ, & in punctis B & C ubi SB, SC sunt minimæ; in iis enim punctis cadunt ex S, rectæ SB, SC, SD, SA ad curvam perpendiculares. Hinc motus Solis, secundum Ascensionem rectam, erit velocissimus in B & D, ideoque dies fiet longissimus, & in C & A tardissimus, & in iis punctis dies fit brevissimus.

Lectio XXVI.

De Reliquorum Planetarum Theoriis.

POST explicatam motûs Annui Telluris Theoriam, methodumque traditam, qua orbitæ forma, Apſidumque poſitio determinantur; ex quibus cognitis, per Tabulas Aſtronomicas locus Telluris in Ecliptica è Sole viſus, eique oppoſitus Solis locus nobis apparens, ad quodlibet tempus computari poteſt. Ad reliquorum Planetarum Theorias exponendas accedimus, quæ non niſi per motum Telluris prius cognitum inveniri poſſunt. *Theoriæ Planetarum fundantur in Theoria Terræ.*

Ante omnia, oportet Planetarum periodos, ſeu tempora, in quibus ſinguli circulationes abſolvunt determinare; ad quod faciendum, notandum eſt, quando Planetæ ſuperiores ſunt in ſitu Achronicho; hoc eſt, quando in oppoſitione Solis videntur à nobis è Tellure eos ſpectantibus, apparent eſſe in eodem Eclipticæ puncto in quo ex Sole viderentur, ſi ibi conſtitutus fuiſſet oculus. Quinetiam cum inferiores in conjunctione cum Sole & in Solis diſco ſpectantur; ex Sole viſi oppoſitum Eclipticæ locum occupare conſpicerentur. Quoties igitur Planeta aliquis ſuperior in oppoſitione Solis videtur, locus ejus Geocentricus cum Heliocentrico coincidit. At quando inferior in conjunctione cum Sole, & in ejus diſco cernitur, locus Heliocentricus oppoſitus erit loco Geocentrico, ſeu illi qui ex Tellure ſpectatur, præterea cum Planetæ inferiores ſunt in maximis à Sole Elongationibus; Angulus ad Solis centrum inter rectas ad Terram & Planetam ductas comprehenſus, æqualis eſt complemento Elongationis Planetæ à Sole, (nam in orbitis propemodum circularibus, linea orbitam tangens eſt perpendicularis ad rectam à Sole ad punctum contactus ductam) ac proinde dabitur ille angulus, ſed datur punctum Eclipticæ in quo Tellus in illo momento videbitur; unde dabitur quoque punctum in quo Planeta inferior è Sole conſpicitur. In his igitur poſitionibus dabuntur Planetarum loca Heliocentrica. *Locus Geocentricus & Heliocentricus, cum Planeta ſuperior eſt in oppoſitione Solis, coincidunt.*

Temporum Periodicorum prima Determinatio.

Si itaque Planeta aliquis ſuperior, *v. gr.* Jupiter obſervetur cum eſt in oppoſitione Solis, iterumque rurſus cum ad oppoſitum Solis pervenit; dabitur arcus quem Planeta è Sole ſpectatus interea temporis percurrit; fiat itaque ut arcus ille ad totam circumferentiam, ita tempus inter obſervationes elapſum, ad quartum, dabitur exinde quamproxime tempus Planetæ Periodicum, & ſimiliter ex datis inferiorum locis Heliocentricis eorum Periodos quamproxime colligere licebit; quamproxime dico, nam calculus ſupponit motum Planetæ eſſe in circulo & per omnem periodum æquabilem; quod verum non eſt, unde non accurate hac methodo dabuntur Planetarum periodi.

Eorundem accuratior Determinatio.

Sequenti igitur methodo accuratius inveſtigari poſſunt Planetarum Tempora Periodica. Obſervetur Planeta quilibet bis in eodem nodo; id eſt, binæ fiant obſervationes, quando Planeta, ad eandem orbitæ partem, nullam habuerit latitudinem, quod tunc ſolum poteſt contingere, quando Planeta eſt revera in nodorum aliquo: Tempus inter binas obſervationes elapſum, æquale erit tempori Planetæ Periodico. Nam cum Planetæ omnes moveantur in orbitis, quorum plana ab Eclipticæ plano diverſa ſunt, & Sol in communi omnium orbitarum foco exiſtat, orbitæ omnes Eclipticæ planum ſecabunt in lineis per Solem tranſeuntibus, quæ ad Eclipticam productæ nodos duos oſtendent; & Planeta non niſi ſemel in integra periodo in nodorum aliquo ſpectari poteſt. Nodi autem vel quieſcunt vel tarde admodum moventur; adeo ut ſpatio unius periodi tanquam quieſcentes haberi poſſunt. Unde ex dato tempore inter duos proximos Planetæ ad eundem nodum appulſus, innoteſcet Planetæ Periodus.

TAB. 39. fig. 4.

His iiſdem obſervationibus, cognita prius Theoria motûs Telluris, obtineri poteſt lineæ Nodorum poſitio, ſeu puncta Eclipticæ in quibus linea Nodorum eidem occurrit. Sit ATB orbita Telluris, CND Planetæ orbita, NS*n* Nodorum linea: Sitque in prima obſervatione Tellus in T, & Planeta obſervetur in N. Cumque Planetæ locus è Terra viſus per obſervationem innoteſcit; Solis autem locus ad il-

lud

lud tempus ex cognitâ Telluris Theoriâ datur; exinde arcus Eclipticæ inter duo loca interceptus ſeu menſura anguli NTS dabitur. In ſecunda obſervatione, ſit Tellus in t, & Planeta in eodem Nodo N, unde ſimiliter invenietur angulus NtS.

In triangulo rectilineo TSt, dantur TS, tS, & angulus TSt, ex nota Theoria Telluris; unde per Trigonometriam inveniri poſſunt anguli STt & StT, item latus Tt, ab angulo itaque STt dato, auferatur datus angulus NTS, & dabitur angulus NTt, ad angulum datum StT, addatur angulus datus NtS, & dabitur angulus NtT; unde in triangulo NtT, dantur omnes anguli, cum latere Tt prius invento, quare dabitur latus NT diſtantia Planetæ à Terra. Denique in triangulo NTS, dantur laterra NT, TS, & angulus NTS obſervatione cognitus, exinde innoteſcet latus NS diſtantia Planetæ in nodo exiſtentis à Sole, & angulus TSN qui poſitionem Nodorum oſtendet. Nam notum eſt punctum Eclipticæ quod Tellus è Sole viſa tempore obſervationis occupat, & notus eſt angulus TSN; quare quoque innoteſcet punctum Eclipticæ in quo Nodus N è Sole videtur, & punctum n huic appoſitum erit alterius Nodi locus, unde notus erit Nodorum ſitus inveniendus. *Nodorum poſitiones determinantur.*

Hac ratione inveſtigatis Nodorum locis; poſſumus invenire inclinationem orbis Planetarii ad Eclipticam. Scil. ex dato loco Nodi, innoteſcet tempus quando Tellus è Sole viſa idem punctum occupat, quod fit per ejus Theoriam; eodem tempore obſervetur Planetæ Latitudo Geocentrica, ejuſque diſtantia à Nodo Oppoſito; erit tunc Latitudo Planetæ Heliocentrica, Latitudini obſervatæ æqualis, cum Planeta à Sole viſus tantundem diſtat à Nodo. Sit enim CPD orbita Planetæ, NSn Nodorum linea, BNT portio orbitæ Telluris, in qua ſit Tellus in N, ſcil. in linea Nodorum, obſervetur Planeta in P, eruntque Sol, Planeta, & Tellus omnes in plano orbitæ Planetariæ. A puncto P ad Eclipticam demittatur normalis recta PE, & in plano Eclipticæ ducatur recta NE. Planum trianguli NPE ad Eclipticam rectum erit, & angulus PNE erit Latitudo Planetæ obſerva- *Inclinationes orbitarum determinantur.* TAB. 39. fig. 5.

 ta;

ta; per S ducatur *spf* ad NP & *pe* ad PE parallelæ, & planum per *sp*, *pe* erit ad planum NPE parallelum, & proinde ad Eclipticæ planum normale; adeoque *se* communis sectio hujus plani cum Ecliptica erit ad NE parallela, quare ob *sp*, *se* parallelas ad NP, NE erit angulus *pse* Latitudo Heliocentrica æqualis angulo PNE Latitudini Planetæ è Tellure observatæ, cum illa in Nodo invenitur.

TAB. 39. *fig.* 5. Sit *nf* portio orbitæ Planetæ ad cælum productæ, *nh* portio Eclipticæ, *fh* arcus circuli Latitudinis per Planetæ locum Heliocentricum ductus. In triangulo Spherico rectangulo *nfh*, ex datis *nh* distantia Planetæ à Nodo, & *hf* ejus Latitudine observata; dabitur angulus *hnf* inclinatio orbis Planetarii ad Eclipticam.

Determinatur locus Heliocentricus Planetæ & distantia à Sole quando Planeta observetur in situ Achronico. TAB. 40. *fig.* 1.

Inventa semel hac inclinatione, observatione innotescet locus Planetæ Heliocentricus, ejusque à Sole distantia, quotiescunque ille in situ Achronico seu Soli opposito invenitur. Sit ATB orbita Telluris, DPE orbita Planetæ; sitque Planeta in P, Tellus in T, & NS*n* Nodorum linea, in qua sit Sol in S. Locus Planetæ ad Eclipticam reductus erit in linea ST, quæ per terram transit; Observetur angulus PTE Latitudo Planetæ Geocentrica. Sed datur angulus PST ejus Latitudo Heliocentrica, quia datur distantia Planetæ à Nodo. Præterea per Theoriam motus Telluris, datur ST distantia Telluris à Sole: adeoque in triangulo PST, ex datis omnibus angulis una cum latere ST, dabitur PS distantia Planetæ à Sole, sed datur angulus PS*n*, ex data latitudine Heliocentrica, ex quo innotescet Planetæ locus Heliocentricus in propria orbita: similiter si aliæ duæ habeantur ejusdem Planetæ observationes in situ Achronico, dabuntur positione & magnitudine tres lineæ, quarum extremitates in Planetæ orbita locantur, & Sol est in orbitæ foco alterutro; unde ut determinetur Planetæ orbita, ejusque species & positio, describenda est Ellipsis, cujus focus datus est, & quæ per tria puncta transit. Quod Problema expedire docent Geometræ, & nos etiam in sequentibus, Problematis solutionem dabimus.

Si Planeta sit extra situm Achronicum, nihilominus per unicam observationem, ejus à Sole distantia locusque Helio-centricus inveniri potest. Sit PAE orbita Planetæ, TGH Telluris orbita, Tellus in T, Planeta in P, sitque Sol in S, & NS Nodorum linea. Ex P demittatur ad planum Eclipticæ normalis PB, ducatur BT, & producatur ut cum linea Nodorum concurrat in N. Erit planum trianguli NPB ad planum Eclipticæ perpendiculare, cui etiam sit recta CT normalis, plano orbitæ Planetariæ occurrens in C. Ex T in lineam Nodorum demittatur perpendicularis recta TD, & juncta DC, erit angulus TDC inclinatio orbitæ ad Eclipticam, quæ itaque datur. Observetur angulus PTB Latitudo Planetæ Geocentrica, item angulus BTS Elongatio Planetæ à Sole secundum Eclipticam. In triangulo NTS, datur, ex Theoria Telluris, latus TS distantia terræ à Sole in momento observationis. Item angulus TSN, ex cognitis locis Telluris & Nodi, datur etiam angulus STN distantia Planetæ à Sole è terra visa, vel ejus complementum ad duos rectos, unde dabitur NT. Et in triangulo rectangulo TSD, ex datis TS & angulo TSD, seu TSN, dabitur TD. Quare in triangulo rectangulo TDC, ex datis TD & angulo TDC inclinatione orbitæ ad Eclipticam, dabitur exinde TC. In triangulo rectangulo TCN, ex datis TC, TN, dabitur angulus TNC. Quare in triangulo NTP, dantur omnes anguli, nam angulus PTN est Latitudo observata, vel ejus complementum ad duos rectos, & PNT modo inventus est, sicuti latus TN, unde innotescet latus TP. In triangulo PTB rectangulo ad B, datur TP & angulus PTB Latitudo observata, unde dabuntur latera TB, PB. Et in triangulo TSB, ex datis TB, TS cum angulo interjecto BTS dabitur SB, (quæ distantia Planetæ à Sole curtata dicitur) cum angulo TSB. Adeoque locus Heliocentricus Planetæ ad Eclipticam reductus. Denique in triangulo PBS dantur latera PB, BS, ex quibus dabitur SP distantia Planetæ à Sole, & angulus PSB Latitudo Planetæ Heliocentrica. Data autem inclinatione orbitæ, & Latitudine Planetæ Heliocentrica, dabitur ejus distantia à Nodo in propria orbita, adeoque ejus locus centricus è Sole visus.

Per unicam observationem determinatur locus Planetæ Heliocentricus ejusque à Sole distantia extra situm Achronicum.

TAB. 40. fig. 2.

Si

Si hac ratione acquirantur alii duo Planetæ loci Heliocentrici eorumque à Sole distantiæ, habebitur focus scil. centrum Solis, & tria puncta data erunt per quæ describenda erit Ellipsis, quæ erit orbita Planetæ.

TAB. 39. fig. 6. Aliam excogitavit methodum Cl. *Halleius*, qua Planetæ loca centrica, ejusque à Sole distantiæ inveniri possunt, quæ supponit tantum cognitum esse Planetæ tempus periodicum. Nempe sit K L B orbita Telluris, S Sol, P Planeta, seu potius punctum ubi perpendicularis à Planeta in planum Eclipticæ incidit. Et primo Tellure in K existente, observetur ejus Longitudo Geocentrica, & ex data Theoria Telluris dabitur Longitudo Apparens Solis, quare dabitur angulus P K S. Planeta post integram absolutam periodum, rursus ad P redibit, quo tempore, Tellus sit in L, & exinde rursus observetur Planeta, & inveniatur angulus P L S Elongatio Planetæ à Sole. Ex datis momentis observationum, dantur loca Telluris in Ecliptica è Sole visa, ejusque à Sole distantiæ, quare in triangulo L S K, dantur L S, S K, & angulus L S K, quare invenientur anguli S L K & S K L & latus L K. Quare si ab angulis datis P K S & P L S, auferantur anguli noti L K S & K L S, restabunt anguli P K L & P L K noti; Quare in triangulo P L K ex datis angulis, uno cum latere K L, innotescet P K. Deinde in triangulo P K S, dantur latera P K, K S cum angulo interjecto P K S, quare dabitur S P distantia Planetæ à Sole curtata, & angulus K S P, ex quo innotescet locus Planetæ Heliocentricus, ejusque à Nodo distantia secundum Eclipticam. Est autem Tangens Latitudinis Planetæ Geocentricæ, ad Tangentem Latitudinis Heliocentricæ, ut distantia Planetæ à Sole curtata, ad distantiam ejusdem à Tellure curtatam, sed per observationem, datur Latitudo Planetæ Geocentrica; quare dabitur Planetæ Heliocentrica Latitudo, ex qua & distantia à Sole curtata, elicietur Planetæ à Sole vera distantia desiderata. Si hac ratione acquirantur tria loca centrica Planetæ, tresque correspondentes ejus à Sole distantiæ, forma orbitæ & Apsidum positio habebitur; describendo Ellipsim cujus focus est Sol quæ transit per tria puncta data. Ellipsis autem illa sequenti methodo determinatur.

Sint

Descriptio Ellipseos cujus focus datus est & quæ per data tria puncta transit. TAB. 39. *fig.* 7.

Sint SD, SC, SB tres rectæ datæ, in datis positionibus à foco S, ducantur DC, BC, & producantur, ut sit DF ad CF, ut DS ad CS. Item CE ad BE, ut CS ad BS; ducatur FE, in quam ex S cadat perpendicularis SG; hæc recta dabit Axis positionem. Ducantur DK, CI, BH ad SG parallelæ, & secetur SG in A, & producatur, ut sit GA ad SA, ut KD ad SD, & ita G*a* ad S*a*, fiatque *sa* = SA. Erunt puncta A*a* vertices Ellipseos, cujus foci sunt S & *s*, & Axis major A*a*. Et si his verticibus & focis describatur Ellipsis, erit ea ejusdem formæ cum orbita quæsita. Nam quoniam est DS ad CS, & DF ad CF, & ut DK ad CI; erit permutando DS ad DK, ut CS ad CI; & similiter erit SB ad BH, ut CS ad CI, & ut DS ad DK; sed ut DS ad DK, ita est per constructionem SA ad GA. Et quoniam est SA : AG :: S*a* : *a*G; erit SA : AG :: S*a* — SA, seu S*s* : *a*G — AG seu A*a*. Adeoque erit SD : DK :: SC : CI :: SB : BH :: S*s* : A*a*. Sed hæc est proprietas Ellipseos cujus focus est S, & Axis major A*a* uti à Scriptoribus Conicis demonstratur, & speciatim à *Milnio* in Elementis Conicis, *Part.* IV. *Prop.* 9. unde liquet Ellipsim focis S & *s*, & Axe A*a* descriptam transire per puncta BCD.

Quoniam in Astronomia, calculus constructione quavis, utcunque concinna, utilior est; Ellipseos forma & positio sic calculo invenitur. In triangulis DSC, BSC, ex datis lateribus DS, CS, BS, & angulis DSC, CSB, innotescent latera DC, BC, & anguli SDC, SCD, SCB & SBC. Et quoniam datur ratio DF ad CF, & datur DC, dabuntur quoque CF, & DF, similiter quoniam datur ratio CE ad BE, & datur CB, dabuntur CE & BE; sed datur angulus BCD æqualis duobus notis DCS & BCS, quare dabitur hujus complementum ad duos rectos, scil. angulus FCE. In triangulo igitur FCE, dantur latera CF, CE, & angulus interjectus FCE; quare invenietur angulus CEF, ejusque complementum ad rectum, qui est angulus ICE, cui addatur notus angulus SCB, & dabitur totus angulus SCI. Et quoniam A*a* est ad IC parallela; erit angulus CS*a* æqualis SCI angulo, unde ex noto angulo CS*a* dabitur Axeos positio.

In triangulo rectangulo EBH, ex datis BE & angulo E invenietur BH, & unde ratio BS ad BH, quæ est ratio Ss ad Aa, & SA ad AG, & sa ad aG, quare dabuntur puncta Aa vertices Ellipseos & foci S & s. Quæ erant invenienda.

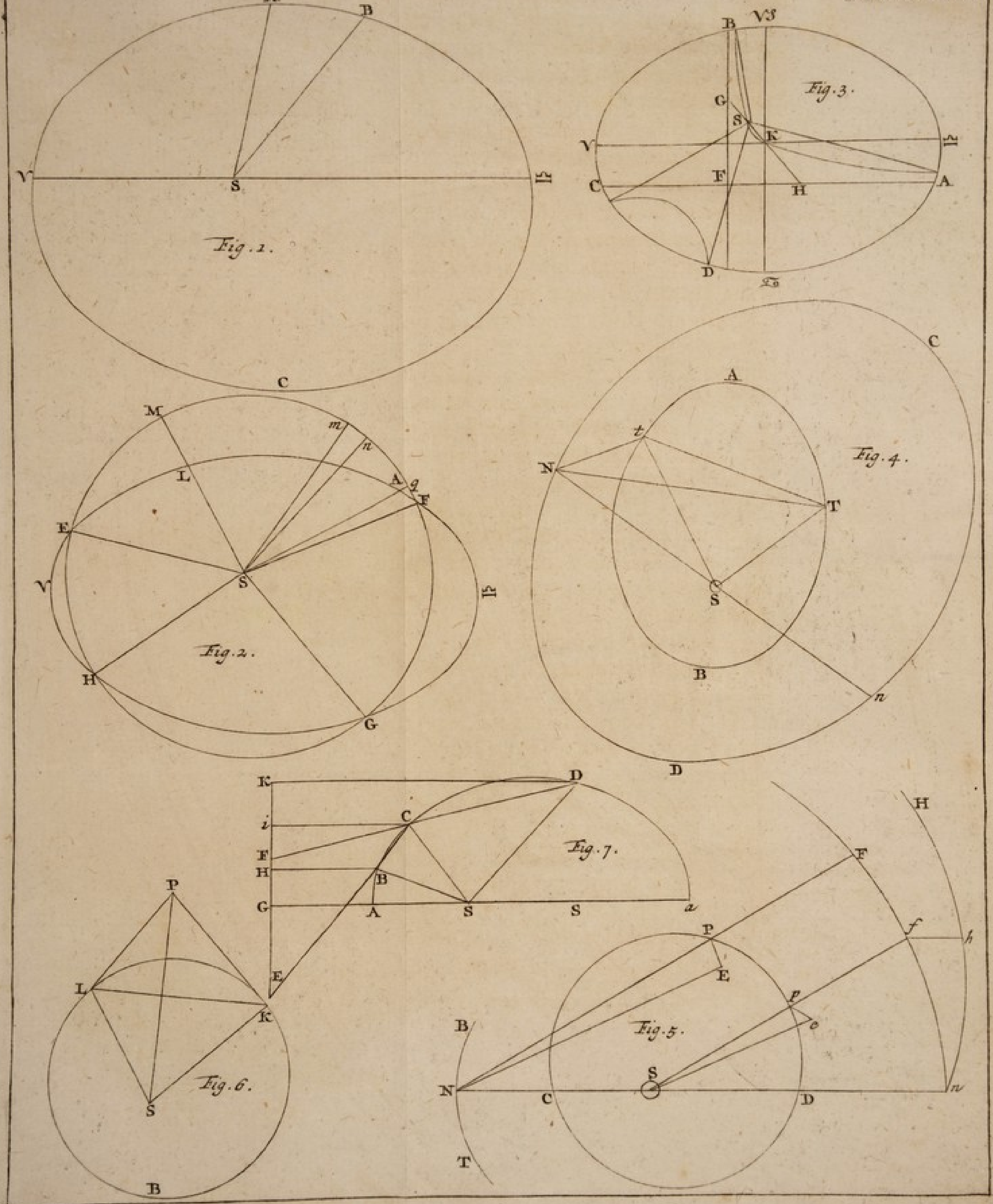
Superius ostensum est, qua ratione locus Planetæ centricus per observationem inveniri possit, locum autem situmque Aphelii nunc invenire docuimus, ex quo dabitur distantia Planetæ ab Aphelio, tempore observationis, hæc distantia Anomalia Planetæ vera seu coæquata dicitur; determinatis autem orbitæ Excentricitate & tempore Periodico, locum Planetæ medium seu Anomaliam ejus mediam investigare docuimus in Lectione *De Solutione Problematis Kepleri;* & exinde ad tempus observationis datum dabitur Planetæ motus medius, locusque, quem in propria orbita is teneret, si æquabili semper motu angulari incederet, quo semel dato, dabitur planetæ locus medius, pro alio quovis temporis momento. Fiat enim ut tempus Periodicum ad tempus inter observationem & momentum pro quo quæritur locus Planetæ medius; ita integer circulus seu grad. 360. ad quartum, hic arcus si tempus præcesserit observationem, ablatus à loco prius invento, vel eidem additus, si posterius fuerit, dabit locum Planetæ medium ad tempus Propositum.

Ut facilius obtineatur locus Planetæ medius, ad quodlibet temporis momentum, convenit ejus motum ex tabulis Astronomicis eruere, in quibus habetur locus Planetæ medius, seu Anomalia media, in initio celebris alicujus Æræ, qualis est *Æra Nativitatis Christi Domini*, *Nabonassori*, *Mundi Conditi*, *Urbis Conditæ*, aut *Periodi Julianæ;* Qui locus pro his Temporum momentis datur, per methodum supra explicatam, & pro meridie Temporis æquabilis, non apparentis habendus est; locus talis *Epocha* seu Radix dicitur, à qua tanquam immobili principio motus omnes consurgunt.

Tabulæ motus medii quomodo construuntur.

Si tempus per Annos à Nativitate Domini, aut ab initio Periodi Julianæ elapsos numeretur, præstat ut Annus initium capiat à Meridie quæ primam diem Januarii præcedit, ita

TAB. XXXIX.



ita ut in Meridie primæ diei Januarii, completa ſit prima Anni dies. Fiat ut Tempus Periodicum ad Annum communem 365 dierum; ita circulus ad quartum, dabitur Planetæ motus medius in uno Anno, & ſimiliter, fiat ut Tempus Periodicum ad diem ita circulus integer ad quartum, & dabitur motus medius diurnus; ſimiliterque operando, dabitur motus Horarius, motuſque pro ſingulis ſcrupulis primis, ſecundis, &c. Si motus Annuus continuo ad ſe ipſum addatur, dabitur motus duorum, trium, & quatuor Annorum, ſed cum quartus quilibet Annus ſit Biſſextilis conſtans dierum 366, ad motum quarti Anni addendus eſt motus unius diei. Deinde continuo addendo motum unius Anni, habebimus motum 5, 6, & 7, Annorum; ſed motus octavi Anni augendus eſt motu unius diei, vel potius motus quatuor Annorum duplicandus eſt, eſt enim Biſſextilis. Ex hiſce motibus ſic collectis, ſemper rejiciendi ſunt integri circuli, nam poſt circulum peractum, Planeta ſemper ad eundem locum redit.

Hac ratione habentur Planetæ cujuſlibet motus medii, pro Annis ſingulis, uſque ad 20. Deinde ſi motus Annorum 20 continuo ad ſe addantur, dabuntur motus in Annis 40, 60, 80, 100, quibus ſingulis addendo motum decem Annorum dabuntur motus pro Annis 30, 50, 70, 90, 100. Et continua additione motûs 100. Annorum rejectis ſemper integris circulis; dabuntur motus Annorum 200, 300, 400, 500, &c- uſque ad 1000. Et ſimiliter progrediendo, obtinentur motus pro Annis 2000, 3000, 4000, 5000, &c. Atque ita quo uſque libuerit progredi liceat.

Motus ſic collecti in Tabulis ſunt reducendi, quæ Tabulæ motus medii dicuntur, ſeu Anomaliæ mediæ, ſi ab Aphelio numerentur motus; & pro ſingulis Planetis in tabulis Aſtronomicis proſtant. Verum notandum eſt, ſi motus medius ſit ab æquinoctio numerandus, loco Temporis Periodici capiendum erit Tempus quo Planeta Zodiacum percurrit, quod Tempore Periodico aliquanto minus eſt, ob motum Æquinoctiorum interea in antecedentia factum.

Si Planetarum Aphelia moveri ſupponatur, hujus quoque motus ratio habenda eſt. Et motus Præceſſionis Æquinoctiorum motuſque Apheliorum, (qui quantum conſtat præterquam in Luna ſunt omnes æquabiles,) pro ſingulis Annis; Annorum Decadibus, centenariis, & millenariis ſunt ſimiliter computandi, & in Tabulis diſponendi, ut pro dato tempore habeantur diſtantiæ fixarum & Apheliorum ab Æquinoctio.

His adjungunt Aſtronomi alias quoque pro ſingulis Anomaliæ mediæ gradibus Tabulas, quibus Anomaliæ veræ correſpondentes habentur, & computari poſſunt per methodum à nobis traditam in Lectione de ſolutione Problematis Kepleri, ſi minuta & ſcrupula ſecunda adjiciantur mediis motibus, capienda eſt differentia inter Anomalias veras uno gradu à ſe invicem diſtantes, & elicienda eſt pars proportionalis addenda Anomaliæ Tabulari proxime minori, aut ab ea ſubtrahenda.

Pro Solis Lunæque motibus vulgo computantur Proſthaphereſes ſeu Æquationes, quæ ſunt differentiæ inter Anomaliam veram & mediam. Hæ ab Anomalia media vel ſublatæ, vel eidem additæ, prout Planeta fuerit in primo vel ſecundo Anomaliæ ſemicirculo, dant Anomaliam veram.

Argumentum Latitudinis.

Ex notis Aphelii, Nodique locis, dabitur eorum diſtantia, adeoque ex data Planetæ Anomalia vera, dabitur ejus diſtantia à Nodo, quæ *Argumentum Latitudinis* dicitur. Per quod & calculum Trigonometricum, facile innoteſcit Planetæ Latitudo centrica, ejuſque diſtantia à Sole curtata, quæ eſt diſtantia inter Solem & rectam à Planeta ad planum Eclipticæ perpendiculariter demiſſam. Atque hac ratione locus Planetæ centricus, Latitudo, & à Sole diſtantia calculo inveniuntur. Quibus inveſtigatis poſſumus locum Planetæ Geocentricum ſeu è Tellure viſum hac ratione exquirere.

Calculus loci Geocentrici Planetæ.

TAB. 40. *fig.* 3.

Inveniendus eſt primo, locus Telluris in Ecliptica è Sole viſus, ejuſque à Sole diſtantia; item locus Planetæ Heliocentricus, Latitudo, & diſtantia curtata. Sit TCF orbita Telluris, in qua ſit Tellus in T, APE orbita Planetæ, cujus locus ſit P, & S Sol, SN Nodorum linea. Ex Pla-

Planetæ loco demittatur ad Planum Eclipticæ normalis recta PB, ducta SB & producta occurret Eclipticæ in loco Planetæ ad Eclipticam reducto, qui locus, ex dato arcu PN, & inclinatione Planorum orbitæ & Eclipticæ datur. Sed datur locus Telluris è Sole visus, adeoque dabitur differentia locorum Terræ & Planetæ, seu angulus TSB qui Commutatio dicitur. Deinde in triangulo TSB, datur TS ex Theoria motus Telluris, & SB distantia Planetæ à Sole curtata, quare dabitur angulus STB Elongatio Planetæ à Sole, seu arcus Eclipticæ inter locum Solis & Planetæ locum interceptus, & TB distantia Planetæ à Tellure curtata. At datur Solis locus, oppositus est enim loco Terræ è Sole viso; quare dabitur locus Planetæ in Ecliptica è Tellure visus. Præterea in duobus triangulis rectangulis PSB, PTB, est Tangens anguli PSB ad Tangentem anguli PTB, ut TB ad SB, sed ut TB ad SB, ita sinus TSB anguli Commutationis ad sinum anguli Elongationis STB. Quare erit ut sinus anguli commutationis ad sinum anguli Elongationis, ita Tangens Latitudinis Heliocentricæ, ad Tangentem Latitudinis Geocentricæ. Q. E. I. Sic hac ratione invenire possunt Astronomi ad quodlibet datum Temporis momentum Locum Planetæ Geocentricum, ejusque Latitudinem è Tellure visam.

Comparando Planetarum Periodos cum ipsorum à Sole distantiis mirabilem videmus eos ubique observare Harmoniæ legem, scil.

Quadrata Temporum Periodicorum sunt in omnibus, proportionalia Cubis distantiarum mediarum à Sole.

Sunt enim Periodi & distantiæ mediæ illæ quas exhibet annexa Tabula.

	Periodi Dies	h.	′	″	Distantiæ mediæ.
♄	10759	6	36	26	953800
♃	4332	12	20	25	520110
♂	686	23	27	30	152369
☉	365	6	9	30	100000
♀	224	16	49	24	72333
☿	87	23	15	53	38710

Pla-

Planetarum Diametros veras, & magnitudines, eos cum Sole comparando, optime determinavit illuſtris Mathematicus *Hugenius*, in Syſtemate ſuo Saturnino; idque methodo ſequenti.

Docuit nos novo ſuo & Divinitus invento Syſtemate Copernicus, quamnam inter ſe proportionem ſervant, ſingulorum à Sole Planetarum diſtantiæ. Apparentes vero eorundem diametri, quanto aliæ aliis majores ſunt, Teleſcopii ope innoteſcit, collatis ergo invicem rationibus utriſque, tum diſtantiæ, tum magnitudinis apparentis, vera inde Planetarum ad ſe mutuo nec non ad Solem magnitudo cognoſcitur, per principia in Lectione prima à nobis explicata.

Et ad Saturnum quod attinet primum, Annuli ejus diameter, quum in minima à nobis diſtantia, comprehendatur angulo 68 ſcrupulorum ſecundorum, talis enim ad ſummum reperitur, cumque minima hæc Saturni diſtantia ſit ad mediocrem Solis diſtantiam fere octupla, ſequitur, ſi tam propinquus nobis fieret Saturnus quam Sol in diſtantia mediocri, apparituram tunc Annuli diametrum octuplam ejus quæ nunc apparet, hoc eſt 9′ : 4″. Solis autem diameter in media diſtantia eſt 30′ : 30″; ergo revera, ea erit proportio diametri Annuli Saturni ad diametrum Solis quæ 9′ : 40″, ad 30′ : 30″; hoc eſt, fere quæ 11 ad 37. Diameter vero Saturni ipſius, ad Annuli diametrum ſe habet ut 4 ad 9; hoc eſt, fere ut 5 ad 11, adeoque ad diametrum Solis ut 5 ad 37.

Jovis diameter cum proxime nobis adeſt, 64 ſcrupula ſecunda comprehendere videtur, cumque hæc ejus diſtantia ſit ad mediam Solis diſtantiam ut 26 ad 5. Si fiat ut 5 ad 26, ita 64″ ad aliud, invenientur 5′ : 35″ amplitudo anguli quem obtineret Jovis diameter, ſi tam propinquus nobis fieri intelligatur, atque Sol in diſtantia mediocri. Sol autem hic apparet diametro 30′ : 30″. Ergo Jovialis diametri ad Solarem proportio erit, quæ 5′ : 35″, ad 30′ 30′ hoc eſt, paulo major quam 1 ad 5½.

Venus cum Terris proxima eſt, non majorem ſubtendit

an-

angulum quam 85 ſcrupulorum ſecundorum. Eſt autem diſtantia hæc Veneris Perigea, ad mediam Solis à Tellure diſtantiam circiter ut 21 ad 82. Ergo ſi apud Solem Venus conſiſteret, appareret ejus diameter duntaxat $21'':46'''$; unde conſtat ita eſſe diametrum Veneris ad Solarem ut $21'':46'''$ ad $30'\frac{1}{2}$, hoc eſt, ut 1 ad 84.

At Martis diameter Terris proximi non excedere $30''$ deprehenditur. Unde cum diſtantia Martis minima ſit ad mediocrem Solis, ut 15 ad 41, colligitur ratio diametri Martis ad diametrum Solis, ea quæ eſt circiter 1 ad 166, unde Mars duplo minor Venere ſecundum diametrum, hac ratione efficitur.

Præterea ex obſervationibus Hevelii conſtat, Mercurii diametrum ad Solis diametrum comparatam, ſe habere ut 1 ad 290.

Terræ magnitudinem ad Solem comparatam diverſi auctores diverſam ponunt; qui parallaxim Solis Horizontalem quindecim ſecundorum fingunt, Solem à Terra 13750 ſemidiametris diſtare volunt, quo poſito diameter Solis erit ad diametrum Terræ ut $30':30''$ ad $30''$; hoc eſt, ut 61 ad 1. Sed eſt argumentum probabile, quod hanc proportionem paulo majorem facit; nempe quoniam Lunæ diameter paulo major eſt quam quarta pars diametri Terræ: ſi parallaxis Solis ponatur quindecim ſecundorum, fieret Lunæ corpus corpore Mercurii majus; Planeta ſcil. ſecundarius primario major, quod concinnati Syſtematis Mundani contrariari videtur. Ponatur itaque Terræ ſemidiameter è Sole viſa, ſeu quod idem eſt, Solis parallaxim Horizontalem 10 ſecundorum; unde Luna minor erit Mercurio, ac provenit Solis à Terra diſtantia plus quam 20000 ſemidiametris Terræ; & Solis diameter erit $91\frac{1}{2}$ vicibus major Telluris diametro; cui proportioni convenit in præſentiarum, aſſenſum præbere, uſquedum per obſervationem Veneris in Solis diſco viſæ, quod Anno 1761. continget, de eadem certiores ſimus facti. Eſt itaque diameter Solis ad Planetarum diametros, in ratione quæ ſequenti Tabella exprimitur.

Dia-

Diameter Solis eſt ad diametrum,	Saturni	ut 1000 ad	137
	Jovis		181
	Martis		6
	Terræ		9
	Veneris		12
	Mercurii		4

Adeoque cum Sphæræ ſint ut Cubi à diametris

erit Sol ad	Saturnum	ut 1000000000 ad	2571353
	Jovem		5929741
	Martem		216
	Tellurem		729
	Venerem		1728
	Mercurium		64

Hinc ſequitur, Solem omnes Planetas ſimul ſumptos, pluſquam centies & ſedecies magnitudine ſuperare; Saturnus autem quadringentis vicibus eſt Sole minor. At quantitate materiæ bis mille & quadringenis vicibus ei cedit. Jupiter Planetarum maximus plus 160 vicibus Sole minor eſt, at quantitate materiæ, ejus partem milleſimam trigeſimam tertiam non adæquat; at Terra noſtra ſi cum Sole comparetur, minima res eſt, & puncti fere inſtar; nam trecentis millenis vicibus eſt illo minor. Præterea comparando Planetas inter ſe; ex his rationibus conſtat, Jovem reliquis Planetis omnibus ſimul ſumptis majorem exiſtere. Terram autem noſtram pluſquam 2000 vicibus ſuperare, ſed & Stella Veneris quinquies noſtra Tellure major eſt. Sunt tamen duo ex ſex Planetis, Mars ſcil. & Mercurius, quos Tellus magnitudine ſuperat.

Jupiter reliquos omnes Planetas ſimul ſumptos magnitudine ſuperat.

Lectio XXVII.
De Planetarum Stationibus.

SI Tellus quieſceret, in eo orbitæ ſuæ puncto nobis ſtare appareret Planeta inferior ſeu Soli propior, ubi rectâ è Tellure ad Planetam ducta, ejus orbitam tangit. Nam cum Planeta circa illud punctum verſatur, ſi Terra quieſceret, rectâ ad illam accederet, ejuſque motus viſibilis eſſet nul-

nullus, vel certè omnium minimus. Similiter ſi Planeta ſuperior, vel à Sole remotior quivis quieſceret, is e Tellure in orbitâ ſuâ delata ſpectatus ſtare videretur, ubi recta è Planetâ ad Terram ducta Telluris orbitam tangit; at quia tam Terra quam Planetæ continuò circa Solem moventur, quando Planeta inferior in recta tangente ejus orbitam videtur, tunc etiam motus Terræ interea factus locum ejus viſibilem mutabit, adeoque nondum ſtare videbitur Planeta; ſicuti ob ſimilem cauſam, quando Terra in Tangente orbitæ ſuæ per Planetam ſuperiorem tranſeunte reperitur, ſeu dum percurrit arcum exiguum qui cum tangente illa ferè coincidit, Motus tamen ſuperioris Planetæ interea factus, ejus locum viſum mutabit. Adeoque neque Planeta inferior videtur ſtationarius, quando conſpicitur in recta quæ tangit ejus orbitam. Neque ſuperior ſtare videtur, cum eſt in recta quæ tangit orbitam Terræ, & per Terram quoque tranſit.

Planeta inferior non ſtationarius quando videtur in rectâ, quæ ejus orbitam tangit.

Neque ſuperior Planeta ſtare apparet, cum in recta videtur quæ tangit orbitam Terræ.

At cum Planetæ omnes nunc directè incedere, nunc retrogredi videntur; neceſſe eſt ut inter motum progreſſus & regreſſus, quilibet Planeta fiat Stationarius, & eundem in cælo locum per aliquod tempus (licet illud ſit exiguum) conſervare videatur; eundem autem locum in cælo viſibilem obtinet, quando linea Planetæ atque Terræ centra connectens ad idem cæli punctum continuo dirigitur; at recta illa ad idem cæli punctum dirigitur, quando ſibi parallela manet. Nam rectæ è quibuſvis orbitæ Telluris punctis ſibi parallelæ ductæ, ad eandem in cælo ſtellam diriguntur: iſtarum enim linearum diſtantia reſpectu diſtantiæ ſtellarum evaneſcit.

Quando Planetæ ſtare videtur.

Ut itaque inveniantur Stationum puncta, inquirendum erit, ubi linea in quâ videtur Planeta, è Terrâ, ſibi parallela manet. Quod ut fiat, notandum eſt, ſi centra Solis, Planetæ, & Terræ rectis conjungantur, formari triangulum, cujus duo crura ſunt ubique æqualia diſtantiis Planetæ & Terræ à Sole, Baſis autem eſt recta quæ Planetæ atque Terræ centra connectit: cumque crura hujus Trianguli in orbitis circularibus concentricis eâdem ſemper magnitu-

 dine

dine maneant, erit ratio ſinuum angulorum ad baſim ſemper eadem; ſunt enim ſinus ut latera angulis oppoſita. Uti ex Trigonometria conſtat.

TAB. 41. fig. 1.

Sit circulus BDG orbita Planetæ, cujus centrum S tenet Sol; atque huic concentricus AHK ſit Terræ orbita. Sitque primo Tellus in A & Planeta in orbitæ ſuæ puncto B. In Triangulo ASB, ſinus angulorum A & B ad baſim AB ſunt ut latera oppoſita SB SA. Ponamus deinde, tempore quovis exiguo, moveri Terram in orbitâ, per arcum exiguum AC, & Planetam interea per arcum BD in ſua orbita deferri: Planetæ & Telluris motus angulares ad Solem eodem tempore facti erunt reciprocè, ut Tempora eorum Periodica; nam quò majus eſt tempus Periodicum eò minor Peripheriæ portio in dato tempore percurritur. Eſt itaque angulus ASC motus angularis Telluris ad angulum BSD motum angularem Planetæ, ut Tempus periodicum Planetæ, ad tempus Periodicum Telluris, hoc eſt in data ſemper ratione.

Tempore ſtationum mutationes angulorum ad Tellurem & Planetam ſunt reciproce ut eorum Tempora Periodica.

Telluris centrum in C atque Planetæ in D rectâ conjungantur, quæ ſit ad AB parallela; & in eo caſu, uti oſtenſum eſt, Planeta ſtationarius apparet. Recta SA ſecet CD in M, SD verò producta ſecet AB in E. Et ob parallelas AB CD, erit per 29. *El. primi* angulus SMD æqualis angulo A. Sed per 32. *El. primi*, eſt angulus SMD æqualis angulis C & MSC ſimul; quare erit angulus C æqualis angulo A dempto angulo MSC ſeu CSA. Similiter ob parallelas AB CD, eſt angulus SDC, æqualis angulo SEA qui per 32 *El. primi* æqualis erit angulis SBA BSE, quare angulus SDC æqualis erit SBA & BSE ſimul ſumptis; eſt itaque incrementum momentaneum anguli SBA, æquale motui angulari Planetæ ad Solem interea facto. Sed prius oſtenſum fuit, decrementum anguli A, æquale eſſe angulo ASC, ſeu motui angulari Terræ ad Solem. At hi motus angulares ſunt in datâ ratione, reciprocè ſcil. ut Tempora Periodica.

Planeta itaque ſtationarius è Terrâ videtur, cum mutatio momentanea anguli ad Tellurem, eſt ad mutationem momenmentaneam anguli ad Planetam, ut Tempus Periodicum Planetæ ad Tempus periodicum Telluris.

Angulorum quorum ſinuum ratio eadem manet, coſinus ſunt in ratione directâ ſinuum & reciprocâ mutationum momentanearum eorumdem.

TAB. 40. fig. 4.

Sint duo arcus vel anguli, quorum ſinus in eâdem ſemper maneant ratione. Dico eorum coſinus ſeu ſinus complementorum ad quadrantem eſſe in ratione compoſitâ ex directâ ratione ſinuum eorundem arcuum, & reciprocâ ratione mutationum momentanearum arcuum vel angulorum, ſint v. gr. duo Arcus AM CM, quorum ſinus AB CD; & coſinus ſunt SB SD, & decreſcant arcus AM CM in arcus EM GM tales ut arcuum ſinus EK GL ſint prioribus AB CD proportionales. Eruntque decrementa ſinuum AF CH iiſdem quoque ſinubus proportionalia. Sunt AE CG arcuum decrementa momentanea, & arcus illi cum ſint indefinitè exigui pro rectis haberi poſſunt; ductis FE HG ad SM parallelis, Triangula AFE ASB erunt æquiangula; nam angulus B & AFE ſunt recti, & angulus EAF æqualis angulo ASB, nam eſt angulus SAB utriuſque complementum ad rectum. Similiter oſtendetur, Triangula CHG CSD eſſe æquiangula. Quare obſimilia Triangula.

Eſt CG : CH :: CS : SD

Item AF : AE :: SB : AS vel CS

Quare ductis Antecedentibus in Antecedentes, & Conſequentibus in Conſequentes, erit AF × CG : CH × AE :: SB × CS : SD × CS :: SB : SD. Hoc eſt erit SB ad SD in ratione compoſitâ ex ratione AF ad CH, & ratione CG ad AE, ſed ratio AF ad CH eadem eſt cum ratione ſinuum AB CD. Et Ratio CG ad AE, eſt ratio decrementorum arcuum AM CM in tempore minimo factorum. Eſt itaque SB coſinus Arcûs AM, ad SD coſinum arcûs CM, in ratione compoſitâ ex ratione ſinuum eorundem arcuum ſcil. AB CD & ex reciprocâ ratione decrementorum arcuum, ſcil. ex ratione CG ad AE.

Hoc ad Planetas in ſtationum locis applicatur.

TAB. 41. fig. 1.

Hinc ſi Solis, Planetæ ſtationarii, atque Telluris centra rectis jungantur, erit coſinus anguli A exiſtentis ad Tellurem ad coſinum anguli B ad Planetam, in ratione compoſitâ ſinuum angulorum A & B, & ratione reciprocâ decrementorum angulorum A & B. Sed Ratio ſinuum, eſt ratio diſtantiarum Planetæ & Telluris à Sole, ſcil. SB SA; & ratio decrementorum angulorum A & B, eſt ratio tempmuro Periodicorum Planetæ & Telluris, quæ dicantur t & T. Eſt itaque coſinus anguli A ad coſinum anguli B, cum Planeta ſtationarius e Tellure videtur, ut T × SB ad t × SA. Hoc eſt coſinus anguli ad Tellurem eſt ad coſinum anguli ad Planetam in ratione compoſitâ ex directâ ratione Temporum Periodicorum Telluris & Planetæ, & reciprocâ ratione diſtantiarum à Sole.

Conſtructio ad determinationem ſtationum. Hinc ſtationum Puncta ſequentis conſtructionis ope facillimè habentur.

TAB. 41. *fig.* 2. Sit AH Portio orbitæ Telluris, GBK portio orbitæ Planetæ, quarum centrum commune S. Secetur SA in E, ut SA ſit ad SE, ut Tempus Periodicum Telluris ad Tempus periodicum Planetæ. Super Diametro AE deſcribatur ſemicirculus ABE ſecans orbitam Planetæ in B. Erit B ſtationis punctum. Et erit angulus SAB Elongatio Planetæ à Sole, quando is ſtationarius e Terrâ videtur. Ducantur ABF EB, & huic parallela SF; angulus ABE in ſemicirculo eſt rectus, quare huic æqualis AFS erit etiam rectus.

Eſt præterea AS : AF :: Radius: coſinum ang: A. Item. BF : SB :: coſinus anguli SBF ad Radium; unde ductis Antecedentibus in Antecedentes; & Conſequentibus in conſequentes, erit AS × BF : AF × SB :: coſinûs SBF : coſinum anguli A. Ratio itaque coſinus anguli A, ad coſinum anguli SBF componitur ex ratione AF ad BF, & SB ad AS, ſed ratio AF ad BF æqualis eſt rationi AS ad SE ſeu rationi T ad t. Eſt itaque Ratio coſinûs anguli A ad coſinum anguli SBF æqualis rationi T × SB ad t × SA. Sed oſtenſum fuit, quando coſinus angulorum A & B hanc rationem obtinent, Planetam ſtationarium videri: quare liquet Punctum B eſſe locum Planetæ, cum is ſtationarius apparet.

Quando Planeta è Tellure ſtationarius videtur Tellus è Planetâ conſpecta ſtationaria apparet. Hinc patet, quando Planeta inferior ſtationarius e Tellure videtur, Tellurem quoque ex inferiore Planeta ſpectatam etiam ſtationariam videri, locumque inter fixas non mutare; nam Tellus ſtationaria videtur, cum linea ejus centrum & Planetæ centrum connectens parallela ſibi manet, & quamdiu illa parallela ſibi manet, ad idem cœli punctum dirigetur.

Eâ-

Eâdem prorſus ratione inveniuntur poſitiones Planetarum ſuperiorum, reſpectu Terræ & Solis, quando illi e Tellure conſpecti ſtationarii videntur. Scil. inquirendo, ubi Tellus tanquam Planeta inferior ſpectata ex ipſis ſtationaria videretur.

Caſus ubi ſtationaria in oppoſitione vel conjunctione cum Sole fierent.

Si Tempora Periodica forent diſtantiis à Sole proportionalia, coinciderent puncta E & A cum puncto G, & Planeta ſtationarius videretur, cum angulus A eſſet nullus; hoc eſt quando Planeta in conjunctione cum Sole videtur, ſi verò SE ad SA majorem rationem obtineret, quàm SG ad SA, hoc eſt ſi SE major foret quàm SG, circulus ABE Planetæ orbitam nuſquam ſecaret, adeoque Planeta nunquam fieret ſtationarius, ſeu ſemper directus videretur incedere.

Caſus ubi nullæ forent ſtationes.

Quod nunquam accidit in Planetis.

At neuter horum caſuum in Planetis locum obtinet: in illis enim eſt ſemper SE minor quam SG, quod ſic oſtendo.

Diſtantia Telluris à Sole SA dicatur p. Diſtantia Planetæ SG vel SB ſit q. Tempora periodica vocentur T t, & in Planetis per univerſalem regulam, ſuperius in Lectione quartâ explicatam. Eſt $T^2 : t^2 :: p^3 : q^3$ unde $T : t :: \sqrt{p^3} : \sqrt{q^3}$, ſeu ut $p^{\frac{3}{2}} : q^{\frac{3}{2}} :: p \times p^{\frac{1}{2}} : q \times q^{\frac{1}{2}}$. Sed ut T ad t ita eſt SA ad SE; hoc eſt $p \times p^{\frac{1}{2}} : q \times q^{\frac{1}{2}} ::$ SA vel $p : \frac{q \times q^{\frac{1}{2}}}{p^{\frac{1}{2}}}$ cui itaque æqualis eſt SE. Et quoniam eſt p major quam q, erit $q \times p^{\frac{1}{2}}$ major quam $q \times q^{\frac{1}{2}}$, ac proinde q major quam $\frac{q \times q^{\frac{1}{2}}}{p^{\frac{1}{2}}}$ ſeu SB vel SG major quam SE, adeoque circulus ſuper diametro AE Planetæ orbitam ſecabit. Terricola igitur Planetas omnes, in datis quibuſdam poſitionibus, ſtationarios videbit.

Inveſtigatio ſtationum per calculum.

Si calculo uti placeat, angulus ad Tellurem, ſeu Elongatio Planetæ à Sole, quando is ſtationarius apparet, ſic inveſtigatur. Poſito radio r, ſit ſinus anguli ad Tellurem qx, eritque ſinus anguli ad Planetam px. ponendo p ad q eſſe rationem ſinuum ſeu diſtantiarum a Sole, cumque ſinus anguli ad Tellurem ſit qx, ejus coſinus erit $\sqrt{r^2 - q^2x^2}$ &

locitates, quare tangentes CE AE sunt, ut Planetarum velocitates. Hoc Theorema est *Joannis Bernoulli*, *in Actis Berolinensibus* Editum, & ex parallelismo linearum AC BD immediatè sequitur; is tamen exinde nullam protulit Problematis Solutionem. Sequitur Solutio Halleiana.

PROBLEMA.

Invenire Locum Terræ è quo Planeta in dato Orbis sui puncto visus, stationarius apparet.

TAB. 41. fig. 5. Sit S Sol, ΠKLA orbis Terræ, quam circularem pro hac vice supponamus, $\pi P \alpha$ Orbita planetæ, P locus Planetæ datus. Ducatur recta VPQ contingens orbem Planetæ in P, occurrens vero Orbi Terræ in V & Q, ac bisecetur VQ in R: in eandem autem erigatur normalis PB, quæ sit ad VR vel RQ ut velocitas Planetæ ad velocitatem Terræ: ac centro R diametro VQ describatur semicirculus $vbdQ$, quem contingant rectæ, utrinque de B ductæ & productæ, ut $Bb\Sigma$, BdT; & ad quas e centro R demittantur normales Rb, Rd; ac fiant ΣK ipsi Σb, & TL ipsi Td æquales. Dico K, L puncta esse in orbe Terræ quæsita. Ob similia enim triangula $Rb\Sigma$, BPΣ, ΣP est ad PB ut Σb sive ΣK ad Rb sive RV, ac permutando ΣP est ad ΣK ut PB ad RV, quas fecimus, ut velocitas Planetæ ad velocitatem Terræ, Verum Σb contingit semicirculum in puncto b, ac proinde quadratum ex Σb æquale est rectangulo VΣQ. *per* 36. 3. *El.* cumque ΣK facta est ipsi Σb æqualis, ΣK continget orbem Terræ in puncto K, *per* 37. 3. *El.* Tangentes itaque utriusque orbis ΣP, ΣK sunt in ratione velocitatum, ac proinde Planeta in P è Terrâ in K visus, Stationarius erit. Eodem omnino modo demonstrabitur rectas TP, TL esse in ratione velocitatum & TL orbem Terræ contingere in L. Junctæ denique SK SL designabunt loca Terræ e Sole visæ, ac anguli KSP, LSP angulos commutationis quæsitos. Et existente SA lineâ Apsidum Terræ, erunt KSA, LSA, anguli anomaliæ veræ Terræ; unde si quid erratum fuerit in suppositâ velocitate Terræ accuratissimè corrigi poterit.

AL-

TAB. XL.

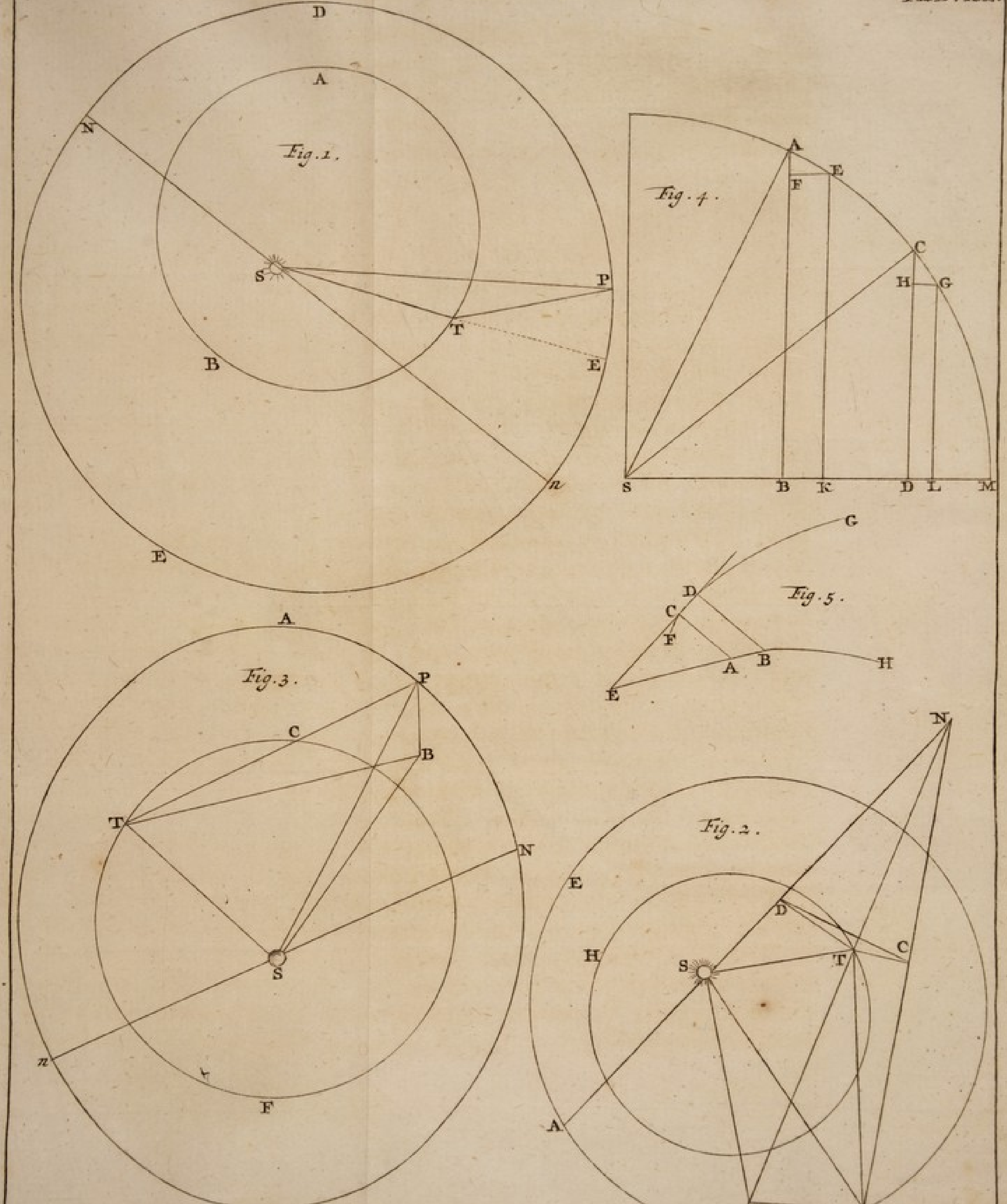


Fig. 1.
D
A
N
S
P
T
E
B
n
E
Fig. 4.
A
E
F
C
H
G
S
B
K
D
L
M
Fig. 5.
G
D
C
F
A
B
H
E
Fig. 3.
A
P
C
B
T
N
S
n
F
E
Fig. 2.
N
E
D
C
H
S
T
A
B
P

Alterius generis eſt Problema, *Stationis alicujus tempus definire;* cujus Solutio per Geometriam vulgarem exhiberi haud poteſt; illam tamen per approximationem, & methodum indirectam inveſtigavit acutiſſimus *Halleius;* in cujus Solutione utitur duobus Theorematis à *Cl. Moivreo* inventis; & Horum Theorematum demonſtrationes cum in rebus Aſtronomicis uſum habeant, nos dedimus in Lectione XXIII. pag. 424.

Sequitur Solutio *Halleiana.* Quoties Stationis alicujus tempus accuratè definire cupis; Obtentâ prius, Conſtructione dictâ, vel calculo rudiori, vel etiam ex Ephemeridibus, Stationis quæſitæ die, juxta Tabulas Aſtronomicas perfectiores, ad Meridiem iſtius diei capiatur Locus Solis, uti & Planetæ, tam Heliocentricus quàm Geocentricus, unà cum diſtantiarum utriuſque à Sole Logarithmis; & ut reducantur motus ad idem planum, curtetur illa Planetæ. Datur itaque Triangulum, S T P, ex principiis Aſtronomicis, ubi S Solem, T Terram & P Planetam deſignant. Ducantur Tangentes Orbis Terræ T Q, orbis verò Planetæ P Q, concurrentes in Q. Jam, ſi forte contingeret reales Planetarum Velocitates eſſe inter ſe, ut P Q ad T Q, ſive ut ſinus anguli P T Q ad Sinum anguli T P Q, conſtabit Planetas eſſe in ſitu Stationi congruo; quia hoc in caſu, motus momentaneus Terræ, de T in *t* juxta Tangentem T Q latæ, eſt ad motum Planetæ de P in *p* juxta Tangentem P Q, ut T Q ad P Q: proinde (per 2. VI *Elem.*) rectæ T P, *t p* parallelæ fiunt, atque adeo Planetæ tali in ſitu invicem Stationarii apparerent. TAB. 48. *fig.* 5.

Datis autem diſtantiis S T S P conſequitur ratio quam habent velocitates reales inter ſe, ſive T *t* P *p*. Sunt enim velocitates reales mediæ diverſorum Planetarum, ſive eæ quibuſcum ad diſtantias ſemiaxibus tranſverſis Orbium æquales, circa Solem circulos diſcriberent, in ſubduplicatâ ratione Axium reciprocè. Media autem velocitas Planetæ eſt ad Velocitatem ejuſdem in quovis orbitæ ſuæ puncto P vel T, in ſubduplicatâ ratione diſtantiæ â Sole ad diſtantiam ejus ab altero Orbitæ Ellipticæ Foco, quam P F & T F nominabimus reſpectivè. Poſito etiam R pro ſemiaxe tranſverſo ſuperioris planetæ, & r inferioris, compositis rationibus erit Velocitas inferioris Planetæ ad eam superioris, sive T t ad p P ut $\sqrt{}$R × SP × TF ad $\sqrt{}r$ × ST × PF. Hujus itaque rationis Logarithmus, juxta obliquitatem Tangentis PQ ad Eclipticæ planum reductus, habeatur in promptu.

Ex iisdem etiam distantiis habebuntur anguli STQ, SPQ; est enim Radius ad Sinum anguli STQ, ut $\sqrt{}$ST × TF ad semiaxem conjugatum Orbitæ Terræ; pariterque Rad. ad Sinum SPQ, ut $\sqrt{}$SP × PF ad semiaxem conjugatum Orbitæ Planetæ. Vel, quod paulo paratius est, fiat ut distantia Planetæ in Aphelio ad distantiam Periheliam, ita Tangens semissis anguli quo distat à perihelio suo, ad Tangentem anguli; qui è dicto semisse sublatus, relinquet complementum anguli SPQ ad Quadrantem, vel excessum ejus supra quadrantem, prout contigerit vel acutum vel obtusum esse; ac reducatur ille angulus, si opus sit, ad Eclipticæ planum. His itaque constitutis, ex angulo STP subducatur angulus STQ, & angulo SPQ adjiciatur angulus SPT, ut habeantur anguli QTP, QPT. Horum sinus, si eandem habeant rationem quam habent velocitates reales in punctis T & P, bene se habet.

Sin minus, Logarithmorum utriusque servetur differentia, sive Error positionis primæ, ac si ratio Velocitatum minor fuerit ratione Sinuum dictorum, minuendus est angulus TSP, addendo vel subducendo motum medium utriusque Planetæ uni diei competentem: & è contra, si major fuerit Velocitatum ratio. Calculoque priori omnino simili, quærantur denuo Logarithmi dictarum rationum, ad Meridiem præcedentis vel sequentis diei, prout casus postulat. Deinconferatur differentia horum Logarithmorum, sive Error Positionis secundæ, cum Errore ad alterum diem invento, & Errorum summa, si diversi signi fuerint, vel differentia, si signi ejusdem, erit ad 24 Horas, ut Errorum alter ad intervallum, quo tempus quæsitæ Stationis distat à Meridie cujus errorem adhibuimus: hoc autem *Regulam Falsi* callentibus manifestum est.

Ad hunc modum Planetarum Stationes intra pauca minu-

ta

ta obtinebuntur: ad tollendum autem errorculum à Logarithmorum dictorum augmento non omnimodè æquabili oriturum, si cui libeat, poterit, ad tempus jam inventum & vero proximum, redintegrato calculo rem penitus verificare: sed hac cautelâ non est opus nisi in Marte & Mercurio.

Ut autem res manifestior fiat, adjungam Exemplum calculi stationis Jovis nuperæ in mense *Novemb.* 9°. 1717.

Exemplum Calculi Stationum.

Novembris 9° in Merid.			*Novemb.* 10. Merid.
Anom. med. ♃.	9^s. 10°. 00′. 00″.	——	9. 10. 5. 00.
Mot. med. ☉.	7. 0. 7. 00.	——	7. 1. 6. 8.
♃ Locus Helioc. a 1ª * ♈	2. 25. 11. 00.	——	2. 25. 15. 53.
☉ a 1ª * ♈	6. 28. 53. 17.	——	6. 29. 54. 00.
Log. dist. ♃ à ☉	5. 720650.	——	5. 720680.
Log. dist. ⊕ à ☉	4. 994267	——	4. 924186.
♃^{is} Loc. Geoc.	3. 5. 4. 28.	——	3. 5. 4. 27.
Angulus STP.	113. 48. 49.	——	114. 49. 33.
Angulus SPT.	9. 53. 28.	——	9. 48. 34.
Angulus STQ.	89. 23. 54.	——	89. 23. 54.
Angulus SPQ.	92. 41. 20.	——	92. 41. 14.
Ang. PTQ.	24. 25. 42.	——	25. 25. 39.
& Ang. TPQ.	102. 34. 48.	——	102. 29. 48.
Log. rationis velocitatum.	0. 368210		0. 368321
Log. rat. Sinuum ang. TPQ. PTQ.	0. 372912		0. 356757
Error Posit. I.	0. 004702 +.		Error posit. II. 011564 —.

Cumque alter errorum est in excessu, alter in defectu, fit ut 16266 errorum summa, ad 4702, ita 24 horæ ad 6^h 56′. Unde concludere licet stationem Jovis contigisse *Nov.* 9° 6ta 56′ P. M.

Lectio XXVIII.

De Temporis Partibus.

Dies Naturalis.

PArtes Temporis omnibus notæ ſunt Dies, Horæ, Hebdomades, Menſes, & Anni. Dies Naturalis, qui à motu apparenti Solis ab oriente in occidentem definitur; eſt illud Temporis ſpatium, quod labitur, dum Sol à Meridiano, vel aliquo alio circulo horario digreſſus ad eundem revolvit; Naturalis dicitur, ut diſtinguatur ab illa vocis ſignificatione, qua Dies Nocti opponitur, & Artificialis nominatur.

Diem diverſæ Gentes diverſimode inchoant.

Non idem Diei initium omnes gentes obſervant. Babylonii diem auſpicabantur ab ortu Solis; Judæi & Athenienſes ab occaſu, quod Itali, Auſtriaci, & Bohemi nunc faciunt, & Sole Horizontem occiduum ſubeunte, horam viceſimam quartam numerant, proximam poſt Solis occaſum horam diei primam vocant.

Qui diem ab ortu Solis incipiunt, hoc habent commodi, quod ex horarum numero, ſciant quantum temporis elapſum ſit ab ortu Solis; qui ab occaſu diem inchoant, hoc inde utile capiunt, quod hora ſtatim oſtendit quantum temporis ad Solis diſceſſum reſtat, ut itinera aliosque labores illi proportionari poſſint. At his utriſque, hoc eſt incommodum, quod per numerationem horarum, Meridiei mediæque noctis tempus non innoteſcit, quod non niſi ſubducto calculo illis notum fieri poteſt, nam diverſis anni tempeſtatibus, tempus Meridiei diverſâ horâ numerabant. Ægyptii olim diem à media nocte inchoabant; à quibus Hipparchus hunc computandi morem in Aſtronomiam recepit, eumque ſecuti ſunt Copernicus aliique Aſtronomi, maxima tamen Aſtronomorum pars commodius duxerunt, diem à Meridie auſpicari. Sed mos incipiendi diem à media nocte, obtinet apud Brittannos, Gallos, Hiſpanos & alias pleraſque Europæ gentes.

Horæ æquales & inæquales.

Hora alia eſt æqualis alia inæqualis, Hora æqualis eſt viceſima quarta pars Diei Naturalis. Præter craſſam illam vulgi diviſionem horæ, in ſemihoras & Quadrantes, hodie commumuniter recepta eſt ab Aſtronomia tranſlata diviſio horæ in ſexaginta minuta prima, & uniuſcujuſque minuti primi in ſexaginta ſecunda.

Hora inæqualis eſt duodecima pars diei Artificialis, item pars duodecima noctis; dicitur etiam *Temporanea*, quod diverſis Anni Tempeſtatibus, variæ ſit quantitatis, nempe hora diurna Æſtiva longior eſt Hybernâ, & nocturna brevior. In die autem Æquinoctiali, hora diurna nocturnæ eſt æqualis; unde horæ æquales Æquinoctiales dicuntur; his horis uſi ſunt olim Judæi, Romani, hodieque Turcæ, atque ita meridies ſemper in horam diei ſextam incidebat. Dicuntur etiam hæ horæ Planetariæ, quod ſingulis his horis, Planetam quendam ex ſeptem præficere uſitatum fuit. Ita *v. gr.* Die Solis, hora temporaria ab ortu prima, Soli tribuitur, proxima Veneri, tertia Mercurio, atque inde cæteræ ordine, Lunæ ſcil. Saturno, Jovi, Marti, inde fit, ut diei ſequentis hora ab ortu prima, Lunæ contingat, ac proinde iſti Hebdomadis diei nomen de ſuo imponat, quod idem in ſequentibus ad ſeptimanæ finem uſque continuatur.

Hebdomas eſt ſeptem dierum Syſtema; variis appellationibus Hebdomadis dies diſtinguuntur. Eccleſia Chriſtiana primum diem, Dominicum vocat, vulgus Diem Solis nominat, & ſoli noſtri temporis Phanatici Sabbathum nuncupant. Secundum Hebdomadis diem, feriam ſecundam, tertium, feriam tertiam, & ita deinceps, ſeptimum autem diem Sabbathum nominat Eccleſia. Vulgus autem nomina dierum à Romanis uſitata & à Planetis denominata indita retinet. *Hebdomades.*

Menſis proprie eſt ſpatium temporis, quod Luna motu ſuo metitur, in quo per Zodiacum integrum defertur, quem circulum duodecies in anno abſolvit. Eſt alius menſis huic propemodum æqualis, quem Solis motus metitur, eſtque ſpatium temporis, quo Sol unum ſignum, ſeu partem Eclipticæ duodecimam, deſcribit. Sed hi menſes Aſtronomici ſunt, à quibus differt civilis menſis, qui pro Regni alicujus aut Reipublicæ inſtituto pluribus aut paucioribus conſtat diebus. *Menſem proprie Lunæ motus metitur.*

Ægyptii olim mensem quemlibet diebus 30. constare volebant; diesque illi quinque, ex quibus annus constabat, ultra dierum in mensibus numerum, Epagomenæ dicebantur.

Annus Astronomicus & Civilis.

Annus est vel Astronomicus vel Civilis. Anni Astronomici utramque speciem, scil. Tropicum & Periodicum, in Lectione XXII. definivimus. Annus civilis idem qui politicus in Republica aut Regno aliquo receptus, est quoque duplex, Lunaris, aut Solaris, prout Lunæ vel Solis motibus conformis redditur; ille Lunaris rursus duplex, est Vagus vel Fixus. Annus Lunaris vagus constat duodecim mensibus synodicis, vel duodecim Lunationibus; qui diebus 354 absolvuntur, quibus exactis Annus Civilis denuo incipit. Deficit itaque hic Annus à Solari vertente, qui tempestates reducit, diebus undecim, inde fit ut Annorum initia per omnes Anni tempestates vagentur, idque spatio 32 Annorum, ideoque Annus vagus dicitur. Hac Anni forma utuntur Turcæ & Mahumedani.

Lunaris & Solaris Vagus & Fixus.

Cum duodecim Lunationes deficiunt ab Anno Solari diebus undecim, in tribus Annis Solaribus, Lunationes 36 seu tres Anni Lunares deficerent à Solaribus 33 diebus, itaque ut retineantur menses in iisdem Anni Solaris cardinibus, Anno tertio mensis integer superadditur, quod fit quoties opus fuerit ut Anni initium in eadem Tempestate retineatur, & mensis hic superadditus *Embolimæus* seu Intercalarius dicebatur. In Annis novemdecim, hujusmodi menses intercalares sunt septem, Annusque hujus formæ Lunaris Fixus nominatur. Tali anno usi sunt Græci, hosque imitati Romani, usque ad Julium Cæsarem.

Annus Solaris vagus dicitur Ægyptiacus.

Annus Civilis, qui ad motum Solis ligatur, est quoque vel fixus vel vagus. Vagus dicitur Ægyptiacus quo utebantur Ægyptii, & constabat diebus 365, & ab Anno Tropico fere sex horis deficit, harum horarum neglectu, fit ut quarto quolibet anno, uno die, antevertit hic annus Annum seu Periodum Solarem; adeoque quater 365. annis, hoc est annis 1460, initium ejus vagatur per singulas anni Tempestates.

Cum

Cum itaque Annus Ægyptiacus dierum 365, horis fere ſex deficit à vero Anno Solari, ut Anni omnes pari paſſu cum Sole progrediantur, horarum excurrentium ratio neceſſario habenda eſt; ſed convenit quoque, ut Anni Politici idem ſemper ſit initium, atque ut ab initio diei is exordium capiat. Non enim incipere debet annus modo ab una die hora, modo ab alia, quod fieri neceſſe erit, ſi ſingulis annis addantur ſex excurrentes horæ; ſed horæ illæ coacervatæ in tribus annis, additæque ſex horis quarti anni diem integrum efficiunt. Hic dies quarto anno additus, illum cum motu Solis rurſus congruere faciet. Hæc perſpiciens Julius Cæſar, quarto cuilibet anno, diem intercalarem adjecit, qui itaque conſtaret diebus 366. & dies additus eſt menſi Februario. Et cum in anno vulgari dies Februarii 24. dicatur ſextus Kalendas Martii, ſeu ſextus ante Kalendas, ſtatuit Cæſar ut quarto anno id dicatur bis, ita ut in illo anno, ſint bini dies quarum quilibet erit ſextus ante Kalendas Martii; Itaque ille Annus Biſſextilis dicebatur. Hæc forma anni à Julio Cæſare, apud Romanos Pontifice Maximo, inſtituta fuit, & Juliana vocabatur, cujus hæc eſt proprietas, ut quartus quilibet Annus ſit Biſſextilis dierum 366, reliqui tres communes 365 dierum. *Annus Julianus Fixus.*

Interim fatendum eſt, Tempus Anno Solari à Julio Cæſare tributum, eſſe nimium; nam Sol ſuum curſum in Ecliptica abſolvit diebus 365, horis 5, min. 49, unde 11 minutis primis citius curſum redintegrat, quam incipit annus Julianus. Si itaque Sol in quodam anno, viceſimo Martii die Æquinoctium, Meridie ingrediatur; proximo anno, undecim minutis ante Meridiem ad Æquinoctialem circulum perveniet, & anno ſequenti viginti duobus minutis ante Meridiem, eundem circulum attinget, atque ita ſingulis annis, Sol motu ſuo undecim minutis annum civilem antevertendo in Annis 131, integro die Annum Julianum anticipabit. Ita Æquinoctium cæleſte non in eodem ſemper anni civilis die hærebit, ſed ſenſim verſus initium Anni feretur, regreſſu tam manifeſto ut in dubium vocari non poſſit.

Hinc

Hinc cum tempore Concilii *Niceni*, quando termini celebrandi Paſchatis inſtituti fuerunt, Æquinoctium Vernale hærebat in 21 die Martii, id continuo retro labendo, tandem anno Domini 1572, quo Kalendarium correctum eſt, deprehenſum eſt ad undecimum Martii diem per integros dies decem abrepſiſſe. Adeoque cum reſtituere cuperet *Gregorius* XIII. Epiſcopus Romanus Æquinoctium ad priſtinam ſedem, dies illos decem è Kalendario exemit, ſtatuitque ut dies undecimus Martii, viceſimus primus numeretur; & ne deinceps, ſimili modo, ſublaberentur Anni cardines, cavit ut centeſimus quiſque Æræ Chriſtianæ annus communis eſſet, qui ſecundum Julium debebat eſſe Biſſextilis; at quartus quiſque centeſimus Biſſextilis maneret. Nova hæc Anni forma, ab Epiſcopo Romano *Gregorio* XIII. cujus auctoritate ſtabilita fuerat, *Gregoriana* dicta eſt, eamque receperunt Galliæ, Hiſpaniæ, Germania & Italia, Regioneſque omnes quæ Pontificis Romani auctoritatem agnoſcunt; ſed etiam in Hollandia, & exeunte ſæculo proxime elapſo, à multis Germaniæ Reformatæ populis recepta eſt; Britanniæ tamen & aliæ Septentrionales gentes Reformatæ veterem anni formam Julianam retinent.

Annus Gregorianus.

Perſæ Formam anni Ægyptiacam etiamnum retinent, inde fit, ut Æquinoctia non in eodem anni menſe ſemper hærent, ſed per omnes menſes vagantur, & non niſi poſt peractam Annorum 1460 Periodum, initium anni in idem Solaris Anni Tempus recidit. Quod tempus *Annus Magnus Canicularis* dicebatur, ſeu *Periodus Sothiaca*, propterea, quod initium ejus ſumitur, quando in primo die menſis Thoth, ſeu primo anni die, Canis ſidus oritur Heliace. *Sothis* enim in lingua Ægyptiorum Canem ſignificat, qui Græce eſt Αςροκύων, id eſt Aſtrocanis, & ab Aſtronomis Sirius dicitur.

Annus Canicularis, ſeu Periodus Sothiaca.

Non ſolum per annos, ſed per plurium annorum collectiones, tempora diſtinguebant veteres, quales fuit *Jubileum*, annorum 49 vel 50, *Sæculum* annorum 100, ſed omnium celeberrima apud Græcos habebatur *Olympias*, continens ſpatium quatuor annorum.

Si-

Sicut in cælo ſunt certa puncta, à quibus Aſtronomi in ſupputandis motibus initium capiunt; ita etiam ſunt certa Temporis puncta, à quibus tanquam radicibus calculi incipiunt; & Res geſtæ ſecundum ſeriem annorum qui Radicem illam ſequuntur, in Hiſtoriis diſponuntur. Hæ Radices Epochæ ſeu Æræ dicuntur; à quibus Anni & Tempora numerantur. Celeberrima & nobis maxime familiaris eſt ea, quæ à Nativitate Domini noſtri Jeſu Chriſti denominatur, quæ incipit à Kalendis Januarii, quæ Chriſti Nativitatem proxime ſequuntur. *Æra Chriſti.*

Verum quamvis Epocha hæc ſit ex uſu vulgari ſtabilita, & ubique fere apud Chriſtianos recepta, Angli tamen & Hiberni in negotiis Eccleſiæ & Reipublicæ, Epocha utuntur integro anno poſteriore. Hi enim annum incipiunt, non à feſto Nativitatis Domini, ſed à Feſto Incarnationis ſeu Conceptionis, quæ octavo Kalendas Aprilis celebratur: inde fit, ut ab Incarnatione Domini, uſque ad Feſtum Annunciationis Virginis, anni, verbi gratia, 1718, numerant Angli annos elapſos completos 1717. A Nativitate autem Domini ad Feſtum Nativitatis anni 1717, numerant tantum annos elapſos 1716, cum ſecundum reliquum Chriſtianum Orbem, tempus illud continet annos completos 1717.

In hac re, conſentientem habent Angli Dionyſium Exiguum Æræ Auctorem, ſecundum quem Chriſtus conceptus eſt VIII. Kalendas Aprilis primi anni hujus Æræ, & natus Bruma ſequente, exeunte anno 46to: à Reformatione Kalendarii per Julium Cæſarem. Hic computus fuit primo univerſaliter receptus, at nunc tantum in Anglia locum obtinet. Nam in reliquo Orbe Chriſtiano, ab iſta Epocha tacite receſſum eſt; & opinio communiter recepta eſt, Chriſtum natum fuiſſe Bruma antecedente Incarnationem Dionyſiam, nempe exeunte anno Juliano 45to, atque ſic Chriſtum uno anno natu majorem faciunt quam Dionyſius Æræ Auctor.

Hoc non obſtante, Angli per maximam anni partem, annum eundem numero deſignant, cum reliquo Chriſtiano Orbe. At in tribus fere menſibus, tempore ſcil. inter Kalendas Januarii, & VIII. Kalendas Aprilis, annum uno minorem ponunt, & diversum à reliquis Christianis numerant.

Celebris quoque est Epocha Mundi Conditi, de qua tamen sunt insignes Controversiæ, dum alii contendunt mundum conditum esse ante Christum natum annis 3950. Alii Christo nascente Ætatem Mundi fuisse annorum 3983. affirmant. Ecclesia Græca, & Imperatores Orientis Epocha utuntur, quæ mundum longe antiquiorum supponit, secundum enim illorum Æram, mundus conditus est annis ante Christum 5509.

Inter prophanos Auctores, antiquissima & celeberrima est Olympiadum Epocha, quæ refertur ad Æstatem anni ante Christum 777, & ipsis Kalendis Julii, in Anno Juliano retro producto.

Non multo posterior est Epocha Romæ seu Urbis Conditæ quæ duplex est, Varoniana & Capitolina, prior Urbem conditam ponit anno ante Christum 753, altera anno 752.

Æra Nabonassari Astronomis semper celebris incipit ad diem 26 Februarii anni Juliani retro producti; Annoque ante Christum 747. Cumque hic dies fuit primus anni Ægyptiaci, Ptolemæus & post illum Copernicus motus siderum per annos Ægyptiacos calculo subjiciunt. Ægyptiorum enim annus calculo Astronomico imprimis commodus est, quia nulla intercalatione perturbatus.

Sequitur Epocha obitûs *Alexandri Magni* die 12mo. Novembris. Anno ante Christum 324 qui fuit Vagi Ægyptiaci annus primus. Annos Ægyptiacos dehinc computarunt Theon, Albategnius & alii. Inter Æras Nabonassari & obitûs Alexandri Magni, intercedunt anni Ægyptiaci præcise 424. Est & Æra Abyssinorum quæ & Æra Martyrum & Diocletiani nominatur. Est etiam Æra Arabum seu Turcarum quæ Hegira dicitur; à fuga Mahumedis initium capiens. Alia quoque est Persarum Epocha Jesdegird dicta, quas omnes apud Auctores videre licet. Sed præ omnibus maxime est commoda Juliana Periodus;

re-

reliquas fere omnes Epochas gremio suo complectens. Et est Periodus annorum 7980, qui numerus multiplicatione componitur ex numeris 15,19,28, quorum primus est Cyclus Indictionum; secundus est Metonicus, & tertius est Solis Cyclus. Primusque hujus Periodi annus fuit ille in quo hi tres Cycli simul incipiebant.

Subjungam Tabulam quæ primos Ærarum annos, ad annos Julianæ Periodi, vel ad annos ante vel post Christum natum reducit.

	Anni ante Christum.	Anni Jul. Periodi.
Epocha Mundi conditi juxta Græcos Imperatores.	5508	
Vulgaris Epocha Mundi conditi.	3950	765
Olympiadum initium.	776	3938
Urbis Conditæ juxta Varronem.	753	3961
Urbis Conditæ ex Capitolinis Festis.	752	3962
Æra Nabonassari.	747	3967
Alexandri Magni mors.	324	4390
	An. Christ.	
Annus Epochæ Christianæ vulgaris.	1	4714
Diocletianæ Æræ.	284	4997
Hegira Arabum.	622	5335
Jesdagirda Persarum.	632	5345

Lectio XXIX.

De Kalendario, & Cyclis seu Periodis.

Kalendarium est dierum in anno civili dispositio secundum proprios menses, & eorundem in Hebdomades distributio, cum Festis, diebusque Juridicis annexis. Distributio in Hebdomades, fit per literas Alphabeti septem priores A, B, C, D, E, F, G. Incipiendo à primo die Januarii, litera A ipsi apponitur, secundo B, tertio C, & ita deinceps, usque ad G, quæ diei septimo affigitur; & inde rursus incipiendo, octavo iterum apponitur A, nono B, decimo C, atque sic continuo repetita literarum serie, singuli anni dies aliquam obtinent literam in Kalendario, & ultimo die Decembris inscribitur litera A.

Distributio dierum Anni in Hebdomades per literas Alphabeti priores septem.

Nam ſi 365. dies, dividantur per 7, proveniunt Hebdomades 52, & unus præterea ſupereſt dies. Quod ſi nullus ſupereſſet dies, Anni omnes ab eodem ſeptimanæ die, ſemper inciperent, & quilibet menſis dies in determinatum & ſtatum hebdomadis diem ſemper incideret; nunc vero, quoniam in anno, præter hebdomades completas, eſt unus dies, factum eſt ut in quocunque ſeptimanæ die, incipit annus, in eodem finitur; proximuſque annus à proximo die incipit; *v. gr.* in anno communi 365. dierum, ſi is incipit die Dominica, ultimus anni dies erit etiam dies Dominica. Et primus ſequentis anni dies eſt dies Lunæ.

Literæ Dominicales. Literis hac ratione diſpoſitis in anno communi illa quæ primæ Januarii Dominicæ reſpondet, per totum illum annum Dominicas indicabit, & quibuſcunque diebus, in aliis menſibus, affigitur illa litera, dies illi omnes erunt Dominicæ; ideoque litera illa iſtius anni Dominicalis vocatur; ſic etiam quæcunque litera apponitur diei Lunæ in Januario primæ, eadem in Kalendario repetita omnes Lunæ dies per totum annum monſtrabit, atque ſic de cæteris.

Si prima Januarii dies ſit Dominica, cui reſpondet litera A, ultima, uti oſtendi, erit quoque Dominica. Adeoque annus ſequens die Lunæ incipiet, & Dominica cadet in diem ſeptimum, cui reſpondit litera G, quæ itaque erit litera Dominicalis per totum illum annum; cumque annus die Lunæ incipit, die quoque Lunæ terminabitur, & in anno ſequente prima Januarii dies fiet Martis, Primaque Dominica cadet in ſextam menſis diem, cui in Kalendario reſpondet litera F, atque eodem modo anno ſequente litera Dominicalis foret E; & hac ratione literæ Dominicales ordine ſemper retrogrado feruntur per G, F, E, D, C, B, A. In Kalendariis annuis, quæ *Almanacks* voce Arabica vocantur, litera anni Dominicalis ut facilius dignoſcatur, ſemper majuſcula pingitur. Adeoque unico intuitu totius anni Dominicas aſpicere liceat.

Si omnes anni eſſent Ægyptiaci, dierum 365, poſt exactum ſeptem annorum curriculum, iidem menſium dies ad eoſdem Hebdomadis dies redirent. Verum quoniam quartus

tus quilibet annus eſt Biſſextilis dierum 366, in quo ultra ſeptimanas 52, ſuperſunt dies duo, ſi annus ille incipit die Dominica, in die Lunæ terminabitur, & proximus poſt hunc Biſſextilem annus, à die Martis incipiet, primaque ejuſdem anni Dominica in ſextam menſis diem cadet, cui reſpondet litera F, pro ſequentis anni Dominicali. Atque ita per annum Biſſextilem, qui ſingulis quatuor annis recurrit, interrumpitur Literarum Dominicalium ordo, qui non redit, niſi poſt abſolutos annos quater ſeptem ſeu annos 28.

Hinc oritur Cyclus ille annorum 28, qui *Solaris* dicitur, quo completo, redeunt anni dies ad eaſdem ſeptimanæ dies; in hoc Cyclo anni omnes Biſſextiles, duas obtinent literas Dominicales, quarum prima uſque ad diem Februarii 24, aut 25 Intercalarem inſervit; altera per reliquum omne anni tempus Dominicas indicabit. Nam in anno Biſſextili, Februarii dies viceſimus quartus, & viceſimus quintus pro eodem habentur die, & uterque eâdem literâ F inſignitur; & hinc interrumpitur literarum ordo, quo dies Hebdomadis commonſtrantur; *v. gr.* ſit litera Dominicalis initio anni E, viceſimus quartus Februarii in diem Lunæ cadet, & viceſimus quintus in diem Martis; quibus utriſque apponitur litera F; unde ſequens litera G quæ prius diem Martis indicabat, nunc ad diem Mercurii apponetur; & proxima Dominica in primam Martii diem incidet, cui in Kalendario adhæret litera D, quæ hac ratione per reliquum anni tempus, Dominicalis evadit. *Cyclus Solis.*

Cycli Solaris primus annus eſt Biſſextilis, cui reſpondent literæ Dominicales G, F. Secundi anni litera Dominicalis eſt E, tertii D, quarti C; quintus Cycli annus rurſus Biſſextilis eſt cui congruunt literæ Dominicales B, A, & ita in cæteris. Laterculus ſequens oſtendit, quæ litera Dominicalis reſpondet cuivis Cycli Solaris Anno, ut annus Cycli

1	G F	5	B A	9	D C	13	F E	17	A G	21	C B	25	E D
2	E	6	G	10	B	14	D	18	F	22	A	26	C
3	D	7	F	11	A	15	C	19	E	23	G	27	B
4	C	8	E	12	G	16	B	20	D	24	F	28	A

Solaris inveniatur, pro quolibet Æræ Christianæ anno; ad annum Christi currentem addantur 9, quia ab initio Cycli, ad annum Christi primum, novem anni elapsi sunt, & summam divide per 28, Quotiens ostendet numerum Cyclorum, qui absoluti fuerunt à primo Cycli Solaris anno, ante Christum ad annum illum currentem, qui restat vero numerus, est Cycli Solaris currens annus, quod si nihil post divisionem restet 28 est annos Cycli.

Præter Festa stabilia, certis quibusdam anni diebus affixa, sunt & alii quoque dies Festi mutabiles, qui in diversis annis, diversis diebus contingunt, qui proinde non ex Solis, sed Lunæ motu pendent. Tale est à Deo ipso apud Judæos institutum *Paschatis Festum*, cui successit *Pascha Christianum* in memoriam Resurrectionis Domini receptum, & commemorandum. Instituit autem Deus Pascha celebrandum esse mense primo; decima quarta die mensis, ad Vesperam *Levit. cap.* 13. Annus autem Judæorum Lunaris fuit, & Embolismicis ita temperatus, ut is mensis diceretur primus, cujus decima quarta, hoc est Plenilunium, vel in diem Æquinoctii Vernalis caderet, vel eum proxime sequeretur. Ecclesia Christiana eandem fere regulam observare voluit. Vetuit tamen ne Pascha in ipsa decimaquarta celebretur, sed die Dominica proxime insequenti; eo quod Dominus die Dominica post Pascha Judæorum, à mortuis resurrexit.

Quâ ratione definitur tempus celebrandi Pascha.

Primo itaque ad determinandum Paschatis celebrandi tempus, constituendum est Æquinoctium, quod diei Martii 21 affixum esse crediderunt omnes antiqui, nec ab ea sede unquam dimovendum; ideoque suum Kalendarium ad hanc suppositionem aptarunt. Deinde eum mensem primum, seu Paschalem esse voluerunt, cujus decima quarta aut in Æquinoctium caderet, hoc est in diem qui 21 diem Martii, aut proxime illum sequeretur; sed cum menses Judæorum Lunares fuerint, decima quarta mensis dies diem Plenilunii immediate præcedit; unde in observatione Paschatis motus Lunaris ratio habenda est, & Novilunia & Plenilunia sunt invenienda. Judæis Novilunia per obser-

va-

vationes solum innotuere, hi enim observabant quando Luna primum è Solis radiis emergens Heliace Vespere oriebatur, illamque diem Lunæ primam dicebant. At Ecclesia Christiana per Cyclum Metonicum novemdecim annorum Lunationes computat, & ideo dictum Cyclum in Kalendario recepit, ut per illam Lunationes determinentur.

Est autem *Cyclus Metonicus* ab inventore ejus Metone nomen deducens, qui & Cyclus Lunaris dicitur, Periodus Novemdecim Annorum, quibus absolutis Novilunia & Plenilunia Media ad eosdem mensium dies redeunt, adeo ut quibuscunque diebus Novilunia & Plenilunia hoc anno accidunt, novemdecim ab hinc annis, in eosdem dies incident, & ut existimarunt Meton & Primitivi Ecclesiæ patres in easdem dierum partes scil. horas & minuta. Adeoque tempore Concilii Niceni circa quod tempus, Paschatis celebrandi ratio determinabatur: Cycli Lunaris Numeri Kalendario adjuncti fuere, quos propter Excellentiam & Commoditatem Aureis literis inscribebant Veteres, Annumque Cycli pro quolibet anno proposito Aureum numerum vocabant.

Hac ratione Numeri Aurei diebus Kalendarii appositi fuere, vel certe apponi potuissent. Assumpto quolibet anno, pro initio Cycli, cui numerus Aureus 1 tributus est; observatis, in singulis mensibus, diebus in quibus Novilunia acciderent, eo anno è regione horum dierum apposuerunt Characterem I, & quia eo anno Novilunia accidebant Januarii 23, Februarii 21, Martii 23, Aprilis 21, Maji 21, Junii 19, & ita de cæteris, è regione horum dierum in Columna Cycli Lunaris unitas apposita est. Sequenti anno observatis Noviluniis, è regione dierum quibus acciderunt, inscripserunt veteres in Columna Numerorum Aureorum Characterem II, nempe ad 12 Januarii, 10 Februarii, 12 Martii, 10 Aprilis, & ita in aliis mensibus. Idem factum fuit tertio Anno apposito Charactere III, è regione dierum quibus Novilunia observabantur, & idem in aliis annis consequentibus usque dum absolutus fuit Cyclus annorum 19. Sed numerorum dispositio maxime accurata fit per Tabulas Astro-

Astronomicas, computando pro singulis mensibus, singulisque Lunaris Cycli annis, novilunia media, iisque diebus quibus ea accidere deprehensum fuerit Cycli Characteres apponendo. Quoniam mensis Lunaris Astronomicus constat diebus 29. horis 12. min. 44. secund. 3. sed vulgus qui minutias distinguere non potest, Menses Lunares ex diebus integris componit, ita ut alternis vicibus Lunationes constent 30. & 29. diebus quarum hæ cavæ, illæ plenæ dicuntur, id exigente quantitate mensis Astronomici dierum 29, horarum 12, quia autem sunt præterea 44. min. seu fere tres horæ quadrantes in singulis Lunationibus, intra 32. Lunationes hæc minuta collecta diem efficient, qui cavo mensi addendus est, & hac ratione Lunationes Kalendarii cum cælestibus fere convenient.

Si detur annus Cycli Lunaris, dabuntur ope Kalendarii, Noviluniorum dies per totum annum, nam in singulis mensibus numerus Cycli seu Aureus diem ostendet in quo contingit Novilunium medium, & huic addendo dies quatuordecim, habebitur dies Plenilunii.

Veteres existimabant Cyclum novemdecim annorum exacte exhaurire Lunationes 225, adeoque post revolutionem annorum Cycli, Novilunia non tantum ad eosdem mensium dies, sed etiam ad easdem horas redire. Quod verum non est. Nam in annis Julianis 19, sunt dies 6939, horæ 18. At si singulis Lunationibus tribuantur dies 29. horæ, 12. min. 44. secund. 3. ut motus Lunæ postulat, Lunationes 253. efficient 6939 dies, horas 16. min. 31. secund. 45, non igitur Lunationes 253 adæquant annos Julianos 19, sed deficiunt una hora cum dimidia, unde Novilunia post annos 19. non redibunt ad eandem horam sed una hora cum dimidia, citius accidunt, & intra annos 304. Novilunia antecedunt annum Julianum una die: satis itaque præcise per tres annorum Centurias numerus aureus Novilunia ostendet, sine errore 24. horarum seu unius diei. Adeoque tempore Concilii Niceni quando Cyclus Novemdecennalis Kalendario adaptatus fuit, & per aliquot annorum centurias post illud, satis rite indicabat Cyclus ille Novilunia; sed

ſed nunc Lunationes intra 304. annos uno die continuo antecedendo, quinque fere diebus citius accidunt, quam tempore Concilii Niceni, ſeu quod idem eſt, Novilunia cæleſtia Lunationes per Cyclum Aureum computatas quinque diebus antecedunt. Sed hoc non obſtante, Eccleſia Anglicana retinet modum computandi Novilunia per numeros Aureos, ſicuti tempore Niceni Concilii in Kalendario diſpoſiti fuere; adeoque Novilunia ſic computata dicuntur *Eccleſiaſtica*, ut diſtinguantur à veris. Et Generalis perpetuaque Tabula quæ in Liturgia Anglicana habetur, pro tempore Paſchatis per hos numeros Aureos ſecundum diverſas literas Dominicales computata eſt.

Primus annus Æræ Chriſtianæ numerum Aureum habuit 2, ſeu Cyclus incepit anno ante Chriſtum natum; adeoque ſi ad annum Chriſti quemlibet currentem addatur 1, & ſumma per 19. dividatur, qui reſtat præter quotientem, erit Aureus iſtius anni numerus.

Ex Cyclis Solis & Lunæ in ſe invicem multiplicatis, conflatur tertia Periodus annorum 532, quæ Victoriana aut Dionyſiana dicitur à Dionyſio exiguo ejus inventore. Et eſt Cyclus annorum, quibus abſolutis non tantum Novilunia & Plenilunia ad eoſdem circiter menſium dies redeunt, ſed & dies omnes menſium in eoſdem ſeptimanæ dies recedunt, adeoque literæ Dominicales & Feſta Mobilia eodem ordine recurrunt. Unde dicitur hic Cyclus, Magnus Cyclus Paſchalis.

Dato anno Æræ Chriſtianæ, ut inveniatur annus Periodi Dionyſianæ, ad annum currentem addatur numerus 457, & ſumma dividatur per 532, qui reſtat præter quotientem numerus erit annus Periodi quæſitus.

Alterius generis eſt Problema, datis Cyclorum Solis & Lunæ annis, invenire annum Periodi Dionyſianæ, *v. gr.* ſit Cycli Lunaris annus 17, Solaris 21, quæritur numerus qui ſi per 19 dividatur, relinquentur 17, at ſi per 28 dividatur relinquentur 21, qui ut inveniatur, quærantur duo numeri, quorum unum metitur numerus 28, at ſi per 19 idem dividatur, relinquentur 17, alterum numerum metitur 19, at ſi per 28 dividatur idem numerus ; relinquentur 21, nam patet horum numerorum ſummam propoſito ſatisfacere.

Ad inveſtigationem horum numerorum analyticam ; ponamus numerum primum eſſe $28x$. Eſt enim multiplex numeri 28, & quoniam hic numerus diviſus per 19, relinquit 17, auferatur à $28x$, numerus 17, & reliquus erit multiplex numeri 19, ideoque 19 dividet $28x-17$, ſed dividit quoque 19 numerum $19x$, quare dividet differentiam numerorum ſcil. $9x-17$, qui itaque erit multiplex numeri 19, ſit $9x-17=19n$, & erit n numerus integer & $x=\frac{19n+17}{9}$. Itaque cum x ſit numerus integer, 9 dividet $19n+17$, ſed 9 dividit $18n+9$, quare patet, numerum 9 dividere $n+8$, adeoque $\frac{n+8}{9}$ eſt numerus integer, ſit ille 1, & erit $n=1$, & $x=4$, unde $28x=112=$ numero primo inveniendo.

Sit ſecundus numerus $19y$, eſt enim multiplex numeri 19, unde $\frac{19y-21}{28}$, eſt numerus integer, ſit $19y-21=28n$, unde $y=\frac{28n+21}{19}$ quare cum 19 dividat $19n+19$, dividet etiam $9n+2$, eritque $\frac{9n+2}{19}$ numerus integer, ſit ille $=p$; unde $9n+2=19p$ & $n=\frac{19p-2}{9}$, cumque 9 dividat $18p$, dividet etiam $p-2$; ideoque $\frac{p-2}{9}$ eſt numerus integer vel nihil, ſit $=0$, eritque $p=2$ & $n=\frac{19p-2}{9}=4$ & $19y=28n+21=133$, eſt itaque numerorum unus 112, & alter 133, quorum ſumma 245 propoſito ſatisfacit, & quandocunque Cyclus Solis eſt 21, & Lunæ 17, annus Periodi Dionyſianæ eſt 245.

Hoc idem Problema aliter ſolvi poteſt per duos determinatos & conſtantes multiplicatores, tales, ut unus dividi poſſit per 28 ſine reſiduo, at ſi per 19 dividatur, reſiduum ſit 1, alterum dividit ſine reſiduo numerus 19, at ſi numerus 28 eundem dividat, reſiduum ſit 1. Tales numeri itidem

dem inveniuntur ac præcedentes, hac ſcil. ratione; ſit primus numerus $28x$, alter $19y$; quare numerus 19 dividet ſine reſiduo $28x-1$, adeoque dividet quoque $9x-1$; ſit $\frac{9x-1}{19}=n$, erit $x=\frac{19n+1}{9}$, unde $\frac{n+1}{9}$ erit numerus integer, & minimus numerus qui pro n poni poteſt erit 8, ſit itaque $n=8$, fit $x=\frac{19n+1}{9}=17$, unde primus numerus $=28x$ erit 476. Sit iterum $\frac{19y-1}{28}=n$, unde $y=\frac{28n+1}{19}$; ſit $\frac{9n+1}{19}=p$, erit $n=\frac{19p-1}{9}$, & $\frac{p-1}{9}$ numerus integer, vel nihil. Sit $p-1=0$ erit $p=1$, & $n=\frac{19p-1}{9}=2$, & $19y=28n+1=57$. Numeri itaque quæſiti ſunt $=476$ & 57. Et quoniam numero 476 diviſo per 19, reſtat 1, ſi 476 per numerum quemlibet minorem quam 19 multiplicetur, & productus per 19 dividatur, reſtabit præter quotientem numerus qui 476 multiplicat. Similiter quoniam 57 diviſus per 28, reſiduum fit 1; ſi hic numerus 57 per numerum quemlibet minorem quam 28 multiplicetur, & productus per 28 dividatur, relinquetur numerus multiplicans.

Hinc elicitur Canon pro inveniendo Anno Periodi Dionyſianæ qui ſequitur.

Multiplicetur numerus Cycli Solaris per 57, & numerus Cycli Lunaris per 476. Productorum ſumma dividatur per 532, qui reſtat præter quotientem numerus erit annus Periodi quæſitus.

Præter Cyclos Solis & Lunæ, eſt & alius Cyclus qui *Indictionum* dicitur, apud Romanos receptus, qui nullam habet connexionem cum motibus cæleſtibus, & eſt annorum quindecim Revolutio, quibus expletis, rurſus incipit. Frequens ejus occurrit mentio in Diplomatibus Cæſariis & Pontificiis. Anno ante Chriſtum natum; Indictionis numerus fuit 3. Adeoque ſi ad annum Chriſti addantur 3, & ſumma dividatur per 15, reſiduum oſtendet Indictionis annum.

Ex tribus Cyclis Solis Lunæ & Indictionis multiplicatione conflatur Periodus Juliana annorum 7980. Hæc Periodus incepit 764 annos ante Mundum conditum, & nondum est absoluta, adeoque in se complectitur res omnes gestas omnemque historiam, & unus tantum est in tota Periodo annus, qui eosdem habet numeros pro tribus Cyclis ex quibus conflatur. Adeoque si Historici notassent in suis Annalibus cujusque anni Cyclos, exinde tolleretur omnis temporum ambiguitas.

Annus ante Christum fuit Periodi Julianæ 4713. Adeoque ex dato anno Æræ Christianæ, annus Periodi Julianæ respondens invenitur ei addendo 4713, & summa est annus Julianæ Periodi. E contra ab anno Periodi Julianæ auferendo 4713. residuum ostendit annum Æræ Christianæ.

Datis annis, Cycli Solaris, Lunaris, & Indictionis, invenire annum Periodi Julianæ. Problema hoc eodem modo solvitur, quo similis Problematis de Periodo Dionysiana solutionem dedimus, scil. inveniantur tres numeri tales, ut primus sit multiplex numerorum 19 & 15, seu eorum producti 285, at per 28 divisus relinquat numerum Cycli Solaris, secundus sit multiplex numerorum 28 & 15, seu eorum producti 420, at per 19 divisus relinquat numerum Cycli Lunaris. Tertius denique sit multiplex numerorum 28 & 19, at per 15 divisus relinquat numerum Cycli Indictionis. Horum numerorum summa si minor sit 7980. erit annus Periodi Julianæ quæsitus. Quod si major fuerit, dividatur per 7980, & residuus numerus erit annus Periodi Julianæ.

Potest etiam Problema solvi per determinatos, & constantes tres multiplicatores, quorum primus sit multiplex numeri 285, at per 28 divisus relinquat 1. Secundus sit multiplex numeri 420, at per 19 divisus relinquat 1. Tertius sit multiplex numeri 532, at per 15 divisus relinquat 1. Hi numeri inveniuntur methodo in præcedente Problemate, de Periodo Dionysiana, ostensa, & sunt 4845, 4200, 6916. Quibus inventis Canon pro inveniendo anno Julianæ Periodi, ex datis Cyclorum annis est qui sequitur.

Ana-

Annus Cycli Solaris multiplicet numerum 4845, Cycli Lunaris annus numerum 4200, & Indictionis annus numerum 6916. Productorum summa dividatur per 7980, omisso quotiente, residuum erit annus Periodi Julianæ. Exemplum hoc anno 1718. Cyclus Solis est 19. Lunæ 9. Indictionis 11. Multiplicetur 4845 per 19, productus est 92055, & 4200 per 9, productus est 37800. Denique 6916 in 11 ductus, productus est 76076. Productorum summa est 205931, qui per 7980 divisus, residuum præter quotientem erit 6431 annus Periodi Julianæ.

Lectio XXX.

Appendix continens Descriptionem, & usum utriusque Globi; & Problemata quædam Sphærica, calculo Trigonometrico absolvenda. Ex Nicolai Mercatoris Astronomia.

EOrum, quæ ad globos pertinent, quædam sunt utrique communia, quædam vero alterutri peculiaria. Et communium quidem alia sunt extra superficiem globi, alia vero in ipsa superficie.

Extra superficiem utriusque globi conspiciuntur:

1. *Duo Poli*, circa quos globi volvuntur, quorum alter *Arcticus*, duobus arctis sive ursis vicinis, idemque *Septentrionalis* à Septemtrionibus, id est, septem stellis plaustri majoris; alter huic oppositus *Antarcticus* appellatur.

2. *Meridianus Æneus*, cujus altera tantum facies, quæ gradibus distincta visitur, & per ipsos polos incedit, est verus Meridianus, atque hæc facies semper obvertenda est Orienti, quemadmodum polus Arcticus Aquiloni. Dividitur autem in quater 90 gradus, quorum bis 90 incipiunt numerari ab ea parte Æquinoctialis, quæ est supra Horizontem, versus utrumque polum; at reliqui bis 90 gradûs incipiunt ab utroque polo, & desinunt in Æquinoctiali sub Horizonte.

3. *Horizon ligneus*, cujus facies superior refert verum

Horizontem, & dividitur in varios circulos, quorum intimus continet duodecim ſigna Cæleſtia, nominibus & characteribus ſuis diſtincta, & in gradûs tricenos diſtributa. Huic proxime jungitur Kalendarium Julianum pariter ac Gregorianum, utrumque in menſes & dies diſtributum. In extima ora extat circulus ventorum ſive plagarum mundi, quemadmodum hodie à naucleris appellitantur.

4. *Quadrans altitudinis*, cujus margo is, qui gradibus diſtinguitur, applicandus eſt Meridiani gradui nonageſimo utrinque ab Horizonte computando. Numerantur autem in eo gradus ab Horizonte ſurſum ad ipſum uſque verticem ſive Zenith.

5. *Circulus Horarius* diviſus in bis 12 horas, quarum 12 meridiana ſurſum verſus Zenith, at 12 nocturna deorſum verſus Horizontem ſpectat; utraque vero faciei Meridiani Orientali & gradibus diſtinctæ congruere debet, ita ut polus *indicem horarium* geſtans ipſum centrum occupet, atque ipſe index motu diurno circumactus oſtendat horas in Orientali ſemicirculo antemeridianas, in Occidentali pomeridianas.

6. *Pyxis nautica* pedamento impoſita, cujus ope globus ad mundi plagas dirigitur.

7. *Semicirculus poſitionis*, cujus extremitates cardinibus Meridiei & Septentrionis affigendæ, ita ut ipſe ſemicirculus inde ab Horizonte ad Meridianum uſque libere ad quemvis ſitum elevari poſſit. Atque hæc quidem extra ſuperficiem utriuſque globi viſuntur.

At in ipſa ſuperficie delineantur præterea hi circuli:

1. *Æquinoctialis*, in gradus 360 diviſus, quorum numerationis initum eſt à ſectione verna, ſeu principio Arietis, indeque continuantur circumcirca, donec ad idem principium revertantur.

2. *Ecliptica* diviſa in ſigna 12, & horum quodlibet in gradus 30. Nomina & ſeries ſignorum memoriâ tenenda:

♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍
Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Piſces.

Ecli-

Eclipticam Sol motu annuo peragrat; & si spatium illi addamus in latum utrinque octo circiter graduum, efficitur *Zodiacus* à duodecim asterismis, quorum plerique animalium similitudinem quandam habent, ita dictus; atque sub hoc circulo lato Luna & cæteri Planetæ motus suos periodicos exercent.

Discernitur Ecliptica ab Æquinoctiali, quod hic quidem dum volvitur globus, eundem perpetuo situm obtinet, atque eidem puncto Meridiani & Horizontis adjunctus manet; illa vero quolibet momento situm mutat, nunc elevata, nunc humilis, nunc huic, nunc isti gradui Æquatoris vel Horizontis applicata.

3. *Tropici duo*, *Cancri* nimirum & *Capricorni*, qui sunt limites excursuum Solis ab Æquinoctiali in Boream atque Austrum, includentes utrinque obliquam Solis viam, id est, Eclipticam. Nec inepte dici poterant *parallelorum Solis extremi.* Cum enim Sol quotidie alium atque alium Eclipticæ gradum occupet motu suo annuo, fit ut gradus ille una cum Sole abreptus motu diurno, circulum quendam describat Æquatori parallelum, adeoque tot evadant paralleli, quot sunt dies à brevissimo ad longissimum. Quanquam Sol non moratus in eodem gradu, sed revolutionis diurnæ spatio promotus ad vicinum, non perfectum describit parallelum, sed lineam potius spiralem; attamen harum spiralium distantia cum sit exigua adeo, præsertim prope Tropicos; nihil impedit, quo minus singulæ revolutiones, maxime extremæ, hoc est, ipsi Tropici, parallelorum loco haberi possint, id quod usui quotidiano satis est, & commoditate præstat.

4. *Polares duo*, *Arcticus & Antarcticus* de quibus actum est in Lect. VII. & XIX. Atque hæc quidem hactenus enarrata utrique globo sunt communia, quanquam Ecliptica & semicirculus positionis proprie pertinent ad globum cœlestem tantum; adduntur tamen etiam globo terrestri, ut Phænomena, quæ motum Solis annuum sequuntur, & cuspides domorum, etiam per hunc, quando opus est, explicari possint.

Quæ

Quæ vero alterutri globo peculiaria sunt, partim sunt circuli vel lineæ quædam curvæ, ut in globo cœlesti duo Coluri, & circuli latitudinis; in Terrestri Meridiani, Paralleli & Loxodromiæ; partim vero sunt deformationes, in globo quidem Terrestri Terrarum & Marium, quas Geographiæ contemplandas permittimus; at in globo Cœlesti Fixarum, & qui ex his constituuntur, Asterismorum, sive constellationum, numero 48, quorum 12 occupant Zodiacum, & nominibus distinguuntur iisdem, quibus signa Eclipticæ anastra, sive Dodecatemoria. Qui vero ab his vergunt ad boream Asterismi numero 21, sic appellantur:

Ursa minor, *Ursa major*, *Draco*, *Cepheus*, *Arctophylax* (*Bootes*) *Corona Gnossia*, *Hercules in genibus*, *Lyra*, *Cygnus*, *Cassiopeia*, *Perseus*, *Andromeda*, *Triangulum*, *Auriga*, *Pegasus*, *Equiculus*, *Delphin*, *Sagitta*, *Aquila*, *Serpentarius*, *Serpens*.

At ab eodem Zodiaco in austrum recedunt imagines numero 15:

Cetus, *Eridanus*, *Lepus*, *Orion*, *Canis major*, *Canis minor*, *Argo navis*, *Hydra*, *Crater*, *Corvus*, *Centaurus*, *Lupa*, *Ara*, *Corona australis*, *Piscis austrinus*.

Præter has imagines 48 nobis conspicuas observatæ sunt aliæ circa polum australem numero 12.

Phœnix, *Grus*, *Indus*, *Xiphias*, *Pavo*, *Anser*, *& Hydrus*, *Passer*, *Apus*, *Triquetrum*, *Musca*, *Chamæ*que *leon*.

Ne quid addam de *Via Lactea*, quæ est circulus latus, candens, totum cœlum ambiens, nonnunquam duplici tramite, at plerumque simplici incedens. Hunc veterum nonnulli exhalationem quandam crediderunt in aëre suspensam; at nostrum seculum innumeram minutarum fixarum congeriem esse deprehendit. Illæ vero stellulæ, quanquam situ & magnitudine differentes, in globo exhiberi non solent, sed Telescopio solo discernuntur; ideoque de iis non est quod hoc loco ingeramus plura.

Descriptionem globorum modo expositam sequitur usus eorundem, qui licet multiplex sit, præcipue tamen, ad rem præsentem quod attinet, his fere Problematis explicari potest.

Probl.

Probl. 1. *Dati in globo terrestri loci longitudinem & latitudinem invenire.* Datum locum advolve Meridiano æneo (intellige semper faciei ejus orientali, numeris distinctæ) & gradus Æquatoris, qui tum sub Meridiano reperietur, quocunque numero insignitur, est ipsa longitudo quæsita. Tum ab Æquatore computabis in Meridiano æneo ad locum usque datum gradus latitudinis, quæ erit Septentrionalis, si datus locus ab Æquatore recedat ad Septentrionem; australis autem, si ad austrum.

Probl. 2. *Datâ longitudine & latitudine; locum cui illa congruat in globo terrestri assignare.* Quære in Æquatore gradum longitudinis datæ, atque illum Meridiano æneo advolve. Tum ab Æquatore numera in Meridiano gradûs latitudinis datæ versus polum Arcticum vel Antarcticum, prout ipsa latitudo borea fuerit, vel australis; & punctum in quod desinit numeratio, est ipse locus quæsitus.

Probl. 3. *Globum utrumque ad datam latitudinem, vel elevationem poli aptare, nec non quadrantem altitudinis puncto verticali applicare; denique globos ope pyxidis nauticæ ad quatuor mundi cardines disponere.* Si latitudo loci data sit borea, elevetur polus arcticus supra Horizontem; sin australis, Antarcticus: Tum à polo elevato versus Horizontem computa in Meridiano gradus elevationis poli datæ, & punctum, in quod desinit numeratio, adjunge Horizonti, ita globus ad datam elevationem poli aptatus erit. Deinde ab Æquatore computa in Meridiano sursum gradûs latitudinis datæ (quæ semper æqualis est elevationi poli) & punctum, in quod desinit numeratio, erit vertex dati loci, quod vulgo dicitur Zenith. Huic igitur puncto Meridiani quadrans altitudinis affigatur cochleolâ suâ, ita ut margo gradibus distinctus cum dicto puncto coniscet. Denique pyxis nautica pedamento globi imposita diriget acu magneticâ oculum operantis versus austri & septentrionis cardines, & manus circumducet Horizontem ligneum, donec Meridianus æneus ad parallelismum cum acu perveniat, & Meridies Horizontis lignei respiciat verum Meridiem loci; ita fiet, ut & reliqui cardines globi cardinibus mundi congruant. Curandum est præterea, ut planum, cui insistit globus, Horizonti parallelum sit, adeoque Horizon ligneus cum vero Horizonte loci consentiat.

Probl. 4. *Gradum Solis, quem tenet in Ecliptica, ope Kalendarii, & adjuncti circuli signorum, indagare; indeque locum ejus in ipsa Ecliptica assignare.* Quære in Horizonte ligneo mensem & diem datum (observato Kalendariorum, Juliani & Gregoriani, discrimine, ne alterum pro altero sequaris perperam;) tum è regione diei inventi in intimo circulo, qui est signorum, invenies gradum, & signum, in quo Sol isto die versatur. Deinde in ecliptica, quæ superficiei globi inscribitur, quære primum signum modo exploratum, & in isto signo gradum ipsum Solis.

Accuratius innotescere potest locus Solis, per Ephemerides pro dato anno constructas; aut per Tabulas Astronomicas calculo is eruitur.

Probl. 5. *Ascensionem rectam & declinationem Solis, vel stellæ cujusvis datæ invenire, indeque indicem horarium horæ duodecimæ aptare.* Inventum per Problema præcedens gradum Solis applica Meridiano & nota gradum Æquinoctialis, qui Meridiano subjacet, is enim est Ascensio Recta Solis quæsita. Tum ab Æquinoctiali computa in Meridiano usque ad locum Solis in Ecliptica, & numerus graduum sic inventus, est ipsa Declinatio Solis, borea vel australis, prout Sol ab Æquinoctiali recesserit versus polum Arcticum vel Antarcticum. Dum vero locus Solis Meridiano adhæret, adjunge indicem horarium horæ duodecimæ Meridianæ. Eodem modo fixæ cujusvis locum applicabis Meridiano, & gradus Æquinoctialis culminans, erit ipsius fixæ Ascensio Recta; at distantia inter eandem fixam & Æquinoctialem intercepta, est Declinatio stellæ borea vel australis.

Ex dato loco Solis, ejus Ascensionem Rectam & Declinationem, per calculum Trigonometricum, invenire docuimus in Lectione XIX. pag. 379.

Probl. 6. *Altitudinem Solis vel datæ fixæ Meridianam quadrante, vel alio instrumento idoneo rimari.*

Methodum docuimus observandi Solis vel Stellæ altitudinem, in Lect. XIX. pag. 377.

Probl.

Probl. 7. *Datâ Declinatione, & altitudine Meridianâ Solis, vel fixæ cujusvis; latitudinem loci, sive elevationem poli invenire.*

Methodus inveniendi Latitudinem loci ostensa fuit, in Lect. XIX. pag. 378.

Probl. 8. *Datâ ascensione rectâ Solis & fixæ cujusvis; tempus culminationis ejusdem fixæ invenire.* Ascensionem Rectam Solis aufer ab Ascensione recta fixæ (suffectis, si opus sit, 360 gradibus;) ita restat arcus Æquatoris à meridie ad momentum usque culminationis stellæ elapsus. Hunc arcum convertes in tempus, dividendo gradus datos per 15, nam quotus exhibebit *horas*; tum gradus à divisione reliquos multiplicando per 4, efficies *minuta horaria*. Similiter minuta gradibus adhærentia divides per 15, & quotus exhibebit etiamnum *minuta horaria*. Denique minuta à divisione reliqua si multiplices per 4, habebis *secunda horaria*. Conflatum ex horis, minutis & secundis tempus à meridie computatum ostendit ipsum momentum culminationis.

Probl. 9. *Dato loco Solis, vel fixæ cujusvis; Ascensionem ejus, & Descensionem obliquam necnon Amplitudinem ortivam & occiduam invenire.* Datum locum Solis, vel fixæ, adjunge Horizonti ortivo, & nota gradum Æquatoris, qui una ascendit; hic enim vocatur Ascensio obliqua Solis, vel stellæ. Tum à cardine Orientis, hoc est, ab interfectione Æquatoris & Horizontis ad locum usque Solis, vel fixæ arcus in Horizonte interceptus est amplitudo sideris ortiva. Sin eundem locum Solis, vel stellæ, adjungas Horizonti occiduo; erit gradus Æquatoris una descendens, Descensio obliqua Solis, vel stellæ. Et à cardine Occidentis, hoc est, ab interfectione alterâ Æquatoris & Horizontis ad sidus usque occidens, arcus in Horizonte numeratus, est Amplitudo Solis, vel stellæ occidua.

Problema hoc Trigonometrice sic expeditur. Sit HPOP TAB. 41.
Meridianus, ÆQ Æquator, HO Horizon, P Polus, S Si- fig. 6.
dus vel Sol in Horizonte cujus Declinatio est arcus SR, *or* punctum orientis vel occidentis. In triangulo rectangulo *or* R S dantur RS, declinatio Solis vel Sideris, & angu-

 lus

lus R *or* S, quem Æquator facit cum Horizonte & eſt æqualis complemento Latitudinis loci, ex quibus dabitur arcus *or* R, qui eſt differentia Solis vel Sideris Aſcenſionalis, quæ Aſcenſioni rectæ addita, vel ab eadem ablata, prout Sol vel ſtella verſus Polum depreſſum, aut elevatum declinat dabit Aſcenſionem obliquam: & dabitur præterea arcus *or* S amplitudo Solis vel Sideris. Differentia Aſcenſionalis quadranti addita, vel ab eodem ſubducta, prout ſtella verſus Polum elevatum aut depreſſum declinat, dat arcum ſemidiurnum, qui in tempus converſus, dimidiatam moram ſtellæ ſupra Horizontem oſtendet.

Probl. 10. *Datâ Aſcenſione Solis, vel fixæ, rectâ pariter atque obliquâ; dimidiatam eorum moram ſupra vel infra Horizontem, nec non longitudinem diei & noctis, horam item ortûs & occaſûs Solis invenire.* Dati ſideris Aſcenſionem rectam aufer ab obliqua, vel obliquam à recta, prout hæc vel illa major minorve extiterit; quod reſtat, eſt *Differentia Aſcenſionalis.* Hanc convertes in tempus (quemadmodum ſupra Problemate 8. docuimus) quod, declinante ſidere verſus Polum elevatum, additum ſex horis, declinante autem ſidere verſus Polum depreſſum, detractum ſex horis, exhibet dimidiatam ſideris moram ſupra Horizontem; at hujus complementum ad 12 horas, eſt dimidiata ſideris mora infra Horizontem. Dimidiata mora Solis ſupra Horizontem ſi computetur à meridie, extabit hora Occaſûs Solis; at dimidiata mora Solis infra Horizontem computata à media nocte, exhibet horam Ortus Solis. Porro dimidiata Solis mora ſupra Horizontem ſi duplicetur, extat longitudo diei; & dimidiata mora infra Horizontem duplicata eſt longitudo noctis.

Quod ſi indicem horarium aptaveris horæ duodecimæ, cum locus Solis eſt ſub Meridiano, tum adduxeris locum Solis ad Horizontem ortivum; oſtendet index horam ortus Solis; eundem vero locum Solis ſi adduxeris ad Horizontem occiduum, oſtendet index horam occaſus Solis. Unde porro facile eſt computare longitudinem diei & noctis.

Probl.

Probl. 11. *Dato tempore culminationis ſtellæ, & dimidiatâ ejus morâ ſupra Horizontem; horam ortûs & occaſûs ejuſdem ſtellæ invenire.* Si momento culminationis per Problema 8. invento detrahas dimidiatam ſtellæ moram ſupra Horizontem, habebis horam ortus ſtellæ: at eidem momento culminationis, addas dimidiatam ſtellæ moram ſupra Horizontem, conflabis horam occaſus ſtellæ, computandam utrobique à meridie. Quod ſi indicem horarium applices 12 meridianæ, cum locus Solis culminat, tum adducas ſtellam ad Horizontem ortivum vel occiduum; oſtendet index horam ortûs vel occaſûs ſtellæ.

Probl. 12. *Invenire gradum eclipticæ, qui cum data ſtella oritur, vel occidit; indeque ortum & occaſum ſtellæ Coſmicum & Achronicum patefacere.* Datam ſtellam adjunge Horizonti ortivo, vel occiduo, & nota gradum eclipticæ, qui una oritur, vel occidit. Tum in Horizonte ligneo quære ſignum & gradum, quem cum ſtella oriri, vel occidere deprehenderas, & è regione gradus coorientis reperies in Kalendario (Juliano, vel Gregoriano) menſem & diem ortûs ſtellæ Coſmici. Et ſi quæras in eodem Horizonte ligneo gradum coorienti gradui oppoſitum, invenies in Kalendario menſem & diem ortus ſtellæ Achronici. At è regione gradûs cooccidentis reperies diem occaſûs Achronici. Denique gradui cooccidenti gradus oppoſitus patefaciet diem occaſûs Coſmici.

Problematis ſolutio Trigonometrica hæc eſt, ſit HO Horizon HZO Meridianus, ÆQ Æquator, EC Ecliptica. Punctum ♈ interſectio Æquatoris & Eclipticæ, A Punctum Eclipticæ quod cum data ſtella oritur punctumque Æquatoris ſimul oriens ſit *or*. In triangulo ♈ *or* A datur ♈ *or* Aſcenſio obliqua ſtellæ, & angulus ♈ qui eſt Æquatoris & Eclipticæ, item angulus ♈ *or* A altitudo Æquatoris ſupra Horizontem, vel ejus complementum ad duos rectos, unde dabitur arcus Eclipticæ ♈ A, & proinde punctum A quod ſimul cum ſtella oritur; ſed per Kalendarium aut Ephemerides, datur tempus quando Sol hoc punctum occupat; unde datur tempus quando ſtella oritur Coſmice: dabitur TAB. 41. fig. 7.

bitur præterea angulus ♈ A *or*, angulus orientis Eclipticæ. Quando Sol tenet punctum Eclipticæ puncto A oppositum, stella oritur Achronice. Simili calculo invenitur tempus occasus Cosmici aut Achronici.

Probl. 13. *Datâ latitudine loci, & gradu eclipticæ, qui cum stella oritur vel occidit; ortum ejus & occasum Heliacum definire.* Datam stellam adjunge Horizonti ortivo, tum quadrantem altitudinis circumduc in plaga occidentali, donec in eo gradus duodecimus (si stella sit magnitudinis primæ) occurrat eclipticæ; tum nota gradum eclipticæ, ubi fit occursus, is enim est, qui 12 gradibus elevatur supra Horizontem occiduum, quando stella oritur; ergo eodem momento gradus eclipticæ oppositus deprimitur 12 gradibus infra Horizontem ortivum; & si quæras hunc gradum in Horizonte ligneo, invenies è regione diem ortus stellæ Heliaci, quo nimirum ex radiis Solis mane emergere incipit. Si stella fuisset magnitudinis secundæ, oportuisset observare gradum eclipticæ depressum 13 gradibus; pro stella tertiæ magnitudinis 14 grad. depressio requiritur, & sic deinceps. Quod si quæras occasum stellæ Heliacum, adjunges ipsam stellam Horizonti occiduo, & quadrantem altitudinis circumduces in plaga orientali, donec gradus in eo 12 vel 13 (prout stella fuerit magnitudinis primæ, vel secundæ) occurrat eclipticæ, tum gradum eclipticæ, in quo fit occursus, notabis; nam qui huic opponitur gradus eclipticæ totidem gradibus demersus est infra Horizontem occiduum, qui proinde quæsitus in Horizonte ligneo exhibet è regione diem occasus Heliaci.

TAB. 41. *fig.* 7. Trigonometrice sic solvitur Problema. In figura præcedentis Problematis. Sit A punctum Eclipticæ quod simul cum stella oritur. Sit ☉ punctum Eclipticæ quod tantum ab Horizonte distat, quantum est arcus visionis pro ortu stellæ Heliaco. In triangulo rectangulo A R ☉ datur angulus R A ☉, æqualis angulo orientis Eclipticæ, & arcus R ☉, ex quibus invenietur arcus A ☉, qui additus arcui ♈ A dat arcum ♈ ☉, & punctum Eclipticæ ☉, quod Sol tenet quan-

do

do ſtella oritur Heliace. Similiter occaſus ejus Heliacus reperietur.

Probl. 14. *Datâ latitudine loci, & loco Solis; initium & finem crepuſculi matutini & veſpertini invenire.* Compoſito globo ad latitudinem loci datam, per Probl. 3. & aptato indice horario horæ duodecimæ, quando locus Solis eſt in Meridiano; tum adducto gradu eclipticæ, qui loco Solis opponitur, ad plagam occidentalem; unâ manu volves globum, & altera circum duces quadrantem altitudinis, donec oppoſitus Soli gradus occurrat gradui quadrantis 18; & oſtendet index horam initii crepuſculi matutini. Sin gradum Soli oppoſitum adducas ad plagam orientalem, eumque ibi facias occurrere gradui quadrantis 18; oſtendet index horam, qua crepuſculum veſpertinum deſinit.

Trigonometrica Problematis ſolutio extat in Lectione XX. pag. 390 391.

Probl. 15. *Datâ latitudine loci, & loco Solis, ſi prætérea ex his tribus, nimirum* horâ diei vel noctis, *nec non* Altitudine, & Azimutho *Solis vel ſtellæ, unicum detur; reliqua duo invenire.* Compone globum ad latitudinem loci datam; locum Solis adjunge Meridiano, & indicem horæ duodecimæ. Tum ſi *hora* detur, adduc indicem voluto globo, ad horam datam, firmatoque in iſto ſitu globo, adduc quadrantem ad locum Solis, vel ſtellæ; & in margine quadrantis habebis altitudinem quæſitam, ad pedem vero quadrantis in Horizonte apparebit Azimuthus Solis, vel ſtellæ, numerandus ab interſectione Meridiani & Horizontis (auſtrali vel ſeptentrionali) ad ipſum uſque quadrantis pedem. Sin *altitudo* detur, unâ manu volves globum, alterâ circumduces quadrantem, donec locus Solis vel ſtellæ occurrat dato gradui altitudinis in quadrante: tum index oſtendet horam, & pes quadrantis Azimuthum. Dato vero *Azimutho*, adjunge pedem quadrantis ipſi Azimutho dato, & volve globum, donec locus Solis vel ſtellæ appellat ad marginem quadrantis gradibus diſtinctum; oſtendet Sol ipſe vel ſtella altitudinem ſuam in quadrante, & index horam.

Pro-

TAB. 41. fig. 8. Problema per Trigonometriam ſic conficitur. Sit ut prius HO Horizon, HPO Meridianus, ÆQ Æquator, Z vertex loci, P Polus, S Stella, cujus diſtantia à vertice eſt SZ, & declinatio SP; quoniam dantur Solis & Stellæ Aſcenſiones Rectæ, dabitur eorum differentia, quæ in tempus converſa dabit tempus Culminationis Stellæ. Et arcus qui metitur angulum ÆPS in tempus converſus oſtendet horam noctis; jam in triangulo ZPS, ex datis ZP, diſtantia verticis à Polo, & PS ſtellæ declinatio, ſi præterea detur angulus P qui ex data hora innoteſcit; invenietur angulus Z Azimuthus ſtellæ, & arcus ZS ejus diſtantia à vertice. Vel ſi detur arcus ZS complementum altitudinis, dabitur angulus P ac proinde hora noctis, & angulus PZS ſtellæ Azimuthus, vel ſi detur ſtellæ Azimuthus PZS, invenietur angulus ZPS qui horam noctis dabit, & arcus ZS, cujus complementum eſt altitudo fixæ.

Eadem ratione, ex datis altitudine Solis, ex obſervatione capta, & ejus declinatione, quæ ex tempore per Tabulas innoteſcet, invenietur angulus ÆPS qui in tempus converſus horam diei oſtendet.

Probl. 16. *Datorum in globo terreſtri duorum locorum diſtantiam & angulum poſitionis invenire.* Vocemus docendi gratià, unum datorum locorum *primum*, & alterum *ſecundum.* Exploratâ per Probl. I. loci primi latitudine, compone globum terreſtrem ad eam latitudinem, & ipſum locum primum advolve Meridiano, firmatoque globo in iſto ſitu, & aptato quadrante altitudinis ipſi vertici (ubi tunc erit locus primus) adjunge quadrantem loco ſecundo. Quo facto numerabis gradus *diſtantiæ* à vertice ad locum uſque ſecundum, & *angulum poſitionis* in Horizonte inter Meridianum & pedem quadrantis.

TAB. 41. fig. 9. Trigonometrice ſic expeditur Problema. Sit ÆQ Æquator, P Polus, S & *s* duo loca in Telluris ſuperficie, quorum complementa Latitudinum ſint PS, P*s* data; & quoniam locorum Longitudines dantur, dabitur Longitudinum differentia, ſcil. angulus SP*s*, unde in triangulo S*s*P quia dantur latera SP *s*P, cum angulo SP*s*, invenietur S*s*, diſtantia

ſtantia locorum. Quæ in milliaria convertitur, computando pro ſingulis gradibus, milliaria 60. Invenientur quoque, anguli PSs & Pss, qui ſunt poſitionum anguli.

Similiter in cælo ſi dantur declinationes, & Aſcenſiones Rectæ duarum fixarum, dabitur earundem diſtantia, vel ſi earum Longitudines & Latitudines ſint notæ, innoteſcet quoque earundem diſtantia.

Probl. 17. *Dato tempore & loco; Thema cœli erigere.* Compoſito globo cæleſti (vel ſi hic abſit, terreſtri) ad dati loci latitudinem, inveſtigatum locum Solis dato tempori congruentem adjunge Meridiano, & indicem horæ duodecimæ; tum volve globum, donec index oſtendat horam datam: vel ſi accuratius operari libeat, inventæ per Probl. 5. Aſcenſioni Rectæ Solis adjice gradus, quot competunt horis & minutis à meridie elapſis, computando pro qualibet hora gradus 15, & pro quaternis minutis horariis gradus ſingulos; abjectis, ſi ſit opus, gradibus 360; ita conflabis Aſcenſionem Rectam Medii Cœli, ſive gradum Æquinoctialis dato temporis momento culminantem, ideoque ſub Meridiano collocandum. Tum ſemicirculi poſitionis extremitates cardinibus Meridiei & Septentrionis affige. Mox à gradu Æquatoris culminante computa in ipſo Æquinoctiali verſus orientem gradus 30, & per ipſum 30 gradum traduc ſemicirculum poſitionis, & obſerva gradum, quo is ſecat eclipticam, is enim eſt cuſpis domus *undecimæ*, quam adnotabis in charta. Rurſus admove ſemicirculum poſitionis gradui Æquinoctialis, inde à culminante gradu ſexageſimo, & nota gradum, quo ſecatur ecliptica, ita acquires cuſpidem domus *duodecimæ*, notandam ſimiliter in charta. Deinde transfer ſemicirculum poſitionis ad plagam occidentalem, & à gradu Æquatoris culminante computa verſus occidentem gradus 30, & per punctum Æquatoris, ubi deſinit numeratio, trajice ſemicirculum poſitionis, qui quo loco ſecat eclipticam, oſtendit cuſpidem domûs *nonæ*. Denique per gradum Æquatoris inde à Meridiano 60 trajectus ſemicirculus poſitionis oſtendit in ecliptica cuſpidem domûs *octavæ*. Ipſe vero Meridianus ſecat eclipticam in cuſpide decimæ, at Horizon ortivus quo loco ſecat eclipticam, exhibet cuſpidem *primæ*, quæ *aſcendens* vocatur, & *Horoſcopus*; occiduus vero Horizon prodit in eadem ecliptica cuſpidem *ſeptimæ*, quæ quemadmodum è diametro opponitur primæ, ita & octavæ opponitur *ſecunda*, & nonæ *tertia*, & undecimæ *quinta*, & duodecimæ *ſexta*.

Probl. 18. *Erecti thematis punctum quodvis ad punctum quodvis dirigere*. Si Planetæ & aſpectui cuivis locum ſuum aſſignes in Zodiaco ſecundum longitudinem & latitudinem, & eligas Planetam quemvis vel gradum eclipticæ, quem dirigere velis, vocabis hunc, docendi gratiâ, *locum primum*; & locum ad quem iſtum primum dirigere eſt animus, vocabis *ſecundum*. Tum per locum primum, (qui & *Significator* dici ſolet) trajicito ſemicirculum poſitionis, & quo loco is ſecat Æquinoctialem, eum gradum diligenter notato. Retento autem ſemicirculo poſitionis in iſto ſitu, volve globum verſus occidentem, donec locus ſecundus appellat ad ſemicirculum poſitionis, & tum viciſſim obſerva gradum Æquinoctialis, qui illi ſubjacet. Aufer gradum prius notatum à poſteriori (ſuffectis, ſi opus ſit, 360;) quod reſtat, eſt *arcus directionis* quæſitus.

F I N I S.

TRI-

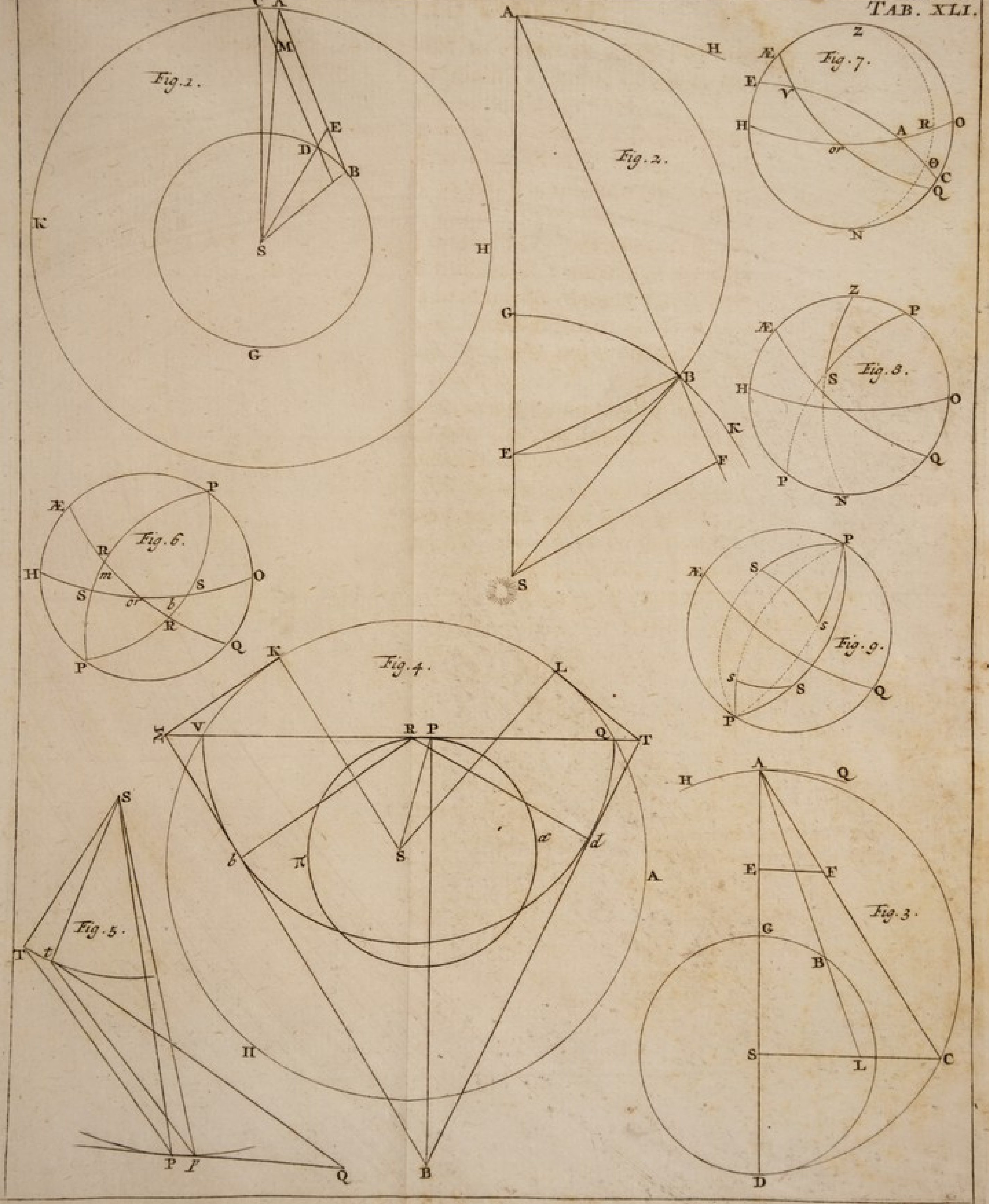


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

TRIGONOMETRIÆ
PLANÆ ET SPHÆRICÆ
E L E M E N T A.
ITEM
D E N A T U R A
ET
A R I T H M E T I C A
LOGARITHMORUM
TRACTATUS BREVIS.

TRIGONOMETRIÆ
PLANÆ ET SPHÆRICÆ
E L E M E N T A.

DEFINITIONES.

Ex datis Trianguli lateribus angulos, & ex angulis latera laterumve rationes, & mixtim aſſequi, Trigonometriæ munus eſt. Ad quod præſtandum, neceſſe eſt, ut non tantum Peripheriæ circulares, ſed & rectæ lineæ circulis adſcriptæ, in notas aliquot & certas partes ſecari ſupponantur.

Placuit itaque Veteribus Mathematicis, peripheriam circuli in 360 partes (quos gradus appellant) dividere; & unumquemque gradum in 60 minuta prima, & hæc ſingula in 60 ſecunda, & rurſus horum unumquodque in 60 minuta Tertia, & ita continuo partiri. Et angulus quilibet dicitur eſſe tot graduum & minutorum, quot ſunt in arcu qui angulum illum metitur.

Quidam gradum in partes centeſimas, potius quam ſexageſimas partiri volunt: & utilius fortaſſe eſſet, non gradus ſed & ipſum circulum in decupla ratione ſecare; quæ diviſio forſan aliquando obtinebit. Verum ſi circulus conſtet 360 gradibus, ejus quadrans quæ eſt menſura anguli recti, erit harum partium 90. Si circulus in 100 partes ſecetur, Quadrans erit 25 partium.

Complementum Arcus, eſt differentia ejus à Quadrante.

Chorda ſive *ſubtenſa* eſt recta linea ab uno Arcûs termino ad alterum ducta.

Sinus rectus alicujus arcus qui & ſimpliciter ſinus dici ſolet,

let, eſt perpendicularis cadens ab uno arcus termino ad radium per alterum terminum ejuſdem Arcus ductum. Eſt igitur ſemiſubtenſa dupli Arcus; ſcil. eſt DE = ½ DO, & eſt TAB. 42. fig. 1. arcus DO duplus ipſius DB. Hinc ſinus arcus 30 gr. æqualis eſt dimidio radii, nam per 15 El. 4. Latus Hexagoni circulo inſcripti, hoc eſt, ſubtenſa 60 gr. æqualis eſt radio. Sinus dividit Radium in duo ſegmenta CE EB; quorum unum CE quod centro & ſinu recto intercipitur, eſt ſinus complementi arcûs DB ad quadrantem (nam eſt CE = FD qui eſt ſinus arcus DH) & vocatur *coſinus*. Alterum ſegmentum BE quod ſinu recto & peripheria intercipitur, vocatur *ſinus verſus:* aliquando dicitur Arcûs *ſagitta*.

Quod ſi per unum Arcus terminum D producatur à centro recta CG, donec occurrat rectæ BG ſuper diametro ad ejus terminum B perpendiculari; vocabitur in Trigonometria CG *Secans*, & BG *Tangens* arcus DB.

Coſecans & Cotangens Arcûs eſt ſecans vel tangens Arcus, qui eſt complementum alterius ad Quadrantem. *Nota.* Sicut eadem eſt Chorda Arcûs & ejuſdem complementi ad circulum. Sic idem eſt ſinus, eadem Tangens, eademque ſecans Arcûs & ejuſdem complementi ad ſemicirculum.

Sinus Totus eſt ſinus maximus, ſeu ſinus 90 graduum qui circuli radio æqualis eſt.

Canon Trigonometricus eſt Tabula, quæ à minuto incipiens, ſeriatim exhibet quas habent longitudines ſinguli ſinus Tangentes & Secantes, reſpectu radii, qui unitatis loco ponitur, & in partes 10 000 000 vel plures decimales dividi intelligitur. Adeo ut ope hujus Tabulæ, cujuslibet Arcûs vel anguli ſinus Tangens vel ſecans haberi poteſt. Et viciſſim ex dato ſinu Tangente vel ſecante dabitur qui iis reſpondet arcus vel angulus. Obſervandum eſt in ſequentibus R eſſe notam Radii, S notam ſinus, coS coſinus, T notam Tangentis, & coT coTangentis.

CON-

CONSTRUCTIO CANONIS.

PROP. I. THEOREMA.

Datis duobus quibuslibet Trianguli rectanguli lateribus, reliquum quoque dabitur.

Est enim per 47 Elementi primi $ACq = ABq + BCq$ & $ACq - BCq = ABq$, & vicissim $ACq - ABq = BCq$. unde per extractionem Radicis quadratæ, dabitur $AC = \sqrt{ABq + BCq}$ & $AB = \sqrt{ACq - BCq}$. & $BC = \sqrt{ACq - ABq}$. TAB. 42. *fig.* 2.

PROP. II. PROBL.

Dato DE sinu arcus DB. Invenire Cosinum DF. TAB. 42. *fig.* 2.

Ex datis CD radio & DE sinu, in Triangulo rectangulo CDE dabitur per præcedentem $CE = \sqrt{CDq - DEq} = DF$.

PROP. III. PROBL.

Dato DE sinu arcus cujusvis DB. Invenire DM vel BM sinum arcus dimidii. TAB. 42. *fig.* 2.

Dato DE dabitur per præcedentem CE, ac proinde EB quæ est differentia inter cosinum & Radium. In Triangulo igitur rectangulo DBE datis DE & EB dabitur DB cujus semissis DM est sinus arcus $DL = \frac{1}{2}$ arcus DB.

PROP. IV. PROBL.

Dato BM sinu arcus BL invenire sinum dupli Arcus. TAB. 42. *fig.* 2.

Dato BM sinu, dabitur per Prop. 2. cosinus CM. Sunt autem Triangula CBM DBE æquiangula, ob angulos ad E & M rectos & angulum ad B communem, quare (per 4. 6.) erit CB:CM::BD vel 2 BM:DE. Unde cum dantur tres priores hujus Analogiæ termini, quartus quoque qui est sinus arcus DB innotescet.

Corol. Est CB:2CM::BD:2DE, hoc est, Radius ad du-

duplum cosinus arcus $\frac{1}{2}$ DB ut subtensa arcus DB ad subtensam dupli arcus. Item est CB : 2 CM :: (2 BM : 2 DE ::) BM : DE :: $\frac{1}{2}$ CB : CM. unde dato sinu arcus alicujus & sinu arcus dupli, dabitur cosinus arcus simpli.

PROP. V.

TAB. 42. fig. 3. *Datis sinubus duorum arcuum BD FD, Invenire FI sinum summæ arcuum. Item EL sinum differentiæ eorundem.*

Ducatur Radius CD, & sit CO cosinus arcus FD, qui proinde dabitur, per O agatur OP parallela ad DK. Item ducantur OM GE parallelæ ad CB. Et ob æquiangula triangula CDK COP CHI FOH FOM. Est primò CD : DK :: CO. OP, quæ itaque innotescet. Item est CD : CK :: FO : FM, adeoque & illa nota erit. sed ob FO = EO erit FM = MG = ON. Est itaque OP + FM = FI = sinui summæ arcuum: & OP − FM, hoc est, OP − ON = EL sinui differentiæ arcuum. Q. E. I.

Coroll. Quia arcuum BE BD BF differentiæ sunt æquales, erit BD arcus, medius arithmeticus inter arcus BE BF.

PROP. VI.

Iisdem propositis, Radius est ad duplum cosinus arcus medii, ut sinus differentiæ ad differentiam sinuum extremorum.

TAB. 42. fig. 2. Nam est CD : CK :: FO : FM, unde duplicando consequentes CD : 2 CK :: FO · 2 FM vel ad FG; quæ est differentia sinuum EL FI. Q. E. D.

Cor. 1. Si arcus BD sit 60 grad. Erit differentia sinuum FI EL æqualis FO sinui distantiæ. Nam in eo casu sit CK sinus 30 grad. cujus duplum æquale est radio, adeoque ob CD = 2 CK erit FO = FG. Adeoque si duo arcus BE BF ab arcu 60 gr. æquidistent, erit differentia sinuum æqualis sinui distantiæ FD.

Cor.

Cor. 2. Hinc si dentur sinus omnium arcuum, dato intervallo à se invicem distantium ab initio quadrantis usque ad 60 gradus, facile inveniuntur reliqui per unicam additionem. Est enim sinus 61 gr. = sinui 59 gr. + sin. 1 gr. & sinus 62 gr. = sinui 58 gr. + sin 2 gr. Item sinus 63 gr. = sinui 57 gr. + sin. 3 gr. & ita deinceps.

Cor. 3. Si habeantur sinus omnium arcuum ab initio quadrantis, dato intervallo à se invicem distantium, usque ad datam quamvis quadrantis partem, dabuntur exinde sinus omnes usque ad hujus partis duplum. *ex. g.* Dentur omnes sinus usque ad 15 gr. per præcedentem Analogiam inveniri possunt sinus omnes usque ad 30 gr. Nam est radius ad duplum cosinus 15 gr. ut sinus unius gradus ad differentiam sinuum 14 gr. & 16 gr. ita etiam est sinus 2 gr. ad differentiam sinuum 13 & 17 gr. & ita sinus 3 gr. ad differentiam sinuum 12 & 18 gr. atque sic continuo usque dum pervenietur ad sinum 30 gr.

Similiter ut Radius ad duplum cosinus 30 gr. seu ad duplum sinus 60 gr. ita sinus 1 gr. ad differentiam sinuum 29 & 31 gr. : : sin. 2 gr. ad Differentiam sinuum 28 & 32 gr. : : 3 gr. ad differentiam sinuum 27 & 33 gr. sed in hoc casu est Radius ad duplum cosinus 30 gr. ut 1 ad $\sqrt{3}$. ac proinde si multiplicentur sinus distantiarum ab arcu 30 gr. per $\sqrt{3}$ dabuntur differentiæ sinuum.

Similiter in ipso initio quadrantis minutim exquirere possumus sinus, datis sinubus & cosinubus unius & duorum minutorum. Nam ut Radius ad duplum cosinus 2′ : : sin 1′ : differentiam sinuum 1′ & 3′ : : Sin. 2′ : differentiam sinuum 0′ & 4′ hoc est, ad ipsum sinum 4′. Et similiter ex datis sinubus priorum 4′ inveniuntur sinus reliqui usque ad 8′ & exinde ad 16′ & ita deinceps.

PROP. VII. THEOREMA.

In arcubus exiguis sinus & Tangens ejusdem arcus sunt quam proxime ad se invicem, in ratione æqualitatis.

Nam ob æquiangula triangula CED CBG, erit CE: CB: : ED: TAB. 42. fig. 4.

ED:BG. ſed accedente puncto D ad B, evaneſcit EB reſpectu arcus BD: unde fit CE fere æqualis CB. adeoque & ED fere æqualis BG. Si EB ſit minor radii parte $\frac{1}{10000000}$ erit differentia inter ſinum & tangentem, minor quoque tangentis parte $\frac{1}{10000000}$.

Cor. Cum Arcus ſit tangente minor, ſinu autem ſuo major; & exigui arcus ſinus & tangens ſunt fere æquales, erit etiam arcus ſuo ſinui vel tangenti fere æqualis, adeoque in exiguis arcubus, erit ut arcus ad arcum ita ſinus ad ſinum.

PROP. VIII.

Invenire ſinum Arcus unius minuti.

Latus Hexagoni circulo inſcripti, hoc eſt, ſubtenſa 60 graduum æqualis eſt Radio, (*per* 15^{tam} $4^{ti.}$) Radii itaque ſemiſſis erit ſinus Arcus 30 gr. Dato itaque ſinu Arcus 30 grad. invenitur ſinus arcus 15 gr., (*per* 3^{tiam} hujus.) Item ex dato ſinu 15 gr. per eandem invenitur ſinus 7 gr. 30 min. & ſinus hujus dimidii 3 gr. 45′ ſimiliter invenitur; & ita deinceps, donec duodecima peracta biſectione, perveniatur ad arcum 52″ 44‴ 3⁗ 45′′′′′ cujus coſinus fere æqualis eſt radio, in quo caſu (uti conſtat ex prop. 7.) ſunt ſinus arcubus ſuis proportionales; adeoque ut arcus 52″ 44‴. 3⁗. 45′′′′′ ad arcum unius minuti ita erit ſinus prius inventus ad ſinum arcus unius minuti, qui igitur dabitur.

Dato ſinu unius minuti, invenietur per prop. 2 & 4, ſinus duorum minutorum ejuſque coſinus.

PROP. IX. THEOREMA.

Si angulus BAC in peripheria circuli exiſtens, biſecetur rectâ AD, Et producatur AC quoad DE = AD ipſi occurrat in E: erit CE = AB.

TAB. 42. *fig.* 5. In Quadrilatero ABDC (per 22. 3.) ſunt anguli B & ACD æquales duobus rectis = DCE + DCA (per 13. 1.) unde erit angulus B = DCE. Quin etiam eſt angulus E = DAC (per 5. 1.) = DAB & eſt DC = DB. quare Triangula BAD & CED ſunt congrua & CE eſt æqualis AB. Q. E. D.

PROP.

PROP. X. THEOREMA.

Sint arcus AB BC CD DE EF &c. æquales; Arcuumque AB AC AD AE &c. subtensæ ducantur, erit TAB. 42. fig. 6.
AB: AC:: AC: AB + AD:: AD: AC + AE:: AE: AD + AF:: AF: AE + AG.

Producantur AD in H, AE in I, AF in K, & AG in L, ut triangula ACH ADI AEK AFL sint Isoscelia. Et quoniam angulus BAD bisectus est, fiet DH = AB per præcedentem. Similiter erit EI = AC, FK = AD, item GL = AE.

Sed Triangula Isoscelia ABC CAH DAI EAK FAL, ob angulos ad bases æquales, sunt æquiangula. Quare erit ut AB: AC:: AC: AH = AB + AD:: AD: AI = AC + AE:: AE: AK = AD + AF:: AF: AL = AE + AG. Q.E.D.

Corol. Quoniam est AB ad AC ut Radius ad duplum cosinus Arcus $\frac{1}{2}$ AB, (per corol. prop. 5.) erit quoque ut Radius ad duplum cosinus arcus $\frac{1}{2}$ AB ita $\frac{1}{2}$ AB: $\frac{1}{2}$ AC:: $\frac{1}{2}$ AC: $\frac{1}{2}$ AB + $\frac{1}{2}$ AD:: $\frac{1}{2}$ AD: $\frac{1}{2}$ AC + $\frac{1}{2}$ AE:: $\frac{1}{2}$ AE: $\frac{1}{2}$ AD + $\frac{1}{2}$ AF &c. Sint jam arcus AB BC CD &c. singula 2'. Erit $\frac{1}{2}$ AB sinus unius minuti, $\frac{1}{2}$ AC sinus 2'. $\frac{1}{2}$ AD sinus 3'. $\frac{1}{2}$ AF sinus 4' &c. Unde datis sinubus unius & duorum minutorum sinus omnes reliqui sic facillime habentur.

Dicatur cosinus arcus unius minuti, hoc est, sinus arcus 89 gr. 59' Q & fient sequentes Analogiæ, R: 2 Q:: Sin. 2': Sin. 1' + Sin. 3'. quare dabitur sinus 3'. Item R: 2 Q:: S. 3': S. 2' + S. 4'. quare dabitur S. 4'.

Item R: 2 Q:: S. 4': S. 3' + S. 5'. quare habetur sinus 5'.

R: 2 Q:: S. 5': S. 4' + S. 6' proinde dabitur S. 6'. Atque ita deinceps ad singula quadrantis minuta dabuntur sinus. Et quoniam Radius seu primus Analogiæ terminus est Unitas; operationes per multiplicationem contractam & subductionem facillime expediuntur.

Inventis sinubus, usque ad gradum sexagesimum. Reliqui sinus per solam additionem habentur (per cor. 1. pr. 5.)

Datis sinubus, Tangentes & secantes ex Analogiis sequentibus

TAB. 42. fig. 1. tibus invenire poſſunt. Ob æquiangula Triangula CED CBG CHI.

CE : ED : : CB : BG. hoc eſt, coS : S : : R : T.
GB : BC : : CH : HI. h. e. T : R : : R : coT.
CE : CD : : CB : CG. h. e. co S : R : : R : Secant.
DE : CD : : CH : CI. h. e. S : R : : R : co Secant.

SCHOLIUM.

Magnus ille Geometra, ſummuſque Philoſophus Dominus Newtonus *Primus ſeries in infinitum convergentes exhibuit, quibus ex datis arcubus, eorum ſinus computari poſſint. Nam ſi Arcus dicatur* A *&* *Radius ſit unitas invenit ejus ſinum fore.*

$$A - \frac{A^3}{1.2.3} + \frac{A^5}{1.2.3.4.5} - \frac{A^7}{1.2.3.4.5.6.7} + \frac{A^9}{1.2.3.4.5.6.7.8.9}$$

&c. Coſinum autem eſſe

$$1 - \frac{A^2}{1.2} + \frac{A^4}{1.2.3.4} - \frac{A^6}{1.2.3.4.5.6} + \frac{A^8}{1.2.3.4.5\,6.7.8} \&c.$$

Hæ ſeries initio quadrantis cum Arcus A *parvus eſt celerrime convergunt. Nam in ſerie pro ſinu, ſi* A *non ſuperet decem minuta, duo primi ejus termini ſcil.* $A - \frac{1}{6}A^3$ *dant ſinum ad* 15 *figurarum loca, ſi Arcus* A *non major ſit gradu, tres primi exhibent ſinum ad totidem loca, adeoque pro primis & ultimis Quadrantis ſinubus hæ ſeries ſunt admodum utiles. ſed quo major ſit arcus* A, *eo pluribus opus eſt terminis ut inveniatur ſinus in numeris qui ſunt veri ad datum figurarum locum. Tandem autem lentiſſime convergunt ſeries cum Arcus fere æqualis eſt Radio. Cui rei ut remedium adferatur ego alias excogitavi ſeries* Newtonianis *ſimiles, in quibus ſuppono arcum, cujus ſinus quæritur, eſſe ſummam vel differentiam duorum arcuum ſcil. eſſe* A + z *vel* A − z : *notoſque eſſe ſinum & coſinum arcus* A. *ſcil. ſit* a *ſinus arcus* A *&* b *ejus coſinus. Sinus Arcus* A + z *per hanc ſeriem exprimetur*

1 . a

1. $a + \frac{bz}{1} - \frac{az^2}{1.2} - \frac{bz^3}{1.2.3} + \frac{az^4}{1.2.3.4} + \frac{bz^5}{1.2.3.4.5}$ &c.

2. *Ejus Cosinus* $b - \frac{az}{1} - \frac{bz^2}{1.2} + \frac{az^3}{1.2.3} + \frac{bz^4}{1.2.3.4}$

$- \frac{az^5}{1.2.3.4.5} - \frac{bz^6}{1.2.3.4.5.6}$ &c.

Similiter sinus Arcus A − z *est*

3. $a - \frac{bz}{1} - \frac{az^2}{1.2} + \frac{bz^3}{1.2.3} + \frac{az^4}{1.2.3.4} - \frac{bz^5}{1.2.3.4.5}$

$- \frac{az^6}{1.2.3.4.5.6}$ &c.

Et cosinus est

4. $b + \frac{az}{1} - \frac{bz^2}{1.2} - \frac{az^3}{1.2.3} + \frac{bz^4}{1.2.3.4} + \frac{az^5}{1.2.3.4.5}$ &c.

Arcus A *est medius Arithmeticus inter arcus* A − z & A + z. *Differentiæ sinuum sunt*

5. $\frac{bz}{1} - \frac{az^2}{1.2} - \frac{bz^3}{1.2.3} + \frac{az^4}{1.2.3.4} + \frac{bz^5}{1.2.3.4.5} - \frac{az^6}{1.2.3.4.5.6}$ &c.

6. $\frac{bz}{1} + \frac{az^2}{1.2} - \frac{bz^3}{1.2.3} - \frac{az^4}{1.2.3.4} + \frac{bz^5}{1.2.3.4.5} + \frac{az^6}{1.2.3.4.5.6}$ &c.

Unde differentiarum differentia seu differentia secunda

7. *Prodit* $\frac{2az^2}{1.2} - \frac{2az^4}{1.2.3.4} + \frac{2az^6}{1.2.3.4.5.6}$ &c.

Seu $2a \times \frac{z^2}{1.2} - \frac{z^4}{1.2.3.4} + \frac{z^6}{1.2.3.4.5.6}$ &c.

Quæ series æqualis est duplo sinus arcus medii ducto in sinum versum arcus z *& celerrime convergit. Adeo ut* *si z sit minutum primum, terminus seriei primus dat differentiam secundam ad 15 figurarum loca; secundus autem terminus ad 25 loca.*

Hinc datis sinubus duorum quorumvis arcuum intervallo minuti distantium, facili admodum operatione inveniri possint sinus reliquorum omnium arcuum qui sunt in eadem progressione.

In serie prima & secunda si Arcus A *sit* = o *erit a* = o & b *ejus cosinus fit radius seu* 1. & *hinc destructis terminis ubi est* a & *pro* b *posito* 1 *series deveniunt* Newtonianæ. *In serie tertia & quarta. si* A *sit* 90 *gr. fiet* b = o & a = 1 *unde quoque destructis terminis ubi est* b & *pro* a *posito* 1 *rursus prodibunt series* Newtonianæ.

Omnes hæ series ex Newtonianis *facile fluunt per prop.* 5. *hujus.*

PROP. XI.

In Triangulo Rectangulo, si Hypotenusa fit Radius, latera sunt sinus angulorum oppositorum; si vero crus alterum fiat Radius, crus reliquum est Tangens anguli oppositi, & Hypotenusa est anguli secans.

TAB. 42. *fig.* 7. Manifestum est CB esse sinum arcus CD, ejusque cosinum esse AB; sed arcus CD est mensura anguli A, & complementum mensuræ anguli C. Præterea in 8va. figura posito AB radio, est BC Tangens, & AC secans arcus BD, qui est mensura anguli A, & similiter in eadem figura posito BC radio, est BA Tangens & AC secans arcus BE vel anguli C. Q. E. D. (*fig.* 8.)

Est igitur, ut AC secundum datam quamvis mensuram æstimata ad BC in eadem mensura æstimatam, ita erit 10000000 numerus partium in quas dividi supponitur Radius, ad numerum qui exprimit in iisdem partibus longitudinem quam habet sinus anguli A, hoc est,

Erit AC : BC : : R : S, A
Simili ratione erit AC : BA : : R : S, C
Item AB : BC : : R : T, A
Et BC : BA : : R : T, C

In

In his itaque proportionalibus si dantur tres quælibet, per Regulam Trium invenietur quarta.

PROP. XII.

Trianguli plani latera sunt ut sinus angulorum oppositorum.

Trianguli circulo inscripti latera perpendicularibus radiis bisecentur. Et erunt semilatera sinus angulorum ad peripheriam. Est enim angulus BDC ad centrum duplex anguli BAC ad peripheriam (per 20. El. 3.) cujusque itaque dimidium sc. BDE æquale est BAC, atque ejus sinus est BE. Eadem ratione erit BF sinus anguli BCA. Et AG erit sinus anguli ABC. TAB. 42. *fig.* 9.

In Triangulo rectangulo est BD $=\frac{1}{2}$ BC $=$ Radio (per 31. El. 3.) sed Radius est sinus anguli recti unde $\frac{1}{2}$ BC est sinus anguli A. *fig.* 10.

In Triangulo Amblygonio, ductis BL CL, erit angulus L complementum anguli A ad duos rectos (per 22. El. 3.) ac proinde idem erit utriusque anguli sinus. Est autem BDE (cujus sinus est BE) $=$ angulo L. quare erit & BE sinus anguli BAC. Sunt itaque in omni triangulo semisses laterum sinus angulorum oppositorum, manifestum autem est latera esse inter se ut ipsorum semisses. Q. E. D. *fig.* 11.

PROP. XIII.

In Triangulo Plano summa Crurum, differentia Crurum, Tangens semisummæ angulorum ad basim & Tangens semidifferentiæ eorundem sunt proportionales.

Sit Triangulum ABC cujus crura AB BC & Basis AC; producatur AB ad H ut sit BH $=$ BC; erit AH summa crurum; fiat BI $=$ BA, & erit IH differentia crurum. Item est HBC angulus $=$ angulis A $+$ ACB (per 32. El. 1.) cujus itaque dimidium EBC $=$ semisummæ angulorum A & ACB, ejusque Tangens (posito Radio $=$ EB) est EC. Ducatur BD ad AC parallela fiatque HF $=$ CD Et ob HB $=$ CB erit (per 4. El. 1.) angulus HBF $=$ CBD $=$ BCA (per 29. El. 1.) Est etiam angu- TAB. 42. *fig.* 12.

lus HBD = angulo A: unde erit FBD differentia angulorum A & ACB; Et EBD eorum ſemidifferentia, cujus tangens eſt ED. Per I ducatur IG parallela ad AC vel BD & fiet (per 2. El. 6.) AB : BI :: CD : DG. At eſt AB = BI, unde erit & CD = DG. at eſt CD = HF, unde HF = DG & proinde HG = DF & ½ HG = ½ DF = DE. Et quia triangula AHC IHG ſunt æquiangula, erit AH : IH :: HC : HG :: ½ HC : ½ HG :: EC : ED. hoc eſt, eſt erit AH ſumma crurum ad IH differentiam crurum ut EC Tangens ſemiſſis ſummæ angulorum ad Baſim, ad ED Tangentem ſemiſſis differentiæ eorundem. Q. E. D.

PROP. XIV.

In Triangulo Plano, Baſis, ſumma laterum, Differentia laterum, Differentia ſegmentorum baſis ſunt proportionales.

TAB. 43. fig. 1. Trianguli BCD baſis eſto DC, centro B radio BC deſcribatur circulus, & producatur DB in G, ex puncto B in baſin cadat perpendicularis BE, erit DG = DB + BC = ſummæ laterum, & DH = differentiæ laterum, & ſegmenta baſis ſunt DE CE quorum differentia eſt DF. Quoniam (per cor. prop. 38. El. 3.) rectangulum ſub DC DF æquale eſt rectangulo ſub DG DH, erit (per 16. El. 6.) DC : DG :: DH : DF.

PROBLEMA.

Datis duarum quarumvis quantitatum ſumma & differentia, ipſas quantitates invenire.

TAB. 43. fig. 2. Si ad ſemiſummam addatur ſemidifferentia, aggregatum erit æquale majori; ſi autem à ſemiſummâ ſubducatur ſemidifferentia, reſiduum erit æquale minori. Sint enim AB BC duæ quantitates; & capiatur AD = BC. Fiet DB differentia. Quarum ſumma eſt AC, quæ biſecta in E dat AE vel

EC

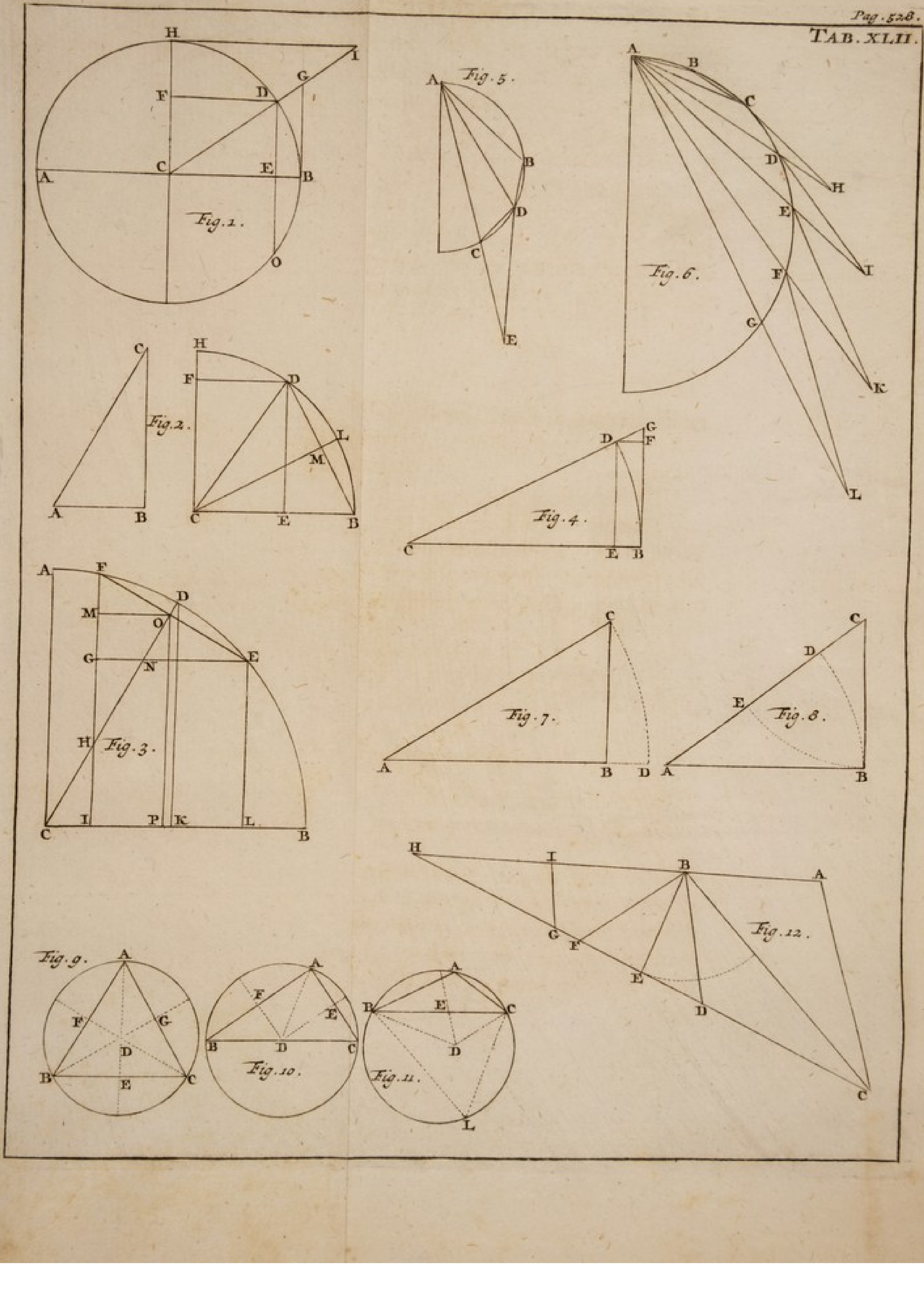


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.

EC semisummam & DE vel EB semidifferentiam. Porro est AB = AE + EB = semisummæ + semidifferentia, & BC = CE — EB = semisummæ — semidifferentia.

IN quovis Triangulo plano datis duobus angulis, datur tertius qui est summæ duorum reliquorum complementum ad duos rectos.

In Triangulo autem rectangulo dato alterutro angulo acuto, datur reliquus, qui est dati complementum ad rectum.

Datis autem duobus trianguli rectanguli lateribus, ut inveniatur reliquum non opus est canone sed perficitur ope prop. primæ hujus.

Trianguli Rectanguli solutiones Trigonometricæ sunt quæ sequuntur.

	Datis.	Quær.	Fiat.
1	AB BC cruribus.	Anguli.	AB: BC: : R: T anguli A. Cujus complementum est Angulus C. TAB. 43. fig. 3.
2	AB AC crure & Hypoten.	Anguli.	AC: AB: : R: S, C cujus complementum est angulus A.
3	AB & A crure & angulo.	BC crus alterum.	R: T, A: : AB: BC.
4	AB & C crure & angulo.	AC Hypotenusa.	S, C: R: : AB: AC.

TAB. 43. *fig.* 4.

In Triangulis obliquangulis.

	Datis.	Quær.	Fiat.
1	A. B. C & AB angulis & latere.	BC & AC latera.	S,C:S,A::AB:BC. Item S,C:S,B: : AB :AC; datis duobus angulis datur tertius, unde casus cum dantur duo anguli & latus; reliqua quæruntur, recidit in hunc casum.
2	A. B. C. omnibus angulis.	AB. AC BC omnia latera.	S, C: S, A : : AB: BC. Et S, C : S, B : : AB : AC. unde datis angulis invenire licet proportiones laterum, at non ipsa latera, nisi ipsorum unum prius innotescat.
3	AB:BC, & C duobus lateribus & angulo uni opposito.	A & B anguli.	AB: BC: S, C: S, A, qui proinde inveniatur. Sed quia idem est sinus anguli & ejus complementi ad duos rectos, prænoscenda est anguli A Species.
4	AB BC & B. lateribus duobus & angulo interjecto.	Anguli A & C.	$BC + AB : BC - AB :: T,\frac{A + C}{2} : T,\frac{A - C}{2}$ unde datur differentia angulorum A & C quorum summa quoque est nota; & proinde per *Problema post prop.* 14. dabuntur ipsi anguli.
5	AB. BC AC omnibus lateribus.	Anguli.	Demisso à vertice in Basim perpendiculo. Quærantur segmenta basis per prop. 14. Fiat scil. BC : AC + AB : : AC − AB : DC − DB, & ex hac analogia dabuntur BD. DC. & proinde per resolutionem triangulorum rectangulorum ABD ADC dabuntur anguli.

fig. 5.

TRI-

TRIGONOMETRIÆ SPHÆRICÆ ELEMENTA.

DEFINITIONES.

1. SPhæræ Poli, ſunt duo puncta in ſuperficie Sphæricâ, quæ ſunt Axis extrema.

2. Polus circuli in Sphæra, eſt punctum in ſuperficie Sphæræ, à quo omnes rectæ lineæ ad circuli circumferentiam tendentes, ſunt inter ſe æquales.

3. Circulus in ſphæra maximus eſt, cujus planum tranſit per ſphæræ centrum, & cujus centrum idem eſt cum centro Sphæræ.

4. Triangulum Sphæricum eſt figura comprehenſa ſub arcubus trium maximorum in Sphæra circulorum.

5. Angulus Sphæricus eſt is qui in ſuperficie ſphæricâ, continetur ſub duobus arcubus maximorum circulorum; qui æqualis eſt inclinationi planorum iſtorum circulorum.

PROP. I.

Circuli maximi ACB AFB ſe bifariam ſecant. TAB. 43. *fig.* 6.

Cum enim circuli habent idem centrum, communis eorum ſectio erit utriuſque circuli diameter, quæ eos bifariam ſecabit.

Cor. Hinc in ſuperficie, ſphæræ duo maximorum circulorum Arcus ſemicirculis minores, ſpatium non comprehendunt, non enim poſſunt, niſi in duobus punctis ſemicirculo oppoſitis, ſibi invicem occurrere.

PROP. II.

TAB. 43. fig. 6. *Si à polo C circuli cujusvis AFB, ducatur ad ejus centrum recta CD, ea ad planum istius circuli perpendicularis erit.*

In circulo AFB ducantur diametri quævis EF GH; Et quoniam in triangulis CDF CDE, sunt CD DF æquales CD DE, & basis CF æqualis basi CE (per def. 2.) erit (per 4. El. 1.) angulus CDF = angulo CDE; ac proinde uterque rectus erit, similiter demonstrabitur, angulos CDG CDH esse rectos; unde (per 4. El. 11. erit CD perpendicularis ad planum circuli AFE. Q. E. D.

Cor. 1. Circulus maximus distat à polo suo intervallo Quadrantis; nam ob angulos CDG CDF rectos, erunt ipsorum mensurae, sc. arcus CG CF quadrantes.

Cor. 2. Circuli maximi per polum alterius circuli transeuntes cum ipso faciunt angulos rectos; & vicissim, si cum altero circulo faciunt angulos rectos; transibunt per polum alterius istius circuli; nam per rectam DC eos transire necesse est.

PROP. III.

TAB. 43. fig. 6. *Si polo A describatur maximus circulus ECF, arcus CF interceptus inter AC AF, est mensura anguli CAF vel CBF.*

Per *corol.* 1. præcedentis, sunt arcus AC AF quadrantes, ac proinde anguli ADC ADF sunt recti, quare (per defin. 6. El. 11.) angulus CDF (cujus mensura est arcus CF) æqualis est inclinationi planorum ACB AFB, æqualis quoque angulo Sphærico CAF vel CBF. Q. E. D.

Cor. 1. Si arcus AC AF sunt Quadrantes, erit A polus circuli per puncta C & F transeuntis, est enim AD ad planum FDC normalis, (per 4. El. 11.)

Cor. 2. Anguli ad verticem sunt æquales, uterque enim est æqualis inclinationi circulorum. Item anguli qui sunt deinceps sunt æquales duobus rectis.

PROP.

PROP. IV.

Triangula erunt æqualia & congrua, si duo latera habeant duobus lateribus æqualia, & angulos æqualibus lateribus comprehensos etiam æquales.

PROP. V.

Item Triangula erunt æqualia & congrua, si latus cum angulis adjacentibus in uno triangulo sit æquale lateri cum angulis adjacentibus in altero triangulo.

PROP. VI.

Triangula æquilatera sunt etiam æquiangula.

PROP. VII.

In Triangulis Isoscelibus, anguli ad basim sunt æquales.

PROP. VIII.

Si anguli ad basim fuerint æquales, erit Triangulum Isosceles.

Eodem modo demonstrantur quatuor propositiones præcedentes ut in triangulis planis.

PROP. IX.

Quælibet duo trianguli latera reliquo sunt majora.

Nam arcus circuli maximi, inter duo quælibet in superficie sphæræ puncta, est via brevissima.

PROP. X.

Quodlibet trianguli latus minus est semicirculo.

Producantur trianguli ABC latera AC AB, donec conveniunt in D, erit arcus ACD semicirculus, qui major est quam AC. TAB. 43. fig. 7.

PROP. XI.

Trianguli latera sunt circulo minora.

Est enim DB+DC major quam BC, (per prop. 9.) & utrin- TAB. 43. fig. 7.

trinque addendo BA+AC, erit DBA+DCA, hoc eſt, circulus major quam AB+BC+AC, qui ſunt tria latera trianguli ABC.

PROP. XII.

TAB. 43. fig. 8. *In triangulo ABC, major angulus A majori lateri ſubtenditur.*

Fiat angulus BAD = angulo B, & erit AD = BD (per 8. hujus) unde BDC = DA+DC, & hi arcus majores ſunt quam AC, eſt itaque latus BC, quod ſubtendit angulum BAC, majus quam AC, quod ſubtendit angulum B.

PROP. XIII.

TAB. 43. fig. 7. *In quolibet triangulo ABC, ſi ſumma Crurum AB BC ſit major æqualis vel minor ſemicirculo; internus angulus ad baſim AC erit major æqualis aut minor externo & oppoſito BCD, ideoque ſumma angulorum A & ACB major erit, aut æqualis, aut minor duobus rectis.*

Sit primò AB+BC = ſemicirculo = AD, erit BC = BD; & anguli BCD & D æquales, (per 8 hujus) unde & angulus BCD erit = angulo A.

Sit ſecundò AB + BC majores quam ABD, erit BC major quam BD; unde & angulus D, (hoc eſt angulus A) major erit angulo BCD. (per 12. hujus) Similiter oſtendetur, ſi AB+BC ſint ſimul minores ſemicirculo, fore angulum A minorem angulo BCD. & quoniam anguli BCD & BCA ſunt = duobus rectis; ſi angulus A ſit major BCD, erunt A & BCA majores duobus rectis. Si A ſit = BCD erunt A & BCA æquales duobus rectis. Si vero A ſit minor quam BCD, erunt A & BCA minores duobus rectis. Q.E.D.

PROP. XIV.

TAB. 43. fig. 9. *In quolibet triangulo GHD, laterum poli, ductis circulis maximis, conſtituunt aliud triangulum XMN, quod ſupplementum eſt trianguli GHD; nempe latera NX*

XM

XM & NM erunt ſupplementa ad ſemicirculos arcuum qui ſunt menſuræ angulorum D, G, H. Quin etiam menſuræ angulorum M, X, N, erunt ſupplementa ad ſemicirculos, laterum GH GD & HD.

Polis G, H, D, deſcribantur maximi circuli XCAM TMNO XKBN. Et quia G eſt polus circuli XCAM, erit GM = Quadranti, (per cor. 1. prop. 2.) & ob H polum circuli TMO, erit HM quoque Quadrans; quare (per corol. 1. prop. 3.) erit M polus circuli GH. Similiter quia D eſt polus circuli XBN, & H polus circuli TMN, erunt arcus DN HN Quadrantes; ac proinde (per cor. 1. prop. 3.) N erit polus circuli HD. Et eadem ratione, ob GX DX quadrantes, erit X polus circuli GD. Hiſce præmiſſis.

Quoniam eſt NK = Quadranti, (cor. 1. prop. 2.) & XB = Quadranti, erunt NK + XB hoc eſt NX + KB = duobus Quadrantibus ſeu ſemicirculo; adeoque eſt NX ſupplementum arcus KB ſeu menſuræ anguli HDG ad ſemicirculum. Similiter quia eſt MC = Quadranti, & XA = Quadranti; erunt MC + XA, hoc eſt, XM + AC = duobus Quadrantibus ſeu ſemicirculo, & proinde XM eſt ſupplementum arcûs AC qui eſt menſura anguli HGD. Quinetiam, ob MO, NT Quadrantes, erunt MO + NT = OT + NM = ſemicirculo. itaque eſt NM ſupplementum ad ſemicirculum arcûs OT ſeu menſuræ anguli GHD. Q. E. D.

Præterea quia DK HT ſunt quadrantes, erunt DK + HT ſeu KT + HD æquales duobus Quadrantibus, ſeu ſemicirculo. Eſt ergo KT, ſeu menſura anguli XNM, ſupplementum lateris HD ad ſemicirculum. Nec diſſimili methodo oſtendetur OC menſuram anguli XMN eſſe ſupplementum lateris GH. Et BA menſuram anguli X eſſe ſupplementum lateris GD. Q. E. D.

PROP. XV.

Triangula æquiangula ſunt etiam æquilatera.

Nam eorum ſupplementa ſunt æquilatera, (per 14. hujus)

 ergo

ergo & æquiangula, quare & ipsa sunt æquilatera, per prop. 14. partem secundam.

PROP. XVI.

Trianguli tres anguli sunt majores duobus rectis, & minores sex rectis.

TAB. 43. fig. 9. Nam tres mensuræ angulorum G, H, D, una cum tribus lateribus trianguli XNM faciunt tres semicirculos, (per 14. hujus) sed tria latera trianguli XNM minora sunt duobus semicirculis, (per 11. hujus) quare tres mensuræ angulorum GHD majores sunt semicirculo, & proinde anguli GHD majores erunt duobus rectis.

Propositionis secunda pars patet, nam in quolibet triangulo, externi & interni anguli simul tantum faciunt sex rectos, unde interni sunt minores quam sex recti.

PROP. XVII.

TAB. 43. fig. 6. *Si à puncto R quod circuli AFBE polus non est, in circumferentiam cadant arcus maximorum circulorum RA RB RG RV, maximus est RA, qui per ejus polum C incedit; reliquus vero minimus, cæteri prout à maximo recedunt minores sunt, faciuntque cum priore circulo AFB angulum obtusum ex parte maximi arcus.*

Quia C est polus circuli AFB, erunt CD & huic parallela RS perpendiculares ad planum AFB; Ductis autem SA SG SV; erit (per 7. El. 3.) SA major quam SG, & SG major quam SV. unde in Triangulis rectangulis planis RSA RSG RSV, erunt RSq + SAq seu RAq majora quam RSq + SGq seu RGq, & proinde RA major erit RG; & arcus RA major arcu RG. Similiter erunt RSq + SGq seu RGq majora quam RSq + SVq seu RVq; & proinde RG major RV, & arcus RG major arcu RV.

2do:

2do. Eſt angulus RGA major angulo CGA qui rectus eſt, (per corol. prop. 3.) Et angulus RVA major angulo CVA qui quoque rectus eſt, quare anguli RGA RVA ſunt obtuſi.

PROP. XVIII.

In triangulo rectangulo ad A, crura angulum rectum continentia ſunt ejuſdem affectionis cum angulis oppoſitis, hoc eſt, ſi crura ſint majora aut minora Quadrantibus, anguli illis oppoſiti erunt majores aut minores rectis angulis. TAB. 53. *fig.* 6.

Nam ſi AC ſit Quadrans, C erit polus circuli AFB, & anguli AGC vel AVC erunt recti. Si crus AR ſit majus quadrante, erit angulus AGR major recto (per 17. hujus.) Si crus ſit minus quadrante ut AX, angulus AGX erit minor recto.

PROP. XIX.

Si duo crura trianguli rectanguli (& conſequenter anguli) ſint ejuſdem affectionis, id eſt, utrumque vel majus vel minus Quadrante, hypotenuſa erit minus quadrante.

In triangulo ARV vel BRV, ſit F polus cruris AR, & erit RF quadrans, qui major eſt quam RV (per 17. hujus.) TAB. 53. *fig.* 6.

PROP. XX.

Si ſint diverſae affectionis, hypotenuſa erit major quadrante.

Nam in triangulo ARG, eſt RG major quam RF qui eſt quadrans.

PROP. XXI.

Si Hypotenuſa ſit major vel minor quadrante, crura anguli recti, ideoque & anguli oppoſiti ſunt ejuſdem aut diverſæ affectionis.

 Hæc

Hæc propoſitio eſt priorum converſa; & facile ex iiſdem ſequitur.

PROP. XXII.

TAB. 43. fig. 10. 11. *In quovis triangulo ABC, ſi anguli B & C ad baſim ſunt ejuſdem affectionis, perpendicularis AP cadet intra triangulum; ſi ſint diverſæ affectionis, perpendicularis cadet extra triangulum.*

In primo caſu ſi perpendicularis non cadat intra, cadet extra triangulum, (ut in fig. 11.) Tum in triangulo ABP, eſt AP ejuſdem affectionis cum angulo B; & ſimiliter in triangulo ACP, eſt AP ejuſdem affectionis cum angulo ACP; ergo cum ABC & ACP ſunt ejuſdem affectionis, erunt anguli ABC & ACB diverſæ affectionis; quod eſt contra hypotheſim.

In 2*do*. Caſu ſi perpendicularis non cadat extra, cadet intra, (ut in fig. 10.) Et in triangulo ABP, eſt angulus B ejuſdem affectionis cum crure AP, & ſimiliter in triangulo ACP eſt angulus C ejuſdem affectionis cum AP, unde anguli B & C ſunt ejuſdem affectionis, quod eſt contra hypotheſim.

PROP. XXIII.

TAB. 43. fig. 12. *In Triangulis BAC BHE rectangulis ad A & H, ſi idem fuerit angulus acutus B ad baſim BA vel BH, Sinus hypotenuſarum erunt ſinubus arcuum perpendicularium proportionales.*

Nam rectæ CD EF perpendiculariter inſiſtentes eidem plano ſunt parallelæ. Item FR DP radio OB perpendiculares, ſunt quoque parallelæ; unde & plana triangulorum EFR CDP ſunt parallela (per 15. El. 11.) Quare & CP ER horum planorum communes ſectiones cum plano per BE CO tranſeunte parallelæ erunt (per 16. El. 11.) Triangula igitur CDP EFR æquiangula erunt. Quare CP ſinus Hypotenuſæ BC eſt ad CD ſinum arcus perpendicularis CA; ut ER ſinus hypotenuſæ BE eſt ad EF ſinum arcus perpendicularis EH. Q.E.D.

PROP.

PROP. XXIV.

Iisdem positis, AQ HK sinus basium, tangentibus IA GH arcuum perpendicularium, sunt proportionales. TAB. 43. *fig.* 12.

Nam similiter ut in præcedente propositione, ostendetur triangula QAI KHG esse æquiangula; unde QA : AI :: KH : HG.

PROP. XXV.

In Triangulo ABC rectangulo ad A. Ut cosinus anguli B existentis ad Basim BA ad sinum anguli verticalis ACB, ita cosinus arcus perpendicularis ad Radium.

Præparatio. Producantur latera BA BC CA ita, ut BE BF CI CH sint Quadrantes, polis B & C ducantur circuli maximi EFDG IHG. & erunt anguli ad EFI & H recti. Quare D est polus BAE (per cor. 2. pr. 2. hujus) & G polus IFCB, erit etiam AE = complemento arcus BA, Item FE mensura anguli B = GD & DF eorum complementum, erit quoque BC = FI = mensuræ anguli G, & CF eorum complementum. Item est CA = HD & DC utriusque complementum. Hisce præmissis, in triangulis HIC DCF rectangulis ad I & F & habentibus eundem angulum C acutum, ob BA minorem quadrante, erit S, DF : S, HI :: S, DC : S, HC id est, cosinus anguli B est ad sinum anguli verticalis BCA ut cosinus CA ad Radium. Q. E. D. TAB. 43. *fig.* 13.

PROP. XXVI.

Cosinus basis : cosin. Hypotenusæ :: R : coS perpendicularis.

Nam in Triangulis AED CFD rectangulis ad E & F; habentibus eundem angulum D acutum: ob AE quadrante minorem, est S, EA : S, CF :: S, DA : S, DC. Q. E. D. TAB. 43. *fig.* 13.

PROP. XXVII.

S, Baseos : R : : T, perpendicularis : T, anguli ad basim.

TAB. 43. fig. 13. Nam in Triangulis BAC BEF rectangulis ad A & E & habentibus eundem angulum B acutum, ob AC minorem quadrante, S,BA : S,BE : : T,AC : T,EF. Q.E.D.

PROP. XXVIII.

CoS, anguli verticalis : R : : T, perpendicularis : T, Hypotenusæ.

TAB. 43. fig. 13. In Triangulis GIF GHD rectangulis ad I & H, & habentibus eundem angulum G acutum, ob HD minorem HC seu quadrante, est S,GH : S,GI : : T,HD : T,IF.

PROP. XXIX.

S, Hypotenusæ : R : : S, perpendicularis : S, anguli ad basim.

TAB. 43. fig. 13. In Triangulis præcedentibus, est S,IF : S,GF : : S,HD : S, GD.

PROP. XXX.

Radius : coS. Hypotenusæ : : T, anguli verticalis : coT, anguli ad basim.

TAB. 43. fig. 13. In Triangulis HIC DFC rectangulis ad I & F, & habentibus eundem angulum C acutum, ob DF minorem quadrante, Est S,CI : S,CF : : T,HI : T,DF. hoc est, R : coS, BC : : Tang, C : coT, anguli B.

Propositiones sex præcedentes ad omnes casus triangulorum rectangulorum resolvendos sufficiunt, sequuntur illi numero sedecim cum suis analogiis ex hisce deductis.

Datis

	Datis præter ang. rectum	Quær.			
1	A C & C	B	R : coS, C A :: S, C : coS, B ejusdem speciei cum C A.	per 25 inverse	TAB. 43. fig. 13.
2	A C & B	C	coS, C A : R :: coS, B : S, C ambigui.	per 25	
3	B & C	A C	S, C : coS, B :: R : coS, C A ejusdem speciei cum ang. B.	per 25 & 18	
4	B A C A	B C	R : coS, B A :: coS, A C : coS, B C. Si B A A C fuerint ejusdem affectionis nec Quadrantes, erit B C minor quadrante; si diversæ, erit B C quadrante major.	per 26 & 19 20	
5	B A B C	A C	coS, B A : R :: coS, B C : coS, C A. Si B C sit major aut minor quadrante, B A & C A erunt ejusdem aut diversæ affectionis, sed datur B A ejusque Species, ergo.	per 26 & 21	
6	B A C A	B	S, B A : R :: T, C A : T, B ejusdem affectionis cum latere opposito C A.	per 27 & 18	
7	B A B	A C	R : S, B A :: T, B : T, A C, ejusdem speciei cum B.	per 27 & 18	
8	A C B	B A	T, B : R :: T, C A : S, B A ambigui.	per 27	
9	B C C	A C	R : coS, C :: T, B C : T, C A. Si B C sit major aut minor quadrante, anguli C & B sunt ejusdem aut diversæ affectionis, quare data specie ang. B. dabitur A C.	per 28 & 21	
10	A C C	B C	coS, C : R :: T, A C : T, B C. prout ang. C & A C fuerint ejusdem aut diversæ affectionis, B C erit minor aut major quadrante.	per 28 20 21	

	Datis præter ang. rectum.	Quær.		
11	BC AC	C	T, BC : R : : T, CA : coS, C. Si BC fuerit major aut minor Quadrante, CA & BA & proinde anguli erunt ejuſdem aut diverſæ affectionis, ſed datur ſpecies CA, ergo dabitur ſpecies anguli C.	per 28 21
12	BC B	AC	R : S, BC : : S, B : S, AC ejuſdem ſpeciei cum B.	per 29 & 18
13	AC B	BC	S, B : S, AC : : R : S, BC ambigui.	per 29
14	BC AC	B	S, BC : R : : S, AC : S, B ejuſdem ſpeciei cum CA.	per 29
15	B C	BC	T, C : R : : coT, B : coS, BC. prout anguli B & C ejuſdem aut diverſæ affectionis fuerint, erit BC minor aut major quadrante.	per 30 19 20
16	BC C	B	R : coS, BC : : T, C : coT, B. prout BC fuerit minor aut major quadrante; anguli C & B erunt ejuſdem aut diverſæ affectionis. Sed datur ſpecies anguli C. quare dabitur ſpecies anguli B.	per 30 21

De Reſolutione Triangulorum Rectangulorum Sphæricorum, per quinque partes circulares.

Perpenſis Analogiis, quibus Triangula Sphærica Rectangula ſolvuntur, Dominus *Neperus*, nobilis ille Logarithmorum Inventor, duas excogitavit Regulas memoriâ facile retinendas, quarum ope omnes ſedecim caſus reſolvi poſſunt; Nam cum in hiſce triangulis, præter angulum rectum, ſint tria latera & duo anguli, latera angulum rectum com-

comprehendentia, hypotenusæ autem & reliquorum angulorum complementa, vocavit *Neperus partes circulares.* Et cum datæ sunt duæ quælibet partes, & quæritur Tertia. Harum trium una, quæ dicitur *pars media*, vel adjacet duobus reliquis partibus, quæ itaque vocantur *extremæ adjacentes*; vel neutri adjacet, in quo casu, dicuntur *extremæ oppositæ*; Sic si complementum anguli B ponatur pars media, Crus AB & complementum Hypotenusæ BC sunt partes extremæ adjacentes; At complementum anguli C, & latus AC sunt extremæ oppositæ. Item posito complemento hypotenusæ BC parte media, complementa angulorum B & C sunt extremæ adjacentes; & AB AC crura sunt extremæ oppositæ. Sic etiam posito crure AB parte media, complementum anguli B, & AC sunt extremæ adjacentes; Nam angulus rectus A non intercipit adjacentiam, quia non est pars circularis. At eidem parti mediæ complementum anguli C & complementum hypotenusæ BC sunt extremæ oppositæ. Hisce præmissis. TAB. 43. *fig.* 14.

REGULA PRIMA.

In Triangulo Rectangulo Sphærico, Rectangulum sub Radio & sinu partis mediæ, æquale est rectangulo sub Tangentibus partium Adjacentium.

REGULA SECUNDA.

Rectangulum sub radio & sinu partis mediæ, æquale est rectangulo sub cosinubus partium oppositarum.

Utriusque Regulæ tres sunt casus. Nam pars media vel potest esse complementum anguli B vel C, vel complementum hypotenusæ BC; vel denique unum ex cruribus scil. AB vel AC.

Casus 1. Sit complementum anguli C pars media. Et erunt AC & complementum hypotenusæ BC extremæ adjacentes. Per pr. 28. Est ut cosinus anguli verticalis C ad Radium, Ita Tangens CA ad Tangentem Hypotenusæ BC. TAB. 43. *fig.* 13.

permutando erit coS. C : T, C A : : R : T, BC. ſed ut notum eſt, R : T, B C : : coT, B C : R. quare coS, C : T, A C : : coT, B C:R; Unde R × coS, C = T, A C × coT, B C.

Eidem complemento anguli C parti mediæ, extremæ oppoſitæ ſunt complementum anguli B & A B, (& per prop. 25.) coSinus anguli C eſt ad ſinum anguli C D F ut co Sinus D F ad Radium, eſt vero Sinus C D F = S, A E = coS, BA, & coS, D F = S, E F = S, ang. B. unde erit coS, C: coS, B A : : S, B : R. & R × coS, C = coS. B A × S. B hoc eſt, Radius ductus in ſinum partis mediæ, æquatur rectangulo ſub coſinubus extremarum oppoſitarum.

Caſus 2. Sit complementum hypotenuſæ B C pars media, & complementa angulorum B & C erunt extremæ adjacentes. In triangulo D C F (per prop. 27.) Eſt S, C F : R : : T, D F : T, C. unde permutando S, C F : T, D F : : (R : T, C : :) coT, C : R. eſt autem S, C F = coS, B C & T, D F = coT, B. quare eſt R × co S, B C = coT, C × coT, B. hoc eſt, Radius ductus in ſinum partis mediæ æquatur producto ex Tangentibus partium adjacentium extremarum.

Eidem parti mediæ, ſcil. complemento B C, adſunt extremæ oppoſitæ A B A C, & (per prop. 26.) eſt coS, B A : coS, B C : : R : coS, A C. quare erit R × coS, B C = coS, B A × coS, A C.

Caſ. 3. Sit denique A B pars media, & erunt complementum anguli B & A C extremæ adjacentes, (& per pr. 27.) S, A B : R : : T, C A : T, B. unde erit S, A B : T, C A : : (R : T, B : :) coT, B : R. adeoque erit R × S, A B = T, C A × co T, B.

Præterea parti mediæ A B, complementum B C, & complementum anguli C ſunt extremæ oppoſitæ; & in triangulo G H D (per prop. 25.) Eſt coS, D : S, D G H : : coS, G H : R. eſt vero coS, D = coS, A E = S, A B, & S, G = S, I F = S, B C. Item eſt coS, G H = S, H I = S, C. quare erit S, A B : S, B C : : S, C : R. & hinc R × S, A B = S, B C × S, C.

Itaque in omni caſu, rectangulum ſub radio & ſinu partis mediæ æquale erit tam rectangulo ſub coſinubus extremarum

oppo-

oppositarum, quam rectangulo sub tangentibus extremarum adjacentium. Et proinde si æquationes illæ resolvantur in Analogias (per 16. Elem. 6.) ope regulæ Proportionis, partes ignotæ innotescent. Et si pars quæsita sit media, primus Analogiæ terminus erit Radius, secundum & tertium occupant locum tangentes vel cosinus partium extremarum. Si vero quæratur extremarum una, Analogia incipi debet cum altera, atque Radius sinusque partis mediæ, in mediis ponantur locis, ut quartum teneat pars quæsita.

In Triangulis Sphæricis obliquangulis BCD, demisso arcu perpendiculari AC, ab angulo C in basim BD, (productam si opus fuerit,) ut duo fiant Triangula BAC DAC rectangula; eorum ope resolvi possunt plerique casus Triangulorum obliquangulorum. TAB. 44. fig. 1. 2.

PROP. XXXI.

Cosinus angulorum B & D ad basim BD, sinubus angulorum verticalium BCA DCA sunt proportionales. TAB. 44. fig. 1. 2.

Nam coS, ang. B: S, BCA :: (coS, CA : R ::) coS, D: S, DCA (per 25. hujus.)

PROP. XXXII.

Cosinus laterum BC DC sunt proportionales cosinubus basium BA DA. TAB. 44. fig. 1. 2.

Est enim coS, BC : coS, BA :: (coS, CA : R ::) coS, DC : coS, DA. (per 26 hujus.)

PROP. XXXIII.

Sinus basium BA DA, sunt in reciproca proportione tangentium angulorum B & D ad Basim BD. TAB. 44. fig. 1. 2.

Quia per 27. hujus est, S, BA : R :: T, AC : T, anguli B· Item per eandem, inverse R : S, DA :: T, ang. D : T, AC. erit ex æquo in perturbata ratione (per 23. El. 5.) S, BA: S, DA :: T, ang. D : T, ang. B.

PROP. XXXIV.

TAB. 44. fig. 1. 2. *Tangentes laterum BC DC sunt in reciproca proportione cosinuum angulorum verticalium BCA, DCA.*

Quia per 28. hujus permutando, Eſt
T, BC: R :: T, CA : coS, BCA
& per eandem R : coS, DCA :: T, DC: T, CA
quare ex æquo in perturbata ratione eſt
T, BC : coS, DCA :: T, DC : coS, BCA.

PROP. XXXV.

TAB. 44. fig. 1. 2. *Sinus laterum BC DC ſinubus angulorum oppoſitorum B & D ſunt proportionales.*

Quia per 29. hujus S, BC : R :: S, CA : S, ang. B
& per eandem inverſe R : S, DC :: S, ang. D : S, CA
erit ex æquo in perturbata ratione S, BC : S, DC :: S, D : S, B.

PROP. XXXVI.

TAB. 44. fig. 3. *In Triangulo quovis Sphærico ABC, CF × AE vel FM × AE, rectangulum ſub ſinubus crurum BC BA eſt ad radii quadratum, ut IL ſeu IA − LA differentia ſinuum verſorum Baſis AC, & differentiæ crurum AM, ad GN ſinum verſum anguli B.*

Polo B deſcribatur circulus maximus PN; ſintque BP BN quadrantes; & PN eſt menſura anguli B; eodem polo B per C deſcribatur circulus minor CFM; horum circulorum plana recta erunt plano BON, (per 20. h.) & PG CH perpendiculares in idem planum, cadent in communes ſectiones ON FM puta in G & H. ducatur HI perpendicularis ad AO, & planum per CH HI perpendiculare erit plano AOB, unde AI perpendicularis ad HI, erit perpendicularis ad rectam CI, (per def. 4. El. 11.) eſt itaque AI ſinus verſus arcus AC, & AL ſinus verſus arcus AM = BM − BA = BC − BA. Triangula Iſoſcelia CFM PON ſunt æquian-

æquiangula, ob MF NO item CF PO parallelas (per 16. El. 11.) quare demissis perpendiculis CH PG in latera FM ON, similiter divisa erunt Triangula; & erit FM : ON :: MH : GN. Itemque ob triangula AOE DIH DLM æquiangula erit AE : AO :: IL : MH
at ostensum est, esse FM : ON :: MH : GN quare erit AE × FM ad AO × ON, ut IL × MH ad MH × GN seu ut IL ad GN. hoc est rectangulum sub sinubus crurum est ad quadratum Radii ut differentia sinuum versorum basis & differentiæ crurum BC BA ad sinum versum anguli B. Q. E. D.

PROP. XXXVII.

Differentia Sinuum versorum duorum arcuum ducta in dimidium Radii, æqualis est rectangulo sub sinu semisummæ & sinu semidifferentiæ eorundem arcuum.

Sint duo arcus BE BF, quorum differentia EF sit bisecta in D, & erit BD semisumma arcuum, & FD semidifferentia. Est GE = IL differentiæ sinuum versorum arcuum BE BF; Item est FO sinus semidifferentiæ arcuum. Ob æquiangula triangula CDK FEG; erit DK : GE :: (CD : FE ::) $\frac{1}{2}$CD : $\frac{1}{2}$FE. Unde est DK × $\frac{1}{2}$FE seu DK × FO = GE × $\frac{1}{2}$CD = IL × $\frac{1}{2}$CD. Q. E. D. TAB. 44. fig. 4.

PROP. XXXVIII.

Sinus versus cujusvis arcus, ductus in dimidium Radii, æqualis est quadrato sinus dimidii ejusdem arcus.

Triangula CBM DEB sunt æquiangula ob angulos ad M & E rectos & angulum ad B communem. Quare est EB : BD :: BM : BC erit itaque EB × BC = BM × BD & EB × $\frac{1}{2}$BC = BM × $\frac{1}{2}$BD = BMq. Q. E. D. TAB. 44. fig. 5.

PROP. XXXIX.

In quolibet Triangulo ABC, cujus crura angulum B continentia sint BC AB, & basis AC eundem angulum subtendat; si capiatur AM arcus = differen- TAB. 44. fig. 3.

rentiæ crurum $= BC - AB$. *erit Rectangulum sub sinubus crurum* BC BA *ad quadratum Radii ut Rectangulum sub sinu arcus* $\frac{AC + AM}{2}$ *& sinu arcus* $\frac{AC - AM}{2}$ *ad Quadratum sinus dimidii anguli* B.

Quoniam est rectangulum sub sinubus crurum A B B C ad quadratum radii, ut I L ad sinum versum anguli B, vel ut $\frac{1}{2} R \times IL$ ad $\frac{1}{2}$ R ductum in sinum versum anguli B (per prop. 36. hujus) Est autem $\frac{1}{2} R \times IL =$ rectangulo sub sinubus arcuum $\frac{AC+AM}{2}$ & $\frac{AC-AM}{2}$ (per pr. 37. hujus.) Item est $\frac{1}{2}$ R ductus in sinum versum anguli B æqualis Quadrato sinus dimidii anguli B. Quare erit Rectangulum sub sinubus crurum, ad Radii quadratum, ut Rectangulum sub sinubus arcuum $\frac{AC+AM}{2}$ & $\frac{AC-AM}{2}$ ad Quadratum sinus dimidii anguli B. Q. E. D.

Sequuntur duodecim Casus Triangulorum Sphæricorum obliquangulorum.

TAB. 44. *fig.* 1. 2.

	Datis	Quær.	Fiat.
I	Ang. B, D, & BC.	Ang. C.	coS, BC : R :: coT, B : T, BCA (per 30. hujus.) Item coS, B : S, BCA :: coS, D : S, DCA (per 31. hujus.) Quare angulorum BCA DCA summa, si perpendicularis cadat intra triangulum, vel differentia, si extra cadat, erit $=$ BCD. Num perpendicularis cadit intra vel extra, cognoscitur ex affectione angulorum B & D (per 22. hujus) quod semel monuisse sufficiat.

	Datis.	Quær.	Fiat.
2	Ang. B, C, & latere B C.	Ang. D.	coS, B C : R : : coT, B : T, B C A (per 30. hujus) & S, B C A : S, D C A : : coS, B : coS, D (per 31. hujus.) Si B C A ſit minor BCD, angulus D erit ejuſdem affectionis cum angulo B. Sin B C A ſit major B C D, anguli B & D erunt affectionis diverſæ per converſam pr. 22.
3	BC CD lateribus & ang. B.	BD latus.	R : coS, B : : T, B C : T, B A. (per 28. hujus) & coS, B C : coS, B A : : coS, D C : coS, D A (per 32. hujus) horum BA DA ſumma vel differentia, prout perpendicularis cadit intra, vel extra Triangulum, eſt æqualis BD quod cognoſci nequit niſi cognita ſit ſpecies alterius anguli D.
4	B C DB lateribus & ang. B.	C D latus.	R : coS, B : : T, B C : T, B A (per 28. hujus.) Et coS, B A : coS, B C : : coS, D A : coS, DC. (per 32. h.) Prout D A ſimilis eſt aut diſſimilis C A vel ang. B D C, erit DC minor aut major Quadrante (per 19 & 20 hujus.)
5	B, D, ang. & B C. latere.	BD latus.	R : coS, B : : T, B C : T, B A (per 28 hujus.) Et T, D : T B : : S, B A : S, D A (per 33. hujus) quorum B A D A ſumma vel differentia = B D.
6	BC BD lateribus & ang. B.	Ang. D.	R : coS, B : : T, B C : T, B A (per 28. hujus.) Et S, D A : S, B A : : T B : T, D (per 33. hujus.) Prout B D minor eſt aut major quam B A, angulus D ſimilis aut diſſimilis erit angulo B. (per 22. hujus.)
7	BC DC lateribus & ang. B.	Ang. C.	coS, B C : R : : coT, B : T, B C A (per 30. h.) Et T, D C : T, B C : : coS, B C A : coS, D C A (per 34. hujus.) Angulorum BCA D C A ſumma aut differentia, prout perpendicularis cadit intra vel extra triangulum, eſt æqualis angulo B C D.

		Datis.	Quær.	Fiat.
	8	B, C, ang. & BC latere.	DC latus.	coS, BC : R :: coT, B : T, BCA. (per 30 hujus.) Item coS, DCA : coS, BCA : T, BC : T, DC (per 34. h.) Si angulus DCA ſimilis ſit angulo B (hoc eſt, ſi AD ſit ſimilis CA) erit DC minor quadrante. Si anguli DCA & B ſint diſſimiles, erit DC quadrante major, quod ſequitur (ex pr. 18, 19 & 20 h.)
	9	BC DC lat. & ang. B.	D.ang.	S, CD : S, B :: S, BC : S, D qui ambiguus eſt. Analogia ſequitur (ex prop. 35. hujus.)
	10	B, D, ang. & BC lat.	DC	S, D : S, BC :: S, B : S, DC quod latus ambiguum eſt.
TAB. 44. *fig.* 3.	11	AB BC CA omnibus lateribus.	Ang. B.	Rectangulum ſub ſinubus crurum AB BC : quadratum Radii :: rectangulum ſub ſinubus arcuum $\frac{AC + AM}{2}$ & $\frac{AC - AM}{2}$: Quadrato ſinus $\frac{1}{2}$ ang. B. per prop. 39.
TAB. 43. *fig.* 9.	12	G, H, D omnibus ang.	GD latus.	In Triangulo XNM, Eſt MN complementum anguli GHD ad ſemicirculum. XM complementum anguli G & XN complementum anguli D. & angulus X complementum eſt lateris GD ad ſemicirculum. Quare mutatis angulis in latera, & lateribus in angulos; eadem eſt operatio quæ eſt in caſu 11 hujus, cum arcus & eorum complementa ad ſemicirculos habeant eoſdem ſinus.

DE

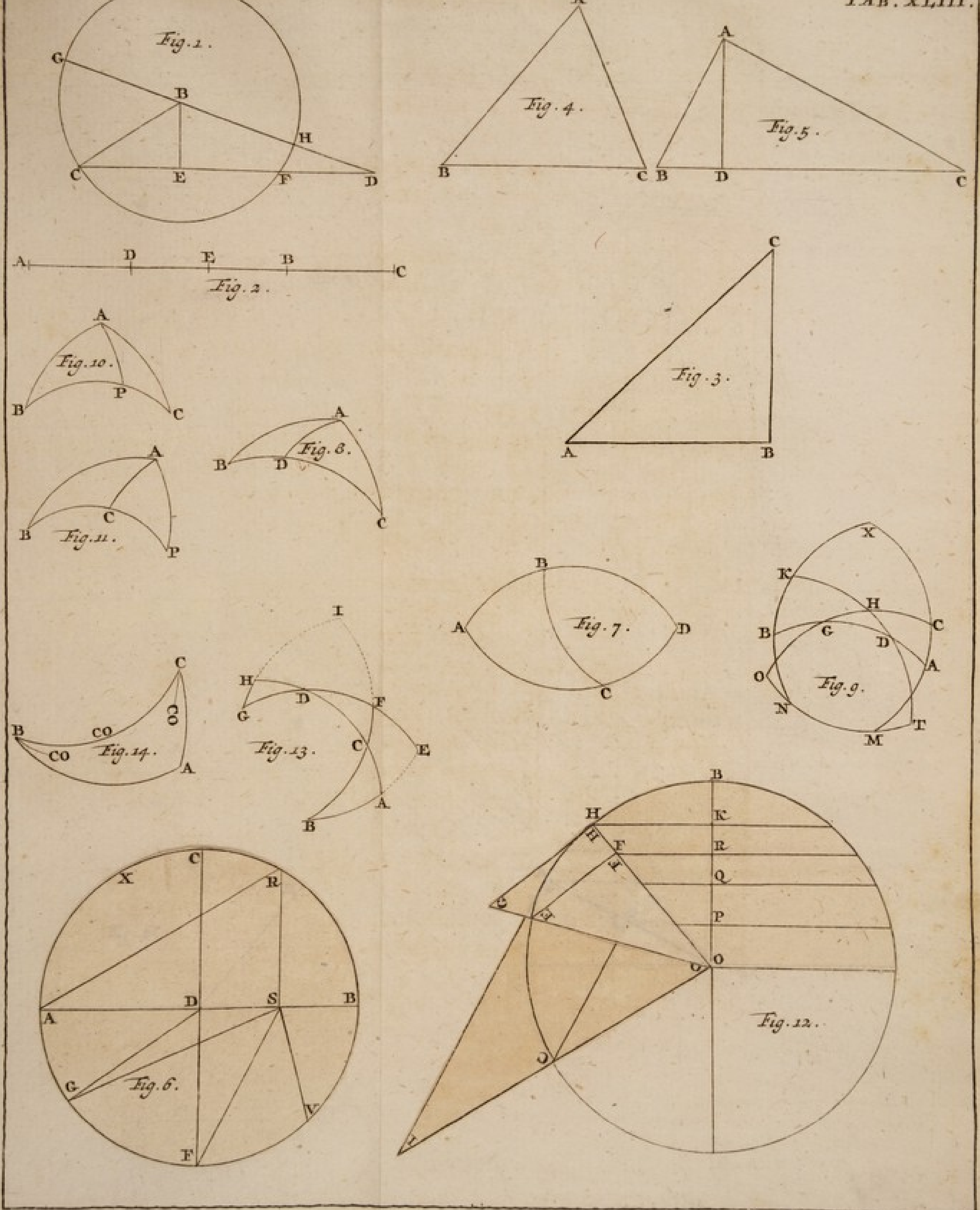


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.

DE NATURA ET ARITHMETICA LOGARITHMORUM PRÆFATIO.

Ingens olim compendium accepit Mathesis, primo characterum Indicorum, deinde Fractionum decimalium introductione; non minus tamen adjumenti ex Logarithmis, quam ex utroque invento, ei accessit: quorum quidem usum, per omnes disciplinas mathematicas latissime patentem, quis iis studiis vel leviter imbutus ignorat? Horum ope numeri fere immensi & aliàs plane intractabiles sine ullo tædio in ordinem coguntur: præsentissimum horum auxilium ubique conspicitur, sive cursum navis dirigat Nauta, sive curvarum altiorum indolem investiget Geometra, sive stellarum loca exquirat Astronomus, sive alia naturæ phænomena explicet Physicus, sive demum pecuniæ ex usuris incrementum computet Nummatus.

Argumento, in quo versatur hic libellus, illustrando non defuerunt viri in re Mathematica primarii. Sed eorum alii omnem illius ambitum complexi, doctissimè illi quidem, sed magistris solum scripserunt: alii ad Tyronum captum se accommodantes, certas quasdam, easque magis obvias Logarithmorum proprietates selegerunt, intimam eorum naturam non aperuerunt. Quod igitur adhuc desiderari videbatur, mihi in animo erat supplere hoc tractatu, qui in id præcipue collimat, ut Logarithmorum scientia iis, qui ultra Arithmeticæ speciosæ & Geometriæ elementa non processerunt, penitus aliquando pateat.

Mirabile Logarithmorum Inventum Nepero Scoto Merchestonii *Baroni debetur, qui primus canonem Logarithmorum*

rum descripsit, construxit, & edidit, Edinburgi *Anno* 1614. *Hunc statim omnes Mathematici, ejus utilitatem suspicientes, grati arripuerunt. Et cum de aliis fere omnibus præclaris Inventis plures contendunt Gentes, omnes tamen* Neperum *Logarithmorum authorem agnoscunt, qui tanti inventi gloria solus sine æmulo fruatur.*

Aliam deinde magis commodam Logarithmorum formam Neperus *excogitavit, & communicato consilio cum Domino* Henrico Briggio, *Geometriæ in Academia* Oxoniensi *Professore, hunc socium operis sibi adjunxit, ut Logarithmos in meliorem formam redactos compleret. Sed* Nepero *demortuo, totum quod restabat onus in* Briggium *devolutum est, qui magno labore, & summa qua pollebat ingenii subtilitate, canonem Logarithmicum secundum novam illam formam composuit, pro viginti primis numerorum chiliadibus (seu ab* 1 *usque ad* 20000) *aliisque undecim ab* 90000 *usque ad* 101000, *pro quibus omnibus numeris, supputavit Logarithmos quatuordecim figurarum locis constantes. Hic canon editus est* Londini *anno* 1624.

Eundem Canonem iterato edidit Goudæ *apud* Batavos, *anno* 1628. Adrianus Vlacq, *suppletis, ut docuerat* Briggius, *chiliadibus intermediis prius omissis; sed brevioribus usus est Logarithmis, utpote qui ad decem tantum figurarum loca continuantur.*

Computavit etiam Briggius *Logarithmos Sinuum & Tangentium, pro singulis Gradibus graduumque centesimis, ad* 15 *figurarum loca, quibus adjunxit sinus Tangentes & secantes veros seu naturales, quos prius ad totidem loca supputaverat. Logarithmi sinuum & Tangentium dicuntur sinus & Tangentes Artificiales. ipsi vero sinus & Tangentes, naturales vocantur. Has Tabulas simul cum Tractatu de Tabularum constructione & usu, post mortem* Briggii, *sub nomine* Trigonometriæ Britannicæ *edidit* Henricus Gelibrand Londini *Anno* 1633.

Post illud tempus, pluribus in locis Tabularum compendia prodiere. In quibus sinus Tangentes, eorumque Logarithmi,

rithmi, tantum constant septem notarum locis, & numerorum Logarithmi exhibentur tantum pro numeris ab 1 *usque ad* 10000, *qui pro plerisque casibus sufficere possunt.*

Harum Tabularum dispositio ea mihi videtur optima, quam primus excogitavit Nathaniel Roe Anglus Suffolciensis, *quamque, quibusdam in melius mutatis, sequitur* Sherwinus *in Tabulis suis Mathematicis* Londini *Anno* 1705 *editis, in quibus habentur Logarithmi Numerorum omnium ab unitate usque ad* 101000 *septem figurarum notis constantes, Logarithmorum quoque differentiæ partesque proportionales adscribuntur, quarum ope Logarithmi numerorum usque ad* 10000000 *facile haberi possunt: quatenus scil. hi Logarithmi septem tantum figurarum notis exprimantur. Praeterea in iisdem prostant Sinus Tangentes & Secantes, cum eorum Logarithmis & differentiis pro quolibet gradu & minuto Quadrantis, cum aliis quibusdam tabulis Mathesi Practicæ inservientibus.*

CAPUT I.

De ortu & natura Logarithmorum.

Quemadmodum in Geometria, linearum magnitudines numeris sæpe definiuntur; ita quoque in Arithmetica vicissim expedit, ut numeri aliquando per lineas exponantur, assumendo scil. lineam aliquam quæ ipsa unitatem repræsentet, ejus dupla numerum binarium, tripla ternarium, dimidia fractionem $\frac{1}{2}$, & ita deinceps, exponet. Hac ratione quorundam numerorum Genesis & proprietates melius concipiuntur, clariusque in animo versantur, quam per abstractos numeros fieri possit.

Hinc si quælibet linea a in seipsam ducatur, quæ exinde prodit quantitas a^2, non æstimanda est tanquam duarum dimensionum, sive ut Quadratum Geometricum cujus latus est linea a, sed tanquam linea quæ sit tertia proportio- TAB. 44. *fig.* 6.

 nalis

nalis lineæ pro unitate aſſumptæ, & lineæ a. Sic etiam ſi a^2 per a multiplicetur, quæ prodit a^3 non erit trium dimenſionum quantitas, ſeu cubus Geometricus, ſed linea quæ eſt quartus terminus in progreſſione Geometricâ cujus primus terminus eſt 1 ſecundus a. Nam termini $1\ a\ a^2\ a^3\ a^4\ a^5\ a^6\ a^7$ &c. ſunt in continua ratione 1 ad a: & indices terminis affixi oſtendunt locum ſeu diſtantiam, quam quiſque terminus ab unitate obtinet. v. gr. a^5 eſt in quinto loco ab unitate, a^6 in ſexto ſeu ſexies magis diſtans ab unitate quam a ſeu a^1, qui immediate ſequitur unitatem.

Si inter terminos 1 & a inſeratur medius proportionalis qui eſt $\sqrt{a}$, ejus index erit $\frac{1}{2}$, nam ejus diſtantia ab unitate erit ſemiſſis diſtantiæ a ab unitate, adeoque pro $\sqrt{a}$ ſcribi poteſt $a^{\frac{1}{2}}$. Et ſi inter a & a^2 inſeratur medius proportionalis, ejus index erit $1\frac{1}{2}$ ſeu $\frac{3}{2}$, nam ejus diſtantia erit ſeſquialtera diſtantiæ ipſius a ab unitate.

Si inter 1 & a inſerantur duo medii proportionales; horum primus eſt radix cubica ipſius a, cujus index debet eſſe $\frac{1}{3}$. Nam terminus ille diſtat ab unitate tertiâ tantum parte diſtantiæ ipſius a, adeoque radix cubica ſcribi debet per $a^{\frac{1}{3}}$. Hinc Index ipſius Unitatis eſt 0, nam unitas non diſtat à ſeipſâ.

Eadem ſeries quantitatum Geometrice proportionalium continuari poteſt utrinque, tam deſcendendo verſus ſiniſtram, quam aſcendendo verſus dextram; termini enim $\frac{1}{a^5}\ \frac{1}{a^4}\ \frac{1}{a^3}\ \frac{1}{a^2}\ \frac{1}{a}\ 1\ a\ a^2\ a^3\ a^4\ a^5$ &c. ſunt omnes in eadem progreſſione Geometrica. Adeoque cum diſtantia ipſius a ab unitate ſit verſus dextram & poſitiva ſeu $+1$, diſtantia æqualis in contrariam partem ſcil. diſtantia termini $\frac{1}{a}$ erit negativa ſeu -1, qui erit index termini $\frac{1}{a}$ pro quo itaque ſcribi poteſt a^{-1}. Similiter in termino a^{-2}, index -2 oſtendit terminum in ſecundo loco ab uni-

unitate verſus ſiniſtram locari, idemque valet terminus a^{-2} ac $\frac{1}{a^2}$. Item a^{-3} eſt idem ac $\frac{1}{a^3}$. Indices enim hi negativi oſtendunt terminos ad quos pertinent, in partem diſcedere contrariam ei, qua ab unitate progrediuntur termini, quorum indices ſunt poſitivi. Hiſce præmiſſis.

Si ſuper linea AN utrinque indefinite extenſâ, capiantur AC CE EG GI IL dextrorſum. Item AΓ ΓΠ &c. ſiniſtrorſum, omnes inter ſe æquales: & ad puncta Π Γ A C E G I L erigantur ſuper AN perpendiculares rectæ ΠΣ ΓΔ AB CD EF GH IK LM quæ ſint omnes continue proportionales, numeroſque repræſentent, quorum AB ſit unitas. Lineæ AC AE AG AI AL — AΓ — AΠ diſtantias numerorum ab unitate reſpective exponent, ſive locum & ordinem quem quiſque numerus in ſerie Geometrice proportionalium obtinet, prout ab unitate diſtat. Ita AG cum ſit tripla rectæ AC, erit numerus GH in tertio ab unitate loco, ſi modo CD ſit in primo, ſic LM erit in quinto loco cum ſit AL = 5 AC. TAB. 44. fig. 7.

Quod ſi proportionalium extremitates Σ Δ B D F H K M rectis lineis jungantur; figura ΣΠ L M fit polygonum pluribus aut paucioribus conſtans lateribus, prout plures aut pauciores in progreſſione fuerint termini.

Si partes AC CE EG GI IL biſecentur in punctis *c e g i l* & rurſus excitentur perpendiculares *cd ef gh ik lm*, quae ſint mediæ proportionales inter AB CD, CD EF, EF GH, GH IK, IK LM, nova orietur porportionalium ſeries, cujus termini incipiendo ab eo qui proxime ſequitur unitatem duplo plures ſunt, quam in prima ſerie, & terminorum differentiæ minores fiunt, propiuſque ad rationem æqualitatis accedunt termini quam prius; quin etiam in hac nova ſerie, rectæ AL AC diſtantias terminorum LM CD ab unitate exponent, ſcil. cum AL decies major ſit quam A*c*; erit LM decimus ſeriei terminus ab unitate, & ob A*e* triplo majorem quam A*c*, erit *e f* tertius ſeriei terminus, mo-

 do

do *c d* ſit primus: & inter AB & *e f* erunt duo medii proportionales, inter AB vero & LM erunt novem termini medii proportionales.

Quod ſi linearum extremitates B *d* D *f* F *h* H &c. rectis jungantur, fiet novum polygonum, pluribus quidem, at brevioribus conſtans lateribus.

Si rurſus diſtantiæ A *c* *c* C C *e* *e* E &c. biſecari concipiantur, & inter binos quoſque terminos, ad medias illas diſtantias inſeri intelligantur medii proportionales, alia nova orietur proportionalium ſeries, terminos ab unitate duplo plures continens quam prior. Terminorum vero differentiæ minores erunt; junctiſque terminorum extremitatibus, numerus laterum polygoni augetur ſecundum numerum terminorum, minora autem erunt latera, ob diminutas terminorum à ſeinvicem diſtantias.

Quin in hac nova ſerie, diſtantiæ AL AC &c. determinabunt terminorum ordines ſeu locos, nempe ſi ſit AL quintuplo major quam AC; ſitque CD quartus ab unitate ſeriei terminus: erit LM iſtius ſeriei terminus viceſimus ab unitate.

Si ſic continuo inter binos quoſque terminos inſerantur medii proportionales, fiet tandem numerus terminorum ſeriei, ſicut & laterum polygoni major quolibet dato numero ſeu infinitus; latera vero ſingula magnitudine diminuta fient quavis datâ rectâ lineâ minora; Adeoque mutabitur polygonum in figuram curvilineam. Nam quælibet figura curvilinea conſiderari poteſt, tanquam polygonum cujus latera ſunt numero infinita, & magnitudine minima.

Curva ſic deſcripta dicitur *Logarithmica*, in qua ſi numeri per rectas ad axem AN normaliter inſiſtentes, repræſententur, portio Axis inter numerum quemlibet, & Unitatem intercepta, oſtendit locum ſeu ordinem quem numerus ille obtinet in ſerie Geometrice proportionalium, & æqualibus intervallis ab invicem diſtantium. Verbi gratia, ſi AL ſit quintuplo major quam AC, ſintque ab unitate ad LM mille termini continue proportionales, erunt ab unitate ad CD du-

ceuti

centi termini ejuſdem ſeriei, ſeu erit CD terminus ſeriei ducenteſimus ab unitate; & quicunque ſupponatur numerus terminorum ab AB ad LM, erit iſtius numeri pars quinta numerus terminorum ab AB ad CD.

Curva Logarithmica poteſt etiam concipi duobus motibus deſcribi, quorum unus æquabilis eſt, alter vero in data quadam ratione acceleratur, vel retardatur: v. gr. ſi recta AB ſuper AN uniformiter incedat, adeo ut terminus ejus A æqualibus temporibus, æqualia ſpatia deſcribat, interea tamen ita creſcat AB, ut æqualibus etiam temporibus, incrementa capiat, quæ ſint toti lineæ creſcenti proportionalia, hoc eſt ſi AB progrediendo in *c d*, augeatur parte ſui *o d*, & hinc æquali tempore quando in CD pervenerit, augeatur ſimili parte D*p*, quæ ſit ad *d c* ut incrementum *do* ad AB: ſimiliter, dum æquali tempore ad *e f* pervenerit, creſcat parte *f q*, quæ ſit ad DC ut D*p* ad *dc* ſeu ut *do* ad AB, id eſt, in æqualibus temporibus, incrementa facta ſint ſemper totis proportionalia.

Vel ſi linea AB regrediendo in contrariam partem, in conſtanti ratione minuatur, ita ut, dum æqualia ſpatia ΑΓ ΓΠ pertranſit, decrementa patiatur ΑΒ—ΓΔ ΓΔ—ΠΣ quæ ſint ipſis ΑΒ ΓΔ proportionalia. Lineæ ſic creſcentis aut decreſcentis terminus Logarithmicam deſcribet. Nam cum ſit AB : *do* : : *dc* : D*p* : : DC : *fq* erit componendo AB : *dc* : : *dc* : DC : : DC : *fe* & ita deinceps.

Per hos duos motus, unum ſcil. æquabilem, alterum proportionaliter acceleratum aut retardatum, ipſe *Neperus* Logarithmorum originem expoſuit, Logarithmum ſinus cujuſque arcus vocavit, *Numerum qui quam proxime definit lineam quæ æqualiter crevit, interea dum ſinûs totius linea proportionaliter in ſinum illum decrevit.*

Ex hac Logarithmicæ deſcriptione conſtat, numeros omnes in æqualibus diſtantiis, eſſe continue proportionales. Quin etiam patet, quod ſi ſint quatuor numeri AB CD IK LM tales, ut diſtantia inter primum & ſecundum ſit æqualis diſtantiæ inter tertium & quartum, qualiſcunque ſit diſtantia ſecundi à tertio, erunt illi numeri proportionales. Nam quia diſtantiæ AC IL ſunt æquales, erit AB ad incrementum Dſ ut IK ad incrementum MT; unde componendo AB:DC::IK:ML. Et viciſſim, ſi quatuor numeri ſint proportionales, erit diſtantia inter primum & ſecundum, æqualis diſtantiæ inter tertium & quartum.

Diſtantia inter duos quoſlibet numeros, dicitur Logarithmus rationis iſtorum numerorum, & metitur non quidem ipſam rationem, ſed numerum terminorum in data ſerie Geometrice proportionalium progredientium ab uno numero ad alterum, definitque numerum rationum æqualium, quarum compoſitione efficitur numerorum ratio.

Si diſtantia inter duos quoſvis numeros ſit dupla diſtantiæ inter alios duos numeros; Ratio duorum priorum numerorum erit duplicata rationis poſteriorum. Sit enim diſtantia IL inter numeros IK LM dupla diſtantiæ A*c* quæ eſt inter numeros AB *cd*, biſecta IL in *l* ob A*c*=I*l*=*l*L, erit ratio IK ad *lm* æqualis rationi AB ad *cd*, adeoque ratio IK ad LM quæ eſt duplicata rationis IK ad *lm*, (per *defin.* 10. *El.* 5.) erit etiam duplicata rationis AB ad *cd*.

Similiter ſi diſtantia EL ſit tripla diſtantiæ AC; erit Ratio EF ad LM triplicata rationis AB ad CD. Nam ob diſtantiam triplam, triplo plures erunt proportionales ab EF ad LM quam ſunt ejuſdem rationis termini ab AB ad CD, at tam ratio EF ad LM, quam ratio AB ad CD, componitur ex rationibus æqualibus intermediis (per 5. *defin. El.* 6.) Adeoque ratio EF ad LM ex triplo pluribus rationibus compoſita, Triplicata erit rationis AB ad CD. Similiter ſi ſit GL diſtantia quadrupla diſtantiæ A*c*, erit ratio GH ad LM Quadruplicata rationis AB ad *c d*. & ita deinceps.

Numeri cujuſlibet Logarithmus, eſt Logarithmus rationis Unitatis ad ipſum numerum, vel eſt diſtantia inter unitatem & illum numerum. Logarithmi itaque exponunt dignitatem, locum, ſeu ordinem, quem quiſque numerus obtinet ab unitate in ſerie Geometrice proportionalium. Verbi gratia ſi ab

uni-

unitate ad numerum 10 ſint proportionales numeri 10 000 000 hoc eſt ſi ſit numerus 10 in loco 10 000 000mo; per computationem invenietur, eſſe in eadem ſerie ab unitate uſque ad 2 proportionales terminos numero 3 010 300, hoc eſt numerus binarius ſtabit in loco 3 010300mo. Similiter ab unitate uſque ad 3, invenientur termini proportionales 4 771 213, qui numerus definit locum numeri ternarii. Numeri 1 0000000, 3010300, 4771213. erunt Logarithmi numerorum 10, 2, & 3.

Si primus ſeriei terminus ab unitate dicatur y, erit ſecundus terminus y^2, tertius y^3, &c. cumque ponitur numerus denarius ſeriei terminus 10 000 000^{mus}, erit $y^{10000000} = 10$. Item erit $y^{3010300} = 2$. Item $y^{4771213} = 3$, & ita deinceps.

Omnes itaque numeri erunt poteſtates aliquæ illius numeri, qui eſt ab unitate primus. Et poteſtatum indices ſunt numerorum Logarithmi.

Cum Logarithmi ſint diſtantiæ numerorum ab unitate, ut ſuperius oſtenſum eſt, Erit Logarithmus ipſius unitatis 0, nam unitas non diſtat à ſe ipſa. At fractionum Logarithmi ſunt negativi ſeu infra nihil deſcendentes, hi enim in contrariam diſcedunt partem, adeoque ſi numeri ab unitate proportionaliter creſcentes habeant Logarithmos poſitivos, ſeu ſigno + affectos, Numeri ab unitate ſimiliter decreſcentes, ſeu fractiones habebunt Logarithmos negativos, ſeu ſigno — affectos. Quod verum eſt quando Logarithmi æſtimantur per diſtantias numerorum ab unitate.

At ſi initium capiunt Logarithmi non ab unitate integrali, ſed ab unitate quæ eſt in loco aliquo fractionum decimalium, verbi gratia à fractione $\frac{1}{1\,00000\,00000}$; tunc omnes fractiones hac majores habebunt Logarithmos poſitivos, reliquæ minores, obtinebunt Logarithmos negativos, ſed de hac re plura poſtea dicentur.

Cum in numeris continue proportionalibus DC EF GH IK &c. diſtantiæ CE EG GI &c. ſint æquales, erunt horum

rum numerorum logarithmi AC AE AG AI &c. æquidifferentes, ſeu Logarithmorum differentiæ erunt æquales. Numerorum itaque proportionalium Logarithmi ſunt omnes in progreſſione Arithmetica. Atque hinc oritur vulgaris illa Logarithmorum definitio, videl. Logarithmi ſunt numeri qui proportionalibus adjuncti, æquales ſervant differentias.

In prima quam *Neperus* edidit Logarithmorum ſpecie, poſuit terminorum proportionalium ab unitate primum, tantum ab unitate diſtare, quantum ipſe terminus unitatem ſuperabat. h. e. Si $v\,n$ ſit primus ſeriei terminus ab unitate AB, ejus Logarithmum ſeu diſtantiam An vel By æqualem eſſe voluit ipſi $v\,y$, ſeu incremento numeri ſupra unitatem, ut ſi vy ſit 1, 0000001, ejus Logarithmum An ponebat 0, 0000001, & hinc computatione factâ Numerus Denarius ſeu 10 erit 23025850^us ſeriei terminus, qui itaque numerus eſt Logarithmus denarii in hac Logarithmorum forma, & exprimit ejus diſtantiam ab unitate in partibus quarum $v\,y$ vel An eſt una.

At hæc poſitio omnino arbitraria fuit; poteſt enim diſtantia primi termini, ad ipſius exceſſum ſupra unitatem, datam quamvis habere proportionem, & pro varia illa ratione, quæ pro arbitrio ſupponi poteſt, eſſe inter vy & By, incrementum primi termini ſupra unitatem & ejuſdem ab unitate diſtantiam, diverſæ provenient Logarithmorum formæ.

Primam hanc Logarithmorum ſpeciem in aliam magis commodam poſtea mutavit *Neperus*, in qua poſuit numerum denarium non eſſe 23025850^mum, ſeriei terminum, ſed terminum 10000000^mum, inque hac Logarithmorum forma, primum incrementum vy erit ad diſtantiam By vel An, ut unitas ſeu AB ad fractionem decimalem, 0, 4342994, quæ
TAB. 45. fig. 2. itaque exponet Longitudinem ſubtangentis AT.

Poſt mortem *Neperi*, vir ſummus Dominus *Henricus Briggius*, immenſo labore, Logarithmorum Tabulas ad hanc formam conſtruxit & edidit. In hiſce tabulis cum logarithmus denarii ſeu ejus diſtantia ab unitate ponitur 1, 0000000, ſintque 1, 10, 100, 1000, 10000 &c. continue proportionales, erunt æquidiſtantes. Quare numeri 100 Logarithmus erit

2,

2, 0000000. millenarii 3, 0000000 & numeri 10000 Logarithmus fiet 4, 0000000 & ita deinceps.

Hinc Logarithmi omnium numerorum inter 1 & 10 incipere debent per 0, ſeu debet eſſe 0 in primo loco verſus ſiniſtram, ſunt enim minores quam Logarithmus numeri 10 cujus initium eſt unitas; & Logarithmi numerorum inter 10 & 100 unitate incipiunt, ſunt enim majores quam 1. 0000000 & minores quam 2. 0000000. Item Logarithmi numerorum inter 100 & 1000 binario incipiunt, ſunt enim majores quam logarithmus numeri 100, quem incipit 2, & minores logarithmo numeri 1000 qui incipit per 3; eodem modo oſtendetur in Logarithmis numerorum in 1000 & 10000, primam figuram verſus ſiniſtram debere eſſe 3; & in Logarithmis numerorum ab 10000 uſque ad 100000 prima verſus ſiniſtram figura erit 4, & ita deinceps.

Prima cujuſque logarithmi figura verſus ſiniſtram dicitur characteriſtica ſeu index; quia oſtendit altiſſimum ſeu remotiſſimum locum numeri à loco unitatum. v. gr. Si index logarithmi ſit 1, numeri reſpondentis altiſſimus ſeu remotiſſimus verſus ſiniſtram ab unitate locus, erit locus decadum. Si index 2, remotiſſima numeri reſpondentis figura erit in ſecundo ab unitatum loco, hoc eſt erit centenariorum aliquis. Et index Logarithmi 3 denotat altiſſimam numeri ſui figuram eſſe in tertio ab unitatum loco, & inter millenarios locari.

Logarithmi numerorum omnium qui ſunt in progreſſione decupla aut ſubdecupla, characteriſticis ſeu indicibus ſuis tantum differunt; in reliquis omnibus locis, iiſdem ſcribuntur notis, v. gr. Logarithmi numerorum 17, 170, 1700, 17000. nam cum ſit 1 ad 17, ut 10 ad 170, ut 100 ad 1700, ut 1000 ad 17000; diſtantiæ inter 1 & 17, inter 10 & 170, inter 100 & 1700, inter 1000 & 17000 erunt omnes æquales, adeoque cum diſtantia inter 1 & 17 ſeu Logarithmus numeri 17 ſit 1. 2304489 erit logarithmus numeri 170 $=$ 2. 2304482, & Logarithmus numeri 1700 erit 3. 2304489 ob numeri 100 Logarithmum $=$ 2. 0000000, & ſimiliter ob numeri 1000 Logarithmum $=$ 3. 0000000 Logarithmus numeri 17000 erit 4. 2304489.

Sic etiam numeri 6748. 674, 8. 67, 48. 6, 748. 0, 6748, 0, 06748. ſunt continue proportionales ſcil. in ratione 10 ad 1, eorum itaque à ſe invicem diſtantiæ æquales erunt diſtantiæ ſeu Logarithmo numeri 10, ſeu æquales 1, 0000000, quare cum Logarithmus numeri 6748 ſit 3, 8291751, reliquorum logarithmi erunt ut in margine.

6748	3,8291751
674,8	2,8291751
67,48	1,8291751
6,748	0,8291751
0,6748	−1,8291751
0,06748	−2,8291751

In duobus ultimis logarithmis, Indices tantum ſunt negativi, reliquis figuris poſitivis manentibus, adeoque cum reliquæ figuræ addendæ ſunt, ſubtrahendi erunt indices, & vice verſa.

CAPUT II.

De Logarithmorum Arithmetica ubi numeri ſunt integri, vel integri cum decimalibus adjunctis.

Quoniam in multiplicatione, unitas eſt ad multiplicatorem ut multiplicandus ad productum, diſtantia inter Unitatem & multiplicatorem æqualis erit diſtantiæ inter multiplicandum & productum; ſi itaque numerus GH per numerum EF eſſet multiplicandus, diſtantia inter GH & productum debet eſſe æqualis diſtantiæ AE, ſeu Logarithmo multiplicatoris, ſi itaque capiatur GL æqualis AE, erit numerus LM productus, hoc eſt, ſi ad AG logarithmum multiplicandi addatur AE Logarithmus multiplicatoris, ſumma erit logarithmus producti. TAB. 44. *fig.* 7.

In Diviſione Unitas eſt ad diviſorem, ut quotus ad dividendum; adeoque diſtantia inter diviſorem & unitatem æqualis erit diſtantiæ inter dividendum & quotum. Sic ſi LM per EF eſſet dividendus, erit diſtantia EA æqualis diſtantiæ inter LM & quotum, adeoque ſi capiatur LG æqualis EA, EA, ad G erit quotus. Hoc eſt, ſi ab AL logarithmo Dividendi, auferatur GL ſeu AE Logarithmus diviſoris, reſtabit AG Logarithmus quotientis.

Atque hinc adeo, quæcunque operationes in communi Arithmetica perficiuntur multiplicando aut dividendo numeros majores, eæ omnes facilius multo, & expeditius fiunt, per additionem aut ſubductionem Logarithmorum.

Sit exempli gratia numerus 7589 multiplicandus per 6757 addendo Logarithmos ut in margine videre eſt, habetur Logarithmus producti, cujus index 7 monſtrat eſſe in producto ſeptem locos præter unitatum locum; & quærendo in tabulis Logarithmum hunc, vel proxime æqualem, invenio numerum reſpondentem minorem producto eſſe 51278000 & numerum producto majorem eſſe 51279000, quin capiendo differentias adjunctas, & partes proportionales; invenio notas ante-penultimam & penultimam eſſe 87, in ultimo autem ſeu in unitatum loco, neceſſario erit 3, ob ſepties novem $=$ 63 adeoque verus productus erit 51278173. Si index Logarithmi eſſet 8 vel 9, ultima vel penultima notæ obtineri non poſſunt ex tabulis ubi Logarithmi tantum conſtant 7 figurarum locis præter characteriſticam, adeoque ubi opus eſt, Tabulæ *Vlacquianæ*, in quibus Logarithmi ſunt omnes decem notarum; vel *Briggianæ*, in quibus Logarithmi ſunt quatuordecim, adeundæ erunt.

Log. 3. 8801846
Log. 3. 8297539
Log. 7. 7099385

Si numerus 78956 dividendus ſit per 278, ſubſtrahendo Logarithmum diviſoris ex Logarithmo dividendi habetur Logarithmus quotientis, cui Logarithmo reſpondet, Numerus 282, 719 qui itaque erit quotiens.

Log. 4. 8954004
Log. 2. 4440448
Log. 2. 4513556

Cum unitas, numerus quilibet aſſumptus, ejus quadratus, cubus, Biquadratus, &c. ſint continue proportionales, eorum à ſeinvicem diſtantiæ æquales erunt. Manifeſtum itaque eſt Quadrati diſtantiam ab unitate, duplam eſſe diſtantiæ radicis ab eadem: diſtantiam cubi triplam diſtantiæ radicis ſuæ, Biquadrati diſtantiam eſſe diſtantiæ radicis ſuæ ab unitate quadruplam &c. Adeoque ſi duplicetur logarithmus numeri, dabitur logarithmus Quadrati, Si triplicetur, logarithmus cubi, ſi quadruplicetur, prodit Logarithmus Biquadrati. Et vice verſa ſi Logarithmus numeri alicujus biſecetur, habebitur Logarithmus Radicis quadratæ ejuſdem numeri: Quin & ejuſdem logarithmi tertia pars erit logarithmus Radicis Cubicæ, & pars quarta Logarithmus Radicis biquadraticæ, & ita deinceps.

Hinc Radicum omnium extractiones facillime perficiuntur, ſecando Logarithmum in tot partes, quot ſunt unitates in indice poteſtatis. Sic ut habeatur Radix quadrata numeri 5, ejus Logarithmi capiatur pars dimidia 0, 3494850, erit hæc Logarithmus radicis quadratæ numeri 5, ſeu Logarithmus numeri $\sqrt{5}$, cui reſpondet numerus 2, 23606 quam proxime.

CAPUT III.

De Arithmetica Logarithmorum, ubi numeri ſunt Fractiones.

Quotieſcunque Fractiones per Logarithmos tractandæ fuerint, ad vitandum laborem addendi unam Logarithmi partem, & ſubducendi alteram, expedit ut Logarithmi incipiant non ab unitate integrali, ſed ab unitate, quæ ſit in decimo vel centeſimo loco fractionum decimalium, v. gr. pone PO eſſe $\frac{1}{1\,00000\,00000}$ & Logarithmos ab ejus loco incipere. Hæc fractio decies magis diſtabit ab unitate verſus ſiniſtram, quam numerus 10 ab eadem diſtat verſus dextram, ſunt enim Decem termini proportionales in ratione 10 ad 1 ab unitate uſque ad PO. Adeoque ſi AB ſit unitas, ejus

TAB. 45. fig. 1.

Lo-

Logarithmus in hac ſuppoſitione non erit o, ſed erit OA = 10, 0000000. Nam diſtantia denarii ab unitate eſt. 1.0000000, unde diſtantia numeri 10, ab PO erit 11, 000 0000; Item Diſtantia numeri 100 à PO, ſeu ejus Logarithmus à PO incipiens, erit 12. 000 0000 & numeri 1000 Logarithmus ſeu diſtantia à PO erit 13. 000 0000; atque hac ratione Logarithmorum omnium indices augentur numero 10. & Fractiones quorum indices fuerunt − 1, aut − 2, aut − 3, &c. fiunt 9, 8, aut 7 &c.

At ſi Logarithmi incipiunt à loco Fractionis cujus numerator eſt unitas; denominator unitas centum cyphris adjectis (quod faciendum eſt quoties fractiones occurrunt minores quam PO) illa Fractio centies plus diſtabit ab unitate quam 10 ab ea diſtat, adeoque Unitatis Logarithmus habebit Indicem 100. Numeri Denarii Logarithmus Indicem habebit 101. Et numeri centenarii Logarithmo congruet Index 102, & ita deinceps Indices omnes augentur numero 100.

Fractionum omnium quae ſunt majores PO (à quo initium ducitur) Logarithmi erunt poſitivi. Et cum numeri, 10, 1, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$, &c. ſunt in continua progreſſione Geometrica, æqualiter à ſe invicem diſtabunt, & eorum proinde Logarithmi erunt æquidifferentes; Adeoque cum Logarithmus denarii ſit 11. 0000000, & unitatis Logarithmus ſit 10. 0000000 erit Logarithmus fractionis $\frac{1}{10}$ = 9. 0000000; & fractionis $\frac{1}{100}$ Logarithmus erit 8, 0000000; & ſimiliter index Logarithmi numeri $\frac{1}{1000}$ erit 7. Quin etiam eadem ratione ſi index Logarithmicus Unitatis ſit 100 & denarii 101, Erit index Logarithmi Fractionis $\frac{1}{10}$, 99, & Fractionis $\frac{1}{100}$ Index Logarithmi erit 98; & Fractionis $\frac{1}{1000}$ index Logarithmicus erit 97 &c. Hi indices oſtendunt in quo loco ab unitate prima fractionis figura quæ cyphra non ſit, ponenda fuerit. v. gr. Si index ſit 4 ejus differentia ab indice unitatis quæ eſt 10 ſcil. 6 oſtendit primam decimalis figuram ſignificativam eſſe in 6ta ab unitate loco; ergo quinque cyphræ verſus ſiniſtram ei præponendæ ſunt. Ita ſi Unitatis index ſit 100 & fractionis index ſit 80, erit prima ejus figura in viceſimo ab unitatis loco ſeu 19 cyphræ præponendæ erunt.

Sit jam Fractio GH per fractionem DC multiplicanda. Quia unitas eſt ad multiplicatorem ut multiplicandus ad productum; erit diſtantia inter Unitatem & multiplicatorem æqualis diſtantiæ inter multiplicandum & productum. Quare ſi capiatur GI = AC, ad I erit productus IK. Et proinde ſi ab OG Logarithmo multiplicandi, auſeratur GI vel AC, reſtabit OI Logarithmus producti. Eſt vero AC = OA − OC, quæ ablata ab OG, relinquetur OG + OC − OA = OI, hoc eſt, ſi ſimul addantur Logarithmi multiplicatoris & multiplicandi, & è ſumma auferatur Logarithmus unitatis (qui ſemper ſcribitur per 10 aut 100 cum cyphris) habebitur logarithmus producti. ex. gr. Sit Fractio decimalis 0, 00734 per fractionem 0, 000876 multiplicanda, pono unitatis indicem Logarithmicum eſſe 100, & fractionum Logarithmi erunt ut in margine, qui additi, & rejecto Logarithmo Unitatis, dant Logarithmum producti, cujus index 94 oſtendit primam producti figuram eſſe in ſexto ab unitatum loco, quinque itaque cyphræ præponendæ ſunt, & productus erit ,00000642984.

97, 8656961
96, 9425041
94, 8082002

In Diviſione, diviſor eſt ad unitatem, ut dividendus ad quotum, & proinde diſtantia inter diviſorem & unitatem, æqualis erit diſtantiæ inter dividendum & quotum. Itaque ſi fractio IK dividenda eſſet per DC, capienda erit IG = CA & locus quoti erit G. Eſt vero CA = OA − OC quæ ad OI addita fit OA + OI − OC = OG. hoc eſt ſi addatur Logarithmus unitatis ad Logarithmum dividendi, & à ſumma auferatur Logarithmus diviſoris, reſtabit logarithmus quotientis; ſic ſi numerus CD per IK eſſet dividendus, capienda erit diſtantia CS = IA, & erit ST quotiens; cujus Logarithmus eſt OA + OC − OI. Sit CD = 0, 347 IK = 0, 00478. ad logarithmum ipſius CD addatur Logarithmus Unitatis, hoc eſt ejus Indici præponatur 1 aut 10, & ex eo ſubducatur logarithmus diviſoris, reſtabit Logarithmus quotientis, cujus index 11 monſtrat quotientem eſſe inter nume-

19, 5403295
7, 6794279
11, 8609016

ros qui sunt à 10 ad 100 quæro itaque numerum logarithmo respondentem, quem invenio esse 72, 549. Si fractionis vulgaris verbi gr. $\frac{7}{8}$ logarithmus desideretur, ad Logarithmum numeri 7 addatur Logarithmus unitatis, vel quod idem est, ejus indici præponatur 1 aut 10 & subducatur ab eo logarithmus denominatoris 8, restabit logarithmus fractionis $\frac{7}{8}$ vel fractionis decimalis ,875.

10, 8450980
0, 9030900
9, 9420080

Ut Fractionis cujuslibet DC potestates habeantur, capiendæ sunt CE EG GI IL singulæ æquales AC, & EF erit quadratus, GH Cubus, IK biquadratus numeri DC, sunt enim ab unitate continue proportionales. Est præterea $AE = 2AC = 2OA - 2OC$, unde $OE = OA - AE = 2OC - OA$, hoc est logarithmus quadrati est duplus logarithmi radicis, minus logarithmo unitatis. Similiter ob $AG = 3AC = 3OA - 3OC$ erit $OG = OA - AG = 3OC - 2OA =$ Logarithmo cubi = Triplo Logarithmi lateris minus duplo logarithmi unitatis. Eadem ratione, quia $AI = 4AC = 4OA - 4OC$, erit $OI = 4OC - 3OA$; qui est Logarithmus Biquadrati. Et universaliter fractionis potestas sit n, logarithmus L, erit logarithmus potestatis $n = nL - nOA + OA$. hoc est multiplicando logarithmum fractionis per n, & è producto abjiciendo logarithmum unitatis multiplicatum per $n - 1$, habebitur logarithmus potestatis n ejusdem fractionis.

Ex. gr. sit Fractio $\frac{1}{20}$ = ,05 cujus quæratur potestas 6^{ta} hujus fractionis logarithmus est 8, 6989700 qui multiplicatus per 6 dat numerum 52, 1938200, & ex 52 ablato numero 50 qui est index Logarithmi unitatis in 5 ductus, restabit logarithmus potestatis $6^{tæ}$ scil. 2, 1938200 cui respondet numerus 0 00 0000 15625. nam index 2 ostendit septem cyphras primæ figuræ præponendas esse.

Si Fractionis, 05 potestas octava desideretur, multiplicando logarithmum per 8, prodit 69, 5917600, at cum ex numero 69 auferri non potest 70, qui est septies index logarithmi unitatis, Quin in numeros negativos deveniatur, pono indi-

cem

cem logarithmi unitatis esse 100. & index logarithmicus fractionis, erit 98. hic logarithmus in 8 ductus dat 789.5917600 & ex numero 789 rejecto numero 700, qui utpote cum cyphris annexis, est septies logarithmus unitatis, restabit 89.5917600 logarithmus potestatis 8^{vae} Fractionis $\frac{1}{2}$, cui congruens numerus est 00000 00000 39062. nam cum Index sit 89 & ejus differentia ab 100 est 11; figura prima fractionis significativa erit in undecimo ab unitatis loco, adeoque decem cyphræ præponendæ erunt.

Si in fractionibus, radices potestatum desiderentur. v. gr. Fractionis EF, quæratur radix quadrata. Quoniam Radix est media proportionalis inter Fractionem & unitatem; bisectâ AE in C, erit CD radix quadrata fractionis EF. Est vero $AC = \frac{1}{2} AE = \frac{OA - OE}{2}$, Adeoque OC Logarithmus Radicis $= OA - AC = \frac{OA + OE}{2}$. Si fractionis GH radix cubica quæratur. Radix illa erit prima duarum mediarum proportionalium inter unitatem & GH, secetur itaque AG in tres partes æquales, quarum prima sit AC, erit CD radix quæsita, & quoniam est $AC = \frac{1}{3} AG = \frac{OA - OG}{3}$ si hæc subducatur ab OA, restabit $\frac{2\,OA + OG}{3} = OC$ scil. Logarithmo Radicis cubicæ fractionis GH. Sic etiam fractionis IK radix biquadratica habetur, secando AI in quatuor partes æquales. Nam Radix est prima trium mediarum proportionalium inter unitatem & Fractionem. Sit itaque $AC = \frac{1}{4} AI =$, & erit CD Radix biquadratica Fractionis IK. Sed est $\frac{1}{4} AI = \frac{OA - OI}{4}$ adeoque $OC = OA - AC = \frac{3\,OA + OI}{4}$.

Uni-

Universaliter si fractionis LM desideretur radix potestatis n, ejus radicis Logarithmus erit $\frac{nOA - OA + OL}{n}$, hoc est si indici Logarithmico fractionis, præponatur numerus $n - 1$, & logarithmus sic auctus dividatur per n, quotus dabit Logarithmum radicis quæsitæ. Sic si quæratur radix cubica fractionis $\frac{1}{2}$ sive, 5 hujus Logarithmo præponatur $2 = n - 1$, quia radix cubica desideratur, & fiet 29. 6989700 cujus numeri triens est 9, 8996566 æqualis Logarithmo radicis cubicæ fractionis $\frac{1}{2}$ & congruens Logarithmo numerus est, 7937 qui erit radix quæsita.

CAPUT IV.

De Regula Proportionis seu Aurea Logarithmica.

Datis tribus numeris, qua ratione quartus proportionalis inveniendus sit, nos docet proportionis Regula; scil. termini secundus & tertius in se invicem ducendi sunt, & productus dividendus est per primum, qui prodit quotus, exhibebit quartum terminum proportionalem quæsitum. At per logarithmos minore labore habetur ille quartus; Nam si è summa Logarithmorum secundi & tertii auferatur logarithmus primi, qui restat numerus est logarithmus quarti proportionalis.

Quin etiam & hic labor minui aliquantulum potest, si loco logarithmi primi capiatur ejus complementum Arithmeticum, seu differentia logarithmi à numero 100000000, & obtinetur si pro singulis logarithmi figuris scribantur earum differentiæ à 9, Complementum hoc Arithmeticum cum reliquis duobus logarithmis in unam summam conjiciatur, & à summa, unitatis nota in primo versus sinistram loco sita abjiciatur, restabit logarithmus quarti termini quæsiti; atque hoc modo per unicam Numerorum trium additionem invenitur logarithmus termini quæſiti. Hujus rei cauſa hinc patebit. Sint tres numeri A B C & è ſumma ſecundi & tertii ſubducendus eſt primus, non tantum operatio communi modo perficitur, ſed etiam ſi aſſumatur numerus quivis E, & ab eo auferatur A, reſtabit E — A ſi numeri B C & E — A in unam ſummam addantur, & è ſumma trium rejiciatur E, reſtabit B + C — A. ſic ſi ſubducendus eſt numerus 15 ex 23 capio numeri 15 complementum ad 100 quod eſt 85, hunc numerum addo ad 23 & ſumma fit 108 ex quo ſublato 100 reſtabit numerus 8. Sequuntur Exempla Trigonometrica Regulæ proportionis per Logarithmos ſoluta.

$$\begin{array}{r} 85 \\ \underline{23} \\ 108 \end{array}$$

TAB. 44. fig. 8. Sit Triangulum ABC rectilineum, in quo dantur angulus A 36 gr. 46'. angulus B 98 gr. 32'. & latus BC, 3478. & quæritur latus AC. Fiat (per *caſ.* 1. Trigon. Planæ) Sinus ang. A ad Sinum ang. B ut BC ad AC. Et quia ſinus Log. anguli A eſt primus analogiæ terminus ejus vice ſubſtituto complementum Arithmeticum ejuſdem,

Arith. comp. L, S, B.	0.2228938
Log. Sin. B.	9.9951656
Log. BC.	3.5413296
Log. AC.	13.7593888

& addo Log. BC, Log. S, B & prædictum complementum in unam ſummam, & è ſumma rejecta unitate quæ eſt in primo verſus ſiniſtram loco, dabitur Logarithmus lateris AC, cui congruens numerus eſt 5706, 306 æqualis AC lateri quæſito.

TAB. 44. fig. 9. Sit Triangulum Sphæricum ABC, in quo dantur omnia latera ſcil. BC = 30 grad. AB = 24 gr. 4'. & AC = 42 gr. 8'. quæritur angulus B. Producatur BA ad M ut ſit BM = BC erit AM differentia laterum BC BA æqualis 5 gr. 56'. (Per *caſ.* 11. in Triangulis obliquangulis Sphæricis.) Fiat ut rectangulum ſub ſinubus crurum AB BC ad quadratum Radii, ita

Rectangulum ſub ſinubus Arcuum $\frac{AC + AM}{2}$ $\frac{AC - AM}{2}$ ad quadratum ſinus anguli $\frac{1}{2}$ B.

Eſt

Eſt vero $\frac{AC+AM}{2} = 24$ gr. 2′. & $\frac{AC-AM}{2} = 18$ gr. 6′.

Et quia primus analogiæ terminus eſt rectangulum ſub ſinubus AB BC, & ſecundus terminus eſt quadratum Radii; Summa Log. Sin. AB BC ſubducenda erit ex duplo Log. Radii & qui reſtat numerus addendus eſt ad ſummam Log. S $\frac{AC+AM}{2}$ $\frac{AC-AM}{2}$. Quod idem erit ac ſi ſinguli Log. Sinus arcuum AB BC ſubducerentur à Logarith. Radii, vel ſi horum ſinuum capiantur complementa Arithmetica, atq; complementa illa & prædicti ſinus in unam conjicerentur ſummam. Summa illa erit Logarithmus quadrati ſinus dimidii anguli B; logarithmi itaque dimidium 9.8965274 eſt Log. Sinus anguli $\frac{1}{2}$ B = 51 gr. 59′. 56″. & hujus anguli duplum erit 103 gr. 59′. 52″ = angulo E qui erat inveniendus.

Log. S, BC comp. Arith.	0.3010299
Log. S, AB comp. Arith.	0.3898364
Log. S $\frac{AC+AM}{2}$	9.6098803
Log. S, $\frac{AC-AM}{2}$	9.4923083
2 Log. S, Ang. B	19.7930549

CAPUT V.

De Proportionalium Quantitatum continuis Incrementis, Et de modo inveniendi per Logarithmos, Terminum quemlibet in ſerie Proportionalium, ſive creſcente, ſive decreſcente.

SI in Axe Logarithmicæ ubivis capiantur partes quot volueris S V V Y Y Q &c. æquales, & ad puncta S V Y Q &c. TAB. 45. fig. 1.

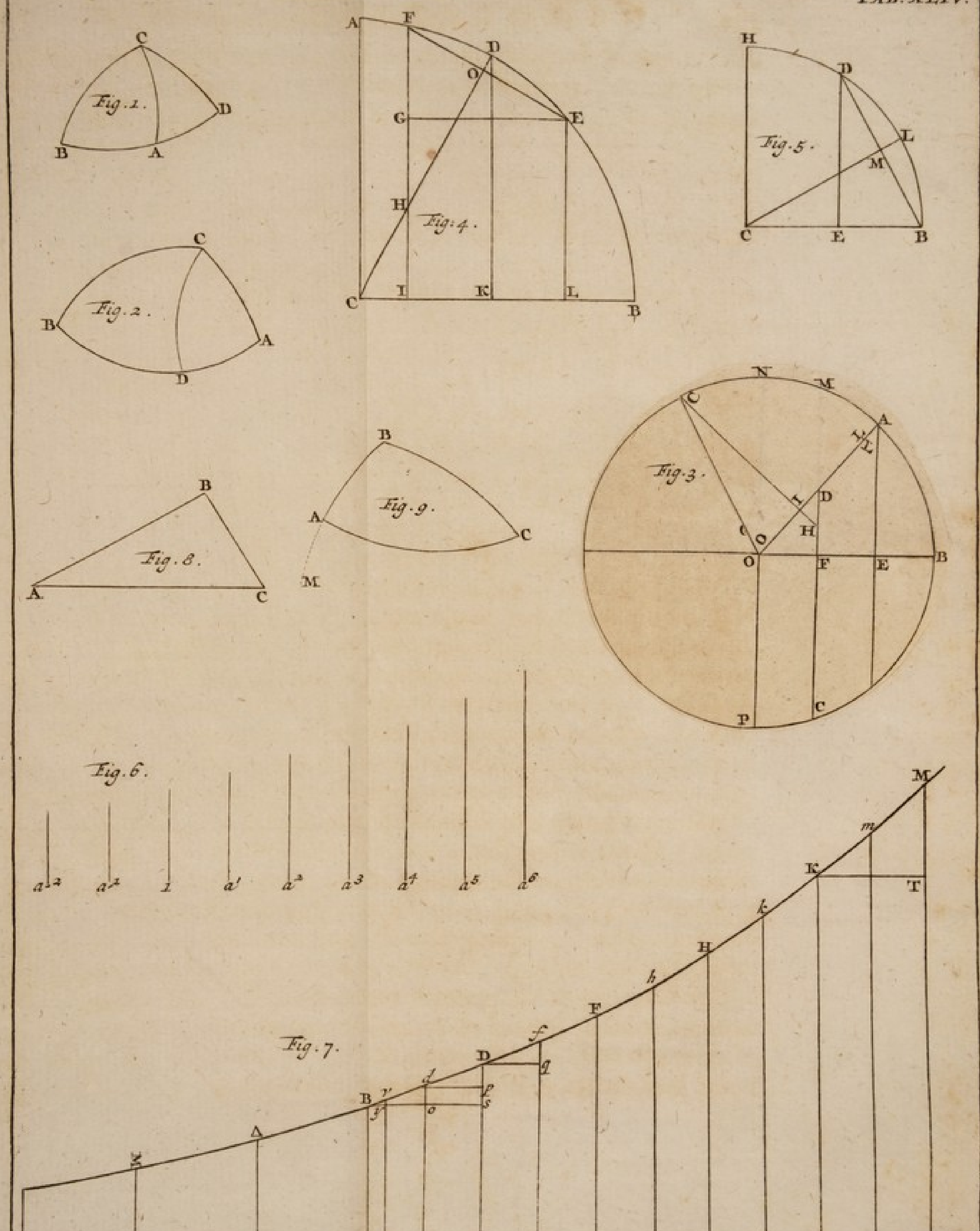
&c. erigantur perpendiculares ST VX YZ QΠ &c. ex natura curvæ, erunt omnes continuè proportionales, quin etiam continua incrementa Xx Zz Ππ erunt totis proportionalia. Nam ob ST : VX :: VX : YZ :: YZ : QΠ erit dividendo ST : Xx :: VX : Zz :: YZ : Ππ, & componendo VX : Xx :: YZ : Zz :: QΠ : Ππ. Hinc ſi Xx ſit pars quælibet rectæ ST, erit Zz eadem pars rectæ VX, & Ππ quoque eadem pars rectæ YZ. ex. gr.. Si Xx ſit $\frac{1}{25}$ST, erit Zz = $\frac{1}{25}$ VX, & Ππ = $\frac{1}{25}$ YZ ſeu quod eodem redit, erit VX = ST + $\frac{1}{25}$ST. YZ = VX + $\frac{1}{25}$ VX, item QΠ = YZ + $\frac{1}{25}$ YZ.

Fiat ut ST ad VX, ita AB unitas ad NR; erit AN = SV; adeoque rectæ SV VY YQ &c. erunt ſingulæ æquales logarithmo ipſius RN, & AV Logarithmus termini VX erit æqualis AS + AN = Logarithmo ipſius ST + Logarithmo ipſius NR. Item AY Logarithmus termini YZ æqualis erit AS + 2 AN = Log. ST + 2 Log. NR, & AQ logarithmus Termini QΠ æqualis erit AS + 3 AN = Log. ST + 3 Log. NR. Et univerſaliter ſi Logarithmus numeri NR multiplicetur per numerum, qui exprimit termini cujuſvis diſtantiam à termino primo, & productus addatur Logarithmo termini primi, dabitur logarithmus iſtius termini. At ſi ſeries proportionalium ſit decreſcens; ſeu ſi termini in continua ratione minuantur, & QΠ ſit primus, habebitur Logarithmus alterius cujuſvis termini, multiplicando Logarithmum numeri NR per numerum qui exponit ejus termini diſtantiam à primo, & ſubducendo productum è Logarithmo primi. Quod ſi productus ille ſit major Logarithmo primi termini initio ab unitate ducto; in eo caſu ponendi ſunt Logarithmi incipere ab unitate in aliquo fractionum Decimalium loco detruſâ, verbi gratia ab OP ita Logarithmus numeri QΠ erit OQ.

Exponat jam LM quamvis pecuniam, ſeu pecuniæ ſummam à creditore fœnori elocatam, ea lege ut ſingulis annis, uſura annua ſorti annumeretur, & finito primo anno, ſit uſura ſeu lucrum Kk, & IK aggregatum ſortis & lucri pariat

uſu-

TAB. XLIV.



uſuram Hh quæ ſit ipſi IK proportionalis, ſeu in ratione conſtanti. Hæc uſura Hh finito anno ſecundo, ſorti accedat, & ſors ea ſit GH, quæ ad finem anni tertii pariat uſuram Ff, ipſi GH proportionalem; Ponamus ſortem ſingulis annis augeri parte ſui viceſima, $\frac{1}{20}$, adeoque erit $IK = LM + \frac{1}{20}LM$, $GH = IK + \frac{1}{20}IK$. $EF = GH + \frac{1}{20}GH$, & ita deinceps. Erunt proinde termini LM IK GH EF &c. continue proportionales. Quæritur quantum aucta fuerit pecunia ad finem quotlibet annorum.

Sit LM ſemiobolus, Anglice *Afarthing*. Ob LM ad IK ut 1 ad $1 + \frac{1}{20}$ vel ut 1 ad 1,05. ut AB ad NR, erit $NR = 1,05$, cujus Logarithmus AN eſt 0. 0211893, vel magis accurate 0. 021189299 1. Quæritur quantum lucri accedat ſemiobolo, qui ſexcentis annis fœnori expoſitus eſt. Multiplicetur AN per 600 productus erit 12. 7135794. Huic producto addatur Logarithmus fractionis $\frac{1}{960}$ nempe 97,0177288. (nam eſt ſemiobolus pars libræ $\frac{1}{960}$) ſumma 109. 7313082 erit Logarithmus numeri quæſiti, cumque index 109 ſuperat indicem Unitatis novenario ſeu 9, erunt in numero reſpondente novem figurarum loca ſupra locum Unitatum, & numerus ille in tabulis quæſitus invenietur major quam 5386500000, & minor quam 5386600000. Unus itaque ſemiobolus fœnori datus; finitis ſexcentis Annis, pariet libras Anglicanas plures quam 5386500000; Cui ſummæ ſolvendæ vix par erit omnis illa Auri Argentique copia, quæ ab ipſa rerum origine ad hunc uſque diem ex terrarum viſceribus eruta eſt.

Exponat $Q\pi$ quamvis pecuniæ ſummam quam poſt exactum integrum annum debitor creditori ſolvere tenetur, ſed ſine uſurâ. Certum eſt ſi Debitor nunc totam ſolveret, illum amiſſurum jus quod habet in uſuram annuam quæ ex pecunia illa prodiret; Quin & minor ſumma fœnori expoſita, poteſt poſt annum cum ſua uſura, ſummam $Q\pi$ adæquare. Minor illa pecuniæ ſumma, quæ cum ſua uſura pecuniam $Q\pi$ adæquat, præſens pecuniæ $Q\pi$ valor dicitur. Sit AN Logarithmus Rationis quam ſors habet ad aggregatum ſortis & uſuræ, hoc eſt, ſi ſors ſit uſuræ annuæ vigecupla, ſit AN Logarithmus numeri $1 + \frac{1}{20}$ ſeu 1,05, & capiatur QY æqualis AN; erit AY Logarithmus præſentis valoris pecuniæ Qπ. Patet enim pecuniam YZ fœnori expoſitam finito anno parituram pecuniam Qπ, adeoque ut habeatur logarithmus præſentis valoris, ſeu YZ; ex Logarithmo AQ detrahi debet Logarithmus AN, & reſtabit AY logarithmus præſentis valoris vel YZ. Si ſumma Qπ non niſi poſt duos annos exactos debeatur; à Logarithmo AQ ſubtrahendus eſt numerus 2 AN, & manebit AV logarithmus præſentis valoris, ſeu ſummæ quæ pro pecunia Qπ ſolvi ſtatim debeat. Nam manifeſtum eſt pecuniam VX fœnori expoſitam, ſpatio duorum annorum, pecuniam Qπ procreaturam. Eadem ratione, ſi ſumma Qπ non niſi poſt tres annos debetur, à logarithmo Qπ ſubtrahendus erit numerus 3 AN, & qui reſtat AS, erit logarithmus numeri ST, ſeu erit ST præſens valor ſummæ Qπ poſt tres annos ſolvendæ. Et Univerſaliter, ſi logarithmus AN multiplicetur per numerum annorum, quibus exactis, debetur ſumma Qπ, & productus numerus ex logarithmo AQ ſubducatur, hac ratione dabitur logarithmus numeri, qui erit præſens valor ſummæ Qπ. Hinc patet ſi 5386500000 libræ Angl. Societati alicui finitis ſexcentum annis ſolvendæ fuerint; tantæ pecuniæ præſentem valorem, vix unum ſemiobolum adæquaturum.

TAB. 45. fig. 2. Si in Axe Logarithmicæ ordinentur ad curvam rectæ HG EF, AB CD quæ ſint proportionales, & extremitates ipſarum FH, DB, rectis jungantur, quæ productæ cum Axe conveniant in P & K, erunt rectæ GP AK ſemper æquales. Nam ob GH : EF :: AB : CD. erit GH : FS :: AB : DR. Sed ob æquiangula, triangula PGH HSF, Item KAB BRD æquiangula erit PG : HS :: (GH : FS :: AB : DR ::) KA : BR. Quarum proportionalium conſequentes HS BR æquales ſunt, Antecedentes igitur PG KA æquales erunt. Q. E. D.

Si

Si rectæ CD EF ad AB GH æqualiter accedant, ut tandem punctum D coincidat cum B, & punctum F cum H, rectæ DBK FHP quæ prius secabant curvam, vertentur in Tangentes BT, HV; & rectæ AT GV semper sibi invicem æquales erunt, hoc est, portio Axis AT vel GV intercepta inter ordinatam & Tangentem quæ Subtangens dicitur, erit ubique constantis & datæ longitudinis, quæ est præcipua Logarithmicæ Proprietas. Nam in diversis Logarithmicis, Subtangentes curvarum species seu formas determinabunt.

In duabus diversæ speciei Logarithmicis, ejusdem numeri Logarithmi, seu distantiæ ab unitate, erunt subtangentibus suarum curvarum proportionales. Sint enim curvæ HBD SNY, quarum Subtangentes sint AT MX, sitque AB = MN = unitati, item DC = QY; erit AC Logarithmus numeri CD, in Logarithmica HD, ad MQ logarithmum numeri QY, seu ejusdem CD in Logarithmica SY, ut subtangens AT ad subtangentem MX. Concipiatur interseri inter AB CD vel NM QY, infinitos terminos continue proportionales, in ratione AB ad ab vel MN ad mn; & ob AB = MN erit $ab = mn$. item erit $bc = no$. Et termini proportionales cum in utraque figura sint numero æquales, divident lineas AC MQ in partes numero æquales, quarum primæ sint Aa Mm, partes itaque illæ erunt totis proportionales, hoc est erit Aa : Mm :: AC : MQ. Quoniam autem Triangula TAB Bcb sunt similia (nam pars curvæ Bb coincidet fere cum portione Tangentis) Item triangula XMM Non sunt similia. Erit Aa vel Bc : bc :: TA : AB

Item est no vel bc : No :: MN vel AB : MX.

Unde erit ex æquo, Bc : No :: TA : MX :: Aa : Mm :: AC : MQ. Q.E.D. Si AT vocetur a, ob AB : AT :: bc : Bc; erit $Bc = \dfrac{a \times bc}{AB}$.

Hinc si detur Logarithmus numeri, qui sit unitati proximus,

mus, vel illam minimo exceſſu ſuperat, dabitur Logarithmicæ ſubtangens, eſt enim exceſſus bc ad Logarithmum Bc ut AB unitas ad ſubtangentem AT. Vel etiam ſi ſint duo quilibet numeri quam proxime æquales, erit differentia numerorum ad differentiam Logarithmorum, ut alteruter numerorum ad Subtangentem. v. gr. Si Incrementum bc ſit ,00000 00000 ,00001 02255 31945 60259, & Bc vel Aa logarithmus numeri ab ſit ,00000 00000 00000 44408 92098 50062. duobus his numeris & unitati inveniatur quartus proportionalis, ſcilicet 43429 44819 03251, is numerus dabit longitudinem ſubtangentis AT, quæ eſt ſubtangens Logarithmicæ quæ exhibet Logarithmos *Briggianos*.

Si Creditor Pecuniæ ſummam fœnori exponat, ea lege, ut ſingulis temporis momentis, pars proportionalis uſuræ annuæ ſorti annumeretur, ita ſcil. ut poſt finitum primum temporis momentum, ſeu exactam anni particulam indefinite exiguam, uſuram poſcat tempori proportionalem, quæ ſorti adjecta, unà cum ipſa, uſuram pariat, finito ſecundo temporis momento, ſorti pariter acceſſuram, & ita deinceps. Quæritur quantum creditori finito anno debeatur? Sit a uſura annua Unitatis, ſeu unius libræ. & ſi integer Annus ſeu 1 dat uſuram a, particula anni indefinite exigua Mm dabit uſuram ipſi Mm proportionalem $Mm \times a$; & proinde ſi Unitas per MN exponatur, ejus incrementum primum erit $no = Mm \times a$. Per puncta Nn concipiatur Logarithmica deſcribi, cujus Axis eſt OMQ. In hac curva, ſi portio Axis MQ tempus exponat, ordinata QY pecuniam repræſentabit quæ uſque ad illud tempus, ſingulis momentis, proportionaliter crevit. Nam ſi capiantur ml &c. $= Mm$, ordinatæ lp &c. erunt in ſerie continue proportionalium in ratione MN ad mn, id eſt creſcent eâdem ratione, qua pecunia creſcit.

TAB. 45. *fig.* 3.

Tangat Logarithmicam in N recta NX, ejus ſubtangens MX erit conſtans & invariabilis, & Triangulum minimum Non ſimile erit Triangulo XMN. At oſtenſum eſt, eſſe incrementum $no = Mm \times a = No \times a$ erit itaque $no : No :: No \times a :$

$No ::$

$No :: a : 1$. Sed ut no ad No, ita erit NM ad MX. Quare erit, ut a ad 1, ita NM ſeu 1 ad $MX = \frac{1}{a} =$ ſubtangenti.

Quod ſi Uſura annua ſit pars ſortis viceſima, ſeu ſi ſit $a = \frac{1}{20} = ,05$, erit $MX = \frac{1}{a} = 20$.

Quia in diverſis Logarithmorum formis, ejuſdem numeri Logarithmi ſunt Subtangentibus ſuarum curvarum proportionales: ſi MQ tempus Annuum, ſeu unitatem, exponat; QY erit pecunia quæ finito anno debetur. Ut verò innoteſcat QY; Fiat ut MX ſeu 20 ad 0, 4342944 (qui numerus exponit ſubtangentem Logarithmicæ, quæ exhibet Logarithmos *Briggianos*) ita Annus, ſive Unitas, ad Logarithmum *Briggianum*, qui numero QY congruit; logarithmus autem ille invenietur 0. 0217147 cui Reſpondens numerus $=$ QY eſt 1,05127, cujus incrementum ſupra unitatem ſive ſortem ,05127 pauxillum ſuperat annuam uſuram ,05. Adeo ut ſi uſura annua centum librarum ſit quinque libræ, uſura proportionalis ſingulis anni momentis ſorti 100 adjecta, pariet tantum ad finem anni. *lib. ſol. d.*
5 : 2 : 6 $\frac{1}{2}$.

Si quæratur Uſura ejuſmodi, ut ſingulis momentis pars ipſius ſorti continue creſcenti proportionalis, ad ſortem accedat, ea lege ut finito Anno producat incrementum quod ſit ſortis pars quælibet data v. gr. viceſima. Fiat ut Log. numeri 1, 05 ad 1, hoc eſt ut 0, 0211893 ad 1; ita Subtangens 0, 4342944 ad $\frac{1}{a} = 20, 49$, & erit $a = \frac{1}{20,49} = ,0488$. Nam ſi concipiatur pars Uſuræ ,0488 momento reſpondens, hoc eſt eandem habens rationem ad ,0488 quam habet annus ad momentum, & fiat ut unitas ad illam uſuræ partem, ita ſors ad ejus incrementum momentaneum; quæ hac ratione continuò creſcit pecunia, ad finem anni augebitur viceſima ſui parte.

CAPUT VI.

De Methodo qua Henricus Briggius *Logarithmos suos supputavit, ejusque Demonstratio.*

TAB. 45. fig. 2. Quamvis *Briggius* lineam Logarithmicam nusquam descripsit, quem tamen in calculo adhibuit operandi modum, modique Rationem ex contemplatione Logarithmicæ evidentissime patebit. In qualibet Logarithmica HBD sint tres ordinatæ A B *ab qs* quam proxime æquales, hoc est earum differentiæ exiguam admodum ad ipsas lineas habeant rationem; Erunt Logarithmorum differentiæ differentiis linearum proportionales. Nam cum lineæ sunt quam proxime æquales, propinquissimæ sibi invicem erunt, & pars curvæ B*s* ab iis intercepta cum recta linea fere coincidet, certe tam prope possunt ordinatæ sibi invicem admoveri, ut differentia curvæ, à recta ipsam subtendente, habeant ad ipsam subtensam, minorem qualibet datâ rationem. Triangula igitur B*cb* B*rs* pro rectilineis assumi possunt, & erunt æquiangula. Quare est *sr*:*bc*::B*r*:B*c*::A*q*:A*a*: hoc est excessus linearum supra minimam AB, erunt logarithmorum differentiis proportionales. Hinc patet ratio istius methodi qua tam numeri quam Logarithmi per differentias & partes proportionales corriguntur. Quod si AB sit unitas, erunt numerorum logarithmi differentiis numerorum proportionales.

Si intra numeros denarium & unitatem capiatur medius proportionalis, seu quod idem est, numeri denarii extrahatur Radix quadratica, Radix illa seu numerus in medio erit loco intra denarium & Unitatem. & ejus Logarithmus erit dimidius Logarithmi qui denario competit ac proinde dabitur. Si inter numerum prius inventum & unitatem, iterum inveniatur medius proportionalis quod fit extrahendo numeri inventi Radicem quadraticam, hic numerus Unitati duplo vicinior

cinior erit quam prior, ejusque logarithmus erit prioris logarithmi semissis, seu Logarithmi denario competentis pars quarta. Si hac ratione continuo extrahatur Radix quadratica & bisecentur Logarithmi, pervenietur tandem ad numerum cujus distantia ab unitate minor erit parte $\frac{1}{1\ 00000\ 00000\ 00000}$ istius logarithmi qui Denario tribuitur. *Briggius* peractis 54 Radicum extractionibus; Invenit numerum 1, 00000 00000 00000 12781 91493 20032 3442 ejusque logarithmum fore 0, 00000 00000 00000 05551 11512 31257 82702. supponatur Logarithmus hic æqualis A *q* sive B *r*, & sit *q s* numerus radicum extractione inventus; erit differentia *r s* qua unitatem superat = ,00000 00000 00000 12781 91493 20032 35.

Horum numerorum ope, logarithmi reliquorum omnium inveniri poterunt ad hunc modum. Inter datum numerum (cujus logarithmus inveniendus sit) & unitatem quærantur (ut superius ostensum est) medii proportionales, donec tandem inveniatur numerus tantillo unitatem superans ut unitas præcedat quindecim cyphras, quas totidem vel plures notæ significativæ sequantur. Sit numerus ille *a b*, & notæ significativæ, præfixis cyphris differentiam *b c* denotabunt. Deinde fiat ut differentia *r s* ad differentiam *b c* ita B*r* Logarithmus datus ad B*c* vel A*a* Logarithmum numeri *ab*; qui itaque dabitur. Hic Logarithmus toties continue duplicatus quoties extractiones factæ sunt, tandem dabit Logarithmum numeri quæsiti. Hac etiam ratione inveniri possit Subtangens Logarithmicæ nempe si fiat *rs* : B*r* : : AB seu unitas : AT subtangenti, quæ itaque invenietur 0, 43429 44819 03251, per quam denique reliquorum numerorum logarithmi innotescent, nempe si detur numerus quivis NM ejusque Logarithmus & quæratur alterius numeri logarithmus qui ad NM satis accedat fiat ut NM ad subtangentem XM ita *n o* differentia numerorum ad N*o* differentiam Logarithmorum. Quod si NM Unitas = AB dabuntur logarithmi mul- TAB. 45. *fig.* 3.

 tipli-

tiplicando differentias minimas bc per fubtangentem conftantem AT.

Hac ratione invenientur Logarithmi numerorum 2 3 & 7, & inde dabuntur Logarithmi numerorum 4 8 16 32 64 &c. 9 27 81 243 &c. item 7 49 343 &c. Si à logarithmo denarii auferatur binarii Logarithmus reftabit logarithmus Quinarii. & proinde dabuntur Logarithmi numerorum 25 125 625 &c.

Numeri ex his compofiti, nempe 6 12 14 15 18 20 21 24 28 &c. facile logarithmis fuis inftruuntur, addendo logarithmos numerorum componentium.

At numerorum primorum logarithmos, per tot Radicum extractiones invenire, moleftum admodum & laboriofum fuit opus. Nec quidem facile fuit, interpolando per differentias Primas, Secundas, & Tertias &c. Logarithmos fupputare. Quo itaque abfque tanta moleftia Numerorum logarithmi obtineantur, Magni viri *Newtonus*, *Mercator*, *Gregorius*, *Wallifius*, & nuper *Halleius* feries infinitas convergentes dederunt, quibus expeditius & certius logarithmi, ad quot volueris loca fupputati haberi poffunt; De hifce feriebus, eruditum Tractatum fcripfit peritiffimus Geometra *Halleius* inter Acta Philofophica Societatis Regiæ extantem, ubi feries illas nova methodo demonftrat, modumque computandi logarithmos per eas docuit. Liceat hic fubjungere novam feriem, ex qua expedite & facile fluunt Logarithmi faltem pro numeris majoribus.

Sit z numerus impar, cujus quæritur Logarithmus, Numeri $z-1$ $z+1$ erunt pares, & proinde dabuntur eorum logarithmi, & Logarithmorum differentia, quæ dicatur y; Quin etiam datur Logarithmus numeri qui eft medius Geometricus inter numeros $z-1$ & $z+1$ æqualis fcil. femifummæ logarithmorum. Series $y \times \frac{1}{4z} + \frac{1}{24z^3} + \frac{7}{360z^5} + \frac{181}{15120z^7} + \frac{13}{25200z^9}$ &c. erit æqualis logarith-

TAB. XLV.

Fig. 1.

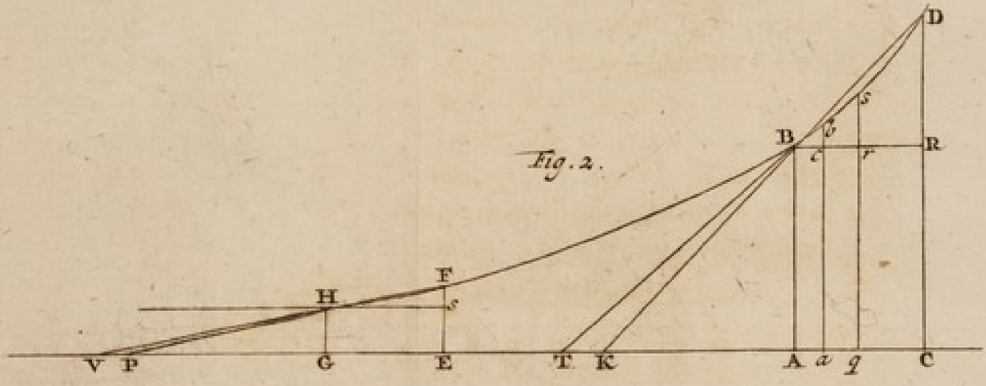


Fig. 2.

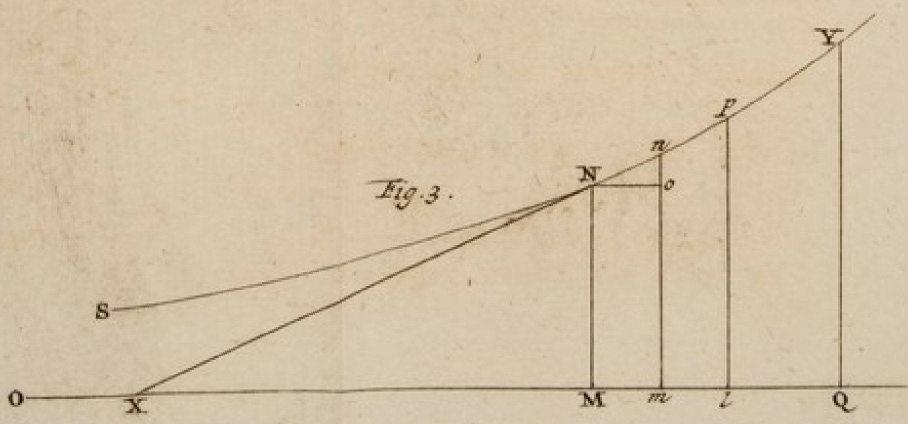


Fig. 3.

mo Rationis quam habet Geometricus medius inter numeros $z-1$ & $z+1$ ad Arithmeticum medium scil. numerum z.

Si Numerus superat 1000, Primus seriei terminus $\frac{y}{4z}$ sufficit ad producendum logarithmum ad tredecim vel quatuordecim notarum loca, secundus terminus dabit logarithmi loca viginti. At si z major sit quam 10000, primus terminus Logarithmum exhibet ad octodecim figurarum loca, & hinc ejus usus optimus erit, in supplendis logarithmis Chiliadum à *Briggio* prætermissis; Hujus rei capiamus exemplum, sit inveniendus logarithmus numeri 20001. Logarithmus numeri 20000 idem est ac logarithmus binarii præfixo Indice 4. & differentia Logarithmorum 20000 & 20002, idem est ac differentia Logarithmorum pro numeris 10000 & 10001, scil. 0, 00004 34272 7687. Hæc differentia si per $4z$ seu 80004 dividatur Quotiens $\frac{y}{4z}$ erit — — 0, 00000 00005 42813

Huic quoto addatur log. numeri Geometrici medii, — 4, 30105 17093 02416

summa erit Logarithmus numeri 20001. — 4, 30105 17098 45230

Hinc patet, ut habeatur logarithmus ad quatuordecim loca non opus esse producere quotum ultra sex loca. At si logarithmus ad decem tantum figurarum loca habere velis, ut à *Vlacquo* in suis Tabulis factum est, duæ primæ quotientis notæ sufficiunt. Et si hac methodo computentur Logarithmi pro numeris supra 20000; labor omnis vix pluris erit, quam qui in exscribendis numeris impenditur. Hæc Series ex iis quæ ab *Halleio* inventæ sunt, facile sequitur, qui autem plura de iis scire cupit, Præfatum Tractatum adeat & discat.

F I N I S.

DE
VIRIBUS
CENTRALIBUS.

JOHANNIS KEILLII

EX

ÆDE CHRISTI OXONIENSIS, A. M. EPISTOLA

AD

Clarissimum Virum

EDMUNDUM HALLEJUM,

Geometriæ Professorem Savilianum,

DE

LEGIBUS VIRIUM CENTRIPETARUM.

Haud oblitus es, uti arbitror, Vir Clarissime, te, cum nuper esses Oxonii, Theorema, quo lex vis centripetæ, *Quantitatibus finitis* exhiberi possit, mecum communicasse: quod Theorema tibi monstravit egregius Mathematicus D. *Abrahamus de Moivre*, dixitque Dominum Isaacum Newtonum, Theorema, huic simile, prius invenisse. Cum autem ejus demonstratio perfacilis sit, eam, itemque alia de eadem re cogitata, non possum tibi non impertire. Etsi minime dubitem, quin, si idem argumentum pertractare libuisset, tu acerrimo quo polles ingenii acumine, rem omnem penitus exhaurire potuisses.

THEOREMA.

Si corpus urgente vi centripeta in curva aliqua moveatur; erit vis illa in quovis curvæ puncto, in ratione composita ex directa ratione distantiæ corporis à centro virium, & reciproca ratione cubi perpendicularis à centro in rectam in eodem puncto curvam tangentem demissæ, ducti in radium curvaturæ, quem ibi obtinet curva.

Sit QAO curva quælibet à mobili urgente vi centripeta ad punctum S tendente descripta. Sitque AO arcus in mi- TAB. 47. fig. 1.

Ffff nimo

nimo quovis tempore percursus, Pm ejus tangens, AR radius circuli æquicurvi, hoc est cujus peripheriæ pars minima cum arcu AO coincidat. Et sit SP recta à puncto S in tangentem perpendiculariter demissa; ducantur Om ad SA & On ad SP parallelæ. Et exponat Om vim qua mobile in A urgetur versus S. Vis qua perpendiculariter à tangente recedit corpus, erit ut On, id est vis tendens versus R & faciens ut mobile, eadem qua prius velocitate latum, describet circulum æquicurvum arcui AO erit ad vim tendentem versus S, qua corpus in curva AO movetur, ut On ad Om, vel ob æquiangula triangula ut SP ad SA. Sed corporum in circulis latorum vires centripetæ sunt ut quadrata velocitatum applicata ad radios; per Corol. Theorem. 4. *Princip. Newtoni.*

Est vero velocitas reciproce ut SP, sive directe ut $\frac{1}{SP}$ adeoque quadratum velocitatis erit ut $\frac{1}{SP^2}$; vis igitur ut On, sive vis qua in circulo æquicurvo moveri potest corpus, erit ut $\frac{1}{SP^2 \times AR}$: Ostensum autem est, esse SP ad SA ut vis tendens versus R, qua corpus in circulo æquicurvo moveri potest, ad vim tendentem versus S: sed est vis tendens versus R ut $\frac{1}{SP^2 \times AR}$, adeoque cum sit $SP:SA::\frac{1}{SP^2 \times AR}:\frac{SA}{SP^3 \times AR}$ erit vis tendens versus S, ut $\frac{SA}{SP^3 \times AR}$. Q. E. D.

TAB. 47. fig. 2. *Cor.* Si curva QAO sit circulus, erit vis centripeta tendens versus S, ut $\frac{SA}{SP^3}$. Adeoque si vis centripeta tendat ad

S pun-

S punctum in circumferentia situm, erit (per 32 tertii) angulus $PAS =$ ang. AQS; adeoque ob similia triangula ASP, ASQ, erit $AQ : AS :: AS : SP$: unde $SP = \frac{AS^2}{AQ}$ & $SP^3 = \frac{AS^6}{AQ^3}$ unde $\frac{SA}{SP^3} = \frac{SA \times AQ^3}{AS^6} = \frac{AQ^3}{AS^5}$; hoc est, ob datum AQ, erit vis reciproce ut AS^5.

Sit DAB, Ellipsis, cujus Axis DB, foci F & S, AR, OR duæ perpendiculares in curvam sibi proximæ: ducantur KL, OT, in SA, & KM in OR perpendiculares. Quia $SA : SK :: {}^*FA + SA : FS$, hoc est data ratione, erunt rectarum SA, SK Fluxiones AT, Kk ipsis SA, SK proportionales; & est $AL = {}^*\frac{1}{2}$ lateris recti $= \frac{1}{2}L$. Porro ob KA ad SP parallelam, est angulus $ASP = KAL = TOA$ ob ang. TAO utriusque complementum ad rectum: quare TAB. 47. fig. 3. * Prop. 3. Elem. 6ti. * Prop. 6. partis 4tæ Sect. Con. Milnii.

$KA : AL :: SA : SP$, unde $SP = \frac{L \times SA}{2\ KA}$ & $KA = \frac{L \times SA}{2\ SP}$.

Porro ob æquiangula triangul. KMk, GPS & OTA, SPA.

Est $KM : Kk :: GP : GS :: AP : SK$
Item $Kk : AT \quad :: \quad SK : SA$
Item $AT : AO \quad :: \quad AP : SA$

Erit $KM : AO :: AP^2 : SA^2 :: SA^2 - SP^2 : SA^2 :: SA^2 - \frac{L^2 \times SA^2}{4\ AK^2} : SA^2 :: 4AK^2 - L^2 : 4AK^2$, unde $L^2 : 4AK^2 ::$ $(AO - KM : AO ::)$ $AK : AR$ ac proinde $AR = \frac{4\ AK^3}{L^2}$.

Eodem prorsus ratiocinio invenietur radius curvaturæ in Hyperbola æqualis $\frac{4AK^3}{L^2} = \frac{L \times SA^3}{2\ SP^3}$.

TAB. 47. fig. 4. In parabola vero facilior est calculus. Nam ob datam subnormalem, est Kk semper $=AT=$ Fluxioni Axis; & triangula KkM, ATO, SPA, AKL, æquiangula, unde $KM : Kk :: AP, SA$, item est AT vel $Kk : AO :: AP : SA$, unde $KM : AO :: AP^2 : SA^2 :: SA^2 - SP^2 : SA^2 ::$ unde erit $SP^2 : SA^2 :: AO - KM : AO :: AK : AR$, ac proinde $AR = \frac{SA^2 \times AK}{SP^2}$; sed est $AL = \frac{1}{2}$ lateris Recti $= \frac{1}{2}L$, & $AK : AL :: SA : SP$, quare erit $\frac{L \times SA}{2 AK} = SP$, & $SP^2 = \frac{L^2 \times SA^2}{4AK^2}$, quare erit $AR = \frac{4AK^3}{L^2}$, vel quoniam est, $AK = \frac{L \times SA}{2 SP}$, erit $AR = \frac{L \times SA^3}{2 SP^3}$.

TAB. 47. fig. 5. Atque ex his facillima oritur constructio, pro determinando Radio curvaturæ in quavis sectione Conica. Sit enim AK perpendicularis in sectionem occurrens axi in K, ex K super AK erigatur perpendicularis HK, cum AS producta concurrens in H. Ex H erigatur super AH, perpendicularis HR, erit AR radius curvaturæ.

In parabola paulo simplicior adhuc evadit constructio. Nam quoniam ex natura parabolæ est $SA = SK$, & angulus AKH rectus, erit S centrum circuli per AKH transeuntis, unde invenitur radius curvaturæ producendo SA in H, ut $SH = SA$, & in H erigendo perpendicularem HR; & R erit centrum circuli osculantis parabolam in A.

TAB. 47. fig. 3. Vis Centripeta tendens ad focum sectionis Conicæ, in qua corpus movetur, est reciproce proportionalis quadrato distantiæ. Nam quoniam $AR = \frac{L \times SA^3}{2 SP^3}$ erit $\frac{SA}{SP^3 \times AR} =$

$\frac{SA \times 2SP^3}{SP^3 \times L \times SA^3} = \frac{2}{L \times SA^2}$ hoc eſt ob datam $\frac{2}{L}$ erit vis centripeta ut $\frac{1}{SA^2}$.

Sit Ellipſis BAD, quam tangit in A recta GE. Sintque SP per centrum Ellipſis & KA per contactum, tranſeuntes, perpendiculares in tangentem. Erit $SP \times KA =$ quartæ parti figuræ axis ſeu = quadrato ſemiaxis minoris $= BO \times DE$. Nam ob æquiangula triang. GBO, GLA, GAK, GPS & GDE,

$$\begin{array}{lllll} SP : SG & & :: & & BO : GO \\ SG : DG & :: & BG : LG & :: & GO : GA \\ DG : DE & & :: & & GA : AK, \end{array}$$

unde $SP : DE :: BO$ AK, & $SP \times AK = DE \times BO = \frac{1}{2} L \times SB$.

Hinc ſi Mobile moveatur in Ellipſi, vi centripeta tendente ad centrum Ellipſis, erit vis illa directe ut diſtantia; nam eſt $\frac{SP^3 \times 4AK^3}{L^2} =$ datæ quantitati. Quia eſt $SP \times AK$ quantitas data. Vis igitur, ut $\frac{SA}{SP^3 \times AR}$, erit, ut SA diſtantia.

In figura tertia Demiſſa ab altero umbilico F: in Tangentem perpendiculari FI. Ob æquiangula triangula SAP, FAI, TAB. 47. *fig.* 3.

erit $SA : SP :: FA : FI = \frac{SP \times FA}{SA}$ unde erit $SP \times FI = \frac{SP^2 \times FA}{SA}$ = quadrato ſemiaxis minoris, unde ſi axis major vocetur b, minor autem $2d$, erit $SP^2 = \frac{d^2 \, SA}{b - SA}$ & $SP = \frac{d\overline{SA}^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{b - SA}}$.

 In

In Hyperbola autem est $SP = \frac{d\,SA^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{b+SA}}$.

In Parabola est $SP = \sqrt{d\,SA}$, posito ejus latere recto $= 4d$.

Quoniam est $TA^2 : TO^2 :: AP^2 : SP^2 :: SA^2 - SP^2 : SP^2 :: SA^2 - \frac{d^2\,SA}{b-SA} : \frac{d^2\,SA}{b-SA} :: SA - \frac{d^2}{b-SA} : \frac{d^2}{b-SA} ::$ $b\,SA - SA^2 - d^2 : d^2$, erit $\sqrt{b\,SA - SA^2 - d^2} : d :: TA : TO$, cumque sit $TA = S\dot{A}$, erit $TO = \frac{d\,S\dot{A}}{\sqrt{b\,SA - SA^2 - d^2}}$.

TAB. 47. fig. 7. Sit jam QAO, Quælibet curva, cujus arcus minimus sit AO, tangentes in punctis A & O, AP, Op. Radius curvaturæ AR, perpendiculares in tangentes sint SP, Sp, erit $\frac{SA \times TA}{fP} = AR$. Nam ob æquiangula triangula est $fP : AO :: PA : RA$ & $AO : TA :: SA : PA$; unde ex æquo erit $fP : TA$ vel $S\dot{A} :: SA : RA$, est vero $fP = S\dot{P}$, quare erit $RA = \frac{SA \times S\dot{A}}{SP}$.

Hinc si distantia SA, in suam fluxionem ducatur, & dividatur per fluxionem perpendicularis, habebitur radius Curvaturæ; quo Theoremate facile determinatur curvatura in radialibus curvis. Ex. gr. Sit AQ, Spiralis nautica; quoniam angulus SAP datur, ratio quoque SA ad SP dabitur; sit illa ratio a ad b, erit $SP = \frac{b\,SA}{a}$ & $S\dot{P} = \frac{b\,S\dot{A}}{a}$ & $AR = \frac{SA \times S\dot{A}}{S\dot{P}} = \frac{a\,SA}{b}$, unde facile constabit, spiralis nauticæ evolutam esse eandem spiralem, in alia positione.

Quo-

Quoniam $AR = \frac{SA \times S\dot{A}}{S\dot{P}}$, erit $\frac{SA}{SP^3 \times AR} = \frac{S\dot{P}}{SP^3 \times S\dot{A}}$ atque hinc rursus, ex data relatione SA ad SP, facile invenietur lex vis centripetæ.

Exemplum. Sit VAB Ellipsis, cujus focus S, Axis major VB $= b$, axis minor $= 2d$, latus Rectum $= 2R$. Sitque VaQ alia curva, ita ad hanc relata, ut sit perpetuo angulus VSA angulo VSa proportionalis, & sit Sa = SA. Quæritur lex vis centripetæ tendentis ad S, qua corpus in curva VaQ moveri potest. TAB. 47. fig. 8.

Quoniam angulus VSA est ad VSa, in data ratione; horum angulorum incrementa erunt in eadem ratione, sitque ea ratio m ad n; unde erit $ot = \frac{n \times OT}{m}$.

Est autem $OT = \frac{dS\dot{A}}{\sqrt{bSA - SA^2 - d^2}}$ unde erit $ot = \frac{nd\,S\dot{A}}{m\sqrt{bSA - SA^2 - d^2}}$. Quoniam autem est $SA^2, SP^2 :: ta^2 + ot^2 : ot^2 :: S\dot{A}^2 + \frac{n^2 d^2 S\dot{A}^2}{m^2 \times \overline{bSA - SA^2 - d^2}} : \frac{n^2 d^2 S\dot{A}^2}{m^2 \times \overline{bSA - SA^2 - d^2}}$ $:: 1 + \frac{n^2 d^2}{m^2 \times \overline{bSA - SA^2 - d^2}} : \frac{n^2 d^2}{m^2 \times \overline{bSA - SA^2 - d^2}}$ $:: m^2 b\,SA - m^2 SA^2 - m^2 d^2 + n^2 d^2 : n^2 d^2$, unde erit $\sqrt{m^2 b\,SA - m^2 SA^2 - m^2 d^2 + n^2 d^2} : nd :: SA : SP$, & $SP = \frac{nd\,SA}{\sqrt{m^2 bSA - m^2 SA^2 - m^2 d^2 + n^2 d^2}}$.

Cujus ut habeatur fluxio pro $m^2 bSA - m^2 SA^2 - m^2 d^2 +$

$n^2 d^2$. Scribatur x & erit $SP = \frac{nd\,SA}{\sqrt{x}}$, & $SP^3 = \frac{n^3 d^3\,SA^3}{x^{\frac{3}{2}}}$; & est $\dot{x} = m^2 b\,S\dot{A} - 2m^2\,SA \times S\dot{A}$, & $S\dot{P} = nd\,S\dot{A} \times x^{-\frac{1}{2}} - \frac{1}{2}\,\frac{n\,A\,S\,A\,x}{x^{\frac{3}{2}}}$, & reducendo partes ad eundem denominatorem; erit $S\dot{P} = \frac{nd\,S\dot{A}\,x - \frac{1}{2}nd\,SA\,\dot{x}}{x^{\frac{3}{2}}}$.

Et in numeratore loco, x & $\dot{x}$, ponendo ipsorum valores, & ordinando fit $S\dot{P} = \frac{nd\,S\dot{A} \times \overline{\frac{1}{2}m^2 b\,SA - m^2 d^2 + n^2 d^2}}{x^{\frac{3}{2}}}$, unde erit $\frac{S\dot{P}}{SP^3 \times S\dot{A}} = \frac{\frac{1}{2}m^2 b\,SA - m^2 d^2 + n^2 d^2}{n^2 d^2\,SA^3}$. Sed est $\frac{S\dot{P}}{SP^3 \times S\dot{A}}$, ut vis centripeta, quare erit vis, ut $\frac{\frac{1}{2}m^2 b\,SA - m^2 d^2 + n^2 d^2}{n^2 d^2\,SA^3}$ vel ob datam $n^2 d^2$ in denominatore erit vis, ut $\frac{\frac{1}{2}m^2 b\,SA - m^2 d^2 + n^2 d^2}{SA^3}$, vel loco d^2 ponendo $\frac{bR}{2}$, erit vis ut $\frac{\frac{1}{2}m^2 b\,SA - \frac{1}{2}m^2 bR + \frac{1}{2}n^2 bR}{SA^3}$, seu ob datam $\frac{b}{2}$, ut $\frac{A^3 m^2\,SA - R m^2 + R n^2}{SA^3} = \frac{m^2}{SA^2} + \frac{R n^2 - R m^2}{SA^3}$. Quae omnia exacte coincidunt cum iis, quæ à Domino Newtono de vi centripeta corporis in eadem curva moti, traduntur, in *Prop.* 44. *Princip.*

Quoniam vis centripeta tendens ad punctum S, qua urgente corpus in curva moveri potest, est semper, ut

SP

$\frac{S\dot{P}}{SP^3 \times S\dot{A}}$; hinc ex data lege vis centripetæ, inveniri poteſt relatio S A ad S P, ac proinde per methodum tangentium inverſam, exhiberi poteſt curva, quæ data vi centripeta deſcribi poſſit. Sit v. g. vis reciproce ut diſtantiæ Dignitas quælibet m, hoc eſt, ſit $\frac{S\dot{P}}{SP^3 \times S\dot{A}} = \frac{b}{a^2 SA^m}$, erit $\frac{S\dot{P}}{SP^3} = \frac{b\,S\dot{A}}{a^2 SA^m}$, & capiendo harum fluxionum fluentes; erit

$$\tfrac{1}{2} SP^{-2} = \frac{b SA^{1-m} \mp e}{\overline{m-1} \times a^2}, \text{ unde erit } \frac{\frac{\overline{m-1}}{2} \times a^2}{b SA^{1-m} \mp e} = SP^2,$$

& multiplicando tam numeratorem, quam denominatorem fractionis, per SA^{m-1}; & loco $\frac{\overline{m-1}}{2} a^2$ ponendo d^2, fit

$$\frac{d^2 SA^{m-1}}{b + e SA^{m-1}} = SP^2; \text{ quare erit } SP = \frac{d\sqrt{SA^{m-1}}}{\sqrt{b + e SA^{m-1}}}.$$

Quod ſi quantitas conſtans e ſit nihilo, æqualis erit $SP = \frac{d\sqrt{SA^{m-1}}}{\sqrt{b}}$.

Adeoque, ſi vis reciproce, ut diſtantiæ quadratum, poni poteſt $SP = \frac{\sqrt{d^2 SA}}{\sqrt{b}}$, & curva erit parabola, cujus latus rectum eſt $\frac{4d^2}{b}$, vel poteſt eſſe $SP = d \times \frac{\sqrt{SA}}{\sqrt{b - SA}}$, & curva erit Ellipſis; vel denique poteſt eſſe $SP = d \times \frac{\sqrt{SA}}{\sqrt{b + SA}}$, & curva evadit Hyperbola.

Si vis ſit reciproce ut diſtantiæ cubus ſupponi poteſt, ut SP ſit $= \frac{d SA}{b}$, & curva ſit ſpiralis nautica, vel fieri poteſt, ut ſit $SP = \frac{d SA}{\sqrt{b - e SA^2}}$, & curva erit eadem cum ea, cujus conſtructionem à ſectore hyperbolæ petit Dominus Newtonus; vel poteſt eſſe $SP = \frac{d SA}{\sqrt{b + e SA^2}}$, & ejus curvæ conſtructionem per ſectores Ellipticos tradit idem Newtonus. *Cor.* 3. *Prop.* 41. *lib.* 1. *Princip.*

Si vis centripeta ſit reciproce ut diſtantia; relatio inter SA & SP, æquatione Algebraica definiri nequit, Curva tamen per Logarhythmicam vel per quadraturam Hyperbolæ conſtruitur, ſit enim $SP = \frac{d}{\sqrt{b - L.SA}}$, ubi L. SA deſignat Logarythmum ipſius SA.

Haec omnia ſequuntur ex celebratiſſima nunc dierum Fluxionum Arithmetica, quam ſine omni dubio primus invenit Dominus *Newtonus*, ut, cuilibet ejus Epiſtolas à *Walliſio* editas legenti, facile conſtabit, eadem tamen Arithmetica poſtea mutatis nomine & notationis modo, à Domino *Leibnitio* in Actis Eruditorum edita eſt.

Moveatur jam corpus in curva QAO, urgente vi centripeta tendente ad S; & celeritas corporis in A dicatur C; celeritas autem qua corpus, urgente eadem vi centripeta, in eadem diſtantia, in circulo moveri poteſt, dicatur *c*. Conſtat ex Theoremate primo, quod ſi SA exponat vim centripetam tendentem ad S; vis centripeta tendens ad R, qua urgente, corpus cum celeritate C, circulum cujus radius eſt AR deſcribet; per SP exponetur. Corporum autem circulos deſcribentium, vires centripetæ ſunt, ut velocitatum quadrata ad circulorum radios applicata, quare erit

TAB. 47. *fig.* 1.

SP:

$SP:SA::\frac{C^2}{AR}:\frac{c^2}{SA}$, unde erit $SP \times AR : SA^2 :: C^2 : c^2$ & $C:c::\sqrt{SP \times AR}:SA$.

Si SP cum SA coincidat, ut fit in figurarum verticibus erit $C:c::\sqrt{AR}:\sqrt{SA}$. Quod si curva sit sectio conica AR, radius curvaturæ in ejus vertice est æqualis dimidio lateris recti $= \frac{1}{2}L$, ac proinde erit velocitas corporis in vertice sectionis, ad velocitatem corporis in eadem distantia circulum describentis, in dimidiata ratione lateris recti, ad distantiam illam duplicatam.

Quoniam est $AR = \frac{SA \times S\dot{A}}{S\dot{P}}$, erit $C^2:c^2::\frac{SP \times SA \times S\dot{A}}{S\dot{P}}:SA^2::\frac{SP \times S\dot{A}}{S\dot{P}}:SA::SP \times S\dot{A}:SA \times S\dot{P}$, adeoque ex data relatione SP ad SA, dabitur ratio C ad c, Ex. Grat. Si vis sit reciproce ut distantiæ dignitas m, hoc est, sit $\frac{S\dot{P}}{SP^3 \times S\dot{A}} = \frac{b}{a^2 SA^m}$; & erit $S\dot{P} = \frac{b SP^3 \times S\dot{A}}{a^2 SA^m}$, adeoque erit $C^2:c^2::SP \times S\dot{A}:\frac{b SP^3 \times SA \times S\dot{A}}{a^2 SA^m}::a^2 SA^{m-1}:$ $b SP^2$. Unde si ponatur $SP^2 = \frac{d^2 SA^{m-1}}{b} = \frac{\frac{m-1}{2} a^2 SA^{m-1}}{b}$, erit $C^2:c^2::a^2 SA^{m-1}:\frac{m-1}{2} a^2 SA^{m-1}::2:m-1$ ac proinde erit $C:c::\sqrt{2}:\sqrt{m-1}$.

Quod si ponatur $SP^2 = \frac{d^2 SA^{m-1}}{b - e SA^{m-1}} = \frac{\frac{m-1}{2} a^2 SA^{m-1}}{b - e SA^{m-1}}$

 fiet

fiet C^2 ad c^2, ut $a^2 SA^{m-1}$ ad $\dfrac{\dfrac{\overline{m-1}}{2}\, a^2 b SA^{m-1}}{b - eSA^{m-1}}$, hoc est ut $b - eSA^{m-1}$ ad $\dfrac{\overline{m-1}}{2} b$, sed est ratio $b - e SA^{m-1}$, ad $\dfrac{\overline{m-1}}{2} \times b$, minor ratione b ad $\dfrac{\overline{m-1}}{2} b$, seu ratione 2 ad $m-1$, unde erit C ad c in minore ratione quam est $\sqrt{2}$ ad $\sqrt{m-1}$.

Similiter, si capiatur $SP^2 = \dfrac{d^2 SA^{m-1}}{b + eSA^{m-1}}$, invenietur esse C ad c in majore ratione quam est $\sqrt{2}$ ad $\sqrt{m-1}$.

Cor. Si corpus in parabola moveatur, & vis centripeta tendat ad focum S, erit velocitas corporis, ad velocitatem corporis in eadem distantia, circulum describentis ubique ut $\sqrt{2}$ ad 1, nam in eo casu est $m = 2$ & $m - 1 = 1$. Velocitas corporis in Ellipsi est ad velocitatem corporis, in circulo ad eandem distantiam moti, in minore ratione quam $\sqrt{2}$ ad 1. Velocitas in Hyperbola est ad velocitatem in circulo in majore ratione, quam $\sqrt{2}$ ad 1.

Si corpus in spirali nautica deferatur, est ejus velocitas ubique æqualis velocitati corporis in eadem distantia circulum describentis nam in eo casu est $m = 3$ & $m - 1 = 2$.

PRO-

PROBLEMA.

Posito quod vis centripeta (cujus quantitas absoluta nota est,) sit reciproce, ut distantiæ quadratum & projiciatur corpus secundum datam rectam cum data velocitate. Invenire curvam in qua movetur corpus.

Projiciatur corpus secundum datam rectam AB, cum data velocitate C. Et quoniam quantitas absoluta vis centripetæ nota est, dabitur inde velocitas qua corpus possit circulum ad distantiam SA describere urgente eadem vi; est enim æqualis ei quæ acquiritur, dum corpus vi illâ uniformiter applicata urgente, cadit per $\frac{1}{2}$ SA. Sit illa velocitas c. Ex A in AB, erigatur perpendicularis AK, & in ea capiatur AR, quarta proportionalis ipsis c^2 C^2 & $\frac{SA^2}{SP}$ & erit AR, radius curvaturæ in A. Ex R in AS demittatur perpendicularis RH & ex H in AR perpendicularis HK, & ducta recta SK, dabit axis positionem; Fiat angulus FAK = angulo SAK. Et si FA sit ad SK parallela, figura in qua movetur corpus erit parabola. Si autem axi SK occurrat in F; & puncta S & F, cadant ad eandem partem puncti K, figura erit Hyperbola; sin ad contrarias partes cadant puncta S & F, erit figura Ellipsis, unde focis S & F & axe = SA+FA describetur sectio, in qua corpus movebitur. TAB. 47. fig. 9.

JOAN-

JOHANNIS KEILII,

M. D. & in Academia Oxonienſi *Aſtronomiæ Profeſſoris* Saviliani, *Obſervationes in ea, quæ edidit celeberrimus Geometra*

JOANNES BERNOULLI,

In Commentariis Phyſico-Mathematicis Pariſienſibus *Anno* 1710. *de inverſo Problemate virium Centripetarum. Et ejuſdem Problematis ſolutio nova.*

Nobiliſſimum eſt problema data lege vis centripetæ invenire Curvam quam deſcribit Mobile, de loco dato, ſecundum datam rectam, & cum data velocitate egrediens: conceſſis figurarum curvilinearum quadraturis, ejus ſolutionem perfectam olim dedit Dominus Newtonus in principiis Philoſophiæ Mathematicis. Hoc ipſum problema denuo aggreſſus eſt vir clariſſimus & Geometra celeberrimus Dominus Joannes Bernoulli in Academia Baſilienſi Matheſeos Profeſſor *, qui non pauca eaque egregia ingenii ſui ſpecimina jam pridem edidit, quibus Geometriam reconditiorem non parum ditavit. Unde à tanti viri acumine novam pulchramque Problematis ſolvendi methodum expectabam. Geſtiebam itaque ſolutionem Bernoullianam perlegere, & cum Newtoniana comparare; quibus tandem diligentius perlectis & examinatis, hæc quæ ſequuntur annotavi.

* Vide Commentarios Phyſico-Mathematicos Pariſienſes Anno 1710.

Dominus Bernoulli eandem præmittit propoſitionem quam Newtonus problemati demonſtrando prius adhibuit: eſtque ea in Principiis XL, non minus pulchra quam demonſtratu facilis. Scilicet.

Si corpus cogente vi quacunque centripeta moveatur utcunque, & corpus aliud recta aſcendat vel deſcendat, ſintque

eorum

eorùm velocitates, in aliquo æqualium altitudinum casu, æquales; velocitates eorum in omnibus æqualibus altitudinibus erunt æquales.

Hujus propositionis Demonstrationem Newtonianam, ait Bernoullius, esse nimis implicatam, & suam, quam simpliciorem vocat, ejus loco substituit. At pace tanti viri liceat mihi dicere, si quid discriminis sit inter demonstrationem Bernoullianam & Newtonianam, id in eo situm est, quod hæc multo facilior esse videtur minusque perplexa quam illa. Nam si centro C describantur circuli DI, EK, quorum intervallum DE est quam minimum, sintque corporum in D & I velocitates æquales, & ab N ad IK demittatur perpendiculum NT, fuse ostendit Newtonus vim acceleratricem secundum DE, esse ad vim acceleratricem secundum IK, ut IN ad IT. Nimirum si vis secundum DE vel IN exponatur per rectas DE vel IN, vis illa secundum IN resolvitur in duas IT, TN, quarum illa solum, quæ est ut IT, motum secundum directionem IK accelerat: accelerationes autem seu velocitatum incrementa sunt ut vires & tempora quibus generantur conjunctim. At tempora ob æquales velocitates in D & I, sunt ut viæ descriptæ DE, IK; quare accelerationes in decursu corporum per lineas DE & IK, sunt ut DE ad IT & DE ad IK conjunctim; i. e. ut DE quad. quod est IN quad. ad rectangulum $IT \times IK$. adeoque ob IN quad. $= IT \times IK$, incrementa velocitatum sunt æqualia: æquales igitur sunt velocitates in E & K, & eodem argumento semper reperientur æquales in æqualibus distantiis. Hæc est summa demonstrationis Newtoni, quæ tam dilucide ab eo exponitur, ut inter propositiones elementares paucas faciliores invenies. At non sic procedit Dominus Bernoullius, sed illi sufficit dicere, Mechanicam ostendere vim secundum DE esse ad vim secundum IK, ut IK ad DE. Mechanicam etiam ostendere incrementa velocitatum esse in ratione virium & temporum conjunctim; & initio motus positis velocitatibus æqualibus tempora sunt, ut viæ descriptæ DE, IK; & hinc, (argumento prorsus simili ei quo utitur Newtonus)

TAB. 46. fig. 1.

concludit incrementum velocitatis, quod acquirit corpus dum deſcribit IK, eſſe ad incrementum velocitatis dum deſcribitur DE, ut DE × IK ad IK × DE, & proinde velocitatum incrementa ubique in diſtantiis æqualibus eſſe æqualia.

At ſi tironibus facilem voluiſſet tradere demonſtrationem, debuiſſet propoſitionem Mechanicam citare, eamque ad præſentem caſum accommodare. Et quidem pluribus verbis opus eſt, ut hoc fiat per theorema quod innuere videtur, in quo agitur de deſcenſu Gravium in planis inclinatis: nullum enim eſt hic planum datum, quod recto corporum deſcenſui obſtat; imo tantum abeſt ut corpus à plano cohibeatur, ut è contra à plano ſeu Tangente per vim quandam continuo retrahitur. Procul dubio igitur manifeſta magis foret ejus ratiocinii vis, ſi dimiſſis Mechanicæ propoſitionibus, rem omnem ex propriis principiis demonſtraſſet, uti fecit Newtonus. Nam reſolvendo triang. rectang. KNI in duo triangula æquiangula, eſt KI ad IN ut IN ad IT, adeoque loco rationis IN ad IT ponere potuiſſet rationem KI ad IN vel ad DE.

Si de loco quovis A in recta AC cadat corpus, deque loco ejus E erigatur ſemper perpendicularis EG vi centripetæ proportionalis, ſitque BFG linea curva, quam punctum G perpetuo tangit; demonſtrat Newtonus velocitatem corporis in loco quovis E eſſe ut areæ curvilineæ ABGE latus quadratum. Adeoque ſi velocitas dicatur v, erit v^2*, ut area ABGE: & ſi P ſit altitudo maxima, ad quam corpus in Trajectoria revolvens, deque quovis ejus puncto eâ, quam ibi habet, velocitate ſurſum projectum aſcendere poſſit: ſitque quantitas A diſtantia corporis à centro, in alio quovis orbitæ puncto; & vis centripeta ſit ſemper ut ipſius A dignitas quælibet, ſcil. ut A^{n-1}, velocitas corporis in omni altitudine A erit ut $\sqrt{nP^n - nA^n}$.

* Vide Propoſ. 39. & 40. Principiorum.

Similiter Dominus Bernoullius oſtendit, ſi diſtantia à centro dicatur x, velocitas v & vis centripeta ϕ, eſſe $v = \sqrt{ab - \int \phi \dot{x}}$: ubi ex Quadraturis conſtat eſſe aream ABGE

$= ab - \int \phi \dot{x}$. Perinde itaque est, sive exprimatur quadratum velocitatis per aream ABGE, sive per quantitatem huic æqualem $ab - \int \phi \dot{x}$. Et si vis centripeta ϕ sit ut $n A^{n-1}$ seu $n x^{n-1}$, fit $ab = P^n$ & $\int \phi \dot{x} = A^n$, adeoque $ab - \int \phi \dot{x}$ est, ut quantitas $P^n - A^n$.

Describat corpus curvam VK, vi centripeta tendente ad C, deturque circulus VXY, centro C intervallo quovis CV descriptus. Q sit quantitas constans, atque $\frac{Q}{A} = z$. Sitque KI elementum Curvæ; IN vel DE elementum altitudinis, XY elementum arcus: demonstrat Newtonus Elementum arcus seu XY exprimi posse per hanc formulam $\frac{Q \times IN \times CX}{AA\sqrt{ABGE - z^2}}$. Similiter ex præmissis Dominus Bernoullius, posito Arcu $UX = z$, & altitudine seu distantia $= x$, elementum arcus ad hanc reducit formulam scil. $\dot{z} = \frac{a^2 c \dot{x}}{\sqrt{abx^4 - x^4 \int \phi \dot{x} - a^2 c^2 x^2}}$. Et primo quidem aspectu videbatur formula Newtoniana quodammodo simplicior Bernoullianâ, eo quod paucioribus constat terminis; at re diligentius explorata, vidi Bernoullianam formulam omnino cum Newtoniana coincidere; nec nisi in notatione quantitatum ab ea differre. Nam si pro $ab - \int \phi \dot{x}$ ponatur ABGE, pro ac ponatur Q, & x pro A, a pro CX, & $\dot{x}$ pro IN, fit

$$\frac{a^2 c \dot{x}}{\sqrt{abx^4 - x^4 \int \phi \dot{x} - a^2 c^2 x^2}} = \frac{Q \times CX \times IN}{\sqrt{A^4 \times ABGE - \frac{Q^2 A^4}{A^2}}} = \frac{Q \times CX \times IN}{AA\sqrt{ABGE - \frac{Q^2}{A^2}}}$$

seu ponendo z^2 loco $\frac{Q^2}{A^2}$, (quod facit

New-

Newtonus commodioris notationis gratia,) Formula Bernoulliana evadit $\frac{Q \times CX \times IN}{A^2 \sqrt{ABGE - z^2}}$ unde constat formulam illam non magis à Newtoniana discrepare, quam verba latinis literis expressa differunt ab iisdem verbis scriptis in Graecis characteribus.

Post traditam generalem formulam; descendit Dominus Bernoullius ad casum particularem, ubi vis centripeta est reciproce ut quadratum distantiæ; & per varias reductiones & operationes satis molestas, constructionem ostendit curvarum quæ urgente ea vi centripeta describi possunt, easque ad æquationes reducendo probat esse sectiones conicas. Deinde queritur Dominum Newtonum supponere sine demonstratione curvas à tali vi descriptas esse sectiones conicas.

Impossibile est, ut credat nullam Newtono notam fuisse hujus rei demonstrationem; noverat enim, eum primum & solum fuisse, qui hanc omnem de vi centripeta doctrinam geometrice tractavit, quique eam ad tantam perfectionem perduxit, ut post plures quam viginti annos, parum admodum à præstantissimis Geometris ei additum sit. Noverat etiam Bernoullius Newtonum, præter generalem problematis inversi solutionem, ostendisse modum quo formari possunt curvæ, quæ vi centripeta decrescente in triplicata distantiæ ratione describuntur, adeoque alterum illum casum ignorare non potuisse. Nec profecto intelligo, qua ratione Bernoullius Newtono objiciat, eum hujus casus demonstrationem prætermisisse; cum ipse non pauca sæpius proposuit Theoremata, quorum demonstrationes nusquam dedit; & quidni liceat Newtono ad alia festinanti hoc idem facere? Interim in nova *Principiorum* editione, facilior multo & magis clara, licet tribus verbis extat hujus rei demonstratio, quam est Bernoulliana.

Tandem Bernoullius, ut necessitatem suæ demonstrationis inversi problematis in hoc particulari casu ostendat, hæc addit. Considerandum est, inquit, quod vis, quæ facit, ut

cor-

corpus in ſpirali logarithmica moveatur, debet eſſe reciproce, ut cubus diſtantiæ à centro; at non inde ſequitur talibus viribus ſemper deſcribi debere tales curvas, cum ſimiles etiam vires facere poſſunt, ut corpus in ſpirali hyperbolica moveatur.

Miror ſane, quod vir Cl. ſuſpicetur Newtonum talem unquam duxiſſe conſequentiam. Nam praeter ſpiralem logarithmicam, oſtendit Newtonus, qua ratione aliæ curvæ, numero infinitæ & diverſæ, formari poſſunt, quæ omnes deſcribantur eadem vi centripeta, qua Spiralis logarithmica; interque eas reponi debet hæc ipſa Spiralis hyperbolica, ut in ſequentibus oſtendemus.

Exinde autem concludit Newtonus ſectiones tantum conicas neceſſario deſcribi debere per vim centripetam quadrato diſtantiæ reciprocè proportionalem: nempe quod curvatura orbitæ cujuscunque, ex datis velocitate, vi centripeta, & poſitione Tangentis, datur; datis autem umbilico, puncto contactus & poſitione tangentis, ſemper deſcribi poſſit ſectio conica, quæ curvaturam illam datam habeat. Hoc à me prius oſtenſum eſt in actis philoſophicis Londinenſibus Anno 1708 *. In hac igitur ſectione, urgente illa vi, corpus movebitur, & in nulla alia; cum corpus de eodem loco, ſecundum eandem directionem, eadem cum velocitate, & urgente eadem vi centripeta exiens, non poſſit diverſas ſemitas deſcribere. * Vide ſupra p. 597.

Liceat jam mihi Dominum Bernoullium imitari, & inverſum de vi centripeta problema longe diverſa methodo reſolvere, & ad caſum particularem applicare; ubi ſcil. vis eſt reciproce, ut cubus diſtantiæ, ſimulque oſtendere demonſtrationem *Cor.* 3. *prop.* 41. *Principiorum Newtoni.*

Quod ut fiat, quædam ex iis quæ in Actis Philoſophicis No. 317. expoſui *, hîc præmittenda ſunt. * Vide ſupra pag. 585. & ſeq.

Sit VIL curva quævis, quam corpus urgente vi centripeta ad centrum C tendente deſcribit: hanc curvam in duobus punctis infinite vicinis I & K tangant recte IP, Kp, ad quas e centro demittantur perpendiculares CP, Cf; centro item C deſcribantur KE, ID, & ducatur CI. TAB. 46. *fig.* 2.

Erit vis centripeta ut Quantitas $\frac{Pp}{PC^3 \times IN}$ quod Theorema licet in prædicto loco demonstravimus, ecce aliam ejus demonstrationem. Ex K ducantur Km ad CP & Kn ad CI parallelæ. Et ob æquiangula triangula ICP, IKN, nKm, itemque ob IKm & IpP æquiangula. Erit

$$Ip \text{ vel } IP : IK :: pP : Km$$
$$PC : IP :: Km : mn$$
$$IN : IK :: mn : nK$$

unde ex æquo fiet

$$PC \times IN : IK^2 :: pP : nK,$$

& erit $nK = \frac{pP \times IK^2}{PC \times IN}$. Præterea tempus quo describitur arcus IK est ut area seu triangulum ICK, vel ejus duplum $PC \times IK$; adeoque si tempus detur erit $PC \times IK$ quantitas constans. Dato autem tempore, vis centripeta est ut lineola Kn, quæ sub urgente vi illa describitur, adeoque vis centripeta est ut lineola illa Kn ducta in quantitatem constantem $\frac{1}{PC^2 \times IK^2}$, hoc est, erit vis centripeta ut $\frac{1}{PC^2 \times IK^2} \times \frac{Pp \times IK^2}{PC \times IN}$ seu ut quantitas $\frac{Pp}{PC^3 \times IN}$. Quod erat demonstrandum.

Velocitas corporis in quovis loco est ut via in minimo quovis tempore percursa directe, & ut tempus illud inverse; adeoque & ut $IK \times \frac{1}{PC \times IK}$ hoc est, velocitas erit reriproce ut perpendicularis è centro in Tangentem.

Si distantia corporis à centro dicatur x, & perpendicularis in tangentem p, erit $IN = \dot{x}$ & $Pp = \dot{p}$ & vis centripeta expoponi poteſt per quantitatem $\frac{f^4\dot{p}}{p^3\dot{x}}$, aſſumendo quantitatem quamlibet pro f^4.

Adeoque ſi cum Domino Bernoullio vim centripetam nominemus ϕ, erit $\frac{f^4\dot{p}}{p^3\dot{x}} = \phi$ & $\frac{f^4\dot{p}}{p^3} = \dot{x}\phi$; & capiendo harum quantitatum fluentes erit $\frac{f^4}{2p^2} =$ fluenti quantitatis $\dot{x}\phi$.

At cum velocitas corporis ſit reciprocè, ut perpendicularis p, ejus quadratum exponi poteſt per $\frac{f^4}{2p^2}$. Si itaque velocitas dicatur v, erit $v^2 = \frac{f^4}{2p^2} =$ fluenti quantitatis $\dot{x}\phi$. Quod ſi A ſit locus, de quo cadere debet corpus, ut acquirat in D vel I velocitatem v, deque loco corporis D erigatur perpendicularis $DF = \phi$ erit rectangulum $DE \times DF = \dot{x}\phi$. Sit jam BFG linea curva, cujus ordinatæ exponant vires centripetas, ſeu quantitates ϕ. Fluens quantitatis $\dot{x}\phi$ erit area curvilinea $ABFD = v^2 = \frac{f^4}{2p^2}$, adeoque erit v ut areæ ABFD latus quadratum. Quod ſi velocitas ea ſit quæ ab infinita diſtantia cadendo acquiritur, erit v^2 ſeu fluens ipſius $\dot{x}\phi$ æquale areæ oDFO indefinite protenſæ.

Hinc ſemper dabitur quantitas p in terminis finitis, quando area illa curvilinea terminis finitis exponi poteſt. Sit, verbi gratia, vis centripeta reciprocè ut diſtantiæ dignitas m, hoc eſt, ſit $\dot{x}\phi = \frac{g\dot{x}}{x^m}$, ſi velocitas corporis ſit ea quæ acquiquiritur cadendo ab infinita diſtantia, erit $v^2 = \frac{g}{m-1 \times x^{m-1}}$ $= \frac{f^4}{2p^2}$ & in hiſce omnibus caſibus area indefinite protenſa eſt quantitas finita. Poteſt autem corpus in trajectoria revolvi velocitate cujus quadratum vel majus fieri poteſt, vel minus quantitate $\frac{g}{m-1\, x^{m-1}}$, vel huic æquale. Adeoque erit $v^2 = \frac{f^4}{2p^2} = \frac{g}{m-1\, x^{m-1}} \pm e^2$.

Hinc urgentibus his viribus, tria curvarum genera deſcribi poſſunt; prout e^2 eſt quantitas poſitiva, vel negativa, vel nulla.

V. G. Si velocitas major ſit ea quæ acquiritur ab infinita diſtantia cadendo, fit $\frac{f^4}{2p^2} = \frac{g}{m-1\, x^{m-1}} + e^2$: ſi velocitas ſit minor erit $\frac{f^4}{2p^2} = \frac{g}{m-1\, x^{m-1}} - e^2$: ſi æqualis, erit $\frac{f^4}{2p^2} = \frac{g}{m-1\, x^{m-1}}$.

Sit $\frac{1}{2} f^4 = a^2 e^2$ & $\frac{1}{m-1} \times g = b^2 e^2$. Et ſi velocitas corporis ſit ea quæ ab infinito cadendo acquiritur, erit $p^2 = \frac{a^2 x^{m-1}}{b^2}$ ſeu $p = \frac{a x^{\overline{\frac{m-1}{2}}}}{b}$.

At ſi velocitas major ſit aut minor hac velocitate, fiet uti oſtenſum eſt $\frac{f^4}{2p^2} = \frac{g}{m-1\, x^{m-1}} \pm e^2 = \frac{\frac{1}{m-1} g \pm e^2 x^{m-1}}{x^{m-1}}$.

Unde

Unde pro $\frac{1}{2}f^4$ & $\frac{g}{m-1}$ ponendo earum valores $a^2 e^2$ & $b^2 e^2$, erit $\frac{a^2 e^2}{p^2} = \frac{b^2 e^2 \pm e^2 x^{m-1}}{x^{m-1}}$ seu $\frac{a^2}{p^2} = \frac{b^2 \pm x^{m-1}}{x^{m-1}}$, & fiet $p^2 = \frac{a^2 x^{m-1}}{b^2 \pm x^{m-1}}$.

Adeoque si vis centripeta sit reciproce ut cubus distantiæ, hoc est, si sit $m = 3$ & $m - 1 = 2$. Erit $p^2 = \frac{a^2 x^2}{b^2}$, vel $p^2 = \frac{a^2 x^2}{b^2 + x^2}$, vel denique $p^2 = \frac{a^2 x^2}{b^2 - x^2}$.

In primo casu constat curvam esse spiralem logarithmicam: nam sit $p = \frac{a x}{b}$, & $b : a :: x : p$. adeoque ob constantem rationem b ad a, erit angulus CIP ubique constans.

Ponamus jam esse $p^2 = \frac{a^2 x^2}{b^2 + x^2}$ & ex hac suppositione tres oriuntur diversæ curvarum species, prout a major est quam b, aut ei æqualis, aut minor.

Et primo sit a major quam b. Centro C & ad distantiam quamvis datam describatur circulus HYX, cui rectæ CK, CI productæ occurrant in Y & X. Et est $IN^2 : KN^2 :: IP^2 : PC^2$ & ita $CI^2 - PC^2 : PC^2 :: x^2 - p^2 : p^2 :: x^2 - \frac{a^2 x^2}{b^2 + x^2} : \frac{a^2 x^2}{b^2 + x^2} :: 1 - \frac{a^2}{b^2 + x^2} : \frac{a^2}{b^2 + x^2} :: b^2 + x^2 - a^2 : a^2$. TAB. 46. fig. 3.

Quare erit $\sqrt{x^2 + b^2 - a^2} : a :: IN : KN :: x : \frac{a x}{\sqrt{x^2 + b^2 - a^2}} =$ KN. Et quoniam est a major quam b, erit $b^2 - a^2$ quanti-

 tas

tas negativa. Sit illa $-c^2$, unde fit $KN = \frac{a\dot{x}}{\sqrt{x^2 - c^2}}$. Dicatur h radius circuli HY, & est $CK:KN::CY:YX$ hoc est $x : \frac{a\dot{x}}{\sqrt{x^2 - c^2}} :: h : \frac{ha\dot{x}}{x\sqrt{x^2 - c^2}} = YX = \dot{y}$, si arcus HY vocetur y. Sit $x = \frac{c^2}{z}$ unde $\dot{x} = -\frac{c^2\dot{z}}{z^2}$ & $\frac{\dot{x}}{x} = -\frac{\dot{z}}{z}$. Item erit $x^2 - c^2 = \frac{c^4}{z^2} - c^2 = \frac{c^4 - c^2z^2}{z^2} = \frac{c^2}{z^2} \times \overline{c^2 - z^2}$: unde $\sqrt{x^2 - c^2} = \frac{c}{z} \times \sqrt{c^2 - z^2}$: quibus valoribus substitutis, erit $\frac{ha\dot{x}}{x\sqrt{x^2 - c^2}} = \frac{-ha\dot{z}}{c\sqrt{c^2 - z^2}}$. Sit $a : c :: n : 1$. hoc est, sit $a = nc$, & fiet XY seu $\dot{y} = -\frac{nh\dot{z}}{\sqrt{c^2 - z^2}}$. Est vero $\frac{nh\dot{z}}{\sqrt{c^2 - z^2}}$ ad $\frac{c\dot{z}}{\sqrt{c^2 - z^2}}$ ut nh ad c; hoc est in ratione data: adeoque eorum fluentes, si simul incipiunt, erunt in eadem ratione, hoc est erit HY seu y ad fluentem quantitatis $\frac{c\dot{z}}{\sqrt{c^2 - z^2}}$ ut nh ad c.

Quod si centro C radio $CV = c$ describatur circulus VL, & CG sit $= z$, & $no = \dot{z}$, fiet arcus $mn = \frac{c\dot{z}}{\sqrt{c^2 - z^2}}$ fluxioni arcus Qm, quando fluxio est quantitas positiva: sed

quan-

quando eſt negativa, ejus fluens eſt arcus Vm prioris complementum. Arcus enim ejuſque complementum eandem habent quantitatem fluxionem denotantem, diverſis tantum ſignis affectam; quia creſcente uno decreſcit alter.

Hinc eſt HY ad Vm ut nh ad c: ſed eſt CV ad CH ut Ve:HY, hoc eſt $c:h::\mathrm{V}e:\frac{h\times\mathrm{V}e}{c}=\mathrm{HY}$, quare erit $\frac{h\times\mathrm{V}e}{c}:\mathrm{V}m::nh:c$, unde $\mathrm{V}e:\mathrm{V}m::n:1$.

Præterea ex natura circuli erit CG : CV :: CV : CT, quando mT circulum tangit: hoc eſt erit $z:c::c:\frac{c^2}{z}=\mathrm{CT}=x$. Hinc ſi capiatur angulus VCe ad angulum VCm ut n ad 1, & producatur Ce ad K ut ſit CK = ſecanti CT, erit K punctum in curva quæſita.

Hic obiter notandum eſt, ſi n ſit numerus, hoc eſt ſi ſit a ad c vel a ad $\sqrt{a^2-b^2}$ ut numerus ad numerum, curva VI fiet Algebraica: nam in hoc caſu relatio mG ad ſinum anguli VCe æquatione definitur, & inde habebitur relatio ſinus anguli VCe ad CT vel CK per æquationem determinatam, & inde demum dabitur æquatio quæ exprimet relationem inter ordinatam & interceptam à puncto C incipientem. Harum curvarum ordines & gradus in ſcala æquationum Algebraica diverſi erunt pro magnitudine numeri n. In his omnibus curvis ſic deſcriptis Aſymptoti poſitio hac ratione determinatur: fiat angulus VCL ad rectum angulum ut n ad 1. In eo angulo diſtantia corporis à centro evadit infinita. Jam quad. perpendicularis in Tangentem $\mathrm{PC}=\frac{a^2x^2}{b^2+x^2}$ ubi x eſt infinita, fit $\mathrm{PC}^2=\frac{a^2x^2}{x^2}$, ſeu PC $=a$. Ducatur itaque CR ad CL perpendicularis & æqualis rectæ a, & ſi per R ducatur RS rectæ CL parallela, hæc curvam tanget ad infinitam diſtantiam, ſeu erit curvæ Aſymptotos.

Si corpus in quavis harum curvarum deſcendendo, ad Apſidem imam pervenerit; hinc rurſus aſcendet in infinitum, & aliam curvam priori ſimilem, ſeu potius ejuſdem curvæ ſimilem portionem, aſcendendo deſcribet.

Curvæ hæ poſſunt pluribus revolutionibus circa centrum torqueri, priusquam ad aſymptoton convergere incipiant, & motus angularis rectæ CK erit æqualis totidem rectis quot numerus n conſtat unitatibus. v. g. ſi n ſit 100, perficientur viginti quinque integræ revolutiones, priusquam diſtantia à centro evadat infinita.

Aucto numero n, eadem manente a, minuitur c: eſt enim $\frac{a}{n} = c$ & $\frac{a^2}{n^2} = c^2 = a^2 - b^2$, unde fiet $\overline{n^2 - 1} \times a^2 = n^2 b^2$. Et proinde fiet $a^2 : b^2 :: n^2 : n^2 - 1$; adeoque ſi b^2 ad æqualitatem accedat ipſius a^2, perveniet quoque $n^2 - 1$ ad rationem æqualitatis cum n^2, & proinde augebitur n & in eadem ratione minuetur c. Ponatur itaque eſſe b^2 fere æquale ipſi a^2; adeo ut cum differentia ſit infinite parva, fiat n numerus infinite magnus, & radius circuli c fiet infinite parvus, ſeu circulus in ſuum centrum contrahetur. At ſic evaneſcente c, non pariter evaneſcit CT, ſi angulus VCm ſit propemodum rectus: nam in omni circulo, etiam minimo, ſecans anguli recti eſt quantitas infinita. Curva itaque hæc, ob n numerum infinitum, infinitis numero revolutionibus centrum ambibit, priusquam ad Aſymptoton convergere incipiet.

Evaneſcente autem c fit $b = a$ & $p = \frac{ax}{\sqrt{x^2 + a^2}}$. Et quoniam in omni caſu eſt $\dot{y} = \frac{b a \dot{x}}{x \sqrt{x^2 + c^2}}$, evaneſcente c fiet $\dot{y}$

=

$= \frac{ha\dot{x}}{x^2}$, unde capiendo fluentes fiet $y = \frac{ha}{x}$ ſeu $xy = ha$ = datæ quantitati.

Hæc curva eſt Spiralis Hyperbolica, quæ plures habet notabiles proprietates. Si ducatur radius quilibet CIY curvæ occurrens in I, & peripheriæ circuli in Y, & ex C ad CI excitetur perpendicularis CT, atque IT tangat curvam in I, & rectæ CT occurrat in T: erit CT conſtans recta, æqualis ſcil. arcui VE; qua proprietate logarithmicam æmulatur, cum CT curvæ ſubtangens dici poſſit. Sit enim Radius circuli $CE = h$, arcus $VE = a$, dicatur CI x & VY ſit y. Quia eſt $ha = x \times y$ erit $\frac{ha}{x} = y$ & $\frac{ha\dot{x}}{x^2} = \dot{y}$. Porro eſt CY:CI::YX:NK hoc eſt $h : x :: \frac{ha\dot{x}}{x^2} :$ NK: quæ proinde eſt $\frac{a\dot{x}}{x}$. Et quoniam eſt IN:NK::CI:CT. hoc eſt $\dot{x} : \frac{a\dot{x}}{x} :: x :$ CT, erit $CT = a$. TAB. 46. fig. 4.

Si centro C, intervallo quovis CG, deſcribatur circuli arcus GF, hic arcus inter rectam CV & curvam interceptus erit ſemper æqualis conſtanti rectæ CT vel a. Nam quoniam eſt $VL \times CF = CV \times VE$; erit VL:VE::CV: CF::VL:GF unde æquantur VE & GF. Si ad CG ex C excitetur normalis CR = VE vel FG vel a, & per R agatur RS rectæ CV parallela, erit RS curvæ Aſymptotos. Nam eſt recta MS æqualis arcui GF, & proinde FS diſtantia Curvæ ab RS eſt ſemper æqualis exceſſui quo arcus ſuperat ſuum ſinum: at cum diſtantia creſcat in infinitum, exceſſus ille minuetur in infinitum, & fiet tandem data quavis recta minor, & proinde RS erit Curvæ Aſymptotos.

TAB. 46. fig. 3. Sit jam b major quam a; & similiter, ut in priore casu, invenietur KN $= \frac{a\dot{x}}{\sqrt{x^2+b^2-a^2}}$: at quoniam b superat a, erit $c^2 = b^2 - a^2$ quantitas positiva, & KN fiet $= \frac{a\dot{x}}{\sqrt{x^2+c^2}}$ & ponendo radium circuli HY $= b$, invenietur XY $= \frac{ba\dot{x}}{x\sqrt{x^2+c^2}}$. Ponatur $x = \frac{c^2}{z}$, & erit $\dot{x} = -\frac{c^2\dot{z}}{z^2}$ & $\frac{\dot{x}}{x} = -\frac{\dot{z}}{z}$.

Erit quoque $x^2 = \frac{c^4}{z^2}$ & $x^2+c^2 = \frac{c^4}{z^2}+c^2 = \frac{c^4+c^2z^2}{z^2} = \frac{c^2}{z^2}\times\overline{c^2+z^2}$: unde $\sqrt{x^2+c^2} = \frac{c}{z}\times\sqrt{c^2+z^2}$.

His itaque valoribus substitutis fit $\frac{ba\dot{x}}{x\sqrt{x^2+c^2}} = -\frac{ba\dot{z}}{c\sqrt{c^2+z^2}} = -\dot{y}$. Nam tale sumi potest initium arcus HY, ut simul cum fluente quantitatis $\frac{-ba\dot{z}}{c\sqrt{c^2+z^2}}$ crescat & decrescat. Fiat $nc = a$ & erit $\frac{nb\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}} = \dot{y}$, & $\frac{\frac{1}{2}nb^2\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}} = \frac{1}{2}b\dot{y}$ = sectori CXY.

Est autem $\frac{\frac{1}{2}nb^2\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}} : \frac{\frac{1}{2}c\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}} :: nb^2 : c^2$, hoc est in data ratio-tione. Adeoque erit ſector CXY ad $\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}}$ ſemper in data ratione. Harum itaque quantitatum fluentes erunt in eadem ratione, cum ſimul incipere ponantur. Fluens autem ſectoris CXY eſt ſector CVY & fluens quantitatis $\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}}$ eſt ſector Hyperbolæ, quod ſic oſtenditur.

Centro C ſemiaxe transverſo $CV=c$ deſcribatur Hyperbola æquilatera, & ex duobus punctis vicinis D & F ordinentur ad axem conjugatum rectæ DB, EF; ducantur item CD, CF. Et incrementum ſeu fluxio trianguli BCD æquale erit $BE\times BD$ — ſectore DCF: unde ſector DCF (qui eſt Fluxio ſectioris CVD) æqualis erit $BE\times BD$ — incremento trianguli BCD. Et ſi BC dicatur z, ob Hyperbolam, eſt $BD^2=BC^2+CV^2=z^2+c^2$: unde $BD=\sqrt{c^2+z^2}$, & $BE\times BD=\dot{z}\times\sqrt{c^2+z^2}$. Triangulum autem BCD eſt $\frac{1}{2}z\times\sqrt{c^2+z^2}$, cujus fluxio eſt $\frac{1}{2}\dot{z}\times\sqrt{c^2+z^2}+\frac{\frac{1}{2}\dot{z}\times z^2}{\sqrt{c^2+z^2}}$. Subtrahatur hæc quantitas ab $\dot{z}\times\sqrt{c^2+z^2}$, & reſtabit ſector Hyperbolæ minimus $CDF=\frac{1}{2}\dot{z}\times\sqrt{c^2+z^2}-\frac{\frac{1}{2}\dot{z}\times z^2}{\sqrt{c^2+z^2}}=\frac{\frac{1}{2}\dot{z}\times\overline{c^2+z^2}-\frac{1}{2}\dot{z}\times z^2}{\sqrt{c^2+z^2}}=\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}}$. Adeoque fluens ſectoris CDF eſt æqualis fluenti quantitatis $\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}}$. Proinde erit ſector CVD fluens quantitatis $\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{c^2+z^2}}$. Præterea DT recta tangat Hyperbolam & occurrat axi conjugato in T. Eſt ex natura Hyperbolæ $BC:CV::CV:CT$, TAB. 46. fig. 5.

hoc

hoc est $z : c :: c \frac{c^2}{z} = CT = x$. Atque hinc oritur constructio quæ sequitur.

TAB. 46. fig. 6. Centro C semiaxe transverso CV, describatur Hyperbola æquilatera Vm, item circulus Ve. Capiatur sector circularis CVe ad sectorem Hyperbolicam CVm ut n ad 1; tangat Hyperbolam in m recta Tm, occurrens Axi conjugato in T: producatur Ce ad k ut sit Ck = CT, & punctum k erit in curva quæsita. Nempe talis est ea curva, ut si Ck dicatur x, perpendicularis a C in tangentem ejus demissa erit semper æqualis $\frac{ax}{\sqrt{b^2 + x^2}}$. Quando x est infinita evanescit b^2, & perpendicularis fit $= a$, & tunc coincidit CR cum CV. Si itaque capiatur in axe conjugato CR $= a$, & ducatur RS ipsi CV parallela, erit hæc curvæ Asymptotos.

Si eo usque augeatur a ut fiat quantitas $b^2 - a^2$ infinite parva, tunc evanescet c^2, & quantitas $\frac{ha\dot{x}}{x\sqrt{x^2 + c^2}}$ fit $\frac{ha\dot{x}}{x^2} = \dot{y}$. Unde si capiantur harum quantitatum fluentes, habebimus $\frac{ha}{x} = y$, & $ha = xy$, hoc est rectangulum sub arcu circulari & distantia curvæ à centro erit semper data quantitas; atque hac ratione migrabit curva in spiralem Hyperbolicam. Est itaque spiralis Hyperbolica curva media, seu quasi limes, inter eas curvas, quæ construuntur per sectores circulares & eas quæ construuntur per sectores Hyperbolicos. Itaque spiralis illa Hyperbolica concipi potest formari vel per sectorem circuli aut Ellipsis, vel per sectorem Hyperbolæ, cujus Axis transversus minuitur in infinitum, & in eadem ratione augetur numerus n.

Ad eum jam devenimus casum, ubi velocitas corporis minor

nor est eâ quæ acquiritur cadendo ab infinita distantia, & ubi TAB. 46. fig. 3. $p^2 = \frac{a^2 x^2}{b^2 - x^2}$. Et hic simili ratiocinio ac in priori casu, invenietur $KN = \frac{a\dot{x}}{\sqrt{b^2 - a^2 - x^2}}$, ubi necesse est, ut sit b^2 majus quam a^2. Hinc si $b^2 - a^2$ dicatur c^2, fit $KN = \frac{a\dot{x}}{\sqrt{c^2 - x^2}}$; & proinde XY seu $\dot{y} = \frac{ha\dot{x}}{x\sqrt{c^2 - x^2}}$.

Sit jam $x = \frac{c^2}{z}$, & fiet $\frac{\dot{x}}{x} = -\frac{\dot{z}}{z}$ seu $\frac{ha\dot{x}}{x} = -\frac{ha\dot{z}}{z}$ & $c^2 - x^2$ erit $= \frac{c^2}{z^2} \times \overline{z^2 - c^2}$, quibus valoribus substitutis fit $\frac{-ha\dot{z}}{c\sqrt{z^2 - c^2}} = \frac{ha\dot{x}}{x\sqrt{c^2 - x^2}} = -\dot{y}$. Nam tale ponendum est initium arcus YX, ut simul cum fluente quantitatis $\frac{ha\dot{z}}{c\sqrt{z^2 - c^2}}$ incipiat: unde erit $\frac{\frac{1}{2}h^2 a\dot{z}}{c\sqrt{z^2 - c^2}} = \frac{1}{2}h\dot{y} =$ sectori $CXY =$, $\frac{\frac{1}{2}nh^2 z}{\sqrt{z^2 - c^2}}$, ponendo $nc = a$. Est vero $\frac{\frac{1}{2}nh^2\dot{z}}{\sqrt{z^2 - c^2}}$ ad $\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{z^2 - c^2}}$ ut nh^2 ad c^2, hoc est in ratione constanti. Quare harum quantitatum Fluentes sunt in eadem ratione, hoc est Fluens quantitatis $\frac{1}{2}h\dot{y}$ seu $\frac{\frac{1}{2}nh^2\dot{z}}{\sqrt{c^2 - z^2}}$ erit ad fluentem quantitatis

$\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{z^2-c^2}}$ ut nh^2 ad c^2. Est autem fluens quantitatis $\frac{1}{2}h\dot{y}$ $=$ sectori CVX, & fluens quantitatis $\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{z^2-c^2}}$ est sector Hyperbolæ, quod sic ostenditur.

TAB. 46. fig. 7. Centro C semiaxe transverso $CV=c$ describatur Hyperbola æquilatera, & ex duobus punctis infinite vicinis B & D ad axem ordinentur duæ rectæ BE, DF; ducantur item CB, CD. Et erit fluxio seu incrementum trianguli $CBE=$ triangulo $CBD+BE\times EF$; unde triangulum CBD, seu sector minimus CBD, erit $=$ incremento trianguli $CBE-BE\times EF$. Dicatur CE z, & erit $BE=\sqrt{z^2-c^2}$, & $BE\times EF$ $=\dot{z}\sqrt{z^2-c^2}$. Est quoque triangulum $CBE=\frac{1}{2}z\sqrt{z^2-c^2}$, cujus fluxio est $\frac{1}{2}\dot{z}\times\sqrt{z^2-c^2}+\frac{\frac{1}{2}z\times z^2}{\sqrt{z^2-c^2}}$; à quo si subtrahatur quantitas $\dot{z}\times\sqrt{z^2-c^2}$, fit sector minimus $CBD=$

$$\frac{\frac{1}{2}\dot{z}\times z^2}{\sqrt{z^2-c^2}}-\frac{1}{2}\dot{z}\times\sqrt{z^2-c^2}=\frac{\frac{1}{2}\dot{z}\times z^2-\frac{1}{2}\dot{z}\times \overline{z^2-c^2}}{\sqrt{z^2-c^2}}=$$

$\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{z^2-c^2}}$ unde constat sectorem CBV esse fluentem quantitatis $\frac{\frac{1}{2}c^2\dot{z}}{\sqrt{z^2-c^2}}$. Præterea si BT tangens Hyperbolam Axi transverso occurrat in T, ex natura Hyperbolæ fit $CE:CV::$ $CV:CT$, hoc est $z:c::c:\frac{c^2}{z}=CT=x$.

TAB. 46. fig. 8. Hinc deducimus sequentem constructionem. Centro C, semiaxe transverso $CV=c$, describatur Hyperbola æquilatera VB, & circulus CeG ex centro C. Ad hyperbolam du-

ducatur recta CB, & hyperbolæ Tangens BT axi transverso occurrat in T. Capiatur circuli sector CVe, qui sit ad sectorem Hyperbolicum CVB ut n ad 1. In Ce capiatur CK = CT, & erit K punctum in curva quæsita, cujus perpendiculum e centro C ad Tangentem in K demissum, si CK dicatur x, est æquale $\frac{ax}{\sqrt{b^2 - x^2}}$.

Et in hac curva, urgente vi centripeta, quæ sit reciproce ut cubus distantiæ, movebitur corpus, si secundum directionem Tangentis cum justa velocitate exeat. Qualis autem debet esse velocitas, quæ faciat ut corpus harum curvarum quamvis describat, sic invenietur.

Cum velocitas qua corpus in trajectoria quacunque movetur sit reciproce ut quantitas p, assumendo constantem quamvis a, ea semper exponi potest per $\frac{a}{p}$. Et si ad Axem CV ordinentur rectæ, quæ sint reciproce ut cubi distantiarum à centro, seu ut vires centripetæ, & hac ratione formetur figura curvilinea, ejus Area indefinite extensa semper exponi potest per $\frac{b^2}{x^2}$, ut ex Quadraturis constat. At Area illa est ut quadratum velocitatis quæ acquiritur ab infinita distantia cadendo, adeoque velocitas hoc casu acquisita erit ut $\frac{b}{x}$. Hinc si velocitas illa dicatur y, & velocitas, qua corpus in Trajectoria movetur, dicatur v, talesque assumantur quantitates a & b, ut in una aliqua à centro distantia sit $y : v :: \frac{b}{x} : \frac{a}{p}$, erit ubique in omnibus distantiis $y : v :: \frac{b}{x} : \frac{a}{p} :: p : \frac{ax}{b}$. Unde si $y = v$, erit $p = \frac{ax}{b}$, & curva hac

 velo-

velocitate descripta erit Spiralis Nautica; vel circulus existente $p = x$ & $a = b$.

Si y sit major quam v, tunc p major erit quam $\frac{ax}{b}$: eritque illa, ut ex præcedentibus constat, $= \frac{ax}{\sqrt{b^2 - x^2}}$. Curva autem construetur per sectorem Hyperbolicum, ut in ultimo casu ostensum fuit, ubi distantia corporis à centro per concursum Tangentis Hyperbolæ cum Axe transverso determinatur. Si y sit minor quam v, at in tantilla ratione ut maneat b major quam a, curva formabitur per eundem sectorem hyperbolicum. At distantia corporis à centro desumitur ex concursu Tangentis cum Axe conjugato.

Si sit $y : v :: p : x$, erit in eo casu $a = b$, & curva evadit spiralis Hyperbolica, ubi est $p = \frac{ax}{\sqrt{a^2 + x^2}}$. Hinc si de loco quovis projiciatur corpus secundum datam rectam, cum ea velocitate, quæ sit ad velocitatem ab infinito cadendo acquisitam, ut distantia corporis à centro ad perpendicularem e centro ad lineam directionis demissam, movebitur illud corpus in Spirali Hyperbolica. Si denique sit v tanto major quam y, ut sit etiam a major quam b, curva construetur per sectores circulares. Atque hac ratione datâ velocitate semper determinari possit relatio quantitatum a & b, ac proinde curva describetur in qua corpus cum illa velocitate movebitur: & vicissim data curva, seu datis quantitatibus a & b, invenietur velocitas qua curva illa describitur.

Omnium curvarum areæ (si circulum excipias) quæ urgente hac vi centripeta describi possunt, sunt perfecte quadrabiles. Nam primo, in Spirali Logarithmica, quia est $p = \frac{ax}{b}$, erit $KN = \frac{ax}{\sqrt{b^2 - a^2}} = \frac{ax}{c}$ ponendo $b^2 - a^2 = c^2$:

TAB. 46. fig. 2.

adeo-

adeoque erit triangulum CKI $= \dfrac{\frac{1}{2} a x \dot{x}}{c}$, cujus fluens est $\dfrac{a x^2}{4c} =$ Areæ curvæ.

Si p sit $\dfrac{a x}{\sqrt{b^2 + x^2}}$, & a major quam b, ostensum est KN $= \dfrac{a \dot{x}}{\sqrt{x^2 - c^2}}$, unde KN $\times \frac{1}{2}$CI $= \dfrac{\frac{1}{2} a x \dot{x}}{\sqrt{x^2 - c^2}}$, cujus fluens est $\frac{1}{2} a \times \sqrt{x^2 - c^2} =$ areæ curvæ. At si a minor sit quam b, fit KN $= \dfrac{a \dot{x}}{\sqrt{x^2 + c^2}}$, & KN $\times \frac{1}{2}$CI $= \dfrac{\frac{1}{2} a x \dot{x}}{\sqrt{x^2 + c^2}}$ cujus fluens est $\frac{1}{2} a \sqrt{x^2 + c^2} - Q =$ Areæ curvæ. Ponatur $x = o$, & fiet $\frac{1}{2} ac - Q = o$, unde $Q = \frac{1}{2} ac$, & area curvæ fit $= \frac{1}{2} a \sqrt{x^2 + c^2} - \frac{1}{2} ac$.

In spirali Hyperbolica evanescit quantitas c, & Area Curvæ fit $\frac{1}{2} a x$.

Si p sit $= \dfrac{a x}{\sqrt{b^2 - x^2}}$, ostensum est esse KN $= \dfrac{a \dot{x}}{\sqrt{c^2 - x^2}}$, unde $\frac{1}{2}$CI $\times$ KN $= \dfrac{\frac{1}{2} a \times x \dot{x}}{\sqrt{c^2 - x^2}}$, cujus fluens est $Q - \frac{1}{2} a \sqrt{c^2 - x^2}$ $=$ Areæ. Fiat $x = o$, & erit $Q - \frac{1}{2} ac = o$, seu $Q = \frac{1}{2} ac$; unde erit Area curvæ semper æqualis $\frac{1}{2} ac - \frac{1}{2} a \sqrt{c^2 - x^2}$. Fiat $c^2 - x^2 = o$ seu $c = x$, & Area curvæ fit $\frac{1}{2} ac$. Unde si initium Areæ non capiatur ab initio ipsius x, seu ubi x est $= o$, sed ubi $x = c$ est maxima, hoc est si area ab V incipiat, erit area semper æqualis $\frac{1}{2} a \sqrt{c^2 - x^2}$. TAB. 47. fig. 7.

De areis quas describunt corpora radiis ad centrum ductis urgente vi centripeta quæ sit reciproce, ut distantiarum cubi, se-

ſequentia adnotavit peritiſſimus *Hallejus*. Nempe ſi corpora diverſos circulos vel diverſas ſpirales Hyperbolicas hac lege deſcribunt; erunt areæ ſectorum, tam in circulis quam in ſpiralibus illis omnibus, æqualibus temporibus deſcriptæ, ſemper æquales: nam velocitates corporum in circulis motorum ſecundum hanc legem, debent eſſe radiis ſeu diſtantiis reciproce proportionales, adeoque arcus ſimul percurſi erunt quoque in eadem radiorum reciproca ratione, unde ſtatim patebit ſectores ſimul deſcriptos eſſe æquales.

In reliquis omnibus curvis cum ſit velocitas ad velocitatem corporis in eadem diſtantia in circulo moti, ut $\frac{a}{b} \times x$ ad p, TAB. 46. *fig.* 3. ſeu ut $\frac{a}{x} \times IK$ ad KN; interea dum corpus in Trajectoria percurrit lineolam IK, corpus aliud in eadem diſtantia motum percurret arcum $\frac{b}{a} \times KN$; & area ſectoris circuli & Trajectoriæ ſimul deſcriptæ erunt $\frac{b}{a} \times KN \times \frac{1}{2} CN$, & $KN \times \frac{1}{2} CN$ quæ duæ areæ ſunt in ratione data, ſcil. ut b ad a. Adeoque ubi eſt $a = b$, uti fit in Spirali Hyperbolica, area ſic deſcripta erit ſemper æqualis areæ ſectoris circularis in æquali tempore deſcriptæ.

PRO-

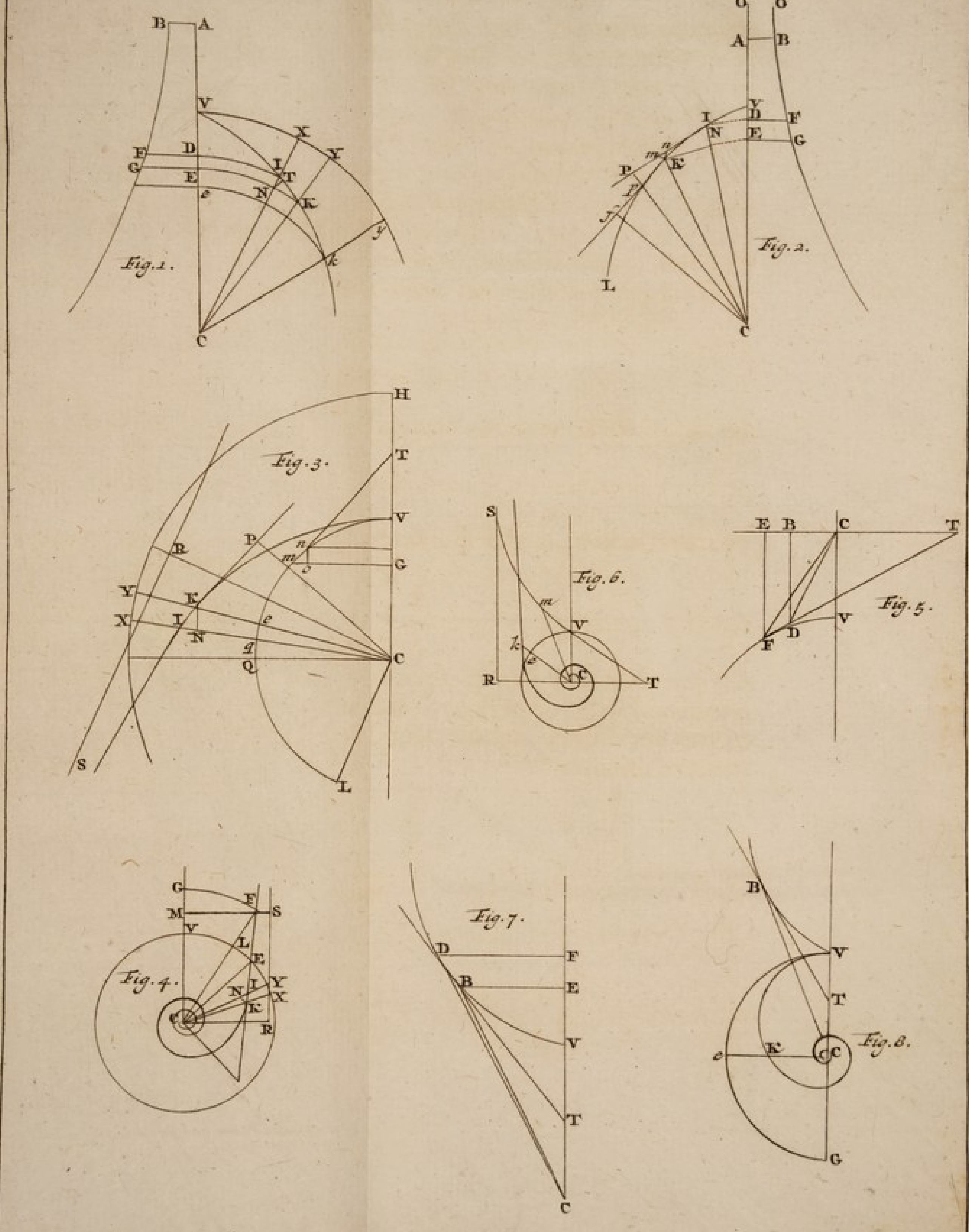


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 7.
Fig. 8.

DE

LEGIBUS ATTRACTIONIS,

ALIISQUE

PHYSICES PRINCIPIIS.

EPISTOLA
JOANNIS KEILLII,
Ex Æde Christi Oxon. A. M. ad Clar. Virum
GULIELMUM COCKBURN,
MEDICINÆ DOCTOREM.

IN QUA

LEGES ATTRACTIONIS,

ALIAQUE

PHYSICES PRINCIPIA

TRADUNTUR.

Cum ſumma benevolentia & non vulgari amicitia me complexus ſis, iniquus eſſem, vir ornatiſſime, niſi conarer aliquam tibi viciſſim referre gratiam. Theoremata igitur hæc, quibus non modo rem Phyſicam, ſed & Medicam aliquatenus illuſtrari poſſe arbitror, ad te mitto; munus, uti quibusdam fortaſſe videri poteſt, perexiguum. Tibi tamen & gratiſſimum fore ſpero, & non parvi æſtimandum. Cum enim tum Philoſophiam Mechanicam penitus perſpexeris & in praxi Medica feliciſſime ſis verſatus; tum etiam utrique promovendæ gnaviter incumbas, gratiſſima ſine dubio tibi erunt vera Medicinæ principia, quoniam optime intelligis, quam periculoſi ex falſis oriantur errores. Hæc igitur Theoremata tibi Vir Clariſſime, in manus trado, tuoque arbitrio libens permitto.

Ponenda ſunt fundamenti loco hæc tria, quibus omnis Phyſice innititur, principia. 1. Spatium inane. 2. Quantitatis in infinitum diviſibilitas. 3 Materiæ vis Attractrix. Dari ſpatium inane conſtat ex motu corporum. Quantitatis in infinitum diviſibilitatem ex continuæ quantitatis natura demonſtrant Geometræ. Materiæ ineſſe vim attractricem confirmat experientia. Ex duobus primis principiis ſequitur.

THEOREMA I.

Materiæ exigua quælibet particula poteſt ita ſpatium quantumvis magnum occupare, ut pororum ſeu omnium meatuum diametri ſint datâ rectâ minores, vel ut particulæ omnes ſint à ſe invicem remotæ intervallo datâ rectâ minore.

THEOREMA II.

Dari poſſunt duo corpora mole æqualia, at pondere ſeu denſitate (id eſt, quantitate materiæ) utcunque inæqualia, in quibus erunt meatuum ſeu pororum ſummæ fere æquales.

Sit v.g. digitus cubicus alter auri, alter aëris: quamvis materia in cubo aureo viceſies millies ſuperat materiam in cubo aërio, fieri tamen poteſt, ut ſpatia vacua in digito cubico auri ſint fere æqualia ſpatiis vacuis in digito cubico aëris, ſcil. ut auri vacuitates ſint ad vacuitates aëris ut 999999 ad 1000 000.

THEOREMA III.

Particulæ quæ aquam vel aërem vel alia ejusmodi fluida conſtituunt (ſi modo ſe tangant) non ſunt abſolute ſolidæ, ſed ex aliis compoſitæ particulis multos meatus & poros intra ſe continentibus.

Par-

Particulæ corporum minimæ & abſolute ſolidæ, hoc eſt vacui omnino expertes, vocentur primæ compoſitionis; Moleculæ ex pluribus hiſce particulis coaleſcentibus ortæ vocentur particulæ ſecundæ compoſitionis; Moles ex pluribus moleculis coëuntibus conflatæ, vocentur particulæ tertiæ compoſitionis; & ſic deinceps, donec tandem perventum fuerit ad particulas, è quibus corporum fit ultima compoſitio, & in quas eorundem fit prima reſolutio.

Materiæ ineſſe vim Attractricem, quâ omnis materiæ particula trahit ad ſe omnem aliam materiæ particulam, & viciſſim trahitur, primus ex phænomenis collegit Dominus Iſaacus Newtonus. Vis hæc datâ materiâ in diverſis diſtantiis reciprocè proportionalis eſt quadratis diſtantiarum; ex qua oritur vis illa quam gravitatem dicimus, quâ corpora omnia terreſtria ad terram rectâ feruntur, eſtque pondus corporum quantitati materiæ ſemper proportionale. Prolatâ hâc, quam ipſe primus detexit, materiæ vi Attractrice omnes Planetarum motus Cometarumque phaſes pulcherrime explicavit, phyſicamque coëleſtem, ab iis quæ tot retro fluxerunt ſeculis vix dum inchoatam, feliciſſime conſummavit Dominus Newtonus; vir ingenio pene ſupra humanam ſortem admirabili, dignusque cujus fama per omnes terras pervagata, cœli quos deſcripſit meatibus permaneat coæva.

Divina ſagaciſſimi viri inventa ſæpenumero mecum recolens, in eam tandem cogitationem incidi, principium quoddam Newtoniano non abſimile, ad phænomena terreſtria explicanda, adhiberi poſſe. Poſt iterata ſæpius experimenta, materiæ terreſtri ineſſe deprehendi vim quandam attractricem, ex qua plurimorum phænomenon ratio petenda eſt; meaque hac de re cogitata abhinc quinquennio, Domino Newtono indicavi: ex eo autem intellexi, eadem fere, quæ ipſe inveſtigaveram, ſibi diu ante animadverſa fuiſſe. Quæſtiones aliquot ad hanc vim attractricem ſpectantes, ſub finem Optices abhinc bennio latinè editæ, propoſuit Dominus Newtonus; quem cum iſtiusmodi ſtudia ulterius excolere ætas ingraveſcens, & alia negotia vetant, tanti viri veſtigiis inſiſtere, cumque longo licet intervallo ſequi, haud alienum duxi. Impræſentiarum nuda quædam proponam Theoremata, quæ fortaſſe aliquando fuſius enuntiata & demonſtrata, juſto volumine ſum traditurus.

THEOREMA IV.

Præter vim illam Attractricem, qua Planetarum Cometarumque corpora, in propriis orbitis retinentur, alia etiam ineſt materiæ potentia, qua ſingulæ, ex quibus illa conſtat, particulæ ſe invicem attrahunt, & reciprocè à ſe invicem attrahuntur: quæ vis decreſcit in majore quam duplicatâ ratione diſtantiæ augeſcentis.

Theorema hoc multis poteſt probari experimentis; at ratio quâ minuitur vis illa, dum à ſe invicem recedunt particulæ, num ſcilicet ſit triplicata, quadruplicata, vel alia quævis diſtantiarum augeſcentium ratio, quæ major ſit duplicatâ, nondum æque per experimenta patet; erit fortaſſe aliquando tempus, cum accuratiore adhibita diligentia innoteſcet.

THEOREMA V.

Si corpus conſtet ex particulis, quarum ſingulæ vi pollent attractrice, in triplicata vel plusquam triplicata ratione diſtantiarum decreſcente; erit vis qua ab eo corpore urgetur corpuſculum, in ipſo contactu, vel intervallo à contactu infinite exiguo, infinite major, quam ſi corpuſculum illud ad datam à dicto corpore diſtantiam locaretur. Vide Prop. 80. & 91. Princip. Newtoni.

THEOREMA VI.

Iiſdem poſitis, ſi vis illa attractiva in aſſignabili diſtantia, ad gravitatem obtineat rationem finitam; eadem in ipſo contactu, vel in diſtantia infinite parva, vi Gravitatis erit infinite major.

THEO-

THEOREMA VII.

Si vero in ipſo contactu, vis corporum attractiva ad gravitatem obtineat rationem finitam, eadem in omni diſtantia aſſignabili eſt vi gravitatis infinite minor, adeoque evaneſcit.

THEOREMA VIII.

Vis attractiva, qua pollent ſingulæ materiæ particulæ in ipſo contactu, vim gravitatis prope in immenſum ſuperat; non tamen eſt vi gravitatis infinite major; adeoque, in data diſtantia, vis illa evaneſcet.

Vis igitur hæc materiæ ſuperaddita, non niſi per ſpatiola admodum perexigua diffunditur; in majoribus diſtantiis prorſus nulla eſt; unde motus corporum cœleſtium (quæ longis intervallis à ſe invicem disjuncta ſunt) per vim hanc attractivam nulla ratione turbari poſſunt, ſed eadem ratione continuo peraguntur, ac ſi vis illa à corporibus iis prorſus abeſſet.

THEOREMA IX.

Si corpuſculum aliquod corpus tangat, vis, quâ urgetur illud corpuſculum, hoc eſt, vis qua cum eo corpore cohæret, erit quantitati contactus proportionalis; nam partes à contactu remotiores nihil conferunt ad cohærentiam.

Adeoque pro vario particularum contactu varii orientur cohærentiæ gradus; omnium autem maximæ ſunt vires cohærentiæ, quando ſuperficies, in quibus ſe invicem tangunt corpora, planæ exiſtunt; quo in caſu, cæteris paribus, vis quâ corpuſculum cum aliis cohæret, erit ut ſuperficierum partes ſeſe tangentes.

Hinc patet ratio, cur duo marmora exactiſſimè polita, & ſeſe ſecundum ſuperficies planas tangentia, à ſe invicem divelli

velli non possunt, nisi à pondere, quod gravitatem aëris incumbentis multum superat.

Hinc etiam decantatissimi istius problematis, de cohærentia materiæ, solutio elici potest.

THEOREMA X.

Ea corpuscula facillime à se invicem separantur, quarum contactus cum aliis sunt paucissimi, & minimi; quales contingere solent in corpusculis sphæricis infinite exiguis.

Hinc fluiditatis ratio redditur.

THEOREMA XI.

Vis qua corpusculum aliquod ad aliud corpus maxime propinquum attrahitur, quantitatem suam non mutat, sive augeatur corporis attrahentis materia, sive minuatur, eadem manente corporis densitate, & corpusculi distantia.

Nam cum vires particularum attractrices per minima tantum diffundantur spatia; liquet partes remotiores ad CD & E, nihil conferre ad attrahendum corpusculum A. Adeoque eadem vi versus B trahetur corpusculum sive adsint hæ partes, sive amoveantur, sive denique aliæ ipsis conjungantur.

TAB. 47. *fig.* 10.

THEOREMA XII.

Si ea sit corporis alicujus textura, ut particulæ ultimæ compositionis, per vim quandam externam (qualis est pondus eas comprimens, vel ab altero corpore proveniens ictus) à primigeniis suis contactibus paululum dimoveantur, nec interim in novos contactus commigrent, particulæ, per vim attractivam sese mutuo petentes, ad contactus primigenios citò redibunt: iisdem vero redeuntibus particularum corpus quodvis componentium contactibus & positionibus, eadem quoque redibit corporis figura; adeoque per vim attractivam corpora, pristinas quas amiserunt figuras possunt denuo recuperare.

Hinc

Hinc Elasticitatis ratio reddi potest. Cum autem per vim Elasticam corpora, in se invicem impingentia, à se mutuo resiliant (uti demonstratum est in lectionibus nostris physicis) à vi attractiva corporum oriri etiam debet eorundem à se invicem discessus.

THEOREMA XIII.

Quod si ea sit corporis textura, ut particulæ à prioribus contactibus per vim impressam dimotæ, in alios qui ejusdem sunt gradus immediate deveniant, corpus illud in pristinam figuram non se restituet.

Hinc qualis sit textura, in qua corporum mollities consistit, intelligi potest.

THEOREMA XIV.

Particulæ materiæ pro diversa ipsarum structura & compositione diversis pollebunt viribus attractivis, puta non erit æque fortis attractio, cum particula datæ magnitudinis pluribus perforata sit meatibus, ac si omnino solida & vacui expers esset.

THEOREMA XV.

Particularum perfecte solidarum vires attractivæ ex figuris ipsarum multum pendent: Nam si parva aliqua materiæ particula in laminam circularem indefinite exiguæ crassitudinis formetur, & corpusculum in recta per centrum transeunte & ad planum circuli normali locetur; sitque distantia corpusculi æqualis decimæ parti semidiametri circuli: vis qua urgetur corpusculum tricesies minor erit, quam si materia attrahens coalesceret in Sphæram, & virtus totius particulæ ex uno quasi puncto Physico diffunderetur. Quin etiam eadem circularis lamella fortius ad se trahit corpusculum, quam alia ejusdem ponderis particula, quæ in tenuem & longum formatur Cylindrum.

THEOREMA XVI.

Sales sunt corpora, quorum particulæ ultimæ compositionis magna vi attractiva pollent, inter quas tamen particulas plurimi interjacent meatus, particulis, quas habet aqua, ultimæ compositionis pervii: quæ igitur à salinis particulis fortiter attractæ, in eas cum impetu ruunt, & à mutuo contactu eas disjungunt, cohærentiamque salium dissolvunt.

THEOREMA XVII.

Si corpuscula duo viribus attractivis decrescentibus in triplicata aut plusquam triplicata ratione distantiarum se mutuo petunt; erit velocitas in se invicem impingentium infinite major quam in dato intervallo. Vide Prop. 39. Princip. Newtoni.

THEOREMA XVIII.

Corporis aqua gravioris eo usque diminui potest magnitudo, ut tandem in aqua suspensum maneat, nec vi propriæ Gravitatis descendat.

Hinc patet ratio, cur particulæ Salinæ, Metallicæ, & aliæ ejusmodi, in minima redactæ, in suis menstruis suspensæ hæreant.

THEO-

THEOREMA XIX.

Corpora majora minore velocitate ad se invicem accedunt, quam minora.

Vis enim, qua se mutuo petunt corpora A & B, particulis maxime propinquis tantum inest; remotiorum quippe vires nullæ sunt. Non igitur major vis adhibetur ad movenda corpora A & B quam ad particulas *c* & *d* movendas, sed corporum eadem vi motorum velocitates sunt corporibus reciproce proportionales: unde erit velocitas quâ corpus A tendit versus B, ad velocitatem, qua particula *c*, à corpore soluta, versus idem B tenderet, ut particula *c* ad corpus A. Multo igitur minor est velocitas corporis A, quam foret velocitas particulæ *c* à corpore solutæ. TAB. 47. *fig.* 11.

Hinc fit, ut corporum majorum motus sua natura adeo languidus & lentus fit, ut ab ambiente fluido & aliis circumjacentibus corporibus plerumque impediatur. In minimis vero corpusculis viget virtus, & ab iis perplurimi producuntur effectus: tanto plus energiæ minoribus inest corporibus, quam majoribus.

Hinc patet ratio istius axiomatis Chymici, sales non agunt nisi soluti.

THEOREMA XX.

Duo corpuscula sese non contingentia, adeo sibi vicina locari possunt, ut vis, qua se mutuo petunt, vim Gravitatis superet.

THEOREMA XXI.

Si corpusculum in fluido locatum à particulis ambientibus undique æqualiter trahatur, nullus exinde orietur corpuscu-

li motus; quod ſi ab aliis particulis magis, ab aliis minus urgeatur, ad eam partem tendet corpuſculum, ubi major eſt attractio: & motus productus inæqualitati attractionis reſpondebit, ſcilicet in majori inæqualitate major erit motus, in minore minor.

THEOREMA XXII.

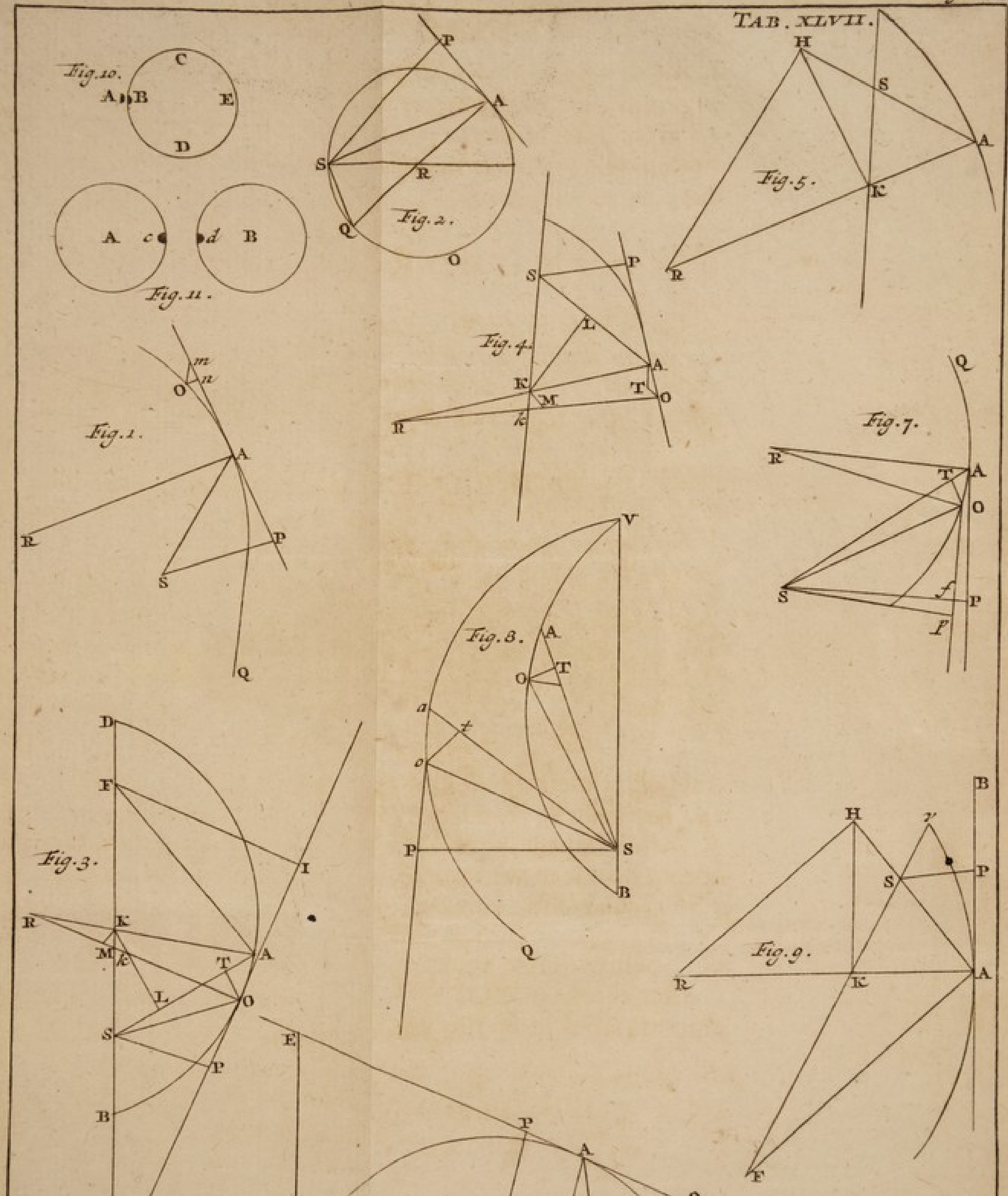
Corpuſcula in fluido natantia & magis ſe invicem trahentia quam fluidi particulas interjectas, depulſis fluidi particulis ad ſe invicem accedent ea vi, qua ipſorum attractio mutua ſuperat attractionem particularum fluidi.

THEOREMA XXIII.

Si corpus aliquod in fluido locetur, cujus partes fluidi particulas magis ad ſe trahunt, quam fluidi particulæ à ſe invicem trahuntur; ſintque in corpore meatus plurimi particulis fluidi pervii, per hos meatus fluidum illud cito ſe diffundet; & ſi partium in corpore connexio non tam firma ſit, quin ab impetu irruentium particularum ſuperari poſſit, orietur exinde corporis immerſi diſſolutio.

Hinc ut menſtruum dato corpori diſſolvendo ſit idoneum, tria requiruntur. 1. Ut partes corporis particulas menſtrui magis ad ſe trahant, quam eæ à ſe invicem trahuntur. 2. Ut corpus habeat meatus particulis menſtrui patentes, & pervios. 3. Ut cohærentia particularum corpus conſtituentium tanta non ſit, quin ab impetu irruentium particularum menſtrui divelli poſſit. Hinc quoque conſtat particulas Spiritum vini conſtituentes, magis à ſe invicem trahi, quam à particulis corporis ſalini in Spiritu vini demerſi.

THEO-


TAB. XLVII.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.

THEOREMA XXIV.

Si corpuscula in fluido natantia, & se invicem petentia, Elastica sint, post congressum, à se mutuo resilient, & inde in alia corpuscula rursus impingentia, denuo reflectentur: ex quo fient innumeri alii cum aliis corpusculis conflictus continuæque resilitiones. Per vim autem attractivam continuo augebitur corpusculorum velocitas, & sensui patebit partium motus intestinus; sed prout fortius aut imbecillius se invicem trahunt corpuscula, & pro varia, qua pollent Elasticitate, varii erunt hi motus, & diversis gradibus atque temporibus, fient sensibiles.

THEOREMA XXV.

Si corpuscula se invicem trahentia, se mutuo contingant, nullus orietur motus; propius enim accedere nequeunt. Si ad exiguum admodum à se invicem seponantur spatium, orietur motus; sed si longius distent, non majore vi se invicem trahent, quam fluidi particulas interjectas; adeoque nullus producetur motus.

Ex hisce principiis pendent omnia fermentationis & effervescentiæ Phænomena. Hinc patet ratio cur oleum Vitrioli, cui paululum aquæ immittitur, effervescit atque ebullit: corpuscula enim salina infusâ aquâ à mutuo contactu paululum dimoventur; unde cum magis se invicem trahant quam aquæ particulas, & cum undique æqualiter non trahuntur, motum exinde oriri necesse est.

Hinc etiam liquet ratio, cur tanta cietur ebullitio, cum limatura chalybis mixturæ supradictæ injicitur: particulæ enim chalybis magna pollent Elasticitate, unde valida oritur reflectio. Hinc etiam videre est, cur menstrua quædam fortiori vi agunt, citiusque corpus aliquod diſſolvunt, ſi aqua dilutiora fiant.

THEOREMA XXVI.

Si corpuſcula ſe mutuo attrahentia vi Elaſtica careant, à ſe invicem non reflectuntur; ſed congeries ſeu moleculas particularum efficient, unde fiet Coagulum: *& ſi particularum ſic coacervatarum Gravitas ſuperet Gravitatem fluidi, ſuccedet quoque* Præcipitatio. *Oriri quoque poteſt præcipitatio ex aucta vel diminuta Gravitate menſtrui, in quo natant corpuſcula.*

THEOREMA XXVII.

Si corpuſculorum ſeſe invicem attrahentium, & in fluido natantium, ea ſit figura, ut in datis quibusdam ipſorum partibus, majori vi attractiva polleant, quam in aliis, & major ſit in iiſdem contactus; corpuſcula illa coibunt in corpora datas figuras habentia, & inde emergent Chryſtalliſationes; corpuſculorumque componentium figuræ, ex data figura Cryſtalli per Geometriam determinari poſſunt.

THEOREMA XXVIII.

Si corpuſcula magis trahantur à fluidi particulis, quam à ſe invicem; fiet ut quaſi ſe mutuo fugientes, à ſe invicem recedant, & per omne fluidum citò diffundentur.

THEOREMA XXIX.

Si inter duas fluidi particulas aliquod intercedat corpuſculum, cujus binæ oppoſitæ facies maximis pollent viribus at-

attractivis, hoc interjectum corpusculum particulas fluidi sibi agglutinabit; & plura istiusmodi corpuscula per fluidum diffusa ejus particulas omnes in corpus firmum compingent, fluidumque in Glaciem *reducent.*

THEOREMA XXX.

Si corpus aliquod maximam emittat effluviorum copiam, quorum vires attractrices sunt fortissimæ; cum effluvia hæc corpori alicui leviusculo appropinquent, ipsorum vires attractrices Gravitatem corporis levioris tandem superabunt; & effluvia corpus illud ad se sursum trahent; cumque multo magis conferta sunt effluvia, in minoribus ab emittente corpore distantiis, quam in majoribus; corpus leve versus densiora effluvia semper urgebitur, donec tandem ipsi corpori effluvia emittenti adhæreat. Hinc plurimæ Electricitatis *Phænomena explicari possunt.*

Contra nostram hanc de viribus attractricibus doctrinam, fortasse objiciet aliquis; si vis hæc attractrix omni inesset materiæ; corpora ponderosiora & plus materiæ in dato spatio habentia, plus debere attrahere, quam corpora minus gravia, quod experientiæ repugnat. Sed huic objectioni facile respondetur. Particulæ scilicet ultimæ compositionis (quibus solis tribuitur vis attractrix) confertim juxta se invicem locatæ, possunt corpus ponderosum constituere, etiamsi ipsæ in se sint rariores, quam eæ quæ corpus leve constituunt, ultimæ compositionis particulæ, à se invicem remotiores, & plures & patentiores meatus inter se habentes.

Alia multa sunt naturæ phænomena, quæ mihi videntur iisdem principiis explicari posse, uti ascensus succi in plantis & arboribus, foliorum & florum determinatæ & constantes figuræ, eorumque virtutes specificæ, &c. Multa quoque quæ in corpore animali quotidie occurrunt; præcipue quæ ad flui-

Phy-

Sinus

T.

F I N I S.