JOHANNES KEPLER
GESAMMELTE WERKE

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAG
DER DEUTSCHEN FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT
UND DER
BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON
WALTHER VON DYCK† UND MAX CASPAR†
FORTGESETZT VON
FRANZ HAMMER†

C. H. BECK'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
MÜNCHEN

JOHANNES KEPLER
GESAMMELTE WERKE

BAND III

ASTRONOMIA NOVA

HERAUSGEGEBEN VON

MAX CASPAR

ZWEITE UNVERÄNDERTE AUFLAGE

HERAUSGEGEBEN VON
DER KEPLER-KOMMISSION
DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

C. H. BECK'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
MÜNCHEN

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Kepler, Johannes:
Gesammelte Werke / Johannes Kepler. Im Auftr. d. Dt. Forschungsgemeinschaft u. d. Bayer Akad. d. Wiss. Begr. von Walther von Dyck u. Max Caspar. Fortges. von Franz Hammer. Hrsg. von d. Kepler-Komm. d. Bayer. Akad. d. Wiss. – München : Beck.
NE: Kepler, Johannes: [Sammlung]

Bd. 3.
Astronomia nova / hrsg. von Max Caspar. – 2., unveränd. Aufl. – 1990
ISBN 3 406 01643 X brosch.
ISBN 3 406 01642 1 Hperg.

2., unveränderte Auflage. 1990

ISBN 3 406 01642 1 (Halbpergament)
ISBN 3 406 01643 X (broschiert)

© Bayerische Akademie der Wissenschaften München 1990
Reproduktion und Druck: C. H. Beck'sche Buchdruckerei Nördlingen
Bindung: R. Oldenbourg, Graphische Betriebe GmbH München
Printed in Germany

ASTRONOMIA NOVA
ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΤΟΣ,
SEV
PHYSICA COELESTIS,
tradita commentariis
DE MOTIBVS STELLÆ
MARTIS,
Ex obſervationibus G. V.
TYCHONIS BRAHE:

Juſſu & ſumptibus
RVDOLPHI II.
ROMANORVM
IMPERATORIS &c:

Plurium annorum pertinaci ſtudio
elaborata Pragæ,

A Sᵉ. Cᵉ. Mᵗⁱ Sᵉ. Mathematico
JOANNE KEPLERO,

Cum ejusdem Cᵉ. Mᵗⁱ privilegio ſpeciali
ANNO æræ Dionyſianæ cIↃ IↃ c IX.

P. Ramvs Scholarum Mathematicarum

lib. II. pag. 50.

Commentum igitur Hypothesium absurdum est: Sed tamen commentum in Evdoxo, Aristotele, Callippo simplicius, qui veras Hypotheses arbitrati sunt: imo tanquam Deos ἀνάστρων Orbium sunt venerati. At in posteris fabula est longe absurdißima, naturalium rerum veritatem per falsas causas demonstrare. Quapropter Logica primùm, deinde Mathematica Arithmeticae et Geometricae elementa, ad amplißimae artis puritatem et dignitatem constituendam adjumenti plurimum conferent. Atque utinam Copernicvs in istam Astrologiae sine Hypothesibus constituendae cogitationem potius incubuisset. Longe enim facilius ei fuisset, Astrologiam, astrorum suorum veritati respondentem describere, quam gigantei cujusdam laboris instar, Terram movere, ut ad Terrae motum quietas stellas specularemur. Quin potius e tot nobilibus Germaniae scholis exoriare Philosophus idem et Mathematicus aliquis, qui positam in medio sempiternae laudis palmam assequare. Ac si quis caducae utilitatis fructus tantae virtutis praemio proponi poßit, regiam Lutetiae profeßionem, praemium conformatae absque hypothesibus Astrologiae tibi spondebo; sponsionem hanc equidem lubentißime, vel nostrae profeßionis ceßione, praestabo.

Author Ramo.

Commodùm, Rame, vadimonium hoc deseruisti, vita digressus et profeßione: quam si tu nunc retineres, mihi quidem illam ego jure meo vindicarem; quod hoc Opere, vel ipsa tua Logica judice, pervincam. Tu modo subsidia rogans amplißimae scientiae a Logica et Mathematica, ne quaeso excluseris adjumenta Physica, quibus illa carere nequaquam potest. Et ni fallor facilem te das: quippe qui Conformatori tuo praeter Mathemata etiam Philosophiam circumjicis. Eadem igitur facilitate Philosophiam ipse etiam audi rem vulgo absurdißimam, non giganteo conatu, sed optimis rationibus defendentem: quod cum agit, nihil novum agit, nihil insolens, sed officio fungitur, ob quod inventa est.

Fabula est absurdißima, fateor, Naturalia per falsas demonstrare causas: sed fabula haec non est in Copernico: quippe qui veras et ipse arbitratus est, Hypotheses suas, non minus, quam illi tui veteres suas: neque tantum est arbitratus, sed et demonstrat veras; testem do hoc Opus.

Vin' tu vero scire fabulae hujus, cui tantopere irasceris, architectum? Andreas Osiander annotatus est in meo exemplari, manu Hieronymi Schreiber Noribergensis. Hic igitur Andreas, cum editioni Copernici praeesset, praefationem illam, quam tu dicis absurdißimam, ipse (quantum ex ejus literis ad Copernicvm colligi potest) censuit prudentißimam, posuit in frontispicio libri; Copernico ipso aut jam mortuo, aut certe ignaro. Non igitur μυθολογεῖ Copernicvs, sed serio παραδοξολογεῖ, hoc est, φιλοσοφεῖ· quod tu in Astronomo desiderabas. †

(**) 1r

D. RVDOLPHO II.

ROMANORVM IMPERATORI SEMPER AVGVSTO.

GERMANIAE, HVNGARIAE, BOHEMIAE &c. REGI. ARCHIDVCI AVSTRIAE &c.

AVGVSTISSIME IMPERATOR

Quod S^ae^. C^ae^. M^tis^. V^ae^, totiusque adeo Domus Austriacae serenissimo Nomini foelix faustumque sit, imperiis M^tis^. V^ae^. tandem aliquando publice spectandum exhibeo Captivum Nobilissimum, jam pridem auspiciis M^tis^. V^ae^. bello difficili et laborioso a me acquisitum. Neque enim vereor, ut Captivi nomen aversetur, qui jam olim est soli-
(**) 1v tus, depositis clypeo paulisper et armis sese i|psum vincendum vinciendumque praebere lubentem et ludentem; quoties custodia, carcer aut vincula placuerunt.

Hujus vero spectaculi non major poterit esse celebritas, quam si panegyricum captivo praestantissimo scribam, publicaque voce pronunciem.

Etsi hunc in campum ingressuro splendor occurrit admirabilis, avertitque et perstringit oculos, ad tenue Noctis lumen, umbrasque scholasticas adsuefactos.

Itaque relinquo scriptoribus historiarum explicandam Hospitis nostri magnitudinem, re bellica comparatam.

Dicant illi sane, hunc esse, per quem omnes exercitus vincant, omnes belli duces triumphent, omnes Reges imperent; sine cujus ope nemo unquam quenquam captivum cum laude abduxerit. Hunc jam meo Marte captum spectando, suos illi oculos exsatient.

Dicant Romanae magnitudinis admiratores, hunc esse satorem Regum Romuli et Remi, conservatorem Vrbis, protectorem Quiritium, Statorem Imperii: quo propitio Romani militarem disciplinam invenerint, auxerint, perfecerint, Orbemque Terrarum subjugaverint. Hunc igitur circumscriptum, Domuique Austriacae foelici omine nunc acquisitum gratulentur.

Ego me hinc ad alia recipio, quae sunt viribus meis accommodatiora. Neque tamen in ea professionis meae parte pedem figam, in qua mihi simultas intercedit cum commilitonibus.|

(**) 2r Illi sane gaudium aliud licet gaudeant: constrictum vinculis Calculi, qui toties ipsorum manus et oculos effugiens, irrita solitus est reddere

vaticinia maximi momenti: quippe de Bello, de Victoria, de Imperio, de Dignitate militari, de Magisterio, de Lusu, de ipsa denique Vita abscindenda vel proroganda. Illi M^ti. V^ae. gratulentur de Domino Geniturae in potestatem redacto, imo vero conciliato; quippe illis testibus Mars Scorpioni dominatur, qui cor Coeli habet; in Capricorno exaltatur, qui oritur; in Cancro, in quem Luna ingressa est, ludere solet astragalis lusum trigonicum; in Leone, quo Sol utitur hospitio, familiariter notus est; Ille denique et Arietis est dominus, cui subesse creditur Germania, planeque concurrens cum S^a. C^a. M^te. V^a. habet imperium.

Hanc igitur triumphi partem illi licet occupent; nullam ipsis tam festo die rixandi causam exhibebo: transeat haec licentia inter jocos militares. Ipse ad Astronomiam vertar, curruque triumphali invectus, reliquam captivi nostri gloriam, mihi peculiariter notam, omnesque adeo belli gesti confectique rationes explicabo.

Neque enim sine honore nobis est habendus, quem aeternus mundi hujus Architectus, communisque Siderum Hominumque Pater Jova, in prima corporum aspectabilium locavit acie; ut perenni curriculo per regiones aethereas Creatoris sui militaret gloriae: Hominumque mentes, alto sopitas veterno, criminosa ignaviae ignorantiaeque exprobratione[1] suscitaret, excursionibus suis exerceret, inque coelum ad Conditoris sui (**) 2 v laudes investigandas irritando pertraheret.

Hic est ille potentissimus inventionum humanarum Domitor: qui omnibus Astronomorum irrisis expeditionibus, elisis machinis, profligatis copiis hostilibus, Secretum Imperii sui, cunctis retro saeculis custoditum possederat securus, cursusque suos exercuerat liberrimus et incircumscriptus: ut praecipuam querelam instituerit Mystes ille Naturae, Latinorum celeberrimus C. Plinivs: Martis inobservabile † sidus esse.

Fama est, Georgivm Joachimvm Rheticvm, Patrum memoria non incelebrem Copernici discipulum, et qui restaurationem Astronomiae primum ausus concupiscere, mox non spernendis observationibus et inventionibus affectaverat: dum in motu Martis haeret mirabundus, neque se explicat; ad Genii sui familiaris oraculum confugisse: seu ejus eruditionem (si diis placet) exploraturus, sive veritatis impotenti desiderio: atque hic exasperatum immitem patronum, importuni sciscitatoris alternis capillitio arrepti, caput ad imminens laquear adflixisse, iterumque dimissi corpus in pavimentum proturbasse, addito responso: Hunc esse motum Martis. Fama malum, quo non aliud nocentius bonae famae; tam enim ficti pravique tenax est, quam nuncia veri. Non est

18) aspectabilum

tamen incredibile, RHETICVM ipsum, non succedentibus speculationibus, conturbato spiritu consurrexisse furibundum, caputque allisisse ad
(**) 3 r parietem. Quid mirum enim, si eadem | acciderunt RHETICO, Martis provocatori, quae olim C. OCTAVIO AVGVSTO CAESARI; cùm duce QVINTILIO VARO, quinque Legiones perdidisset, ab hoste ARMINIO, Martis nostri Germanici pullo, circumventas.

Atqui, ut in caeteris imperiis, sic hic quoque nulla re magis innixa sustentabatur hostis nostri potentia, quam persuasione et trepidatione vulgi hominum: quam contemnere, semper ego viam ad victoriam esse putavi. Quippe cum essem in hoc Naturae theatro mediocriter versatus: illud me, usu Magistro, didicisse persuadebar, non multum distare, ut hominem ab homine, sic neque stellam a stella, hostem ab hoste: quare non facile recipiendum sermonem, qui de gentis ejusdem individuo uno temere aliquid insolitum sparsisset.

Imprimis vero laudanda hic est TYCHONIS BRAHE, ducis in hac militia summi diligentia; qui FRIDERICI II. et CHRISTIANI Daniae Regum, tandemque et S^ae. C^ae. M^tis. V^ae. auspiciis, pene continuis viginti annorum noctibus, omnes nobis hostis hujus consuetudines exploravit, omnem militiae rationem observavit, omnia consilia detexit, librisque moriens perscripta reliquit.

Quibus ego libris instructus, ut in hanc curam BRAHEO successi, primum metuere desii, quem jam mediocriter cognoveram: deinde notatis
(**) 3 v diligenter temporum articulis, | quibus ille ad pristina loca, ceu ad cubilia sua ventitare soleret; Braheanas eo machinas, subtilibus instructas dioptris, velut ad certum scopum direxi, omnemque locum indagine cinxi; curribus magnae Matris Telluris in gyrum circumactis.

Non tamen sine sudore successit negocium: dum frequenter ibi desunt machinae, ubi potissimus earum usus erat: aut dum viis lutosis, magno temporis, magno sumptuum impendio, transvectantur ab imperitis aurigis: aut dum ejaculatus quarundam, mihi nondum exploratus, in diversa, quam putaveram, loca tendit. Saepe splendor Solis aut Lunae, saepe coelum nubilum directoris oculis imposuit: saepius objectus aeris vapidi, globum elisum a recto tramite deflexit: nec raro parietes, obliquissime objecti, irritos ictus exceperunt, quantumvis crebros. Accessit hostis in excursionibus industria; in insidiis vigilantia, nobis plerumque dormientibus; in repugnando denique pertinacia: qui expugnato aut prodito castello uno, sese recepit ad aliud: nec eadem omnium castellorum ratio expugnandi; nec iter ab uno ad caetera expeditum, sed aut fluminibus interceptum, aut sentibus impeditum, ut plurimum vero incognitum: quae singula suis locis, in hoc commentario perscripta sunt.

Interim in meis castris, quod cladis, quod calamitatis genus non saeviit? Clarissimi Ducis jactura, seditio, pestis, morbi, domestica negocia bona malaque, utraque tempori extrahendo comparata: novus et improvisus et terribilis a tergo hostis, ut retuli in libro de Nova Stella; † alio tempore Draco decumanus, longissima cauda, vomens ignes, meaque castra infestans; militum perfugia et penuria; tyronum imperitia: et caput omnium, extrema commeatuum angustia. (**) 4 r

Tandem hostis, ubi me persistere vidit in proposito; se vero nuspiam in regni sui circuitu tutum aut securum: animum ad pacis consilia traduxit; missaque Natura parente, victoriae mihi confessionem obtulit; libertatemque pactus inter arbitraria vincula, brevi post Arithmetica et Geometria stipantibus, in mea castra, magna cum alacritate transivit.

Non destitit tamen, ex quo deditione facta, domi nostrae, aequis amicitiae legibus conversatur, occultis illusionibus, quippe quietis insuetus, nobis ultro nescio quos belli metus incutere: si forte perterrefacti, ridendi copiam ipsi faceremus. At ut nos animo forti vidit, nobiscum habitare serio consentit, hostilitatisque deposita simulatione, fidem suam nobis approbavit.

Unum hoc M^tem^. V^am^. rogat; ut quia magnas in regionibus aethereis clientelas habet (est quippe pater ipsi Jupiter, avus Saturnus, Venus soror, eademque amica, et jam olim praecipuum vinculorum lenimentum, Mercurius frater, fidusque caduceator) eorumque ipse, et ipsius illi desiderio tenentur, propter morum similitudinem: velletque et illos secum inter homines conversari, honorisque quo afficitur ipse, fieri una participes: M^tas^. V^a^. quamprimum illos sibi reddat; expeditionis hujus reliquiis, quae se jam dedito, nihil habent porro periculi, strenue confectis. Quam ad rem M^ti^. V^ae^. operam non inutilem (quippe exercitatus in pugnacissimo, gnarusque locorum) nec minus quam antea fidelem, promptus offero: hoc unice orans atque obsecrans, (quando hanc vocem, perinde ut orationem reliquam, crebra cum militibus, centurionibus ducibusque per hos novem annos in hac aula conversatio mihi suppeditavit) C^a^. M^tas^. V^a^. aerarii praefectis imperet, ut de nervis belli cogitent, novamque mihi pecuniam ad militem conscribendum suppeditent. Quae ego sic oro, ut quae et a M^te^. V^a^. jam ante comprobata sciam, et ad Dei gloriam, Augustique M^tis^. V^ae^. Nominis immortalitatem pertinere putem: Cui pridem omnem meam operam devovi: Eique me jam subjectissime commendo. (**) 4 v

IV. Cal. Apr. anno aerae Dionysianae M.DC.IX.

S^ae^. C^ae^. M^tis^. V^ae^.

Subjectißimus Mathematicus

Joannes Kepplervs.

EPIGRAMMATA

IN HAEC COMMENTARIA DE MOTIBVS MARTIS

VRANIE AD KEPLERVM

Desine Kepleride o, Martem contendere contra:
Submittit nulli Mars, nisi se ipse sibi.
Frustra igitur vinclis illum submittere tentas:
Qui liber saeclis extitit innumeris.
Sic Musa. At contra ad Musam sic ille. Quid ergo?
Anne oblita tibi Palladis historia?
Horrificum Pallas potuit prosternere saxo
Gradivum: verum si modo Homere canis:
Quidni igitur quoque nunc, magna assistrice Minervâ,
Sub juga, quantumvis Mars truculentus eat?
Adspice quem dedimus, Rudolphino omine librum,
Gradivum dices, nunc quoque dura pati.

ALIVD

Retibus implicuit Martem Lipareius olim:
Iret in amplexus cùm, Cytherea, tuos.
Nunc iterum capitur vinclis Gradivus iisdem:
Nec Venus in culpa est: culpa Minerva tua est.
Quippe Minerva dedit Tychoni haec retia: Tycho
Keplerio: hic Martis cruribus inseruit.
Res mira: artifices magni Vulcanus et alter:
Hunc tamen atque illum Keplerius superat.
Durarunt pauco Vulcania tempore vincla.
At contra aeternum haec Kepleriana manent.

SAXIRVPIVS fecit Pragae an. 1609.

ALIVD

Coelos Keplerius Terrarum oppugnat alumnus:
De scalis noli quaerere; Terra volat.

J. SEVSSIVS f. Dresdae.[1]

THYCHONIS BRAHE

Summi Astronomi, ad Astronomiae Cultores,

Suffixum restitutioni stellarum Fixarum,
Progymnasmatum Tomo I. Pagina 295.

Et jam strata via est, multis prius invia saeclis,
Magno equidem, et vigili tandem exantlata labore,
Scandere inaccessi liceat qua culmina Coeli,
Et superas penetrare Domos, habitacula Divûm:
Seu lubeat Fixas, vario seu tramite Motas
Designare Faces, cursumque situmque probare
Sidereum, Summi ut constent miracula Jovae.
Ergo agite o juvenes, quibus est vigor acris et altus
Ingenii, Geniique favor, quibus inclyta ab ortu
Vranie Dium Coeli inspiravit Amorem,
Et dedit aethereis Terram ac terrestria quaeque
Posthabuisse bonis: qui non temeraria vulgi
Judicia, aut tetricas voces curatis inertûm;
Obscuris talpas mittentes degere in antris,
Perpetuo ut coecae maneant, velut esse cupiscunt:
Huc spirate alacres; populo huc post terga relicto
Tendite; nec Mentem, quae pars est enthea Coeli,
Hoc patrio private bono; studium atque laborem
Huc ferte unanimes; fesso ut succurrere Regi
ALFONSO liceat, pondus non viribus aequis
Qui modo, vicini, tulerat successor, Atlantis;
Auxilium simul ut promptum COPERNICVS ingens
Sentiat; Herculeo, ne, dum se inferre labori
Aggreditur fidens, oneri succumbat iniquo:
Sicque poli, Atlantis, cassi, Alcidaeque columnis,
Ingentem, jam jam nutantes, ferre ruinam
Cogantur, Terramque simul statione moventes,*
Barbariae hospitium (crassa ignorantia coeli
Quam pariet) cunctosque homines, pecudesque ferasque
Turbantes casu ancipiti, coecisque tenebris,
Antiquoque Chao miscentes atria Mundi.

* Subintellige Poli ruentes. Hic enim imperfectionem Astronomiae incusat, et ignorantiam ejus; non vero Hypotheses COPERNICI, Terram mobilem facientes.

Hoc prohibete nefas, pronoque occurrite damno,
Et mecum excelsum validis conscendite Olympum
Viribus, ut fissas mature occludere rimas,
Et stabilire novis Coeli laquearia transtris,
Jamque prius, liceat, quam Machina tota fathiscat.[1]
(**) 6 r Ecquis adest igitur, pulchram hinc meruisse Coronam,
Obryzo gemmis ebore et rutilante Pyropo
Conspicuam, firmamque magis, saeclisque perennem
Qui volet, atque animis animum sociare supernis?
10 Ecquis Terricolas inter, quos continet Orbis
Innumeros, dabitur, cui tam sublimia cordi?
Ecquis et Autorem Mundi, per condita vasto
Tot miranda Polo spectacla, agnoscere gestit?
Sicne omnes pariter tanta ad quaesita siletis?
Quid mussare juvat? Manus est adhibenda labori:
Vt tandem abstrusi pateant mysteria coeli.
Si quos ambitio, lucrum, ignorantia, luxus,
Tam celsis retrahunt ausis, et ad infima trudunt:
Saltem aliis parcant, nec commoda summa retardent.
20 Ipse Ego, si facili aspirent mihi numina vultu,
Et superare alto dederint obstacula quaevis
Constantique animo, velut hactenus; omnibus ultro Eheu.
Annitar nervis, magni penetralia Coeli
Pandere terrigenis, tectosque aperire recessus.
Tu modo mirifici sapiens Fundator Olympi
Annue, et adfer opem, tua facta stupenda notanti.

Respondet author Operis.

O fulgens genere et celsis Natalibus Heros,
Cui certa ante alios animi coelestis origo
30 Et praestare dedit factis et tendere cantu
Hortatuque novam morientibus addere vitam:
Quid trepidum optatis, et tanta incendia dudum
Nutricantem animum, flammis ventoque fatigas?
Nam quamvis tanta orsa, meas superantia vires,
Non alios poscunt, quam fert tua Musa, magistros;
Ingeniumque Animo minus, ingenioque lacertos
Nascendi mihi lege dedit Natura: Sororum
Nona tamen Dium coeli inspiravit amorem.

Dirus amor quid non mortalia pectora cogit?
Ille mihi ingenium, validos dedit ille lacertos,
Spe non aequâ animans. Sed enim Iunonis iniquae
Scindimur haud aequo studia in contraria vultu
Tuque et Ego: Tibi virtutis dedit illa colendae
Materiem; mihi dura negat: redit astus eodem;
Aethereis arcere locis, furtoque Prometheî
Extimulante, sacros custodire arctius Ignes.
Ergo opibus te larga gravat, fulgore metalli
Perstringens oculos, ut sint ad lumina segnes
Coelica, purpureisque optent se jungere pompis,[1]
Quas sequitur blandus popularis sibilus aurae; (**) 6 v
Infandumque minetur fors contempta dolorem.
Macte animo forti Victor Divaeque Hominumque
Affectusque tui: qui quae Rationis ocello
Affectanda probas, ausu constante secutus,
A patre transmissos potuisti spernere census.
Desine ad hanc privam socios accersere laudem,
Verbaque fluminibus inscribere: Non bene, virtus
Gazaque conveniunt; distant immane Polusque
Terraque, et alterius levis est respectus in uno.
Meque adeò aspernata immensum invidit honorem
Diva potens; brevibusque ingentia vota coarctans
Limitibus, nihil indulsit, quod spernere possem
Musis postpositum, aut astrorum opponere curae:
Vicissentque odia, atque ausis ingentibus obstent,
Ingeniumque potens superas volitare per arces
Invida humi premeret Rhamnusia: me nisi primo
In bivio vitae, coelorum arcana canendi
Praevenisset amor, tua per vestigia gressum.
Ergò animo lustrans tritos Erronibus orbes,
Immanesque minas et hiantibus intervallis,
Moenia, nec positis, Mundi ruitura, columnis;
Dum causas nox atra premit, securaque veri
Pruteno indormit sapientum turba Magistro:
Aggredior fidens oneri succedere tanto,
Et stabilire novis coeli laquearia transtris;
Materiem Samius famosam, quinque figuras,
Euclides Normam, Mentem dedit inclyta Pallas;
Vranie ingeminans non uno interprete plausus
Accinuit celebrem, successu laeta, triumphum.

Miratus Brahaee ausus, dulcemque laborem,
Concepto quamvis nolles decedere sensu,
Multa super Terris dubitans, super aethere multa:
Me tamen in numerum placuit transferre tuorum,
Mî noctes aperire tuas, Inventaque longi
Temporis; et claram coeptis affulgere Lucem.
Vixissesque utinam, nec tanto digna paratu
Praemia, tam meritos rapuisset Parca triumphos:
Non alios visu et subtilibus instrumentis
Pandere sese Orbes, magni penetralia coeli
Expertus, quam quos firmant mea transtra, fuisses.
Nunc quando properum Divae rapuere Magistrum,
Festivosque dies, ornataque gaudia turbat
Subductus, quem debuerant hilarare, patronus:
Quid faciam? nisi Te veneratus imagine Mentis
Artifici in vitam, o Heros manifeste, reducam.[1]
(***) r Astabis Magnus stellata in veste Sacerdos.
Hic ubi coeruleo surgunt altaria Templo,
Authori constructa Deo; sex ordine flexus
Circumeunt, totidem rapida vertigine lychni: Sententia Aristarchi et Copernici.
In medio Focus, aeternaeque incendia Lucis.
Accedo supplex, meaque haec molimina docto
Scripta libro, rerum suavissima Thura parenti
Arboribus sudata tuis, collectaque cura
Te patiente, mea; manibus tibi trado levatis:
Eja adole purus; sequor en, magnoque vocatu
Jungo preces castas: sapiens fundator Olympi
Annuat almus opem, sua facta stupenda notanti.

Ejusdem Elegia scripta in Philothesio juxta manum et Symbolum Brahei: Suspiciendo despicio.

Da Generose locum, neu dedignere sequentem:
Quicquid sum, tua sunt munera, quicquid ero.
Hactenus O curas hominum miratus inanes,
In Te uno Satyram ludere cesso meam.
Curarum requies tua sunt monumenta mearum:
Vmbra fui sine te; te patre corpus ero.
Terra mihi aërios nectat licet astrica gyros;
Terra eadem Centri stet tibi fixa loco:

Antiquis equidem refero haec accepta Magistris:
Nec de me, vivo displicuêre tibi.
Non tamen invalidus rutilos Mavortis ad ignes
Haec, nisi per Noctes,* Lumina sisto, tuas.
Non nisi suspiciens regeres Tu rite Dioptram,
Telluris cursus inde Ego despicerem;
Metirerque citos gressus, jugaque obvia Capro,
Et quota pars Centrum det tibi Phoebe viae:
Vt parili gressu Solem fugiatque petatque,
Gyretur raptu non tamen Erro pari;
Sed fontem versus vires acquirat eundo,
Longius abscedens langueat inque vicem:
Vnde Globos septem septenae ex ordine Mentes,
Octavusque Animus de Patre Sole, vehunt:
Innumerabilibusque vacat Natura Volutis,
Et pereunt novies, de grege, quinque* Dei.
Falle Tycho denis rationem, falle minutis:
Quae, nisi Tu, numeret nemo; ea cuncta ruent.
O curas hominum, ô quantum est in rebus inane!
Quondam non aliâ si itur ad astra via.

*Ac si Operis hujus fol. 149. in Schemate ad literam η, stellam Martis, depictus esset Oculus.

* Arist. lib. XII. Metaph. Cap. 8.

Ejusdem epigramma de studiis Tychonis Brahei. (***) v

Fixarum Tycho descripsit Solisque meatus;
Lunae curriculum junxit, et occubuit.
Luciferas Phaethon dolet ascendisse Quadrigas;
Nil nocuit sollers haec tibi cura Tycho:
Aeternum Endymion Trivia obdormivit amatâ;
Aeternum Triviae te quoque sopit Amor.

LECTORI

S.

Pluribus te alloqui decreveram (Lector) nisi et occupationum Politicarum moles, quibus hisce diebus plus solito distineor, et praeproperus Kepleri nostri, hoc ipso momento Francofurtum ituri, discessus vix hanc quantulamcunque mihi scribendi reliquisset occasionem. Itaque tribus duntaxat verbis te monendum censui, nè te moveat Kepleri in aliquibus, potissimùm verò Physicis argumentationibus a Brahaeo dissentientis libertas, Tabularum Rudolphearum Operi nequicquam incommodans, et omnibus inde ab Orbe Condito Philosophis familiaris. Caeterùm ex Opere ipso rescisces, ipsum in fundo Brahaei, id est, super ipsius restitutione Fixarum et Solis aedificâsse, materiamque omnem (Observationes nimirum) Brahaei opera fuisse congestam. Interim hoc insigni Kepleri Opere inter hos rebellionum et bellorum subinde repullulantium tumultus, dum res literaria Reip. compatitur, tanquam Tabularum et post illas Observationum tardius hoc nomine in lucem prodeuntium Prodromo fruere; et alacriores in posterum Operis tantopere desiderati progressus, et tempora foeliciora a Deo Optimo Max. nobiscum precare.

Franciscus Gansneb Tengnagel in Campp.

Sae. Cae. Mtis. Consiliarius.[1]

INTRODVCTIO IN HOC OPVS

De difficultate legendi scribendique libros Astronomicos.

Durissima est hodie conditio scribendi libros Mathematicos, praecipue Astronomicos. Nisi enim servaveris genuinam subtilitatem propositionum, instructionum, demonstrationum, conclusionum; liber non erit Mathematicus: sin autem servaveris; lectio efficitur morosissima, praesertim in Latina lingua, quae caret articulis, et illa gratia quam habet graeca, cum per signa literaria loquitur. Adeoque hodie perquam pauci sunt lectores idonei: caeteri in commune respuunt. Quotusquisque Mathematicorum est, qui tolerat laborem perlegendi APPOLLONII Pergaei Conica? Est tamen illa materia ex eo rerum genere, quod longe facilius exprimitur figuris et lineis quam Astronomica.

Ipse ego, qui Mathematicus audio, hoc meum opus relegens fathisco viribus cerebri, dum ex figuris ad mentem revoco sensus demonstrationum, quos a mente in figuras et textum ipse ego primitus induxeram. Dum igitur medeor obscuritati materiae, insertis circumlocutionibus, jam mihi contrario vitio videor in re Mathematica loquax.

Et habet ipsa etiam prolixitas phrasium suam obscuritatem, non minorem quam concisa brevitas. Haec mentis oculos effugit, illa distrahit: eget haec luce, illa splendoris copia laborat: hic non movetur visus, illic plane excoecatur.

Ex eo consilium cepi, quadam luculenta introductione in hoc opus, juvare captum lectoris, quoad ejus fieri possit.

Illam vero geminam esse volui. Primo namque Tabulam exhibeo Synopticam capitum libri omnium: cujus hanc utilitatem futuram existimo: ut quia materia est remota a notitia multorum, terminique in ea varii, variae molitiones, magna invicem similitudine, magna cognatione vel generis, vel partium: termini igitur omnes, molitiones omnes juxta invicem positae, unoque conspectu comprehensae, collatione mutua sese invicem detegant. Verbi causa: Disputo de causis naturalibus, quae ignoratae coegerunt Veteres, ut circulum Aequantem seu punctum Aequatorium ponerent. Id autem facio duobus locis, partibus scilicet tertia et quarta. Lector versans in hac lectione parte tertia, putare posset me jam agere negocium Inaequalitatis primae, quae inest singulorum Planetarum motibus seorsim. Atqui haec conditio valet demum parte quarta. Tertia vero parte, ut Synopsis indicat, de illo Aequante disputo, qui sub nomine Inaequalitatis secundae communiter omnium Planetarum motus variat, et primario in ipsa Solis Theoria regnat. Huic igitur rei discernendae serviet Synoptica Tabula.

Verumenimvero ne Synopsis quidem omnes ex aequo juvat. Erunt enim, quibus haec tabula (quam ego pro filo exhibeo ad remeandum ex Operis labyrintho) Nodo Gordio intricatior videbitur. In eorum igitur gratiam multa hic in fronte collocari debent acervatim, quae partim per opus dispersa, non ita facile in transcursu animadvertentur. Detegam autem in gratiam potissimum eorum, qui Physicam profitentur, quique mihi, imo vero COPERNICO, adeoque vetustati ultimae irascuntur, ob fundamenta scientiarum concussa Motu Telluris; detegam inquam fideliter instituta praecipuorum capitum, quae ad hoc negocium faciunt, et sistam ob oculos omnia demonstrationum principia, quibus conclusiones meae, tantopere ipsis inimicae, innituntur.

Introductio in opus hoc in gratiam Physices studiosorum.

Hoc enim ubi viderint fideliter praestitum; optionem postea liberam habebunt, vel perlegendi et percipiendi demonstrationes ipsas labore maximo; vel mihi professione Mathematico super adhibita sincera et Geometrica methodo credendi: ipsi vero, quod suarum erit partium, ad haec sic ob oculos collocata demonstrationum principia conversi, illa excutient, certi nisi iis eversis, non ruituram demonstrationem superaedificatam. Idem faciam etiam tunc, ubi more Physicorum necessariis admiscuero probabilia, exque iis sic mixtis probabilem extruxero conclusionem. Nam quia hoc in Opere Physicam coelestem Astronomiae permiscui, nemo mirari debet, conjecturas etiam nonnullas adhiberi. Haec enim Physicae, haec Medicinae, haec omnium scientiarum Natura est, quae praeter oculorum certissimas indicationes alia etiam adhibent axiomata.

Sic igitur habeat lector, duas esse Astronomorum sectas: alteram coryphaeo PTOLEMAEO et ut plurimum allegatione Veterum insignem; alteram recentioribus tributam, licet sit antiquissima: quarum illa Errantium stellarum singulas separatim tractat, causasque motuum singulis in suis ipsarum orbibus assignat; haec Planetas inter se comparat, quaeque in eorum motibus deprehenduntur communia, ex eadem communi causa deducit. Atque haec secta rursum subdividitur; Causam (***) 2 v enim, quae Planetas efficit videri | stationarios retrogradosque, COPERNICVS cum antiquissimo ARISTARCHO transcribit translationi Telluris domicilii nostri; quibus et ego subscribo: TYCHO vero BRAHEVS causam illam transcribit Soli, in cujus vicinia ait connexos esse, ceu nodo quodam (non sane corporeo, sed quantitativo tamen) omnium quinque Planetarum Eccentricos circulos; atque hunc veluti nodum, una cum Solari corpore, circa Terram immobilem circumire.

De sectis Astronomorum.

Tribus hisce Opinionibus de mundo, singulis quidem adhaerent alia nonnulla singularia, quibus et ipsis hae sectae distinguuntur: sed illa singulatim particularia facilima ratione sic emendari et mutari

possunt, ut ipsae tres capitales Opiniones, (quoad Astronomiam, seu coelestes apparentias) in effectu ad unguem aequipolleant, et paria faciant.

Institutum operis geminum.

Meum jam institutum in hoc Opere potissimum quidem est, Astronomicam doctrinam (praecipue de Martis motu) in omnibus tribus formis emendare; sic quidem, ut quae ex tabulis computamus, ea coelestibus apparentiis respondeant. quod hactenus non satis certo fieri potuit. Quippe stella Martis anno Christi MDCVIII mense Augusto paulo minus quatuor gradibus superat illum locum, quem prodit calculus Prutenicus. Anno MDXCIII mense Augusto et Septembri sunt gradus paulo minus quinque in hoc errore: qui jam in novo meo calculo penitus est sublatus.

De causis motuum Physicis.

Interim vero, dum hoc praesto, et foeliciter assequor, excurro etiam in Metaphysicam ARISTOTELIS, seu potius Physicam coelestem et causas motuum naturales inquiro: ex qua consideratione tandem non obscura nascuntur argumenta, quibus sola COPERNICI de mundo Opinio (pauculis mutatis) vera, reliquae duae falsae convincuntur &c.

Omnia vero omnibus ita connexa implexa et permixta sunt, ut tentatis multis viis partim a veteribus tritis, partim ad eorum imitationem et exemplum structis, quibus ad emendatam calculi Astronomici rationem pervenirem, nulla alia successerit, quam quae ipsissimis causis motuum Physicis, quas hoc opere stabilio, insistit.

Primus ad eas gradus factus. In unico centro corporis Solaris concurrere omnium sex Eccentricorum plana.

Ad Physicas vero causas motuum indagandas primus gradus fuit, ut demonstrarem, concursum illum Eccentricorum non alio loco (prope Solem) contingere, quam in ipsissimo centro corporis Solaris, contra quam COPERNICVS et BRAHEVS crediderant.

Haec mea correctio si in Ptolemaicam Opinionem introducatur; jubebit PTOLEMAEVM investigare motum non centri Epicycli, circa quod Epicyclus incedit aequaliter, sed puncti alicujus, quod in proportione diametri tantum abest a centro illo, quantum PTOLEMAEO centrum Orbis Solaris abest a Terra, et in linea quidem eadem, aut parallelis.

Objici vero mihi potuit a Braheanis, me temerarium esse novatorem: se enim, cum veterum receptae opinioni insisterent, et concursum Eccentricorum non in Sole, sed proxime Solem statuerent; tamen calculum inde extruxisse, qui coelo respondeat. Et in trajectione numerorum Braheanorum in formam Ptolemaicam, dicere mihi potuit PTOLEMAEVS, sibi, dum observata teneat exprimatque, reputari non alium Eccentricum, quam illum, qui describatur a centro Epicycli, circa quod Epicyclus incedit aequaliter. Itaque debere me etiam atque etiam videre quid agam: ne nova usus ratione, id non praestem, quod ab illis jam sit praestitum in ratione veteri.

Huic igitur objectioni, ut occurreretur, demonstratum est in prima operis parte; per hanc novam rationem eadem plane fieri seu praestari posse, quae per illorum veterum rationem sunt praestita.

Secunda vero Operis parte rem ipsam sum aggressus, et non minus, imo multo rectius expressi per meam rationem, loca Martis in apparenti Solis oppositione, quam illi expresserant per veterem rationem loca Martis in media Solis oppositione.

Interim tota parte secunda, (quantum ad Geometricas demonstrationes ex observationibus) in suspenso reliqui, uter rectius faciat, Illi an Ego; quandoquidem Observationes nonnullas (quippe regulam nostris machinationibus praefixam) utrique assequebamur. Physicis vero causis consentaneam esse meam rationem; dissentaneam illorum veterem, partim ostendi parte prima, praecipue capite VI.

At demum parte Quarta Operis Capite LII. per alias quasdam Observationes non minus infallibiles, quam priores erant, quasque illorum Vetus ratio nequibat assequi, mea assequebatur pulcherrime, demonstravi solidissime, Martis Eccentricum sic situm esse, ut ipsum Solaris corporis centrum in lineam apsidum ejus incidat, non vero aliquod punctum prope; itaque Eccentricos omnes in ipso Sole concurrere.

Vt vero hoc non tantum quoad Longitudinem obtineat, sed etiam quoad Latitudinem: ideo parte Quinta demonstravi eandem rem etiam ex observatis latitudinibus Capite LXVII.[1]

(***) 31 Non potuerunt ista maturius in opere demonstrari, quia ingreditur in demonstrationes has Astronomicas cognitio exacta causarum Inaequalitatis secundae in motu Planetarum: in qua similiter detegendum prius erat parte tertia novum aliquid, antecessoribus incognitum &c.

Secundus gradus ad causas motuum Physicas extructus. Etiam in Solis vel Terrae Theoria regnare Aequantem; ideoque bisecandam Solis Eccentricitatem.

Etenim demonstravi parte tertia; sive vetus jam dicta ratio valeat, quae medio Solis motu; sive mea nova, quae apparenti utitur; utrinque tamen secundae Inaequalitati, quae communiter omnes Planetas attinet, permixtum esse aliquid de Inaequalitatis primae causis. Itaque PTOLEMAEO demonstravi, Epicyclos suos non habere illa puncta pro centris, circa quae motus eorum sunt aequabiles. Sic COPERNICO demonstravi, circulum, in quo Tellus circa Solem movetur, non habere id punctum pro centro, circa quod ejus motus regularis est et aequabilis. Sic TYCHONI BRAHEO demonstravi, circulum, in quo circumit concursus seu Nodus Eccentricorum supradictus, non habere id punctum pro centro, circa quod ejus motus regularis est et aequabilis. Nam si concedam BRAHEO, ut differat concursus Eccentricorum a centro Solis; necesse esse, ut dicat, circuitum concursus illius, qui quantitate et tempore plane aequat circuitum Solis, eccentricum esse, et vergere in Capri-

cornum, cum Solis circuitus Eccentricus vergat in Cancrum. Idem vero accidere Epicyclis PTOLEMAEI.

Sin autem concursum seu Nodum Eccentricorum conferam in ipsum centrum corporis Solaris; tunc circuitum hunc utriusque et Nodi dicti, et Solis communem, Eccentricum quidem esse a Terra, et in Cancrum vergere, sed dimidio solum Eccentricitatis ejus, quam obtinet punctum, circa quod Solis motus regularis et aequabilis est.

Et in COPERNICO; Terrae Eccentricum vergere quidem in Capricornum, sed dimidio saltem ejus Eccentricitatis, qua in eundem Capricornum distet punctum, circa quod aequabilis est motus Terrae.

Sic in PTOLEMAEO; in illis diametris Epicyclorum, quae a Capricorno in Cancrum extenduntur, tria esse puncta aequalibus intervallis extrema bina a mediis singulis distantia, a se mutuo vero intervallis tantis, in proportione ad diametros, quanta est Solis Eccentricitas tota, collatione facta ad sui circuitus diametrum: Ex his tribus punctis, quae sunt loco media, illa esse Epicyclorum suorum centra, quae vero hinc versus Cancrum sint, esse puncta, circa quae motus Epicyclorum sint aequabiles; denique quae hinc versus Capricornum sint; illa esse, quorum Eccentricos (ab iis descriptos) indagamus, *si pro medio Solis motu apparentem sequimur*, quasi illis in punctis Epicycli ad Eccentricum affixi sint, ut ita in cujusque Planetae Epicyclo sit absolute tota Theoria Solis, cum omnibus ejus motuum et orbium proprietatibus.

Terram moveri, Solem stare. Argumenta Physic-astronomica.

Hisce sic demonstratis infallibili methodo, jam et prior gradus ad causas Physicas confirmatus est, et novus ad eas gradus extructus, in COPERNICI et BRAHEI opinione clarissime, in Ptolemaica obscurius et probabiliter saltem.

Nam sive Terra moveatur, sive Sol; demonstratum certe est, id corpus, quod movetur, moveri inaequabili ratione; tarde scilicet, cum longius abest a quiescente: velociter, cum ad quiescens proxime accessit.

Jam statim igitur apparet discrimen opinionum trium in Physica: per conjecturas quidem, sed nihil cedentes certitudine conjecturis Medicorum de usu partium, aut quibuscunque aliis Physicis.

Primus quidem PTOLEMAEVS exploditur. Quis enim credat, totidem esse Theorias Solis (ad unguem similes inter se, imo vero et aequales) quot Planetas? cum videat BRAHEO ad eadem munia sufficere unicam Theoriam Solis: Axioma quippe in Physica receptissimum est, Naturam paucissimis uti, quam possibile est.

* Cujus honestissimam et gratissimam fieri mentionem.

COPERNICVM vero BRAHEO* potiorem esse in Physica coelesti, multis probatur.

Primum BRAHEVS Theorias illas Solis quinque e Planetarum Theoriis sustulit quidem, et ad centra Eccentricorum deduxit, occultavit, in unam conflavit: rem ipsam vero, quae per illas Theorias efficiebatur, reliquit in mundo. Planeta enim quilibet praeter eum motum, qui est ei proprius, BRAHEO non minus quam PTOLEMAEO, movetur etiamnum revera motu Solis, miscens utrosque in unum, ex qua mixtura spirae efficiuntur; quod inde fit, quia orbes nullos esse solidos, demonstravit BRAHEVS solidissime: COPERNICVS vero Planetas quinque, motu hoc extraneo penitus exuit, causa deceptionis ex visus conditionibus educta. Adhuc igitur apud BRAHEVM frustra multiplicantur motus, ut prius apud PTOLEMAEVM.

tionem et recordationem aequissimum est; cum totum hoc aedificium super ejus fundo extruam, materiam ab ipso, omnem mutuatus.

Secundo, si orbes nulli sunt; valde dura fiet conditio Intelligentiarum et animarum motricum; dum ad tam multa respicere jubentur, ut Planetam duobus, permixtis motibus invehant. Ad minimum enim simul et semel cogentur respicere ad utriusque motus principia, centra, periodos. At si Terra movetur; pleraque effici posse demonstro facultatibus non animalibus sed corporeis, magneticis nimirum. Sed haec communiora sunt. Sequuntur alia, quae proprie nascuntur ex demonstrationibus, quibus jam insistimus. | II.

**)3 v 20 Si enim Tellus movetur, demonstratum est, eam leges celeritatis et tarditatis suae accipere ex modulo accessus sui ad Solem et recessus ab eodem. Atqui et reliquis Planetis idem evenit, ut ex hoc accessu et recessu a Sole incitentur vel inhibeantur. Demonstratio harum rerum est Geometrica hactenus. III.

Ex hac certissima demonstratione, jam per conjecturam Physicam colligitur, fontem motus Planetarum quinque in ipso Sole esse. Valde igitur verisimile est, ibi esse fontem motus Telluris, ubi est fons motus reliquorum quinque Planetarum: scilicet itidem in Sole. Terram igitur moveri verisimile est, quippe apparente verisimili causa ejus motus.

E contrario, Solem consistere loco suo, in mundi centro, cum per alia, tum per hoc maxime fit verisimile, quia in eo fons est motus ad minimum quinque Planetarum. Sive enim COPERNICVM sequaris sive BRAHEVM, utrinque in Sole est fons motus Planetarum quinque, in COPERNICO etiam sexti, scilicet Telluris. Fontem autem omnis motus verisimilius est suo loco manere quam moveri. IV.

At si BRAHEI opinionem sequamur, et Solem dicamus moveri: primum manet hoc demonstratum, Solem tardum incedere cum a terra longe abit, velocem cum appropinquat; idque non ad visum tantum, sed etiam in re ipsa. hic enim est effectus Aequantis circuli, quem per demonstrationem necessariam in Theoriam Solis induxeram. V.

Super hac igitur certissima conclusione per conjecturam Physicam supra usitatam, extruendum esset hoc Physicum philosophema, Solem una cum toto illo maximoque quinque Eccentricorum onere (ut crasse loquar) a Tellure moveri, seu fontem motus Solis et affixorum Soli quinque Eccentricorum, inesse in Tellure.

Atqui corpora utraque Solis et Telluris inspiciantur, fiatque judicium de utroque, utri magis competat fons motus corporis reliqui: Solne terram moveat, qui caeteros movet Planetas; an Terra Solem, motorem caeterorum, tot vicibus se majorem? Ne igitur cogamur concedere, Solem a Terra moveri, quod absurdum: Soli immobilitas, Telluri motus est concedendus.

VI. Quid dicam de tempore periodico motus dierum CCCLXV, quod cum sit quantitate intermedium inter periodicum tempus Martis dierum DCLXXXVII, et Veneris dierum CCXXV: an non alta voce exclamat rerum Natura, circuitum, in quo consumuntur isti dies CCCLXV, loco etiam medium esse inter circuitus Martis et Veneris circa Solem, et sic ipsum quoque circa Solem, Terrae igitur esse hunc circuitum circa Solem non Solis circa Terram? Sed haec sunt magis propria Mysterii mei Cosmographici; nec erant commemoranda hic alia argumenta, quam quae pertractantur in hoc Opere.

VII. Igitur caetera Metaphysica argumenta, quae pro Solis in mundo loco, qui centrum est, a dignitate sideris, vel a Lumine ipso ducuntur, vide in dicto meo libello, et apud COPERNICVM; nec nihil apud ARISTOTELEM lib. II. de Coelo, sub nomine Pythagoreorum, qui ignis nomine Solem intellexerunt. Tetigi aliqua in Optica parte Astronomiae Cap. I. fol. 7. Adde et caput VI. praecipue fol. 225.

VIII. De eo vero, quod Terram par sit extra medium mundi circumire, invenies capite IX folio 322 illius libri, argumentum Metaphysicum.

Objectiones contra motum Terrae.

Veniam tamen abs Lectore spero, si contra nonnullas objectiones, quae animos occupant, hisque argumentis hoc pacto lucem eripiunt, remedia quaedam etiam hoc loco indicem. Neque enim valde aliena sunt ab iis, quae in Opere disputo super causis Physicis motus Planetarum, praesertim tertia et quarta parte.

I. De motu gravium.

Multos impedit motus gravium, quo minus credere possint, Terram moveri motu animali seu potius magnetico. Ii perpendant propositiones sequentes:

Doctrinam de Gravitate esse erroneam.

Punctum mathematicum, sive centrum mundi sit sive non, nequit movere gravia neque effective neque objective, ut ad se accedant. Probent Physici, hanc esse vim puncto, quod neque corpus est, neque aliter nisi ex sola relatione intelligitur.

Impossibile est, ut forma lapidis, movendo corpus suum, quaerat punctum mathematicum aut mundi medium, citra respectum corporis in quo est illud punctum. Probent Physici, res naturales habere sympathiam ad id quod nihil est.

Sed neque hoc pacto gravia tendunt ad centrum mundi, quod fugiant extremitates mundi rotundi. Nam proportio, qua absunt a medio Mundi, invisibilis est, et nihil efficit, in comparatione ad distantiam ab extremitate mundi. Et quae causa esset hujus odii? quanta vi, quanta sapientia oporteret esse praedita gravia, ut tam accurate fugere possent ab hoste undique circumjecto? quantave sollertia extremitatum mundi, ad persequendum hostem suum tam minutim?

At neque vertigine rapida primi mobilis excutiuntur gravia in medium, ut in undis rotatis. Nam motus ille, si ponamus esse, non est continuatus usque ad haec inferiora: alias sentiremus ipsum, et raperemur una, etiamque nobiscum ipsa Tellus: imo praeriperemur nos, terra sequeretur. quae omnia opponenti absurda sunt. Apparet igitur doctrinam vulgarem de gravitate esse erroneam.[1]

(***) 41 Vera igitur doctrina de gravitate his innititur axiomatibus. Vera doctrina de gravitate.

† Omnis substantia corporea, quatenus corporea, apta nata est quiescere omni loco, in quo solitaria ponitur, extra orbem virtutis cognati corporis.

Gravitas est affectio corporea, mutua inter cognata corpora ad unitionem seu conjunctionem (quo rerum ordine est et facultas Magnetica) ut multo magis Terra trahat lapidem, quam lapis petit Terram.

Gravia (si maxime Terram in centro mundi collocemus) non feruntur ad centrum mundi, ut ad centrum mundi, sed ut ad centrum rotundi cognati corporis, Telluris scilicet. Itaque ubicunque collocetur seu quocunque transportetur Tellus facultate sua animali, semper ad illam feruntur gravia.

Si Terra non esset rotunda, gravia non undiquaque ferrentur recta ad medium Terrae punctum, sed ferrentur ad puncta diversa a lateribus diversis.

Si duo lapides in aliquo loco mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius moles in comparatione.

Si Luna et Terra non retinerentur vi animali, aut alia aliqua aequipollenti, quaelibet in suo circuitu; Terra ascenderet ad Lunam quinquagesimaquarta parte intervalli, Luna descenderet ad Terram quinquaginta tribus circiter partibus intervalli: ibique jungerentur: posito tamen, quod substantia utriusque sit unius et ejusdem densitatis.

Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas; aquae marinae omnes elevarentur, et in corpus Lunae influerent.

Ratio fluxus et refluxus maris.

Orbis virtutis tractoriae, quae est in Luna, porrigitur usque ad Terras, et prolectat aquas sub Zonam Torridam, quippe in occursum suum quacunque in verticem loci incidit, insensibiliter in maribus inclusis, sensibiliter ibi ubi sunt latissimi alvei Oceani, aquisque spaciosa reciprocationis libertas. quo facto nudantur littora Zonarum et Climatum lateralium, et si qua etiam sub torrida sinus efficiunt reductiores Oceani propinqui. Itaque aquis in latiori alveo Oceani assurgentibus, fieri potest, ut in angustioribus ejus sinubus, modo non nimis arcte conclusis, aquae praesente Luna etiam aufugere ab ea videantur: quippe subsidunt, foris subtracta copia aquarum.

Celeriter vero Luna verticem transvolante, cum aquae tam celeriter sequi non possint, fluxus quidem fit Oceani sub Torrida in Occidentem, quoad impingit ad contraria littora, curvaturque ab iis; dissolvitur vero discessu Lunae concilium aquarum seu exercitus qui est in itinere versus Torridam, quippe desertus a tractu, qui illum exciverat; impetuque capto, ut in vasis aquaticis, remeat et assultat ad littora sua, eaque operit: gignitque impetus iste per absentiam Lunae, impetum alium; donec Luna rediens, fraena impetus hujus recipiat, modereturque, et una cum suo motu circumagat. Ita littora aequaliter patentia iisdem horis implentur omnia; reductiora vero tardius; nonnulla diversimode ob diversos Oceani aditus.

Fluxus et refluxus marini Opera.

Hinc, ut obiter excurram, accumulantur Syrtes, arenarum cumuli: nascuntur aut eraduntur in vorticosis anfractibus (ut pro sinu Mexicano) insulae innumerabiles; videturque Indiarum mollis beata et friabilis Terra hoc fluxu et eluvie aeterna tandem esse perrupta atque perfossa, adjuvante Terrae motu aliquo universali; cum olim a Chersonneso aurea versus orientem et meridiem continua fuisse perhibeatur: jamque effuso Oceano, qui a tergo erat inter Sinas et Americam, littora illa Moluccarum aliarumque vicinarum Insularum in altum exporrecta, quippe subsidente maris superficie, fidem hujus rei opprimunt.

Taprobanen veterum amissam hodie.

Quin et Taprobane ex eo submersa videtur (ut quidem constat ex relatu Calecutiensium, aliqua etiam ibi locorum submersa esse olim) Oceano Sinensi per effractas portas in Indicum infuso, ut hodie nihil de Taprobane extet, praeter vertices montium, qui speciem exhibent Insularum innumerabilium sub nomine *Maldivarum*. Nam ibi loci sitam fuisse olim Taprobanen, ex adverso scilicet ostiorum Indi et promontorii Corii, versus meridiem, facile est ex Cosmographis, et Diodoro Siculo probare; cum etiam in historia Ecclesiastica quidam perhibeatur

3) utque

fuisse communis Episcopus Arabiae et Taprobanae, utique vicinae, non vero quingentis milliaribus germanicis (imo vero per anfractus illi aetati usitatos, amplius mille) in Orientem remotae. Quae vero hodie Taprobane putatur Sumatra insula, eam existimo olim fuisse Chersonnesum auream, Isthmo Indiae conjunctam ad urbem Malaccam. Nam Chersonnesus, quam hodie credimus aurea, non multo magis Chersonnesus dici posse videtur, quam Italia.

Quae quamvis erant alius loci, sic uno contextu explicare volui, ut majorem aestui marino et per hunc virtuti Lunae tractoriae fidem facerem.

Sequitur enim, si virtus tractoria Lunae porrigitur in Terras usque, multo magis virtutem tractoriam Telluris porrigi in Lunam et longe altius, ac proinde nihil eorum quod ex terrena materia quomodocunque constat, inque altum subvehitur, complexum hunc fortissimum virtutis tractoriae unquam effugere. |

(***) 4 v Leve vero nihil est absolute, quod corporea materia constat, sed comparate levius est, quod rarius est sive natura sua, sive ex accidente calore. Rarum vero dico non illud tantum, quod porosum est et in multas cavitates dehiscit, sed in genere, quod sub eadem loci amplitudine, quam occupat gravius aliquod, minorem quantitatem materiae corporeae concludit. Vera doctrina de levitate.

Levium definitionem sequitur et motus. Non enim est existimandum, illa fugere ad superficiem usque mundi, dum feruntur sursum, aut non attrahi a Terra: minus enim attrahuntur quam gravia, et sic expelluntur a gravibus, quo facto quiescunt, retinenturque a Terra loco suo.

Etsi vero virtus tractoria Terrae, ut dictum, porrigitur longissime sursum; tamen si lapis aliquis tanto intervallo abesset, quod fieret ad diametrum Telluris sensibile: verum est, Terra mota, lapidem talem non plane secuturum, sed suas resistendi vires permixturum cum viribus Terrae tractoriis, atque ita se explicaturum nonnihil a raptu illo Telluris: non secus atque motus violentus projectilia nonnihil a raptu Telluris explicat, ut vel praecurrant, projecta versus orientem, vel destituantur, si in occidentem projiciantur: atque ita locum suum, à quo projecta sunt, vi compulsa deserant: neque raptus Terrae hanc violentiam in solidum impedire possit, quam diu violentus motus in suo vigore est. Ad objectionem, quod projectilia perpendicularia recidant in locum suum.

Sed quia nullum projectile centies millesimam diametri Terrae partem a superficie terrae separatur, ipsaeque adeo nubes, atque fumi, quae minimum terrestris materiae obtinent, non millesima semidiametri parte evolant in altum: nihil igitur potest nubium, fumorum, et eorum, quae perpendiculariter in altum projiciuntur resistentia, et naturalis ad quietem inclinatio, nihil inquam potest ad impediendum hunc sui raptum;

utpote ad quem haec resistentia in nulla proportione est. Itaque quod perpendiculariter sursum est projectum, recidet in locum suum, nihil impeditum motu Telluris, ut quae subduci non potest, sed una rapit in aere volantia, vi magnetica sibi non minus concatenata, quam si corpora illa contingeret.

Hisce propositionibus mente comprehensis et diligenter trutinatis, non tantum evanescit absurditas et falso imaginata impossibilitas Physica motus Terrae; sed etiam patebit, quid ad objecta Physica, quomodocunque informata, sit respondendum.

COPERNICI sententia.

Etsi COPERNICO magis placet Terram et terrena omnia, licet avulsa a Terra, una et eadem anima motrice informari, quae Terram corpus suum rotans, rotet etiam una particulas istas, a corpore suo avulsas: ut sic per motus violentos vis fiat huic animae per omnes particulas diffusae, quemadmodum ego dico, vim fieri facultati corporeae (quam gravitatem dicimus, seu Magneticam) itidem per motus violentos.

Sufficit tamen pro solutis a Terra, facultas ista corporea; abundat illa animalis.

II. Ad objecta de celeritate motus Telluris.

Quod vero a celeritate motus huius multi sibi, terraeque nascentibus extrema metuunt, causam nullam habent. Vide de hac re Cap. XV et XVI libri mei de Stella serpentarii fol. 82. et 84.

III. Ad objecta de immensitate coeli.

Ibidem etiam invenies plenis velis navigatum per immensitatem orbis mundani, quae COPERNICO solet objici, ut prodigiosa: demonstratur enim bene proportionatam esse: contra vero improportionatam et prodigiosam celeritatem coeli futuram, si Terra jubeatur suo loco et situ stare plane immobilis.

IV. Ad objecta de sacrarum literarum dissensu, et authoritate.

Sunt autem multo plures illorum, qui pietate moventur, quo minus adsentiantur COPERNICO, metuentes, ne Spiritui Sancto in Scripturis loquenti mendacium impingatur, si Terram moveri, Solem stare dixerimus.

Illi vero hoc perpendant; cum oculorum sensu plurima et potissima addiscamus; impossibile nobis esse, ut sermonem nostrum ab hoc oculorum sensu abstrahamus. Itaque plurima quotidie incidunt, ubi cum oculorum sensu loquimur, etsi certo scimus rem ipsam aliter habere.

Exemplum est in illo versu VIRGILII: Provehimur portu, Terraeque urbesque recedunt.

Sic cum ex angustiis vallis alicujus emergimus, magnum sese campum nobis aperire dicimus.

Sic Christus Petro: Duc in altum: quasi mare sit altius littoribus. Sic enim apparet oculis: et Optici causas demonstrant hujus fallaciae.

4) concatenatae 28) loquendi

Christus vero sermone utitur receptissimo, qui tamen ex hac oculorum fallacia est ortus.

Sic ortum et occasum siderum, hoc est ascensum et descensum fingimus: cum eodem tempore Solem alii dicant descendere, quo nos dicimus illum ascendere. Vide Optices Astronomiae Cap. X. fol. 327.

Sic etiamnum Planetas stare dicunt Ptolemaici, quando per aliquot continuos dies apud easdem Fixas haerere videntur; etsi putent ipsos tunc revera moveri deorsum in linea recta, vel sursum a Terris.

Sic Solstitium dicit omnis scriptorum natio: etsi negant vere stare Solem.

Sic nunquam quisquam adeo deditus erit COPERNICO, quin Solem dicturus sit ingredi Cancrum vel Leonem, etsi innuere vult, Terram ingredi Capricornum vel Aquarium. Et caetera similiter.[1]

(***) 51 Jam vero et sacrae literae, de rebus vulgaribus (in quibus illarum institutum non est homines instruere) loquuntur cum hominibus, humano more, ut ab hominibus percipiantur; utuntur iis quae sunt apud homines in confesso, ad insinuanda alia sublimiora et divina.

Quid mirum igitur, si Scriptura quoque cum sensibus loquatur humanis, tunc cum rerum veritas a sensibus discrepat, seu scientibus hominibus seu ignaris. Quis enim nescit Poëticam esse allusionem Psalmo XIX; ubi, dum sub imagine Solis, cursus Evangelii, adeoque et Christi Domini in hunc mundum nostri causa suscepta peregrinatio decantatur; Sol ex Horizontis tabernaculo dicitur emergere, ut sponsus de thalamo suo; alacris ut Gigas, ad currendam viam. Quod imitatur VIRGILIVS: † Tithono croceum linquens aurora cubile. Prior quippe Poësis apud Hebraeos fuit.

Non exire Solem ex horizonte tanquam e tabernaculo (etsi sic oculis appareat) sciebat Psaltes: moveri vero Solem existimabat, propterea quia oculis ita apparet. Et tamen utrumque dicit, quia utrumque oculis ita videtur. Neque falsum hic vel illic dicere censeri debet: est enim et oculorum comprehensioni sua veritas, idonea secretiori Psaltis instituto, † cursuique Evangelii adeoque filii Dei adumbrando. Josua etiam valles addit, contra quas Sol et Luna moveantur; scilicet quia ipsi ad Jordanem hoc ita apparebat. Et tamen uterque suo intento potitur: Davides Dei magnificentia patefacta (et cum eo Syracides) quae effecit, ut haec sic oculis repraesentarentur, vel etiam, mystico sensu per haec visibilia expresso: Josua vero, ut Sol die integro retineretur sibi in coeli medio, respectu sensus oculorum suorum; cum aliis hominibus eodem temporis spacio sub terra moraretur.

15) illorum

Sed incogitantes respiciunt ad solam verborum contrarietatem, Sol stetit, id est, Terra stetit; non perpendentes, quod haec contrarietas tantum intra limites Optices et Astronomiae nascatur; nec ideo se extrorsum in usum hominum efferat: nec videre volunt, hoc unicum in votis habuisse Josuam, ne montes ipsi Solem eriperent: quod votum verbis explicuit, sensui oculorum conformibus; cum importunum admodum fuisset, eo tempore de Astronomia, deque visus erroribus cogitare. Si quis enim monuisset, Solem non vere contra vallem Ajalon moveri, sed ad sensum tantum; an non exclamasset Josua, se petere ut dies ipsi producatur, quacunque id ratione fiat? Eodem igitur modo, si quis ipsi litem movisset de Solis perenni quiete, Terraeque motu.

Facile autem Deus ex Josuae verbis, quid is vellet, intellexit: praestititque inhibito motu Terrae; ut illi stare videretur Sol. Petitionis enim Josuae summa huc redibat, ut hoc sic sibi videri posset, quicquid interim esset: quippe hoc videri vanum et irritum non fuit, sed conjunctum cum effectu optato.

Sed vide Caput X. Astronomiae partis Opticae; invenies rationes, cur adeo omnibus hominibus Sol moveri videatur, non vero Terra: scilicet cum Sol parvus appareat, Terra vero magna; neque Solis motus comprehendatur visu ob tarditatem apparentem, sed ratiocinatione solum, ob mutatam post tempus aliquod propinquitatem ad montes: Impossibile igitur est, ut ratio non prius monita sibi aliud imaginetur, quam Tellurem cum imposito coeli fornice esse quasi magnam domum, in qua immobili, Sol tam parva specie, instar volucris in aere vagantis, ab una plaga in aliam transeat.

Quae adeo imaginatio hominum omnium, primam lineam dedit in sacra pagina. Initio, inquit Moses, creavit Deus Coelum et Terram; quia scilicet hae duae partes potiores occurrunt oculorum sensui. Quasi diceret Moses Homini; Totum hoc aedificium mundanum, quod vides, lucidum supra, nigrum latissimeque porrectum infra, cui insistis et quo tegeris, creavit Deus.

Alibi quaeritur ex homine, num pervestigare noverit altitudinem coeli sursum, et profunditatem terrae deorsum: quia scilicet vulgo hominum videtur utrumque aeque infinitis excurrere spaciis. Neque tamen extitit, qui sanus audiret, et Astronomorum diligentiam, seu in ostendenda Telluris contemptissima exilitate, ad coelum comparatae, seu in pervestigandis Astronomicis intervallis, per haec verba circumscriberet: cum non loquantur de ratiocinatoria dimensione, sed de reali; quae humano corpori, terris affixo, aeremque liberum haurienti, penitus est impossibilis. Lege totum Jobi caput XXXVIII et compara cum iis quae in Astronomica inque Physica disputantur.

Si quis allegat ex Psalmo XXIV. Terram super flumina praeparatam: ut novum aliquod philosophema stabiliat, absurdum auditu, Tellurem innatare fluminibus; nonne hoc illi recte diceretur, Missum faciat Spiritum sanctum, neque in scholas Physicas cum ludibrio pertrahat; nihil enim aliud ibi loci innuere velle Psalten, nisi quod homines antea sciant et quotidie experiantur, Terras (post separationem aquarum in altum sublatas) interfluere ingentia flumina, circumfluere maria. Nimirum eandem esse locutionem alibi, cum sese super flumina Babylonis Israelitae sedisse canunt, id est, juxta flumina, vel ad ripas Euphratis et Tigris.

Si hoc libenter quis recipit, cur non et illud recipiat, ut in aliis locis, quae motui Telluris opponi solent, eodem modo oculos a Physica ad institutum scripturae convertamus?[1]

(***) 5 v Generatio praeterit (ait Ecclesiastes) et generatio advenit, Terra autem
1 in aeternum stat. Quasi Salomon hic disputet cum Astronomis? ac non potius homines suae mutabilitatis admoneat; cum Terra, domicilium humani generis, semper maneat eadem: Solis motus perpetuo in se redeat: Ventus in circulum agatur, redeatque eodem: flumina a fontibus in mare effluant, a mari in fontes redeant: denique homines his pereuntibus nascantur alii; semperque eadem sit fabula vitae; nihil sub Sole novum.

Nullum audis dogma Physicum. Νουθεσία est moralis, rei quae per se patet, et observatur omnium oculis, sed parum perpenditur. Eam igitur Salomon inculcat. Quis enim nescit terram semper eandem esse? quis non videt, Solem quotidie ab ortu resurgere, flumina perenniter decurrere in mare, ventorum statas redire vicissitudines, homines alios aliis succedere? Quis vero perpendit eandem agi perpetuo vitae fabulam, mutatis personis: nec quicquam in rebus humanis novum esse? Itaque Salomon commemoratione eorum quae vident omnes, admonet ejus, quod a plerisque perperam negligitur.

Psalmo vero CIV putant omnino disputationem contineri Physicam, quando de rebus Physicis totus est. Atque ibi Deus dicitur fundasse terram super stabilitatem suam; illamque non inclinatum iri in saeculum saeculi. Atqui longissime abest Psaltes a speculatione causarum Physicarum. Totus enim acquiescit in magnitudine Dei, qui fecit haec omnia, Hymnumque pangit Deo conditori, in quo mundum, ut is apparet oculis, percurrit ordine.

Quod si bene perpendas, commentarius est super Hexaemeron Geneseos. Nam ut in illo tres primi dies dati sunt separationi Regionum, primus Lucis a tenebris exterioribus, secundus Aquarum ab aquis, inter-

20) nascatur

positu expansi, tertius Terrarum a maribus, ubi terra vestitur plantis et stirpibus: tres vero posteriores dies regionum sic distinctarum impletioni, quartus Coeli, quintus Marium et Aëris, sextus Terrarum: sic in hoc psalmo sunt distinctae, et sex dierum operibus analogae, partes totidem.

Nam versu secundo Lucem, creaturarum primam, primaeque diei opus Creatori circumdat pro vestimento.

Secunda pars incipit versu tertio, agitque de aquis supercoelestibus, extensione coeli, et de Meteoris, quae videtur Psaltes accensere aquis superioribus, scilicet de Nubibus, Ventis, Presteribus, Fulguribus.

Tertia pars incipit a versu sexto, celebratque terram ut fundamentum rerum, quas hic considerat. Omnia quippe ad terram, eamque inhabitantia animalia refert: scilicet quia oculorum judicio duae primariae sunt partes Mundi, Coelum et Terra. Hic igitur considerat, Terram tot jam saeculis non subsidere, non fathiscere, non ruere: cum tamen nemini compertum sit, super quid illa sit fundata.

Non vult docere quod ignorent homines, sed ad mentem revocare, quod ipsi negligunt, magnitudinem scilicet et potentiam Dei in creatione tantae molis, tam firmae et stabilis. Si Astronomus doceat, terram per sidera ferri, is non evertit, quae hic dicit Psaltes, nec convellit hominum experientiam. Verum enim nihilominus est, non ruere terras, Dei architecti opus, ut solent ruere nostra aedificia vetustate et carie consumpta, non inclinari ad latera, non turbari sedes animantium, consistere montes et littora, immota contra impetus Ventorum et fluctuum, ut erant ab initio. Subjungit autem Psaltes pulcherrimam hypotyposin separationis undarum a continentibus: exornatque eam adjectione fontium, et utilitatum, quas exhibent fontes et petrae volucribus et quadrupedibus. Nec praeterit exornationem superficiei Telluris a Mose commemoratam inter opera diei tertiae; sed eam a causa sua repetit altius, ab humectatione puta coelesti: et exornat commemoratione utilitatum, quae redeunt ab illa exornatione ad victum et hilaritatem hominis, et bestiarum habitacula.

Quarta pars incipit versu 20, celebrans quartae diei opus, Solem et Lunam, sed praecipue utilitatem, quae ex distinctione temporum redeunt ad animantia et Hominem, quae ipsi jam est subjecta materia: ut clare appareat, ipsum hic non agere Astronomum.

Non enim omisisset mentionem quinque Planetarum, quorum motu nihil est admirabilius, nihil pulchrius, nihil quod de Conditoris sapientia testetur evidentius apud eos qui capiunt.

Quinta pars est versu 26 de quintae diei opere, impletque maria piscibus et exornat Navigationibus.

Sexta obscurius annectitur a versu 28, agitque de terrarum incolis Animalibus, sexto die creatis. Et denique in genere subdit bonitatem Dei sustentantis omnia, et creantis nova. Omnia igitur, quae de mundo dixerat, ad animantia refert: nihil quod non sit in confesso, commemorat: scilicet quia animus ipsi est extollere nota, non inquirere incognita, invitare vero homines ad consideranda beneficia, quae ad ipsos redeunt ex his singulorum dierum Operibus.

Consilium pro Astronomis.

Atque ego lectorem meum quoque obtestor, ut non oblitus bonitatis divinae in homines collatae, ad quam considerandam ipsum Psaltes
**)6r 10 potissimum invitat; ubi a templo reversus, in scholam Astronomicam fuerit ingressus; mecum etiam laudet et celebret sapientiam et magnitudinem Creatoris, quam ego ipsi aperio, ex formae mundanae penitiori explicatione, causarum inquisitione, visus errorum detectione; et sic non tantum in Telluris firmitudine et stabilitate salutem universae Naturae Viventium, ut Dei munus exosculetur; sed etiam in ejusdem motu tam recondito tam admirabili Creatoris agnoscat sapientiam.

Consilium pro Idiotis.

Qui vero hebetior est, quam ut Astronomicam scientiam capere possit, vel infirmior, quam ut inoffensa pietate COPERNICO credat: ei suadeo, ut missa Schola Astronomica, damnatis etiam si placet Philosophorum
20 quibuscunque placitis, suas res agat, et ab hac peregrinatione mundana desistens, domum ad agellum suum excolendum se recipiat, oculisque, quibus solis videt, in hoc aspectabile coelum sublatis, toto pectore in gratiarum actionem et laudes Dei Conditoris effundatur: certus, se non minorem Deo cultum praestare, quam Astronomum; cui Deus hoc dedit, ut mentis oculo, perspicacius videat, quaeque invenit, super iis Deum suum et ipse celebrare possit et velit.

Braheanae Hypotheseos commendatio.

Quo nomine mediocriter, non parum sane, doctis commendata esse debet Opinio BRAHEI de forma Mundi: quippe quae mediam quodammodo viam incedens, ex una parte Astronomos, quoad ejus fieri, potest
30 inutili tot Epicyclorum supellectile liberat, causas motuum, ignoratas PTOLEMAEO, cum COPERNICO amplectitur; Physicis speculationibus aliquem locum dat, Sole in centrum Systematis Planetarii recepto; ex altera vero parte vulgo literatorum servit, motumque Telluris, adeo creditu difficilem, eliminat: licet per eam Theoriae Planetarum in Astronomicis speculationibus et demonstrationibus, multis intricentur difficultatibus; nec parum turbetur Physica coelestis.

V. Ad objecta de authoritate Sanctorum.

Atque haec de sacrarum literarum authoritate. Ad placita vero Sanctorum de his Naturalibus, uno verbo respondeo. In Theologia quidem authoritatum, in Philosophia vero rationum esse momenta poneranda.
† 40 Sanctus igitur LACTANTIVS, qui Terram negavit esse rotundam: Sanctus AVGVSTINVS, qui rotunditate concessa, negavit tamen Antipodas;

Sanctum Officium hodiernorum, qui exilitate Terrae concessa, negant tamen ejus motum: At magis mihi sancta veritas, qui Terram et rotundam, et Antipodibus circumhabitatam, et contemptissimae parvitatis esse, et denique per sidera ferri, salvo Doctorum Ecclesiae respectu, ex Philosophia demonstro.

Sed satis de Hypotheseos Copernicanae veritate. Revertendum enim ad institutum, a quo feceram initium hujus introductionis.

Coepi dicere, me totam Astronomiam non Hypothesibus fictitiis, sed Physicis causis hoc opere tradere: ad hoc vero fastigium me contendisse duobus gradibus; altero, quod deprehenderam, in corpore Solis concurrere Planetarum Eccentricos; reliquo, quod in Theoria Telluris intellexerim inesse circulum Aequantem, ejusque Eccentricitatem bisecandam.

Tertius gradus ad Hypotheses Physicas motuum. Martialis aequantis Eccentricitatem praecise esse bisecandam.

Igitur hic sit tertius gradus, quod comparatione instituta partis secundae cum quarta certissime demonstratum fuit, etiam Martialis Aequantis Eccentricitatem bisecandam praecise, quod BRAHEVS diu et COPERNICVS dubium effecerunt.

Quare inductione facta ab omnibus Planetis parte tertia ex anticipato demonstratum est: quandoquidem solidi orbes, ut BRAHEVS ex trajectionibus cometarum demonstravit, nulli sunt, Solis igitur corpus esse fontem Virtutis, quae Planetas omnes circumagit. Modum etiam definivi argumentis talem, ut Sol manens quidem suo loco, rotetur tamen ceu in torno, emittat vero ex sese in mundi amplitudinem, speciem immateriatam corporis sui, analogam speciei immateriatae lucis suae: quae species ad rotationem corporis Solaris, rotetur ipsa quoque instar rapidissimi vorticis, per totam mundi amplitudinem; transferatque una secum in gyrum corpora Planetarum, intenso vel remisso raptu, prout densior vel rarior, ipsâ effluxus lege fuerit.

Expedita communi hac virtute, qua omnes Planetae, suo quisque circulo, circa Solem invehuntur; consectarium erat meis argumentationibus; ut singulis Planetis singuli tribuerentur motores, in ipsis Planetarum globis insidentes: quippe solidos orbes jam ex sententia BRAHEI rejeci. Atque hoc ipsum quoque parte Tertia egi.

Hac argumentandi via constituti motores isti, incredibile dictu, quantum mihi laboris exhibuerint parte quarta, dum distantias Planetae a Sole, dum aequationes Eccentri prodere jussi vitiosas produnt, et ab observationibus dissentiunt: non quod falso fuerint introducti, sed quia circulorum quasi pistrinis illos alligaveram, fascinatus opinione vulgari: quibus illi compedibus nexi opus suum facere non poterant.

SYNOPSIS TOTIVS OPERIS.

PARS PRIMA.

- In hoc Opere spectatur Aedificii Astronomici, quod est mihi propositum, vel
  - Typus, qui consistit in aequipollentia Hypothesium. Illa docetur vel
    - Distinctione Inaequalitatum in Primam et Secundam. Capite I.
    - Deductione per Primam Inaequalitatem, vel
      - Solitariam posita Eccentricitate, vel
        - Simplici, visu vel
          - Loco manente. Cap. II.
          - Loco moto. Cap. III.
        - Composita, ubi visus et orbita
          - Loco manent. Cap. IV.
          - Loco moventur. Cap. V.
      - Mixtam Inaequalitati Secundae, quam ponimus incipere à Solis loco { Medio / Apparente } in forma secundae inaequalitatis { Copernicana. / Ptolemaica. / Braheana. } Cap. VI.

PARS SECVNDA.

- In hoc Opere spectatur Aedificii Astronomici, quod est mihi propositum, vel
  - Ad imitationem Veterum, Et constat
    - Praeparatione Observationum, quae habet
      - Censuram, qua materia vel
        - Ob oculos ponitur explicatis ejus comparatae
          - Occasionibus. Cap. VII.
          - Tabulâ. Cap. VIII.
        - Examinatur causâ
          - Accommodationis. Cap. IX.
          - Originis aut Sylvae in qua caesa. Cap. X.
      - Accommodationem, quae fit
        - Legitimâ reductione ad orbitam
          - Remotis obstaculis parallaxeon. Cap. XI.
          - Inquisitis
            - Nodis. Cap. XII.
            - Inclinationis orbium
              - Quantitate. Cap. XIII.
              - Constantiâ. Cap. XIV.
        - Assumptione ex Observationibus. Cap. XV.
    - Opere ipso, ubi Hypothesis primae Inaequalitatis
      - Geometricè constituitur, inquisito
        - Situ et quantitate Eccentricitatis. Cap. XVI.
        - Motu Aphelii et Nodorum. Cap. XVII.
      - Examinatur per observata participantia Inaequalitate
        - Primâ solum, ubi comprobatur. Cap. XVIII.
        - Secundâ quoque, ubi destruitur iterum, vel
          - Argumentis
            - Latitudinis. Cap. XIX.
            - Longitudinis. XX.
          - Solutione seu destructione prioris comprobationis, per aequipollentiam. Cap. XXI.

PARS TERTIA.

- Secunda Epicycli seu Orbis annui. Eum verò participare etiam prima inaequalitate, hoc est, eccentricitate composita.
  - Stabilitur, idque sive dependeat à Solis motu
    - Medio: ubi Apogaeum vel
      - Praesupponitur binis anxie quaesitis observationibus, quibus demonstratur
        - Res ipsa in genere. Cap. XXII.
        - Rei mensura. Cag. XXIII.
      - Simul demonstratur, ternis quibusque observationibus, quibus demonstratur
        - Res ipsa. Cap. XXIV.
        - Rei mensura. Cap. XXV.
    - Apparenti: Elicitur autem rei mensura, et Apopaeum simul, loco Planetae Eccentrico vel
      - Praesupposito observatis ternis. Cap. XXVI.
      - Simul demonstrato, argumento
        - Directo, observatis quaternis. Cap. XXVII.
        - Reciproco, ab eo quod erat demonstrandum, ad principia, observationibus quinque. Cap. XXVIII.
  - In usum traducitur, Constitutis
    - Distantiis, quarum
      - Methodus computandi. Cap. XXIX.
      - Tabula. Cap. XXX.
    - Geometricis. Cap. XXXI.
      - in orbem circumeunt
        - Per se, idque vel
          - Emanans inter mobilia. Cap. XXXII.
          - In suo fonte,
            - Argumentis
              - Quis sit. Cap. XXXIII.
              - Qualis sit. Cap. XXXIV.
            - Objectionum
              - Impedito. Cap. XXXV.

- Structura, quae procedit vel
  - Ex propria sententia. Concernit autem motum vel
    - Longitudinis, in quo insunt inaequalitates duae.
      - Orbis annui. Eum verò participare etiam prima inaequalitate, hoc est, eccentricitate composita.
        - dependeat à Solis motu
          - Apparenti: Elicitur autem rei mensura, et Apopaeum simul, loco Planetae Eccentrico vel
            - observationibus, quibus demonstratur I Rei mensura. Cap. XXV.
            - Praesupposito observatis ternis. Cap. XXVI.
            - Simul demonstrato, argumento
              - Directo, observatis quaternis. Cap. XXVII.
              - Reciproco, ab eo quod erat demonstrandum, ad principia, observationibus quinque. Cap. XXVIII.
        - In usum traducitur, Constitutis
          - Distantiis, quarum
            - Methodus computandi. Cap. XXIX.
            - Tabula. Cap. XXX.
          - Aequationibus, quae computantur ex Suppositionibus vel
            - Geometricis. Cap. XXXI.
            - Physicis, ubi explicantur
              - Causae motrices, quarum alia
                - in orbem circumagit, quae consideratur vel
                  - Per se, idque vel
                    - Emanans inter mobilia. Cap. XXXII.
                    - In suo fonte, qui confirmatur vel
                      - Argumentis
                        - Quis sit. Cap. XXXIII.
                        - Qualis sit. Cap. XXXIV.
                      - Objectionum solutione de effluxu
                        - Impedito. Cap. XXXV.
                        - Libero. Cap. XXXVI.
                  - In comparatione cum Lunae motu. Cap. XXXVII.
                - Eccentricitatem causatur. Ostenditur autem
                  - Cui insit. Cap. XXXVIII.
                  - Quomodo insit. Cap. XXXIX.
              - Praxis computandi ex his causis Physicis. Cap. XL.
      - Prima Planetae propria ratione Eccentrici, quae ex causis Physicis constituitur, vel
        - Cum praeconceptâ opinione Orbitae (quam describat Planeta) vel
          - Circularis, imitatione veterum, ubi praesuppono modum causarum Physicarum, ut c. 39. Super hoc Theoria.
            - Extruitur. Cap. XLI.
            - Rejicitur ut nimis lata. Habet autem refutatio
              - Principia, quae sunt
                - Distantiae, quae inquiruntur. Cap. XLII.
                - Aequationes, quae ostenduntur discrepare. Cap. XLIII.
              - Demonstrationem ex Principiis. Cap. XLIV
          - Ovalis angustioris ex occasione circularis nimis latae deprehensae, et certo modo causarum Physicarum arrepto. ubi Theoria
            - Extruitur
              - Descriptione
                - Causarum Motricum. Cap. XLV.
                - Effectus Geometrici, seu figurae decursae. Cap. XLVI.
              - Exploratione aequationum, quae quaeruntur Methodo vel
                - Directâ per mensurationem
                  - Effectae et circumitae
                    - Areae intra orbitam. Cap. XLVII.
                    - Orbitae circa aream. Cap. XLVIII.
                  - Efficientium principiorum. Cap. XLIX.
                - Indirectâ per inductionem sex modorum possibilium. Cap. L.
            - Rejicitur ut nimis angusta. Habet autem refutatio
              - Principia, eáque vel
                - Aequationes, de quibus proximis cap. quinque
                  - Eccentrici gemellae compares
                    - In usum praesentem. Cap. LI.
                    - Ad stabiliendum Solis apparentem motum. Cap. LII
                  - Epicycli seu Orbis Annui. Cap. LIII.
                - Distantias, quae
                  - Plures inquiruntur in selectioribus locis
                  - Comparantur cum diametro Eccentrici. Cap. LIV.
              - Demonstrationem ex Principiis. Cap. LV.
        - Positis falsis opinionibus, altera excedente, altera deficiente: ubi Theoria
          - Extruitur, demonstratis
            - Distanti ustis
              - Geometricè, quae quales quantae sint. Cap. LVI.
              - Physicè, ex correctis causis motricibus, ostensa forma motus. Cap. LVII.
            - Orbita verè ovali, media inter priorem ovalem et circulum
              - Per aequationes justas. Cap. LVIII.
              - Per consensum aequationum et distantiarum in unam hypothesin. Cap. LIX.
          - Ad usum accommodatur Methodo aequationum genuina demonstrata. Cap. LX.
    - Latitudinis, cujus consideratio est respectu temporum
      - Praesentium tantum et simplex, eáque vel
        - Propter se ipsam. ubi explicantur Inaequalitates
          - Seorsim singulae
            - Prima: ejus
              - Mensuratio Geometrica
                - Principii seu loci Nodorum. Cap. LXI.
                - Termini seu limitum inclinationis maximae. Cap LXII.
              - Causae Physicae. Cap. LXIII.
            - Secunda, seu Maxima latitudo in conjunctione et oppositione cum Sole. Cap. LXV.
          - Permixtae invicem, ubi scilicet contingat latitudo omnium maxima. Cap. LXVI.
        - Ad confirmandam hactenus extructae Theoriae
          - Formam, quod ejus fundamentum sit Sol ipse, non punctum ejus vicarium. Cap. LXVII.
          - Proportionem ad diametrum Telluris, seu Parallaxeon examen. Cap. LXIV.
      - Etiam praeteritorum, et mixta cum aliis nonnullis. Quaeritur enim in inaequalitate
        - Primâ,
          - Planorum inclinatio. Simul de Eclipticae locomotione, et inaequali motu Nodorum Aequinoctiorumque. Cap. LXVIII.
          - Motus medius Nodorum, Simul Aphelii et Eccentrici. Cap. LXIX.
        - Secundâ, Latitudo omnium maxima. Simul orbium proportio, et mutatio Eccentricitatis Solis. Cap. LXX.

PARS QVARTA.

PARS QVINTA.

Nec finis fuit fatigationis meae, priusquam quartum ad Hypotheses Physicas struxi gradum: laboriosissimis demonstrationibus, observationumque plurimarum tractationibus deprehenso iter Planetae in Coelo non esse circulum, sed viam Ovalem, perfecte Ellipticam. Quartus gradus ad Hypotheses Physicas. Iter Planetae in coelo descriptum esse via Ovali.

Accessit Geometria, docuitque, iter tale effici, si propriis Planetarum
***)6v motoribus laborem | hunc assignemus, librandi corpus suum in linea recta versus Solem extensa. Neque hoc solum, sed et aequationes Eccentrici justae et observationibus consentaneae efficiebantur per talem librationem.

Denique igitur aedificio fastigium hoc fuit impositum, et demonstratum Geometrice, librationem hujusmodi effici solere a Magnetica corporea facultate. Itaque Motores hi Planetarum proprii, probabilissime ostensi sunt, nihil aliud esse, quam affectiones ipsorum Planetariorum Corporum tales, qualis est in Magnete poli appetens, ferrumque rapiens: ut ita tota ratio motuum coelestium facultatibus mere corporeis, hoc est, magneticis administretur, excepta sola turbinatione corporis Solaris in suo spacio permanentis: cui vitali facultate opus esse videtur.

Nam parte quinta demonstratum, nostras jam introductas Hypotheses Physicas etiam latitudinibus satisfacere.

Datum tamen fuit aliquid partibus III. et IV. etiam Menti, ut motor Planetae proprius cum animali facultate movendi sui globi conjungat Rationem, si quis objectionibus nonnullis extraneis ad speciem validis territus, Naturae Corporum diffidere velit: modo talis aliquis hoc recipiat, Mentem illam uti apparenti diametro Solis pro mensura librationis, sensumque habere angulorum, quos exquirunt Astronomi.

Tantum igitur in gratiam Physicorum dictum esto: caetera invenient Astronomi et Geometrae suo quaelibet ordine ex sequentibus singulorum Capitum argumentis, quae paulo prolixiora esse volui; cum ut essent loco indicis, tum ut lector passim haerens in obscuritate sive
materiae, seu styli, secundum Tabulam Synopticam, ab his etiam argu- Tabula Synoptica.
mentis aliquam lucem petat; rationemque ordinis et cohaerentiam rerum in idem caput congestarum, si minus fortassis in ipso contextu sit conspicua, percipiat evidentius inter argumenta in paragraphos suos secta. Quare lector boni consulat, rogo.

Huc referatur Tabula Synoptica.

34) consultat

(****) r

ARGVMENTA SINGVLORVM CAPITVM

Cum alia sit Methodus, quam Natura rei docet; alia, quam cognitio nostra requirit; utraque artificialis: neutram a me lector sinceram expectare debet. Mihi enim scopus non hic praecipuus est: explicare motus coelorum, quod fit in libellis Sphaericis et Planetarum Theoriis: neque tantum, docere lectorem, et perducere a primis et per se notis ad ultima; quam viam PTOLEMAEVS ut plurimum observavit: sed accedit tertium aliquid, commune mihi cum Oratoribus; ut quia nova multa trado, id coactus fecisse manifestus sim; itaque demeream et retineam assensum lectoris, et amoliar suspicionem de studio novandi.

Nil igitur mirum, si methodis superioribus admisceam tertiam Oratoribus familiarem, hoc est, historicam mearum inventionum: ubi non de hoc solo agitur, quo pacto lector in cognitionem tradendorum perducatur via compendiosissima: sed de hoc potissimum, quibus Ego author seu argumentis seu ambagibus seu fortuitis etiam occasionibus primitus eodem devenerim. Quod si CHRISTOPHORO COLVMBO, si MAGELLANO, si Lusitanis, non tantum ignoscimus, errores suos narrantibus, quibus ille Americam, iste Oceanum Sinensem, hi Africae Periplum aperuerunt; sed ne vellemus quidem omissos, quippe ingenti lectionis jucunditate carituri: nec igitur mihi vitio vertetur, quod idem eodem lectoris studio per hoc Opus sum secutus. Nam etsi Argonauticorum illorum laborum nequaquam legendo reddimur participes; mearum verò inventionum difficultates et spinae ipsam etiam lectionem infestant: at communis haec fortuna est omnium librorum Mathematicorum: existentque nihilominus, ut sumus homines quorum alios alia delectant, qui superatis perceptionis difficultatibus, hac integrâ inventionum serie simul ob oculos posita, ingenti voluptate perfundantur.

Hac igitur Methodo concinnatum esse Opus universum, jam patebit ex argumentis singulorum Capitum.

Dedi autem operam, ut quoties textus aliquam demonstrationem Geometricam, delineationemve aut praeparationem expediret; literâ cursoria (ut appellant officinae) exscriberetur. Id si non undiquaque obtinet, vel materiae tribues, quae Geometricis miscet Physica, vel Typothetis, qui mea signa non undiquaque perceperunt.

PARS I

CAPVT I

Explicat, qua ratione Astronomi deprehenderint, differre motum primum a secundis, seu Planetarum propriis; qua item ratione fuerint inventae in proprio Planetae motu duae inaequalitates, Prima et Secunda dictae.

Occasio hujus capitis, totiusque adeò primae partis haec est; quod cum primum ad BRAHEVM venissem, deprehenderem ipsum cum PTOLEMAEO et COPERNICO secundam Planetae inaequalitatem censere a Solis motu medio. Mihi verò quatuor annis ante propter rationes Physicas videbatur incipienda a Solis

25) hae 38) Planeta

motu Apparente, ut habes in Mysterio Cosmographico. Orta igitur inter nos disceptatione, BRAHEVS opposuit, se cum esset usus Solis Medio salvasse Observata omnia Primae Inaequalitatis. Reposui ego; nihil hoc impedire, quo minus Ego usus Apparente Solis motu, salvem eadem Observata Primae inaequalitatis: itaque in Secunda inaequalitate cernendum, uter rectius faciat. Quod igitur Ego respondi, demonstrandum fuit parte prima Operis.

CAPVT II

Igitur cum esset propositum negocium perplexum de hypothesium aequipollentia: ejus ego initium feci a prima et simplicissima, quando Concentricus cum Epicyclo permutatur in Eccentricum.

Ne verò jejuna esset Geometria, disputavi super causis et Physicis et Rationalibus seu mentalibus, quibus utramque hypothesium aequipollentiam administrari, motusque perfici consentaneum sit: idque aliter, si concedantur orbes solidi; aliter etiam, si negentur. Quippe BRAHEVS ex trajectionibus Cometarum demonstravit, nullos esse orbes solidos.

CAPVT III

Stante hoc Eccentrico simplici, seu qui aequipollet concentrico cum unico Epicyclo, docetur, quid mutetur seu ad sensum oculorum, seu in causis motuum naturalibus, si medius Solis motus cum apparenti permutetur, hoc est, si visus, imò potius si fons virtutis, imaginatione transponatur in alium locum.

CAPVT IV

1. Absoluto Eccentrico simplici transitur ad Eccentricum cum Aequante, hoc est cum Eccentricitate duplici, quem PTOLEMAEVS quinque Planetarum inaequalitati primae assignaverat. 2. Posita igitur soliditate orbium, demonstratur ejus absurditas; negatà verò, concinnitas et probabilitas Physica. 3. Ostenditur deinde, quomodo COPERNICVS hunc Eccentricum cum Aequante transmutaverit in Concentricum cum duobus Epicyclis. 4. Haec COPERNICI hypothesis, positis orbibus solidis, Physicè mediocriter habere, negatis verò, absurda esse ostenditur. 5. Sed et hoc probatur, deficere illam a Geometrica pulchritudine in itinere Planetae. 6. Nec per omnia aequipollere Eccentrico Ptolemaico: parvo quidem discrimine in prima inaequalitate, majori verò in secunda. 7. Ibidem et demonstratio methodi computandi compendiosè aequationem ex utraque forma Hypotheseos. 8. Modus obliterandi differentiam inter utramque Hypothesin. 9. Denique hujus Copernicanae hypotheseos alia forma per Concentrepicyclum.

CAPVT V

Hoc V caput sic se habet ad IV, ut III ad II. Negocium enim magis serium agitur. 1. de iis, quae mutantur in hypothesi, si visus seu fons virtutis, usurpatione Solis Apparentis motus pro medio, de pristino loco transponatur in alium: idque in forma Copernicanae hypotheseos, quae IV capite fuit postrema. 2. Quae item in causis motuum Physicis ex eadem hypothesi mutentur. 3. Transpositio haec delineatur et instruitur in forma primae inaequalitatis Ptolemaica. 4. Demonstratur, duabus admißis lineis apsidum, altera antiqua, altera ex

(****) v transpositione orta, et sic mutata forma hy|potheseos, sequuturas duorum generum datas apparitiones: manente eodem itinere Planetae in coelo. 5. Constituta vero una linea apsidum; eáque trajecta per antiquum centrum Eccentrici; demonstratur neque sequi necessarias apparitiones pristinas, licet manente itinere; neque planè retineri formam eandem hypotheseos. 6. Denique novâ lineâ apsidum transeunte per centrum Aequantis, et retenta forma hypotheseos, demonstratur transponi iter in coelo. 7. Locus circuli et quantitas demonstratur Geometrice, maximae differentiae seu aberrationis apparitionum a propositis per hanc transpositionem causatae. 8. Demonstratur omnia ista locum habere, si manente visu, transponatur aequali spacio centrum Aequantis in plagam oppositam. 9. Omnia dicta de Eccentrico cum Aequante, qui PTOLEMAEO placuit, applicantur Concentrico cum duobus Epicyclis, Copernico-Braheano, quippe per caput IV aequipollenti.

CAPVT VI

Hic jam capitis V demonstrata, praecipue Numero 6. 7. 8. quodammodo traducuntur in usum. Et hactenus quidem de iis Hypothesibus agebatur, quae primae serviunt inaequalitati, diversae apud diversos. Iam porro adjunguntur et illae, quae secundae inaequalitati sunt tributae; quaeque ut capitales (prae iis, de quibus hactenus) a suis authoribus PTOLEMAEO, COPERNICO, TYCHONE BRAHE denominantur. Vsitate quippe Copernicanam Hypothesin nominantes subintelligimus secundae inaequalitatis. 1. Has igitur initio comparo.

2. In Copernicana ostendo, quomodo primae inaequalitatis hypothesis fuerit accersita a Solis motu medio, quomodoque consurgat Eccentricitas ex puncto Solis vicario. 3. Physicè argumentor, id non recte fieri, sed debere Eccentricitatem computari ab ipso centro corporis Solis. 4. Si inaequalitatem secundam a Solis apparente motu censeamus fieri, quod hic volunt rationes Physicae. 5. Demonstratur hoc pacto, parum variari loca longitudinis in prima inaequalitate, multum vero differre distantias corporis Planetae a corpore Solis. 6. Geometrice demonstratur locus in orbe magno Telluris, in quo visui constituto maxima distantiarum differentia, maximum etiam errorem objiciat. 7. Quantitas erroris Arithmeticis operationibus colligitur excurrere posse ad unum gradum et 20 circiter minuta.

8. In Ptolemaica hypothesi ostendo, quomodo primae inaequalitatis hypothesis fuerit accersita a Solis motu medio. 9. Generaliter ex Physica seu Metaphysica contemplatione multa disputantur tam contra medium Solis motum, quam contra ipsam hanc hypothesin. 10. In specie vero objiciuntur indidem aliqua Solis motui medio peculiariter. 11. Si inaequalitatem secundam a Solis apparente motu censeamus, satisfieri objectionibus Physicis. 12. Situs quantitas et forma novae hypotheseos demonstratur, transpositione puncti Aequatorii. 13. Discrepantia apparitionum primae inaequalitatis, locusque in Epicyclo, in quo contingit maximus error apparitionum secundae inaequalitatis, et quantitas hujus erroris applicantur ex superioribus.

14. In Braheana hypothesi ostendo, quomodo primae inaequalitatis hypothesis fuerit accersita a Solis motu medio; ideoque centrum Concentrici Martii affixum orbi Solis non in centro corporis Solis sed juxta. 15. Contra Braheanam

41) in qua

hypothesin pauca in genere, contra hanc vero affixionis formam specialiter plura ex Physica disputo, contendens affixionem, ut ad captum loquar, in ipso centro corporis Solis fieri debere. 16. Situs quantitas et forma novae hypotheseos, per transpositionem puncti affixionis declaratur, et applicantur ex superioribus loca tam Eccentrici quam Orbis magni eccentricum (seu Concentricum cum epicyclis) gestantis, in quibus error contingit maximus.

Atque hactenus porrigitur pars prima.

PARS II

CAPVT VII

Particularius explico occasiones, et quibus in Theoriam Martis inciderim, et quae me permoverint apparentem Solis motum sequi, primamque partem jam absolutam hoc modo praemittere. Summam habes ad argumentum capitis I.

CAPVT VIII

Exhibet hypothesin primae inaequalitatis Martis, ut ea est a BRAHEO constituta; eamque in Tabula, quae habet fundamenta, scilicet observationes acronychias, et effectum, computatos scilicet locos juxta observatos, eorumque examen, eo directum ut appareret, an haec hypothesis usque adeo scrupulose consentiret observatis.

CAPVT IX

Agit de emendata assumptione observatorum locorum. 1. Ostenditur necessitas, pro loco Planetae in suo proprio circulo, constituendi locum ei respondentem in Ecliptica. 2. Refutatur aequalitas, quam tabula sequitur arcuum a nodo ad locum Planetae visum locumque Eclipticum pertingentium. 3. Refutatur et illa aequalitas, si alter arcus non in locum visum sed in locum verum orbitae terminetur. 4. Refutatur et modus reducendi per visae latitudinis angulum, et astruitur modus reducendi per angulum inclinationis planorum.

CAPVT X

Pertinet eodem, examinatque suscepta loca Tabulae, an a vicinis observationibus correcte et tuto ad oppositum Solis medii fuerint deducta, addunturque et de aliis subtilitatibus admonitiunculae, praesertim de parallaxi. Et hactenus examen Tabulae.

CAPVT XI

Meam ergo accommodationem ad Solis apparentem incepturus a reductione et deductione legitima, ut ne quid in ea peccem, prius inquiro parallaxes Martis diurnas. 1. Narro, quid de iis BRAHEVS senserit. 2. Probo ex BRAHEI observatis, per motus horarios et diurnos, insensibiles pene esse, et minores quam putamus esse Solares. 3. Per ludum applico et meas observationes, eodem spectantes: quibus peculiarem explico methodum inquirendi parallaxin diurnam per latitudinem stationariam.

CAPVT XII

1. Investigandi Nodos Martis, Modus BRAHEI particularis ex observatione vicina, et censura. 2. Modus alius, qui praesupponit cognitas aequationes Ec-

(****) 2 r centri ex Prutenicis, PTOLEMAEO, aut BRAHEO. Quibus simul demon|stratur, nodum descendentem, qui inquiritur quatuor Observationibus, et ascendentem, qui duabus, esse in oppositis Eclipticae locis.

CAPVT XIII

1. Inclinationis Planorum paulo intricatiorem esse rationem ostenditur per omnes tres formas hypothesium. 2. Modus unus, praesupponens aequationes Eccentri cognitas, quando Mars vespertino occubitu vel exortu matutino per inaequalitatem primam in limitibus fuerit: tunc enim visa latitudo aequat veram inclinationem limitum ad Eclipticam. 3. Ostenditur, in quanto arcu Elongationis a Sole id verum sit, idque tam in Copernicana quam in Ptolemaica hypothesi: et perficitur aliquot observationibus circa utrumque limitem. 4. Secundus modus, nihil desiderans nisi selectas et raras observationes, in quibus Sol sit in nodis, Mars in quadrato Solis: et hic per aliquot observationes perficitur. 5. Ampliatur, ut Mars, caeteris manentibus, alio loco possit esse quam in quadrato Solis, et sic alia quam limitis, certa tamen, colligatur certi loci inclinatio. 6. Applicatur hic modus et Ptolemaicae hypothesi, quae habet aliquam difficultatem. 7. Tertius modus per observatas in Solis opposito latitudines incedit, adjungens praecognitam proportionem orbium; traducitur autem per omnes tres hypothesium formas.

CAPVT XIV

Ex demonstratis Capitis XIII porro refutatur opinio Veterum, quasi plana eccentrorum sint libratilia. Demonstratur enim, inclinationem, intra quidem unius vel alterius seculi terminos, esse constantem.

CAPVT XV

Ex observationibus vicinis Arithmetice inquiruntur loca, quae possedit Mars sub articulos oppositionum cum Solis motu apparenti: eaque corriguntur per cautiones hactenus tractatas. denique exhibetur eorum tabula pro fundamento novae operationis.

CAPVT XVI

Ad imitationem igitur veterum, dissimulatis causis Physicis, ponitur, iter Planetae esse circulum; poniturque intra ejus complexum esse punctum aliquod, circa quod aequalibus Planeta temporibus aequales absolvat angulos; interque illud et centrum Solis versari centrum circuli Planetarii, distantia incognita. His positis, et assumptis quatuor observationibus acronychiis cum locis sub Zodiaco et intervallis temporariis, inquiritur Methodo laboriosissima, situs utriusque centri sub Zodiaco, distantia a centro Solis, et proportio utriusque Eccentricitatis, cum ad se mutuo, tum ad radium circuli.

CAPVT XVII

Comparatione locorum Aphelii et Nodorum, quae fuere tempore PTOLEMAEI, cum nostri temporis inventis, colligitur motus illorum, necessarius sequenti capiti.

CAPVT XVIII

Tandem igitur ostenditur, ex hac sic inventa hypothesi, quae apparenti motui Solis innititur, salvari omnem observatum longitudinis motum circa Solis oppositum, idque multo certius, quam prius, cum hypothesis Braheana inniteretur medio Solis motui.

CAPVT XIX

1. Etsi hactenus officium fecit hypothesis inventa in motu longitudinis circa Solis oppositum: demonstratur ea tamen officium non facere in motu latitudinis circa Solis oppositum. 2. Demonstratur autem neque Braheana officium hic facere. idque utrumque in forma Copernicana. 3. Idem in forma hypothesium Ptolemaica et Braheana. 4. Ostenditur, errorem circa latitudines in eo esse, quod non fuerit bisecta Eccentricitas. 5. At si bisecetur Eccentricitas, tunc hypotheses aberrare in longitudinis motu. Ex quibus causa patefit, quae me impulerit, ut desertis veteribus diligentius super his rebus inquirerem.

CAPVT XX

Vt priori capite per motum latitudinis circa Solis oppositum, sic nunc per motum longitudinis extra oppositum Solis, erroris convincitur haec mea hypothesis. 2. Sic et Braheana, medio Solis motui innixa. 3. Demonstratio applicatur etiam formae motuum Ptolemaicae et Braheanae. 4. Digitus intenditur ad fontes errorum et ad correctionis modum. 5. Protheorema interjicitur, quales lineae in plano Eclipticae sint substituendae lineis distantiae Planetae a Sole in plano Eccentrici Planetae, quando Planeta habuerit aliquam latitudinem.

CAPVT XXI

Causae ex Geometria petuntur, efficientes, ut falsa Hypothesis verum prodat: et ostenditur, quatenus id fieri possit.

Atque hic finis partis secundae, in quâ Veteres sum imitatus.

PARS III

CAPVT XXII

Mea igitur methodo usus, totum negocium de novo incipio, non a prima sed a secunda inaequalitate. Et 1. explicantur occasiones, quibus inciderim in suspiciones de Aequante circulo in Theoria Solis regnante. 2. Demonstro in tribus hypothesium formis: posito Aequante, (quod mihi placebat;) videri Orbem magnum (seu Ptolemaeo Epicyclos) augeri et minui, quod BRAHEVS asserebat. 3. Traditur methodus observationes idoneas inquirendi, ex | quibus (****) 2 v
Aequans iste probetur. 4. Demonstratur res ipsa ex duabus selectis observationibus: et supposita restitutione Braheana, quae medio Solis motui innititur.

CAPVT XXIII

Inventis superiori capite duorum in Zodiaco locorum distantiis Solis a Terra, et adjuncto loco Apogaei Solis seu Aphelii Terrae; demonstratione Geo-

2) hac si

metrica inquiritur et Eccentricitas circuli Solis vel Terrae: qui perfectus praesupponitur esse.

CAPVT XXIV

Demonstratur idem quod capite XXII, sed observationibus quatuor magis promiscue oblatis, quae tamen Martem habent in eodem Eccentrici loco: partem scilicet aliquam de Solis vel Terrae Eccentricitate dandam Aequanti circulo: idque etiam in tribus formis hypothesium inter se comparatis: atque etiam supposita restitutione Braheana motuum Martis, quae medio Solis motui innititur.

CAPVT XXV

Inventis igitur superiori capite trium et trium in Zodiaco locorum distantiis Solis a Terra; demonstratione Geometrica, quae nihil praeterea supponit, nisi iter perfecte circulare, inquiritur non tantum Eccentricitas circuli Solis vel Terrae, ut cap. 23. sed etiam ipsius Apogaei Solis, vel contrarii Aphelii Terrae locus, idem fere, qui a BRAHEO est inventus ex observationibus Solis propriis, cum hic sint observationes tantummodo Martis.

CAPVT XXVI

Observationes hae quatuor capitis XXIV a medio motu Solis ad verum, a restitutione Braheana ad meam transferuntur; et colligitur idem inde quod Cap. XXV. Et proponitur demonstratio in omnibus tribus hypothesium formis.

CAPVT XXVII

Audaciori etiam methodo nullam plane praesuppono Martis restitutionem; et assumptis aliis Martis observationibus, non minus quatuor sic comparatis ut supra, demonstro non tantum Eccentricitatem Solis seu Terrae, et Aphelium simul ut hactenus, et proportionem Orbium hoc Eccentrici loco, sed etiam ipsum Martis locum Eccentricum sub Fixis, qui prius praesupponebatur ex restitutione cognitus.

CAPVT XXVIII

Eadem fere demonstrationis forma, sed adsumpta Solis vel Terrae Eccentricitate, et Aphelio, toties jam comprobatis; adjunctis vero compluribus observationibus, puta hic quinque sic comparatis inter se ut hactenus; ostenditur, semper unum et eundem prodire locum Martis Eccentricum, fere ut capite XXVII. Memineris autem in omnibus praecedentibus Partis III. capitibus praesupponi viam Terrae perfectum circulum; ut est quidem ad sensum. Nam propter parvam Eccentricitatem Ellipsis ipsi parum demere potest.

CAPVT XXIX

Ponitur Eccentricus perfecte circularis, et Eccentricitas cognita, ejusque dupla Eccentricitas puncti Aequatorii. Tunc Geometrice ex his positis inquiruntur distantiae, primo Apogaea et Perigaea, secundo distantiae in anomalia coaequata 90, tertio distantiae reliquae. Ibidem demonstratur et compendium,

18) capitis quarti

una operatione quatuor distantias inquirendi. Amplius demonstratur punctum circuli, quod semidiametro circuli distat a centro Solis. Denique demonstratur punctum aliud circuli, in quo una pars aequationis fit omnium maxima.

CAPVT XXX

Distantiae Solis et Terrae in Tabula exponuntur: modusque docetur excerpendi, qui etsi ostenditur excedere limites principiorum, et circuitum sideris ovalem efficit, ideoque provocat juste ad sequentia capita XXXI. XL. XLIV. LV. ubi scrupulus hic tollitur: non tamen sensibiliter abire docetur ab iis, quae hactenus erant demonstrata.

CAPVT XXXI

Metuebat BRAHEVS, ne bisecta Solis Eccentricitate suas ipsi aequationes Solis turbarem. Hic ergo metus tollitur, demonstrato, seu per integram Eccentricitatem, seu per bisectam, seu per duplicationem ejus, quod a dimidia Eccentricitate extruitur, semper eandem in Sole prodire aequationem. Alius igitur scrupulus est cap. XXX. alius hic cap. XXXI. Ibi metuebatur distantiis, hic metuitur aequationibus Braheanis: ibi causa metus est figura itineris, hic Eccentricitatis ratio: illic anticipata fuit consideratio, hic propria hujus loci.

CAPVT XXXII

Primum fit inductio; omnes omnino Planetas uti Aequante circulo, seu bisectione Eccentricitatis puncti Aequatorii.

Super hoc principium Geometrica demonstratione extruitur universale hoc, Moras Planetae in aequalibus arcubus Eccentri proportionari cum discessu Planetae a puncto, unde consurgit Eccentricitas. Arrigite aures Physici. hic enim deliberatio suscipitur de impressione in vestram provinciam facienda.

CAPVTA XXXIII

Iam enim ex conclusione demonstrationis praemissae, et adjunctis aliis axiomatibus mere Physicis et confeßis, evincitur, distantias Planetae a centro unde computatur Eccentricitas, esse causas dispensatrices morarum Planetae in aequalibus Eccentrici arcubus.

Secundo docetur, causas has dispensatrices morarum residere in distantiarum termino altero, qui distantiis omnibus est communis: scilicet in centro Systematis Planetarii.

Tertio assumitur ad haec sic demonstrata, partim ex Parte Prima, ut probabiliter demonstratum, partim ex Quarta et Quinta Partibus, ut necessario et Geometrice demonstratum; partim etiam hoc ipso loco et parte Secunda probabile efficitur, ipsum corpus Solis esse in centro Systematis Planetarii.

Quarto hinc jam consentaneum efficitur, virtutem motricem seu morarum dispensatricem esse in corpore Solis: Accedunt argumenta Physica.[1]

Tunc obiter infertur et hoc, Solem in centro Mundi quiescere, Terram circa (****) 31
centrum mundi moveri. Hic animadvertat Physicus: Speculationes has Physicas inniti motui Telluris, sed aliunde deduci, et valere tam in BRAHEI, quam in COPERNICI sententia. Quin potius e contrario his ipsis speculationibus jam motus Telluris et quies Solis inaedificantur.

Quinto demonstratur, Virtutem motricem plane ut Lucem, recipere quantitates, extenuarique in majori ambitu, condensari in minori.

Sexto hinc demonstratur, id quod movet Planetas de loco in locum, esse speciem immateriatam ejus virtutis, quae in corpore Solis est, similem speciei immateriatae Lucis.

CAPVT XXXIV

Pertexitur speculatio Physica, demonstraturque ex praemissis, speciem illam virtutis, quae vehit Planetas. per mundi amplitudinem circumire instar fluminis, seu vorticis: celerius quam Planetas.

Secundo hinc demonstratur, et corpus Solis circa axem suum converti: ubi probabiliter periodicum tempus hujus conversionis inquiritur, simulque disputatur, quid Terram quidque Lunam moveat.

Tertio, corpus Solis probatur esse quasi magneticum. Et ostenditur exemplo Telluris, esse Magnetas in coelo.

CAPVT XXXV

Objectio solvitur, an motus siderum, si ex Sole est, impediatur interpositu corporum, ut Lux: unaque multa ex Capite superiori illustrantur: quomodo scilicet Virtus Motrix et lux cognatae sint, et altera alterius comes.

CAPVT XXXVI

Solvuntur aliae objectiones. Prima quidem Geometrice instruitur argumentans a puncto corporis Solis ad lineam, ab hac ad superficiem ejus, planam secundum apparentiam, et sic etiam ad sphaericam, ut evincat lucem spargi alia proportione densitatis, quam ut aequiparari possit virtuti motrici. Sed respondetur ex principiis Opticis, principium argumentationis non posse esse punctum vel lineam, sed superficiem ipsam. Deinde negatur, considerandas quantitates apparentes disci Solis, in effectu physico; quod potuisset pluribus declarari. Nam ne signum quidem esse potest hujus effectus physici, cum alia utatur proportione. Etsi infra fiat signum rei alterius. Et sic asseritur Luci modus sparsionis plane commensuratus motuum Planetariorum dispensationibus.

Altera objectio pugnat in contrarium, Lucem ineptam ad motus societatem, ut quae etiam ad polos spargatur; solvitur autem ex principiis susceptis, hoc est, Physicis, plane Geometrice, ut ex solutione pateat causa naturalis Zodiaci, et cur Planetae Zodiacum nunquam deserant.

CAPVT XXXVII

Quaeruntur ex positis principiis physicis occasiones ejus inaequalitatis in Luna, quam BRAHEVS Variationem appellavit, quae Lunam Novam et Plenam velociorem reddit quam alias. Vbi removentur duae falsae super hac re opiniones. Deinde indidem quaeruntur occasiones, quibus Aequatio Lunae in quadraturis major fiat quam in conjunctione et oppositione cum Sole. Accedunt alia ad explicationem ejus peculiaris virtutis, qua Luna movetur, pertinentia.

CAPVT XXXVIII

Praeter communem ex Sole Vim motricem, Planetas singulos singulis aliis causis motricibus dispensare motus suos, probatur duobus argumentis: uno ducto a motu longitudinis, altero a motu latitudinis.

CAPVT XXXIX

Initio praemittuntur axiomata sex Physica necessaria ad inquisitionem virtutis, quae singulis Planetis est attributa peculiariter.

Regnant autem unâ toto hoc capite duae hae praeconceptae opiniones: Prima, Planetae ambitum ordinari in perfecto circulo: Secunda, iter hoc ejus dispensari a Mente. Disputatur igitur, quomodo Mens ista ex itinere Planetae circulum possit efficere. Et primo demonstratur, id fieri posse, si propria Planetae virtus perfecto Epicyclo moliatur corpus suum invehere, interimque rapiatur corpus etiam a virtute Solari. Huic modo quinque opponuntur absurda Physica. Secundo demonstratur id fieri posse, si Planeta observet certum punctum extra Solem, a quo aequaliter distet in omni suo circuitu circa Solem. Verum et haec certi puncti incorporei observatio refutatur tribus absurdis.

Tertio demonstratur fieri posse perfectum circulum, si virtus Planetae propria libraret Planetam in diametro Epicycli versus Solem porrecta, lege vero praescripta tanquam a circumferentiae Epicycli decursu. At simul ostenditur non posse describi justas librationes a Planeta, si versetur is in Epicycli diametro; sed nec respondere illas arcubus Eccentri confectis, nec tempori, nec anomaliae coaequatae: posito quidem, quod ex composito itinere Planetae fieri debeat perfectus circulus.

Quarto negatur etiam hoc, vim Planetae propriam Mente quodammodo concipere imaginarium Eccentricum vel Epicyclum, exque ejus praescripto, distantias ad perfecte circularem ambitum requisitas ordinare.

Quantisper igitur ambitum Planetae putamus esse perfecte circularem, manet in dubio, ad quam normam Mens Planetae propria librationes has sui corporis expendat.

Sic ventilata norma librationis hujus, progredior etiam ad medium, quo comprehendere Mens Planetae possit hanc normam et librationem ab illa praefinitam. Sive enim Epicyclus pro norma sit, sive ejus diameter, sive Eccentrici centrum; omnia ista ut inepta comprehensu rejecta sunt, indigentque medio commensurato, ad comprehendendum apto, per quod comprehendantur a Mente. Vbi astruitur, Mentem Planetae respicere ad crescentem et decrescentem Solis diametrum, eaque uti pro argumento distantiae sui corporis a Sole, idque verisimilitudine ducta a latitudinibus. Respondetur etiam ad objecta de Solis exilitate, et de sensuum in Planetis defectu. Neque tamen omnino ἀναντίλεκτον esse sententiam de gubernatione Mentis, in fine movetur.

Denique et difficultas aperitur circa corporis Planetarii loco motionem a vi insita animali. Et sic multis undique difficultatibus objectis, illud unicè agitur, ut opinio, quae hactenus erat praeconcepta, de itinere Planetae perfecte circulari (partim etiam de gubernatrice librationis hujus Mente) in dubium vocaretur rationibus Physicis; paulo post penitus convellenda Geometricis, Capite XLIV.

CAPVT XL

1. Methodus, quomodo pars aequationis Physica, seu mora Planetae in ali-
(****) 3 v quo arcu Eccentrici, inveniatur ex | distantiis punctorum ejus arcus a Sole. 2. Ibi est Geometrica demonstratio, quomodo infinitorum arcus punctorum distantiae a Sole, quamproxime insint in area, quae est inter arcum et lineas, quae Solem ad terminos arcus connectunt. Et quomodo unum triangulum inter Solem, centrum Eccentrici et finem arcus, exhibeat utranque partem aequationis; angulo ad finem arcus, Opticam; areâ, Physicam. 3. Demonstratio; in Sole aequales esse ad sensum partes aequationis, Opticam et Physicam. 4. Praemittitur demonstratio; Triangula aequibasia esse in proportione altitudinum. 5. Per hoc theorema demonstratur, aream trianguli Aequatorii crescere cum sinu anomaliae Eccentri: unde compendium existit computandi hanc aream. Simul ostenditur experimento numerorum, non differre sensibili aliquo partes aequationis: id primò in gradu 90. deinde in gr. 45. 6. Exceptio sequitur minutula, demonstrans aream paulo minus habere, quam omnium graduum Eccentri distantias: et paulo plus, quam omnium graduum anomaliae coaequatae distantias. 7. Geometrica delineatio quadrilateri Conchoidis, quod aequiparatur distantiis omnium graduum Eccentri a Sole. Vbi provocantur Geometrae ad hoc spacium quadrandum. 8. Spacium inter duas Conchoides • demonstratur non esse ejusdem latitudinis in locis a medio aequedistantibus. De hoc plura cap. XLIII.

PARS IV

CAPVT XLI

Posito, iter Planetae perfectum esse circulum, et assumptis trium Eccentrici locorum distantiis Martis a corpore Solis certissime demonstratis parte tertia, Geometrica demonstratione elicitur locus Apogaei falsus, Eccentricitas falsa, et proportio falsa.

CAPVT XLII

Nova ratione inquiruntur duorum Eccentrici locorum distantiae, Aphelio vicinae, observationibus quinque; Perihelio, tribus. Deinde per dimidiationem periodici temporis et Zodiaci circuli, certissime inquiritur locus Aphelii, et deprehenditur idem, qui parte secunda et prima. Ex eo corrigitur longitudo media Martis. Comparatione vero utriusque distantiae elicitur vera Eccentricitas, et proportio Orbium Martis et terrae. Eccentricitate Eccentrici certissime (licet non omnino subtilissime) constituta ex Solis observationibus, simul patescit, dimidiam esse de Eccentricitate Aequantis, alibi inventa. Itaque etiam in Marte valere speculationes praemissas a capite XXXII.

CAPVT XLIII

Ponitur fundamenti loco, quod hactenus erat demonstratum Cap. XLII: Eccentricitates esse inter se in proportione dupla. Ponitur secundo, orbitam Planetae ordinari in circulo perfecto. Ponitur tertio, quod cap. 33. erat demonstratum, moras Planetae in aequalibus orbitae arcubus esse in proportione

distantiarum illorum arcuum a Sole. His positis, aequationes eliciuntur vitiosae, dissentientes ab experientia. Tunc fit admonitio, ubi non lateat illa falsitas. 2. Huic rei necessaria est mensuratio spacii inter duas Conchoides capitis XL, quae cum habeat nonnullam ἀτεχνίαν, Geometrae provocantur.

Sic igitur constat, falsae conclusionis omnino praemissarum aliquam esse falsam.

CAPVT XLIV

Duobus argumentis demonstratur, orbitam Planetae non esse circulum, sed Ovalem figuram.

In primo praesupponuntur demonstrata capitis XLI. XLII. Alias quippe distantias efficit perfectus circulus, cujus diameter erat Cap. XLII. inventa, alias et quidem breviores ad latera, requirunt observationes Capite XLI repetitae. Sed ovalis figura admittit tales. Orbita igitur est ovalis.

In secundo argumento praesupponuntur eadem, quae Cap. XLIII. Moras, de quibus experientia testatur, non admittit circularis figura, admittit vero Ovalis. Orbita igitur Planetae Ovalis est.

CAPVT XLV

In sequentibus lector ignoscet meae credulitati, dum omnes ex meo ingenio aestimo. Quippe mihi non multo minus admirandae videntur occasiones, quibus homines in cognitionem rerum coelestium deveniunt; quam ipsa Natura rerum coelestium. Occasiones igitur has diligenter explico: non dubium, quin cum aliquo lectoris taedio. Sed tamen jucundior est victoria, quae parta erat cum periculo; et nitidior ex nubibus Sol exit. Attende igitur lector ad pericula nostrae militiae; contemplare nubes nigredine horrendas; contemplare inquam. nam post has nubes certò Sol veritatis latet, et brevi emerget. Explicantur igitur occasiones, quae me invitarunt, ut ponerem denuo falsum, Planetam vi insita moliri Epicyclum perfectum, ejusque partes aequales temporibus scribere aequalibus: eundem vero Planetam rapi a vi extranea Solis, aequalibus temporibus inaequaliter, ut hactenus. Hinc igitur demonstratur, Orbitam seu iter ex utraque causa conformatum evadere in figuram Ovalem.

CAPVT XLVI

1. Primum, haec Physica hypothesis, quae Epicyclo propria est, permutatur in Eccentricum. 2. Tunc docetur una ratio describendi lineam motus Planetae ex hac sententia. 3. Recensentur quatuor ἀμηχανίαι, quae circa hunc modum occurrunt. Vbi ostenditur, non esse idem medium inter terminorum summas, quod est inter ipsos terminos. 4. Proponitur secundus modus describendi hanc lineam, et ostenditur hujus quoque modi ἀμηχανία. Vterque modus utilis est interim operationibus per numeros. 5. Proponitur tertius modus describendi orbitam Planetae, conjunctione duarum hypothesium. 6. Rejicitur quartus modus, quem quis tradere possit. 7. Demonstratur, lineam sic creatam verè esse Ovalem, non Ellipticam.

CAPVT XLVII

Posito vero, lineam itineris Planetae perfecte esse Ellipticam, demonstratur, aream ellipsis minorem esse quam aream circuli, areola Epicycli seu circuli,

ab Eccentricitate Eccentrici descripti, fere. 2. Inquiritur area illius circuli, et sic etiam plani Oviformis. 3. Ostenditur necessariam esse etiam Geometricam sectionem illius areae Oviformis in data ratione: ubi provocantur Geometrae. 4. Meniscus, quo differt Ovalis area a circulo, in rectum extenditur Geometrice, quantum potest. 5. Geometris proponitur contemplandum, an sic extensus duplus sit ad verum Meniscum. 6. Cum non sit in promptu ratio dividendi Ellipsin vel Ovalem per se solitariam; demonstratur, Ellipsin beneficio circuli commode dividi posse. 7. Posita igitur Ellipsi et circulo divisa, ostenditur modus computandi et distantiam et aequationem. 8. Aequatio computata ad anomaliam 90: ubi area in numeris quadrati diametralis exprimitur. 9. Modus ex ratione Physicae aequationis, corrigendi Eccentricitatem. 10. Aequatio computata ad | octantes anomaliae, ubi area trianguli Aequatorii exprimitur numeris secunda scrupula significantibus. 11. His etiam falsis aequationibus deprehensis, non minus quam prius Cap. XLIII. circumspectantur causae erroris.

(****) 41

CAPVT XLVIII

Omnia incommoda Capitis XLVI. seu imperfectiones Geometriae eliminare sum conatus, confugiendo ab areis ad Ooidis circumferentiae sectiones numerales.

1. Docetur, quomodo hac via ex distantiis, quae inveniuntur ad aequales temporis particulas, Geometrice inquiratur correspondens portio viae Ovalis ex Capitis XXXIII. demonstratis, et supposita cognitione totius Ovalis longitudinis. 2. Ατεχνίας, quae pro duabus distantiis initij et finis alicujus arcus, unicam distantiam puncti medij usurpat, ratio redditur Geometrica. 3. Ατεχνία alia, quae tamen via Geometrica incedit, demonstratur terminorum, in quos desinunt portiones Ovalis, appropinquatio ad centrum Eccentrici, et sic angulus ad id centrum, quem subtendit portio Ovalis: denique ex hoc is etiam angulus, quem eadem portio Ovalis subtendit ad centrum Solis. 4. Ατεχνία alia inquirendae longitudinis viae ovalis, sed quae Geometricas tamen speculationes alias comitatur. Dantur enim duo circuli, eorumque duo media, alterum Arithmeticum, alterum Geometricum, quorum illo major circulus efficitur, hoc minor. Duobus igitur argumentis, Ellipsis probatur aequalis medio Arithmetico: altero communiori a contractu extremorum; altero Geometrico plane, quo demonstratur Ellipsis certo superare minus medium; igitur aequare majus medium probabile. 5. Processus unus inquirendi aequationes, qui negligit, quae Numero 3. et 4. sunt dicta: perinde ac si, ut in summa, sic et in partibus, se mutuo compensent. 6. Demonstratur Geometrice, non esse in partibus aequales amplificationem visivam ex appropinquatione Num. 3. et contrariam decurtationem Ellipticorum arcuum Num. 4. 7. Processus recensetur genuinus, hujus capitis demonstratis omnibus consentaneus: Et aequationes hinc inventae adhuc erroris arguuntur.

CAPVT XLIX

1. Methodus superior ostenditur principium petere, et contra id peccare quod erat ipsi propositum. 2. Missis igitur non tantum areis Capitis XLVI. XLVII. sed etiam Ovalibus circumferentiis capitis XLVIII. ad causas reditur,

43) principum

quibus Ovalis efficitur. Et quia hactenus epicyclus in Eccentricum erat transpositus, ubi confundebatur virtus Planetae propria cum virtute ex Sole; resumitur igitur Epicyclus cum concentrico, et applicantur causae Physicae ex cap. XLV. ut fundamentum inquirendi aequationes hac viâ, recte habeat. 3. Methodus ipsa constructarum aequationum recensetur, et aequationes ejusdem erroris arguuntur ab experientia, qui supra fuit Cap. XLVII. 4. Diluuntur igitur suspiciones erroris in calculo, quae supra cap. XLVII. nascebantur: et concluditur, peccare Hypothesin ipsam cap. XLV.

CAPVT L

Habet conatus sex, per distantias ipsas inquirendi aequationem, id est moram Planetae in certo arcu Eccentrici, usurpatas priusquam scirem in plano inesse summam distantiarum. Etenim moras ex distantiis esse desumendas certissimum est ex cap. XXXIII. At cum tres sint anomaliae: una, quae temporis est mensura; secunda, quae arcus Eccentrici; tertia, quae anguli, quem subtendit ille arcus ad Solem: omnium trium anomaliarum partibus 360. aequalibus, singulis singulas dedi distantias. Hoc itaque nomine triplex est facta consideratio distantiarum. Sic cum ex eodem cap. XXXIII. pateat iter Planetae diurnum in Aphelio ad diurnum Perihelii, apparens ex centro quasi Solis, esse in proportione dupla conversa ejus, quae est inter distantias Planetae a Sole Apheliam et Periheliam: quadravi igitur omnes distantias, et divisi per mediocrem 100000, ut, quod prodit id comparatum ad mediocrem 100000, repraesentaret illam rationem duplam, quae regnat inter diurnos apparentes ex centro Solis. Tribus igitur distantiarum generibus totidem genera tertiarum proportionalium accesserunt: quibus perquisitis speravi nihil a me praetermissum iri, quod ad effectum causarum naturalium, (quae per distantias docent inquirere locum Planetae Eccentricum) pertineret: ut ita sex fierent modi.

In primo et secundo, qui habet distantias anomaliae Eccentri seu secundae, occurrit aliquid Geometricum consideratione dignum. Summa enim 360 linearum tertiarum aequavit summam 360 radiorum, seu primarum linearum. Id proponitur Geometris demonstrandum.

Praeterea modorum horum sex, comparatio haec est. Nam duo (quartus et quintus) rem ducunt in absurdum, et duplicant errores aequationum. Quatuor vero reliqui coincidunt cum modis capitum praecedentium, ex quibus duo (secundus et tertius) ponunt iter Planetae esse circulum, duo vero (primus et sextus) transferunt distantias, et ovale iter praestant, ex sententia capitis XLV. Et quantum illi excessu, tantum hi peccant defectu: habentque veritatem in medio.

CAPVT LI

Deprehenso, aequationes vitiosas fieri per Ovalem Capitis XLV, jam etiam exploratur, an eadem et circa distantias peccet.

Igitur hoc capite assumuntur primo observationes, secundo distantiae Solis a Terra, quales sunt certissime demonstratae parte Tertia. praeterea nihil ponitur, seu inter demonstrationis principia assumitur. Ex his igitur demonstrantur distantiae Martis a Sole in plurimis locis Eccentrici per totum ambitum: et quidem in locis ita selectis, ut singula ex singulis semicirculis ascendente et descendente, aequaliter removeantur a loco Aphelii, supra non una via invento. Vnde comprobatur Aphelium: et simul exploratur fides Hypotheseos Vicariae.

CAPVT LII

Ex demonstratis capitis prioris demonstratur porro, partes aequaliter ab invento Aphelio remotas, distantes aequaliter a Sole, distare inaequaliter a quocunque alio puncto extra lineam per Solem et Aphelium: Ergo lineam Apsidum Martis per ipsum corpus Solis transire, cum Eccentricus Martis ab omnibus aliis lineis absurde scilicet in duo inaequalia dividatur segmenta. Additur praeoccupatio, si quis illum Eccentricum super aliud punctum vellet aedificare, sic ut ab alia is linea, quam quae per Solem transit, in duo aequalia secaretur, ipsum refutatum iri ab observationibus. Eodem modo demonstratur, cum Sol sit in Eccentrici Ovalis diametro longiore, punctum igitur Solis vicarium, super quo COPERNICVS extruit Eccentricum, esse extra illam longiorem diametrum. At verisimile nequaquam esse, ut Eccentrici Ovalis alia sit linea Apsidum quam longior Ovalis diameter: igitur lineam Apsidum non praeter Solem transire: et sic omnium Planetarum lineas Apsidum in ipso centro Solis concurrere, non in puncto aliquo medii loci Solis.

CAPVT LIII

Peculiaris methodus inquirendi distantias Martis a Sole prope oppositionem
(****) 4v ejus cum Sole: et simul demon|stratio puncti orbis magni, ex quo error in distantia commissus apparet omnium maximus. Vbi praesupponitur differentia locorum Eccentricorum duorum, et distantiarum utriusque a Sole mediocriter cognita. Qua ratione simul, ut prius Cap. LI. exploratur fides Hypotheseos Vicariae.

CAPVT LIV

Collectione eorum quae passim sunt demonstrata; magna cautione constituitur et attemperatur proportio Eccentricitatis et Orbium.

CAPVT LV

Tandem reditur in viam, unde capite XLV. deflexeramus. Inductione enim omnium demonstratur, uti circulus capite XLIV. ad latera nimis erat laxus, sic Ovalem capitis XLV. esse nimis angustam. Argumenta duo sunt. Alterum à distantiis ductum: ubi comparantur observatae et cap. LI. LIII. productae, cum distantiis ex Hypothesi computatis, ex proportione orbium capitis LIV, et forma motuum Capitum XLV. XLVI. XLIX. Et ostenditur observatas esse longiores. Alterum argumentum sumitur ab aequationibus. Nam aequationes ex circulo computatae Cap. XLIII. peccabant in partem unam; quae vero Ovali Capitis XLV. computabantur per capita XLVI. XLVII. XLVIII. XLIX. L. tantundem peccabant in partem alteram.

CAPVT LVI

Hinc jam demonstratur, distantias non ex circumferentia Epicycli desumendas, sive aequabiliter in eo Planeta incedat, ut cap. XLV. sive proportionem retineat motus Eccentrici, ut cap. XLI. sed sumendas esse ex Epicycli diametro. Praemissae eaedem sunt, quae in priori.

CAPVT LVII

Cum rationes Physicas capitis XLV. necesse sit aliquid falsi habere admixtum, propter effectum falsum: jam patefacto genuino effectu, instaurantur illae rationes Physicae, et continuatur speculatio capitis XXXIX.

Primo ostenditur, librationem in diametro Epicycli (quae reddit distantias, observatis consentaneas) tenere leges Naturales Corporum. 2. Cum libratio sit translatio de loco in locum, ostenditur, hanc translationem corporis Planetae fieri et perfici a Sole, non minus quam parte III. circumlationem: sic tamen, ut hujus librationis habenae sint penes Planetam ipsum. Id declaratur duobus exemplis, altero remorum imperfecto, altero perfectiori magnetis. 3. In applicatione magnetici exempli, duae statuuntur utrinque et in Magnete et in Planeta facultates: altera directionis, altera appetentiae. Magnes dirigitur versus polum: ferrum vero appetit. Ita Globus Planetae dirigitur in Fixas, appetit vero Solem. Directionis igitur opus, a qua pendet motus et locus Aphelij, initio in dubio relinquo, sitne Mentis an Naturae. Appetentiae opus, a qua pendet Eccentricitas, Naturae transcribo, et ostendo crassiori Minerva, mensuram librationis observando deprehensae, consentaneam esse causae Physicae per partes. 4. Postea accuratius ista tractans, initio facto a Directionis opere, et concesso, quod ei deroget aliquid declinatio ex appetentia Solis orta: sicut Magnes in polum directus, declinat tamen nonnihil, ob ferrum et Montes a latere vicinos: demonstro, posse naturali corporeaque facultate, etiam sine mentis ministerio, salvari locum et tardissimam translationem Aphelii in consequentia. 5. Appetentiae vero mensuram demonstro tenere rationem staterae: et specialius, sinum rectum anomaliae coaequatae metiri fortitudinem appetentiae, quolibet puncto temporis. 6. Circa librationem vero peractam quolibet tempore, attende lector quid demonstrem. Ex Cap. LVI patet ejus mensura: nempe sinus versus anomaliae non coaequatae sed Eccentri. Ea mensura observationibus innititur. Hic igitur in id elaborandum mihi fuit, ut ex dicta mensura fortitudinis quolibet loco (erat autem sinus rectus anomaliae coaequatae) demonstrarem etiam hanc mensuram lineae librando confectae, scilicet sinum versum anomaliae Eccentri. Vt hoc obtineretur, ostendendum fuit, quadrante diviso in aliquot partes aequales, sinum versum alicujus arcus insensibili minorem habere proportionem ad sinum versum totius quadrantis, quam habet summa sinuum in arcu, ad summam sinuum in quadrante. 7. Hic quo minus cohaereret haec praemissa cum illa conclusione, duo obstare videbantur. Primum, quod anomalia Eccentri, librationis mensuram exhibens, in superiori semicirculo major erat, pluresque sinus exhibebat anomalia coaequata, fortitudinis exhibente mensuram. Responsum autem est, id recte fieri; eo quod in illa coaequata, Planeta etiam plus temporis consumat, quare et plus virium effundat. 8. Alterum obstaculum; sinus coaequatae breviores esse sinubus Eccentri in superiore sc. semicirculo. Ostensum igitur est, ipsum etiam sinum versum nonnihil deficere a summa sinuum arcus sui, et sic aequipollere summae breviorum sinuum. 9. Quae objici possunt exemplo Magnetis partim diluuntur: partim occasionem praebent, Natura in dubium adducta, ad Mentem transeundi, ut appareat, an et quo pacto Mens Eccentricitatem librando queat efficere. 10. Itaque positis, quae sunt Cap. LVI. certissime demonstrata, ver-

10) imperfectae 43) breviorem

sum sinum anomaliae Eccentri metiri librationem, demonstratur jam, sinum versum anomaliae coaequatae metiri incrementum apparentis diametri Solis, hoc est, non tantum incipere augeri apparentem Solis diametrum, cum incipit sinus versus anomaliae coaequatae, et maximam fieri cum hic est maximus, sed etiam, mediam existere inter extremas, cum sinus versus anomaliae coaequatae est semidiameter, anomaliae Eccentri sinu verso tunc majore existente. 11. Contra hoc sinu verso anomaliae Eccentri existente semidiametro, demonstratur diametrum apparentem Solis adhuc minorem esse, quoniam est media inter extremas. 12. Vt ostendatur, mensuram hanc esse convenientem et comprehensibilem Menti Planetae primum instituitur collatio, inter anomaliam Eccentri et Anomaliam coaequatam, et negatur, angulum anomaliae Eccentri, si pro mensura oblatus fuisset, a Mente Planetae comprehendi potuisse. 13. At Anomaliae coaequatae angulum, cujus sinus versus proportionatur augmento diametri Solis, comprehendi a Mente Planetae, probabile efficitur. 14. Cum autem non hic angulus, sed ejus sinus versus metiatur incrementum diametri Solis; rationibus, et suppositis physicis, exemplisque rerum naturalium ostenditur probabile esse, Mentem Planetae comprehendere posse sinum (id est Physice fortitudinem) anguli hujus. 15. Instituitur comparatio duorum modorum hactenus traditorum, quibus motus Planetariorum corporum proprii, hoc est librationes perficiantur: quorum alteri Natura, reliquo Mens erat praeposita: et concluditur denique pro Natura, repudiata Mente. 16. Inter argumenta hujus rei praecipuum est, incertitudo Geometrica admissa in hac forma motus per ministerium Mentis: quae explicatur. 17. Ostenditur, ex ea incertitudine existere posse occasionem progressus Apheliorum. Sed quia supra Cap. XXXV. alia causa progressus Apheliorum insinuata fuit, ideo hic fit comparatio utriusque, et ostenditur, solum interpositum, si efficacia ipsi relinquatur aliqua, progressum Apheliorum non causari, neque si Natura neque si Mens moveat. 18. Itaque limitantur positiones Physicae, ne aliud aliquid noceat interpositio. 19. Vt autem hinc esse possit progressus
(****) 51 Aphelii, ostenditur associandum esse interpositui illud peculiare mentis opus: quod Num. 17. ut absurdum rejiciebatur. Quo ut liberemur, concluditur pro ea sententia, quae Num. 4. Naturae transcripsit motum Aphelii.

CAPVT LVIII

Inventa vera ratione librationis Planetae, ostenditur, quomodo ea stante, possit effici orbita Planetae (composita ex utroque motu, circumlationis scilicet et librationis) etiam formâ buccosâ; et quomodo per verisimilem errorem in hanc buccosam inciderim.

2. Illa orbita erroris arguitur per aequationes, veris distantiis existentibus; contra quam hactenus, quando semper in distantiis et in aequationibus simul errabatur.

3. Ostendo, quomodo quasi aliud agens, et revocata Ellipsi, errorem ignarus correxerim.

4. Buccosam effici orbitam ex hypothesi erronea mihi usitata, demonstratur.

5. At quia orbita Elliptica aequationes justas exhibebat; igitur librationem in orbitam buccosam deformatam, in dubium venisse, ostenditur.

CAPVT LIX

1. Ellipseos Geometria propositionibus X. quibus 2. demonstratur, propositione XI. non minus quam in buccosâ Capite LVIII. introductâ et falsitatis convictâ, etiam in Ellipsi perfectâ inesse distantias librationibus constitutas, et observationibus innixas: Itaque cum Ellipsis et distantias praestet et aequationes, orbitam igitur Planetae esse Ellipticam.

3. Indidem demonstratur propositione XII, aream Ellipsis esse perfectissimam mensuram distantiarum Ellipsis arcuum inaequalium, circuli aequalibus respondentium.

4. Solutione objectionis de arcubus ellipseos inaequalibus, ostenditur propositione XIII, Ellipsin hanc principiis Physicis partis tertiae, examussim concordare.

5. Arcus Ellipseos terminandos per ordinatim applicatas graduum circuli, demonstratur propositione XIV; de initio et de fine quadrantis duabus perfectis demonstrationibus; de progressu verò intermedio, imperfectius, per ἔνδειξιν tamen satis luculentam: ubi provocantur Geometrae.

6. Hisce conclusis praesertim iis, quae Num. 3. dicta sunt, et adhibitis quae sunt Num. 1. demonstratur eo amplius propositione XV, Aream ipsius etiam circuli esse perfectissimam mensuram distantiarum, quae arcubus Ellipseos inaequalibus (per ordinatim applicatas aequalium arcuum circuli constitutis) assignantur: attestante et operatione numerorum: quo utroque modo et observationibus satisfit.

CAPVT LX

1. Ex demonstratis capite LIX, methodus constituitur aequationum.

2. Demonstratio praecepti, quomodo ex data anomalia Eccentri, eliciatur anomalia media, et anomalia coaequata.

3. Data coaequata et Eccentricitate, quomodo eliciatur anomalia Eccentri, modus unus, qui innititur speculationi pulcerrimae et plane Geometricae super lineolis ingressus Planetae a circumferentia circuli ad lineam apsidum, habetque quinque problemata: et perficitur per Rectangula quadrantis.

4. Alia methodus hujus problematis per regulas analyticas.

5. Data anomalia media seu tempore, inveniendi anomaliam Eccentri et anomaliam coaequatam methodus ἄτεχνος, quasi per Falsi regulam: et causa, cur methodus Geometrica tradi non possit.

PARS V

CAPVT LXI

Hypothesi longitudinis inventa, jam accuratius inquiritur ex observationibus locus uterque Nodorum.

CAPVT LXII

Distantiis inventis, accuratius jam inquiritur Inclinatio planorum, ex observatione Acronychia; idque in utroque semicirculo. 2. Demonstratur proportio visae latitudinis ad Inclinationem cujusque loci, conversa distantiarum

10/11) proportione

Solis et Telluris a Planeta. 3. Tabella visarum latitudinum in opposito Solis, cum computatis ex nostra Hypothesi comparatarum.

CAPVT LXIII

1. Traditur Physica causa excursus in latitudinem. 2. Demonstratur Geometricè, ex hoc excursu circumiri planum. 3. Disputatur, Naturae corporeae an Mentis opus sit, et pro Natura potius concluditur. 4. Disputatur, idem an alius ab axe, qui Eccentricitatem causatur, sit axis latitudinum: et ostenditur, cujus formae corpus esse necesse sit, si sola ejus Natura omnia facit. 5. Positis orbibus solidis traditur hypothesis latitudinis plana et expedita.

CAPVT LXIV

Latitudinum doctrina tradita, accuratius examinatur parallaxis diurna, et duobus argumentis, altero per locum nodorum, altero per inclinationem planorum, pene insensibilis esse convincitur.

CAPVT LXV

Quantitas maximarum latitudinum tam in oppositionibus quam in conjunctionibus determinatur, concesso motuum omnium per omnes ἐξελιγμῶ, justoque saeculorum spacio. 2. Eadem quantitas ad nostrum saeculum determinatur.

CAPVT LXVI

Quantitas maximarum latitudinum extra syzygias investigatur, et loca determinantur. 2. Traditur | causa paradoxi circa latitudinem in opposito Solis.
(****) 5 v 3. Accurata methodus computandi latitudinem extra situm acronychium.

CAPVT LXVII

Demonstratur idem quod capite LII. Eccentricitates consurgere ex ipso Centro Solis, non ex puncto Solis vicario: idque duobus argumentis, priori a locis nodorum, altero ab inclinatione planorum.

CAPVT LXVIII

1. Theoria mutatae Fixarum latitudinis, proposita per causas Physicas et Eclipticam mediam, seu potius circulum Regium (ut viam Regiam dicimus) introductum. 2. Ostenditur, Boreum limitem Eclipticae esse in Arietis gradu $5^1/_2$. itaque probabile efficitur, mediam illam seu constantem viam transire per loca apsidum Planetarum. 3. Adstruitur media Ecliptica, seu potius circulus Regius, ex mutatione Obliquitatis Eclipticae vulgaris seu verae: ubi in margine est Theoria praecessionis aequinoctiorum; per axis et polorum Terrae translationem annuam cylindricam, et inclinationem tardissimam, quae conum declinet. 4. Hinc evincitur, Inclinationem planorum Martis et Eclipticae, non permanere omnibus saeculis eandem. 5. Ex collatione observationum Ptolemaicarum cum nostris obscurius idem colligitur.

24) capite LXX

CAPVT LXIX

1. Quid veteres observaverint circa Martem, scriptumque reliquerint. 2. De inaequalitate praecessionis aequinoctiorum, pro et contra. 3. De inutili sphaerarum numero secundum recentiores. 4. An Solis Eccentricitas olim major fuerit? sive de longitudine aestatis hyemisque, seculo PTOLEMAEI. 5. Apogaeum Solis ad tempora HIPPARCHI incertum esse; et usitatus illi modus investigandi. 6. Loca Fixarum ad tempora PTOLEMAEI esse incerta nonnihil, et modus investigandi. 7. Quid ex errore in locis Fixarum, redundet in Theoriam Martis. 8. Ex tribus PTOLEMAEI Acronychiis observationibus ad modernas Aequationes accommodatis extruitur correctio motuum ad tempora PTOLEMAEI, idque vicibus octo, prout aliud atque aliud ex praecognitis PTOLEMAEI hactenus ventilatis, fuerit immutatum. 9. Vt igitur cum hac incertitudine transigeretur, ostenditur, quod, neglectu refractionis et vitio Eccentricitatis Solis se mutuo tollentibus, maneant ea loca Fixis, quae PTOLEMAEVS ipsis assignavit in Zodiaco. 10. Hoc fundamento constituitur Epocha motus medii Martis ad tempora PTOLEMAEI et CHRISTI. 11. Additur et Epocha motus medii Solis a Fixis, temporibus PTOLEMAEI et CHRISTI.

CAPVT LXX

Examinatur ad tempora antiqua proportio orbium Martis et Solis, latitudo Martis, et Eccentricitas Solis, per duas antiquas et infidas observationes.

(****) 6 r

†

INDEX TERMINORVM IN MARGINE VT PLVRIMVM, VT ET AVTHORVM, QVORVM FIT MENTIO

A.

Adrianus Romanus pag. 195
Aequantis punctum seu centrum 13 lin. 18
Aequatio 14
Aequatio { Eccentri / Orbis } 15
Aequationis pars { Optica / Physica } 194. 222. 295. 296
Aequinoctialis causa Physica 321
Anguli minutim secti 196
Aequinoctiorum praecessio inaequalis 107. 271. 282. 324
Anima motrix 191. 282. 283
Anomalia { Media / Eccentri / Coaequata / fictitia, Coaequata vera 192. 227. 296 / 189 / Distantiaria / Scrupularia 242 / Circularis & Elliptica 298 } à 239 in 244
Albategnius 325
Antiphraxis 178. 282. 283
Aphelium / Apogaeum } 93 lin. 22
Aphelium cur mobile 177. 178. 272
Apollonius 314. 286. 295
P. Appiani opus Caesareum 82
Archimedes 196. 223. 226. 286. 287
Aristarchus 27
Aristoteles 6. 39. 279. 323
Astrologiae fundamentum 191
Arzachel 325
Avicenna 9
Axis libratorius 308

B.

Basis latitudinis 68
Braheus passim
I. Byrgius 211

C.

Cardanus 211
Centrum Affixionis Systematis Planetarii 47. 125. 144
Christianus Severini 53
Circulus sphaerae maximus / minores } 1
Commandinus 286
Conchoides 197. 211
In Consequentia quid 2
Copernicus passim

D.

David Fabricius 86. 266. 305
Diameter libratoria, eadem quae imaginarii Epicycli 308. 275
Diameter virtuosa seu corporis stellae, seu Eccentricitatis 308. 275
Distantia Solis longissima / brevissima / Media } 158. 159
Distantia diametralis, seu punctorum eccentrici plani, in quae a centro mundi veniunt perpendiculares 212. 269. 288. 289
Distantia circumferentialis, seu punctorum Epicycli circumferentiae 269. 288. 289
Durerus 221

E.

Eccentrus Copernicanus / Meus } 17. 18. 92
Eclipticae causae / Ecliptica media } 319
Ad Eclipticam referre 58
Ellipsis 223
Ephemerides Martis 314
Epicyclus Ptolemaicus 40
Epicycli Theoria 144
Euclides passim
Eudoxus 323

F.

Fixarum loca 318. 324. 325. 326

G.

Guilielmus Gilbertus 176. 270. 272. 273

H.

Hipparchus, liber proprius 67
Author 324
Horizontales variationes 61
Hypothesis Ptolemaica 145. 167

I.

Inaequalitas prima } secunda } 164
Inclinatio 75

L.

Wilh. Landgravius Hassiae 158
Ph. Landspergius 304. 83
Latini astronomi 27
Latitudo 75. compendium computandae 68
Latitudinum causae 177. 306
Libratio 188
Locus Eclipticus } Orbitae } 58
Longitudo media 223

M.

M. Maestlinus 18. 52
I. A. Maginus 206. 54
Mens motrix 190. 272. 275. 282. 283
Motus primus } secundi } 1
Mysterium Cosmographicum 18. 52. 91. 92. 125. 158. 165. 175

N.

Nicostratus 197

O.

Optica Astronomiae pars liber proprius 152. 170. 171. 172. 173. 180. 273. 274
Ordinatim applicatae 226
Ovalis à 214 in 231

P.

Perigaeum } Perihelium } 32
Peurbachius 222. 6
I. B. Porta 273
Prosthaphaeresis annua seu orbis 15
Ptolemaeus passim
Punctum Eccentricum 289
Punctum medii loci Solis 134
Punctum affixionis 47. 125. 144
Pythagoraei 27

R.

Rectangula Quadrantis 297
I. Regiomontanus 95
E. Reinholdus 222. 159. 160
Rudolphinae tabulae 263

S.

I. C. Scaliger 7
Sector 194. 219
Sinuum summa compendio collecta 211
Solis motus apparens } medius } 5
Solis medii loci punctum 134
Species immateriata 171. 172. 173
Stationum puncta 314

T.

Temporis mensura varia pro varia schematum & Hypothesium intentione 218. 222. 226
Theodosius 58
Triangula aequatoria } aequibasia } 195
Tycho Brahe passim

V.

Variationes horizontales 61
Fr. Vieta 95

Z.

Zodiaci causa naturalis 174. 181

IN NOMINE DOMINI

COMMENTARIORVM

DE MOTIBVS STELLAE MARTIS

PARS PRIMA

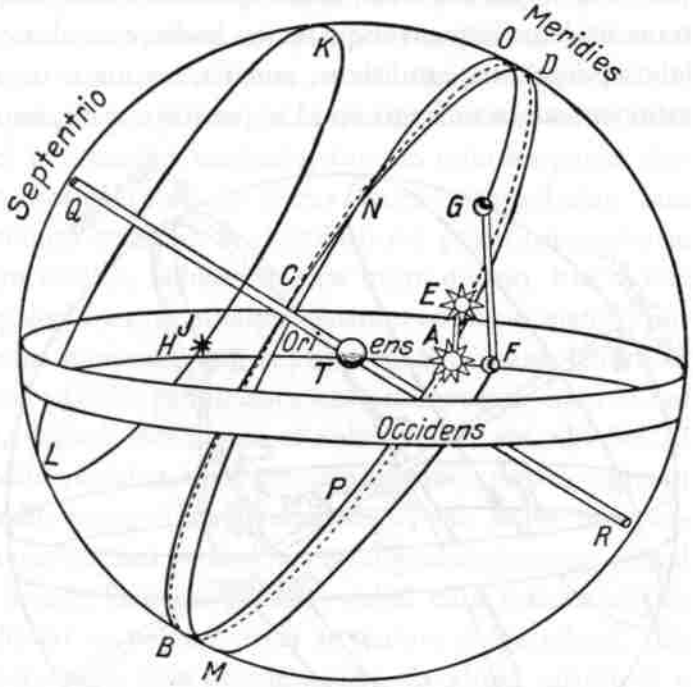
DE COMPARATIONE HYPOTHESIVM

CAPVT I

DE DIFFERENTIA MOTVS PRIMI ET SECVNDORVM SIVE PROPRIORVM, ET IN PROPRIIS INAEQVALITATIS PRIMAE ET SECVNDAE

Planetarum motus orbiculares esse perennitas testatur. Id ab experientia mutuata ratio statim praesumit gyros ipsorum perfectos esse circulos. nam ex figuris circulus, ex corporibus coelum, censentur perfectissima. Vbi vero diligenter attendentes experientia diversum docere videtur; quod Planetae a circuli simplici semita exorbitent; plurima existit admiratio, quae tandem in caussas inquirendas homines impulit.

Hinc adeo nata est inter homines Astronomia, cujus scopus esse putatur docere caussas, cur stellarum motus irregulares in terris appareant cum sint ordinatissimi in coelo, et investigare, quibusnam circulis stellae cieantur, ut horum beneficio loca et apparitiones illarum ad quaevis tempora praedici possint.



Cum nondum constaret de discrimine inter motum[1] primum et[2] secundos, homines intuiti Solem, Lunam et stellas, notarunt itinera ipsorum diurna, aequiparari quamproxime circulis ad sensum, sic tamen ut alter ex altero necteretur in fili glomerati modum, circulosque ut plurimum minores[3] in sphaera, rarissime[4] maximos esse *(ut jam* ABCE, FMNG, *secantes* AB *aequatorem in* CN*)* partem eorum in Austro, partem in Borea. Viderunt etiam distingui stellas celeritate in hoc diurno et apparenti motu: Fixas omnium esse celerrimas;

Oppt.

1. Motus primus est totius coeli et omnium in eo stellarum ab ortu per meridiem in occasum, et ab occasu per imum coeli in ortum, tempore XXIV horarum; in schemate praesenti, ABCD.

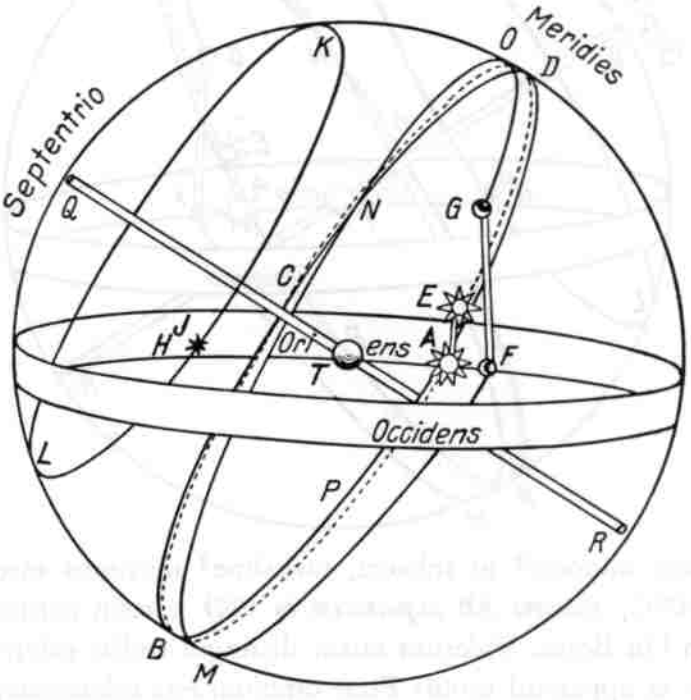
2. Motus secundi sunt singulorum Planetarum ab occasu versus ortum, ab A in E, ab F in G, temporibus longioribus.

3. Minores, qui sunt alteri polorum propiores; ut HLK polo Q propior est quam polo R.

4. Circulus maximus sphaerae est, qui aequaliter distat ab utroque suorum polorum.

quia pridie alicui Planetarum junctae [*ut* H *ipsi* A *et* F] primae ad occasum veniunt [*ut* H *per* LK *rursum in* I]: tardiorem Solem [*in* ABE], ut qui *postridie in* E *existens* Fixas I ad occasum insequatur, quibus pridie junctus erat *per* HA: hoc iterum tardiorem, omniumque siderum tardissimam, Lunam; quia cum hodie cum Sole [*in* A, *ipsa in* F] occubuisset, postridie [*coelo toto et una ipsa per* FMNOG *circa terram voluta*] Solem occumbentem [*in* E] satis magno intervallo [EG] sequatur. Hinc Pythagoraei, cum inter sidera musicos sonos distribuissent, gravissimum Lunae tribuere, et inter lyrae chordas hypaten, propterea quod utriusque motus tardissimus esset. Hinc ortae voces προηγούμενος, ὑπολειπτικός· quarum illa primitus ei stellae quadrabat, quae postridie prior ad occasum veniebat [*ut* E *Sol respectu* G *Lunae dicebatur* προηγούμενος]: haec vero stellae tardiori in primo motu [*ut hic Lunae*], quasi destitueretur et derelinqueretur [*in* G] a celerioribus [E I]. de quibus vide plura cap. X. nostrae Optices.

Hanc primam Astronomiae adumbrationem, quae nulla caussae explicatione, sola vero et tardissima oculorum experientia constat, et quae nec schematibus nec numeris explicari inque futura tempora depromi potest, cum perpetuo a se ipsa dissideat, adeo ut nulla spira alteri temporis mora aequetur, nulla ejusdem quantitatis flexu in vicinam transeat; hanc inquam aliqui tamen hodie, conculcato bis mille annorum labore, diligentia, eruditione, scientia, restituere conantur, vulgo admirationem sui, non irrito apud imperitos conatu, ingerentes; quos peritiores vel ineptire, vel si Philosophi audire volunt, ut PATRITIVS ille, cum ratione insanire, jure merito censent.



Successit enim Astronomis, ut intelligerent, duos confundi motus simplices, primum et secundos, communem et proprios; ex qua confusione necessario sequa-

tur illa conglomeratorum motuum connexa series: itaque separato communi illo et extrinsecus advenienti raptu diurno, jam porro non Fixas velocissimas, Lunam tardissimam, sed contraria ratione, hanc velocem se ipsa *et motu proprio* FG, illas plane vel tardissimas vel immotas esse: cumque Planeta quispiam *ut* G *Luna*, *a Sole* E *vel a Fixis* I, est ὑπολειπτικός, eum in* consequentia ferri *per* FG celerius, quam Solem *per* AE vel Fixas *per* HI; at si προηγούμενος appareat inter Fixas, motu retrogrado incedere: *ut si Sol* A *cum Fixa* H *ex iisdem pridie carceribus* AH | *emissus*, *per* BCDE *pervenisset usque in* P, *Fixa vero per* HLK *usque in* I, *Sol unius diei spacio per intervallum* AP *retroceßisset*.

Opoς.

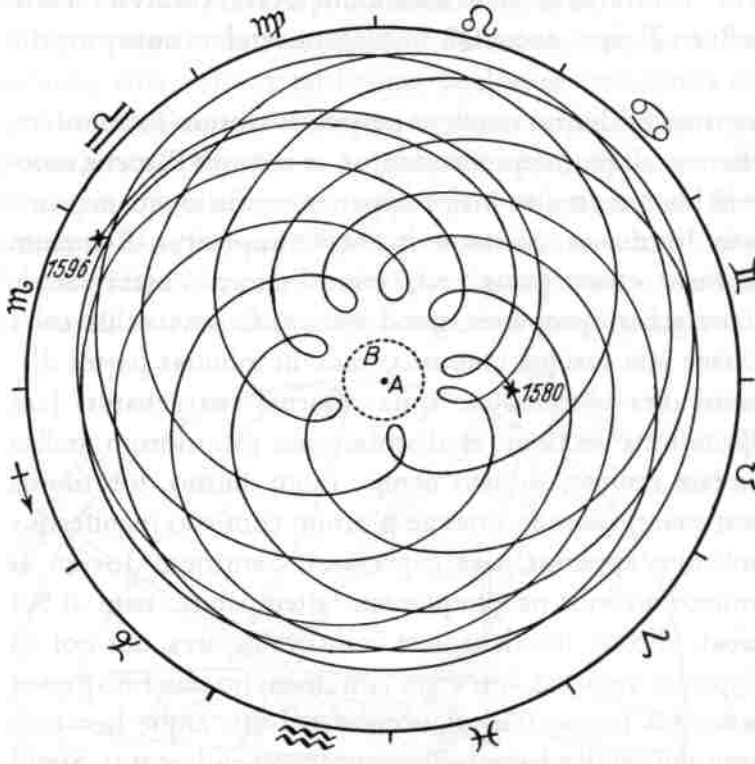
* In consequentia, est secundum signorum seriem ab ariete in taurum &c. quae series tendit ab occasu per meridiem in orientalem plagam, et inde versus imum coeli, rursum ad occidentem: ab F in G, ab A in E.

Magnus hic in Astronomia profectus fuit ad discendam motuum simplicitatem. Pro infinitis enim spiris, *semper nova ex fine prioris* E *vel* G *nexa*, relinquebantur singuli pene circuli FG et AE, et unus communis motus, seu omnium Planetarum totiusque adeo mundi in plagam motibus propriis contrariam, seu secundum ARISTARCHVM stante mundo, globi telluris T circa axem QR in plagam eandem cum propriis motibus.

Separato jam primo et diurno motu, et perpensis tantum iis motibus, qui collatione dierum aliquot deprehenduntur, et singulis Planetis seorsim insunt, jam in his ipsis multo major apparuit confusio, quam prius, cum adhuc motus diurnus et communis ipsis esset implicitus. Etsi enim haec residua confusio etiam prius erat, minus tamen observabatur, minus oculos incurrebat, propterea quod motus diurnus valde celer esset. atque sic haec jam residua confusio, tunc in minutas partes dissecta, per plurimos dies plurimasque spiras diurnas spargebatur. Jam vero sublata illa minuta sectione et distributione propriorum stellae motuum in dies tam multos, sublato nempe motu diurno, toti motus stellarum proprii, quanti fuerunt, totaque plurium confusio manifestius enituit. Primum enim apparuit, tres superiores, Saturnum Jovem et Martem, motus suos ad Solis propinquitatem attemperare. nam si Sol ad ipsos accedebat, directi incedebant et solito velociores. ubi Sol ad signa Planetis opposita veniebat, ipsi viam jam emensam cancrino gressu relegebant. intermediis temporibus stationarii fiebant. atque hoc perpetuo, in quibuscunque zodiaci signis Planetae deprehenderentur. Simul autem ad oculum patuit, Planetas grandes videri cum retrocedebant, minutos quando directi et veloces Solis adventum exspectabant. Ex quo facile patescebat, ipsos, Sole propinquante, in altum attolli et a terris recedere, eodem in contraria signa discedente, rursum ad terras descendere. Denique observatum est, haec jam dicta spectacula retrocessuum luminisque ampliati, per signa zodiaci transponi ordine, qui ab occidentis plaga per meridianam in orientalem tenderet; ut quod

jam in piscibus contigerat, mox similiter fieret in ariete, post in tauro, et sic consequenter.

Haec omnia si quis fasciculo uno componat, simulque credat, Solem revera moveri annuo spacio per zodiacum, quod credidere PTOLEMAEVS et TYCHO BRAHEVS; tunc necesse est concedere, trium superiorum Planetarum circuitus per spacium aetherium, sicuti sunt compositi ex pluribus motibus, esse revera spirales; non ut prius, fili glomerati modo, spiris juxta invicem ordinatis; sed verius in figura panis quadragesimalis, in hunc fere modum.[1]



Haec est accurata delineatio motuum stellae Martis, quos per auram aetheriam ille decurrit ab anno MDLXXX usque ad annum MDXCVI, si verum est, terram stare, quod PTOLEMAEVS et BRAHEVS volunt. Eos motus ulterius continuare perplexum erat futurum: nam connexio infinita est, nunquam in se ipsam recurrens. Et nota, quod cum tanta requiratur vastitas orbis Martii, in angustissimo postea circello circa A terram, ejusque spaciolo B, includi sphaeras Solis, Veneris, Mercurii, Lunae, Ignis, Aeris, Aquae, Terrae; atque de hoc ipso spaciolo uni Veneri cedere portiunculam potissimam, nimirum multo majorem in proportione, quam Marti hic cessit de toto hujus schematis spacio. Similes autem spiras cogimur etiam quatuor reliquis asscribere, et Veneri quidem multo perplexiores, si terra stat. Spirarum istarum caussas, ordinem, constantiam, et regularitatem, explicat PTOLEMAEVS, et BRAHEVS: ille, epicyclis singulis in eccentricis Planetarum singulorum circumductis, qui motum Solis imitarentur: hic, eccentricis omnibus in orbe uno Solis circumductis. Spiras tamen ipsas in coelo reipsa uterque relinquit. COPERNICVS uno motu annuo telluri attributo, Planetas omnes spiris hisce perplexissimis omnino spoliat, Planetas singulos in singulas nudissimas orbitas quamproxime circulares inducens. quam unam et eandem orbitam Mars jam dicto temporis spacio toties percurrit, quot hic vides corollas intortas versus centrum, una plus, puta novies, dum interim tellus suum circulum recurrit sedecies.

Rursum autem animadversum est, hos uniuscujusque Planetae spirarum articulos in diversis zodiaci signis esse inaequales; ut alicubi Planeta per longiorem arcum zodiaci retrocederet alicubi per breviorem, jam longiore jam breviore temporis spacio: nec idem perpetuo retrogradi Planetae luminis incrementum. quod si tempora et loca inter medios re-

trocessuum articulos computarentur, neque tempora temporibus neque arcus arcubus erant aequales, neque quaeque tempora suis arcubus eadem proportione respondebant. erat tamen unicuique Planetae certum signum zodiaci, a quo signo usque ad oppositum, per utrumque semicirculum, omnia ista successive augebantur.

Ex quibus observationibus intellectum est, duas inaequalitates apud unumquemque Planetam in unum confundi, quarum prior cum reditu Planetae ad idem zodiaci signum, altera cum reditu Solis ad Planetam restitueretur.

Harum itaque inaequalitatum caussae et mensurae investigari aliter non poterant, nisi separarentur confusae inaequalitates, singulaeque seorsim inspicerentur. Censuerunt igitur, ab inaequalitate prima incipiendum, quod esset constantior et expeditior; ut cujus exemplum in Solis motu videbant, qui alteri inaequalitati non erat obnoxius. Vt igitur ab hac prima inaequalitate secundam separarent, aliter non potuere, quam si considerarent Planetas iis noctibus, quarum in principiis oriuntur occidente Sole; quos inde ἀχρονυχίους appellabant. Nam quia praesen'tia et conjunctio Solis ipsos praeter morem accelerat, oppositio Solis etiam in contrarium ducit; certe ante et post hos articulos multum e suis locis, quos erant repraesentaturi per primam inaequalitatem, emoventur. In articulis ergo ipsis conjunctionis et oppositionis cum Sole illa ipsa sua loca transeunt. In conjunctione vero Solis cum cerni nequeant, relinquitur sola oppositio cum Sole idonea huic rei.

Sol habet unam solam inaequalitatem respectu temporis, intra quod illa absolvitur. Nam quod caussas inaequalitatis hujus attinet, illae duae concurrunt, tam in Sole quam in reliquis Planetis, ut infra dicetur.

Cum autem alius sit* medius motus Solis alius apparens, eo quod Sol etiam sit obnoxius inaequalitati primae; igitur quaeritur, quisnam horum exuat Planetas inaequalitate secunda, et, utrum Planetae sint inspiciendi in oppositione cum apparenti an cum medio loco Solis. PTOLEMAEVS medium motum elegit; quod discrimen, si quod sit inter usurpationem medii vel apparentis motus Solis, observationibus censeret deprehendi non posse; fieret vero forma calculi et demonstrationum expedita, usurpato motu Solis medio. PTOLEMAEVM COPERNICVS et TYCHO in suis transsumptionibus sunt secuti. Ego, ut habes in Mysterio meo Cosmographico cap. XV, apparentem locum et ipsum Solis corpus pro meta statuo: idque demonstrationibus, operis parte quartâ et quintâ sequentibus, evincam.

Opot.

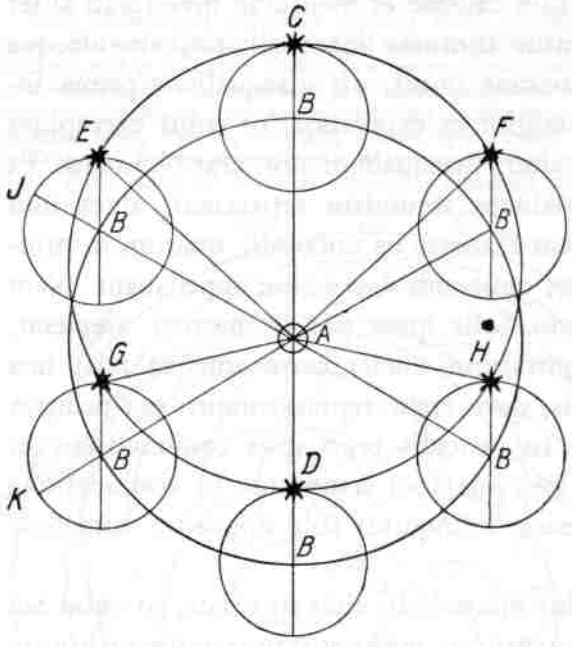
* Apparens Solis locus est is, quem Sol per inaequalitatem suam occupare cernitur. Medius est is, quem occuparet, si inaequalitate sua careret.

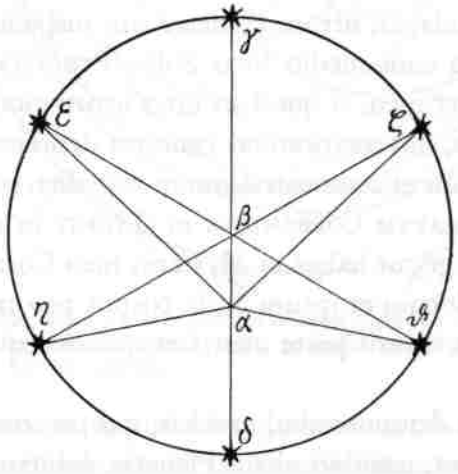
Prius tamen hac parte prima demonstrabo, quod is, qui pro medio apparentem Solis motum adhibet, omnino aliam Planetae orbitam in aethere statuat, quamcunque ex celebrioribus opinionibus de mundo sequatur. Quae demonstratio cum aequipollentiae hypothesium innitatur, ab hac incipiemus.

CAPVT II

DE PRIMA ET SIMPLICI AEQVIPOLLENTIA ECCENTRICI ET CONCENTREPICYCLI, ET EARVM CAVSIS PHYSICIS

Ac initio hic amplector illam a PTOLEMAEO lib. III. et COPERNICO lib. III. cap. XV. demonstratam aequipollentiam hypothesium, quae pro prima inaequalitate salvanda sunt susceptae; ubi eccentricus paria facit cum epicyclo in concentrico: siquidem linea apsidum in eccentro, et linea per centrum epicycli et Planetam in concentrico, perpetuo maneant paralleli; et hic semidiameter epicycli aequet illic eccentricitatem, semidiametri vero illic eccentri et hic concentrici sint aequales; moveaturque illic Planeta in eccentro aequabiliter, sic ut aequalibus temporibus aequales arcus conficiat.[1]





Sit primò A *locus oculi, et centrum concentrici* BB, *in quo epicyclus* BC, BE: *sintque arcus inter bina* B, *seu anguli* BAB, *aequales: et Planeta primo in* C, *deinde in* E, G: *lineaeque* BE, BG, *paralleli ipsi* BC. *Sit deinde* β *centrum eccentrici* γζ· *et* βγ, βε, *aequent* AB: *sitque* α *punctum in quo oculus, et* βα *(eccentricitas) aequalis ipsi* BC, BE, *semidiametro, eisque parallelos: et arcus* γε, γζ, *hoc est, anguli* γβε, γβζ, *aequales, et inter se, et prioribus* BAB. *Dico, distantias* AC, αγ, *aequales esse: sic* AE, αε· AG, αη· AD, αδ· AH, αϑ· AF, αζ· *itemque*

21) conficiant

angulos EAC, εαγ, *aequales: et Planetam, quamvis aequabilis motus, utrinque tamen visum iri tardum ex* A α, *cum est in* C γ· *velocem, cùm est in* D δ. *Hoc inquam* PTOLEMAEVS *demonstravit lib. III. Nec verbis opus est. Schema loquitur Geometrae. caeteri* PTOLEMAEVM *adeant.*

Quod Physicam horum schematum explicationem attinet, plus alterum ab altero differt. Quod ut manifestum fiat, paulo altius est repetendum, et aliter quidem explicandum ex PVRBACHIO secundum ARISTOTELIS principia, aliter etiam ex TYCHONE.

PTOLEMAEVS nudos nobis hosce circulos descripsit, quales Geometria observatis applicata indicat. PVRBACHIVS modum constituit, quo decurrerentur, secutus ARISTOTELEM, qui hoc idem in EVDOXI et CALIPPI Geometricas suppositiones, quibus Astronomiam tradiderant, attentavit.

Cum enim authores illi orbes XXV adhiberent ad demonstrandam omnem Planetarum inaequalitatem, ARISTOTELES solidis orbibus coelum refertum credens, alios XXIV revolventes censuit interponendos; ut scilicet inferior quisque orbis, eo raptu, quem propter contiguitatem superficierum erat à superiore passurus, liberaretur. Igitur, cùm in universum orbes XLIX (sive secundum CALIPPVM LIII aut LV) accumulasset, singulis singulos motores addidit; quorum quilibet orbi suo, et omnibus inferioribus, quos ille esset complexus, motum aequabilissimum in orbe superiore, orbem suum proxime ambeunte, tanquam in loco quodam, praestaret, et à quo, et plagae, in quam motus ferri debebat, et celeritatis, qua esset orbis ad suum principium restituendus, constans ratio procederet. Ac cum placuisset illi Philosopho, motum aeternum esse, motores quoque aeternos statuit: qui cum infinito tempore moveant, infinitatis vero nullum materiatum capax esse sciret, immateriatos quoque, et principia separata, quare immobilia esse voluit. Ac cùm ex motus aeternitate mundum extruxisset aeternum, essetque haec duratio essentiae, totius mundi bonitas et perfectio, opposita interitui, qui malus esset; principiis illis perfectionem summam tribuit, ejusque intellectionem, et ex intellectu bono voluntatem id prosequendi, ne bonum non bene faceret. quo pacto mentes separatas, denique deos nobis introduxit, motus coelorum perennis administros. Addiderunt et animam motricem, orbibus arctius alligatam eosque informantem, ut mens tantum astaret: vel quod movens et mobile convenire in aliquo necesse videretur: vel quod potentia, ratione spacii trajiciendi, non infinita esset; uti neque motus ullus infinitus est, sed dimenso tempore per dimensum spacium. Hanc itaque potentiam movendi transscripserunt animae, eoque nomine tantisper materiatam esse passi sunt, ut in coelorum orbibus inhaereret.

23) principum

Atque haec mentis et animae copulatio sane perquam consentanea est particularibus Astronomorum animadversionibus: quamvis Philosophorum argumentatio potius Metaphysica sit. Nam ut in homine alia est facultas movens, alia movente facultate utens, Voluntas, secundum indicia sensuum; qui et instrumentis à facultate movente differunt, et fabricae praestantia, quae in sensuum organis est admirabilior quam in facultatis motricis vehiculis: ita, si hos ipsos orbes Aristotelicos ad contemplandum proponamus, duo nobis occurrent: I Vis motrix, orbi rotundo sufficiens, ex cujus vigore et constanti fortitudine tempus revolutorium oritur: II Et plaga, in quam eundum: quarum illa animali facultati rectius transcribitur, haec vero naturae intelligenti aut memori. Nam etsi quidem per hanc soliditatem orbium omnibus omnino motibus seu apparentiis coelestibus ita prospectum est, ut providentiae praesidum motoriorum relinquatur nihil; omnis vero varietas motuum ex dispositione et pluralitate orbium proficiscatur; nec quicquam aliud requiratur, quam ut animae motrices accipiant et retineant suum vigorem, et à primo creationis initio in plagam quaelibet suam incitentur, et quasi è carceribus in spacia dimittantur: tamen considerandum est, hoc ipsum mentis illius supremae opus esse, Planetam quemlibet in plagam suam, quasi in certam et peculiarem provinciam, immittere. quod munus ARISTOTELES, qui de initio mundi nihil scivit aut credidit, ipsis motuum authoribus necessario transscripsit. Et sectatores ARISTOTELIS, quin et SCALIGER professione Christianus, aperte disputant, hunc motum orbium esse voluntarium, et principium voluntatis illis esse intellectionem et desiderium.

Vt igitur ad PVRBACHIVM redeamus, cum eo alii quidam, praecipue libellorum sphaericorum scriptores, primum schema sic explicant, ut imaginentur sibi unum orbem solidum concentricum crassitudine epicycli totius, et in eo epicyclum, in epicyclo Planetam. I His igitur duobus orbibus tribuerunt duas animas motrices (si considerationem Physicam pertexant) eadem utramque proportione virtutis, ut eodem tempore periodos suas, in plagas tamen contrarias, absolvant.

Alterum schema requirit duos deferentes (adhuc quidem immobiles, dum in hac motuum simplicitate manemus, mente removentes progressum apogaeorum), et unum orbem, crassitudine corporis Planetarii, in eoque orbe animam, quae aequabili contentione illum circumagat in plagam eam, in quam a principio impulsa est. Concessa igitur hac soliditate orbium et reliquis assumptis, manebunt in primo schemate BC, BE, paralleli; in altero orbis γε circa β centrum ibit: etsi motores nec illic ad AC nec hic ad β respiciant. diriguntur enim materiali necessitate seu dispositione et contiguitate orbium.

At quia TYCHO BRAHE certissimis argumentis soliditatem orbium destruxit, quae hactenus animabus illis motricibus (caecis etiam) pro baculo servire poterat ad viam debitam inveniendam; et proinde Planetae in puro aethere, perinde atque aves in aëre, cursus suos conficiunt; aliter nobis igitur de his schematibus erit philosophandum.

Sit autem inter initia positum, vim omnem, qua motus hujusmodi administrantur, ipsius Planetae corpus inhabitare, nec extra id quaerendam.

Cum igitur Planeta insita vi in puro aethere perfectum circulum conficere debeat, in primo schemate epicyclum, in secundo eccentricum; manifestum est, duo motoris hujus fore munia; alterum, ut facultate polleat transvectandi corporis; alterum, ut scientia praeditus sit, inveniendi circularem limitem per illam puram auram aetheriam nullis hujusmodi regionibus distinctam: quod mentis opus est. Nihil mihi dicas, ipsam motricem facultatem, simplicis et brutae animae sobolem, aptam natam esse ad circularem motionem, plane uti lapidis natura sit per rectam lineam descendere. nego enim, ullum motum perennem non rectum a DEO conditum esse praesidio mentali destitutum. Et intra quidem corpus humanum omnes musculi principiis moventur rectilineorum motuum: nempe aut in sese recedendo turgent, aut discessu capitum extenuantur; illic, ut membrum ad musculum accedat, hic, ut
9 recedat: quod | idem et in circularibus musculis suo modo locum habet, qui meatibus custodes appositi, ubi filamentis circularibus extensi fuerint, laxant meatum, constringunt vero iisdem in angustioris circuli figuram recurrentibus. Nullum adeo membrum est, quod aequabiliter et expedite gyretur. Flexus vero capitis, pedum, brachiorum, et linguae, quibusdam artificiis mechanicis per multos rectos musculos huc illuc transpositos vel attensos expressi sunt. Qua ratione efficitur, ut facultas motrix natura sua in rectum tendens, membrum illud contorqueat in gyrum. Sic aquae machinamentis quibusdam in sublime aguntur, non quod natura corporis, quod motum infert, in sublime tendat, sed quia dispositione canalium efficitur, ut pondere majore deorsum tendente aqua necessario sursum cedat. Quod si etiam perfecte circularis motus esset quorundam membrorum, at ii non sunt perpetui. Nec mirum de eo esset, cum mens animali facultati praesideat in humano corpore. at certe, si via ulla fuisset facultatem aliquam motricem sic instruendi, ut corpus aliquod gyrare possit, non fuisset in humano corpore neglecta.

Porro ut mens aliqua viam monstret circularem citra metam vel centri vel corporis alicujus, quod pro accessu vel recessu majore vel minore angulo appareat, id fieri nequaquam potest. Circulus enim iis-

3) vim

dem et definitur et perficitur, aequalitate scilicet distantiae a medio. et quantumcunque motrices hasce facultates extollas, circulus tamen ne DEO quidem aliud est quam quod jam dictum. Docent quidem Geometrae, datis tribus in circumferentia punctis continuare circulum: sed hoc ipso praesupponitur aliqua pars circumferentiae (utpote per trina puncta iens) jam confecta. Quis ergo Planetae hoc initium ostendet, ex quo reliquum iter conformet? Itaque fieri aliter non potest, quin Planetae motor, ex AVICENNAE sententia, vel centrum orbis sui suamque ab eo distantiam sibi imaginetur, vel alia quadam proprietate circuli praestanda ad efformationem ipsius circuli adjuvetur.

Jam igitur aliter nobis informabitur hypothesis Physica horum duorum schematum. Nam in posteriori, quod simplicius est; siquidem verum est quod posuimus, motorem, qui Planetam per iter γεδ circumagit, in ipso Planeta inesse; necesse itaque fuerit, in Planetae motorem cadere quandam animadversionem apparentis magnitudinis ipsius corporis in α, ex γ, ε, η, δ, inspecti (vel quasi inspecti), proptereaque Planetam niti, ut et aequaliter incedat (quod praestant integrae et non impeditae motricis animae vires) et omnes distantias, αγ, αε, αη, αδ, ita ordine repraesentet, ut illae ex eccentrico βγ sequuntur lege Geometrica. quem ad finem scire etiam debet, quanto αγ longior sit quam αδ, hoc est, quanta sit eccentricitas viae, quam confecturus est, a corpore, in α, circa quod iturus est. Quo pacto hic motor Planetae in multis simul occupabitur. Si hoc quis fugit, igitur necesse est ut dicat, Planetam ad β punctum, quod omni corpore aut nota reali vacat, respicere, et aequales ab eo distantias tueri.[1]

Prius vero schema Physice sic explicatur, ut concipiatur virtus aliqua motrix, quae se ipsa sine corpore, in B concentrico, aequali virium contentione circumeat circa corpus in A, aequalesque ab eo tueatur distantias; altera virtus sit in ipso C corpore Planetae, quae virtutem incorpoream in B animadvertere, suamque ad eam propinquitatem aestimare et tueri, denique et eam circumire aequabiliter possit. Rursum itaque haec virtus in pluribus occupabitur. Sed et per se incredibile, virtutem aliquam immateriatam residere in non corpore, moveri in loco et tempore, nec tamen habere subjectum, se ipsam inquam movere de loco in locum. Atque ego horum absurdorum assumptione hoc ago, ut tandem obtineam, non posse fieri, ut omnis motuum caussa vel in corpore Planetae vel alias in orbe ejus inhabitet, viamque struam ad formas motuum alias faciliores persuadendas.

Haec explicavi ὑποθετικῶς, si nempe Astronomia de schematibus his testetur, quod iter Planetae sit talis perfectus circulus eccentricus; quae si quid aliud invenerit, speculationes quoque Physicae mutabuntur.

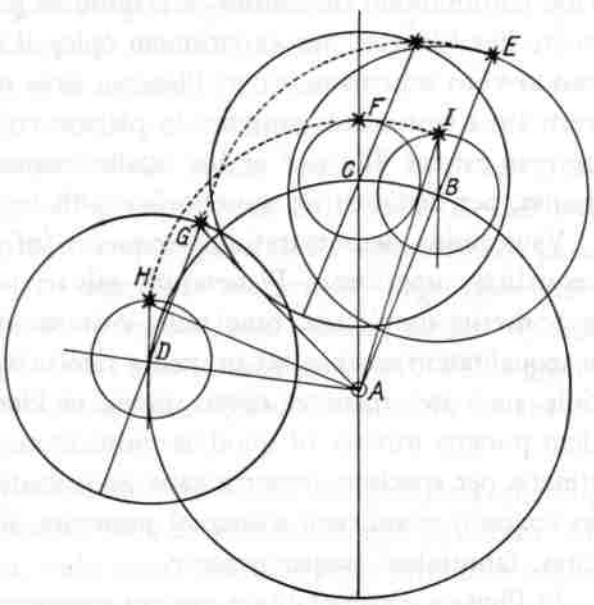
In hac igitur hypothesium aequipollentia, non tantum apparentes anguli ad A, α, sed ipsa etiam verissima Planetarum itinera per auram aetheriam, manent eadem utrinque. Qualem enim et quantum arcum Planeta conficit ex C in E circa angulum CAE, talem et tantum conficit etiam ex γ in ε circa aequalem γαε angulum.

CAPVT III

DE AEQVIPOLLENTIA ET CONSPIRATIONE DIVERSARVM VISIONVM, ET DIVERSARVM QVANTITATE HYPOTHESIVM, AD EFFORMANDVM VNVM ET IDEM PLANETAE ITER

Sequitur ut ostendam, quomodo idem hic Planetae motus, in se manens aequalis, aliam tamen atque aliam speciem prae se ferre possit, et, quomodo hic ambae formae aequipolleant.

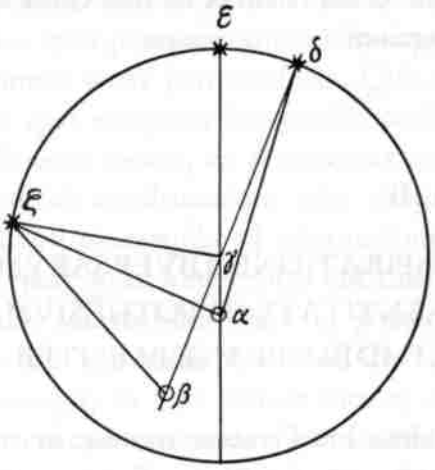
Centris A *et* γ, *intervallis vero* AC, γε, *aequalibus, scribantur circuli* CD, εζ, *quibus agantur* CA, εγ, *per centra, paralleli ad invicem: atque ad has inclinentur ductae per centra aliae,* AB, γδ, *itemque* AD, γζ, *itidem paralleli. Scribatur etiam ex* B *epicyclus intervallo* BE, *itidemque ex* D *intervallo aequali* DG, *et collocetur Planeta in* E *et* G, *ut* DG *et* AB *sint paralleli. Eidem intervallo* BE, *aequale constituatur in linea* δγ, *quod sit* γβ, *in partes ipsi* δ *contrarias: et connectatur* G *cum* A, ζ *cum* β. *Aequipollebunt igitur hypotheses per praemissum caput: et oculo in* A *et* β *constituto, aequales erunt* EAG, δβζ· *aequales etiam* EA, δβ· *item* GA, ζβ· *denique arcus* EG *et* δζ *aequales.*



Scribatur jam ex BCD *epicyclus minor, intervallo* BI, CF, DH: *et continuetur* AC *in* F: *sintque* CF *paralleli* BI, DH: *et collocetur sidus in* IFH. *Rursum igitur per cap. II. circulus* IFH *aequalis erit circulo* δζ.

15) ducta

Arcum igitur IF *extende ex puncto* δ, *ut terminetur in* ε· *et ab* ε *per* γ *duc* εγ, *ut* εγ *sit parallelos ipsi* CA : *et intervallo* CF, *aequale constituatur in linea* εγ, *quod sit* γα, *in partes ipsi* ε *contrarias* : *et connectatur* I *et* H *cum* A, *sic* δ *et* ζ *cum* α. *Rursum igitur aequipollebunt hypotheses per praemissum caput* : *et oculo in* A *et* α *constituto, aequales erunt* FAH, εαζ· *sic* FAI, εαδ· *aequales etiam* FA, εα· *sic* HA, ζα· *et* IA, δα· *denique arcus* FH *et* εζ *aequales et similes, ut et* FI *et* εδ, *ex constructione.*



Manente itaque via sideris eadem, oculo vero translato ex β in α, diversae sequentur apparentiae, idque iisdem temporum momentis. Nam δζ loca eadem diversimode inspiciuntur ex β et ex α. Vicissim manente oculo in A, et quantitate viae sideris EG, IH, situ vero ejus mutato, rursum sidus apparebit locis diversis, etsi eodem itineris loco consistat; quia totum iter translatum est. Cum ergo Planeta, sive ex α inspiciatur sive ex β, utrinque eodem momento in δ sit vel in ζ, et vero hypotheses aequipolleant; quare et I E loca diversorum epicyclorum eodem momento a Planeta possideri dicendum est, itemque et GH. Hoc tantummodo discriminis est, quod in primo schemate, oculo manente iter Planetae per variationem epicycli situ suo emovetur: in secundo vero schemate, itineri Planetae situs quoque idem manet, oculi vero situs tantundem mutatur in plagam contrariam. Potest tamen, si necesse est, et illic iter et hic oculus manere, transposito quod jam manet, per demonstrata superioris capitis.[1]

Vsus hujus demonstrationis sequetur infra: nimirum, si prima inaequalitas superiorum Planetarum salvari posset per capitis secundi hypothesin simplicem, tunc nulla oriretur difficultas, sive quis hanc inaequalitatem examinaret in media sive in apparenti oppositione cum Sole. nam iter maneret revera idem, et Planeta esset utrinque in iisdem punctis itineris ad quodvis momentum. tantummodo situs hujus itineris per spacium eccentricitatis Solis mutaretur in primo schemate: in secundo etiam (situ manente) punctum, unde computatur eccentricitas, tantundem transponeretur.

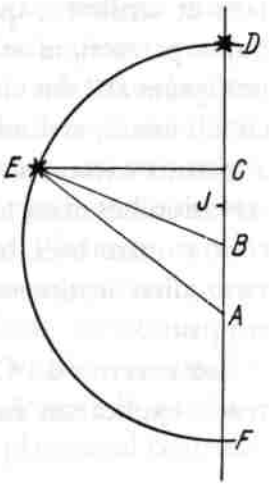
In Physica consideratione manent superiora, mutantur tantum quantitates in intentione virtutum motricium.

CAPVT IV

DE AEQVIPOLLENTIA IMPERFECTA INTER DVPLICEM EPICYCLVM IN CONCENTRICO VEL ECCENTREPICYCLVM ET INTER AEQVANTEM IN ECCENTRICO

Sic igitur res haberet, si locus esset hypothesi simplici capitis tertii in salvanda superiorum Planetarum inaequalitate prima. Verum PTOLEMAEVS ad Planetarum primam et simplicem inaequalitatem demonstrandam operosiori utitur hypothesi.

Centro B *scribatur eccentricus* DE, *cujus eccentricitas sit* BA, *ut* A *sit* 10 *locus oculi. Acta linea per* BA *ostendet in* D *apogaeum in* F *perigaeum. In hac linea supra* B *spacium aliud* BC *extendatur, aequale ipsi* BA. *Erit* C *punctum aequantis, punctum nempe, apud quod Planeta aequalibus temporibus conficit aequales angulos, quamvis circulum non circa* C *sed circa* B *ordinet.*

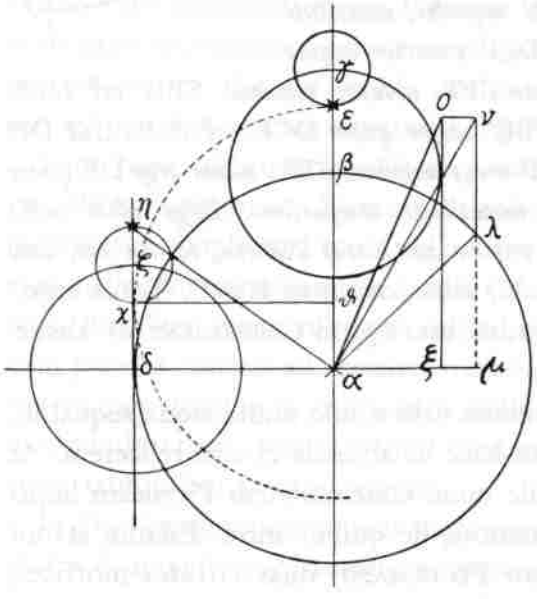


COPERNICVS hanc hypothesin cap. IV. lib. V. ut et cap. VII. lib. IV. inter caetera hoc quoque nomine notat, quod peccet in principia Physica, statuens motus coelorum inaequales. *Eligatur* 20 *enim* E *punctum in circulo, quem Planeta corpore peragrat, connectaturque cum* CBA *: et sit jam* DCE *rectus, ut et* ECF. *Cum ergo sint anguli hi aequales, constituti nempe aequalibus temporibus, et* DCE *exterior aequet* CBE, CEB *interiores: ergo parte* CEB *ablata, residuus* CBE *vel* DBE *minor erit quam* DCE. *itaque* FBE *major quam* DCE *vel* FCE. *Sed* DE *arcus metitur* DBE *angulum, et* EF *arcus angulum* EBF. *minor ergo* DE *quam* EF. *et transit Planeta per eos aequalibus temporibus. Ergo idem orbis solidus (quos opinatur* COPERNICVS*) in quo haeret Planeta, tardus est, cum Planeta orbe vectus incedit ex* D *in* E *; velox, cum it ex* E *in* F. Totus ergo[1] 13 30 orbis solidus jam velox jam tardus est. Quod COPERNICVS ut absurdum rejicit.

Quod si virtus movens praesideret orbi solido undiquaque aequabili, non vero nudo Planetae, merito haec ut absurda et ego rejicerem. At quia solidi orbes nulli sunt, vide nunc concinnitatem Physicam hujus hypotheseos, si paucissima mutentur, de quibus infra. Etenim statuit haec hypothesis (quamvis ignaro PTOLEMAEO) duas virtutes motrices, quibus Planeta quilibet vehatur. Harum alteram ponit in A corpore (quod in reformatione Astronomiae ipsissimus Sol erit), eamque ait

niti, ut Planetam circumagat circa se, sed gradus habere infinitos pro infinitis punctis distantiae ab A: ut, sicut est AD longissima, AF brevissima, sic Planeta quoque sit in D tardissimus, in F velocissimus: et in universum, ut AD ad AE, sic tarditas apud D ad tarditatem apud E, ut infra prolixe demonstrabitur parte tertiâ. Alteram virtutem motricem tribuit hypothesis ista Planetae ipsi, cui sufficit, ut vel fortitudine angulorum, vel intuitu crescentis et decrescentis diametri Solis, suos accessus vel recessus a Sole moderetur, faciatque differentiam mediae distantiae a longissima et brevissima aequalem ipsi AB. Itaque punctum C aequantis nihil aliud est quam compendium Geometricum computandi aequationes ex hypothesi plane Physica. Quod si tamen via Planetae sit perfectus circulus, uti quidem PTOLEMAEO placuit, oportet Planetam insuper et sensum aliquem habere ejus celeritatis et tarditatis, qua ipse provehitur ab altera externa virtute, ut ad hujus praescripta etiam suos accessus et recessus sic moderetur, ut iter ipsum DE fiat circulus. oportet igitur ei intellectum et affectationem circuli inesse, et discrepare proportionem tarditatis et celeritatis propriae a virtutis extraneae gradibus. At si Astronomiae demonstrationes observationibus nixae testentur, viam Planetae non esse omnino circularem, contra quam haec habet hypothesis; tum etiam Physica haec consideratio aliter instituetur, liberabiturque virtus Planetae his tam operosis requisitis.

Sed revertor ad COPERNICVM. Is absurditatem jam supra ex sua sententia explicatam fugiens, pro aequante alterum substituit epicyclum



in hunc modum. *Centro* α, *intervallo* αβ, *quod sit aequale ipsi* BD, *scribatur concentricus* βδ, *ut visus in* α *sit, et ipsi* BD *parallelos* αβ *continuata utrinque: statuaturque* βαδ *angulus aequalis ipsi* DCE. *Bisecetur vero* BC *in* I: *et centris* β. δ. *intervallis* βγ, δζ, *quae sint aequalia ipsi* AI, *scribatur primus seu major epicyclus: sitque* δζ *parallelos ipsi* αβ. *Denique centris* γ. ζ. *intervallis vero* γε, ζη, *quae sint aequalia ipsi* IC, *describatur secundus epicyclus, cujus motus sit in consequentia, duplus ad motum primi; et motus primi epicycli in antecedentia aequalis sit motui eccentrici: pro*[1] *ptereaque cum est* γ *in linea* αβ, *sit Planeta in* ε *pro-* 14

ximo puncto ipsi β. *At cum* βαδ *rectus, Planeta sit in* η *puncto remotißimo a* δ *centro majoris epicycli.* Et hanc COPERNICI particularem hypothesin TYCHO BRAHE in particularibus religiose sequitur.

Haec hypothesis Physice considerata, si solidos orbes concedas, utcunque quidem habet: sin tollas orbes solidos, quod BRAHEVS merito facit, pene impossibile quid dicit. Praeterquam enim quod tres mentes agitatrices uni Planetae adjungit, confundentur etiam alterae ab alterius motu et appulsu ad corpus in α. nam ut quaelibet ad suum centrum (nullo corpore determinatum et praeterea etiam mobile) respiciat, id ne cogitatione quidem repraesentari potest. Praeterea dum COPERNICVS PTOLEMAEVM aequabilitate motuum superare nititur, ab eo vicissim perfectione itineris Planetarii superatur. PTOLEMAEO enim Planeta perfectum circulum corpore suo per auram aetheriam designat. COPERNICVS vero lib. V. cap. IV. fatetur, sibi viam Planetae non esse circularem, sed excurrere ad latera: quod in hac figura facile demonstratur.

Nam si ex ε *loco Planetae in apogaeo, intervallum* αβ *orbis semidiametri extendas in* ϑ, *et ex* ϑ *ipsi* αδ *parallelum agas* ϑκ, *circulus* εκ *ex* ϑ *descriptus transibit quidem per* ε *et ejus locum oppositum in perigaeo: at cum tangat rectam* δη *in solo* κ, *et Planeta transeat per* η, *non manet ergo in circulo* εκ, *sed hanc semitam egreditur.* Hanc exorbitationem itineris Planetarii a perfectione circuli PTOLEMAEVS COPERNICO jure objecerit: ego non objicio. Nam infra demonstrabitur parte quarta, Physicis duab. virtutibus potestate simplicibus ad movendum Planetam concurrentibus necessario effici, ut Planeta a circulo parumper deflectat, non excurrendo quidem, ut in hac hypothesi Copernicana, sed contrariam in plagam ad centrum sc. ingrediendo.

Quod si insuper COPERNICVS etiam illam suam libertatem constituendi proportiones epicyclorum retineat, fieri potest, ut tortuosa Planetae via evadat, altior ante et post apogaeum quam in ipso apogaeo, depressior ante et post perigaeum quam in ipso perigaeo. quod TYCHONI, quatenus hic COPERNICVM est imitatus, in Lunaribus evenit.

Sed ne quidem simpliciter aequipollere binas has hypothesium formas demonstrabo numeris.

Et Ptolemaica quidem forma compendiosius quam ab ipso PTOLEMAEO computari potest in hunc modum. *Primum in triangulo* CBE, *datur* ECB *vel* DCE *anomalia media, datur etiam* CB *latus seu eccentricitas aequantis, et* BE *radius orbis. Vt ergo radius orbis ad sinum* ECB, *sic* CB *ad sinum* CEB *: et cum* ECD *aequet interiores et oppositos* CEB *et* CBE | *junctos, ergo* CEB *ex* DCE *rejecto relinquetur* CBE. *In triangulo ergo* EBA, *angulus ad* B *datur cum lateribus circa ipsum. est enim* BA *eccentricitas eccentrici,* EB *vero est ra-*

Opot.
Anomalia media est tempus lapsum, ex quo Planeta in apogaeo fuit, artificialiter denominatum. Totum enim tempus, quo Planeta ab apogaeo in apogaeum revertitur, instar circuli in gradus CCCLX dividitur.
Anomalia vera est arcus zodiaci inter locum apogaei et apparentum (ex centro zodiaci) locum stellae.
Aequatio est differentia utriusque anomaliae.

40) enim BAE

dius orbis. Secundum legem igitur hujus triangulorum formae datur angulus BEA. *prius vero dabatur* CEB. *tota ergo* CEA *aequatio dabitur.*

Vtemur autem numeris Martis motui familiaribus. Quamvis enim PTOLEMAEVS CB et BA fecit aequales: COPERNICVS tamen hac lege solutus alias etiam proportiones adsciscit, quod et TYCHO BRAHE imitari instituit. *Sit* CB 7560, BA 12600, *qualium* BE 100000: *et sit primo* DCE 45 *gr. cujus sinus* 70711. *Vt ergo* 100000 *ad* 70711, *sic* 7560 *ad* 5346 *sinum arcus* 3 *gr.* 4 *min.* 52 *sec. scilicet* CEB. *Aufer a* 45 *gr. restat* CBE 41 *gr.* 55 *min.* 8 *sec. cujus dimidium* 20 *gr.* 57 *min.* 34 *sec. quem arcum tangit* 38304. *Et cum sit* EB 100000, BA *vero* 12600, *differentia* 87400 *multiplicata in radium et divisa in summam* 112600, *prodit* 77620. *quod multiplica in superiorem tangentem* 38304. *quod hic prodit, scilicet* 29732, *id tangit arcum* 16 *gr.* 33 *min.* 30 *sec. Hic ablatus a superiore dimidio ipsius* CBE, *relinquit* 4 *gr.* 24 *min.* 4 *sec. nempe angulum* BEA. *Totus ergo* CEA *est* 7 *gr.* 28 *min.* 56 *sec.* in forma quidem Ptolemaica. In Copernicana quamvis ordinaria ratio quaerendae aequationis ex TYCHONIS tabulis Lunaribus tomo I. Progymnasmatum, et ex COPERNICO ipso patet, utar tamen jam extra ordinem ratione alia, quae accommodata est anomaliae 45 gr. *Sit* βαλ 45 *gr. et* λν *vel* βγ 16380, γε *vel* νο *sit* 3780, *et* ονλ *rectus, duplus scilicet ad* βαλ· νλ *vero sit ipsi* βα *parallelos: et continuentur* νλ *et* δα, *donec concurrant in* μ· *et ex* ο *ipsi* νμ *parallelos descendat* οξ. *Ergo* λαμ *est* 45 *gr. quare* αμ *aeque atque* μλ *est* 70711. *Adde* λν 16380. *erit* μν *vel* οξ 87091. *Et quia* γε, νο, *et* ξμ, *aequales, subtrahe* ξμ *ab* αμ: *restat* αξ 66931. *Vt ergo* οξ *ad* ξα, *sic sinus totus ad* 76852 *tangentem* αοξ *vel* οαβ, *qui prodit* 37 *gr.* 32 *min.* 37 *sec. qui differt ab arcu* 45 *gr. per* 7 *gr.* 27 *min.* 23 *sec. Differentia ergo Copernicanae aequationis a Ptolemaica hoc loco* 1 *min.* 33 *sec. sane perexigua.*

Rursum in Ptolemaica sit DCE 90. *ergo, cum sit* ECB *rectus, et* EB 100000, *erit* BC *sinus anguli* CEB. *qui fit* 4 *gr.* 20 *min.* 8 *sec. Quare* EBC 85 *gr.* 39 *min.* 52 *sec. quare* EC 99713. *Vt ergo* EC *ad* CA, *sic radius ad* 20218 *tangentem* CEA. *Hinc aequatio* CEA *est* 11 *gr.* 25 *min.* 48 *sec. At in forma Copernicana tota* ηδ, *quae aequat* CA, *fit tangens, quia* ηδα *rectus, et* δα *radius. Ergo* ηαδ *est* 11 *gr.* 23 *min.* 53 *sec. Differentia* 1 *min.* 55 *sec.*

Oροι. Aequatio eccentrici est in prima inaequalitate. Aequatio orbis est in secunda inaequalitate. Idem Prosthaphaeresis annua.

Ita vides, quod aequationem eccentrici attinet, minimum aliquid deesse, quo minus hypothesium formae aequipolleant.

Discrepant tamen in distantiis Planetae a visu in α, proptereaque et in prosthaphaeresibus annuis. Nam in forma Ptolemaica, ut sinus anguli AEC ad AC, ita sinus totus ad AE. quae fit 101766, quando DCE | est 90. At in Copernicana ηα secans est anguli ηαδ scilicet 102012. Differentia 246 particulae. quae in prosthaphaeresi orbis annui paulo majus quid efficere possunt: ut infra parte quarta patebit. Possumus et

22) 87011

illam minutulam aequationum differentiam obliterare, si, quam BRAHEVS eccentricitatem Martis in forma Copernicana invenit 20160, eam in forma Ptolemaica statuamus 20103. Distantiae vero formae Copernicanae Ptolemaicis non possunt aequari, nisi aequatio 43 minutis varietur. In quadam aequipollentia tentata in hypothesi tabularum Lunarium TYCHONIS duos illos epicyclos Copernicanos in talem eccentricum Ptolemaicum cum aequatorio puncto transposui: nihilominus tamen et epicyclum addidi propter aliam et peculiarem Lunae inaequalitatem.

Denique cum per caput secundum in hac forma Copernicana major epicyclus cum suo concentrico perfectissima aequipollentia possit transponi in eccentricum, cujus eccentricitas sit aequalis semidiametro epicycli majoris, superaddito ergo epicyclo minore ipsi huic eccentro Copernicano nascetur eccentrepicyclus, paria faciens ad unguem cum duplici epicyclo in concentrico, nec plus, hoc ipso ab eccentrico Ptolemaico cum aequante discrepans.

CAPVT V

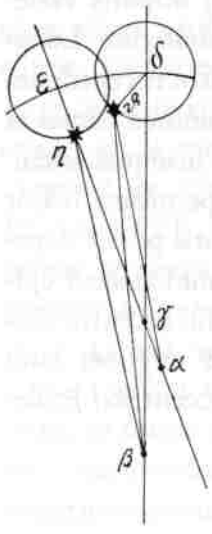
QVATENVS HAEC QVOQVE DISPOSITIO ORBIVM, AEQVANTE VEL SECVNDO EPICYCLO VSA, REIPSA MANENS VNA ET EADEM (VEL PROXIME VNA ET EADEM), DIVERSA VNO ET EODEM MOMENTO SPECTACVLA EXHIBERE POSSIT, PROVT PLANETAE VEL IN MEDIA VEL IN APPARENTE OPPOSITIONE CVM SOLE OBSERVENTVR [1]

17 Fit duobus modis: uno, in quo aequipollent forma Ptolemaica et Copernicana: altero, qui peculiaris est formae Copernicanae; quem ut alieniorem a nostro instituto prius expediemus. manet enim et propius apud sese quam reliquus.

Ορος. Eccentrici vox hic habet notionem singularem.

Centro γ, *spacio* γδ, *scribatur eccentricus, in quo* αγ *sit primo loco linea apsidum et* α *visus: continuetur haec in* ε· *sitque* γα *quantitas eccentricitatis vel radii epicycli Copernicani majoris. nam de aequipollentia utriusque dictum est in fine proximi IV. capitis. Ergo centro* ε, *spacio* εη, *scribatur epicyclus minor; et, cum est centrum hujus in* ε, *sit Planeta in* η *incidens in lineam* εγ, *sic ut* εδ *eccentricum percurrat non stella sed centrum epicycli stellam ferentis. Per caput igitur IV. expressa hic est forma Copernicana. Cui per caput III. constituemus aliam in veritate seu in indicatione ipsißimi itineris Planetarii aequipollentem, diversae tamen apparentiae; idque praestabimus translatione*

visus ex α. Possemus idem per finem capitis III. etiam manente visu in α, et translato eccentrico, lineisque parallelis manentibus, ut ita eccentrici quantitate manente situs solummodo varietur. Quod autem jam instituimus, sic perficiemus.



Suscepto loco visus extra priorem lineam apsidum, qui sit β, ut βγ sit quantitas alia ab αγ, novae scilicet eccentricitatis vel novae semidiametri epicycli majoris, agemus per βγ novam lineam apsidum βδ, et in δ scribemus epicyclum priori aequalem. Quamvis vero centrum epicycli hic sit in δ apside, non tamen ponemus jam Planetam in puncto ipsi γ proximo ut prius, sed considerato angulo εγδ, duplum ei statuemus angulum ϑδγ versus ε, et Planetam in ϑ locabimus, quando epicyclus est in δ apside. sic enim collocaretur Planeta, etiamsi visus in α et epicyclus in δ esset. Hoc itaque pacto ad unguem eadem veritas manet compositi itineris Planetarii, apparentia vero mutatur. quando enim inclinantur lineae visoriae, ut hic βϑ, αϑ· vel βη, αη· tunc etiam in diversa loca sub Fixis incidunt.

Objicias, etiam cum visoriae lineae paralleli sunt, in diversa loca sub Fixis incidere; non igitur opus esse ad hoc, ut ad se mutuo inclinentur. Respondeo. Verum quidem hoc est; sed tunc interceptum spacium Fixarum inter utramque lineam penes visum non est sensibile, nisi distantia parallelorum sit ad semidiametrum Fixarum sensibilis.

In consideratione Physica, praeter ea, quae cap. III. dicta, hoc quoque ad impetrandam hanc itineris identitatem in variata apparentia erit statuendum; mentem, cui minor epicyclus est commissus, ad aliud punctum ambitus respicere quam mentem majoris epicycli. restituitur enim epicyclus major vel eccentricitas in secunda positione ad lineam βδ, minor vero ad lineam αε, non per visum transeuntem; quia visus in secunda positione in β ponitur, cum in prima positione (visu in α constituto) uterque epicyclus ad eandem εα restitueretur. | Non itaque simpliciter eadem forma hypotheseos Physice manet, ut idem iter Planetae obtineatur. Quod si etiam in secunda positione idem imitatus fueris, restituendo utrumque epicyclum ad eandem lineam apsidum βδ· ergo manente eodem eccentrico utrinque, eodem etiam epicyclio, situs Planetae in epicyclio erit alius atque alius uno et eodem momento. itaque expressa eadem forma hypotheseos Ptolemaicae ad unguem in secunda positione, iter ipsum Planetae variabitur. Hinc ergo inferetur infra; quando quidem prima Planetarum inaequalitas omnino salvanda sit per compositam hypothesin cap. IV. igitur non posse fieri, ut prima inaequalitas expendatur aeque in media ac in apparenti oppositione Planetarum

| 18

6) novi

cum Sole: nisi simul vel ipsa orbita Planetae situ suo emoveatur (differenter a circulis theoriae Solis) vel mutetur forma Ptolemaica capitis IV.

Atque hac forma transpositionis MAESTLINVS est usus, cum in meo Mysterio Cosmographico tabulam illam capitis XV conficeret. COPERNICVS enim, dum Ptolemaica in suam generalem hypothesium forman traducit, fingit visum constitutum esse in puncto aliquo proxime Solem pene immobili, quod tota Solaris orbis eccentricitate distet a centro ipsissimi corporis Solaris. Ego vero, dum COPERNICVM ad meam ejus libri materiam accommodo, opus habui diversa fictione. Visus enim ab illo puncto in ipsissimum centrum corporis Solaris per imaginationem transferendus fuit, atque inde (scilicet ex corpore Solis) computandi fuerunt abscessus corporum Planetariorum, in eodem quidem itinere, quod COPERNICI suppositiones efformabant. sed (ut jam patuit) non plane idem iter causa particularium temporum effectum est mihi per hanc translationem lineae apsidum, differentia tamen perexigua, et in illo quidem libello plane nullius momenti. ibi enim de solo situ itineris agebatur, qui hoc pacto mansit.

Caeterum in sequentibus ad vitandam confusionem eccentrico hoc Copernicano (quem non stella sed centrum epicycli describat) non amplius utar. Differt enim ab ipsissimo itinere Planetae, quod altius fit in perigaeo, humilius in apogaeo. At voce Eccentrici porro utemur tantummodo in designando ipsissimo itinere Planetae, vel puncti in cujus motu prima inaequalitas inest. quo pacto tantummodo Ptolemaicum eccentricum (vel proxime talem) par est nos imaginari. Ostensum enim est capite quarto, discrepaturum nostrum calculum aequationis (Ptolemaicae formae innixum) a Copernicano tantummodo duobus scrupulis, ubi maxime. Tum autem et facilior est modus computandi in forma Ptolemaica primae inaequalitatis quam in Copernicana. Denique haec Ptolemaica forma primae inaequalitatis (ut dictum) ipsi rerum naturae, et sequentibus nostris speculationibus parte tertia et quarta, est accommodatior. Propter aequipollentiam vero, si cui lubet, poterit is semper tunc quoque Copernicanum eccentrepi|cyclum, huc usque hoc capite quinto usurpatum, subintelligere.

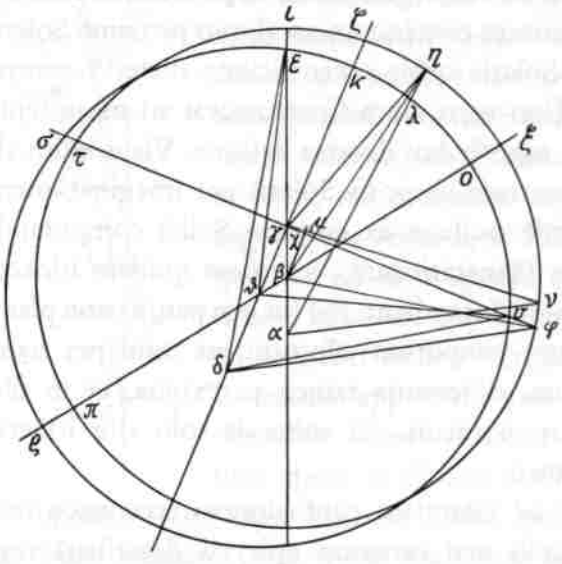
Ορος. Eccentrici vox quid significet in posterum.

Accedo jam ad priorem instituendae propositae aequipollentiae rationem, particularibus authorum hypothesibus communem. quod in Ptolemaica forma prius demonstrabo.

Centro β *scribatur eccentricus Ptolemaicus* ιζη· *sitque linea apsidum* ιβ· *visus in* α· *punctum aequatorium* γ.

Dum autem dico visum in α esse, intelligo vel per fictionem, vel vere. Physice loquendo non tam visus in α collocandus est quam ipsa virtus, quae circuitum circa se conciliat Planetae tardum velocem pro

ratione propinquitatis ad α, ut supra dictum. *Connectatur aliquod circumferentiae punctum extra apsidum lineam (puta η) cum γ, β, α. esto, ut per hanc hypothesin anguli ιαη per totum circuitum tanti proxime computari poßint, quanti observantur ex α, et post certa tempora, quae metiatur angulus ηγι aequaliter. Ostendetur autem postea parte secunda, quomodo per observationes Astronomicas deprehendatur, quantus angulus ηαι cuilibet ηγι debeatur. Rursum sit visus seu virtus movens in puncto extra lineam ια quod sit δ. deturque nobis, quod etiam in δ per Astronomicas observationes certis temporibus certi anguli visorii sint deprehensi, hoc est, quantum quolibet tempore Planeta sub Fixis promoveri videatur ex δ inspectus. detur etiam hoc, quod hae in δ apparitiones quadrent in hypothesin conformem priori, tantum quantitate eccentricitatis mutata. Cum autem certum sit, uno et eodem tempore Planetam in coelo unum et idem iter conficere, non vero aliud observanti ex δ aliud ex α· certum igitur et hoc est, non poße Planetam observatori utrique (et qui in α et qui in δ) videri aequalis motus eodem tempore. Sit enim portio veri itineris Planetarii ιη· atque illud conficiat Planeta certo tempore, puta diebus viginti. cum igitur α sit propius ιη quam δ, major igitur apparebit ιη in α quam in δ per demonstrata Optica. ergo iisdem viginti diebus Planeta plus videbitur promotus ei qui in α quam ei qui in δ. Ac cum quilibet Planeta perpetuo certum et eundem tueatur numerum dierum, quibus restituitur ad idem Fixarum punctum, tarditatem contraria celeritate compensari oportet. Cum ergo Planeta in portione ιη videatur tardior ei qui in δ, in alia igitur portione eidem qui in δ videbitur velocior quam ei qui in α. Vnde fit, ut alio loco tardißimus appareat ei qui in δ alio ei qui in α. Ipse tamen Planeta verißime non potest nisi uno in loco suae orbitae tardißimus esse.*



His ita praeparatis quaeritur, an unum et idem verum in coelo iter[1] Planetae (quod praesupponitur) utrasque apparitiones repraesentare possit et ei qui in δ et ei qui in α, utrique suas, et tales, quales Ptolemaicae calculi formae utrinque concedunt et admittunt.

Quod si Planeta in omnibus orbitae partibus aequalis celeritatis esset, responderetur per caput tertium, quod sic. Sed quia Planeta in uno ec-

centrici loco tardissimus est vera et reali mora, in opposito velocissimus, ideo respondendum, quod non plane.

Causa haec est, quod duae retardationes permiscentur; altera realis et Physica in uno eccentrici loco; altera Optica et apparens in loco non jam uno sed illo, qui a quolibet suscepto visus situ remotissimus est. *Quando ergo visus α in lineam per β centrum eccentrici et γ centrum aequantis ductam incidit, in parte lineae stans opposita illi quae habet γ centrum aequantis, tunc utraque tarditas in idem punctum Fixarum versus ι vergit. Quando vero discedit visus ex hac linea ut in δ, tunc ejecta recta ex δ per β centrum circuli ostendit tarditatis Opticae locum η, cum vera et Physica in ι sit. Atque harum inaequalitatum seu retardationum altera alteram diluit, accumulanturque in locum intermedium inter ιη, ut si ex δ per γ linea ejiceretur in punctum ζ. Itaque si quis tali calculo uteretur, in quo δβ esset apsidum eccentrici linea, βγ vero linea eccentricitatis aequantis, tunc quidem manente Planetae vero itinere ιη repraesentaretur aliud in δ quam in α. nam ei qui in δ Planeta tardißimus esset in ζ, ei qui in α tardißimus in ι. At non tale quippiam in δ repraesentaretur, quod per hypothesin priori conformem supra postulavimus repraesentari debere. Differunt enim hypothesium formae eo, quod illic β medium est inter αγ (quod et Physica ratio postulat, si in α sit virtus movens) hic vero β centrum eccentrici non esset medium inter δγ, nec linea eccentricitatis aequantis (ut illic) per visum δ transiret. quae si etiam transiret per δ ut δγ, non tamen secaret eccentricum in duo aequalia, quia non in centro β, nec pateretur Planetam in locis oppositis hinc videri tardißimum inde velocißimum.*

Cum ergo constet, manente plane eodem itinere Planetae in coelo, non posse plane eandem permanere formam hypotheseos, quaeritur amplius, Si instituatur eadem forma hypotheseos in δ, quantum mutetur iter Planetae a priori, et quantum haec nova institutio hypotheseos ex δ variatura sit priores apparentias in α. *Primo, si collocetur centrum aequantis ex γ in lineam δβ, et ipsi βγ aequalis fiat βμ, plane situs itineris Planetarii manet, sed Planeta non in ι sed in η fit tardißimus tarditate Physica.*

21 Mutatur igitur in itinere Planetae quod mutari non potest;[1] *quia Physica tarditas non ut Optica ad observatorum visionem sequitur. Etsi vero viginti diebus Planeta idem ιη iter conficeret, quod in α majus in δ minus appareret: tamen si partes hujus temporis consideres, vehementer turbabitur ratio applicationis earum ad partes hujus itineris, multoque magis in partibus aliis, quae non sunt interjectae inter lineas ιη. Inprimis mutabitur visui in α sua aequationum quantitas notabiliter, si ei qui est in δ hoc eripueris, Planetam non in ι tardißimum esse, hoc est si punctum aequantis ex γ in μ transtuleris. Ducta enim recta per γμ in circumferentiae punctum ν, et connexis αν, erit sola haec aequatio ανμ aequalis priori ανγ· supra ν vero aequationes ex μ erunt minores, infra ν*

38) aquantis

majores: ut in η *angulus* μηα *multo est minor quam* γηα. Tum autem neque factum sic est, quod institueramus. nondum scilicet prior forma hypotheseos plane constituta est. *Non enim ut* αβ *ad* βγ *sic* δβ *ad* βμ· *nam* βμ *aequalis est ipsi* βγ· *at* δβ *major quam* αβ. *Sin autem facias ut* αβ *ad* βγ *sic* δβ *ad* βμ, *major fiet* βμ *quam* βγ. Vnde sequitur, multo magis vitiatum iri visui in α suam aequationem, et quidem etiam maximam, propter auctam scilicet eccentricitatem. Non tantum igitur alio loco Planeta futurus est tardissimus quam prius, sed etiam alia et quidem majore tarditatis verae mensura. Apparet itaque aequipollentiam nobis expetitam institui non posse trajecta linea apsidum ex δ per β centrum eccentrici. cumque simul patuerit, quanti intersit ut idem γ punctum aequantis retineatur, omnino igitur aut hac perrumpendum aut nuspiam.

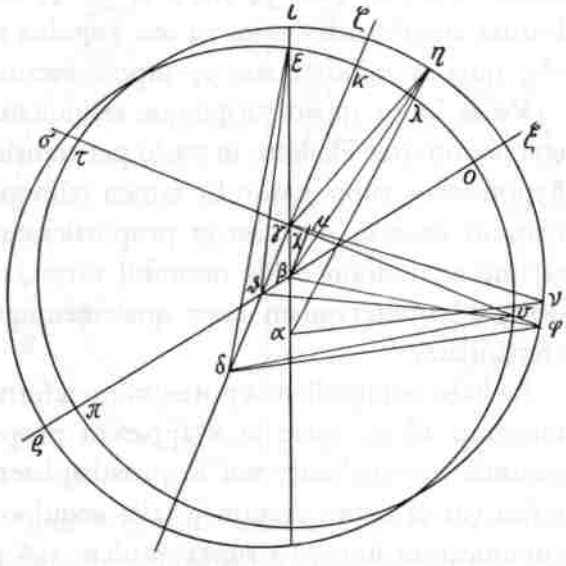
Quid ergo futurum est, si ex δ nova linea apsidum per γ antiquum aequantis punctum trajiciatur, et nova hypothesis antiquae conformetur? scilicet, si centrum eccentrici ex β in lineam δγ transponatur, fiatque ut αβ ad βγ sic δϑ ad ϑγ, et sit ϑ centrum eccentrici? Nimirum hoc futurum est, ut non plane idem Planetae iter in coelo maneat. *Scribatur enim ex* ϑ *eccentricus priori aequalis* εκλ· *et per* ϑβ *recta continuetur in circumferentias, hinc in* ξο, *et illinc in* ρπ. *Quanta igitur est* ϑβ, *tanta est et* οξ *et* ρπ· *et tanto propior fit Planeta in* ο *ipsi* β *tantoque remotior in* ρ, *quam si priorem eccentricum decurrisset. Sed et in alia plaga Planeta fit tardißimus. prius enim in* ι, *jam in* κ *est apsis.* Atque ex hac contemperatione efficitur, ut priori visui in α constituto relinquantur quam proxime suae visiones. quod quidem hic solum quaeritur. Id autem jam numeris probabimus Martis motui familiaribus, etsi paulo alios BRAHEVS prodidit. quod nihil nos impediet, qui hic tantum προγυμναζόμεθα.

Assumantur ista in δγα. *Sit* δα 3584 *eccentricitatis Solis quantitas, qualium* δγ *eccentricitas Martis* 30138: *et angulus* αδγ 47 *grad.* 59 *min.* ¼ *differentia apogaeorum Solis et Martis. Ex tribus igitur datis et* γα *dabitur, nova scilicet Martis eccentricitas, eritque* 27971, *et angulus* δγα 5 *gr.* 27 *min.* 47 *sec. Quod si* δγ *apogaeum prius Martis reponatur in* 23 *gr.* 32 *min.* 16 *sec. Leonis,* αγ *novum Martis apogaeum cadet in* 29 *gr.* 0 *min.* 3 *sec. Leonis.*

Sit vero βξ 100000, *et* αγ *talium* 18034. *quae prius erat* 27971, *qualium* δγ 30138. *Erit ergo in hac dimensione* δγ 19763. *Vtraque vero signis* ϑβ *dividatur in proportione tali, ut* δϑ *ad* ϑγ *item* αβ *ad* βγ *sint, ut* 1260 *ad* 756. *Erit* δϑ 12352, ϑγ 7411; *et* αβ 11271, βγ 6763: *ut ita et super* δ *et super* α *construatur hypothesis primae inaequalitatis Ptolemaica. Tunc in dimensione priori qualium* δα *est* 3584, ϑβ *vel* οξ *erit* 1344. *sed qualium* βξ 100000, *talium* ϑβ *vel* οξ *erit* 880. *Haec adserventur.*

Vt principium calculi inveniamus, quo investigetur, quantum visui in δ mutentur suae apparentiae per transpositionem eccentrici ex ρϑο

in πβξ, sic est agendum. *Quia* γ *est commune centrum, in cujus circulo notentur tempora; notet ergo* γει *momentum in utraque hypothesi idem. Planeta igitur, si eccentricum* εο *decurrat, erit tunc in* ε *cum aequatione* δεγ *: sin eccentricum* ιξ *decurrat, erit in* ι *cum aequatione nulla, coincidentibus lineis* αι *apparentis et* γι *medii motus. Rursum post certum aliquod tempus, cujus sit mensura* ιγζ, *vel* εγκ *(cui ad verticem constituitur* δγα, *qui jam inventus est* 5 *gr.* 27 *min.* 47 *sec.) sit momentum aliquod commune, per* γκζ *designatum. Erit igitur tunc Planeta per eccentricum* εο *in* κ *carens aequatione: per* ιξ *vero in* ζ *cum aequatione* γζα. Ita semper Planeta utrinque est in linea ex γ ejecta, ejusque puncto, in quo secat alterutrum eccentricum. Quod si oculus esset in γ, nulla fieret apparentiarum diversitas, sive Planeta in κ esset sive in ζ. Sed quia visus in hoc schemate ponitur ab artificibus in δ, a me in α, quaeritur ergo, Quo loco circumferentiae distantia eccentrorum in hac linea ex γ ejecta sit visui in δ maxime sensibilis? *Vt illa fiat sensibilis, concurrunt tria. primum, ut distantia se ipsa sit magna, quopacto circa* οξ *et* ρπ *est maxima. deinde, ut quam fieri potest recte objiciatur visui in* δ, *quomodo in* ζκ *et opposito loco evanescit, per principia Optica. in locis igitur intermediis infra* ξ *et supra* ρ *apparet maxima. tertio, ut sit propinqua ipsi* δ, *qua ratione supra* ρ *fit propior quam infra* ξ, *eo quod centrum alterius eccentrici* β *ad dextras partes ipsius* δ *declinet. Quod si angulum rectum constituamus ad lineae* γδ *punctum* γ, *perpendiculari ex* γ *in circumferentias ejecta quam proxime ad locum venerimus ubi maxima est haec apparentia. Transeat per* γ *perpendicularis ipsi* δγ, *quae sit* σφ *secans eccentricum* ϑ *in* συ *reliquum in* τφ· *et perpendicularis demittatur* βχ. *Momento igitur* γσ *Planeta erit in* σ *et* τ, *et momento* γφ *in* υ *et* φ. Quaerenda est inprimis quantitas υφ. *Connectatur* ϑ *cum* υ *et* β *cum* φ. *igitur in* ϑυγ *datur* ϑυ 100000,
quia ϑ *est centrum eccentrici* υ· *et* ϑγ *est* 7411, *et* ϑγυ *rectus :* | *quare* γυ 99725.
Idem in βγφ *agendum.* Sed prius debet innotescere βγ. *Id patebit ex triangulo* βγχ, *in quo* βχ *est parallelos ipsi* ϑγ, *et rectus ad* χ, *et* γβχ *aequalis ipsi* ϑγβ, *scilicet* 5 *gr.* 27 *min.* 47 *sec. et* βγ 6763. *Hinc latera inveniuntur* γχ 644,



21) sive ζ

βχ 6732. *Ergo in* βχφ *rectangulo, cum sit* βφ 100000, *eo quo* β *centrum eccentrici* φ *et* χβ 6732, *erit* χφ 99773. *Cui adde* χγ 644. *prodit quantitas* γφ 100417. *Erat vero* γυ 99725. Ergo υφ quaesita est 692.

Connexis jam υφ cum δ loco visus, quantitas υδφ anguli sic invenitur. *Supra fuit* δγ 19763 *dimensionis proximae: et angulus ad* γ *est rectus. Vt ergo* δγ *ad* γφ *et* γυ, *ita sinus totus ad tangentes angulorum* γδφ, γδυ. *Prodeunt autem* 78 *gr.* 51 *min.* 54 *sec.* ‖ 78 *gr.* 47 *min.* 30 *sec.* Itaque differentia horum angulorum 4 min. 24 sec. angulus scilicet υδφ. Multo minor erit σδτ, quia στ minor quam υφ utpote sectioni eccentrorum propior.

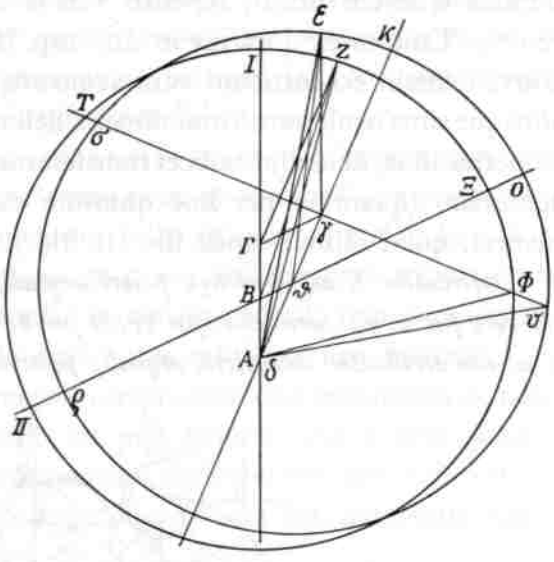
Vides igitur quam propinque relinquatur visui in δ sua apparentia, etsi novum iter Planetae in coelo per translationem visus et mutationem hypotheseos supponatur. Et tamen relinquitur adhuc in potestate artificis, ut motum medium et proportionem eccentricitatum cum inter se tum ad radium orbis nonnihil variet, siquidem id ipsi futurum sit utile, ad obliterandam hanc qualemcunque quinque minutorum discrepantiam.

Ita haec aequipollentia potissimum refertur ad inaequalitatem primam, nimirum ad ea, quae in δ apparent prope centrum eccentrici. At in secunda inaequalitate, seu in prosthaphaeresibus orbis annui, multum refert (ut et supra dictum in alia aequipollentia) utrum Planeta in ξπ circumeat an in ορ. Et supra quidem 246 particulas (differentiam inter Ptolemaicam et Copernicanam hypothesin) contemnere non poteramus; multo minus hic jam 880 vel in alia dimensione 1344 praeteriverimus. Id autem quantum diversitatis pariat in viso loco Martis, sequenti capite videbimus.

Transposuimus hactenus visum ex δ in α. Demonstretur jam, quod eadem fere sequantur visu manente transposito verò puncto aequantis, ut appareat idem hoc capite fieri posse in eccentrico qui habet aequantem, quod supra in fine capitis tertii fieri potuit in eccentrico simplici. Illic enim, seu visus seu centrum eccentrici transponerentur, contingebant eadem: hic similiter, seu visus seu centrum aequantis transponantur, contingunt fere eadem. Est autem necessarium, demonstrationem hanc huic varietati accommodare, propter magnam opinionum dissimilitudinem, quas sequuntur artifices in demonstranda secunda Planetarum inaequalitate, quae nobis jam sequenti capite facessent negocium.

Coeant α. δ. *puncta in unum, ut visus maneat loco eodem: maneantque* δ. ϑ. γ. *signa, aboleatur vero linea prioris schematis* γβα, *sed ejus loco ex puncto* δ *vel* A *eidem parallelos exeat* ABΓ· *sintque portiones* AB, AΓ, *prioribus* αβ, αγ *aequales. erit igitur* Γγ *translatio puncti* γ *aequatorii, aequalis priori* αδ *translationi visus.* Rursum igitur ex B et ϑ scribentur duo eccentrici seu itinera

Planetae per auram aetheriam, cum quibus omnia in circuitu signa transponentur, eruntque dimensiones linearum plane eaedem. Sola haec est differentia, quod bina binorum eccentricorum puncta, in quibus Planeta eodem momento ponendus est, jam non amplius per unam lineam, sed per parallelos ex Γ. γ. duob. aequantium punctis, in suum quamque eccentricum ejectam, determinantur. *Verbi gratia quando eccentricus* ϑκ *habet Planetam in* κ, *tunc eccentricus* BI *habebit eundem in* Z, *ubi* γκ *et* ΓZ *sunt paralleli; et quando ille Planetam habet in* ε, *hic eum habebit in* I, *ubi rursum* γε *et* ΓI *sunt paralleli. caetera patent ex schemate citra demonstrationem.*

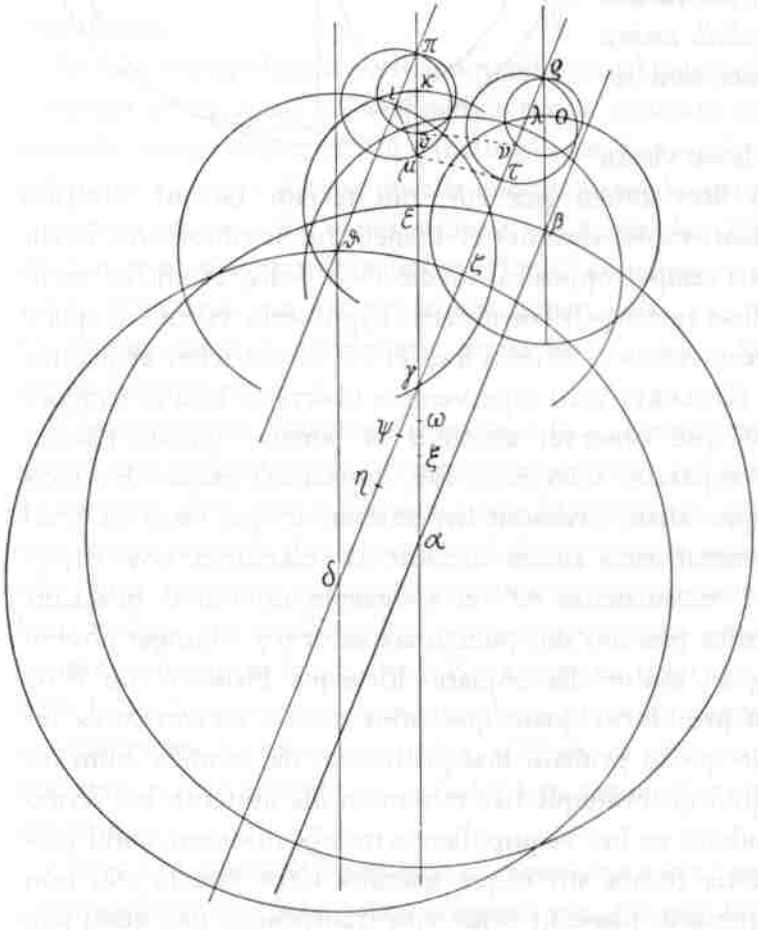


Igitur si non liceat visum transferre (non licet autem per eos, qui terram faciunt centrum mundi, ut sequenti capite dicetur) et Planeta fuerit observatus in aliquot zodiaci locis semper oppositus medio loco Solis, et artifex ex iis locis et temporibus interlapsis constituerit hypothesin talem, in qua δ sit visus, δϑ eccentricitas eccentrici ϑκ, et ϑγ eccentricitas aequantis, et κ apogaeum; KEPLERVS vero superveniens observata loca et tempora mutet (nimirum ipse observet articulos et puncta, quibus Planeta non medio sed apparenti loco Solis fuit oppositus) exque | his locis et temporibus ipse aliam invenerit hypothesin, in qua visus in δ vel A relinquatur, eccentricitas autem prodeat AB eccentrici novi BI, et novi aequantis Γ eccentricitas AΓ, et apogaeum novum I: quaeritur jam, Si prior artifex pristino suo puncto aequatorio γ adjungat novum eccentricum BI, an multo alia aequatio locusque Planetae sub Fixis per calculum sit prodituras quam ipse prius ex suo eccentrico γκ invenerat. intellige quoad primam inaequalitatem. de secunda enim inaequalitate, et quid quantumque hac ratione in illa mutetur, hic sermo non est. Respondetur ex hac aequipollentia transpositionum, quod perexigua discrepantia futura sit, eaque maxima circa puncta υΦ, non major quinque minutis, plane ut prius visu transposito: nisi quod jam υΦ linea propior est visui δ quam terminus υ. itaque angulus υδΦ qui prius erat 4 min. 24 sec. jam est 4 min. 43 sec. Contrarium in σΓ accidit.

Demonstratum est igitur in eccentrico Ptolemaico, quid turbarum oriatur, si quis oppositionibus Planetae cum apparente loco Solis usus seu visum seu orbem transponat novumque eccentricum extruat.

Vt eadem aequipollentia in forma Copernicana seu Tychonica, quae duobus epicyclis utitur, repetitis verbis demonstretur, non opus esse censeo. Tantum ex doctrina in fine cap. III. docebo, et hunc Planetis convenientem eccentricum cum aequante, ejusque in alias quantitates aliosque situs oculi transformationem, delineare per binos illos epicyclos Copernicanos, ut oculus scilicet transferatur, iter vero Planetae per auram aetheriam (quantum per hoc quintum caput fieri potest) invariatum maneat, quod monui capite illo III itidem fieri posse.

Constituatur triangulum δγα *priori aequale, et lineae lineis paralleli; agatur vero per* α. αβ *parallelos ipsi* δγ, *et per* δ. δϑ *parallelos ipsi* αγ· *et centris* δ. α. *duo scribantur concentrici aequales prioribus eccentris* δϑ, αβ· *continuetur* δγ *in* ζλ, *et* αγ *in* εκ· *et sint* δζ, αε, *semidiametri (ut prius) et lineae apsidum, quia peridem*γ *transeunt. Secentur autem* δγ *et* αγ *in* η. ξ. *et in proportione qua prius: et* ηγ, ξγ *bisecentur in* ψ. ω. *Tum spacio* δψ, *centris* ϑ. ζ. *scribantur epicycli* ι. λ. *et ipsi* ζλ *sit parallelos* ϑι. *Centris vero* ι. λ. *intervallo* ψγ, *scribantur epicyclia per* πμ, ρτ.



Rursum spacio αω, *centris* ε. β. *scribantur epicycli* κ. ο· *et ipsi* εκ *sit parallelos* βο. *Centris vero* κ. ο. *intervallo* ωγ, *scribantur epicyclia per* πυ, ρν· *et fiant* ϑψ, βσν, *dupli ad* δγα· *sitque Planeta in epicyclio* κπ *proxime* ε *in* υ, ι *in*

epicyclio λρ *proxime* ζ *in* ν. *Igitur per hypothesin ex* δ *incidit Planeta in* τμ, *per hypothesin vero ex* α *incidit in* νω· *ubi vides, quod puncta* μ. υ. *item* τ. ν. *parum differant, illa ex* δ *haec ex* α *inspecta, quando Planeta circa apsidas versatur. At versus longitudines medias haec puncta tantum a se invicem dißidebunt, quantum in priori schemate* υ *et* Φ *dißident, eruntque omnia quam proxime aequalia et demonstrationes omnino eaedem. Continuatis enim* θι, εκ, *ad concursum* π, *et* ζλ, βο, *ad concursum in* ρ, *erunt* θπε, ζρβ, *triangula aequalia ubique triangulo* δγα, *et latera lateribus parallela.*

At quia demonstrationes hae per se satis erunt perplexae, neque consultum, ut coacervatione epicyclorum et epicycliorum Copernicanorum seu Braheanorum magis involvantur, ideo in sequentibus et hanc formam Copernicanam seu Tychonicam primae inaequalitati tributam valere jubebimus. nam ipsa secundae inaequalitatis ratio hypothesium trigemina ubique futura abunde satis nobis exhibebit negotiorum.

Quicquid autem per Ptolemaicum aequantem cum eccentrico demonstraverimus, jam statim postulo, ut pró demonstratis in hoc quoque Copernicano seu Braheano concentrico cum duobus epicyclis vel eccentrepicyclo accipiatur. nam perexigua inventa est differentia supra cap. IV.

CAPVT VI

DE AEQVIPOLLENTIA HYPOTHESIVM PTOLEMAEI, COPERNICI, ET BRAHEI, QVIBVS INAEQVALITATEM PLANETARVM SECVNDAM DEMONSTRARVNT, ET QVID SINGVLAE A SEIPSIS DIFFERANT, QVANDO AD APPARENTEM ET QVANDO AD MEDIVM SOLIS MOTVM ACCOMMODANTVR[1]

27 Dictum est hactenus de hypothesibus primae Planetarum inaequalitatis, quae absolvitur quoties Planeta ad idem signum zodiaci redit. Nunc transimus ad alteram inaequalitatem, quae non in constanti aliquo et uno signo zodiaci sed in conjunctione vel oppositione Solis cum Planeta absolvitur. Hanc igitur vehementer mirati sunt homines: causamque alius aliam attulit, qua fieret, ut Planeta junctus Soli redderetur velox directus altus et parvus, at e regione Solis retrogradus humilis et magnus, intermediis temporibus stationarius et mediocris.

Latini authores vim inesse censuere Solis aspectibus et radiis, qua Planetae caeteri in rei veritate attraherentur. quorum sententia numeris

1) ζ in τ 5) υ et φ

nequit demonstrari, quare non est Astronomica: sed nec verisimilis, inventis veris causis: et manifeste falsa, cum Saturnus incipiat retrocedere in quadrato Solis vel ultra, Jupiter in trino, Mars in biquinti i vel ante sesquadrum, inconstanti intervallo omnes.

PTOLEMAEVS dixit, loco certo circuli Planetarii, qui sufficit primae inaequalitati, fixum esse non Planetam ipsum, sed centrum epicycli Planetam in sua circumferentia fixum vehentis, qui vicissim vehatur a circulo illo Planetae capitali: formam motus hanc esse, ut si centrum epicycli sit cum Sole, Planeta quoque sit in epicycli summo, moveaturque cum Sole versus plagam eandem, Sole a centro hujus epicycli recedente (velocior enim est illo) Planetam simul descendere in epicyclo: cum autem motus epicycli sit velocior circa suum centrum quam motus centri circa terram, hinc fieri, ut cum Planeta partes epicycli inferiores peragrat centro epicycli versante in opposito Solis, compositione motuum revera sit retrogradus. Ita PTOLEMAEVS sententiam suam numeris et Geometriae accomodavit, admirationem non sustulit. Adhuc enim caussa quaeritur, quae omnes Planetarum epicyclos Soli connectat, ut ii semper in congressu centri sui cum Sole periodum suam absolvant.

COPERNICVS cum antiquissimis PYTHAGOREIS et ARISTARCHO cumque iisdem una EGO negamus hanc secundam inaequalitatem in ipso Planetae motu proprio inesse sed videri tantum, accidere vero annua gyratione telluris circa Solem immobilem. Itaque quemadmodum cap. I. motus diurnus a motibus Planetarum propriis fuit separatus, sic jam secunda Planetarum inaequalitas itidem a prima separatur a COPERNICO et quidem eodem modo. Nam primum motum alii artifices adventitium quidem in Planetis agnoscunt, sed tamen credunt illum revera Planetis inesse et inferri sic ut eodem et Planetae vehantur. COPERNICVS neque inesse per se neque inferri concedit extrinsecus sed affingi tantum illis per fallaciam visus. dum enim terra volvatur super axe suo ab occasu in ortum, visui nostro videri mundum reliquum volvi ab ortu in occasum. Eodem inquam modo COPERNICVS asserit Planetas non revera fieri stationarios et retrogrados sed videri. terra enim alio insuper et eo annuo | motu in circulo amplissimo (quem orbem magnum appellat) *28* translata, eos, qui terram credunt quiescere, putare Planetas et Solem in contrarium transferri, et Sole inter terram et Planetam posito componi in visione motus terrae et Planetae, unde videatur Planeta velox, terra vero inter Solem et Planetam posita videri relinqui Planetam et sic retrocedere, eo quod terra velocior sit Planeta.

TYCHO BRAHE simile quid habet cum Latinis, non Solem quidem attrahere Planetas per aspectum, sed Planetas adulari Soli. niti enim, ut illum (quamvis euntem) in medio fere suarum circuitionum retineant,

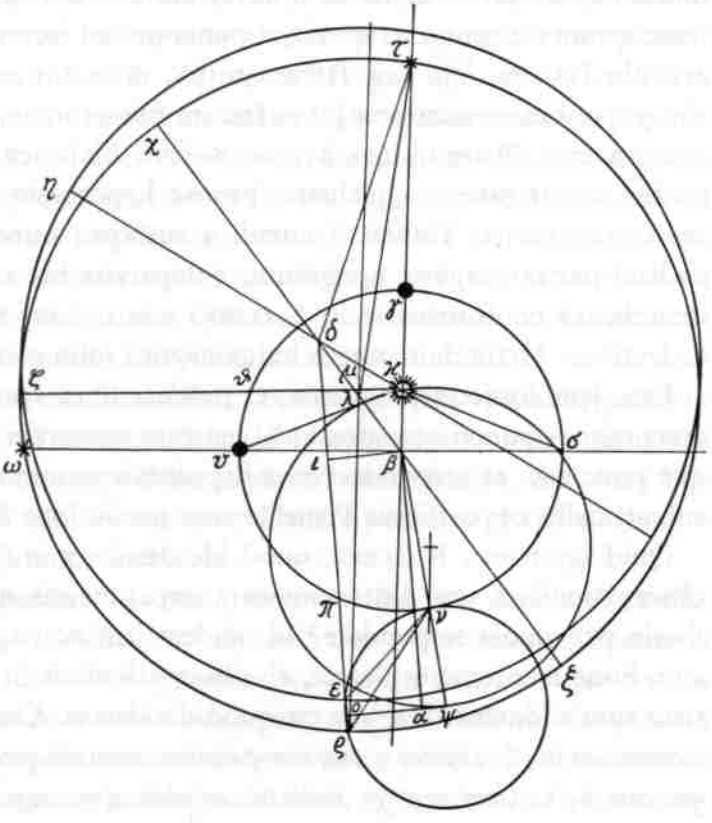
ipsos vero genuinam viam circa Solem (quasi esset immobilis) ordinare. Qua ratione quilibet Planeta in aura aetherea praeter viam propriam ipsam etiam Solis viam conficit, efficiturque ex motu utroque compositus ad unguem idem qui apud PTOLEMAEVM (spiralis nempe) ut cap. I. dictum. Et Astronomice PTOLEMAEVS epicyclos in eccentricis statuit, BRAHEVS eccentricos in epicyclo uno, qui est ipse Solis orbis.

EGO in sequentibus demonstrationibus omnes tres authorum formas conjungam. Nam et TYCHO me hoc quandoque suadente id se ultro vel me tacente facturum fuisse respondit (fecissetque si supervixisset), et moriens a me quem in Copernici sententia esse sciebat petiit uti in sua hypothesi omnia demonstrarem.

Porro trium harum formarum perfectissimam aequipollentiam Geometricam et jam statim et per totum librum aliud licet agentes demonstrabimus. In praesens persequendum est institutum et demonstrandum, omnino magnum aliquid in secunda inaequalitate peccari, si pro apparenti motu Solis medius susceptus fuerit, cum quo Planeta in principio hujus secundae inaequalitatis opponatur.

Incipiam a COPERNICANA sententia. *Centro* β *scribatur eccentricus terrae* γυ, *qualem* COPERNICVS PTOLEMAEO *fidens est imaginatus, ut in eo sit* γβ *linea apsidum,* ϰ *locus Solis immobilis, et* β *punctum aequalitatis motus telluris.*

Ducatur per β *ipsi* βγ *perpendicularis* υβσ *secans circumferentiam in punctis* υσ· *et connectantur* υσ *cum* ϰ.



COPERNICVS igitur Ptolemaicos numeros in suam formam hypotheseos tralaturus Planetarum eccentricitates computavit non a ϰ

Sole sed a β centro aestimato aequalitatis cursus terrae. *Eductis enim lineis ex* β, *utpote* βγ, βυ, βσ, *quoties Planeta et terra in has incidunt, Planeta supponebatur exuisse secundam inaequalitatem, quae ei accidebat ratione motus terrae, ut si terra in* υ *versante Planeta inveniretur in linea* βυ *producta.*[1]

Porro hac ratione COPERNICVS visum per fictionem in puncto β collo- 29
cavit. *Dummodo namque Planeta sit in linea* βυ, *nihil interest ad designandum ejus locum sub Fixis, sive ex* σ *aspiciatur sive ex* β. *Eadem de lineis* βγ, βσ, *et infinitis aliis in* β *concurrentibus, vere dici possunt.* Ergo punctum β est concursus linearum visoriarum omnium, et sic commune punctum fictum visionum omnium. revera autem visio hoc est tellus domicilium 10
nostrum in circuli σγυ aliis atque aliis punctis invenitur diversis temporibus.

Cum igitur existimasset COPERNICVS liberari Planetam inaequalitate secunda, quoties terra et Planeta invenirentur in una aliqua linea ex β exeunte, Planetae loca visa sub Fixis ad ea momenta oppositionum Planetae cum medio loco Solis instrumentis Mathematicis indagavit. Invento enim loco Planetae in aliqua noctium circa oppositionem Planetae cum Sole, si tunc medius Solis locus per calculum fuit inventus in puncto praecise opposito, is fuit articulus temporis: sin ea nocte adhuc distarent nonnihil, collatione duarum vel plurium noctium 20
motuumque Martis et terrae diurnorum intercedentium venatus est hunc ipsum articulum temporis, et punctum seu locum quem teneret eo articulo Planeta. Vbi hoc factum toties, et in tot locis zodiaci, quot sibi putavit esse necessaria (ut si factum fuisset in βγ, βυ, βσ) jam per[1] haec inventa Planetae loca βγ, βυ, βσ sub Fixis seu in zodiaco cepit 30
artifex investigare inaequalitatis primae hypothesin, quanta nimirum esset eccentricitas Planetarii circuli a suscepto puncto β, et in quas zodiaci partes vergeret apogaeum, comparatis his angulis, quos loca deprehensa conformarent in β centro visus, cum temporibus intercedentibus. Methodum autem hujus negotii infra suo loco patefaciam. 30

Esto jam confecta pragmatia, et prodeat linea apsidum eccentri βδ, eccentricitas puncti aequatorii βδ, centrum eccentrici in hac linea ejusque puncto λ· et respondeat haec hypothesis omnibus locis observatis sub articulos oppositionis Planetae cum medio loco Solis.

Quid igitur est, KEPLERE, quod hic desideres in COPERNICO? Anne observationibus seu Astronomorum experimentis negas hanc hypothesin per omnia respondere? Id quidem jam non agitur. Neque ego, cum hunc laborem auspicarer, ab observationibus in diversam sententiam sum adductus. Sed hoc est quod desideravi. *Continuetur* βδ *ut secet eccentricum in* χξ· *et circa* χ *sumatur punctum eccentrici quod sit* τ, *connectaturque cum* δ, λ. *Cum ergo* χτ *metiatur angulum* χλτ, *angulus vero* χδτ *major* 40

sit angulo χλτ *quantitate* δτλ, *et sit* δ *punctum aequalitatis temporariae; ergo tempus per* χδτ *designatum est majus respectu totius periodi temporis per* 4 *rectos signati quam arcus* χτ *respectu circumferentiae totius: tardus igitur Planeta vere (non jam per visus phantasiam) per arcum* τχ, *velox in opposito arcu, et in* χ *tardißimus, in* ξ *velocißimus. Neque tamen in* χ *longißime recedit a* ϰ *Sole, neque in* ξ *proximus fit ipsi* ϰ. At omnibus rationibus ipsaque adeo hypotheseos hujus quam circa β punctum refello testificatione consentaneum efficitur, hanc realem retardationem Planetae oriri ex discessu a corpore Solis, accelerationem ex appropinquatione ad Solem ipsum in ϰ situm. Contra ne cogitatione quidem comprehendi potest, inesse vim in puncto β (quod caret corpore) potius quam in ϰ omnino proximo (in quo Sol, cor mundi) quae vis Planetam pro ratione abcessus et recessus sui tarde vel velociter circumagat. Ac etsi quis jam non concedat retardationes et accelerationes hujusmodi ex intimo eccentricorum complexu Physice oriri, statuat igitur has affectiones motus esse naturaliter penes ipsas facultates motrices in corpore Planetae residentes, rursum eandem verisimilitudinem obtinebimus. Nam quae causa sit, cur mentes illae praeterito puncto ϰ (quod Geometricam habet affinitatem ad motum. corpore enim vestitum est non exiguae magnitudinis.) ad β punctum respicerent quatuor solummodo semidiametris (vel secundum authores diametris) corporis Solaris ab ipso Sole remotum et corpore vacans nullaque re nisi unica imaginatione subnixum? Adde quod Copernicvs lib. V. cap. XVI. ipse agnoscit Solem in ϰ plane fixum esse, ideoque eccentricitatem ϰδ constantem, cum β punctum, quod pro centro habet orbis annui, saeculorum successu luxatum esse perhibeat, itaque βδ breviorem factam. Quo pacto β aut hodie non est amplius in centro mundi aut olim non fuit ibi. At consentaneum est, vel originem motus ex centro mundi esse, vel mentes motrices ad centrum mundi respicere, non igitur ad β, sed ad ϰ quod Copernicvs fixum perhibet. id quod centro mundi competit.

His adductus verisimilitudinibus conclusi, lineam apsidum, quae pro inaequalitate prima Planetae efficienda usurpatur, non debere per β sed per ipsissimum ϰ transire. Tunc autem id obtinebimus, cum loca Planetae sub Fixis ea adhibemus, quae Planeta possidet in articulo oppositionis sui et apparentis loci Solis.

Et quidem cum puncta ϰ. β. *cum* γ *terra in eadem sunt linea, ipseque Planeta una in eandem coincidit, ut si sit in* τ, *tunc eodem momento Planeta et medio et apparenti Solis loco opponitur, manetque ei locus, sive per* βτ *sive per* ϰτ *inter Fixas excurrentem designetur, vereque exutus est inaequalitate secunda, sive ab apparente sive a medio motu terrae pendeat. At cum terra ad sui eccentrici latus seu longitudines medias venit, differentia satis magna inter-*

venit. Iverit enim terra a γ *in* υ (*Sol nempe e regione a perigaeo et Capricorno in Arietem*) *et inveniatur linea medii motus Solis* υβ *in Ariete, linea vero visionis Planetae in Libra praecise illi opposita nempe* υω. *Cum igitur* υκ *sit ultra* υβ *magis in consequentia, apparens igitur Solis locus est ultra Planetae oppositum. et cum* υ *sit terra visus domicilium, et* ω *Planeta, et uterque descendant versus* ξ, *velocius tamen* υ *terra; linea ergo* υω *posteriori*[1] *tempore adhuc magis inclinatur ad lineam* υκ *visibilis loci Solis. anteceßit igitur apparens oppositio mediam. Tempore igitur, quod antecedit momentum signatum per* βυ, *quod sit* β϶, *Planeta in lineam ex* κ *per* ϑ *eductam incidet, nempe in* ζ. Et tunc ϑζ linea visionis Planetae (quod inexercitatior aliquis diligenter notet) plus in consequentia vergit sub Fixis quam υω temporis posterioris: quia etsi ϑζ praecedit lineam υω in antecedentia, tamen perinde est, ac si ϑ. υ. et omnia omnino puncta per terrae circulum unus punctus et centrum sphaerae Fixarum essent. quare non distantia terminorum ϑ. υ. sed inclinatio linearum ϑζ, υω, efficit, ut lineae in diversa zodiaci loca incidant, eodem ad sensum coincisurae, si paralleli fuissent. *Inclinari autem* ζ *versus* ω *patet inde, quod idem tempus supponitur, quo Planeta ex* ζ *in* ω *et terra ex* ϑ *in* υ *movetur. Terra vero velocior est Planeta. Majus igitur spacium* ϑυ *terra conficit, quam est* ζω *spacium Planetae.*

Sed esse Planetam antecedenti tempore plus in consequentia, facilius etiam doceri potest, cum sub oppositionem sit retrogradus, quod omnibus constat. Apparet itaque quid in hac reductione a medio ad apparentem Solis motum in locis inaequalitate secunda exutis immutetur.

Nam in τ *et opposito loco pristina loca manent. in* ζ *vel* ω *additur loco viso, quia* ϑζ (*ut dictum est*) *magis in consequentia vergit quam* υω· *adimitur tempori interlapso, quia* ϑζ *est visio tempore prior quam* υω. *In opposito loco fit contrarium, tempori scilicet additur, loco adimitur. Atque ita loca haec Planetae a pristinis multum diβident. Quare et in operatione de novo instituta effectus prodeunt multo alii.* Nempe cum visum fictione in κ Solem transtulerimus (*eo quod Planetam in* τ *et* ζ *positum inspexeramus, terra in lineis* κτ *et* κζ *versante scilicet in punctis* γ *et* ϑ), eccentricitas igitur jam a κ consurget. *At supra capite V. ostensum est, visu ex* β *in* κ *translato et ex* κ *per* δ *punctum aequalitatis pristinum linea ejecta, per hanc novam hypothesin novum quidem eccentricum strui, sed qui visui in* β *quamproxime suas visiones omnes imperturbatas relinquat. Igitur connexis* δκ, *et linea divisa in* μ, *sic ut* δλ *sit ad* δμ *ut* δβ *ad* δκ, *et ex* μ *designato novo eccentrico* ηε, *qui priori* ξχ *sit aequalis, acta etiam per* κδ *nova linea apsidum, consurget hypothesis nova, cujus apsis in* η. Prius autem χ abusive apogaeum dixeramus, eo quod in linea χβ Copernicanum centrum β in locum terrae Ptolemaicum successerat. Jam igitur η propria notione (cum in Copernicana hypothesi

24) manent in ζ vel ω. additur

Opot. Aphelium et perihelium quid?

sumus) aphelium, eique oppositum punctum perihelium dicemus, eo quod Sol ϰ longissime ab η recedat.

Dictum est, quid Physice differant hae geminae opiniones, mea et authorum. Ostensum etiam est, quomodo in forma Copernicana utraque Geometrice delineetur. Tertio et illud inculcatum, Astronomice in articulis conjunctionum et oppositionum nihil illos differre quod admodum magni sit faciendum. Sequitur ut quod supra cap. V. inexplicatum mansit demonstrem, omnino magnam aliquam differentiam intercedere inter utramque hypothesin, si ex iis extra situm acronychion Planetae locum computare jubearis. |

Ducta igitur per λ. μ. *centra eccentricorum linea parallelos ipsi* βϰ, *et continuata ut secet utrumque eccentricum in duobus punctis infra et supra, constituet infra, maximam intercapedinem* ερ *aequalem ipsi* λμ. *Sed quia non lineae ex* λ *sed lineae ex* δ *designant certa et eadem momenta temporis, quibus hic opus habemus, ducatur igitur* δρ *secans eccentricos in* ερ, *ut uno et eodem momento Planeta hic in* ε *illic in* ρ *certo incidat. Terra igitur in linea* δρ *versante scilicet in* π, *Planeta sive in* ε *sive in* ρ *consistat, utrinque eodem in loco zodiaci videbitur. nam linea* ερ *ratione Optica instar puncti apparet. at terra ad hujus lineae latera utrinque excedente quantitas lineae* ερ *apparet major atque major, quia ex obliquo.*

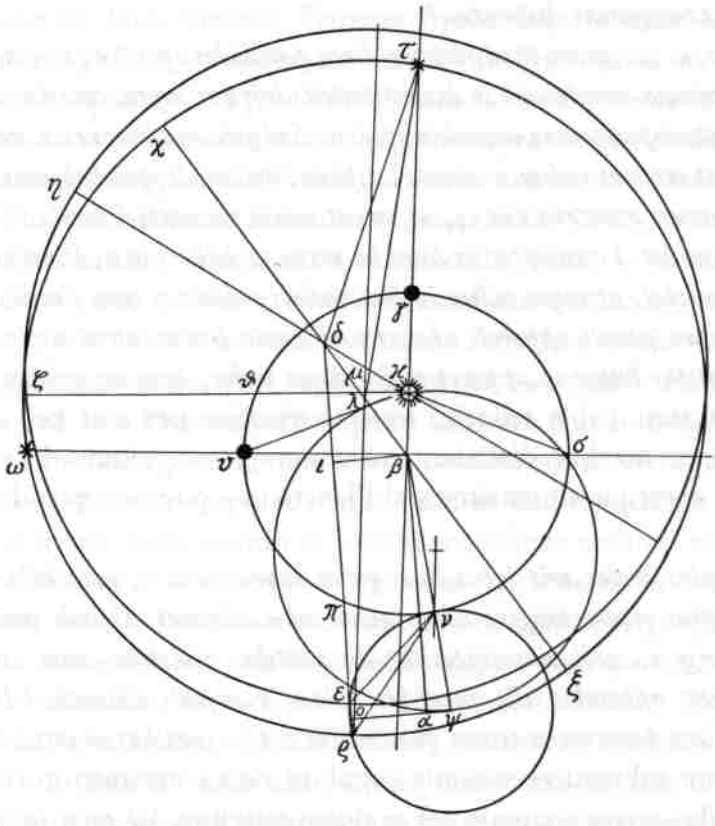
Quaeritur punctum orbis telluris, ex quo visoriae per ε et per ρ incedentes omnium maxime discedant maximumque angulum ad visum constituant, errorque sit maximus, si Planeta in ρ ponatur quando debuit poni in ε.

Primum is angulus major erit infra in ε *quam supra circa* τ, *quia orbis terrae ex* β *descriptus visum propius ad* ερ *quam ad* τ *admovet. Deinde cum* δρ *sit ultra* τβ, *ergo* ερ *obliquius inspicitur ex partibus sinistris quam ex dextris. Minor igitur apparebit illic quam hic, etiam in aequali distantia telluris a* δρ *linea. Ergo punctum nostrum quaerendum est in partibus dextris.* |

Dico, ερ maximum subtendere visionis angulum visu constituto in eo puncto, ubi circulus terrae a circulo per ερ ducto tangitur. *Sit enim talis circulus per* ερ *descriptus, qui circulum* υσ *in partibus versus* σ *tangat: tactus fiat in puncto* ν· *et ab* ε. ρ. *lineae exeant cum in contactum* ν *tum in plura alia puncta circuli* υσ *ante et post contactum. Cum igitur circulus circulum in uno solo puncto tangat, ergo omnium angulorum crura ex* ε. ρ. *exeuntia et in punctis circuli* υσ *concurrentia secabuntur a circulo per* ερ, *praeterquam ea quae in* ν *contactum circulorum terminantur. Quae autem crura ex* ε. ρ. *secantur a circulo* ερ *ante suum concursum, ea si in alterutro punctorum sectionis coirent, majori angulo coirent per XXI primi Elementorum* Evclidis. *et sunt omnes anguli in circumferentia super* ερ *segmento constituti aequales per XXI tertii* Evclidis. *Ergo qui ad* ν *(contactum) major est caeteris omnibus. quod erat demonstrandum.*

Vt igitur quantitatem in familiaribus numeris investigemus, opus nobis est cognitione ipsius ερ, et perpendicularis ex β in δρ.

Vtramque discemus ex resolutione triangulorum δλρ, δμε. *Nam in* δλρ *supra asservavimus* δλ 7411 *qualium* λρ 100000 *et* ρλβ 47 *gr.* 59 *min.* 16 *sec.* *Hinc prodit* ρδλ 44 *gr.* 59 *min.* 10 *sec. et* δρ 105123. *Ergo in* εδμ, *cum sit* εδλ 44 *gr.* 59 *min.* 10 *sec. et* λδμ *prius fuerit* 5 *gr.* 27 *min.* 47 *sec. totus igitur* εδμ *est* 50 *gr.* 26 *min.* 57 *sec. et* δμ *fuit supra* 6763 *qualium* με 100000.[1] *Igitur in* εδμ *datis tribus et reliqua dantur, nempe* εμκ 53 *gr.* 26 *min.* 17 *sec. et* 33 *per hunc* δε 104170. *Prius vero* δρ *erat* 105123. *relinquitur ergo* ερ 953.



Supra λμ fuit 880, cui aequalis esset ερ, si signa ε. ρ. essent in linea μρ. sed quia hic ε est in linea δρ inclinata ad μρ, nihil igitur mireris longiorem esse ερ quam μλ. *Demißa jam ex* β *perpendiculari in* δρ, *quae sit* βι, *in triangulo* δβι *rectus est ad* ι, *et* βδι *est* 44 *grad.* 59 *min.* 10 *sec. et* βδ *supra fuit* 19763. *ergo quaesita perpendicularis* βι 13971 *et* δι 13978. *quare* ιρ 91145. *Oportet et quantitatem radii* βυ *conjicere in eosdem numeros. supra enim, cum quae nostrae* βκ *hic respondet assumeretur particularum* 3584, βυ *fuit praesupposita* 100000. *Jam vero* λρ 100000 *praesupponitur, et est* λρ *ad* βυ *supra assumpta ut* 61 *ad* 40 *fere, unde caetera extructa sunt. ergo ut* 61 *ad* 40 *sic* 100000 *ad* 65656½ *legitimam quantitatem* βυ.

Tangat igitur circulus per ερ *transiens circulum* βυ *in puncto* ν· *et* ερ *per medium secta in* ο, *perpendicularis ipsi* ιρ *insistat* ψο· *et continuetur* βν *donec in* ψ *secet* οψ· *erit* ψ *centrum circuli. Est enim centrum circuli in linea per centrum alterius tangentis circuli et contactus punctum transeunte, per XI. tertii* EVCLIDIS. *quare in* βψ *linea. Rursum per III. tertii* EVCLIDIS *centrum circuli*

33) praesupposita 10000

est in perpendiculari bisecante subtensam ερ, *quae sectionis puncta* ε. ρ. *connectit. ergo in linea* οψ. *quare in puncto* ψ *communi utrique lineae. Connectatur* εψ· *et ex* β *ipsi* ιρ *parallelus exeat* βα *secans* οψ *in* α. *Igitur* βα *aequalis est lineae* ιο, *et* αο *aequalis lineae* βι. *Sed* βι *jam inventa est* 13971, ιο *vero cognoscitur ex* ιρ, ερ. *Fuit enim* ιρ *supra* 91145, *et* ερ 953. *sed* ορ *est dimidium de* ερ. *ergo* ορ *est* 476½. *Ablato ergo* ορ *ab* ιρ, *relinquitur* ιο *vel* βα 90668. *Cum autem sit* α *rectus, ergo* βψ *poterit utramque,* βα, αψ. *Est vero composita* βψ *ex* βν *nota (scilicet* 65656*) et* νψ. *Ipsa vero* νψ *hoc est* εψ *(cum sit* ο *rectus) potest notam* εο 476½ *et* οψ *compositam ex* οα *nota et* αψ *ignota sed prius etiam commemorata. Oportet igitur* οψ *tam longam facere, ut si potentias* ψο *et* οε *jungas, latus* εψ *vel* ψν *non sit longius, quam ut potentia compositae ex* βν, νψ, *diminuta potentia ipsius* βα, *relinquat potentiam ipsius* ψα *tantae, ut composita cum* αο *aequet primo assumptam* ψο.

Assumo ψο *unitatem figuratam. ejus quadratum erit quoque figuratum. Appone quadratum ipsius* εο 227,052. *erit quadratum* ψε *vel* ψν *compositum ex his duobus. Est vero quadratum* βν 4,310,747,475. *quod si quadrato* ψν *addideris, et rectangula compleas, constituetur quadratum totius* ψβ. *Est autem quodlibet illorum rectangulorum radix de* 4,310,747,475 ☐ + 978,763,835,536,363. *Atque sic habetur hoc quadratum* βψ *semel.*

Cum autem αο *sit* 13,971, *erit* ψα *figurata unitas, diminuta per* 13,971. *Ejus quadratum* 1 ☐ — 27,942 ℞ + 195,188,841. *Cui adde quadratum ipsius* βα 8,220,686,224, *ut constituatur quadratum* βψ *secundo* 1 ☐ — 27,942 ℞ + 8,415,875,065. *Prius erat* 1 ☐ + 4,310,974,527 *et amplius radicis de* 4,310,747,475 ☐ + 978,763,835,536,363 *duplum. Aufer utrinque unum census, et* 4,310,974,529. *Relinquetur illic* — 27,942 ℞ + 4,104,900,538, *hic radicis* | *de* 4,310,747,475 ☐ + 978,763,835,536,363 *duplum, quae aequalia sunt. Simplo ergo radicis illic est aequale* — 13,971 ℞ + 2,052,450,269. *Ac cum hoc sit illius radici aequale, hujus ergo quadratum illi ipsi erit aequale. Est autem hujus quadratum*

+ 195,188,841 ☐ — 57,349,565,416,398 ℞ + 4,212,552,106,718,172,361.

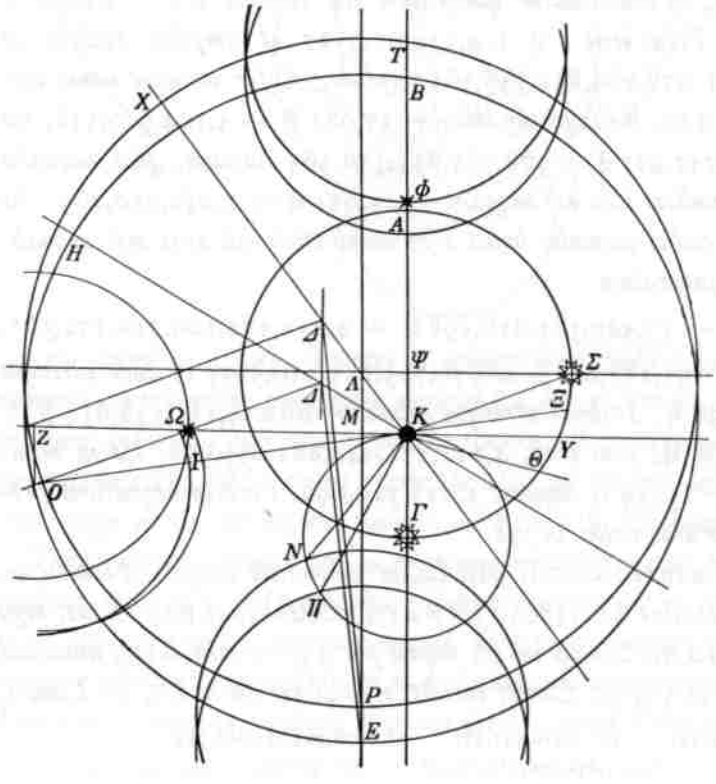
Abjice utrinque 195,188,841 ☐ *et* 978,763,835,536,363, *et adde utrinque* 57,349,565,416,398 ℞. *Stabunt utrinque aequalia; illinc* 4,115,558,634 ☐ + 57,349,565,416,398 ℞; *hinc vero,* 4,211,573,342,882,635,998. *Et in minimis numeris* 1 ☐ + 13934 ℞ *aequant* 1,023,329,690. *Peracta aequatione prodit* οψ *unitatis figuratae valor* 25772.

Cognita semidiametro circuli jam facile habentur anguli. *Nam a* ψο *aufer* οα 13971. *restabit* ψα 11801. *Et* βα *est* 90668½, *et* βαψ *rectus. ergo* αβψ 7 *gr.* 30 *min.* 10 *sec. Sed* αβ *vel* ρδ *supra per* 3 *gr.* 0 *min.* 6 *sec. annuebat ad* ρλ *vel* βκ, *quae in* 5½ *gr. Cancri incidit. ergo* ρι *vel* αβ *in* 8½ *gr. Cancri.*

4) 139711 5) 91195 16) 4,310,747,477 18) 978,763,835,636,363
24) 97,876,383,536,363 30) 421,252,106,718,172,361 37) $90665\frac{1}{2}$

Ergo ψβ *in* 16 *gr. Cancri.* Sole ergo (assumptis his numeris) perambulante 16 gr. Cancri, Planeta vero medio et aequabili motu in 8½ gr. Capricorni at apparenti circa 27 gr. Scorpionis versante, ερ apparet maxima. Quod si Planeta sit ultra 8½ gr. Capricorni, ultra scilicet ρε, etsi tunc ρε minuetur, apparentia tamen augeri poterit in puncto ultra ν ob appropinquationem orbium. Quantitas jam statim habe|tur. 37
Cum enim οψ *sit inventa* 25772 *et* ορ 476½, *erit* οψε 1 *gr.* 3 *min.* 32 *sec. Ei vero aequalis est* ρνε *(quem hactenus investigavimus) per XX tertii* EVCLIDIS. *nimirum quia totus* ρψε *ad centrum, duplus est ipsius* ρνε *ad circumferentiam, et vero* οψε *dimidius est ipsius* ρψε. *Quod si* βδ, κδ, *bisecentur, et* λμ *dimidium ipsius* βκ *assumeretur (quo de infra), tum* ρε *et consequenter ejus angulus ad* ν *quarta parte posset major fieri.* Ita vides tandem, quantum mea haec traductio hypotheseos a medio ad apparentem motum Solis in parallaxibus orbis annui turbet.

Aperta igitur est nobis janua per observationes quoque statuendi de eo, quod a priori et a consideratione caussarum motricium deduxeram; scilicet lineam apsidum Planetae, quae sola bisecat iter Planetae in duos semicirculos aequales vigore et quantitate, hanc inquam lineam non praeter Solem (ut artificibus placet) sed per ipsum centrum corporis Solis transire. Hoc autem in successu Operis demonstrabo ex observationibus parte quarta et quinta.



Jam eadem, quantum fieri potest, et in PTOLEMAICA hypothesi deducam.

Centro Ψ *scribatur eccentricus Solis* Γ, *in quo* ΨΓ *sit linea apsidum, et terra immobilis in lineae* ΨΓ *puncto* K *versus* Γ, *et* Ψ *punctum aestimatum aequalitatis motus Solis. erigantur ex* Ψ. K. *perpendiculares* ΨΣ, KY· *et*

38 *connectatur* Σ *cum* K· *sitque* KΣ *linea apparentis motus Solis*, KY *linea aequalis motus Solis.*

PTOLEMAEVS igitur Planetarum cursus expendit, non in lineis KΣ, sed in lineis KY eductis ex K parallelis ipsis ΨΣ per corpus Solis euntibus. Quoties enim Planeta in has KY incidit e regione Solis, supponebatur exuisse secundam inaequalitatem, quae ei accidebat (secundum opinionem PTOLEMAEI) ratione epicycli. et tunc instrumentis explorabatur locus Planetae, in quo sub Fixis apparebat, supponebaturque centrum epicycli tunc inveniri in eadem linea. Id factum aliquoties et in diversis zodiaci locis: esto in lineis KΓ, KY, et oppositis. Ex tribus igitur hujusmodi locis Planetae (seu centri epicycli, qui secundae inaequalitati servit apud PTOLEMAEVM) cepit artifex investigare inaequalitatis primae hypothesin, comparatis his angulis, quos loca deprehensa conformarent in K centro terrae et visus, cum temporibus intercedentibus. Methodus hujus negotii in PTOLEMAEO invenitur lib. IX.

Esto jam confecta pragmatia, et prodeat linea apsidum eccentri KΛΔX, Δ punctum aequatorium, centrum eccentrici in hac linea et puncto Λ, et eccentricus XZ. et respondeat haec hypothesis omnibus locis observatis sub articulos oppositionis Planetae cum Solis loco medio.

Hic quae COPERNICO objeci de concinnitate motus Physici, non plane et in PTOLEMAEVM quadrant. Nam centrum quidem epicycli, qui se-
39 cundae servit inaequalitati, hic aeque ac prius ipse Planeta, transfertur tarde celeriter pro suo ad K terram accessu vel recessu in circulo XZ. inesse autem in K terra (ut prius apud COPERNICVM in Sole corde mundi) vim motricem, quae centra hujusmodi epicyclorum circumagitet, absurdum et monstrosum est statuere. Alia vero via impugnari ex Physica potest haec hypothesis. Est enim huic formae quodammodo propria soliditas orbium, qua (per TYCHONIS BRAHE observationes cometarum) destructa haec per sese quodammodo cadere videtur hypothesis. statueretur enim vis motrix in centro epicycli (in non corpore sed puncto Mathematico) residere, et agitare se ipsam de loco in locum transeundo idque aequalibus temporibus inaequaliter; simul vero et secum attraheret Planetam ad propinquitatem diametri epicycli, illumque simul circa sese gyraret aequalibus temporibus aequaliter. Haec tanta varietas in unam motricem mentem cadere non potest, nisi DEVS sit, suffragante ARISTOTELE lib. XII. Metaphysicorum cap.VIII. cui placet singulis motibus aequalissimis et simplicissime circularibus singulas praesidere mentes. praeterea, qui virtus aliqua sedebit in non corpore, effluet ex non corpore in Planetam? Quod si etiam dividas munia, et motricum in-

37) lib. I

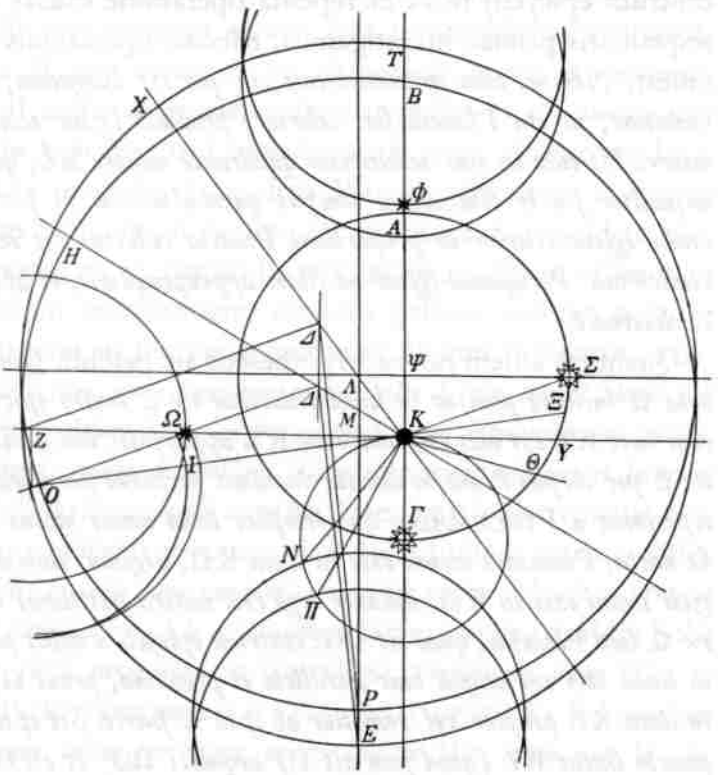
telligentiam unam in centro epicycli colloces, alteram in corpore Planetae; ea quae in centro, terram (corpus nempe) respiciet et circumibit terram in circulum inaequaliter, quae vero in puncto circumferentiae (nempe in corpore Planetae) circumibit centrum incorporeum et id aequaliter. Quaeretur igitur, ut supra, Quibus illa adminiculis id incorporeum punctum circumveniat. Non enim per Geometricam imaginationem, ut quod Geometricam sui imaginationem non admittit. nec punctum mobile in non corpore vel imaginando subsistere potest. et nos homines hujusmodi puncta imaginantes adminiculis utimur tabellarum vel papyri, quae tractamus manibus vel meminimus nos olim tractasse. At neque per Physicam effluxionem virtutis (quae in centro epicycli) usque ad circumferentiam et corpus Planetae. Jam enim sustulimus hunc virtutis effluxum, divisis muniis compositi motus inter binas mentes. Quin etiam in prima et eccentrica motione dubitatur, an virtus aliqua naturalis ad motum inferendum comparata possit in puncto aliquo subsistere quod omni proprio corpore careat? multo magis, an hujusmodi incorporea virtus se ipsam circa terram circumagitare et de loco in locum transire.possit? et multo maxime, an motum alii per effluxum ex se ipsa communicare seu inferre possit, nulli innixa corpori ceu nido? Nam quae sublimia de essentia, motu, loco, operationibus, beatorum angelorum et separatarum mentium, mihi opponere aliqui volent, impertinentia sunt. Disputamus enim de rebus naturalibus dignitatis longe inferioris, de virtutibus nullo arbitrio ad variandam actionem suam usis, de mentibus minime sane separatis cum sint conjunctae et alligatae corporibus coelestibus vehendis. Atque haec in genere PTOLEMAEO objici possunt.[1]

Sed aliquid etiam PTOLEMAEO dicatur, ob quod in specie a suo motu medio Solis discedere et apparentem nobiscum amplecti velit. Etenim si virtus movens Planetam (seu una seu gemina) ad Solem respicit, ita ut Planetam imo loco epicycli statuat, quoties centrum epicycli e regione Solis stat, quaero ut supra, cur potius ad punctum imaginarium Y (quod Solem ipsum per Σ notatum jam praecedit, jam sequitur, jam supra jam infra stat) quam ad ipsum Solis corpus respiciat? aut quomodo virtus illa motum ipsius Y circa K terram percipere omnino possit, cum in Ψ corpus non sit? et an non sit verisimilius, epicyclum ad lineas KΣ apparentis loci Solis, quando hae per centrum epicycli transeunt, restitui?

Epicyclum hic intellige Ptolemaicum secundae inaequalitati servientem.

Videamus igitur quid in eccentrico immutetur per apparentis motus Solis usurpationem. *Rursum igitur (ut prius) cum* Γ *Sol et* Ψ *centrum eccentrici Solis cum* K *terra in eadem est linea, sic ut* ΨΓ *apparentis et* KΓ *medii motus Solis coincidant, tunc* Τ *centro epicycli manet hic locus, sive per*

KT *sive per* ΨT *sub Fixis designetur, vereque Planeta est in linea* KT *seu* ΨT *et imo loco epicycli* Φ, *quia hic et ipsi* Ψ *et ipsi* K *proximus est. propterea-que Planeta vere exutus est inaequalitate secunda. At cum Sol ad sui eccentrici latus seu longitudines medias venit, differentia satis magna intervenit. Iverit enim Sol a* Γ *in* Σ, *et inveniatur linea medii motus Solis* KY *in Ariete, et linea visionis Planetae* KΩ *in Libra praecise illi opposita, ut sit* Y KΩ *linea una. Quia ergo* PTOLEMAEVS *statuit Planetam* Ω *in hac visione* KΩ *exuisse secundam inaequalitatem, ponit igitur* Z *centrum epicycli in* KΩ *linea. Cum autem* KΣ *superaverit* KY, *apparens igitur locus Solis est ultra oppositionem cum Planeta. Neque* KΩ *in posteriore tempore descendit, ut opponatur ipsi* KΣ, *sed ascendit versus* KΦ, *quia partes imae epicycli* Ω *sunt retrogradae, et celeriores ipso* Z *centro, et ibi Planeta utpote in oppositione cum Sole. Anteceßit igitur hic apparens oppositio mediam.*



Tempore igitur, quod momentum per KY *signatum antecedit (sit autem* KΘ*) cum Sol videtur in linea* KΞ, *Planeta in ejus opposito videbitur, puta in* I *per* KI, *quae est una recta cum* KΞ. *et quia jam ponitur in hac vera oppositione exuere inaequalitatem secundam, ideo et centrum epicycli in hac linea* ΞK *videbitur, puta in* O. *et quia Planeta est retrogradus, ergo tempore* KΘ *priore quam* KY *Planeta est in* KI *linea posteriore quam* KΩ. *Sed* KI *et* KΩ *sunt partes linearum* KO *et* KZ. *Igitur et* KO *est magis in consequentia quam* KZ.

Apparet itaque quid in hac reductione a medio ad apparentem Solis motum in linea centri epicycli mutetur. *Nam in* T *et opposito puncto pristinae lineae motus centri epicycli manent: in* Z *promovetur haec linea et in ea centrum epicycli, adimitur vero tempori interlapso: in opposito loco fit con-*

trarium, tempori scilicet additur, linea motus centri epicycli retrahitur in antecedentia. Atque ita hae centri epicycli lineae a pristinis multum dißident. Quare etiam, cum ex his aliquot locis visis centri epicycli (nempe ex locis visis Planetae, post quem supponimus latere in eadem linea visoria centrum epicycli) nova et repetita operatione causas et mensuram inaequalitatis primae investigamus, effectus operationis a priori multum differt. *Nempe, cum in semicirculo, in quo est apogaeum, tempus fuerit imminutum, ut ita Planeta fiat celerior, prodibit igitur eccentricitas aequantis minor. Et cum in ejus semicirculi quadrante majore* BZ, *qui habet apogaeum, aequaliter fuerit diminutum tempus quemadmodum in parte minore reliqua, multo igitur celerior in proportione Planeta redditus est in illa reliqua parte semicirculi. Perigaeum igitur ad illam appropinquavit, et apogaeum a* X *versus* Z *descendit.*

Quantitas autem novae hypotheseos sic patebit. *Quia tum demum Planeta* Ω *incidere ponitur in lineam ductam ex* Z *centro epicycli per* K *terram, cum haec* KZ *est una continua cum* KΣ *apparentis loci Solis, ergo* KΣ *et quae ex* Z *per corpus Planetae ducitur incedunt perpetuo paralleli. Ac cum jam acceperimus a* PTOLEMAEO, *quo tempore linea medii motus Solis fuit* KY *per* Ω *ducta, Planetam visum esse in linea* KΩ, *negemus autem ei* Z *centrum epicycli simul esse in* KΩ, *ducatur ergo (ex nostra positione) ipsi* KΣ *parallelos ex* Ω *loco Planetae, quae sit* ΩO. *centrum epicycli a nobis ponitur hoc momento in linea* ΩO *vel aliqua huic parallelo et proxima, prout* Ω *(signum Planetae) in linea* KZ *propior vel remotior ab ipso* K *fuerit. Sit ipsi* ΩZ *ex quocunque puncto lineae* KZ *(quod jam sit* Ω*) aequalis* ΩO· *et ex* O *ducatur aliqua in* ZK *parallelos ipsi* KΨ *quae sit* OZ. *Cum ergo* ZΩO *sit aequalis ipsi* KΣΨ, *et* KΣ *insensibiliter longior ipsa* ΨΣ *vel* ΩO, *eo quod* KΨΣ | *rectus, et angulus ad* Σ *non major sit* 2 *grad. et* 3 *minutis (unde qualium* ΨΣ 100000 *talium* KΣ 100064*) igitur et* OZ *insensibiliter minor est ipsa* KΨ. *Connectantur* ZΔ, *et ipsi* ZΔ *parallelos agatur ad* O. *Cum ergo idem sit momentum temporis, quo centrum epicycli* PTOLEMAEO *ponitur in* Z, *Mihi in* O *(quod in theoria Solis per* KY *communiter designatur); idque momentum in theoria Martis notetur per* ZΔ *in hypothesi priori, quia* Δ *est punctum aequalitatis, notabitur id in nova per ei parallelon: novum igitur punctum aequalitatis, circa quod numerantur tempora, erit in hac parallelo ex* O.

Et quia centro epicycli (secundum PTOLEMAEVM*) in altera parte lineae medii motus Solis* KY *versante eadem contingunt (quae omitto ad longum deducere) rursumque aliqua parallelos ducitur lineae Ptolemaicae medii motus centri epicycli, ubi ergo novae duae paralleli concurrunt, in id punctum ex* Δ *demissa (quae sit* ΔΔ*) erit parallelos ipsi* ZO *vel* ΨK *et aequalis ipsi* ZO *et quam proxime aequalis ipsi* ΨK, *et novum* Δ *erit commune punctum aequalitatis in nova hypothesi.* |

43 At supra cap. V. in fine ostensum est, si per Δ ipsi KΨ parallelos ducatur ΔΔ, et KΨ sit aequalis ipsi ΔΔ, et connectatur novum Δ cum K, seceturque nova KΔ in M ea proportione, qua prior KΔ secabatur in Δ· per hanc novam hypothesin novum quidem eccentricum strui, hoc est, situ differentem a priori, sed qui etiam in priori hypothesi adhibitus visui in K suas visiones omnes fere imperturbatas relinquat. *Descripto igitur ex* M *novo eccentrico, qui sit aequalis priori, et continuata utrinque* KM, *erit* H *novum apogaeum, centrum epicycli in* B. O. *punctis novi eccentrici, Planeta in* A *propior in* I *remotior quam prius.* At vero in locis aequalitate secunda involutis (siquidem Planetae tribuatur epicyclus aequalis eccentrico Solis, quod necesse est ut faciamus, siquidem vim eorum, quae COPERNICVS et TYCHO BRAHE invenere, plane velimus in formam Ptolemaicam transfundere) omnino priores visiones per novum hunc eccentricum in illarum hypothesin illatum turbantur vehementer: *Non quidem ideo, quia punctum aequalitatis* Δ *non manet idem: sed ideo, quia circa loca apsidum Solis centra eccentricorum Ptolemaici et nostri, intervallo* ΛM, *distant: quam distantiam etiam centrorum adeoque et locorum corporis Planetarii distantia aequalis sequitur.* Haec porro discrepantia non est maxima, centro epicycli versante circa longitudines medias Solis. *Dictum enim est, illis in locis pene eundem esse locum centro epicycli in utroque eccentrico, quamvis parallelis ex* ΔΔ *distantibus.* Est ergo circa apsides Solis maxima, *et major circa perigaeum in Capricorno, continuata linea* MΛ, *ut secet eccentricos in* P. E. *Nam quanta est* MΛ, *tanta est et* PE. *Sed quia non designatur momentum idem per hanc unam lineam* MΛ, *cum non* M. Λ. *sed* Δ *sit punctum aequalitatis, ergo versus* PE *veniant paralleli ex* ΔΔ, *quae signabunt momentum idem. sintque* ΔP, ΔE. *et ex* PE *epicycli scribantur* N. Π.

Quaeritur, ubi maxima appareat haec discrepantia ratione circumferentiae epicycli? Et certum, quod non in partibus epicycli ipsi K terrae proximis, quia essent ipsi K ad plagam eandem: nec in summis, quia nimis essent remotae: ergo in proximis partibus perigaeo epicycli: ergo Sole et cum hoc Planeta non plane in perigaeo suo versante sed proxime, et in summa (ut breviter dicam) in punctis iis N. Π. eodem temporis momento convenientibus, per quae et K minimus circellus traducitur. Est autem ejus circelli centrum in linea per K ducta, quae continuata sursum et concurrens cum linea PΔ itidem continuata angulum 7½ grad. comprehendit.

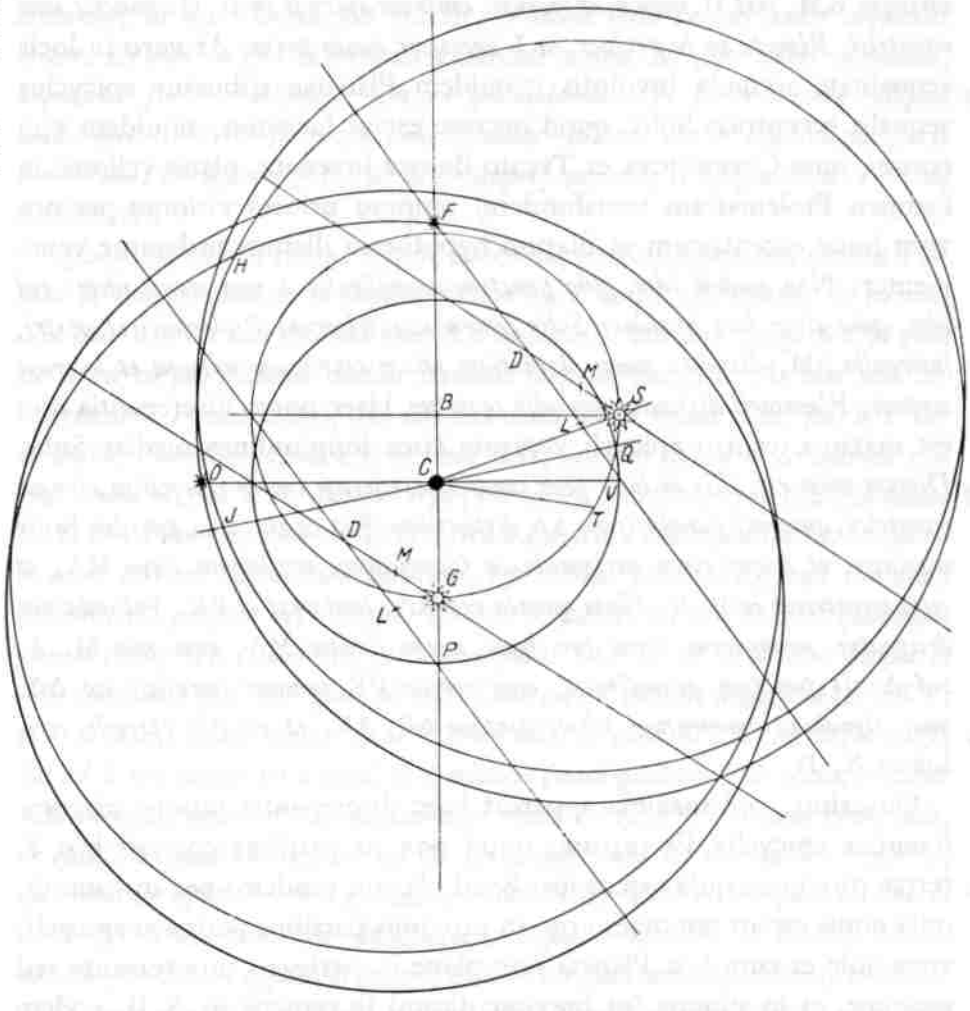
Demonstrationem ex superioribus huc accommodet, qui non acquiescit. numeri quidem iidem manent, nisi quod apud PTOLEMAEVM MΛ *major est quam superius in numeris usurpatis* μλ· *quare et differentia visionis major, scilicet* NKΠ.[1]

Prius n. erat ut δβ *ad* δλ *minorem quam est dimidia* δβ, *sic* βκ *ad* λμ. *at* PTOLEMAEO *vero esset, ut* ΚΔ *tota ad* ΚΛ *dimidiam, sic* ΔΔ *aequalis ipsi* βκ *ad* ΜΛ.

Etsi apud BRAHEVM orbis Martis secat orbem Solis; quia tamen generalia tracto in hac prima parte, et quae omnibus Planetis conveniunt, malui hic excludere hanc intersectionem. Multum enim obscuritatis in schemate fuerat paritura.

Denique eadem et in TYCHONICA hypothesi deducam.

Centro B *scribatur eccentricus Solis* GS, *ut in eo* BG *sit linea apsidum,* C *locus terrae immobilis, et* B *punctum aequalitatis, ex sententia authorum.*



nam in progressu ostendetur, punctum aequalitatis et centrum eccentrici in theoria Solis non esse idem. *Erigantur ex* BC *perpendiculares* BS, CV: *et connectatur* S *cum* C, *ut sit* CV *linea medii et* CS *apparentis motus Solis.*

Etsi igitur TYCHO BRAHE nondum plane concluserat, utrum Planetas ad lineas CV an vero ad CS referret, in prima tamen conceptione lineas CV habuit, uti quidem tomo I. Progymnasmatum fol. 477. et tomo II. fol. 188. declaratum reliquit. quam eandem viam ipsa quoque PTOLEMAEI et COPERNICI vestigia ipsi monstrarunt. Hanc a TYCHONE cal-

catam viam, si ad mentem PTOLEMAEI pergamus, dicere oportet, quoties Planeta in lineas CV medii motus Solis incidit e regione Solis, toties illum exuere inaequalitatem secundam, quae ei accidit ex BRAHEI sententia, ob motionem centri eccentrici circa terram eodem tempore cum Sole.

Nam ipsum quidem commune punctum, cujus respectu omnes Pla-
46 netae motum dicuntur habere eccentricum, et in quo totum | systema Planetarium affixum esse concipitur orbitae Solis, hoc inquam punctum semper versatur in linea medii motus Solis, intervallo aequali ipsi BS
10 a C terra distans, et concentricum V describens aequalem eccentrico GS. Haec enim fuit TYCHONIS BRAHE sententia: nisi quod solidos orbes ille negavit. Itaque quae de affixione totius systematis Planetarii ad orbem Solis diximus, ad captum diximus eorum qui orbes solidos credunt. *Continuetur* VC, *et sit Planeta in hac linea ultra* C. *Collocabit igitur* BRAHEVS *in hoc casu punctum affixionis systematis Planetarii in* V. *Visio igitur Planetae fit per lineam* VC. *Ac etsi visus in* C *terra est, perinde tamen est ac si esset in* V *puncto unde dependet prima inaequalitas. Capiatur igitur instrumentis locus Planetae sub Fixis, quoties in lineae* CV *puncto aliquo e regione* V *ultra* C *fuerit visus (esto in lineis* CV, CG, *et oppositis) ut fuerit*
20 *centrum systematis Planetarii in circulo* VP, *Sol in* S *et* G, *corpus Planetae e regione in* O. F. *etsi in theoria Martis eccentricus Planetae ad eccentricum Solis in minori proportione est adeo ut eccentricus Martis et puncta* O. F. *fiant ipsi* C *terrae propiora quam* S *Sol.* quae una inter causas fuit cur BRAHEVS orbium soliditatem negaret. Ex pluribus igitur locis hujusmodi et omnino ex totidem quot haberi potuêre TYCHO BRAHE solitus est investigare inaequalitatis primae hypothesin seposita amplitudine
47 orbis VP, eaque pro unico puncto aestimata, quasi VP centrum sy|stematis Planetarii seu punctum affixionis interim quievisset. Ita comparationem instituit temporis interlapsi et angulorum quos VO et PF
30 ex uno puncto eductae (coincidentibus VP) conformarant, qui quidem sunt iidem cum angulis OCF vel VCP.

Esto jam confecta pragmatia, et prodeat linea apsidum eccentrici VLD vel PLD, D punctum aequatorium, et L centrum eccentrici in hac linea, et eccentricus HO et FH. et respondeat haec hypothesis omnibus locis Planetae observatis sub articulos oppositionis Planetae cum Solis loco medio.

Mitto in praesens diligentius excutere, utrum haec hypothesis in genere Physicis principiis sit consentanea, in qua Sol terram circumit mente sua motrice ad eam respiciens seseque (ut qui orbe careat) in-
40 aequaliter incitans pro accessu suo vel recessu a terra (nisi terram Sole praestantiorem facere et huic vim Solis motricem transscribere velis),

idem vero Sol (ut in COPERNICO) vim motricem emittit ad omnes Planetas, eos circa sese rotans eo gradu celeritatis quo sunt illi gradu propinquitatis ad Solem; Planetae interim nituntur suos ad Solem accessus et recessus in parvo epicyclo conficere, simulque Solem (quacunque is circa terram concedit) iisdem vestigiis insequi extra ordinem; atque ita quilibet Planeta (maxime Sol) ad plura simul respicit, ipsique Planetarum trajectus per auram aetheriam vere (ut apud PTOLEMAEVM) spirales efficiuntur, qualiter capite I depicti sunt: haec inquam an sint consentanea, per occasionem alibi expendemus. Jam ponatur vera haec forma hypotheseos in generalibus. Quaeritur, utrum porro in specie sit consentaneum, Planetas insequi ipsum Solis corpus S. G. an vero punctum V. P. corpore vacuum, quatuor semidiametris Solis (non plus) a centro Solis distans, quod jam supra Solem sit jam infra jam ante jam pone: et amplius, utrum magis consentaneum, vim, quae Planetas in orbem circa Solem circumagit, in ipso corpore Solis S. G. an in tali aliquo puncto V. P. corpore vacuo nidulari: breviter, Si axis systematis Planetarii (ut notionem vocis crasse a plaustro deducam) quo ceu clavo orbes Planetarum orbi Solis annexi sunt, si hic inquam est proxime Solem, cur non in ipso Sole? Si axis hic seu punctum affixionis circumit terram et proxime Solem et eodem plane tempore, cur propriam viam describit? cur non plane idem cum Sole iter observat?

Ὅρος. Axis vel centrum systematis Planetarii. Alibi punctum seu centrum affixionis.

Omnino itaque concludo, siquidem vera sit universaliter TYCHONIS BRAHE sententia de systemate Mundano, sic esse accipiendam, ut centrum systematis Planetarum non in VP sed in SG in ipsissimo Solis itinere versetur, denique in ipso Sole insit, atque ad primam seu eccentri inaequalitatem a secunda liberandam sit utendum oppositionibus Planetae cum apparenti loco Solis non cum medio. Quam rationem ipse BRAHEVS postremis temporibus non gravatim est amplexus. Videamus igitur quid in eccentrico immutetur. *Rursum igitur (ut prius) cum Sol est in linea* BC *ut in* G, *et Planeta in* F *oppositus puncto* P, | *erit* F *Planeta* 48 *Soli ipsi* G *oppositus. itaque idem Planetae locus apparebit sub Fixis per lineam* GF, *sive ea sit continua cum linea* CP *sive cum linea* CG, *quia utraque una factae sunt linea. Vtraque igitur ratione Planeta vere excutus est inaequalitate secunda. At cum Sol ad sui eccentrici latus seu longitudines medias venit, differentia satis magna intervenit. Iverit enim a* G *in* S, *et inveniatur linea medii motus Solis* CV *in ariete et linea visionis Planetae* CO *in libra praecise illi opposita, ut sit* VCO *una linea. Cum igitur* CS *superaverit* CV, *apparens igitur locus Solis est ultra oppositionem cum Planeta. Cumque per hanc meam mutationem centrum systematis Planetarii sit non in* V *sed in* S *Planeta in* CO *spectato, connexis igitur* S. O. *signis erit* C *terra extra lineam* SO, *quare visio Planetae per* CO *lineam adhuc implicata inaequalitati secundae. Neque*

CO *in posteriore tempore verget in consequentia ut opponatur ipsi* CS, *sed ascendet versus* CF, *quia motus Solis et una centri systematis Planetarii omniumque ejus partium (itaque et ipsius* O *Planetae et* L *centri eccentrici) est a linea* CO *versus* F *sursum et multo celerior quam motus eccentrici vel Planetae in* O *circa* L *a puncto* H *versus inferiora. itaque* O *motu non eccentrici proprio sed extraneo retrahitur nonnihil in antecedentia, ut quidem per se constat Planetas in oppositione cum Sole esse retrogrados. Tempore igitur, quod momentum per* CV *signatum antecedit (sit autem* CT*) cum Sol videtur in linea* CQ, *Planeta* 49 *in ejus apparentis loci opposito puta in* I *videbitur.*[1] *et quia jam ponitur in* 10 *hoc casu exuere inaequalitatem secundam, ideo* QCI *erit linea una, hoc est, punctum a quo consurgit eccentricitas erit in linea* CQ. *Quia igitur* CI *visio Planetae retrogradi prior tempore est ultra* CO *visionem posteriorem ideoque magis in antecedentia vergentem, erit igitur et* CQ *ultra* CV *et* Q *novum centrum systematis ultra* V *vetus. Et cum ex* OV *sit facta* IQ *plus distans in consequentia angulo* OCI, *linea vero apsidum* VD *vel* PD *(a qua motus incipit) maneat in omni circuitu sibi ipsi parallelos, apparet igitur minori temporis intervallo statui Planetam ulterius venisse circa centrum* Q *systematis quam antea sub majori temporis intervallo circa* V *centrum systematis.*

Apparet itaque quid in hac reductione a medio ad apparentem Solis 20 motum in motu apparenti eccentrico immutetur. Nam in G et opposito puncto versante centro systematis linea motus eccentrici apparentis manet, in Q promovetur, in opposito retrahitur, cum illic tempus minuatur hic augeatur. Atque ita hae lineae a pristinis multum dissident. Quare etiam, cum ex his aliquot locis visis Planetae (e quorum regione supponimus inveniri centrum systematis nempe in ipso Sole) nova et repetita operatione causas et mensuram inaequalitatis primae investigamus, effectus operationis a priori multo differt.

Nam quia punctum affixionis ex circulo VP, *in quo* BRAHEVS *ipsum circumduxit, jam in circulum* GS *transponimus nimirum in ipsum corpus Solis,* 30 *quod semper in linea quae ipsi* CB *parallelos est spacio* CB *supra* BRAHEANVM *punctum pristinum stat scilicet supra* V. P. *in* S. G. *ut igitur* D *puncto aequalitatis manente (iisdem scilicet momentis per* CV *signatis) et Planeta in* O *et punctum affixionis in* S *esse possit, oportet per punctum* D *et* S *vel* G *novam lineam apsidum trajicere. Quare ex demonstratis capitis V (quae supra in explicatione formae Copernicanae allegaveramus) ducta* DS *vel* DG, *et divisa in ea proportione in qua* DP *vel* DV *per* L *est divisa, ut sit punctum divisionis* M, *et centro hoc puncto* M, *intervallo vero quo prius, scribatur* novus eccentricus: ille non tantum reddet observationes has posteriores ex quibus erat extructus, sed immissus in priorem hypothesin salvaturus 40 est etiam observationes prius adhibitas intra praecisionem quinque scrupulorum.

Quae vero computationes instituentur extra situm acronychium et per priorem et per novum hunc eccentricum, alicubi (nempe circa perigaeum Solis) plus uno gradu dissidere poterunt, si numeros familiares et stellae Martis appropriatos per BRAHEVM proditos sequamur. |

Demonstrationem non est opus repetere. Delineatio facilima est in schemate Copernicano, si ex ν terra parallelon ipsi βκ erigas, inque ea intervallo βκ centrum eccentrici Solis meteris supra ν, et hoc centro eccentricum Solis Braheanum traducas per κ, et deleas eccentricum terrae Copernicanum.

Exposita igitur hac hypothesium diversitate earumque in primis inaequalitatibus aequipollentia, in secundis discrepantia, primam operis partem concludamus, quae (si quid video) totius operis est difficilima ob labyrinthos opinionum pene inextricabiles et vocum aequivocationes perpetuas aut circumscriptiones taediosissimas. Quae autem me necessitas impulerit ut hanc doctrinam praemitterem, jam statim capite VII patebit. Hebetior aliquis totam differre potest, donec quae sunt faciliora apprehenderit. |

PARS SECVNDA

DE PRIMA MARTIS STELLAE INAEQVALITATE AD IMITATIONEM VETERVM

CAPVT VII

QVA OCCASIONE IN THEORIAM MARTIS INCIDERIM

Verum est, divinam vocem, quae discere jubeat homines Astronomiam, in mundo ipso expressam, non verbis aut syllabis, sed reipsa et commensuratione humani intellectus sensuumque cum serie corporum et affectionum coelestium. Sed tamen etiam fatum quodpiam occulte homines alios ad alias artes impellit, certosque reddit sese, ut pars sunt creati operis, ita et in parte divinae providentiae esse.

Cum primum per aetatem Philosophiae dulcedinem cognoscere potui, universam illam ingenti cupiditate sum complexus, nihil admodum de Astronomia in speciem solicitus. Aderat quidem ingenium; nec difficulter Geometrica et Astronomica, quae scholarum ordo suppeditabat, capiebam, figuris subnixus et numeris et proportionibus. Sed erant illa necessaria studia, nihil quod inclinationem potissimam ad Astronomiam argueret. Cumque sumptibus Dvcis Wirtembergici sustentarer, viderem vero commilitones meos, quos Princeps interpellatus in exteras nationes mittebat, tergiversari varie amore patriae, durior ego mature admodum mecum concluseram quocunque destinarer promptissime sequi.

Prima se obtulit functio Astronomica, ad quam tamen obeundam (vere dicam) extrusus sum authoritate Praeceptorum; non longinquitate loci territus, quem metum in aliis damnaveram (ut jam dixi), sed inopinato et contempto functionis genere, et tenuitate eruditionis in hac Philosophiae parte. Hanc igitur adii instructior ab ingenio quam a scientia, multum protestatus me jure meo ad aliud vitae genus quod splendidius videbatur nequaquam cedere. Quinam fuerint primo biennio successus horum studiorum, ex Mysterio meo Cosmographico apparet. Quos praeterea mihi stimulos Maestlinvs Praeceptor meus adhibuerit ad reliquam Astronomiam amplectendam, leges in eodem libello et epistola ejus viri, quae est Narrationi Rhetici praefixa. Inventum illud omnino maximi feci, multoque majoris, quod viderem et Maestlino idem tantopere probari. Neque tantum ille me exstimulavit intempestiva lectoribus promissione facta universi mei (ut ajebat) operis uranici, quantum ipse ardebam ex restitutione Astronomiae inquirere, an inventum illud meum omnem observationum subtilitatem pateretur. Jam enim demonstratum erat in ipso libro, consistere hoc intra subtilitatem vulgatae Astronomiae. [1]

Ex eo itaque tempore serio de observationibus comparandis cogitare coepi. Cumque anno MDXCVII ad TYCHONEM BRAHE scripsissem rogans ut suam de meo libello sententiam diceret, ipseque respondens inter caetera suarum etiam observationum meminisset, ingenti me cupiditate earum videndarum inflammavit. At vero TYCHO BRAHE ipse quoque magna pars fati mei ex eo non destitit me ultro hortari ut ad se venirem. Cumque me longinquitas loci esset absterritura, divinae rursum dispositioni asscribo quod in Bohemiam is venit. Eo igitur veni sub initium anni MDC spe Planetarum correctas eccentricitates addiscendi. Cum autem primo octiduo didicissem ipsum adhibere cum PTOLEMAEO et COPERNICO medium motum Solis, esset vero apparens motus meo libello accommodatior (quod ex ipso libro patet), ab authore impetravi ut mihi liceret observationibus meo modo uti. Erat tum ejus domestico CHRISTIANO SEVERINI sub manibus theoria Martis, quam tempus ipsi dabat in manus, eo quod versarentur in observatione acronychii situs seu oppositionis Martis cum Sole in 9 grad. Leonis. Si CHRISTIANVS alium Planetam tractasset, in eundem et ego incidissem.

Rursus ergo divina dispositione accidisse puto, quod eodem tempore ego advenerim, quo tempore Marti ille erat intentus, ex cujus motibus omnino necesse est nos in cognitionem Astronomiae arcanorum venire aut ea perpetuo nescire.

Recudebatur tabula mediarum oppositionum ab anno MDLXXX. erat excogitata hypothesis, quae eas omnes repraesentare perhibebatur intra duorum scrupulorum propinquitatem in longitudine, cujus numeros vel paulo differentes capite V usurpavi. Apogaeum initio anni MDLXXXV ponebatur in 23 grad. 45 min. ♌. eccentricitas maxima, quae ex semidiametro utriusque circelli componitur, erat 20160 qualium semidiameter epicycli majoris esset 16380. Igitur in forma primae inaequalitatis Ptolemaica eccentricitas aequatorii puncti erat 20160 vel eo paulo minus.

Ex hac hypothesi extructa erat et tabula aequationum eccentri ad gradus singulos, et correcti motus medii, additione facta ad Prutenicarum motum medium unius scrupuli et dodrantis. Et diducti erant hi motus medii, apogaei, itemque et nodi, per annos quadringentos, perinde ut in Solaribus et Lunaribus motibus tomo I. Progymnasmatum factum est. In sola latitudine sub acronychios situs itemque et in parallaxibus orbis annui CHRISTIANVS haerebat. Aderat quidem hypothesis et tabella pro latitudinibus, sed non eruebatur inde latitudo observata. Quae res ipsi in Lunares motus incubituro impedimento erat.

Cum igitur suspicarer id quod res erat, hypothesin non bene habere, accinxi me ipse ad opus secundum praeconceptas et in Mysterio meo Cosmographico expressas opiniones. Plurima sub initium erat inter nos

concertatio, an posset alia institui ratio hypotheseos, quae | tot loca 14
Planetae eccentrica ad unguem exprimeret? et an falsa esse posset illa, quae id hactenus per omnem zodiaci ambitum praestitisset?

Ostendi igitur ex iis quae prima parte praemissa sunt, posse esse falsum eccentricum, et tamen observationibus intra V scrupula et propius respondere, dummodo verum sit punctum aequatorium. Quod vero parallaxes orbis annui attineret et latitudines, eam palmam adhuc

CAPVT

TABVLA TYCHONIS BRAHE OBSERVATARVM ET LINEA MEDII MOTVS

Igitur tabula, de qua Planetae ♂ motus in suo eccentrico e certis observationibus acronychiis habitis respectu variarum dispositionum, uti

Tempus aequale ♂			Long. obs. respectu circuli ♂	Latitudo vera obs.	Long. obs. respectu eclipticae
Anni	Mens.	D H M	G M S	G M S	G M S
1580	Novemb.	17. 9. 40	6. 50. 10 ♊	1. 40. 0 B	6. 46. 10
1582	Decembr.	28. 12. 16	16. 51. 30 ♋	4. 6. 0 B	16. 46. 10
1585	Januarii	31. 19. 35	21. 9. 50 ♌	4. 32. 10 B	21. 10. 26
1587	Martii	7. 17. 22	25. 5. 10 ♍	3. 38. 12 B	25. 10. 20
1589	Aprilis	15. 13. 34	3. 54. 35 ♎	1. 6. 45 B	3. 58. 10
1591	Junii	8. 16. 25	26. 40/42 30 P oN ♐	3. 59. 0 M	26. 32. 0
1593	Augusti	24. 2. 13	12. 35. 0 ♑	6. 3. 0 M	12. 43. 45
1595	Octobris	29. 21. 22	17. 56. 5 ♉	0. 5. 15 B	17. 56. 15
1597	Decemb.	13. 13. 35	2. 34. 0 ♋	3. 33. 0 B	2. 28. 0
1600	Januarii	19. 9. 40	8. 18. 45 ♌	4. 30. 50 B	8. 18. 0

P. notat observationem Patavinam a MAGINO habitam cum GELLIO SASCERIDE BRAHEI discipulo. N. observationem nostram (id est BRAHEI) Vraniburgi habitam.

Emendatio medii motus long. ♂ inventa est ad initium anni MDLXXXV abminuto 1¾, quod rectius per omnia consentire videtur. Defecit autem tunc ad primam stellam ♈ more Copernicano comparatis. Hinc colligitur juxta tunc P. 28 M. 2½ fuisse apogaeum ♂ in ♌ Gr. 23 M. 25. Primò hic exposito in

Inventa quoque eccentricitas maxima, quae ab utriusque circelli semidiametro trorum a COPERNICO usurpata 16380. quae tamen utraque tam ab ipso quam a Solaris. HAEC IGITVR

in medio sitam nec dum obtentam ab illorum hypothesi. reliquum | ,, igitur esse, ut inquiratur, an non alicubi per V scrupula illi cum suo calculo ab observationibus dissideant.

Cepi igitur explorare operationis ipsorum certitudinem. Ex eo quinam fuerint in hoc labore successus, taediosum et inutile est repetere. Persequar autem ex hoc quadriennali labore illa tantum, quae ad cognitionis nostrae methodum pertinebunt.

VIII

COMPVTATARVM OPPOSITIONVM MARTIS CVM SOLIS, EJVSQVE EXAMEN

supra, fuit ista.
per annos XX (ab LXXX usque MDC) sedulo per nostra instrumenta in subjecta tabula patet, accurata restitutio.

Differentia	Simpl. Long. ♂	Apog. ♂	Praecess. aequin. nostra	Supput.
M S	S G M S	S G M S	G M S	G M S
4. 10 A	0. 27. 29. 46	3. 25. 21. 40	27. 58. 50	6. 50. 40
5. 20 A	2. 11. 34. 56	3. 25. 22. 17	28. 0. 38	16. 51. 26
0. 36 S	3. 22. 37. 46	3. 25. 22. 55	28. 2. 25	21. 9. 41
5. 10 S	5. 3. 27. 46	3. 25. 23. 32	28. 4. 10	25. 4. 50
3. 35 S	6. 16. 53. 7	3. 25. 24. 10	28. 5. 55	3. 54. 33
10. 20 A	8. 7. 47. 30	3. 25. 24. 48	28. 7. 47	26. 40. 23
8. 45 S	10. 10. 53. 50	3. 25. 25. 26	28. 9. 40	12. 34. 36
0. 12 A	0. 8. 26. 47	3. 25. 27. 35	28. 11. 27	17. 57. 14
6. 0 A	1. 24. 55. 47	3. 25. 29. 5	28. 13. 20	2. 32. 20
0. 45 S	3. 6. 46. 16	3. 25. 30. 6	28. 15. 5	8. 19. 57

undare a numeris calculi Prutenici sesquialtero saltem minuto, vel ad summum apogaei ejusdem situs ab ipso calculo eodem tempore Gr. 5 min. 2. utrisque nostram ab illa stella aequinoctii verni in antecedentia remotionem, quae erat parte 23 gr. 20 min. ♌. ultimò in 23 gr. 45 min. ♌.
componitur P. 20160 qualium semidiameter epicycli majoris, sive distantia cen- PTOLEMAEO dissentit. Cautum, ubi fuit opus, de refractione parallaxis adhibita BRAHEI TABVLA. |

Examen mediorum motuum Solis instituemus ad expressa momenta temporis aequalis, quot tabula profitetur. Est autem ille locus ☉ medius, in cujus opposito tabula ♂ stellam inventam dicit, respectu eclipticae.

					Medius locus ☉				Visus locus stellae in ecliptica		Differentia		
Anno	D	Mens.	H	M	S	G	M	S	M	S	M	S	
1580	17	Novemb.	9.	40	8.	6.	48.	32	46.	10	2.	22	—
1582	28	Decembr.	12.	16	9.	16.	50.	58	46.	10	4.	48	—
1585	31	Januarii	19.	35	10.	21.	10.	13	10.	26	0.	13	+
1587	7	Martii	17.	22	11.	25.	5.	57	10.	20	4.	23	+
1589	15	Aprilis	13.	34	1.	3.	53.	32	58.	10	4.	38	+
1591	8	Junii	16.	25	2.	26.	45.	24	32.	0	13.	24	—
1593	24	Augusti	2.	13	5.	12.	34.	36	43.	45	9.	9	+
1595	29	Octobris	21.	22	7.	17.	56.	17	56.	15	0.	2	—
1597	13	Decemb.	13.	35	9.	2.	28.	51	28.	0	0.	51	—
1600	19	Januarii	9.	40	10.	8.	18.	43	18.	0	0.	43	—

Vides hic medium locum Solis ab oppositione visi loci Martis ecliptici abesse interdum 13½ minutis, quod est fere triplum ejus quod per translationem hypotheseos peccari potuit. Quare non constringebat me ipsorum hypotheseos certitudo ne aliam quaererem.

Sed consilio admisere hanc discrepantiam. quod inde apparet, quia cum nodi sint circa 17 gr. ♉. ♏, limites circa 17 gr. ♌. ♒, ut infra dicetur, additiones et subtractiones sunt factae potissimum in 17 grad. ♋, 25 gr. ♍, 4 gr. ♏, 27 gr. ♐, 13 gr. ♑, locis intermediis: nullae in 21 grad. ♌, 18 gr. ♏, nodis et limite. Ergo causa ipsis fuit, quod existimarent, Planetam non exui inaequalitate secunda, nisi Sol tantum a nodo discessisset quantum Planeta in sua orbita. Neque tamen constans fuit hoc consilium. Nam in 3 gr. ♋ maxima debuit esse variatio secundum hanc eorum mentem, quia ♋ est vicinissimus gradui 45, ubi solet esse maxima haec variatio. At in 17 gr. ♋ 5 minuta subtraxere, in 3 ♋ tantum 1 minut. Cujus rei caussa jam alia tabella sequitur comparans loca (ad orbitam Martis reducta) cum locis ☉ mediis ad haec momenta.

Medii loci Solis scrupula	Scrupula visi loci Martis in orbita	Differentia.
′ ″	′ ″	′ ″
48. 32.	50. 10.	1. 38. +
50. 58.	51. 30.	0. 32. +
10. 13.	9. 50.	0. 23. —
5. 57.	5. 10.	0. 47. —
53. 32.	54. 35.	1. 3. +
45. 24.	42. 0.	3. 24. —
34. 36.	35. 0.	0. 24. +
56. 17.	56. 5.	0. 12. —
28. 51.	34. 0.	5. 9. +
18. 43.	18. 45.	0. 2. +

Quare ne sic quidem omnem confecerunt differentiam.

Porro de hoc ipsorum consilio disputabimus paulo post.

Jam etiam medium motum ♂ examinabimus: cujus gratia vide sequentem tabellam. [1]

57

Computavi ex Brahei tabulis.	Profitentur.	Differentia.
′ ″	′ ″	′ ″
29. 9.	29. 46.	0. 37. +
35. 26.	34. 56.	0. 30. —
37. 4.	37. 46.	0. 42. +
27. 16.	27. 46.	0. 30. +
52. 33.	53. 7.	0. 34. +
46. 45.	47. 30.	0. 45. +
53. 18.	53. 50.	0. 32. +
26. 5.	26. 47.	0. 42. +
54. 48.	55. 47.	0. 59. +
45. 39.	46. 16.	0. 37. +

Scrupula prima et secunda motus medii.

Parum igitur in longitudine media desidero. nam quod ubique fere dimidium scrupulum abundat, fieri potest propterea, quod ego ex recentissima tabula motus medios computavi, in qua forte aliquid est immutatum certo consilio.

Sequitur tabula locorum eccentricorum Martis.

Computavi ex Braheanis.	Profitentur.	Differentia.
′ ″	′ ″	′ ″
49. 37.	50. 40.	1. 3. +
52. 59.	51. 26.	1. 33. —
9. 47.	9. 41.	0. 6. —
4. 49.	4. 50.	0. 1. +
54. 46.	54. 33.	0. 13. —
34. 45.	40. 23.	5. 38. +
33. 59.	34. 36.	0. 37. +
57. 37.	57. 14.	0. 23. —
31. 48.	32. 20.	0. 32. +
45. 39.	46. 16.	0. 37. +

Tolerabiliter omnia loca praeter 27 ♐. Nam accumulatur hic ex diversis causis aliqua summula. Primum locus Solis est 26 grad. 45 min. 24 sec. II. Jam computatus locus orbitae Martis 26 grad. 34 min. 43 sec. ♐. Et sunt illi adimenda 10 min. 20 sec. ex tabulae sententia, ut reducatur ad eclipticam. Ergo locus eclipticus computatus esset 26 gr. 24 min. 13 sec. ♐. differentia ab opposito Solis 21 min. 11 sec.

6) 50. 58. | 51. 30. | 1. 28. +

CAPVT IX

DE REDVCTIONE LOCI ECLIPTICI AD CIRCVLVM MARTIS

Sed tempus est ut de hac reductione ad eclipticam vel orbitam Planetae, quae fundamenti loco est, accurate disputemus.

Primum hoc nobis refert haec tabula ex observationibus: latitudinem Boream consurgere ab XVIII gr. ♉, in quo fuit V minutorum: inde maximam visam in XXI grad. ♌: post decrevisse et | in III gr. ♏ fuisse 18
adhuc quidem 1⅔ graduum, sed statim in XXVII gr. ♐ esse meridianam et valde magnam IV graduum; majorem etiam in XIII gr. ♑. Ex quo colligitur crassiori Minerva, nodum ascendentem esse paulo ante XVIII gr. ♉, descendentem multo post III gr. ♏. Ergo circa XVII gr. ♉ et XVII gr. ♏ erunt nodi, circa XVII grad. ♌ et ♒ limites. Itaque cum planum eccentrici Martis sit inclinatum ad planum eclipticae, accidet idem fere quod in ascensionibus rectis partium eclipticae, ut arcubus visis circuli unius non iidem arcus visi de circulo altero respondeant, nisi qui a nodis incepti in limites desinunt. Dico autem arcus visos, quia hic oportet animo segregare eccentricitatem Planetae, et perinde agere, ac si iter Martis aeque in orbe Fixarum esset ac ecliptica illamque vere secaret. Et quidem cum quaeritur, quis sit locus Planetae eclipticus, Astronomi sic eum definiunt, esse nempe punctum eclipticae, in quo circulus latitudinis (ad eclipticam rectus) per locum corporis Planetae sub Fixis transiens, eclipticam secet.

Ὅρος. Locus eclipticus Planetae, qui? Ei opponitur locus orbitae seu locus ratione orbitae consideratus.

Patet igitur per demonstrata Theodosii de Sphaera, nisi hic circulus per utriusque circuli (eclipticae et itineris Planetarii) polos transeat, semper sectionibus suis inaequales arcus a communi circulorum sectione numeratos intercepturum. Et cum sit is circulus latitudinis ad eclipticam rectus, ergo si non per polos orbitae Planetariae transit, erit ad orbitam obliquus. Semper igitur major arcus est inter locum Planetae in sua orbita et nodum propiorem quam inter locum ejus eclipticum et eundem nodum.

Quid sit Planetam ad eclipticam referre?

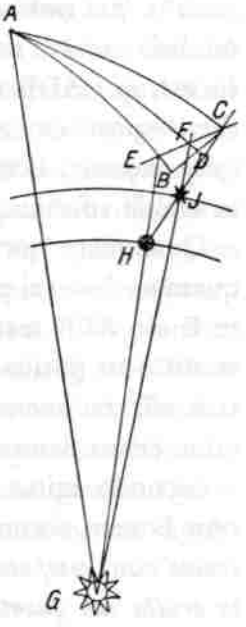
Cum igitur Planetas observamus, non prius nobis persuademus certa eorum loca definiisse, nisi ad eclipticam eos retulerimus; indicantes, in quo eclipticae puncto inveniatur circulus latitudinis per corpus Planetae transiens. Est igitur locus eclipticus ob nostram memoriam et captum. Contra cum Planetam in sua hypothesi computamus, versamur non in ecliptica sed in ipso Planetae itinere quod est ad eclipticam inclinatum. Vt igitur observatus locus cum computato possit comparari, oportet aut prolongare arcum qui est inter eclipticum locum et pro-

piorem nodum, aut decurtare arcum qui est inter corpus Planetae et eundem nodum, ut ex illo fiat locus orbitae ex hoc locus eclipticus. Id autem fit vel addendo vel minuendo, prout nodus locum Planetae vel antecesserit vel secutus fuerit.

Hanc curam PTOLEMAEVS circa Planetas non censuit esse necessariam: COPERNICVS in Luna non neglexit: TYCHO BRAHE subtilitatis causa diligenter est amplexus.

Caeterum in hac jam adhibita reductione duo habeo quae desiderem, quorum utrumque eodem elencho et schemate coarguo. [1]

79 *Sit* A *locus nodi sub Fixis,* AB *arcus eclipticae: eique statuatur aequalis arcus* AC, *et sub* C *videatur Planeta. Ducatur etiam ex* C *arcus perpendicularis in eclipticam, qui sit* CE.



Primum igitur veteres putarunt, cum E *sit locus ecliptici et* C *locus orbitae ipsius* I *Planetae, tunc esse Planetam in opposito Solis, cum is est in* E *Planeta in* C *spectato.* At tabulae conditores putarunt, ut supra dictum est, Planetam non esse accurate in Solis opposito, nisi ipsi AC (visibili distantiae Planetae a nodo) aequetur arcus AB, elongatio oppositi Solis loci ab eodem nodo.

Atqui res secus habet. Spectatur quidem tunc Planeta accurate in Solis opposito, at non est: et commoditas, quam ex oppositione Planetae cum Sole quaerimus, plus vitiatur per aequalitatem AC et AB quam ipsi sperabant eam emendatum iri. Cur enim observantur Planetae in Solis opposito? Nimirum ideo, ut careant tunc inaequalitate secunda longitudinis. Atqui opposito Solis in B et Planeta in C versante idque inter nodos et limites, Planeta plus involvitur inaequalitate secunda longitudinis, quam si oppositus Solis esset in E manente Planeta in C. *Sit enim* G *Sol centrum systematis Planetarii, in quo omnes orbes ecliptica secant, idque vel in Copernicana vel Braheana forma: et connectatur* G *cum* A *et* E *punctis eclipticae; et in linea* EG *sit terra, scilicet in puncto* H. *Connectatur* H *cum* C: *et ex puncto* H *spectetur* G *Sol in opposito ipsius* E, *Planeta vero ex eodem* H *spectetur in* C *loco suo sub Fixis in linea* HC. *Est igitur in hac visione Planeta certo in linea* HC. *Est vero multo inferior Fixis. Sit in lineae* HC *puncto* I: *et ex* G *per* I *ducatur recta, quae incidet in arcum* CE. *totum enim planum* CEHG *est sub arcu* EC. *Sit locus incidentiae* F, *et ex* A *per* F *in* BC *ducatur tertius arcus* AF *secans* BC *in* D. *Manifestum est, planum eccentrici Planetae ex* H *in* C *visi non ordinari sub* AC *sed sub* AF; *et Solis opposito in* E *versante Planetam futurum vere sub* F, *illo vero in* B *collo-*

cato hunc futurum sub D, *siquidem utrinque appareat sub* C. *Est vero* AD *brevior quam crura isoscelis* BAC. *Ergo* B *oppositus Solis plus ab* A *removetur quam* D *locus, sub quo Planeta est, momento ab ipsis usurpato.* Sol igitur vere ultra oppositum veri loci Planetae stat. At hoc est contra ipsorum propositum.

At neque si orbita Planetae sub AC esset, propterea ipsi AC aequalis esset sumenda AB. *Nec enim, quia orbita haec vere est sub* AD, *propterea ipsi* AD *aequalis sumi debet* AB. *Nam quia Planeta ideo in Solis opposito observatur, ut exuat inaequalitatem secundam longitudinis, longitudo autem censenda in ipsa genuina Planetae orbita vel ei superstante* AD; *certe, nisi oppositus Solis cadat in arcum ad ipsam orbitam rectum per locum Planetae ductum, hoc est, nisi* ADB *sit rectus, non erit* B *oppositus Solis junctus ipsi* D *secundum longitudinem. At vero si* ADB *rectus, tunc* AB *est longior quam* AD. *non igitur aequalis.* Plane itaque convellitur illa aequalitas arcuum AC et AB in tabula affectata. [1]

Quanquam quod effectum attinet, subtiliores sunt hae differentiae quam ut discerni possit. Itaque neque ego refugio, quin oppositus Solis in E sit, AEF recto quare AFE acuto existente, quamvis jam demonstratum sit potius AFE rectum esse debere. Sed contra novam subtilitatis affectationem subtilibus etiam rationibus fuit agendum. Sequitur nunc etiam damnum ex hac subtilitate ortum.

Secundo igitur hoc desidero, quod in tabella reducendi rationem non bonam secuti sunt. *Nam dato* E *loco Martis ecliptico, et* EC *latitudine visa, computarunt ipsius* AC *longitudinem, et posuerunt tunc Planetam in orbita sua quantitate* AC *a nodo removeri. Atqui orbita Planetae (cujus primam inaequalitatem investigamus) non est sub* AC, *sed sub* AD, *ut jam ostensum. Nihil igitur attinet arcus* AC *ad inaequalitatem primam, sed adulterat veras Planetae elongationes ab* A. *Etenim visa latitudo est* EHC, *vera autem puncti* F *latitudo seu inclinatio lineae* GF *ad eclipticam est* EGF. *Itaque etsi secunda inaequalitas longitudinis absorbetur in oppositione cum Sole, latitudinis tamen inaequalitas secunda tunc est fere maxima, et mensura ejus est* HIG *angulus. Quemadmodum igitur tota latitudo* EC *efficit ut* AC *longior sit quam* AE *arcu* EB: *ita et pars hujus latitudinis visae* FC *vel* HIG, *quae est ex inaequalitate secunda, efficit ut eadem* AC *longior sit quam* AF. *longior igitur justo.* Atque hoc peccatum contemni non potest. excurrit enim ad IX minuta.

Potuit error vel ex eo deprehendi, quod angulus BAC, quem tribuerunt inclinationi planorum eclipticae et orbitae Martis, non manet constans. Id enim ex resolutione patet, si quantam additionem tabula exprimit, tanto auctum ponas arcum AC, exque eo et AC computes EAC angulum. Prodeunt enim anguli ut in adjecta tabella: ex qua

33) visae FG

apparet in semicirculo Boreali ipsos fere posuisse angulum maximae latitudinis Borealis 4 grad. 33 min. in Australi Austrinae 6 grad. 26 min.

° ′
4. 58. Igitur planum eccentrici in subtensa nodos connectente, quae
4. 58. per Solem vel terram transit, esset quodammodo infractum,
4. 58. quia minus inclinaretur pars superior quam inferior. Quin
4. 0. imo totum iter seu planum eccentrici Planetae esset flexuo-
4. 33. sum, qualis est ipsa via per visas Martis latitudines sub Fixis
5. 29. descripta, quae circulus non est.
6. 20. Haec autem omnia simplicitati motuum coelestium sunt
6. 26. adversa. quod experientia multis exemplis docebit.
4. 30. Vera igitur ratio reducendi ad orbitam est haec, ut cognito
4. 22. ex observationibus E loco Planetae in ecliptica, quaeratur
3. 10. angulus EGF inclinationis ejus loci, methodo quae infra sequetur. tunc quia E rectus, ex AE et EF mensura anguli EGF per doctrinam triangulorum quaeratur AF, vel pro EF adhibeatur
61 EAF angulus perpetuus. Cumque ex argumentis iis quae inferius explicabo appareat, angulum EAF in stella Martis esse non majorem 1 gr. 50 min. circiter, reductio quoque circa gradum 45 a nodo omnium maxima non superat 1 minutum, pro quo tamen tabula alicubi IIX et X min. jubet addere. Quare ob hanc quoque causam peccare potest hypothesis ad 7 et 9 minuta, eo quod observationes, quae erant fundamenti loco, per hanc reductionem nonnihil damni sunt passae. Quare multo minus quam antea impediebar ab inquisitione novae hypotheseos.

CAPVT X

CONSIDERATIO IPSARVM OBSERVATIONVM, EX QVIBVS VENATVS EST TYCHO BRAHE MOMENTA OPPOSITIONVM CVM MEDIO SOLIS

Non praetereundum erat in tam subtili inquisitione quin ipsa fundamenta penitus inspicerem. Et copiam mihi fecerat BRAHEVS utendi suis observationibus. Sic igitur inveni.

Opoç. Quid variationes horizontales.

I. Anno MDLXXX D. XII Novembris Hora X Minut. L reponebant ♂ in 8 gr. 36 min. 50 sec. II, sine mentione variationum horizontalium, quo nomine parallaxes diurnas et refractiones in sequentibus intellectas volo. Haec igitur observatio est longinqua et solitaria. Reducta fuit ad articulum oppositionis, usurpatione motus diurni ex Prutenicis. Nam

in MAESTLINO die XII in meridie ♂ ponitur in 8 gr. 20 min. II, die XVII rursum in meridie in 6 gr. 25 min. II. Ergo motus V integrarum dierum esset 1 gr. 55 min. In STADIO 1 gr. 52 min. Itaque die XVII hora consimili X M. L Mars debuit videri vel in 6 gr. 41 min. 50 sec. II vel in 6 gr. 44 min. 50 sec: hora IX M. XL (quem TYCHO ponit articulum oppositionis) per 1 min. 4 sec. promotius, nempe vel in 6 gr. 42 min. 54 sec. vel in 6 gr. 45 min. 54 sec. Ponunt 6 grad. 46 min. 10 sec. II.

Vides hanc oppositionem (quod scrupulositatem attinet) esse paulo incertiorem, quod utatur diurno non observato sed aliunde mutuato, qui ipse apud diversos authores per hos V dies tribus scrupulis a se ipso dissidet.

II. Anno MDLXXXII D. XXVIII Decemb. H. XI ½ reponebant ♂ in 16 gr. 47 min. ♋ ex observatione. Sequitur minutis 46 postea momentum oppositionis a TYCHONE assignatum, quibus Planeta non integrum scrupulum retrocedit. Ponit igitur TYCHO 16 gr. 46 min. 16 sec. ♋. Hic adjectu schedae affectabatur correctio per refractionem 2 scrupulorum, quam puto fuisse rudimentum nascentis tunc opinionis de refractionibus. Secutus autem est locum observatum illibate. quare non considerabat Planetam quasi qui locum permutet. nec opus erat, utpote in Cancro extra refractiones, et in medio coeli ubi in ♋ longitudinis parallaxis nulla est. 62

III. Anno MDLXXXV D. XXXI Januarii Hora XII M. 0 reponitur ♂ in 21 gr. 18 min. 11 sec. ♌. et motus diurnus observationum collatione fuit 24 min. 15 sec. Sequitur momentum oppositionis H. XIX M. XXXV per horas VII M. XXXV. quibus diurnus competit 7 min. 41 sec. in antecedentia. Ergo momento destinato fuerit in 21 gr. 10 min. 30 sec. ♌. quod et assumptum est. Nulla parallaxeos mentio. De refractione non erat necessarium, quia ♂ altus et in M. C. Itaque monitiunculam de refractione in tabula (jure) neglectam invenio.

IV. Anno MDLXXXVII ad VII Martii H. XIX M. X deduxerunt locum ♂ ex observationibus, quod fuerit 25 gr. 10 min. 20 sec. ♍. Hunc retinuerunt in tabula: tempus mutaverunt in H. XVII M. XXII. Differentia H. I M. XLVIII per diurnum 24 min. totidem (nempe 1 min. 48 sec.) efficit scrupula, non plus. Debuisset igitur 25 gr. 8 min. 32 sec. ♍: quod et propius accedit ad oppositum Solis. Differentia nullius fere momenti.

V. Anno MDLXXXIX ad XV Aprilis H. XII M. V magna diligentia constituerunt locum ♂ 3 gr. 58 min. 21 sec. ♏ et correxerunt per parallaxin longitudinis, ut esset 3 gr. 57 min. 11 sec. Supersunt horae I M. XXX ad momentum oppositionis assignatum, quae per diurnum

6) observationis 40) qui

22 min. retroagunt Planetam per 1 min. 22 sec. ut sit in 3 gr. 55 min. 49 sec. Assumpsere 3 gr. 58 min. 10 sec. Illud propius est medio motui Solis.

VI. Anno MDXCI D. VI Jun. H. XII M. XX ponitur ♂ in 27 gr. 15 min. ♐. Supersunt ad momentum assignatum D. II H. IV M. V. Et diebus quatuor inventus fuit promoveri per 1 gr. 12 min. 47 sec. Competunt igitur diebus II H. IV M. V scrupula 39 sec. 29. Itaque ad momentum ♂ in 26 gr. 35 min. 31 sec. ♐. Variationibus horizontalibus in longum non est opus, quia ♂ in M. C. et initio ♑. Tabula 26 gr. 32 min. ♐ habet.

VII. Anno MDXCIII D. XXIV Augusti H. X M. XXX referunt ♂ in 12 gr. 38 min. ♓ cum diurno 16 min. 45 sec. observato idque circa nonagesimum ubi parallaxis longitudinis nulla. Praecesserat momentum oppositionis assignatum, horis IIX M. XVII (erat enim H. II M. XIII) quibus competit motus 5 min. 48 sec. in consequentia. Itaque in 12 gr. 43 min. 48 sec. ♓ cadit Planeta. Et tabula 12 gr. 43 min. 45 sec. habet.

IIX. Anno MDXCV D. XXX Octob. H. VIII M. XX invenerunt ♂ in 17 gr. 48 min. ♉. cum diurno 22 min. 54 sec. Praecessit momentum assignatum horis XI M. XLVIII, quibus debetur motus ♂ 11′. 7″. in consequentia, ut fuerit in 17 gr. 59 mi. 7 sec. ♉. Sed projectus erat in orientem ob parallaxin. Itaque illi forsan ex alia meridiana observatione ponunt in tabula 17 gr. 56 mi. 15 se. ♉.

IX. Anno MDXCVII D. X Decemb. H. VIII M. XXX semel ♂ reponunt in 3 gr. 30 min. ♋, iterum in 4 gr. 1 min. ♋: quorum medium est 3 gr. 45½ min. ♋. Secutum est momentum oppositionis post dies III H. V M. V. quibus ex MAGINO competunt 1 gr. 15 min. in antecedentia. Ergo fuisset ♂ in 2 gr. 30½ min. ♋, qui in 2 gr. 28 min. ♋ reponitur in tabula. Causa observationis crassae per radium, ex tempore
63 patet. Excesserat TYCHO ex insula, relictis instrumentis[1] praeter radium:
30 neque tamen negligere omnino volebat hanc oppositionem. Vtinam vero mansisset hactenus. Eximia enim erat hujus oppositionis opportunitas (nec intra hominis aetatem adeo saepe recurrens) ad parallaxes Martis probandas.

X. Anno MDC Die $\frac{\text{XIII}}{\text{XXIII}}$ Januarii Hora XI M. L erat ascensio recta Martis

		°	′	″
1	ex lucido pede II	134	23	39
	ex corde ♌	134	27	37
	ex Polluce	134	23	18
Hora XII M. XVII	ex 3 alae ♍	134	29	48.
40 Medium ex aequo et bono		134	24	33.

25) 3 gr. 45⅙ min.

Hinc Mars in 10 gr. 38 min. 46 sec. ♌. idque H. XI M. XL tempore aequato et ad Vraniburgicum meridianum reducto. Die vero $\frac{\text{XXIV Januar.}}{\text{III Februar.}}$ eadem hora in 6 gr. 18 min. ♌ collocabatur. Hinc diurnus prodibat 23 min. 44 sec. et ad D. $\frac{\text{XIX}}{\text{XXIX}}$ Januar. H. IX M. XL locus in 8 gr. 18 min. 45 sec. ♌. uti et posuerunt.

Porro hanc discrepantiam ascensionum rectarum posui ideo, ut ostenderem etiam in ipsa observatione aliquot minutorum incertitudinem inesse, nisi ubique summa diligentia adhibeatur nullis destituta commoditatibus. Venerant tunc instrumenta (nec ea maxima) in Bohemiam; nec dum satis erant bene collocata et praeterea affecta ab itinere. Sed tamen usu venit saepius etiam in observationibus insulanis, ut ascensiones rectae a duabus stellis deductae discrepent III scrupulis. De quo cum consulerem CHRISTIANVM, an observationum seu visus imbecillitate accidere credere deberem, respondit *non insolens hoc esse.*

Denique hoc quoque hic est monendum, profiteri TYCHONEM in tabula, se parallaxibus Solaribus usum in corrigendis locis Martis. At jam statim patebit, lubricum et imperceptibile esse negocium parallaxeon Martis. Parum tamen hoc efficit ad locorum hujus tabulae certitudinem, quia ♂ fere semper in M. C. potest observari vacuus longitudinis parallaxi.

CAPVT XI

DE PARALLAXIBVS DIVRNIS STELLAE MARTIS

Initium novi mei laboris et restitutionis motuum inde ubi jam cessavi. Nam ex parte prima patet, assumenda quidem loca ♂ sub oppositionum cum ☉ verarum articulos, sed tamen sic non omnem exui inaequalitatem secundam, sed opus esse ut arcus in ecliptica numeratus reducatur ad orbitam Planetae. At orbita Planetae prius est investiganda per inclinationem planorum et per nodorum cognitionem. Rursum inclinatio et | nodi nequeunt sine parallaxi diurna cognosci, siquidem haec sit grandiuscula. A parallaxi igitur incipiendum. cujus inquirendae modos duos ponam. 64

Prior modus (usitatus et caeteris) examinabitur in observationibus Braheanis.

Anno igitur MDLXXXII cum Mars opponeretur Soli in Cancro, incredibilem inveni diligentiam in observando, cum titulo TYCHONIS manu-

scripto, pro inquirendis parallaxibus Martis, sed ex qua aut plane nullam aut perexiguam elicueris Martis parallaxin. Taceo quod (more solito) stellam Martis compararunt ad stellas eclipticae vicinas et plerunque longe distantes. Cum igitur comparatione matutinae et vespertinae observationis soleat inquiri parallaxis stellae mobilis (Mars enim Soli oppositus incedit motu retrogrado), hinc factum, ut fere ab aliis stellis mane aliis vesperi Mars fuerit observatus. Cujus enim Fixae mane copia fuit (altioris quippe quam est ♂) ea si sit eclipticae vicina, vesperi (Marte jam in plaga occidentali versante) aut occidit aut ob refractionem inepta est in hoc subtili negotio. Alia igitur substituenda fuit. At si stellae Fixae aliae aliis permutentur, semper minor fides est negotio quam si eadem retineatur.

Cum autem BRAHEVS passim viris doctis affirmaverit, ex hujus anni observatis inventam esse parallaxin Martis notabiliter majorem Solari, EGO ut operationem seu calculum hunc penitius inspicere possem, totum librum diligentissime perlustravi. Et inveni quidem titulum, qui rationem profiteretur inquirendi parallaxin Martis ex illius anni observationibus. Sed en rem inopinatam. Locum Martis observando inventum accommodarunt ad schema Copernicanum operosissime et diligentissime delineatum. In eo schemate immanem sumpserunt laborem omnia triangula, quae causa duplicis epicycli in concentrico nascebantur, solvendi numeris prolixissimis. tandemque hic erat finis calculi, ut pronunciarent, parallaxin Martis vere fieri majorem Solari. Aliud igitur BRAHEVS proposuerat, aliud ministri calculi sunt exsecuti. Ille volebat, ut ex matutinis et vespertinis observationibus inter se comparatis inquirerent parallaxin Martis: hi vero inquisiverunt, quantam parallaxin faceret schema Copernicanum. An igitur ex hac sola suorum ministrorum fide BRAHEVS de parallaxibus pronunciaverit, incompertum est mihi.

Nos ipsa observata (quantum ad negotium nostrum attinet) consulamus.

Anno MDLXXXII nocte inter 23 et 24 Novembris distantiae a Fixis eaedem manserunt diversis horis. Hic igitur stationis terminus fuit.

Sequentis bidui motus fuit XI et XV minutorum.

Nocte diei XXVI Dec. transiit inter secundam et septimam ♊ distans (per radium) a capite inferioris Geminorum seu a secunda 2 gr. 25 mi. vel 2 gr. 26 min. sed a septima 1 gr. 6 min. vel 1 gr. 7 min. ut latitudo
65 fuerit | 4 gr. 9 min. circiter. Hora igitur VIII M. XXVIII distabat ab oculo Tauri 44 grad. 41 min. cujus latitudo 5 gr. 31 min. Australis, longitudo 4 gr. 12½ min. ♊ anno MDC. Hinc Martis longitudo quasi anno MDC 17 gr. 53⅓ min. ♋, hoc est, completo MDLXXXII. 17 gr. 38 min. ♋, altitudo 40 gr. 50 min. Extra refractionem igitur.

Vicissim hora VII M. XV matutina diei XXVII Decembris distabat a corde Leonis 36 gr. 43 min. cujus latitudo o gr. 26½ min. hinc ejus longitudo MDLXXXII completo 17 gr. 28⅓ min. ♋, altitudo 14 gr. 4 min. in refractione igitur. Ab hora ergo IIX M. XXIIX½ vespertina in horam XIX M. XV per horas X M. XLVI½ visus est retrocedere per 9⅔ min.

Pro diurno, notata die XXIX H. VII M. XLVII distantia Martis a pede Erichthonii Australi 29 gr. 38½ min. Die vero XXX hora IIX M. IIX distantia ab eodem fuit 29 gr. 13½ min. Igitur horis XXIV M. XXI mutata est per 25 min. Atque hic diurnus mansit etiam die XXVII. Horis ergo X M. XLVI½ debebantur minuta 11½: at vidimus tantum 9⅔ min. Haec expendamus.

Parallaxis vesperi praecedente surgentem Martem orientaliorem (quia retrogradus) projicit in ortum, mane cadentem et occidentaliorem projicit in occasum. Sicut igitur parallaxis Lunae diurna motum retardat ad visum: sic vicissim eadem parallaxis Martis motum retrogradum accelerat. Si ergo sentitur parallaxis, per motum retrogradum nimis auctum sentitur. At hic diminutus est motus. Nulla igitur parallaxis. Vicissim vero contraria parallaxi refractio sentitur. Est autem refractio altitudinis 13 gr. minutorum 4 ex tabella Fixarum, 8 min. ex tabella Solis: cujus minima pars cedit longitudini, quia Cancer valde oblique descendit. Trium igitur ad summum minutorum contigit refractio longitudinis, quae ad 9⅔ min. addita constituunt 12⅔ min. motum horarum X¾ refractione liberum, qui si parallaxi etiam caruisset, debuit esse min. 11½. Ergo excessus 1⅓ est parallaxis longitudinis utriusque observationis. quod est plane minimum infidum et contemptum quippiam.

Die XVI Januar. anni MDLXXXIII vesperi hora VII M. XXX Mars distabat a lucido pedis Erichthonii 23 gr. 29 min. in altitudine 51 gr. Sequente mane hora V M. o a corde ♌ 43 grad. 58 min. in altitudine 15 gr. Et Mars per regulam apparebat exquisite cum utraque stella in eadem recta. Itaque cum motus Martis versetur in hac linea, notavit BRAHEVS dari hinc parallaxin longitudinis adhibito diurno Martis. Hic vero sic habetur. Die XVI Januar. hora X½ distabat a lucida pedis Erichthonii 23 grad. 27 min. Die XVII Januar. H. X⅗ ab eodem 23 grad. 12½ min. Diurnus ergo esset 14½ min. Vt igitur BRAHEO monenti pareamus, constituenda nobis est distantia pedis Erichthonii et cordis Leonis, quae invenitur 67 gr. 21 min. Hinc ablata distantia Martis a lucida pedis Erichthonii 23 gr. 29 min. relinquit Martis a corde Leonis 43 gr. 52 min. vesperi hora VII½, quae mane hora V fuit 43 gr. 58 min. per 6 min.

15) diurnae 29) 23 gr. 29 min. Altitudo sequente

auctior. Horae intersunt IX ½. quibus de diurno debentur $5^5/_8$ min. Hic
66 | ergo aggregatum utriusque parallaxeos non plus $0^3/_8$, nisi quod ei tantum accedit, quanta est Martis refractio longitudinis in altitudine 15 gr. Hoc vero valde parum est. nam Cancer et Leo obliquissime descendunt. et Martis latitudo magna Borealis effecit, ut Mars et cor Leonis fere essent in eadem altitudine.

Die XVII Janu. vesperi H. V M. XX Mars a pede Erichthonii 23 gr. 16 min. Sequentis diei XVIII mane H. III M. 0 distantia haec fuit 23 gr. 9 min. vesperi H. V M. V fuit 23 gr. 1½ min. Itaque motus horarum XXIII M. XLV est 14½ m. horarum vero IX M. XL est 7 m. debuit esse 6 min. Retinemus pro parallaxi longitudinis non plus 1 min. Refractio nihil turbat. nam utrinque Martis altitudo fuit circiter 30 gr.

Sic a septima ♊ H. VII M. XXXIV distabat 7 gr. 51 min. Hora matutina IV M. LII distabat ab eadem 7 gr. 59 min. Horis igitur IX M. XVIII minuta 8. uno minuto sumus instructiores quam antea. De
† hac stella (in axilla ♊) sic scripsit Brahevs. *Nota, propterea distantiam ♂ ab hac stella accipio, quia cursus ejus quasi ab ea procedit, ut mane et vesperi distantia collata parallaxin ♂ ostendat.* Quod transscribere volui, ut lector certum habeat, Braheo consilium non defuisse.

† 20 XVIII Jan. vesperi H. VIII M. LII inter ♂ et cor ♌ 44 gr. 22 minut. Mane hora IV¾ eadem distantia 44 gr. 27⅓ min. Motus ergo horarum VII M. LIII min. $5^1/_3$. Sequente XIX Jan. H. VII M. III fuit haec distantia 44 gr. 32½ m. Horarum igitur XXIV M. XI motus est 10½ m. Et horis VIII debentur minuta minus quam 4 min. Lucramur pro parallaxi circiter 1½ minuta.

Sed age computemus ad diem XVII Januarii, quantum debuerit esse augmentum motus horarii, ex parallaxi majori quam Solaris usitate creditur. Quia enim putamus parallaxin Solis esse minuta tria, habeat Mars quatuor.

30 *Anno MDLXXXIII D. XVII Jan.* *H. V M. XX* *H. XV M. 0.*

	°	′		°	′	
Locus ☉	7	22	♒	7	31	♒
Ejus ascensio recta . . .	309	47		309	56	
Adde horaria tempora . .	79	0		225	0	
Ascensio recta medii coeli .	28	47		174	56	
Gradus medii coeli . . .	0	56	♉	24	29	♍
Declinatio	11	50		2	12	
Ascensio obliqua ortus . . .	118	47		264	56	
Gradus oriens	19	41	♌	26	0	♏
Nonagesimus ab ortu . . .	19	41	♉	26	0	♌

20) 44 gr. 32 minut. 22) M. LIII min. $15^1/_3$.

	°	′	°	′	
Inter grad. med. coeli et nonag.	18	45	28	29	
Inter grad. med. coeli et vertic.	44	5	53	43	*Ergo*
Inter verticem et nonages . .	40	40	47	41	*Hoc est*
Altitudo nonagesimi . . .	49	20	42	19	
Respondet parall. long. horiz.		2′ 36 *sec.*		2″ 58 *sec.*	
Et quia ♂ *circa*	10	o 69	10	o 69	*Ergo*
Inter ♂ *et nonagesimum* . .	50	19	46	o	
Respondet longitudinis parallaxis		2 o *sec. in ortum*		2′ 8″ *parallaxis in occasum.*[1]	†

Sequitur motum ♂ horarium IV minutis debuisse videri majorem illo qui ex diurno proportionaliter sequitur. Quod cum observationes repudient, non est igitur ♂ parallaxis tanta. 10 67

Similes extant observationes anno MDLXXXV, MDXCV, et passim, ex quibus parallaxis invenitur perexigua, saepe nulla. Nonnunquam et *in contrarium rem recidisse* manu BRAHEI annotatum fuit. Hic igitur primus modus esto parallaxeos ♂ inquirendae.

Jam alterum modum pulchritudinis causa addam, in quo Braheanis observationibus uti non possum. Meis igitur dum utor, exhibebo tibi spectaculum ridiculum, et docebo exemplo, ad quid BRAHEO opus fuerit tanta diligentia, instrumentorum subtilitate, ministris, et reliquo apparatu. 20

Duo mihi sunt instrumenta, quibus utor ex liberalitate G. D. JOH. FRIDERICI HOFFMANNI L. B. Sextans ferreus et Quadrans Azimuthalis orichalcinus; iste duum semis ille trium et semis pedum diametro in singula scrupula uterque distinctus.

Igitur hoc ipso tempore MDCIV, quo de parallaxibus cogito, (Solis magis an ♂ haud queo dicere. nam postulat Hipparchus meus suis etiam † eclipsibus Lunae a ♂ subsidium.) commodissima se obtulit occasio observandi, si sub alio climate fuisset, Marsque altius paulo incessisset. Mars namque simul in longum et latum immotus haesit circa $\frac{\text{XIX}}{\text{XXIX}}$ Febr. 30 anni hujus MDCIV, idque in ♎. quare ab exortu ♂ usque in ipsum ☉ exortum continuo decrescit angulus Horizontis cum ecliptica. Itaque secundum cap. IX Astronomiae Opticae parallaxis si qua est latitudinis continue crescit. Ex incremento vero per parallacticae columnas, e regione initialis et finalis anguli eclipticae cum Horizonte, quaesito, cognoscitur in fronte columnae parallaxis tota Horizontalis. †

SEQVITVR SERIES MEARVM OBSERVATIONVM.

Nocte inter dies Jovis et Veneris, qui fuere $\frac{\text{XVII}}{\text{XXVII}}$ Febr. interea dum Corvus coelum mediat, erat inter ♂ et Spicam 9 gr. 44 min. inter eundem et Lancem Boream 17 gr. 41 min. inter ♂ et Arcturum 29 gr. 13 m. Vt autem probaretur sextans, mensi sumus etiam quod est inter Arcturum et Spicam 32 gr. 57 min. quod tamen debuit esse 33 gr. 1 m. 45 sec. ut patet, si calculus consulatur adhibitis seu ascensionibus rectis et declinationibus, seu longitudinibus et latitudinibus, quas assignavit TYCHO sideribus hisce libro I Progymnasmatum. Ergo distantiae meae minores justo fuere per 4¾ minuta, quibus correxi ♂ a Fixis distantias, ut fuerit a Spica 9 gr. 48 min. 45 sec. a Lance 17 grad. 45 min. 45 sec. ab Arcturo 29 gr. 17 min. 43 sec.

Sumpsi autem et altitudinem ♂ meridianam per Quadrantem 32 grad. 4 minut. et Spicae 30 gr. 50 minut. quae cum habeat declinationem 9 gr. 2 min. relinquitur Marti 7 gr. 48 min. declinatio. Ostendebat autem
68 altitudo Spicae non sat bene habere meum perpendiculum. | nam altitudo aequatoris est in meo loco 39 gr. 54 min. Itaque meridiana Spicae 30 gr. 52 min. Martis 32 gr. 6 min. Ex declinatione igitur ♂ et distantia a Fixa prodiit ejus asc. recta

	°	′	″
a Spica	305	57	36.
a Lance	306	3	17.
Differentia	0	5	41.
Medium ergo	306	0	26.

Nam certus non sum, annon regula mea, ferrea et ponderosa cum sit, impetu ruens, solutis trochleis et impingens (quod factum aliquoties) pinnacidia loco moverit, quae sunt luxatilia et exemptitia. Sed ex hac ascensione recta primum ex tabula TYCHONIS ascensionum rectarum excerpitur cooriens in sphaera recta 28 gr. 1 min. 0 sec. ♎. cujus declinatio ex alia ejus authoris tabula est 10 gr. 48 min. 30 sec. Martis vero 7 gr. 48 min. Ergo abest ab ecliptica via obliqua in circulo declinationis per 3 grad. 0 minut. 30 secund. Angulus vero, quem circulus declinationis facit cum ecliptica, ex peculiari tabula est 68 gr. 59 min. ejusque complementum 21 gr. 1 min. Et in mea parallactica sub titulo 60 M. invenio e regione 68 gr. 59 min. Scrupula 56 secund. 1: Sub 30 sec. vero invenio 28 sec. At quia ego in hac distantia ♂ ab ecliptica (quam appello basin latitudinis) habeo ter 60; ergo quod excerpsi sub 60 per 3 multiplico.
† prodit mihi latitudo 2 gr. 48 min. 31 sec. Idem labor e regione 21 gr. 1 min. ostendit mihi, quid loco coorienti sit adimendum, nempe 1 gr.

Ex ascensione recta et declinatione stellae, inquirere longitudinem et latitudinem ejusdem citra calculum, tabularum adminiculo.

Ὅρος. Basis latitudinis quid?

37) 2 gr. 41 min.

5 min. 4 sec. Itaque Martis locus erit 26 gr. 56 min. ♎. quantum etiam ex calculo, cujus hoc Opere fundamenta sum traditurus, elicio intra unum minutum.

Ad probandam vero latitudinem Martis consului et distantiam ab Arcturo, adhibita stellae longitudine et latitudine ex TYCHONE, et loco longitudinis Martis jam invento: atque is reponebat mihi Martem in latitudinem 2 gr. 47 min. 48 sec. Prius 2 gr. 48 min. 31 sec.

Die $\frac{\text{XIX}}{\text{XXIX}}$ Febr. transposueramus pinnacidium, coepimusque observare Martem surgentem. Annotatae sunt autem ejus ab Arcturo distantiae hae

°	′
29	22½
	24
	20
	22.

Puto nos abundare uno denario minutorum. nam flante vento tantummodo carbone ardente lumen ad divisiones feceramus, ut illae nosci possent. Et tunc altitudo ♂ erat 11 gr. Post culminavit dorsum Leonis in alt. 62 gr. 37 min. correcto perpendiculo. Ostendebatur igitur altitudo Aequatoris 39 gr. 55 min. justa proxime. Eo articulo altitudo Martis erat 23 gr. Repetebamus igitur distantiam priorem, quae prodebatur

°	′		
29	14	Ergo procul dubio prius erat	12½
	19		14
	13		10
	18		12.

Refractio enim Martem horizonti vicinum primum attollebat | versus Arcturum, post demittebat, ♂ altitudinem aliquam acquirente. *69* Sed ut tanta esset uno momento varietas in observando, frigus et penetrantissimi venti efficiebant. Nudis enim manibus ferrum tractari, claudi trochlea nequibat, tectis non secure firmabatur regula, quoad minutum notaretur. Vindemiatrix altitudinem ostendebat in meridiano 53 gr. 5 min. paulo auctiorem justo. Sed Spica 30 gr. 54 m. intra unum minutum justam. Martis culminantis altitudo 32 gr. 6 m. ut ante biduum, et Arcturi 61 gr. 13 min. justa. Hinc distantia ♂ et Arcturi colligebatur 29 gr. 18⅓ min. per calculum. Cum igitur hoc tempore ♂ stationarius fuerit secundum longitudinem consentiente Prutenico et meo calculo, nihil igitur ratione divagationis in ecliptica potuit mutari in altitudine meridiana. Quare cum penitus eadem manserit (nam de uno scrupulo relinquit nos in dubio instrumentum meum) altitudo meridiana, neque latitudinis ulla interea accidit mutatio.

Die XXII Febr. vel III Martii probavimus sextantem, uti eo superius eramus usi, invenimusque inter Canem minorem et superiorem hume-

rum Orionis 26 gr. 2 min. quam ostendit calculus 26 gr. 2 minut. 15 sec.
† Sic inter eundem Canem minorem et Palilicium inventi 46 gra. 22½ mi. quam TYCHO in epistolis indicat esse 46 gr. 22 min. Ergo cum culminaret V Leonis, firmata regula instrumenti super gradum 29 minut. 17, minus distabant Arcturus et ♂, at super 29 gr. 13½ min. jam plus distabant, denique in 29 grad. 15 min. culpari nihil poterat. Secuta insperata nubila per totum coelum. Rediit tamen mane IV Martii serenitas, et cum jam culminasset Antares, posita regula super 29 grad. 19 min. cernebantur stellae utrinque aequaliter. videbatur tamen addendum aliquid: sed per 29 gr. 20 min. jam nimium erat additum. Perfecta observatione, Saturnus antecedebat meridianum minus quam Jupiter Saturnum.

Nocte quae sequebatur XXIX Febr. vel X Martii, luxato interea instrumento, fuit haec distantia, primum inter 29 gr. 9 min. et 29 gr. 10 mi. semihora prius quam cor Hydrae culminaret. Rursum explorantibus apparebat inter 29 gr. 12 min. et 29 gr. 13 min. quod jam altior esset et liber a refractionibus. Nam peracta hac observatione habebat altitudinem 19⅙ gr. At paulo post (nescio an luxato pinnacidio) non potuit tolerari tanta. videbatur enim 29 gr. 9½ min. Cauda ♌ quasi dimidio gradu aberat a M. C. Tunc altitudo ♂ 24¾ gr. Cauda ♌ culminans intra minutum justam habuit altitudinem 56 gr. 44 min. Cum de distantia ♂ et Spicae tertia pars transisset meridianum, primo videbatur nobis 29 gr. 9½ min. non admodum bene applicato Cylindro, qui erat praelongus. Ergo paulo post non potuit hoc tolerari, sed videbatur requlri 29 gr. 10¼ min. quasi paulo minus. Visus est autem ♂ ab utraque Cylindri parte.

Tunc inter ♂ et Spicam 9 gr. 26 min. et minus quam 9 gr. 27 min.
Culminabat ♂ in altitudine 30 gr. 19½ min.
Tunc inter ♂ et lancem Boream 18 gr. 25 min. ‖

70 30 Pro sextantis exploratione capiebatur quod est inter Spicam et Lancem 27 gr. 39 min. debuit autem esse 27 gr. 34 min. Sic inter Spicam et Boream frontis ♏ 39 gr. 32½ min. debuit esse 39 gr. 26½ min. Itaque quinque minutis abundavit sextans. Id autem et calculus loci ♂ testatur. Nisi enim distantias ♂ a Fixis quinis minutis minuas, ascensio recta per Spicam et Lancem X minutis discrepabit: at subtractis (ita ut examen jubet), exactissime coincidet, eritque 205 gr. 27 min. 10 sec. declinatio 7 gr. 35½ min. quare locus 26 gr. 18 min. 48 sec. ♎. latitudo 2 gr. 47 min. 20 sec. Vides manifeste latitudinem eandem, cum interim Planeta XXXIIX minutis retrocesserit longitudinis. Quod si per hunc inventum locum ♂ inquiras ejus ab Arcturo distantiam, prodibit 29 gr. 9⅙ min. et in vitioso instrumento 29 gr. 14 min.

Cum jam cor Scorpii culminasset, distantia nostra (sed jam luxato et mox restituto instrumento) fuit 29 gr. 13½ min. Rursum igitur sextantem probavimus, qui inter polarem et caudam Cygni exhibuit 44 gr. 45 min. sed debuit esse 44 gr. 39½ min. Ergo pristina instrumenti conditio. Cum jam ♄ uno gradu superasset meridianum, non tolerari potuit 29 gr. 13½ min. plus tamen erat quam 29 gr. 12½ min. proxime 29 grad. 13 min.

Haec igitur observationum series. ex quibus amens sim si rem subtilissimam extruere nitar. Itaque non argumenta sed exempla exhibeo alii diligentiori et feliciori. Spero etiam lectores nausea incertarum harum tanto magis expetituros Tychonicas certissimas. Sed ad rem.

Primus et secundus dies tantum ad probandum stationem motus latitudinis concurrunt. Vtrinque ♂ ab Arcturo distitit 29 gr. 18 min. utrinque altus in meridie 32 gr. 7 min. vel 6 min. Me vero exercuere illi dies ad sequentes rectius obeundos, si necessaria instrumenta fuissent.

At III Martii cum os Leonis culminaret, distantia fuit 29 gr. 15 min. cum cor Scorpii, 29 gr. 19 min. plus. Ergo interlapso tempore mutata est distantia per 4¼ min. circiter. Et cum Arcturus et ♂ eandem pene longitudinem obtineant, arguit igitur haec distantiae mutatio parallaxeos latitudinis variationem. Non ignoro 29 gr. 19 min. parum abesse a 29 gr. 18 min. et hanc ex analogia diei antecedentis debere eße distantiam hora etiam consimili utpote stante Marte. Scio etiam, cum est os Leonis in M. C. Martem esse altum 12½ gr. obnoxium adhuc refractionibus. De hoc tamen dicemus postea. Nunc ista sane dißimulentur, ne exemplum nobis turbetur. Ergo cum fuerit altitudo nonagesimi 57⅓ gr. (circiter) culminante ore Leonis, ultimo vero 20⅓' postquam culminasset cor Scorpii, quaeram in parallactica, in qua columna a distantia a vertice 32⅔ gr. in distantiam 69⅔ gr. mutatur area per 4¼ min. Invenio autem id fieri sub columna, cujus est frons 9 min. Esset igitur ♂ parallaxis maxima 9 min. Et cum distantia ♂ et terrae hoc die fuerit ad distantiam ♂ et ☉ ut 28 ad 60 (quod ex cognitione anticipata hypothesium TYCHONIS *et* COPERNICI *craßiori Minerva habetur) erit igitur permutata ratio parallaxeon, et Solis parallaxis maxima circiter 4 min. 24 sec. quae ponitur 3 min. 0 secund.*

Nunc autem perpendamus, quod Mars in altitudine 12½ gr. fuerit in refractione, si Fixarum refractionis tabula Huennae constructa Pragae valeat. ea fuit in hac altitudine 4 min. 20 sec. minutorum, de quibus 2 min. 18 sec. debentur latitudini, quibus Mars Arcturo factus est propior. At si Solis refractiones Marti quoque adhibeamus (quod saepius apparet) illa in hac altitudine est 8 min. 45 sec. minutorum, duplo major. quare et latitudinis parallaxis duplo major, et 4 min. 36 sec. Hoc modo omnis varietas, quam prae se tulit observatio, duobus his diversis momentis, eßet a sola refractione. Illo modo relinqueretur

25) vero 28⅓ 27) per 4¼ gr.

parallaxi latitudinis 2 min. quantum variatur parallaxis sub columna, cujus frons V minuta, ut Soli hoc pacto obveniant tantum 2 min. 25 sec. minuta maximae parallaxeos. Ita refractio nobis tertiam quoque diem suspectam reddidit et dubiam, denique plane inutilem. Scio, cum Arcturus et Mars distent IX gradibus, quae est latitudinis Arcturi supra latitudinem Martis pars tertia, fieri tunc, ut non omnis latitudinis refractio detrahatur distantiae a Marte, et ut parallaxis plus variet Martis latitudinem quam hanc ab Arcturo distantiam. Id autem ut perexiguum, in majori metu dißimulandum duxi. Observet qui subtilioribus instructus est.

Jam in quarta die nihil aliud videtur agi quam destrui omnis parallaxis Martis. Distantia in meridiano debuit esse 29 gr. 9½ min. instrumento correcto, ergo vitioso 29 gr. 14 min. At inventa 29 gr. 13½ min. ultimò, cum major esse debuit parallaxis latitudinis (si qua esset) et per hanc major ab Arcturo distantia. Ab eo igitur tempore, quo Mars ad altitudinem venit XIX Graduum, inventa est 29 gr. 12½ min. unico scrupulo auctior in fine. quae admodum exigua esset parallaxis. Et quae haec ratio? Cum esset altus IX graduum (culminante Hydra) distantia fuit 29 gr. 9 minut. vitioso instrumento, et tamen in refractione, post in alt. 25 gr. et prope M. C. rursum 29 gr. 9 min. idque bis, diversis momentis. An nihil hic refractio potuit initio, ut constans ideo manserit arcus? An potius dicendum, me (cum mihi viderer diligentißimus) errasse observando? praesertim ob Cylindri longitudinem.

Ex his tamen qualibuscunque observationibus certum efficitur, parallaxes latitudinis Martis certo non fuisse majores 4 minutis, quantum instrumenti incertitudo occupat. credibilius, valde exiguas esse. Infra capite LXIV habebis hujus rei plura argumenta.

Esse vero parallaxes Martis, majores parallaxibus Solis, hypotheseos Tychonicae et Copernicanae ratio arguit, ex qua facile Martis parallaxes computari possent, si de Solis parallaxi certi essemus. An igitur incerta est ratio Solis altitudinem et parallaxes ex eclipsibus indagare? Omnino quod quantitatem paulo incertior, quod rem ipsam attinet certissima. Non est Sol vicinior 230 semidiametris terrae, non tamen infinitis semidiametris abest. At inter 700 et 2000 semidiametros (quarum summarum illa in Mysterio meo Cosmographico, haec in observationibus eclipsium pro metis citimis et ultimis offeruntur) nondum videtur certus aliquis numerus demonstratus, ut in Hipparcho meo probabo.[1]

3) *paralleos*

CAPVT XII

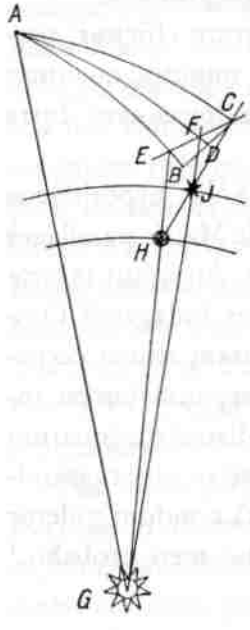
INVESTIGATIO NODORVM MARTIS

Igitur, etsi non desunt adminicula investigandi Planetarum primam inaequalitatem per observationes, etiam cum sunt impliciti inaequalitati secundae: sequar tamen hac secunda parte authorum vestigia et observationes ἀκρονυχίους fidei faciendae causa, cum ipsorum placitis aliqua contraria profitear, ne quis me post dumeta propriae methodi latitare clamitet.

Et cum jam patuerit, nihil in parallaxibus Martis diurnis a TYCHONE usurpatis desiderari posse quod sit alicujus momenti, paulatim accedam ad reductionem locorum visorum Martis ad Solis apparentem locum oppositum.

Principio nobis est opus cognitione nodorum. Hos TYCHO BRAHE sic solitus est investigare.

In schemate capitis noni, sit A *locus nodi,* E *locus Planetae in ecliptica anno MDXCV,* C *locus Planetae visus sub Fixis in* 17 *gr.* 56 *min.* 5 *sec.* 8, EC *visa latitudo* 0 *gr.* 5 *min.* 15 *sec. Borea. Praesupponitur autem angulus* EAC *quam proxime esse* 4 *gr.* 34½ *min. quanta est latitudo maxima Borealis itidem observata anno MDLXXXV. Igitur in* CEA *rectangulo (vel* CBA *isoscele. differentia enim nullius est momenti in hoc negocio.) ex latere* CE *et angulo* EAC *inquisivit longitudinem* EA *distantiae loci ecliptici a nodo.* Haec operatio nihil peccat, quia EC parva est et propinqua nodo. Demonstrationis vero ἀκρίβεια commendat aliam. *Dictum enim est cap. IX angulum* EAC *non esse constantem: unde per diversas diversarum oppositionum latitudines diversa etiam loca pro nodo exibunt. Neque enim* EAC *tam est magnus quam magna latitudo maxima visa, quia* AC *inflexus est arcus: neque etiam* AC *sed interior aliqua (puta* AF*) via est Planetae, qualis ex centro Solis videretur: quare neque necessario* A *nodus erit, in hac quidem operatione.*



Aliter igitur EGO nodos investigavi, idque ex ipsis observationibus ad diem quo in nodo essent. Quae methodus, etsi jam quibusdam praeconceptis indiget et infra accuratius tractabitur parte quinta, tamen vel ob consensum solum praelibanda est.

Praesupponebam autem, cum Planeta vere motuque eccentrico est in nodo, nulla dispositione terrae vel Solis fieri posse ut appareat extra nodum. Nam in hypothesi COPERNICANA hoc per se naturae rerum est consentaneum, ut motrix facultas stellae alicujus non sit alligata ad observandam stellam alienam (in quarum numero tellus est) sed circuitus sui proprias habeat leges. In hypothesi PTOLEMAICA hoc esset per-
73 inde ac si diceres, epicyclum non respicere ad lineam ex Sole per | centrum suum venientem, sed ad certa loca sub Fixis, sub quibus Planetam in plano eclipticae constituat. In TYCHONICA eadem de eccentrico di-
10 centur.

Quod igitur praesupposui, id verum inveni per has observationes.

I. Anno MDXC D. IV Martii hora vespertina VII M. X fuit declinatio Martis 9°. 26′. Sept. ascensio recta 22°. 35′. 10″. Hinc prodit locus 24°. 22′. 56″ ♈. latitudo meridiana 3′. 12″. parallaxi et refractione contraria et paria proxime facientibus ideoque neglectis.

II. Anno MDXCII D. XXIII Januarii vesperi hora X M. XV fuit ♂ in 11°. 34′. 30″ ♈. latitudo 0°. 2′. merid. altitudo Martis 25°. ergo refractio (ex Fixarum tabula) nulla. parallaxis quanta proxime Solis, quia distant sextili Mars et Sol, et igitur a terra aequaliter fere absunt. cedit
20 autem pene omnis in latum. Ergo circiter duob. minutis attollendus est Mars in Septentrionem ut liberetur a parallaxi, sicque incidet in eclipticam. Nam VI Febr. jam circiter 7′ in Boreali latitudine fuere.

III. Anno MDXCIII D. X Decembris vesperi Mars fuit in nodo ascendente observatus. Nam post correctionem variationum horizontalium retinebat non plus 0°. 0′. 45″ Borealis latitudinis.

IV. Anno MDXCV D. XXVII Octobris hora XII M. XX latitudo Martis vera post remotam parallaxin fuit 0 gr. 2 min. 20 sec. Meridiana. Die XXVIII itidem remota parallaxi fuit latitudo 0°. 0′. 25″ Septentrionalis. Intermedio ergo* tempore in nodo evehente fuit.

30 Numera jam dies 687 revolutionis Martis eccentricae a meridie XXVIII Octobris retro incidet terminus illorum in X Decemb. anno XCIII, cum nocte praecedenti fuisset Mars proxime nodum observatus. Rursum alios 687 retro numera. qui desinent in XXIII Januarii MDXCII, cum in ipso nodo fuit observatus. Si tertio idem feceris, incides in VII Martii anni MDXC, cum die antecedente quarto habuisset aliquam latitudinem meridianam, quam intra quatriduum reliquum confecit, ut circa VII in nodum incideret.

Ex quo intelligitur: nihil referre, ubi terra sit vel sub Fixis vel respectu ad Martem: nihil referre in Ptolemaica, ubi Sol sit respectu
40 centri epicycli Martis et ♂ in epicyclo: nihil in Tychonica, ubi centrum eccentrici seu Sol versetur respectu lineae ex Marte per terram,

* Sufficit ista crassa argumentatio praesenti instituto. Infra cap. LXI et LXVII diligentius omnibus expensis, invenitur in nodo fuisse die 29. hora 15.

ut in planum ecliptici ♂ incidat. esse enim semper eandem diametrum nodorum in COPERNICO et PTOLEMAEO seu semper sibi parallelon in TYCHONE: nisi quod successu seculorum nodi parumper transportantur. qui motus intra hos VI annos non sentiebatur.

Sed age et alterum oppositum nodum quaeramus.

I. Anno MDXCV D. IV Januarii mane, cum ♂ observaretur hora VII M. X. in altitudine gr. 8. a Spica ♍ et Corde ♏, visa fuit ejus latitudo in 0 gr. 3 min. 46 sec. B. ipse in 13 gr. 36 min. 40 sec ♐. Parallaxis est parva, quia Mars cum Sole distans plus a terra quam Sol, am[1]plius duplo. Refractio contra est magna: ex tabula Fixarum 6 min. 45 sec: ex tabula Solis 11¼ minut: quae omnis fere abit in latum propter humilitatem nonagesimi. Itaque Mars vere in Austro aliquot scrupulis (circiter 2 aut 3 min. aut etiam plus) per refractiones Solis adhibitas. 74

II. Anno MDLXXXIX D. XV Aprilis noctu, Martis latitudo visa Borealis fuit 1 grad. 7 min. vehementer aucta parallaxi orbis annui ob appropinquationem Martis et terrae. Post dies XXI latitudo decrevit ad exilitatem 6⅔′ Bor. Etsi igitur VI Maji paulo lentius decrescit, sidere a tellure abeunte: tamen parum errabimus si proportionaliter agamus, ut sicut 60 minuta diminutionis sunt ad 6⅔ minuta residua, sic 21 dies faciamus ad numerum dierum post quos in eclipticam Mars incidit. nam regula ostendit dies duos cum triente, ut IX Maji fuerit in nodo. Numeratis inde ter 687 diebus porro, incidemus in mane XXX Decembris anni MDXCIV, quo die ♂ in nodo fuisse oportet, indeque per V dies usque in IV Januarii mane delapsum esse in meridiem. Et quidem ex observatione ejus ad dictum IV Januar. aliquot ei scurpulorum latitudinem meridianam dedimus. Saepius hoc eccentrici loco non est observatus. Satis est teneri a nobis illam observationem anni MDXCV, ne a nobis dissentiat. de anno vero MDLXXXIX nihil est quod dubitemus. Neque te moveat, quod anno MDLXXXIX diebus 2⅓ dedimus motum latitudinis 6⅔ min. anno vero MDCXCV circa IV Januarii, diebus V non tot damus. Nam ut in hoc Opere apparebit, latitudo per orbis annui parallaxes plurimum in conjunctione cum Sole (ut MDXCV) attenuatur, in oppositione (ut MDLXXXIX) augetur. Convenit igitur, minorem videri anno MDXCV motum diurnum latitudinis, majorem anno MDLXXXIX.

Quomodo jam habentur loca utriusque nodi sub Fixis? Nimirum si ex tabulis Martis (quas ideo praesupponimus) crassa Minerva eliciatur utrinque medius motus Martis. Id sive per Prutenicas sive per Tycho-

nicas adhibita aequinoctii vera praecessione praestiteris, invenies anno MDXCIV D. XXX Decemb. mane medium locum Martis in 27 gr. 14½ min. ♏, anno MDXCV D. XXVIII Octobris mane in 5 grad. 31 min. ♉. Itaque apparet diametrum nodorum non transire per centrum aequalitatis motus sed longe infra. Plus enim est a 5 gr. 31 min. ♉ in 27 grad. 14½ min. ♏ quam ab hoc in illum.

Sin autem Tychonicis aequationibus fueris usus, addendum erit hic 11 grad. 17 min. illic subtrahendum 11 grad. 30 min. ut prodeat illic 16 gr. 48 min. ♉, hic 15 gr. 44½ min. ♏, loca Martis eccentrica coaequata. Nodi (ut vides) fere ex centro systematis Planetarii sunt oppositi in 16⅓ min. ♉. ♏. circiter, quod PTOLEMAEVS terram COPERNICVS et TYCHO BRAHE punctum proxime Solem dixerunt.

Quantum autem mutaturi simus in his locis nodorum, ubi transposita theoria Solis a medio ad apparentem motum Solis aequationes mutabuntur, infra parte quinta patebit.[1]

77

CAPVT XIII

INVESTIGATIO INCLINATIONIS PLANORVM ECLIPTICAE ET ORBITAE MARTIS

Opot. Inclinatio et latitudo differenter intelligantur. Inclinatio de angulo ad Solem vel centrum systematis Planetarii, quem COPERNICO faciunt lineae in corpus Martis et locum ejus eclipticum ejectae. Latitudo sit angulus, quo quaelibet inclinatio ex terra spectatur. In PTOLEMAEO inclinatio est angulus rectarum ex terra per centrum epicycli et per locum ejus in ecliptica ejectarum. Latitudo est angulus, quem faciunt rectae ex centro terrae, altera per corpus Planetae, altera per locum qui ei in ecliptica respondet, ejecta.

Nodis et limitibus superiori capite ex sententia BRAHEI et mea quam proxime inventis, jam etiam inquirendum est, quantum vere inclinetur planum orbitae Martis ad planum eclipticae.

Id ab ipsis observationibus deducere non ita promptum est. Nam angulus inclinationis hujus constituitur apud centrum systematis Planetarii, quod COPERNICO et TYCHONI Sol est.

At visus in Solem nunquam inducitur, ut ex eo haec inclinatio sub Fixis videri et mensurari possit. Ex alio vero loco angulo etiam alio spectabitur maxima digressio limitis ab ecliptica. In Ptolemaica forma videri possit expeditior ratio, sed non est. Nam demonstrabitur, planum epicycli manere perpetuo parallelon plano eclipticae. Pone ergo centrum plani epicycli in limite alterutro: sit Planeta in eadem linea longitudinis ex centro visus per centrum epicycli: vel erit remotior a visu quam centrum epicycli, et sic distantia ejus ab ecliptica minor apparebit quam distantia centri epicycli ab eadem ecliptica; vel erit propior visui, et sic major apparebit eo quod quaerimus.

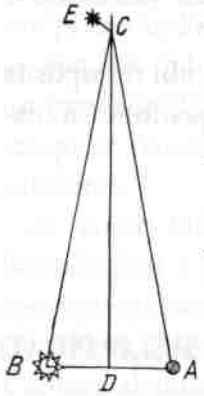
In hac difficultate solatur nos hoc unicum, quod id cujus causa inclinationem inter principia quaerimus non est tale ut summam subtili-

6) in 17 grad.

tatem desideret. Licebit igitur nobis uti modis iis qui de inclinationis quantitate testimonium eminus perhibent: quorum tres ponemus.

Apparet autem ex jam dictis, tunc nos rectissime adjutum iri, si observationem nanciscamur stellae Martis ad tale momentum, ubi Mars aequaliter et a terra et a Sole absistens linea ex Sole per se ducta in 16 vel 17 gr. ♌ vel ♒ (loca limitum) referatur: in forma Ptolemaica, ubi centro epicycli in 16 17 ♌ vel ♒ versante Mars aequaliter cum centro epicycli a terra absit. In solo Mercurio hoc problema locum non habebit.

Sit B *Sol*, A *terra. constituatur super* AB *isosceles* ACB, *et sit Planetae locus*, C *punctum eclipticae plani: erectaque perpendiculari* CE *in orbitam Martis, corpus Martis in* E *sit. Aequaliter igitur apparebit* EC *et ex* B *Sole et ex* A *terra: per se patet.*



Vt autem sciatur, qua in dispositione Mars aequaliter absit a Sole et terra, nota quod quando lineae ex C *Marte et* A *terra in* B *Solem cadentes faciunt rectum angulum* CBA, *tunc* CB *brevior est quam* CA. *Itaque oportet* BA *locum oppositum Solis et* BC *locum Martis eccentricum minus distare* 90 *gradibus, ut* CAB, CBA, *aequentur. Ergo* BC *in* 17 ♌ *vergente Solem oportet esse ultra* 17 ♉ *et ante* 17 ♏. *Contra si* BC *sit in* 17 ♒, *Sol debet esse ultra* 17 ♏ *et ante* 17 ♉. quibus circumscriptionibus nobis designantur matutini exortus vel vespertinae occultationes, sextiles vel quintiles Martis et Solis. 76

In forma Ptolemaica si C *terra sit*, A *centrum epicycli*, B *Mars*, CAB *non poterit esse rectus, ut* CA, CB, *fiant aequales. Itaque anomaliam commutationis oportet esse majorem* 90 *gr. vel minorem* 270 *graduum.*

Si etiam praecisius paulo cupis agere, assume ex Copernico vel anticipata Tychonica restitutione proportionem orbium Martis et terrae [in Copernico] Martis et Solis [in Tychone] eccentrici et epicycli [in Ptolemaeo] crassa Minerva ut 1525 ad 1000, et eam in 16, 17 gr. ♌ ut 5 ad 3. in 16, 17 gr. ♒ ut 11 ad 8.

Cum ergo triangulum ACB *sit isosceles, et* AC, CB, *crura aequalia*, AB *vero* 1000 *qualium* BC *ducta in* 17 *gr.* ♌ *est* 1666⅔*: qualium ergo (demissa* CD *perpendiculari)* AD *dimidia de* AB *est* 1000, *erit* AC 3333⅓. *Quae inter secantes quaesita refert* CAD *vel* CBD *angulos* 72 *gr.* 33 *min. Sic in* 16. 17. *gr.* ♒, *qualium* AB 1000, *est* AC 1375, *et qualium* AD 1000, *est* AC 2750, *exhibens in tabula secantum angulum* 68 *gr.* 40 *min.*

Versante ergo BC *in* 16, 17 *gr.* ♌ *vel circa, oportet* AC *visum locum Martis et* AB *visum Solis distare* 72½ *gradibus: vel illa* BC *in* 16, 17 *gr.* ♒ *versante, has* 68⅔ *gradibus digredi oportet. Et quia duorum (*CAB, CBA*) in* 17 *gr.* ♌ *summa est* 145 *gr. erit* ACB 35 *gr. in* 17 *gr.* ♌. *Quare per lineam* AC

Martem vel in 22 *gr.* ♍ *(Sole per* AB *in* 5 *gr.* ♐*) vel in* 12 *gr.* ♋ *(Sole in* 30 *gr.* ♈ *versante) spectari oportet.*

Ita in 17 *gr.* ♎*, quia summa (*CAB, CBA*) est* 137⅓ *gr. erit* ACB 42⅔ *grad.*

† *Quare Martem per* AC *vel in* 24⅓ ♐ *(Sole per* AB *in* 16 *gr.* ♎*) vel in* 0 *gr.* ♈ *(Sole in* 9 *gr.* ♊ *versante) spectari oportet.*

Primum fieri proxime potuit, mense Nov. anno MDLXXXVI, vel MDLXXXIIX. Alterum Aprili anno MDLXXXI, MDLXXXIII, MDXCVI, MDXCVIII. Tertium Septembri vel Octobri MDLXXXVII, MDLXXXIX. Quartum Majo vel Junio MDLXXX, MDLXXXII, MDXCV, MDXCVII. Ad ultimum casum observationes idoneae desunt, eo quod Mars in Ariete brevium ascensionum (Sole in ♊ noctes claras efficiente) observari vix possit, aut omnino videri.

Anno igitur MDLXXXVIII D. X Novembris mane hora VI½ visus est Planeta ♂ in 25 gr. 31 min. ♍ cum latitudine 1 gr. 36 min. 45 sec. Boreali, Sole in 21 ♏. Ergo quia Sol tantummodo 62½ gradibus distat a Marte, cum debeat distare per 72 grad. ut triangulum (quod requirit problema) fiat aequicrurum: Mars igitur adhuc longius a terra abest quam a Sole. Itaque minor apparebat latitudo ejus loci quam erat vera inclinatio.

Sequenti V D. Decem. mane hora VI Mars visus est in 9 gr. $19^2/_5$ m. ♎ cum latitudine 1 gr. 53½ min. Bor. Sole in 23 gr. ♐. Ergo quia Sol distat a Marte per 73½ gradus, digressio puncti orbitae (quod tunc Mars occupabat) paulo minor fuit quam 1°. 53½′. debuit n. interesse 72°. Nunc cum intersit plus, | minor evasit distantia Martis et terrae quam Martis et Solis. major igitur apparentia inclinationis, ejus quidem puncti de plano eclipticae. At quia tamen V Decembris Planeta motu eccentrico jam aliquot gradibus superaverat limitem, veras suas ab ecliptica digressiones iterum minuens, majores igitur fuerunt in ipso limite. Quare tollentibus se mutuo causis maxima planorum inclinatio erit circiter 1 gr. 50 min.

77

Ita anno MDLXXXVI D. XXII Octobris mane hora VI sub auroram inter Martem et cor Leonis interfuit 6 gr. 9 min. in consequentia. Declinatio Martis ab aequatore erat 13 gr. 0 min. 40 sec. Borealis. Hinc invenitur ejus visa longitudo 0 gr. 7 min. ♍, latitudo 1 gr. 36 min. 6 sec. Bor. Sol haerebat in 8 gr. ♏, distans 68 gr. a Marte. debuit plus distare. Longior itaque linea inter Martem et terram quam inter Martem et Solem. Minor itaque visa latitudo digressione Planetae vera ab ecliptica et quidem longe ante limitem.

Die vero II Novembris mane hora IV⅔ (Sole versante in $19^2/_5$ ♏) ♂ visus est in 5 gr. 52 min. ♍ cum latitudine 1 gr. 47 min. Bor. Distat Sol a Marte per 73½ gr. pene justo modulo. Sed ♂ antecedit limitem

Boreum aliquot gradibus circiter 16 gr. 17 min. Igitur justa fere hujus loci latitudo apparuit. Sed ea in ipso limite major arguitur quam 1 grad. 47 min. scilicet 1 gr. 50 min. circiter.

Sequenti I Decembris mane hora VII ½ distantia aequatoria inter cor ♌ et ♂ fuit 25 gr. 12¼ min. cum declinatione ♂ 6 gr. 2¼ min. Hinc invenitur longitudo 20 gr. 4 min. 30 sec. ♍, latitudo 2 gr. 16 min. 30 sec. Sol in 18 gr. ♐, distans 88 gradibus a Marte. debuit tantum 72½ gr. Quare minor est facta linea inter Martem et terram quam inter Martem et Solem: et digressio ex appropinquatione major apparuit quam erat revera. Minor igitur ejus puncti digressio ab ecliptica quam 2 gr. 16½ min. et multo quidem minor: at non ita multo major quam 1 gr. 47 min. Hic igitur quantitas inclinationis maximae 1 gr. 50 m. confirmatur eminus.

Vice vèrsa anno MDLXXXIII D. XXII Aprilis hora noctis IX¾ observatum, inter Martem et Canem interesse 20 gr. 58 min. inter hunc et cor Leonis 22 gr. 47½ min. Hinc invenitur locus Martis in 1 gr. 17 m. ♌ cum latitudine 1 gr. 50⅔ min. Boreali. Sol erat in 11 gr. ♉, distans a Marte gradib. 80. debuit 72½ gr. Propior igitur justo est ♂. Est igitur digressione vera ejus ab ecliptica major visa latitudo. Sed ♂ amplius viginti uno gradibus est ultra limitem Boreum. Itaque in ipso limite rursum major fiet ejus digressio ab ecliptica. Rursum itaque tollentibus se mutuo contrariis causis inclinatio maxima est 1 gr. 50 min.

Sic anno MDXCVI D. IX Martii vesperi H. VIII visus fuit in 15 gr. 49 min. ♊ cum latitudine 1 gr. 49⅔ mi. Bor. Sol in 30 gr. ♓, distans a loco Martis 76 gradibus. debuit minus paulo distare. itaque paulo minor vera Martis ab ecliptica digressio quam latitudo visa. At neque maxima haec digressio fuit, cum nondum fuerit ♂ in limite intra 25 gradus circiter. Rursum itaque stabilitur eminus maxima limitis digressio 1 gr. 50 minut. circiter. |

Jam in limite altero 17 grad. ♒ etsi rariores sunt observationes, est tamen in promptu una. 78

Anno MDLXXXIX D. XV Septembris vesperi hora VII¼ visus est ♂ in 16 gr. 47⅓ min. ♐ cum latitudine meridiana 1 gr. 41⅔ min. At correctione adhibita ob refractionem luminis quam erat passus in hac humilitate, erat locus 16 gr. 45⅔ min., cum latitudine 1 gr. 52⅓ min. meridiana. Sol erat in 2 gr. ♎, distans 74⅓ gr. partibus a Marte. debuit tantum 68⅔ gr. Ergo visa latitudo paulo major est digressione puncti ejus ab ecliptica. Illud tamen non omnium remotissimum est, cum aliquammultis gradibus sit ante limitem. Itaque hic quoque se mutuo causae tollunt.

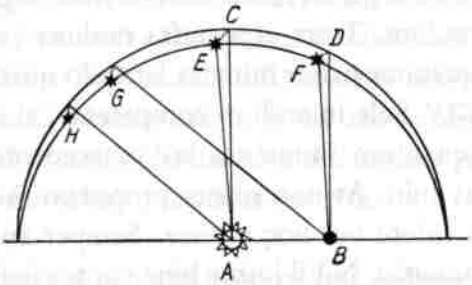
Sequenti I Novembris hora VI⅙ visus est in 20 gr. 59¼ ♉ cum latitudine 1 gr. 36 m. meridiana, Sole in 19 gr. ♏. Cum igitur jam non amplius 62 gradibus a Marte distet, debuerit vero 68⅔ gr. minor igitur est visa latitudo quam vera ab ecliptica digressio. at simul et minor digressio hujus puncti quam limitis, quia punctum hoc est ultra limitem. Ergo multo major est inclinatio maxima quam 1 gr. 36 min. et omnino proxime tanta quanta die XV Septemb. visa latitudo, scilicet 1 gr. 50 min. circiter.

Expedivi modum unum, in quo praesupponitur mediocriter nota orbium proportio: quem observationes citra calculum sequebantur, satis prompte inclinationem maximam planorum indicantes.

Nunc alium subjiciam, cui selectioribus et rarioribus observationibus opus est: quae si habeantur, jam sine ulla praeconceptione proportionis orbium quaesitum nobis proditur nullo etiam calculi labore implicitum.

Cum duo plana se mutuo secant, quaecunque binae lineae ad idem punctum lineae sectionis in utroque plano ducuntur, rectae ad sectionis lineam, unum et eundem semper angulum concludunt.

Sit planum eclipticae ACDB, *orbitae Martis planum* AEFB, *linea mutuae sectionis* AB, *et Sol in* A, *terra in* B*: et ex* A *et* B *ipsi* AB *ad rectos statuantur in ecliptico plano* AC, BD, *in orbita Martis* AE, BF. *Sit Planeta in* F. *Erit limitis* E *inclinatio (*EAC*) aequalis apparenti latitudini Planetae in* F *scilicet* FBD. *Vide igitur, sicubi linea* BA *id est Sole in* 16. 17 *gr.* ♉ *vel* 16. 17 *gr.* ♏ *versante accidat perfecta quadratura Solis et Martis: ubi inter lineam* BA *ex terra per Solem (quae hoc casu itidem et linea sectionis planorum est) et lineam* BF *ex terra per Martem eductas nonaginta gradus seu quadrans intersit: quanta ibi erit visa latitudo Martis* FBD, *tanta erit et inclinatio planorum maxima* EAC, *quamvis ibi loci in* F *Mars non tantum ab ecliptica digrediatur quantum in* E.



Primus talis dies occurrit XXII Aprilis anno MDLXXXIII, quem etiam jam modo usurpaveram. Sol in 11 ♉ quinque vel sex gradibus infra nodum. Terra igitur supra lineam sectionis versus Martem. Quo nomine major justo fiet latitudinis apparentia, quia e propinquiore loco. At contra, cum non intersint 90 gr. Solem inter et Martem, hoc nomine rursum minor justo erit haec apparitio latitudinis. Si ponas contrarias has exorbitationes se mutuo tollere, inclinatio planorum igitur proxime

29) lineam BD

aequabit visam latitudinem. Visa latitudo fuit 1 gr. 50⅔ minut. Proxime igitur tanta planorum inclinatio.

Anno MDLXXXIV D. XXX Octob. selecta erat occasio. Sed nulla observatio extat. Die vero XII Novemb. sequente nocte hora I½, Sole jam 14 vel 15 grad. delapso infra diametrum sectionis, terra vero tantundem sublata (COPERNICO), vel diametro sectionis tantundem in terram demissa (TYCHONI), visus fuit ♂ in 23 gr. 14 min. ♌, latitudine 2 gr. $12^2/_5$ m. Boreali, Sole in 1 gr. ♐ versante. Hic parumper de angulo minutum ob inclinationem lineae visionis Martis ad lineam sectionis. plurimum vero is auctus ex appropinquatione ad terram. Minor ergo multo inclinatio quam 2 gr. 12 min. scilicet 1 gr. 50 min.

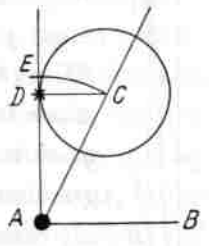
Anno MDLXXXV D. XXVI April. H. IX M. XLII visus fuit ♂ in 21 gr. 26 min. ♌. latitudo 1 gr. 49¾ min. Borea. Erat Sol in 16 ♉ proxime ipsum nodum. linea visionis Martis paulo inclinata, cum ♂ sit ultra 16 ♌. Ergo angulus inclinationis maximae planorum paulo admodum major quam 1 gr. 49¾ min. scilicet 1 gr. 50 min. aut paulo quid amplius.

Sic circa alterum limitem anno MDXCI D. XVI Octobris H. VI½ vespertina, visus est ♂ in 1 gr. 27⅓ min. ♒ cum latitudine 2 gr. $10^5/_6$ mi. meridiana decrescente. (nam praecedente X Octob. fuit latitudo 2 gr. 18⅔ m. et II Octob. 2 gr. 38½ min.) Sol in 2½ ♏ supra nodum. Terra ergo infra nodum versus Martem. Itaque ex appropinquatione major fuit visa latitudo quam inclinatio plani ecliptici. Post dies XIV Sole in nodum competente, si iterum XXVIII minutis decrevisset (quantum imminuta est praecedentibus XIV diebus), restarent 1 gr. 45 min. At non manet proportio eadem imminutionis terra discedente a sidere vel hoc a terra. Semper enim in remotioribus minor est imminutio. Nihil igitur hinc contra inclinationem maximam 1 gr. 50 min. depromi potest. quin potius ea eminus confirmatur.

Demonstratio latius extendi potest. *Sit* BA *linea ex terra per corpus Solis ducta in locum nodi* 17 *gr.* ♏ *vel* ♉*: et spectetur Planeta quocunque zodiaci loco. Latitudo igitur, quam habere videtur, metitur inclinationem puncti de plano tantum vere distantis a limite quantum* ♂ *abesse videtur a limite. Spectetur* ♂ *in* BG. *Duc ei parallelon* AH. *Quanta igitur apparet latitudo in* G *ex* B, *tanta est inclinatio puncti* H. *Et* BG, AH, *vergunt in gradum eundem sub Fixis, quia paralleli.* Vt in observatione MDLXXXV D. XXVI April. quia Sol in 16 ♉ et ♂ in 21 gr. 26 min. ♌ visus est cum lat. 1 gr. 49¾ minut. ergo inclinatio in 21 gr. 26 min. ♌ motu eccentrico est 1 gr. 49¾ min. Ac cum 21 gr. 26 min. ♌ absit a limite V gradibus, et sinus gradus 85 parte $^1/_{250}$ minor sit sinu toto, erit et hic maxima inclinatio parte $^1/_{250}$ sui major, scilicet 1 gr. 50½ min. circiter.[1]

80 In Ptolemaica hypothesi demonstratio hujus rei hinc procedit.

Sit A *terra*, AB *linea per Solem et ejus oppositum in* 17 *gr.* ♉ *vel* ♏, AD *linea visionis Martis*, D ♂, BAD *rectus. Erit ergo* AD *in* 17 *gr.* ♌ *vel* ♒. *Et quia* D ♂, *quae ergo ex* D *exit parallelos ipsi* BA *(quia motus Martis in epicyclo motum Solis in suo orbe sequitur) per* C *centrum epicycli transibit. Sit in* AD, E *punctum, et ipsi* AC *aequalis* AE. *Itaque quia* AC *non erit in* 17 ♌ *vel* ♒, *non etiam tantum ab ecliptica distabit quantum* E *limes Boreus. nec igitur* D *tantum distabit ab ecliptica quantum* E, *quia* CD *et* 10 *omnia epicycli puncta aequaliter distant ab ecliptica, cum planum epicycli ad hypothesium aequipollentiam efficiendam perpetuo ponatur parallelum plano eclipticae.* At quanto D vel C minus ab ecliptica distat quam E, tanto propius est D ipsi A quam E, ut ita distantia D tanto major, et utraque eodem angulo ex A spectentur. *Nam ut distantia* C *ab ecliptica ad distantiam* E *ab eadem. sic sinus arcus* CB *(hoc est* AD*) ad sinum totum* AE *ex doctrina sphaerica inclinatorum circulorum, eo quod* ECB *circulus inclinatus sit super* AB. *At* C *et* D *distant aequaliter, ut jam dictum. Ergo ut distantia* D *(vel perpendicularis ex* D *in eclipticam demißa) ad perpendicularem ex* E*: sic* AD *ad* AE. 20 *Triangula igitur* ADD *et* AEE *similia erunt (cum sint rectangula in* D. E. *punctis eclipticae, et laterum proportionalium), sed et concurrentia lateribus (*AD, AE*) in plano eclipticae ab eodem (*A*) puncto descriptis et in idem longitudinis punctum in* 17 ♌ *vel* ♒ *vergentibus. Ergo et* AD, AE, *lineae in orbita concurrent: hoc est, linea ex* A *terra per* D *Martem educta, in hoc situ incidet in* E *locum centri epicycli, quando id est in limite. Et sic idem erit angulus et inclinationis maximae limitis et visae latitudinis Martis in hoc situ.*



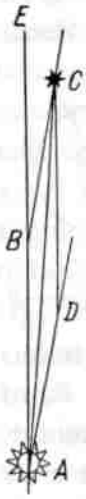
Tertius modus calculo et praeconcepta orbium proportione indiget: quem tantummodo delibabimus propter consensum. nam accurata et genuina ejus tractatio reservatur in partem quintam et caput LXIII, 30 nec hic est necessaria.

In tabula oppositionum TYCHONIS fuit latitudo visa in 21 grad. 16 min. ♌ graduum 4 min. 32⅛.

Sit A *Sol*, B *terra*, C *Mars in eccentrico. Ergo linea* AE *per* B *terram inter Fixas excurrens incidet in eclipticam,* AC *in orbitam Martis. Et cum Mars sit in* 21 *gr.* ♌ *proxime limitem, angulus* EAC *proxime erit maximus. Quem sic investigo. Sit* BA 1000, AC 1664, *et* EBC 4 *gr.* 32⅛ *min. Vt ergo* AC *ad* EBC, *sic* BA *ad* BCA 2 *grad.* 43 *min.* 27 *sec. qui ablatus ab* EBC, relinquit angulum BAC quaesitum 1 gr. 48 min. 43 sec. qui in ipso limite esset hinc circiter 1 gr. 49 min. et nonnihil variatur, si proportio

20) Triangulo

BA ad AC variatur, de quo infra. Hoc modo ex quacunque acronychia observatione, cujus latitudo grandiuscula sit, inquiritur primum inclinatio illius puncti orbitae, post inclinatio maxima, consideratione distantiae a nodo vel limite. Vt anno MDXCIII D. XXIV Augusti latitudo visa sub oppositionem cum Sole proditur 6 gr. 3 m. meridiana.[1] Mars in 12½ gr. ♈. *Sit igitur* BA 1000, 81 † AC 1389 *ex anticipato. Vt igitur* CA *ad sinum* CBE, *sic* BA *ad sinum* BCA 4 *gr.* 21 *min.* 10 *secun. qui ablatus a* CBE *relinquit* BAC *quaesitum* 1 *gr.* 41 *min.* 50 *sec. Abest vero locus iste* 26 *circiter gradibus a limite,* 64 *gr. a nodo. Vt igitur sinus* 64 *gr. ad hanc digreßionem ab ecliptica* 1 *gr.* 42 *min. sic sinus totus ad maximam planorum inclinationem*, quae prodit 1 gr. 53 min. ubi de superfluis tribus scrupulis non est ut simus soliciti. prodeunt enim ex suscepta proportione, de qua infra parte quarta.



In forma Ptolemaica *erit* A *terra*, C *centrum epicycli Martis*, D *punctum imum epicycli eo quod Mars in oppositione Solis versetur. Et quia* EA *Solis linea in ecliptica est, planum vero epicycli ponitur parallelum plano eclipticae, erit* CD *parallelos ipsi* EA. *Ergo* BAC *et* ACD *aequales, inclinatio scilicet eccentrici et epicycli. Sed et aequalis est* CD *ipsi* BA *ob plenariam hypothesium aequipollentiam, vel certe, ut in* COPERNICO AB *ad* AC *sic epicycli Ptolemaici semidiameter* DC *ad* CA *lineam ex terra in centrum epicycli. Ergo et* CDA, CBA, *aequales, et* EBC, BAD, *aequales, latitudo scilicet apparens.*

CAPVT XIV

PLANA ECCENTRICORVM SVNT 'ATAAANTA

Imposuit PTOLEMAEO hypotheseos suae perplexitas, ut monstra multa congesserit in doctrinam latitudinum. Cum enim perpenderet, planum epicycli in omnes partes torqueri, neque statim videret per illas hypotheseos suae nebulas, epicycli planum eclipticae plano parallelon esse; triplicem confinxit latitudinem, et ut contraria contrariis fulcirentur* omnino luxavit e parallelo situ suum epicyclum; nec ex fide observationum quas non ita crebras habuit, nec ex mensura earum ubi habuit (quia certitudini diffisus) mediocritates elegit, extrema in errore ponens.

* Vide Epitomen Astronomicam MAESTLINI in explicatione theoriae superiorum fol. ultimo.

Hinc videas nullam omnino in usitato calculo (puta in MAGINI Ephemeridibus) contingere conjunctionem Martis et Solis, quae non sit (uti dicunt) per corpus. Quod si verum sit, frustra natura temperamentum

Latitudinum efficientia.

6) 6 gr. 7 m. 9) 1 gr. 42 min. 10 sec. (Rechenfehler).

latitudinum confinxerit, ne corporalibus conjunctionibus crebro contingentibus nimiae essent exagitationes sublunarium virtutum.

COPERNICVS divitiarum suarum ipse ignarus PTOLEMAEVM sibi exprimendum omnino sumpsit, non rerum naturam, ad quam tamen omnium proxime accesserat. Qua de re lege RHETICVM in narratione. Gavisus enim suis appropinquationibus telluris ad sidera latitudinum species augeri, non tamen ausus est residua latitudinum augmenta Ptolemaica (quae haec appropinquatio telluris non assequeretur) rejicere, sed (ut et illa exprimeret) librationes planorum eccentricorum confinxit, quibus
82 10 inclinationis angulus (PTOLEMAEO constans et fixus) va|riaretur, atque is (quod monstri simile sit) non ad leges motuum eccentrici proprii sed telluris orbis plane alieni. Vide COPERNICVM libr. VI. cap. I.

Cum hac impertinenti diversorum orbium colligatione caussa motus (incredulitate mea armatus) semper pugnavi, nondum etiam visis observationibus TYCHONIS. Quo impensius mihi gratulor, observationes mecum inventas esse stare, ut in multis aliis praeconceptis opinionibus.

Sed ne quis ob hoc ipsum mihi fidem deroget, quod observationes cum praejudicio tractem, en jam solidissime demonstravi librationes inclinationum eccentri nullas esse. Tribus enim modis investigandae
20 inclinationis maximae propositis, in primo Sol erat circa sextiles et quintiles Martis, hoc est tam propinquus conjunctioni Martis quam prope ♂ videri et observari expedite potest; in secundo erat in quadrato Martis; in tertio plane in opposito ejus. At in omnibus tribus locis Sole versante Mars in eodem eccentrici sui loco consistens unam et eandem inclinationem limitis (1 gr. 50 min. circiter) in Boream et in opposito loco tantundem in Austrum prodebat. Sic capite XII Marte motu eccentrico in nodis versante apparuit, quocunque loco sui orbis Sol constitisset (seu proximus Marti seu ab eo remotus) nullam unquam visam esse Martis latitudinem. Et infra parte quinta pluribus pro-
30 babitur, constantem esse declinationem cuique loco orbitae Martis ab ecliptica.

Itaque hoc firmissime concludamus, inclinationem planorum eccentricorum ad eclipticam (cur enim non in genere concludam, quod ut uni soli Planetae insit causam nullam habet? quamvis idem et in Venere et Mercurio ex observationibus demonstratum habeam) plane nihil variari. Et qui PTOLEMAEVM sequitur, is hinc discat, planum epicycli parallelon esse ad planum eclipticae perpetuo. Nam id in limitibus centro versante jam demonstratum est. in nodis vero versante centro epicyclum plane in eclipticam omnibus partibus competere supra cap. XII proba-
40 tum est.

34) Soli

PETRI APIANI Opus Caesarium.

Jam quis mihi fontem porriget lacrymarum, quibus ex merito suo deplorem miserabilem APIANI industriam, qui in suo Opere Caesareo † PTOLEMAEI fidem secutus tot bonas horas impendit, tot ingeniosissimas meditationes perdidit, ut spiris et corollis et helicibus et volutis et universo illo intricatissimorum flexuum labyrintho figmenta hominum exprimeret, quae natura rerum pro suis plane non agnoscit? Sed ostendit nobis vir ille, se divinis ingenii perspicacissimi dotibus facile naturae parem esse potuisse. de caetero animum oblectavit suum praestigiis hisce (in quibus naturam ipsam provocaverat) fortissime superatis et in schemata conjectis, palmamque inde famae perennis est adeptus, quicquid Operibus ipsis fortuna ista detrimenti attulerit. De Automatopoeorum vero κενοτεχνίᾳ quid dicemus, qui sexcentas imo milleducentas fabricant rotulas, ut de latitudinibus (hoc est de figmentis humanis) in Operibus suis expressis triumphare preciumque eorum intendere possent?

CAPVT XV

REDVCTIO LOCORVM VISORVM IN NOCTIVM EXTREMIS AD APPARENTIS MOTVS SOLIS LINEAM

Hac peracta inquisitione, et demonstratis locis nodorum, inclinatione planorum ejusque constantia (quae erant ad futuram reductionem necessaria), jam definiemus, quae loca orbitae suae Planeta possederit, cum ei Sol ipse e diametro opponeretur. Omitti potuerunt annus MDLXXX et MDXCVII in argumentando, quod testimonium nullum idoneum perhibeant deficiente observationum certitudine.

I. Posito tamen quod anno MDLXXX D. XII Novemb. H. X M. L Mars visus sit in 8°. 37′ ♊, et quinque dierum motus fuerit 1°. 55′: cum itaque Sol haeserit tempore dicto in 0°. 45′. 36″ ♐, et motus ejus ad dies quinque sit 5°. 5′, summa utriusque motus fiet 7°. 0′. Distat vero Sol a Marte 7°. 51′. 24″. E quibus 7 gradus integri conficiuntur diebus V seu horis CXX. In eadem igitur proportione residuum 51′. 24″ conficietur horis XIV. M. XLI. Itaque articulus oppositionis fuit die XVIII Novem. H. I M. XXXI. Locus in 6°. 28′ ♊ in ecliptica. Abest autem hîc a 16½° ♉ gradibus 20. Cupio scire, quanto fiat longior arcus orbitae a nodo usque ad arcum latitudinis per 6°. 28′ ♊ continuatus. Igitur ex

LANDSBERGII triangulorum doctrina.

PHILIPPI LANDSBERGII Triangulorum doctrina (quem virum honoris et † gratitudinis caussa nomino. qui optimas et aptissimas secures ad substructiones Astronomicas in copia et e propinquo et vili temporis precio

mihi suppeditavit; quae citra illum e longinquo et cum ineptis manubriis magno cum operarum impedimento petendae fuissent.) tangens lateris 20° multiplicatus in secantem anguli 1°. 50′ inclinationis, abjectis 5 ultimis, excrescit tantum 18½ particulis, quibus circiter 35 secunda respondent. Mars igitur stans e regione 6°. 28′ ♊, promotior est in sua orbita per 35″. Ponendus itaque in 6°. 28′. 35″ ♊, correctiuncula sane non necessaria. Latitudo 1°. 40′ Borealis.

II. Anno MDLXXXII D. XXIIX Decembris hora noctis sequentis XI M. XXX visus est Mars in 16°. 47′ ♋, cum esset Solis locus verus 17°. 13′. 45″ ♐. Transierat igitur articulus oppositionis. Fuit autem motus Solis diurnus 61′. 18″, Martis 24′. summa 85′. 18″. Et distabant hoc momento sidera per 26′. 45″. Vt igitur 1°. 25′. 18″ ad XXIV horas, sic 26′. 45″ ad horas VII M. XXXII. Quae subducta ab horis XI M. XXX relinquunt articulum verae oppositionis die XXVIII Decembr. hora III M. LVIII post meridiem. Locus 16°. 54′. 32″ ♋ in ecliptica, et per reductionem (quae 50″ impetrat) in 16°. 55½′ ♋. Latitudo 4°. 6′. Borea ex fide tabulae Braheanae oppositionum. Nam inter observationes differentes invenio latitudines: nocte post D. XXVI Decemb. 4°. 6′ vel 4°. 2′: nocte vero post XXIX Decembr. 4°. 8′ vel 4°. 6½′. |

84 III. Anno MDLXXXV D. XXXI Jan. hora XII M. 0. visus fuit Mars in 21°. 18′. 11″ ♌. Sol in 22°. 21′ 31″♒. Transierat itaque oppositio vera. Distantia 1°. 3′. 20″. Fuit motus Solis diurnus 61′. 16″, Martis 24′. 15″. summa 85′. 31″. Vt autem 1°. 25′. 31″ ad horas XXIV, sic 1°. 3′. 20″ ad horas XVII M. XLVI quibus de motu Martis respondent 18′ proxime. Itaque tempus XXX Januar. hora XIX M. XIV. Locus Martis in ecliptica 21°. 36′. 10″ ♌. Pro reductione minimum aliquid subtrahitur, quia Mars jam est ultra limitem. Itaque extensio arcus orbitae a nodo sequente vergit in antecedentia. Verum quia tantum 4 aut 5 gradibus abest Mars a nodo, plane insensibilis efficitur subtractio. Latitudo ex fide tabulae Tychonicae 4°. 32′. 10″ Bor. Nam observatio die XXXI Jan. hora XII dedit 4°. 31′. Residuum Tychonici addidere ob parallaxin diurnam.

IV. Anno MDLXXXVII nocte quae sequebatur quartum Martii hora I. M. XVI post mediam noctem inventus est locus Martis ex corde ♌ et spica Virginis 26°. 26′. 17″ ♍, cum latitudine visa 3°. 38′. 16″ Boreali. Quia vero Mars attollebatur gradibus 37½ supra Horizontem, parallaxis diurna consideranda venit, adimitque longitudini parum aliquid, ut hoc nomine Planeta sit in 26°. 26′ ♍ cum latitudine paulo majore. Nam quia Sol pene duplo ejus distat a terra quod Mars ab ea distat, pene itaque duplo major erit Martis parallaxis quam Solis. et posita Solis 3′, Martis fiet 5′ circiter. Oriente autem 9° ♐ distat nonagesimus a vertice

55 gradibus, e quorum regione sub titulo 5′ in parallactica nostra exhibetur latitudinis parallaxis 4′. Itaque latitudo ex centro terrae visa fuisset 3°. 42′. 22″ Borea. Id infra parte quinta serviet nobis ad parallaxes Martis accuratius examinandas, ubi et de justissima inclinatione et de certissima hujus loci distantia Martis a terra constiterit. Verus Solis locus in 23°. 59′. 11″ ♐. Sequebatur igitur oppositio vera. Distabant sidera per 2°. 26′. 49″. Diurnus Solis 59′. 35″, Martis 24′. summa 1°. 23′. 35″. Vt haec ad XXIV horas, sic 2°. 26′. 49″ ad D. I H. XVIII M. VII. quibus de motu Martis competunt 42′. 7″. Itaque tempus verae oppositionis VI Martii H. VII M. XXIII. Locus Martis 25°. 43′. 53″ ♍ in ecliptica. Subtrahenda vero sunt 55″ pro reductione ad orbitam. Fuit igitur in orbita 25°. 43′ ♍. Latitudo decrescebat. Erat igitur paulo minor quam 3°. 38′ B. vel 3°. 42′ per parallaxin correcta.

V. Anno MDLXXXIX D. XV Aprilis hora noctis sequentis XII M. V inventus est Planeta in 3°. 58′. 20″ ♏ cum latitudine 1°. 4′. 20″ Bor. decrescente. Fuit altitudo Martis $22^1/_5$. ubi refractio ex Fixis nulla, ex Solis tabella 3½. Parallaxis vero duplo circiter major Solari, nempe in horizonte VI minutorum. Oriebatur vero 24° ♐. Ergo nonagesimi a vertice distantia est 64°, exhibens latitudinis parallaxin diurnam 5′. 24″. quae an tanta fuerit, infra ex accurata latitudinum consideratione apparebit. Nam latitudo tunc prodiret Borealis liberata parallaxi diurna (si nullam sit passa refractionem) 1°. 9′. 45″ Bor. Et quia altitudo nonagesimi 26°, ideo longitudinis in horizonte parallaxis est 2′. 38″. Distat vero Mars a nonagesimo 40 gradibus, a 4 ♏ in 24 ♍ numerando, qui sub | titulis 2 min. 38 sec. exhibent justam longitudinis 1 min. 42 sec. 85 quibus Mars in consequentia projectior est quam si ex centro terrae fuisset inspectus, idque posito quod nullam sit refractionem passus. At mihi probabilius est, easdem cum Sole (majores nempe quam sunt Fixarum) refractiones subisse, eo quod oppositio Solis et Martis cieat aërem, Fixae vero observentur aëre defaecatissimo. Sed tamen sit sane refractio nulla, et reponatur nobis Mars in 3 gr. 57 m. ♏. Sol erat eo momento in 5°. 36′. 20″ ♉. Jam ergo superaverat Mars Solis oppositum gradibus 1°. 39′. 20″. Diurnus Martis, ut patet ex collatione diei XIII Aprilis, est 22′. 8″: Solis 58′. 10″. summa 1°. 20′. 18″. Vt haec ad horas XXIV, sic 1°. 39′. 20″ ad diem I. H. V M. XLII. Ergo articulus oppositionis fuit die XIV Aprilis hora VI M. XXIII. P. M. Locus in 4°. 24′. 30″ ♏, vel paulo ulterius, si refractio contigerit, aut parallaxis diurna prius nimium magna sit assumpta. Pro reductione ad orbitam insensibile quippiam esset adimendum, cum vix XII gradibus absit a nodo, secunda circiter 24, quae sunt nullius momenti: essetque Mars in 4°.

34) 1°. 20′. 8″

24′ ♏ cum latitudine tribus scrupulis auctiore quam prius. Etenim latitudo inde ab octavo Martii decrescebat, neque maxima fuit in oppositione.

VI. Anno MDXCI nocte quae sequitur VI Junii hora XII M. XX inventus est Mars in 27°. 14′. 42″ ♐ cum latitudine 3°. 55½′ Meridiana. ubi de refractione quidem (quae magna fuit, cum Mars in meridie non majorem 6 graduum altitudinem haberet) cautum ex tabula refractionis Fixarum: parallaxeos vero nulla facta mentio. At Mars jam distat a terra dimidio distantiae Solaris. Quare parallaxis Horizontis ultra 6 minuta (posito quod Solis sit 3 minutorum) quam tamen omitto: partim quia refractio ex tabula Solis (quae ut dixi probabilior est) suppeditatur per 4½′ auctior quam ea quam hic BRAHEVS usurpavit, quibus parallaxis pene tollitur: partim quia Mars in meridiano et prope punctum brumale nullam habuit longitudinis parallaxin. De latitudine tamen videndum infra parte quinta, annon aliquot scrupulis minor fuerit, parallaxi scilicet Planetam nimis in Austrum projiciente.

Fuit Sol in 24°. 58′. 10″ ♊. Differentia inter sidera 2°. 16′. 10″. Diurnus Solis 57′. 8″: Martis (dierum quatuor) 1°. 12′. 24″, quia X Junii hora XI M. L fuit in 26 gr. 2 min. 18 sec. ♐. unius ergo diei, 18 min. 12 sec. Summa diurnorum 1°. 15′. 20″. Respondent dies I hora XIX M. XXIV. quae ad diem VI H. XII M. XX additae (quia sequitur oppositio) monstrant D. VIII H. VII M. XLIII. Locus Martis in 26°. 41′. 48″ ♐: cui adduntur 52 sec. pro reductione ad orbitam, ut sit quamproxime 26 gr. 43 minut. ♐. Latitudo sex scrupulis major quam VI Junii, quia ex observationum fide hic crescit latitudo usque ad diem ab oppositione quadragesimum, et inter VI quidem et X Junii tredecim fere scrupulis. Igitur neglecta parallaxi et salva quantitate refractionis esset 4°. 1½′.

VII. Anno MDXCIII D. XXIV Augusti hora X M. XXX inventus est locus Martis eclipticus in 12°. 38′ ♑ cum latitudine 6°. 5′. 30″ Australi. Altitudo tanta, ut variationes horizontales se mutuo conficerent. Sequente XXIX Augusti hora X M. XX visus Mars in 11°. 15′. 24″ ♑ cum lat. 5°. 52′. 15″ Australi. Decrescebat enim vehementer. Nam ante X Augusti maxima fuit, quatuordecim diebus ante oppositionem. Motus quinque dierum 1°. 22′. 36″ et diei unius 16′. 31″. Locus Solis die XXIV Augusti hora X½, 11°. 2′. 31″ ♍. Distant sidera 1°. 35′. 30″. Diurnus Solis 58′. 20″. summa diurnorum 1°. 14′. 51″. quibus requiritur ad oppositionem dies I H. VI M. LVII ut fuerit illa XXVI Augusti mane hora V M. XXVII. Locus Martis 12°. 16′ ♑. Latitudo 6°. 2′ meridiana proxime, siquidem vere variationes horizontales se mutuo confecerint.

4) in 17°. 14′. 42″ 37) die

VIII. Anno MDXCV D. XXX Octobris hora IIX M. XX inventus est Planeta in 17°. 47′. 15″ ♉ non longe a nonagesimo, ut de parallaxi securi simus, quamvis et de illa cautum sit. Latitudo 0°. 5′. 10″ Borealis. Locus Solis 16°. 50′. 30″ ♏. Distant sidera 56′. 45″. Diurnus Solis 1°. 0′. 35″: Martis 22′. 54″: ut collatione circumstantium observationum apparet. summa diurnorum 1°. 23′. 29″. Quibus si dividatur distantia siderum, prodeunt 40′. 47″ diei, vel horae XVI M. XIX. Itaque vera oppositio D. XXXI Octob. H. 0 M. XXXIX post meridiem. Locus Martis 17°. 31′. 40″ ♉. qui reductione non indiget ad orbitam, cum pene in ipso nodo versetur. Latitudo circiter 0°. 8′ Bor. Sed analogia praecedentium et sequentium dierum docet lat. 5′ Bor. circiter.

IX. Anno MDXCVII die X Decemb. hora VIII M. XXX sit sane (uti supra) locus Martis 3 gr. 45½ ♋: locus Solis in 29 gr. 4 min. 53 sec. ♐. Distantia siderum 4 gr. 40 min. 37 sec. Diurnus Solis 61 min. 20 secund: Martis 23′. 40″ (nam anno MDLXXX in II fuit diurnus 23′, anno MDLXXXII in 17° ♋ fuit 24′). summa ergo diurnorum 1°. 25′. 0″. Quibus elementis ostenditur sequi tempus verae oppositionis post dies III horas VII M. XIV D. XIV Decembris mane hora III M. XLIV. Locus Martis 2°. 27⅓′ ♋. Reductio ad orbitam (ridicula sane hoc loco, cum observatio ipsa aliquot scrupulorum incertitudinem habeat) requirit 52 secunda circiter addenda. itaque correctus locus 2 gr. 28 min. ♋. Latitudo ex fide tabulae 3°. 33′ Borealis.

Ejusdem noctis (quae sequitur diem X Decembris) hora XII⅛, invenit FABRICIVS in Ostfrisia locum Martis in 3°. 40¼′ ♋ cum latitudine 3°. 23′ B. Qua observatione in longum quidem res pene eodem recidit. Nam horarum III M. XL motus est 3½ minuta: ut ita et per Brahеanam observationem hora XII⅛ Mars in 3°. 42′ ♋ esse potuerit, duobus scrupulis ultra Fabricianum locum.

X. Anno MDC D. $\frac{\text{XIII}}{\text{XXIII}}$ Januarii hora XI M. XL tempore Vraniburgo accommodato visus est Planeta in 10°. 38′. 46″ ♌. Locus Solis 3°. 26′. 30″ ♒. Distant sidera 7°. 12′. 16″. Diurnus Solis ad dies aliquot sequentes est 1°. 1′. 3″: Martis 23′. 44″. summa 1°. 24′. 47″. Sequebatur ergo oppositio post dies V horas II M. XXII. nempe $\frac{\text{XIX}}{\text{XXIX}}$ Januarii mane hora II. M. II. antelucana. Mars in 8°. 38′ ♌. Reductione non est opus, cum sit proxime limitem. Latitudo ex fide tabulae 4°. 30′. 50″ Bor.[1]

XI. Anno MDCII D. $\frac{\text{XVIII}}{\text{XXVIII}}$ Febr. vesperi hora X M. XXX instrumentis Tychonicis (adjuvante studioso MATTHIA SEIFFARDO a TYCHONE relicto) accepi distantiam Martis a media caudae Vrsae majoris 52°. 22′.

14) 4 gr. 46 min. 27 sec. 39) majoris 12°. 22′

Cumque distantia inter Cor ♌ et Procyonem fuerit 37°. 22'. 20'', quae debuit esse 37°. 19'. 50'', hinc intellectum, abundare Sextantem 2½ minutis. Correcta ergo Martis a cauda Vrsae distantia 52°. 19½'. Et cum latitudo Fixae sit 56°. 22', ergo subtractione facta relinquitur 4°. 2½', siquidem Mars praecise fuisset in eadem longitudine cum Fixa. Sed quia interfuit differentia 3¾ graduum (ut ex sequentibus observationibus apparet), correctiuncula est adhibenda.

Ατεχνίας ratio est reddita in libro de stella Serpentarii.

Sit enim AB in parallelo eclipticae proximo 3°. 43'. 30'', B Mars, C Fixa, et BC 52°. 19'. 30''. Diviso secante BC per secantem AB prodit secans CA 52°. 14'. qui ablatus a 56°. 22' (latitudine Fixae) relinquit 4°. 8' Boream visam latitudinem Martis. Eodem tempore invenimus inter Martem et cor Leonis 19°. 23' (correcte 19°. 20½'), inter Martem et claram alae Virginis 21°. 20' (correcte 21°. 17½'). Ex quibus duabus distantiis (mediantibus latitudinibus stellarum et Martis) inventa est longitudo Martis in 13°. 19'. 6'' ♍, consentientibus vicibus.

Aliter hora XII M. XL inventa est altitudo meridiana Martis duobus Quadrantibus 50°. 19', qualium cauda Leonis 56°. 45'. Ex declinationibus igitur et ascensionibus rectis Fixarum et distantiis nostris extruitur locus Martis 13°. 19'. 30'' ♍. Latit. 4°. 7'. 55''. idque modo Tychonico. cui modum alium adjunxi, consensus ostendendi caussa, et ut appareret, quamvis demonstratio non exquisitissima sit, posse tamen alicubi compendia vel calculi vel captus nostri adhiberi. nam minus operae est in priori modo quam verborum. Oriebatur 5 ♏ Pragae. Itaque distabat nonagesimus a vertice circiter 32½°. Et quia Mars amplius dimidio ejus quo Sol abest a terra abfuit, parallaxis igitur circiter 5 minutorum e regione gr. 32½° (in Parallactica nostra) exhibet latitudinis parallaxin 2'.41'' : ut fuerit latitudo Septentrionalis quanta ex centro terrae spectaretur 4°. 10⅔'. Et quia altitudo nonagesimi 57½°, longitudinis igitur in horizonte parallaxis 4'. 13''. Sed quia Mars a nonagesimo abest 38 gradibus, respondet hujus loci parallaxis longitudinis 2'. 36'', qua liberatus Mars reponeretur in 13°. 18' ♍ proxime. Locus Solis eo momento fuit 10°. 16'. 42'' ♓. Distantia siderum 3 grad. 1 minut. 18 sec. Diurnus Solis 1gr. 0 min. 4 sec: Martis 24 min. 5 sec. Nam in 21 gr. ♌ anno MDLXXXV erat 24 min. 18 sec: in 26 ♍ anno MDLXXXVII erat 24 min. summa diurnorum 1 gr. 24 min. 9 sec. Sequebatur igitur vera oppositio post dies II horas III M. XLIII. Scilicet die $\frac{\text{XXI Febr.}}{\text{III Martii}}$ H. II M. XIII antelucana, Mars in 12 gr. 27 min. 35 sec. ♍. Pro reductione ad orbitam auferenda 40 sec: ut sit Mars in 12 grad. 27 min. ♍

1) Procyonis 8) 4°. 43'. 30'' 39) 12 grad. 17 min.

latitudine paulo minore quam prius. decrescebat enim latitudo. igitur circiter 4 gr. 10 min. aut 4 gr. 7⅓ min. neglecta parallaxi.

Sed quia observationes a morte TYCHONIS rariores a nobis | sunt 88
habitae nec continuatis diebus, lubet securitatis causa consulere etiam illas observationes, quas DAVID FABRICIVS in Frisia Orientali sedulus Astronomiae cultor mecum communicavit.

Die XVI Februarii stilo veteri hora V matutina cepit distantias Planetae a cauda Leonis ob latitudinem, a collo Leonis et vice versa a clara Australis alae ♍ ob comprobandam gemino argumento ejus longitudinem.

Possim uti argumentatione TYCHONIS, qua uti solebat tomo primo Progymnasmatum, quando declinatio Planetae (ut hic) defuit. Sed quia modus ille diffunditur in decem operationes, malo brevitatis caussa agere ut prius in meis observationibus. Nam nihil subest periculi.

Primum ala Virginis ad tempus nostrum est in 4°. 36′. 30″ ≏ cum Borea latitudine 2°. 50′. Ab ea invenit FABRICIVS distare Martem in antecedentia 20°. 18′. Ergo reponitur Mars proxime in 14°. 18′. 30″ ♍. quod praesciendum est crassa Minerva. paulo post corrigetur haec longitudo. Est vero cauda Leonis in 16°. 4′ ♌ cum Boreali latitudine 12°. 18′. Et Mars a Cauda inventus est distare per 8°. 17′. Quaeritur distantia ejus paralleli a Cauda, cum sit longitudinis differentia 1°. 45′. Diviso secante 8°. 17′ per secantem 1°. 45′, prodit secans 8°. 6′ arcus quaesiti. Qui a 12°. 18′ Boreali Fixae latitudine ablatus relinquit Martis Borealem latitudinem 4°. 12′. Hanc jam pro certa assumo, et cum Fixarum latitudinibus comparo secundum leges triangulares. invenio longitudinem Martis ex ala Virginis 14°. 19′ ♍: ex collo Leonis 14°. 23′. 36″ ♍: quorum medium est 14°. 21′. 18″ ♍: ut sextans distantias justo auctiores prodiderit, unde et latitudo prodiret 4°. 14′ Borealis.

Nocte quae sequitur XXIII Februarii hora XII observavit Martem a 5 Fixis, a cauda Leonis et Arcturo pro latitudine, a spica Virginis sequente pro longitudine vice una, a collo et corde Leonis antecedentibus vice versa.

Mechanice seu conjectando praevideo Martem incidere in 11¼° ♍. et inventus est distare a cauda ♌ 9°. 24′. Hinc latitudo ejus prodit 4°. 6′. Et jam per hanc et Fixarum latitudines additis distantiis, a Regulo 17°. 26′, collo ♌ 17°. 51′, Spica 37°. 28′, Arcturo 44°. 15′: prodit locus Martis, ex Regulo 11°. 21′. 23″ ♍, ex collo ♌ 11°. 20′. 52″, ex Spica 11°. 17′. 40″ ♍. Rursum (ut vides) distantiae peccant excessu. Nam a Corde et Collo truditur Mars minus in consequentia, a Spica et Arcturo in antecedentia, et magis ab Arcturo, quia is magnam habet latitudinem Septentrionalem. Medium (neglecto Arcturo) 11°. 19′. 20″ ♍ est quam

proxime verum. Et latitudo quoque auctior, scilicet 4°. 7′. 40″ Borealis. Igitur a XV Februarii hora XVII ad XXIII Februarii hor. XII per dies VII horas XIX motus est Mars gradus 3 minut. 0. Horis CLXXXVII minuta CLXXX. Vna hora propemodum unum minutum. Si etiam hoc perpendas, die XVI Februar. parallaxin (si qua est) ademisse, die XXIII Februarii nonnihil addidisse longitudini. [1]

89 Et quia sequitur ultima observatio tempus oppositionis a me inventum diebus II H. XXI M. XLVII. adde igitur motum huic tempori respondentem 1°. 7′. prodibit locus 12°. 26′ ♍. Consensus itaque pulcherrimus est nec major esse potest, quod soli simus uterque nec iis instructi commoditatibus quibus TYCHO BRAHE.

Latitudo etiam die XVI erat 4°. 12′, die XXIII 4°. 7⅔′. Consentaneum igitur, ut intermedio die XXI esset 4°. 9′. et per parallaxeos detractionem paulo major. Scilicet et ego ponebam paulo minorem quam 4°. 10⅔′ hoc est 4°. 10′.

XII. Denique anno MDCIV, cum jam scriptam Ephemerida exhibuissem, in qua Planeta nocte inter $\frac{\text{XXIX et XXX Martii}}{\text{VIII et IX Aprilis}}$ reponeretur in lineam ex Arcturo in Spicam, id quidem manifeste apparuit. Nam vespere VIII Aprilis propendebat in ortum, IX Aprilis jam in occasum. Tunc sextante HOFMANNI inveni (coadjutore meo JOANNE SCHVLERO) inter Arcturum et Spicam 33°. 4′. debuit esse 33°. 1½′. Ergo abundabant 2½′. statim inter Arcturum et Martem 29°. 43½′. Ergo correcte 29°. 41′. Cumque sit Arcturi latitudo 31°. 2½′ Borealis, relinquebatur latitudini Martis 2°. 21½′. Tunc inter Cor ♌ et Martem 54°. 8½′, et statim inter Cor ♌ et Spicam tantundem. debuit autem 54°. 2′. Abundassent itaque 6½ minuta. prius tantum 2½′. Haec ambiguitas 4 minutorum unde esset, discerni non potuit impedimentis objectis, ut pergere observando non potuerimus. Sit autem (ut prius) excessus 2½′. quare distantia inter Martem et Cor ♌ 54°. 6′. et peccatum circa Spicam, forte quod pro Spica Mars resumptus. erant enim propinqui invicem. Prodit hinc latitudo Martis 2°. 21½′, longitudo 18°. 25′ ♎. Hora habetur ex eo quod culminabat dorsum Leonis, cujus ascensio recta 163°. 13′ tempore observationis. Solis vero in meridie locus 18°. 56′. 24″ ♈, cujus ascensio recta 17°. 27′. 55″. Hinc differentia ascensionum 145°. 45′, quae resolvitur in horas IX M. XLIII. Oriebatur 22½° ♏. Ergo nonagesimi distantia a vertice 39°, distantia Martis et terrae paulo major dimidia Solis et terrae. Parallaxis ergo 5½′ circiter, et latitudinis 3′. 28″. Ergo libera latitudo 2°. 25′. quae an recte liberata sit, infra considerabimus. Et quia altitudo nonagesimi 51°, et Martis a

16) scriptum

nonagesimo distantia 56°, ergo longitudinis parallaxis 3'. 32''. Esset itaque Mars in 18°. 21½' ♎. Locus Solis ad momentum nostrum 19°. 20'. 8'' ♈. Distantia siderum 58½'. Solis diurnus 58'. 38'', Martis 22'. 36''. Nam anno MDLXXXVII in ♍ est 24', anno MDLXXXIX in 4° ♏ est 22'. 8''. summa diurnorum 1°. 21'. 14''. Quibus elementis conficitur oppositionem veram praecessisse horis XVII M. XX nempe die $\frac{\text{XXIX Martii}}{\text{VIII Aprilis}}$ hora IV M. XXIII matutina. Locus Martis 18 grad. 37 minut. 50 sec. ♎. Pro reductione ad orbitam subtrahe 39 sec. circiter, ut sit locus Martis in 18 grad. 37 minut. 10 secund. ♎. Latitudo exiguo major quam 2 gr. 25 min. sed neglecta parallaxi est 2 gr. 22 min. Borealis. [1]

Atque haec duodecim loca eccentrica Martis (exuta scilicet quo ad longitudinem omni inaequalitate secunda) omni possibili diligentia constituta sunt. Si quid me in tam spinoso labore fugit etiamnum (fugerat autem aliquando per octodecim mensium spacium, me falso fundamento falso inquam applicatae observationi inniti et in vanum tam diu laborare), id equidem nulla ratione possum animadvertere.

Exponam itaque loca omnia in sequenti tabella, additis longitudinibus mediis ex TYCHONE (potui vel ex Prutenicis vel ex peculiari computo, qualem PTOLEMAEVS praemisit suis demonstrationibus: sed nihil opus. Nam si correctione indigebit motus medius, postmodum eam inveniet. In praesentia nobis serviet nihilominus ad interstitia temporum metienda sine errore sensibili).

	Stylo veteri					Longitudo				Latitudo			Long. media			
	Anni	D.	Menses	H	M	G	M	S	S	G	M		S	G	M	S
I	1580	18	Novemb.	1	31	6	28	35	♊	1	40	B.	1	25	49	31
II	1582	28	Decembr.	3	58	16	55	30	♋	4	6	B.	3	9	24	55
III	1585	30	Januarii	19	14	21	36	10	♌	4	32⅙	B.	4	20	8	19
IV	1587	6	Martii	7	23	25	43	0	♍	3	41	B.	6	0	47	40
V	1589	14	Aprilis	6	23	4	23	0	♏	1	12¾	B.	7	14	18	26
VI	1591	8	Junii	7	43	26	43	0	♐	4	0	M.	9	5	43	55
VII	1593	25	Augusti	17	27	12	16	0	♑	6	2	M.	11	9	55	4
IIX	1595	31	Octobris	0	39	17	31	40	♉	0	8	B.	1	7	14	9
IX	1597	13	Decembr.	15	44	2	28	0	♋	3	33	B.	2	23	11	56
X	1600	18	Januarii	14	2	8	38	0	♌	4	$30^{5}/_{6}$	B.	4	4	35	50
XI	1602	20	Februarii	14	13	12	27	0	♍	4	10	B.	5	14	59	37
XII	1604	28	Martii	16	23	18	37	10	♎	2	26	B.	6	27	0	12

33) Decembr. 15 | 54

CAPVT XVI

METHODVS INQVIRENDI HYPOTHESIN PRO INAEQVALITATE PRIMA SALVANDA

PTOLEMAEVS libro IX Operis Magni capite IV primam inaequalitatem Planetarum aggressurus praemittit superficiariam quandam declarationem suppositionum quibus velit uti. cujus summa haec est: Cernimus Planetam in oppositis semicirculis inaequaliter immorari. Vt a $2\frac{2}{3}°$ ♋ per ♌ in $26\frac{3}{4}°$ ♐ minus est semicirculo; a 26° ♐ per ♒ in ♋ plus semicirculo. et tamen inventus est Planeta diutius commorari in illo quam in hoc, cum ex aequalitatis lege contrarium oportuerit. Nam a media longitudine $2^s.\ 23°.\ 18'$ in $9^s.\ 5°.\ 44'$ sunt $6^s.\ 12°.\ 26'$ plus semicirculo, 91 hoc est plus quam | dimidium temporis periodici Planetae. Ita a 12°. 16′ ♈ per ♌ in 12°. 27′ ♍ est propemodum semicirculus plus XI minutis. subtracta vero longitudine media illius loci ($11^s.\ 9°.\ 55'$) ab hujus longitudine ($5^s.\ 14°.\ 59'$) deprehenditur interesse $6^s.\ 5°.\ 5'$ plus nempe dimidio, per 5°. 5′. Planeta igitur a ♍ per ♎ in ♈ tanto brevius commoratur. Quod si loca vicina singulatim expendas, et arcus interjectos cum temporibus seu arcubus mediae longitudinis compares, deprehendes Planetam in certo et uno loco sub zodiaco tardissimum, in opposito velocissimum, in interjectis (pro ratione propinquitatis ad alterutrum) paulatim cursum intendere vel remittere.

Haec arguunt primo motum Planetae (quantumvis inaequalis appareat) circulationibus tamen administrari, quarum haec est successoria moderatio atque in idem reditio. Nam si Planeta rectis lineis angulos conformantibus incederet (ut si latera quinquanguli perambularet. in quibus cogitationibus olim fui.), pro ratione linearum aliquando subita fieret commutatio motus celerioris in tardiorem evidenti discrimine, idque non uno sed pluribus zodiaci locis contingeret pro laterum multitudine. Cum autem tanta inaequalitas, post remotam inaequalitatem quae ex Sole pendet, etiamnum restet in motu Planetae: ergo simplicis circuli positione (cujus in centro visus constituatur) vel administrari vel demonstrari non poterit. Potest autem per compositionem plurium circulorum vel quasi (ut PTOLEMAEVS libro III praemisit) idque duobus modis quam simplicissime: vel eccentrici circuli vel concentrepicycli usurpatione.

Elegit itaque PTOLEMAEVS eccentricum pro prima inaequalitate, distinctionis et captus juvandi causa, eo quod epicyclus secundae inaequalitati esset necessarius. Deinde hoc generale dictum ruminans negat

nudum eccentricum Planetis sufficere. Nam postquam crebro expenderit, quid fieri consentaneum sit, circumeuntibus una epicyclo pro secunda et eccentrico pro prima inaequalitate salvanda, collatis observationibus apparuisse, quod epicycli centrum multo propius accedat ad terram in apogaeo, longius fugiat in perigaeo, quam simplex eccentricus ille, qui primam inaequalitatem praestat, patiatur: hinc continuo sermone delabitur ad mensuram hujus appropinquationis, refertque se deprehendisse, quod centrum ejus eccentrici qui epicycli centrum fert, sit praecise medio loco inter centrum visus seu terrae et centrum aequalitatis seu eccentrici inaequalitatem primam salvantis. Nec ulla demonstratione allata hoc tamen principio nititur in tribus superioribus.

Vide de hoc marginem ad caput XIX.

Copernicvs (ut saepe alias) hic quoque magistrum religiose sequitur accommodata sua forma ad hanc quoque mensuram.

Id vero non immerito mirati sunt Astronomi et (ex ore Maestlini) ego quoque, ut vides in Mysterio Cosmographico cap. XXII fol. 79. Caeterum quod illo loco citati libelli putavi Ptolemaevm caeca conjectura usum ad hoc statuendum, id secus habet. Potuit | enim demon- 92
stratione optima ex observatione idonea id evincere, ut infra demonstrabo. tantum hoc in artifice desideres, quod observationes illas cum demonstratione ad posteros non transmisit.

Cum itaque tunc quidem existimarem, hoc μέγα λίαν αἴτημα esse, viderem etiam a Copernico non obscure addubitari, dum de mutata Martis eccentricitate disputat, numeris ejus ab hac dimidiatione discrepantibus; cogitavi de Methodo, quae me ad proportionem utriusque eccentricitatis (quia ut dixi non erat certum duplam esse) cognoscendam perduceret. Cumque Ptolemaevs tribus ἀκρονυχίοις observationibus et hac praeconcepta opinione de proportione eccentricitatum evinceret et apogaei locum, et correctionem longitudinis mediae, denique et quantitatem eccentricitatum; vidi ego, si problema hoc enervaretur (surrepto axiomate de proportione eccentricitatum) vagum futurum et casus non unius, itaque quarta insuper observatione ἀκρονυχίῳ vicissim firmandum. Hac igitur arte instructus anno MDC ad Tychonem veni, laetusque didici, ab ipso quoque investigatam non assumptam hanc proportionem, ut numeri ejus indicant. Facit enim eccentrici (*Copernicani) centrum distare a visu 13680 particulis, quarum aliis 3780 punctum aequalitatis ab hoc vicissim distet. quod esset in forma Ptolemaica, ac si distantiam centrorum visus et eccentrici faceret 9900, reliquam inter centrum eccentrici et punctum aequalitatis 7560.

* Cujus definitio est initio cap. V. hujus libri.

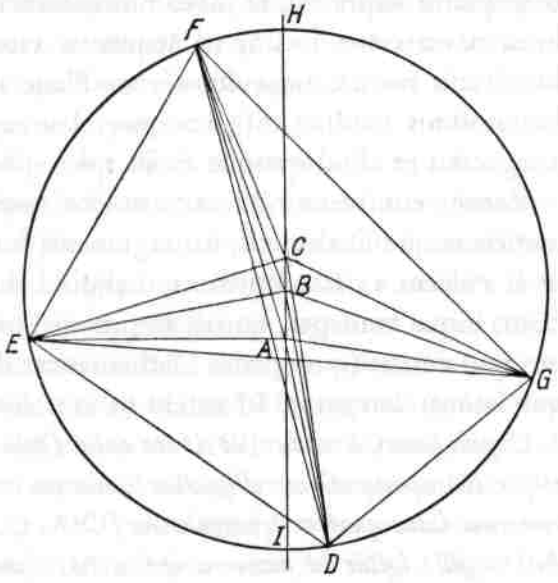
Potui quidem et ipse uti dimidiatione pro certa, idque meliori jure quam Ptolemaevs, quia in Mysterio meo cap. XXII causam ejus di-

De Prodromo seu Mysterio Cosmographico.

40) cap. XII

midiationis Physicam attuleram: verum ob id ipsum ad TYCHONEM veneram, ut ex ejus observationibus in mea placita libello dicto promulgata certius inquirere possem. quod quidem feci sine praejudicio et etiamnum facio. Quod si supervixero, quoad Astronomia suam puritatem et perfectionem nanciscatur, ut in causa (quam in illo libello ad ejus tribunal devolvi) pronunciari possit, polliceor lectori, me libellum illum retractaturum, et confirmatis quae vera deprehendi, reliqua quae
† secus habent fideliter detecturum.

Sed ad rem. *Centro* B *scribatur eccentricus* FG*: in eo per* B *diameter ap-*
10 *sidum* HI *per aliquot annos quasi immutabilis. Hoc si periculum erroris haberet, non deessent nobis media hoc quoque cavendi. In hac infra* B *sit* A *visus, supra* B *sit* C *centrum illud apud quod anguli spaciis temporum proportionantur, cum circa* A *(ut paulo supra dictum) non proportionentur. Sint autem* F. G. D. E. *observationes quatuor per ambitum circuli dispositae, sic quidem, ut Planeta exutus*
20 *inaequalitate secunda sic appareat quasi visus in* A *fuisset. Nam apud* PTOLEMAEVM
93 *quidem* A *vere locus est visus seu centrum terrae, apud* TYCHONEM *vero et* COPERNICVM *visus est in linea* FA, GA, DA, EA, *et* A *Sol est. Supra vero dictum est, utraque ratione Planetam inaequalitate secunda perinde exui. Connectantur autem puncta omnia cum omnibus: et sit* AF *in* 25°. 43′ ♍, AG *in* 26°. 43′ ♐, AD *in* 12°. 16′ ♓, AE *in* 17°. 31⅔′ ♉.
30 *Hinc dantur quatuor anguli circa* A, *nempe* FAG 91°. 0′, GAD 75°. 33′, DAE 65°. 15⅔′, EAF 128°. 11⅓′. *Qui sunt corrigendi nonnihil ob praeceßionem aequinoctiorum. Sub Fixis enim Planeta non tam longe promotus est in* E *ultima observatione quam indicatur per hos numeros. Quare* FAE *paulo est major, reliqui tanto minores. Eodem modo ex subtractione longitudinum habentur et anguli circa* C.



Propositio. Oportet jam angulos FAH et FCH tantos assumere, ut iis positis et puncta F. G. D. E. stent in uno circulo, et B centrum illius circuli sit inter C. A. puncta in linea CA.

Solutio non est Geometrica, siquidem Algebra Geometrica non est:
40 sed fit per duplicem falsam positionem. Nam et Algebra hic nos deserit, quia nomina artis rectis communicata per rectas non derivantur in angu-

los, nisi fortasse quis universam doctrinam Sinuum in unam hanc operationem conjicere velit.

At vide quid facere jussi simus. Nam si angulum FAH assumpserimus, cum linea AF habeat locum certum sub Fixis, alterum quoque crus AH assumetur habere locum certum sub Fixis. Esto vero AH linea apogaei, Copernicana et Tychonica notione linea aphelii. Ergo jubemur assumere et ponere quod erat quaerendum. Nam ut hoc aphelium addisceremus, hanc viam cepimus ingredi. Eodem modo cum AH (id est CH) locum sub Fixis per hanc nostram positionem fuerit adepta, transeatque per C centrum aequantis circuli (ideoque etiam per initium, a quo partes ejus incipiunt numerari, utpote ab apside quae concipiatur supra H), et jubeamur assumere angulum FCH, ergo et CF linea nanciscetur locum in aequantis circumferentia. Atqui haec est longitudo media, quae loco viso Planetae in F respondet. et hujus longitudinis mediae notitiam quaerebamus. Assumimus igitur praeter apogaeum et aliud quoque ex iis quae quaerebantur.

Verum enimvero non est insolens neque Geometris neque Arithmeticis neque Dialecticis, uti argumenti forma ad impossibile ducentis, ut si videant ex assumptis sequi aliquid absurdi, ea tanquam falsa rejiciant, idque tantisper, quoad amputatis hoc pacto excessibus et defectibus ipsa veritas (quae penes Mathematicas disciplinas in medio utrorumque latitat) detegatur. Id autem fit in praesentia in hunc modum.

Capiat linea CA *nomen, et sit ita data. Quia igitur assumitur* FCH *et* FAH *et per consequens etiam reliquarum linearum inclinationes ad* HCA, *et* AC *est commune latus quatuor triangulorum (*CFA, CGA, CDA, CEA*) quorum sunt dati anguli; igitur in mensura ipsius* AC *dabuntur quatuor lineae* AF, AG, AD, AE. *Et quia in novis quatuor triangulis* FAG, GAD, DAE, EAF, *latera jam sunt data cum angulis ad* A *inter bina latera; non igitur ignorabuntur singuli ex singulis triangulis anguli ad bases, nempe* AFG, ADG, | ADE, AFE. *Sed* AFG *et* AFE *sunt partes anguli* GFE. *In quadrangulo vero* DEFG, (siquidem est inscriptum circulo. quod est hic inter hypotheses.) *convenit binos oppositos angulos (ut* GFE, GDE*) simul aequare summam duorum rectorum. Junctis igitur quos jam invenimus quatuor angulis si summa differat ab hac duorum rectorum mensura, pronunciabimus aßumpta falsa esse: sive in alterutro assumptorum falsitas insit sive in utroque.* 94

Retento igitur altero FCH *etiamnum, mutato vero reliquo* FAH, *redibitur ad caput, et denuo inquiretur summa quatuor angulorum. Quae si longius a duobus rectis recesserit quam summa prior, argumento est, mutationem ipsius* FAH *perperam esse susceptam. Contrarium igitur illi faciendum. Vt si forsitan addidisses, jam minuas: vel contra. Sin autem propius ad justam mensu-*

30) anguli GDE

ram acceßisti, in via te esse intelliges. Et tunc comparatione facta ejus defectus qui fuit in principio ad eum qui jam restat, eadem in proportione perges, augendo vel minuendo angulum FAH.

At non ideo certum est, secundam istam correctionem tuis quatuor angulis justam statim mensuram conciliaturam. Non enim circularium augmentorum eadem est proportio quae rectorum. Repetendus tibi labor erit iterum atque iterum, dum tua summa quaesitorum angulorum sit 180° *vel proxime tanta. minima enim tuto negliges.*

Vbi hoc fueris consecutus, ut anguli F. D. *(ideoque et residui* G. E.*) vere stent in eadem circumferentia, jam porro et alterum eorum quae sequi convenit explorandum est, utrum videlicet* B *centrum illius circuli stet inter* C. A. *in eadem linea. Nam de hoc supra dictum, quod* PTOLEMAEVS *id omnino assumpserit, et rationes Physicae requirant, ut ibi sit tardißimus motus ubi sidus ab* A *Sole distat longißime ut in* H. *quod non aliter fieri potest quam si* A. B. C. *sint in eadem linea. Vt hoc inquiratur, jungantur (*GAD, DAE*) noti, ut angulus* GAE *noscatur, et in* GAE *ex hoc angulo et lateribus* (GA, AE,*) quaeratur latus* GE. *In triangulo igitur* GFE *angulus* GFE *stat ad circumferentiam. Ergo* GBE *angulus ad centrum duplus est ejus. Prius autem* GFE *investigatus fuit per partes* GFA, AFE. *Rursum igitur in triangulo* GBE *aequicruro datur* GBE *angulus et* GE *latus. Quare non ignorabuntur anguli ad basin, et* GB *radius circuli, in proportione* AC *eccentricitatis initio assumptae. Et quia jam habetur* BG *et* BGE, *prius vero habebatur* AG *et* AGE, *subtracto igitur* AGE *a* BGE *(vel vicißim, si usu veniat) relinquetur* AGB. *In triangulo igitur* AGB *dantur* AG *et* BG *et interjectus angulus* AGB. *Qui si discrepat a* CAG *primum assumpto, argumento est, ipsum* B *contra quam fieri par erat cadere extra lineam* CA. *Rursum igitur falsa pronunciabimus assumpta* FCH *et* FAH. *At quia retento* FCH, *mutato* FAH, *in aliud et iam absurdum impingitur, scilicet quod* D. E. F. G. *loca non quadrant in circulum (uti jam supra hoc usu venerat, antequam ipsum* FAH *tantae quantitatis ultimo constitueramus): patet igitur, etiam* FCH *esse mutandum. Mutetur igitur, hoc est, alia assumatur quantitas ipsius* FCH *pro lubitu, et retenta ea, per quatuor quinque vel sex vices varietur* FAH *tantisper donec rursum quatuor anguli ad* F. D. *juncti faciant duos rectos: et tunc per triangula* GAE, GFE, GBE, BGA, *contendatur ad secundam inquisitionem ipsius* BAG, *comparatione ejus facta cum* CAG *jam ultimo constituto. Vbi rursum videbis, an longius a vero recesseris an vero ad propinquitatem veneris, et secundum qualitates excessuum vel defectuum proportionesque additionum subinde ad caput redibis, donec* BAG *tantum deprehenderis quantum* CAG *vel* HAG *in illa vice assumpseras. Eo ubi perveneris, tunc denique in triangulo* BGA *dabis ipsi* BG *nomen rotundum (centum millium) et in eadem proportione (mediantibus angulis) quaeres et* BA *eccentricitatem eccentrici et*

33) BDA 34) BAD CAD 37) BAD 38) CAD HAD 39) BDA BD

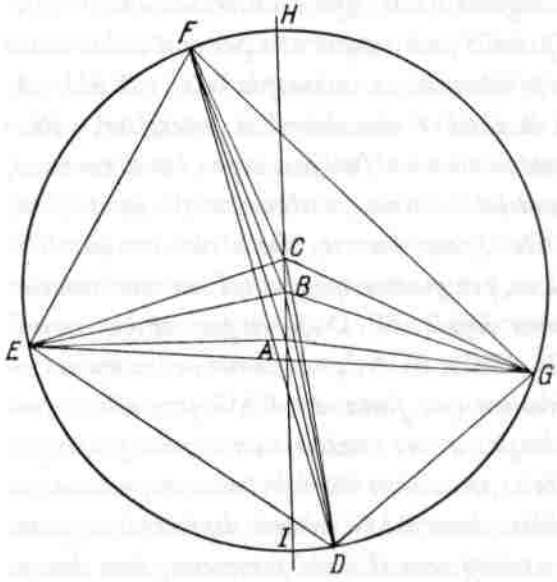
CA *eccentricitatem aequantis. unde subtracta* BA *relinquit* CB. *Tunc et de apogaei loco et de correctione motus medii (quae in ultima operatione supposueras) pronunciabis, quod bene habeant, quantum quidem hanc formam hypotheseos attinet.*

Si te hujus laboriosae methodi pertaesum fuerit, jure mei te misereat, qui eam ad minimum septuagies ivi cum plurima temporis jactura, et mirari desines hunc quintum jam annum abire, ex quo Martem aggressus sum, quamvis annus MDCIII pene totus Opticis inquisitionibus fuit traductus.

Existent acuti Geometrae VIETAE similes, qui magnum aliquid esse putabunt demonstrare hujus methodi ἀτεχνίαν. Id enim et PTOLEMAEO et COPERNICO et REGIOMONTANO objectum in hoc negocio a VIETA. Eant igitur et schema Geometrice ipsi solvant, et erunt mihi magni Apollines. MIHI sufficit ad quatuor vel quinque conclusiones ex uno argumento (in quo quatuor observationes et duae hypotheses insunt) extruendas, id est, ad viam e labyrintho remeandam, pro lumine Geometrico filum ἄτεχνον (quo tamen ad exitum dirigaris) ostendisse. Si difficilis captu est methodus, multo difficilior investigatu res est sine methodo.

Sequitur nunc exemplum praeceptionis hujus in propositis IV observationibus.

Reducuntur autem omnes loci causa praecessionis ad primam observationem. ubi longitudo visa in 25°. 43′ ♍, longitudo media 6ˢ. 0°. 47′. 40″, motus annuus Fixarum est 51 secunda, ut BRAHEVS demonstravit in Progymnasmatis. Ergo ab anno MDLXXXVII D. VI Martii in annum MDXCI D. VIII Junii sunt IV anni III menses. quibus respondet de motu praecessionis 3′. 37″. Ergo ponendus nobis est visus locus anno MDXCI in 26°. 39′. 23″ ♐, longitudo media 9ˢ. 5°. 40′. 18″. Sic ab anno MDLXXXVII D. VI Martii in annum MDXCIII D. XXV Augusti sunt anni VI menses V ½. quibus competit motus praecessionis 5′. 30″. Ponendus itaque | Mars in 12°. 10′. 30″ ♑, longitudo



23) annuum

media $11^s. 9°. 49'. 34''$. Denique ab anno MDLXXXVII D. VI Martii in ann. MDXCV D. XXXI Octobr. sunt anni IIX menses VII fere. quibus respondet motus $7'. 18''$. Itaque reponendus Mars in $17°. 24'. 22''$ ♉, et longitudo media $1^s. 7°. 6'. 51''$.

Ponemus autem primo apogaeum vel aphelium anno MDLXXXVII in $28.° 44'. 0''$ ♌. *Secundo ponemus longitudines medias per* $3'. 16''$ *augendas, ut sint longitudines mediae* $6^s.0°.50'.56''$. $9^s.5°.43'.34''$. $11^s.9°.52'.50''$. $1^s. 7°. 10'. 7''$.

		°	′	″	
Et quia	CH *est*	28.	44.	0	♌
et	CF	0.	50.	56	♎
Erit	FCH	32.	6.	56.	
Sic quia	CH *est*	28.	44.	0	♌
et	CD	9.	49.	34	♐
Erit	HCD	168.	54.	26	
Compl.		11.	5.	34.	
Sic quia	CH *est*	28.	44.	0	♌
et	CG	5	40	18	♑
Erit	HCG	126.	56.	18.	
Compl.		53.	3.	42.	
Sic quia	CH *est*	28.	44.	0	♌
et	CE	7	6	51	♉
Erit	HCE	111.	37.	9.	
Compl.		68.	22.	51.	

Pro angulis aequationum.

CF	0°.	50'.	56''	♎	CG	5°.	43'.	34''	♑
AF	25.	43.	0	♍	AG	26.	39.	23	♐
CFA	5.	7.	56.		CGA	9.	4.	11.	

CD	9°.	52'.	50''	♐	CE	7°.	10'.	7''	♉
AD	12.	10.	30	♐	AE	17.	24.	22	♉
CDA	2.	17.	40.		CEA	10.	14.	15.	

Pro lineis ex A.

Capiat AC *nomen* 10000. *Vt igitur anguli aequationum ad* AC, *sic anguli* C *ad lineas ex* A. *Dividendi sunt igitur sinus angulorum* C *in* 10000 *multiplicati per sinus angulorum aequationum.*

Sin. FCH 53163	AF	*Sin.* GCH 79928	AG	*Sin.* DCH 19240	AD	*Sin.* ECH 92966	AE
Sin. CFA 8945		*Sin.* CGA 15764		*Sin.* CDA 4004		*Sin.* CEA 17773	
44725	5	78820	50	16016	4	88875	5
84380		11080		3224		40910	
80505	9	11035	70	3203	80	35546	2
3875		45	3	208		5364	
3578	4			200	5	5333	30
297				8	2	31	2 [1]
268	3						
29	3						

Pro angulis ad A.

97

AF	25°.	43′.	0″	♍	AG	26°.	39′.	23″ ♐
AG	26.	39.	23	♐	AD	12.	10.	30 ♓
FAG	90.	56.	23		GAD	75.	31.	7
Complementum ad semicirculum	89.	3.	37			104.	28.	53

AD	12°.	10′.	30″	♓	AE	17°.	24′.	22″ ♉
AE	17.	24.	22	♉	AF	25.	43.	0 ♍
DAE	65.	13.	52		EAF	128.	18.	38.
Complementum ad semicirculum	114.	46.	8			51.	41.	22*

Pro angulis ad F. D.

Anguli AFG, AFE, ADG, ADE, *sunt propemodum dimidia de complementis angulorum* A *ad semicirculum: minores tamen qui ad* F, *eo quod lineae* AG 50703 AE 52302 *breviores sunt inventae quam* AF 59433*: et majores qui ad* D, *eo quod dictae lineae* AG *et* AE *sunt longiores quam* AD 48052. *Ac cum illi quatuor circa* A *aequent quatuor rectos, igitur et eorum complementa ad semicirculum junctim aequabunt quatuor rectos: quia quatuor semicirculi sunt octo recti. Dimidium ergo de summa complementorum sunt duo recti, quantos optamus fieri* GFE, GDE, *junctim. Quantum ergo qui ad* F, *deficiunt a dimidiis suorum complementorum, tantundem oportet eos qui ad* D, *excedere sua complementa. At tangentes differentiae angulorum ad bases in hoc genere triangulorum habentur, si laterum differentias dividas per summas laterum, et quotientem in tangentes dimidiorum complementorum multiplices. Ergo si binae differentiae angulorum ad* F *aequent summam ad* D, *angulus* F *cum angulo* D *aequabit duos rectos.*

3) In 88875 Rechenfehler (daher AE ungenau).

	FAG		GAD		DAE		EAF	
Dimidia	44°. 31′. 48″.		52°. 14′. 27″.		57°. 23′. 4″.		25°. 50′. 41″.*	
Tangentes	98373		129093		156271		48438	
AF	59433		AG 50703		AD 48052		AE 52302	
AG	50703		AD 48052		AE 52302		AF 59433	
Differentiae	8730		2651		4250		7131	
Summae	110136		98755		100354		111735	
	770952	7	197510	2	401416	4	670410	6
	102048		67590		23584		42690	
	99123	9	59253	6	20771	2	33520	3
	2925		8337		3513		9170	
	2203	2	7900	8	3016	3	8938	8
	722	6	437	4	497	5	232	2
Quotientes	7926		2684		4235		6382	
Tangentes	98373		129093		156271		48438	
	6886	11	2581	86	6250	84	2906	86
	885	33	774	54	312	54	195	34
	19	66	103	20	46	86	38	72
	5	88	5	16	7	81		96
Tangentes	7797		3465		6618		3142	

Different. F. 4°. 27′. 30″. D. 1°. 59′. 4″. D. 3°. 47′. 10″. F. 1°. 47′. 59″.

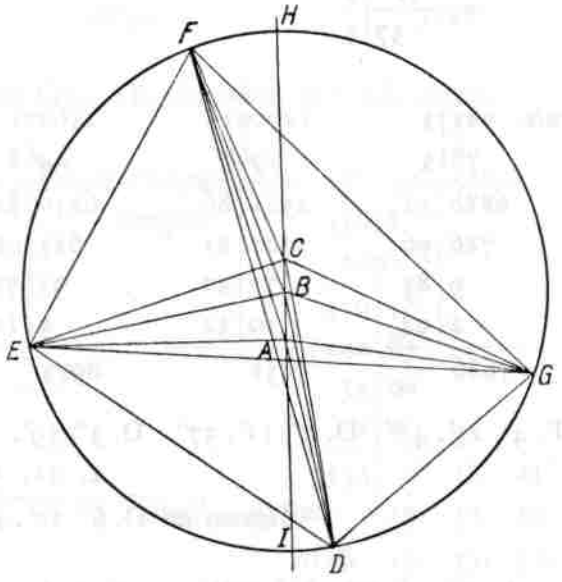
3. 47. 10. 4. 27. 30.

Summa duorum ad D. 5. 46. 14. *Summa duorum ad* F. 6. 15. 29.[1]

98 *Ergo hinc apparet* F *et* D *summam esse minorem duobus rectis, quia minuenda differentia superat addendam.*

Quantitas defectus est 24′. 15″. *Scio vero ex multiplici reiteratione hujus laboris, additione* 3′. 20″ *ad aphelium summas coire. Id probabo.*

Manebunt igitur anguli aequationum cum suis sinubus, ut et tangentes complementorum dimidiatorum angulorum ad A.



7) 112735 12) 7907 20) In 3142 Rechenfehler.

Sed HCF 32°. 3'. 36''. GCI 53°. 7'. 2''. DCI 11°. 2'. 14''. ECI 68°. 19'. 31''.

Sinus 53081	AF	79986	AG	19145	AD	92929	AE
Sin. CFA 8945		*Si.* CGA 15764		*Si.* CDA 4004		*Si.* CEA 17773	
44725	5	78820	5	16016	4	88875	5
83560		11660	0	3129		40540	
80505	9	11035	7	28028	7	35546	2
3055		625		3262		4994	
2683	3	630	4	2803	8	3555	2
372		5	0	459	1	1439	
358	4			10	5	1244	8
14	½					195	1
						8	

AF 59341		AG 50740		AD 47815		AE 52281	
AG 50740		AD 47815		AE 52281		AF 59341	
8601		2925		4466		7060	
110081		98555		100096	4	111622	
770567	7	197110	2		4	669732	6
89533		95390			6	36268	
88065	8	88700	9		2	33486	3
1468		6690				2782	
1101	1	5913	6			2232	2
367		777	8			550	5
330	3						
37	3						

Tangentes 98373		129093		156271		48438	
7813		2968		4462		6325	
6886	11	2581	86	6250	84	2906	28
786	96	1161	81	625	08	145	29
9	83	77	40	93	72	9	68
2	94	10	32	3	12	2	40
7686		3831		6973		3064	

F. 4°. 23'. 41''. D. 2°. 11'. 37''. D. 3°. 59'. 10''. F. 1° 45'. 18''.

2. 11. 37. 4. 23. 41.

Summa ad D. 6°. 10'. 47''. *Sum. ad* F. 6°. 8'. 59''.

4) 44752 In 88875 Rechenfehler 6) 28018 4–10) In 47815 Rechenfehler
17) 669733 18) 95300 19) 88790 21) 1401 2212 28) 628

99 *Hic summae differunt non plus* 1′. 48″. *Itaque jam nimium promovimus apogaeum, atque id per* 12″ *alia est retrahendum. Sed de tantula differentia cura est non necessaria. Componemus illam ex aequo et bono, ut in methodo nostra ulterius progredi poßimus. Prius enim, cum peccaremus defectu per* 29′. 15″, *summa differentiarum ad* F *et* D *fuit* 12°. 1′. 44″. *Jam, ubi excessu* 1′. 48″ *peccavimus, summa haec facta est* 12°. 19′. 46″. *Cum itaque* 31 *minuta fuerint in summa differentiarum* 18 *minutorum, ergo* $1^4/_5$ *minuta faciunt propemodum* 1 *minutum, ut justißima summa evadat* 12°. 18′. 44″. *cujus dimidium* 6°. 9′. 22″ *est summa vel ad* F *vel ad* D.

10 Pro Triangulis GFE, GBE.

In FAG *dimid. complem. fuit*	44°. 31′. 48″.	
In FAE	25. 50. 41.	
Summa	70. 22. 29.	

Hinc aufer summam differentiar.	6. 9. 22.	*Et quia* GAD	75°. 31′. 7″.
Restat GFE	64. 13. 7.	*et* DAE	65. 13. 52.
Duplum ergo erit in GBE	128. 26. 14.	*Ergo* GAE	140. 44. 59.
Cujus compl.	51. 33. 46.	*Compl.*	39. 15. 1.
Dimidium	25. 46. 53.		

Erat etiam primo GA	50703	*et* AE 52302
20 *Secundo*	50740	52281
Differentia	37	21
Ergo jam	50739	52282

Quaeritur igitur GE, *ex* GA. AE. *lateribus, et* GAE *angulo.*

GA	50739	
AE	52282	
Different.	154300	
Summa	103021	1
	51279	
	41208	4
30	10071	
	9272	9
	799	7

Dimid. Compl. GAE	19°. 37′. 30″.		
Tangens	35658		
	1497		
	356	58	
	142	63	
	32	08	
	2	49	
	534	0°. 18′. 21″.	
dimid. complem.		19. 37. 30.	
AGE		19. 55. 51.	

26) 154304

Vt sinus AGE *ad* AE, *sic sinus* GAE *ad* GE.

Sinus GAE	63271		*3307935	GE
AE	52282	*Sinus* AGE	34088	
	3163550		306792	9
	126542		240015	
	12654		238616	70
	5062		1399	
	127		1363	4
	3307935*		36	1[1]

Ergo in GBE, *ut* GBE *ad* GE, *sit* BGE *ad* BE. 10 *100*

43494	*Sinus* GBE.	4218701		
97041	GE.	78327	*Sinus* GBE	
3912460		391635	5	
304458		302351		
1740		234981	3	
43		67370		
4218701		62662	8	
		4708		
		4699	6	
		9	o	20

Et quia fuit AGE	19°.	55′.	51″.	BG	53860	
Jam vero BGE	25.	46.	53.	AG	50739	
Erit BGA	5.	51.	2.	*Different.*	312100	
Compl.	174.	8.	58.	*Summa*	104599	
Dimidium	87.	4.	29.		209198	2
Tangens 1957200					102902	
2984 *					94140	9
39144					8762	
17615					8368	8
1564					394	4*
78						
58401 | 30°.	17′.	8″.			
	87.	4.	29.			
	117.	21.	37 BAG			

Vltima vice promovimus aphelium adhuc per 3′. 8″.

Ergo quia AH	28°.	47′.	8″	♌.
Et AG	26.	39.	23	♐.
Fuit HAG *vel* CAG	117.	52.	15.	

11) CBE 13) In 3912460 Rechenfehler 20) o statt 9

Ergo B *parumper egreditur lineam* CA *versus* G*: quia* CAG *major est quam* BAG *scrupulis* 30'. 38''. *Hoc autem habeo ex multiplici experientia, quod per additionem dimidii scrupuli ad longitudinem mediam,* B *inducatur in lineam* CA. *Simul autem, ut quadrangulum stet in circulo, promovendum est aphelium per* 2'. *Id lubet explorare, simulque eccentricitatem demonstrare. Cum igitur addantur ad* CF *et socios,* 30''*: ad* CH *vero,* 2'*: minuetur* HCF *per* 1'. 30''. *Igitur*

HCF 32°. 2'. 6''. GCI 53°. 8'. 32''. DCI 11°. 0'. 44''. ECI 68°. 18'. 1''.

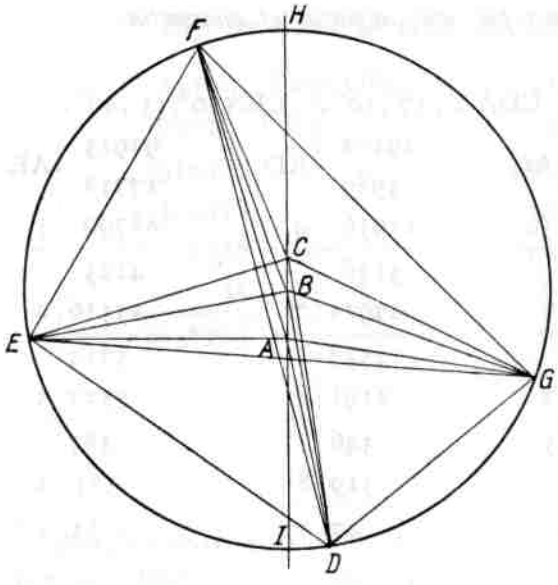
Anguli vero aequationum per 30'' *augentur et minuuntur.*

*Igr.*CFA 5°. 8'. 26''.		CGA 9°. 4'. 32''.		CDA 2°. 17'. 10''.		CEA 10°. 13'. 46''.	
Sinus HCF 53044	AF	80012	AG	19102	AD	92913	AE
Sinus CFA 8960		15758		3989		17758	
44800	5	78790	50	15956	4	88790	5
8244		12220		3146		4123	
8064	9	11030	7	27923	7	35516	2
180		1190		3537		5714	
179	2	1103	7	3191	8	5327	3
01	0	87	5	346		387	
	1			319	8	355	2
				27	7	32	2 1

101 AF 59201		AG 50775		AD 47887		AE 52322	
AG 50775		AD 47887		AE 52322		AF 59201	
8426		2888		4435		6879	
109976		98662		100209		111523	
769832	7	197324	2	4 836	4	669138	6
72768		91476		42664		18762	
65986	6	88796	9	40084	4	11152	1
6782		2680		2580	2	7610	
6599	6	1973	2		6	6691	6
183		707				919	
110	1	690	7			892	8

18) 08 28) 580 31) 696

Tang. manent	98373		129093		156271		48438	
	7661		2927		4426		6168	
	6886	11	2581	86	6250	84	2906	28
	590	22	1161	81	625	08	48	44
	59	02	25	82	31	25	29	06
		98	9	03	9	36	3	87
	7536		3779		6917		2988	
	4°. 18′. 36″.		2°. 9′. 52″.		3°. 57′. 24″.		1°. 42′. 41″.	
			3. 57. 24.				4. 18. 36.	
	Summa una		6. 7. 16.		*Summa altera*		6. 1. 17.	



Sex minutis abundamus, quae tolluntur retractione aphelii per 38″. *Vt quia fuit in* 28°. 49′. 8″ ♌, *jam erit in* 28°. 48′. 30″ ♌.

PROBO[1]

HCF 32°. 2′. 44″. GCI 53°. 7′. 54″. DCI 11°. 1′. 22″. ECI 68°. 17′. 23″. 102

Denominationes numerorum eaedem quae jam modo.

53060		80001		19120		92905	
8960		15758		3989		17758	
4480	5	78790	50	15956	4	88790	5
8260		12110		3164		4115	
8064	9	11031	7	27923	7	35516	2
196		1080		3717		5634	
179	2	945	6	3591	9	5327	3
170	1	135	9	126		307	
79	9			120	3	178	1
				6	1	129	7

24) 3501 26) 179 statt 79

59219				50769				47931				52317			
50769				47931				52317				59219			
8450				2838				4386				6902			
109988				98700				100248				111536			
769916	7	Prius	7	1974	2	Prius	2	400992	4	Prius	4	669216	6	Prius	6
75084				864				37608				20984			
65993	6		6	7896	8		9	30074	3		4	11154	1		1
9091				744				7534				9830			
8799	8		6	691	7		2	7017	7		2	8922	8		6
292	3		2	53	5		7	517	5		6	908	8		8
	Diff. 21.				*Diff.* 52.				*Diff.* 51.				*Diff.* 20.		

		98373		129093		156271			
		21		52		51		48438	
		98373		2	58168	1	56271		20
	19	6746		64	5465	78	1355	9	68760
Tangentis augment.	21			67		80		10	
Arcus augment.	41″			2′. 14″		2′. 39″			19″
				2. 39					41
		Prius 6°. 7′. 16.				*Prius* 6°. 1′. 17″.			
		Jam 6. 2. 23. *Ecce Aequalitatem.*				*Jam* 6. 2. 17.[1]			

103 *Rursum itaque quadrangulo in circulum incluso quaeratur, an* B *sit in linea* CA. *et a summa* 70°. 22′. 29″ *supra constituta aufer jam inventam differentiam* 6°. 2′. 20″. *Remanente*

GFE	64°. 20′. 19″.	*manet tangens dimidii complementi* GAE	35658
Duplum	128. 40. 18 GBE		1502**
Complem.	51. 19. 42.		356 | 58
BGE	25. 39. 51.		178 | 29
Vltimo GA	50769		| 71
fuit AE	52317		535½ 18′. 24″.
	154800		19°. 37. 30.
	103086 | 1		AGE 19. 55. 54.
	51714		
	51543 | 50		
	171 | 2**		

4) 90700 9) 6017 34) 51554

Si. GAE	63271		3310148*	
AE	52317		34089	*Si.* AGE
	3163550		306801	9
	126542		242138	
	18981		238623	7
	633		3515	
	442		3409	10
	3310148*		106	3 GE.

BG	53866		AGE	19°. 55′. 54″.	
GA	50769		BGE	25. 39. 51.	
	309700		BGA	5. 43. 57.	
	104635	2	*Compl.*	174. 16. 3.	
	209270		*Dimid.*	87. 8. 1½.	
	100430	9	*Tangens*	1997100	
	94172	6		2960	
	6258	0		1198 | 26000	
				17973 | 9	
				39942	
				59114	

Aphelium	28°. 48′. 30″. ♌	30°. 35′. 22″.	
AG	26. 39. 23. ♐	87. 8. 1.	
	117. 50. 43 CAG	117. 43. 23. BAG	
		62. 16. 37.	

Adhuc B *per* 7′. 20″ *egreditur lineam* CA *versus* G.

Vnde intelligimus, quia prius additione 30″ *ad motum medium et* 82″ *ad aphelium promovimus per* 23′. 18″, *nos reliqua* 7′. 20″ *consumpturos additione* 9 *sec. ad motum medium, et* 25 *sec. ad aphelium. Tota igitur additio ad* TYCHONIS *longitudinem est* 3 *min.* 55 *sec. Et aphelium ponitur in* 28 *grad.* 48 *minut.* 55 *secund.* ♌.

In tam parvo autem errore nihil incommodi accipit, qui in CAG *triangulo ex angulis et lateribus cognitis inquirit* BA, *quasi* B *sit praecise in linea* CA.[1]

3) 3163950 306861

104 *Sinus* BGA 998800000

Sinus BAG 8852 | 1

11360

8852 | 1

2508 | 2

17704

7376 | 8

7082

294 | 3

Ergo BA *est* 11283 *qualium* BG 100000.

Vt vero 53866 BG *ad* 100000 *sic* 100000 *ad* AC.

BG 53866 | 1

46134

430928 | 8

30412 | 5

26933

3479 | 6

3232 | 4

Ergo AC 18564

Et BC 7281 *qualium* BG 100000.

Sed ut omnis error excludatur, agamus proportionaliter.

	BG	AG	BGA	BAG
Primo fuit	53860	50739	5°. 51′. 2″.	62°. 38′. 23″.
Jam	53866	50769	5. 43. 57.	62. 16. 37.
Differentia	6	30	7. 5.	21. 46.
Amplius tertia parte pergendum	2	11	2. 25.	BAG 62°. 8′. 37″. 5. 41. 32.
BG *Corr.*	53868	AG 50780	BGA 5°. 41′. 32″.	67. 50. 9.

100000 *Sinus* BGA 99190

BG 53868 | 1 *Sinus* BAG 88414 | 1

46132 11776

430428 | 8 8841 | 1

30392 2935

26933 | 5 2652 | 3

3459 283

3232 | 6 265 | 3

227 | 4 18 | 2

27) In 11776 Rechenfehler 28) In 430428 Rechenfehler

Manet igitur eccentricitas tota 18564
eccentrici vero 11332
et aequantis 7232

In forma Copernicana et Tychonica esset diameter parvi epicycli 3616, majoris 14948. Vel secundum ea, quae in fine capitis quarti dicta sunt, pro sinu tangens sumatur in hunc modum. [1]

Investigetur aequatio maxima ad gradum nonagesimum. Sit HCG 90. *Erit* BC *sinus anguli* BGC 4°. 8′. 51″. *Et* GBC 85°. 51′. 9″. *Et* GC 99738. *At in forma Copernicana* C *stante ad centrum concentrici, erit* GC 100000. *Vt igitur* CGA *angulus aequationis maneat, idem* TYCHONI *et* COPERNICO *in eadem proportione augendus est* 105

1856400000	
99738	1
85902	
79790	8
6112	
5984	6
128	1
99	3

Copernico-Tychonica eccentricitas composita. Et haec in tangentibus exhibet 10°. 32′. 38″ *communem aequationis angulum ad gradum anomaliae* 90.

Ergo minoris epicycli diameter correcta 3628.
majoris 14988.

Confer ista omnia cum cap. V. ubi restitutionem Tychonicam a medio ad apparentem Solis motum transposui, et vide quam sit exiguum discrimen.

Atque hac methodo ex quatuor ἀκρονυχίοις Martis locis hypothesis primae inaequalitatis est investigata. In qua hoc cum PTOLEMAEO posui: loca omnia Planetae per coelum disposita, ordinari in circuli unius circumferentia: item iis locis Physicam retardationem esse maximam, ubi Planeta longissime a centro terrae (secundum PTOLEMAEVM) vel Solis (secundum TYCHONEM et COPERNICVM) digreditur: et fixum esse punctum, ad quod mensura hujus retardationis expenditur. Caetera omnia demonstravi. siquidem forma demonstrandi est ad impossibile ducere. Vtrum autem haec a me inter demonstrandum assumpta vere ita habeant an secus, id in sequentibus patebit. [1]

106 Jam etiam reliqua loca octo ad hanc hypothesin consensus causa examinabo. Sed ut examen sit universale et legitimum, immiscebo etiam apogaei motum. Hunc igitur prius investigabo.

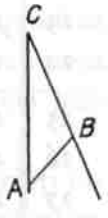
CAPVT XVII

APOGAEI ET NODORVM MOTVS SVPERFICIARIA INQVISITIO

Tam certa erit haec inquisitio quam sunt observationes (imo vero traditiones Ptolemaicae) certae. Absque hoc artifice fuisset, minus adhuc hodie nobis constaret de his tardissimis motibus. Adeo praeter illum nemo inventus est, ex quo literas excoluere nationes, qui hic nos juvaret.

Ponimus hic quae apud PTOLEMAEVM inveniuntur non undiquaque certissima: Primo, Fixas fuisse praecise in iis zodiaci locis, in quibus a PTOLEMAEO collocantur. Ptol. l. VII. Secundo, veram fuisse Solis eccentricitatem, quam PTOLEMAEVS prodidit 4153 qualium semidiameter orbis est 100000. Ptolem. lib. III. cap. IV. Tertio, apogaeum Solis haesisse in 5½° ♊. Ibidem. Quarto, apogaeum Martis (motu ejus ad medium Solis motum accommodato) inventum in 25½° ♋. Ptol. l. X. cap. VII. Quinto, eccentricitatem Martis fuisse 20000 qualium semidiameter 100000. Ibidem. Sexto, proportionem epicycli (PTOLEMAEO) vel orbis annui (TYCHONI et COPERNICO) ad orbem Martis fuisse ut 100000 ad 151900. Quare qualium semidiameter orbis Solis vel orbis magni est 100000, talium erit eccentricitas Martis 30380. Ptol. lib. X. cap. VIII.

Agemus ut capite quinto. *Sit* A *punctum, ex quo descriptus est orbis magnus,* C *punctum aequatorium Martis,* B *centrum orbis Solis. Et quia* AB *est in* 5½° ♊, AC *vero in* 25½° ♋, *ergo* CAB *est* 50°. *Et* AB *ponitur* 4153, AC *vero earundem partium* 30380. *Datis igitur duobus lateribus et angulo comprehenso, habetur angulus* CBA 123°. 27′. *Et quia* BA *vergit in* 5½° ♐, *verget igitur* BC *(subtracto angulo* 123°. 27′.*) in* 2°. 3′ ♌ *circiter, idque tempore* PTOLEMAEI. *Simul* CB *eccentricitas aequantis post transpositionem ad verum motum Solis fuit* 18353. *Supra hanc inveni ex transpositione Tychonicae hypotheseos* 18342*: uno mutato, quod pro quantitate orbis Martii* 151386 *veriorem usurpavi* 152500. *Sed haec obiter.* Jam ad rem. [1]



22) orbi Solis

Tabella motus apheliorum et nodorum

Anni	Aphelium		Limes & Nodi	
	M.	S.	M.	S.
1	1	4	0	40
2	2	8	1	21
3	3	12	2	1
4	4	16	2	42
5	5	20	3	22
6	6	24	4	3
7	7	28	4	43
8	8	32	5	24
9	9	36	6	4
10	10	40	6	45
11	11	44	7	25
12	12	47	8	6
13	13	51	8	46
14	14	55	9	27
15	15	59	10	7
16	17	3	10	48
17	18	7	11	28
18	19	11	12	9
19	20	15	12	49
20	21	19	13	30
21	22	23	14	10
22	23	27	14	50
23	24	31	15	31
24	25	35	16	11
25	26	39	16	52
26	27	43	17	32
27	28	47	18	12
28	29	51	18	53
29	30	55	19	33
30	31	59	20	13

107

De motu apheliorum.

Quia circa tempora PTOLEMAEI praecessio aequinoctiorum exorbitabat, ante et post nulla plane suspicio talis est residua. Separabo hanc, et locum augis expendam ad Fixa sidera. Fuit autem cor Leonis illa aetate in 2°. 30′ ♌. Ergo praecessit aux Martis seu aphelium hanc stellam 27′ scrupulis, anno CHRISTI CXL circiter. Nostra aetate invenit TYCHO BRAHE sidus hoc anno CHRISTI MDLXXXVII in 24°. 5′ ♌. cum aphelium processit in 28°. 49′ ♌, distans a corde Leonis per 4°. 44′ in consequentia. quibus si superiora 27′ jungas, summa (5 gr. 11 min.) est motus annorum MCCCCXLVII intermediorum ab anno CHRISTI CXL in MDLXXXVII. Motus igitur annuus est propemodum 13″ : motus annorum triginta 6′. 29″. Quibus si rursum addideris motum Fixarum seu praecessionis Tychonicum, qui quamproxime aequabilis est et temporibus omnibus (solo excluso Ptolemaico) idem, nempe pro annis XXX minuta 25 sec. 30, conficies summam 31′. 59″ : annuum ergo motum aphelii Martis ab aequinoctio hoc tempore 1′. 4″.

Menses	Aphelium Secund.	Limes & Nodi Secund.
1	5	3
2	11	7
3	16	10
4	21	13
5	27	17
6	32	20
7	37	23
8	43	27
9	48	30
10	54	33
11	59	37
12	1 4	40

De motu nodorum.

Cognationis causa hoc quoque jam expediemus, quamvis non ita necessarium. Et quia PTOLEMAEVS lib. XIII. cap. I. limitem Boreum Martis ait esse περὶ τὰ τελευταῖα τοῦ Καρκίνου, καὶ σχεδὸν περὶ τὸ ἀπογηότατον· fuerit ergo in 29 ♋, scilicet 3½ gradibus ante Cor ♌. Quamvis PTOLEMAEVS lib. III. cap. VI. ob facilitatem calculi reponat limitem Boreum in ipsissimum apogaei locum, scilicet in 25½° ♋. At hodie est in 16°. 20′ ♌ circiter, nempe 7°. 45′ ante Cor ♌. Subtractis 3°. 30′ deprehenditur limes Boreus et consequenter nodi per 4°. 15′ retrocessisse a Corde ♌. quod quidem consentaneum est et Lunae motionibus, cujus itidem apogaeum sub Fixis progreditur, nodi retrocedunt. Annuus igitur motus in antecedentia est 10″. 34‴: annorum XXX est 5′. 17″. Quae aufer a motu praecessionis 25′. 30″. Relinquuntur 20′. 13″. Et totidem scrupulis Martis nodi hodiernis XXX annis ab aequinoctiali puncto moventur itidem in consequentia. l

108/109

CAPVT XVIII

EXAMEN DVODECIM LOCORVM ACRONYCHIORVM PER INVENTAM HYPOTHESIN

Vtar autem ea calculi firma, quam supra cap. IV explicavi quod sit compendiosior. Certum autem est in Copernicana seu Tychonica forma non sesquiscrupulum (imo minus aliquid) vel lucratum vel perditum iri, ut ibidem monui.

Vides igitur, studiose lector, hypothesin hanc methodo superiori investigatam, non tantum fundamenta sua quatuor vicissim per calculum restituere, sed etiam reliquas omnes observationes intra duo scrupula tenere; quam quidem magnitudinem semper stella haec in acronychio situ amplitudine corporis occupat et excedit. Quo argumento cogno-

	Anno 1580	Anno 1582	Anno 1585	Anno 1587	Anno 1589	Anno 1591
	s o ′ ″	s o ′ ″	s o ′ ″	s o ′ ″	s o ′ ″	s o ′ ″
Aphel. anno 1587 . .	28. 48. 55.♌	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.
Movetur annis intermediis	6. 42.	4. 28.	2. 14.	0.	2. 15.	4. 32.
Aphel. anno supra scripto	4. 28. 42. 13.	4. 28. 44. 27.	4. 28. 46. 41.	4. 28. 48. 55.	4. 28. 51. 10.	4. 28. 53. 27.
Longitudo media . . .	1. 25. 49. 31.	3. 9. 24. 55.	4. 20. 8. 19.	6. 0. 47. 40.	7. 14. 18. 26.	9. 5. 43. 55.
Adde	3. 55.	3. 55.	3. 55.	3. 55.	3. 55.	3. 55.
Correcta long. med. . .	1. 25. 53. 26.	3. 9. 28. 50.	4. 20. 12. 14.	6. 0. 51. 35.	7. 14. 22. 21.	9. 5. 47. 50.
Ergo angulus C . . .	87. 11. 13.	49. 15. 37.	8. 34. 27.	32. 2. 40.	75. 31. 11.	126. 54. 23.
Sinus	99880	75767	14909	53058	96823	79961
Eccentricitas aequantis .	7232	7232	7232	7232	7232	7232
	65088	50624	07232	36160	65088	50624
	6509	3616	2893	2169	4339	6509
	579	506	651	36	578	651
	58	43	6	6	14	43
		5			2	1
	7223	5479	1078	3837	7002	5783
Pars aequation.	4°. 8′. 33″.	3°. 8′. 26″.	0°. 37′. 4″.	2°. 11′. 57″.	4°. 0′. 55″.	3°. 18′. 55″.
	91. 19. 46.					
Angulus B	88. 40. 14.	46. 7. 11.	7. 57. 23.	29. 50. 43.	71. 30. 16.	123. 35. 28.
Dimid.	44. 20. 7.	23. 3. 36.	3. 58. 42.	14. 55. 21.	35. 45. 8.	61. 47. 44.
Tangent.	97706	42572	6955	26650	72002	186464
Quotiens qui prodit ex divisione differentiae laterum in Summam	79643	79643	79643	79643	79643	79643
	716787	318572	47786	159286	557501	796430
	55750	15929	7168	47786	15929	637144
	5575	3982	398	4779	16	47786
	48	557	40	398		3186
		16				478
						32
Tangent.	778160	33906	5539	21225	57344	148506
	37°. 53′. 22″.	18°. 43′. 47″.	3°. 10′. 13″.	11°. 59′. 0″.	29°. 49′. 54″.	56°. 2′. 40″.
	44. 20. 7.	23. 3. 36.	3. 58. 42.	14. 55. 21.	35. 45. 8.	61. 47. 44.
Ang. ad A	82. 13. 29.	41. 47. 23.	7. 8. 55.	26. 54. 21.	65. 35. 2.	117. 50. 24.
Aphelium	148. 42. 13.	148. 44. 27.	148. 46. 41.	148. 48. 55.	148. 51. 10.	148. 53. 27.
Locus ♂ *in*	6. 28. 44.♊	16. 57. 4.♋	21. 37. 46.♌	25. 43. 16.♍	4. 26. 12.♍	26. 43. 51.♐
Debet	6. 28. 35.	16. 55. 30.	21. 36. 10.	25. 43. 0.	4. 24. 0.	26. 43. 0.
Different.	0.′ 9.″	1.′ 34.″	1.′ 36.″	0.′ 16.″	2.′ 12.″	0.′ 51.″

	Anno 1593	Anno 1595	Anno 1597	Anno 1600	Anno 1602	Anno 1604.
	s o ′ ″	s o ″	s o ′ ″	s o ′ ″	s o ′ ″	s o ′ ″
Aphel. anno 1587 . .	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.	4. 28. 48. 55.
Movetur annis intermediis	6. 48.	9. 14.	11. 30.	13. 43.	15. 56.	18. 11.
Aphel. anno supra scripto	4. 28. 55. 43.	4. 28. 58. 9.	4. 29. 0. 25.	4. 29. 2. 38.	4. 29. 4. 51.	4. 29. 7. 6.
Longitudo media . . .	11. 9. 55. 4.	1. 7. 14. 9.	2. 23. 11. 56.	4. 4. 35. 50.	5. 14. 59. 37.	6. 27. 0. 12.
Adde	3. 55.	3. 55.	3. 55.	3. 55.	3. 55.	3. 55.
Correcta long. med. . .	11. 9. 58. 59.	1. 7. 18. 4.	2. 23. 15. 51.	4. 4. 39. 45.	5. 15. 3. 32.	6. 27. 4. 7.
Ergo angulus C . . .	11. 3. 16.	111. 40. 5.	65. 44. 34.	24. 22. 53.	15. 58. 41.	57. 57. 1.
Sinus	19174	92934	91171	41280	27528	84759
Eccentricitas aequantis .	7232	7232	7232	7232	7232	7232
	07232	65088	65088	28928	14464	57856
	6509	1446	0723	0723	5062	2893
	072	651	072	145	362	506
	51	22	51	58	14	36
	3	3	1		6	$6^1/_2$
	1387	6721	6593	2985	1991	6130
Pars aequation.	0°. 47′. 42″.	3°. 51′. 14″.	3°. 46′. 50″.	1°. 42′. 40″.	1°. 8.′ 26″.	3°. 30′. 52″.
Angulus B	11. 50. 58.	107. 48. 51.	61. 57. 44.	22. 40. 13.	14. 50. 15.	54. 26. 9.
Dimid.	168. 9. 2.	53. 54. 26.	30. 58. 52.	11. 20. 6.	7. 25. 8.	27. 13. 5.
Tangent.	963600	137171	60045	20046	13021	51433
Quotiens qui prodit ex divisione differentiae laterum in Summam	79643	79643	79643	79643	79643	79643
	7167870	796430	477858	159286	079643	398215
	477858	238929	00318	319	23893	07964
	23893	55750	40	48	159	3186
	4779	0796			8	239
		557				24
		08				
Tangent.	767440	109247	47822	15965	10370	409628
	82°. 34′. 30″.	47°. 31′. 49″.	25°. 33′. 30″.	9°. 4′. 14″.	5°. 55′. 14″.	22°. 16′. 32″.
	84. 4. 31.	53. 54. 26.	30. 58. 52.	11. 20. 6.	7. 25. 8.	27. 13. 5.
Ang. ad A	166. 39. 1.	101. 26. 15.	56. 32. 22.	20. 24. 20.	13. 20. 22.	49. 29. 37.
Aphelium	148. 55. 43.	148. 58. 9.	149. 0. 25.	149. 2. 38.	149. 4. 51.	149. 7. 6.
Locus ♂ *in*	12. 16. 42. ♓	17. 31. 54. ♉	2. 28. 3. ♋	8. 38. 18. ♍	12. 25. 13. ♏	18. 36. 43. ♎
Debet	12. 16. 0.	17. 31. 40.	2. 28. 0.	8. 38. 0.	12. 27. 0.	18. 37. 10.
Different.	0.′ 42.″	0.′ 14.″	0.′ 3.″	0.′ 18.″	1.′ 47.″	0.′ 27.″

scitur, si quis superiorem methodum repetat assumptis | aliis atque aliis observationum quadrigis, semper eandem eccentricitatem, eandem ejus sectionem, idem aphelium, motumque medium quam proxime proditurum. Pronuncio igitur, situs acronychios hoc calculo tam certos exhiberi quam certae possunt esse observationes per Sextantes Tychonicos. Quae (ut praedixi) ob grandiusculam corporis Martii diametrum, ob refractiones et parallaxes nondum certissime cognitas, in nonnulla (certe duorum scrupulorum) ambiguitate versantur. 110 |

Denique vides nihil obfuisse transpositionem acronychiarum visionum a medio ad apparentem Solis motum, quo minus certitudinem calculi Tychonici, quae mihi medium Solis motum deserturo pro argumento opponebatur, non tantum imitarer sed etiam superarem.

CAPVT XIX

PER LATITVDINES ACRONYCHIAS REDARGVTIO HVJVS HYPOTHESEOS EX AVTHORVM SENTENTIA CONSTITVTAE ET COMPROBATAE PER OMNIA LOCA 'AKPONYXIA

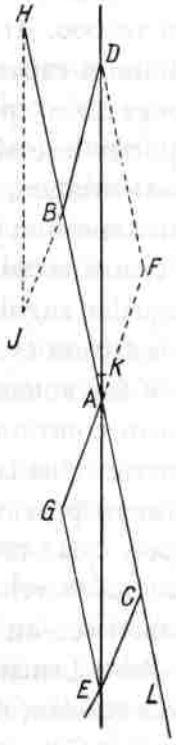
Fieri quis posse putaret? Haec hypothesis observationibus ἀκρονυχίοις tam prope consentiens falsa tamen est, sive observationes ad medium Solis locum sive ad apparentem examinentur. PTOLEMAEVS id nobis indicavit, dum bisecandam esse docet aequatorii puncti eccentricitatem per centrum eccentrici Planetam ferentis. Nam hic a TYCHONE BRAHE et a me eccentricitas aequatorii puncti non fuit bisecta. *COPERNICO quidem religio non fuit id alicubi negligere. nam observationibus usus est omnino paucissimis, ratus fortasse neque PTOLEMAEVM usum esse pluribus quam in Magno Opere referuntur. TYCHO BRAHE hic haesit. COPERNICVM enim imitatus, proportionem eccentricitatum constituit hanc, quam requirerent observationes acronychiae. quam cum redarguerent non solum latitudines ἀκρονύχιοι (nam his accidit etiamnum aliqua augmentatio ex inaequalitate secunda orta) sed etiam et multo quidem maxime observationes aliarum cum Sole configurationum inaequalitate secunda affectae: hic ille substitit et ad Lunaria conversus est, cum interim ego superveni.

Methodus autem, qua et absolveretur universa theoria Martis facile, si quae praemissa sunt rite haberent, et qua non rite habere demonstratur, haec est. |

Primum per latitudines in situ ἀκρονυχίῳ. *Exponatur in forma Copernicana linea* DE *in plano eccentrici Martis: in qua sit* A *Sol*, D *limes Boreus*, 111

* In Saturno et Jove simpliciter bisecuit, hoc est forma Copernicana quadrantem epicyclii semidiametro tribuit: in Marte vero, cum epicyclio tribuisset quadrantem eccentricitatis Ptolemaicae, nostra vero aetate totam Ptolemaicam minorem esse factam contenderet, reliquit tamen epicyclio quantitatem pristinam. Itaque centrum eccentrici (ut cum PTOLEMAEO loquamur) XL particulis propius admovit centro orbis annui quam centro aequantis circuli. Lib. V. cap. XVI. Vide etiam cap. XVI. hujus libri.

E *limes Austrinus, vel proximus illi punctus: et per* A *trajiciatur recta* HL *competens in planum eccentrici orbis terrae. Concipiantur autem* AH *et* AD *in uno plano circuli latitudinis: sic* AL, AE*: et sit terra anno MDLXXXV in linea* AH *scilicet in* B, *anno vero MDXCIII sit in lineae* AL *puncto* C. *Quia ergo* AB *et* AD *vergunt in* 21° ♌, *ubi* A *Sol ex* B *apparet in* 21° ♒, *vice versa vero* E *et* C *in* 12° ♈, *ubi* A *Sol ex* C *terra in* 12° ♍ *apparet, est vero apogaeo Solis vicinior* 12° ♍ *quam* 21° ♒*: brevior igitur est* BA *quam* AC. Excerpam autem has lineas ex folio 98 tomi primi Progymnasmatum Tychonis Brahe, et ponam illas bene habere, quamvis infra (methodo nos eo deducente) paulo alias esse demonstraturus sim. Ibi igitur exhibetur BA 97500, AC 101400. Fiet autem in secutura correctione BA paulo longior, et AC paulo brevior, non tamen aequales. *Jam quia supra cap. XIII duobus a praesenti negocio diversis modis* BAD *angulus in limite circa* 16 ♌ *fuit inventus* 1°. 50′ *circiter, ergo hic quatuor aut quinque gradibus a limite* 1°. 49½′. *Sed* HBD *visa latitudo anno MDLXXXV fuit* 4°. 32′. 10″. *Hinc datis angulis* HBD *et* BAD, *datur etiam eorum differentia* BDA 2°. 42′. 40″. *Vt vero sinus* BDA *ad* BA *notam, sic sinus* DBA *ad* DA. *Quod si* BA *assumitur* 97500, *prodit* DA 163000. *Sin illa est* 100000, DA *erit* 167200.



Sic cum sint C *et* E *anno MDXCIII in* ♈, *distetque* ♂ *per* 26 *gradus a limite,* 64° *a nodo: ut igitur sinus totus ad sinum inclinationis maximae* 1°. 50′, *sic sinus* 64° *ad sinum* CAE *inclinationis hujus loci. Est igitur* CAE 1°. 39′. *Sed latitudo visa* LCE *fuit* 6°. 3′. *Ergo angulus* AEC *est* 4°. 24′. *Rursum igitur, ut sinus* AEC *ad* AC *notam, sic sinus* ACE *ad* AE. *Quod si* AC *assumitur* 101400, *prodit* AE 139300 *fere. Sin illa est* 100000, *haec prodit* 137380 *fere. Cum autem* 21° ♌ *absit ab aphelio circiter octo gradibus; linea* AD *in ipso aphelio circiter* 150 *particulis longior erit (quod cuilibet distantias ex inventa hypothesi computanti et in hos numeros transfundenti patebit) nempe vel* 163150 *vel* 167350. *Et cum* 12° ♈ *absit a perihelio circiter* 13°, AE *in ipso perihelio circiter* 300 *particulis brevior erit, nempe aut* 139000 *aut* 137080. *Ita habetur longitudo linearum* AD *et* AE *in ipsis apsidibus, quando sunt partes ejusdem rectae* DE. *Jungantur igitur* DA 163150 *vel* 167350

Et AE 139000 *vel* 137080

Tota igitur DE 302150 *vel* 304430

Dimidia DK 151075 *vel* 152215

Ergo AK *eccentricitas* 12075 *vel* 15135.

Transfundantur hi numeri in pristinos, ubi radius eccentrici fuit 100000.

Vt igitur 151075 *ad* 100000 *sic* 12075 *ad* 8000,
Vel ut 152215 *ad* 100000 *sic* 15135 *ad* 9943.[1]

Eccentricitas igitur eccentrici verissime (indicibus latitudinibus 112
acronychiis) versatur inter 8000 et 9943, qualium radius orbis eccentrici est 100000. At hypothesis nostra ex observationibus acronychiis longitudinum extructa prodebat eccentricitatem eccentrici 11332, diversam longe ab eo quod est inter 8000 et 9943 loco fere medio. Ergo falsum oportet esse aliquid eorum quod assumpseramus. Assumptum autem erat: orbitam, qua Planeta transiret, esse perfectum circulum: esse in linea apsidum punctum aliquod unicum in certo et constante intervallo a centro eccentrici, circa quod punctum aequalibus temporibus Mars aequales angulos conficiat. Horum igitur alterutrum aut forte utrumque falsum est. Nam observationes usurpatae falsae non sunt.

Valet autem eadem demonstratio etiam contra hypothesin illam, quam constituunt observationes ad oppositum medii motus Solis reductae: quia latitudines tempore inter utrumque articulum intermedio manent proxime eaedem. Quare iis eccentricitas eccentrici ostenditur 9943, quae tamen supra cap. V. ex restitutione Braheana assumpta fuit 12600 vel in aequante Ptolemaico 12352, qualium tota aequatorii puncti eccentricitas 20160 vel 19763.

Pro schematis nostri transformatione ad formam Ptolemaicam *sit* DE *linea apsidum*, A *terra*, D. E. *centrum epicycli in summa et ima apside: et ex* D *atque* E *punctis educantur versus* A *tellurem rectae paralleli ad* BC *planum eclipticae: in quibus sumantur* DF, EG, *radii epicycli, aequales ipsis* BA, AC*: et Planeta in* F *et* G. *Erit igitur* FDA *inclinatio aequalis inclinationi* BAD, *et linea visionis* AF *cum pristina* BD *parallelos. Quare et* HAF *et* HBD *visa latitudo eadem. Idem de triangulis* ACE *et* EGA *congruis dicendum. Itaque demonstratio et quantitates linearum correspondentium eaedem.*

Occurret lectori dubitatio, quare epicycli Martii semidiametrum faciam inaequalem sibiipsi, nempe DF longiori BA, et EG breviori CA, aequalem. Respondeo ex parte prima, fieri hoc propter transpositionem observationum ab oppositione cum medio Solis ad oppositionem cum apparente Solis. Quod si maneamus apud medium motum Solis (pugnat enim praesens argumentatio etiam tunc), manebunt DF et EG aequales hucusque saltem. Sed vide de hoc partem primam cap. VI.

Pro forma Braheana, *relicto alterutro triangulo, puta* DBA, *ut sit* B *terra immobilis*, A *Sol anno MDLXXXV, continuetur* AB, *ut* BH *sit ipsi* AC *aequalis: sitque* H *Sol anno MDCIII in* 12° ♍*: et ipsi* AE *fiat aequalis et parallelos* HI *in partes easdem, ut sit Mars perigaeus in* I, *apogaeus in* D*; ecliptica* HBA*; inclinatio* BHI, BAD*: latitudo perigaea* IBA, *apogaea* DBH.

25) Erat 26) DAF

Rursum igitur summa DA *et* HI *prodibit eadem, cujus* DK *dimidium et* KA
113 *eccentricitas*. Sola differentia haec, quod PTOLEMAEO pla[1]num epicycli, TYCHONI planum eccentrici, transponitur a Septentrione in Austrum, et contra, manens sibiipsi parallelon: in COPERNICO manet utrumque eodem situ.

Interim et hoc nota. Compositam eccentricitatem inveneram capite XVI. 18564. cujus dimidium 9282 est inter 8000 et 9943 loco fere intermedio. At docuerat nos et PTOLEMAEVS (ut supra dictum), dimidium ejus quod ex acronychiis sitibus inveniretur dandum esse eccentricitati
10 eccentrici. Non igitur nihil fuit quod ipsum permoverat: nec temere nobis est repudianda haec bisectio, cum de ea testentur latitudines observatae.

At contra si bisecemus inventam 18564, loca quidem circa longitudines medias eccentri acronychia sat praecise repraesentabimus, at non aeque loca circa octantes et versus apsidas.

Exempli causa sit anni MDXCIII oppositio. Anomalia simplex capite praecedente fuit 6ˢ. 11°. 3′. 16″. *Multiplico sinum* 11°. 3′. 16″ *scilicet* 19174 *in* 9282. *prius erat in* 7232 *multiplicandus. prodit sinus* 1780 *arcus* 1°. 1′. 12″, *seu partis aequationis. qui additus ad* 11°. 3′. 16″, *efficit semiaequatam ano-*
20 *maliam* 6ˢ. 12°. 4′. 28″. *cujus complementum* 167°. 55′. 32″: *dimidium* 83°. 57′. 46″. *Cujus tangens* 945500 *circiter, in* 90718 *distantiam peripheriam multiplicatus et per* 109282 *apheliam vicißim divisus producit tangentem* 784880. *Cujus arcus* 82°. 44′. 20″ *ablatus a priori* 83°. 57′. 46″ *relinquit* 1°. 13′. 26″ *aequationis partem alteram. Quae addita ad anomaliam semiaequatam, et haec ad aphelium, refert Planetam in* 12°. 13′. 37″ ♌: *ubi differt a priori hypothesi tribus scrupulis, et fit ab observatione habita remotior. Debuit enim esse* 12 *gr.* 16 *min.* ♌.

Id luculentius apparet in 17° ♋ *anno MDLXXXII. Nam adhibita bisectione cadit Mars in* 17°. 4¾′. ♋, *differtque hic calculus a nostro* 7⅔ *minutis*
30 *circa* 45 *gradum ab aphelio, ab observatione vero* 9 *minutis.*

† Atque ex hac tam parva differentia octo minutorum patet causa, cur PTOLEMAEVS, cum bisectione opus habuerit, acquieverit puncto aequatorio stabili. Nam si aequantis eccentricitas, quantam indubie poscunt aequationes maximae circa longitudines medias, bisecetur, vides omnium maximum errorem ab observatione contingere VIII minutorum, idque in Marte, cujus est eccentricitas maxima; minorem igitur in caeteris. PTOLEMAEVS vero profitetur, se infra X minuta seu sextam partem gradus observando non descendere. Superat igitur observationum incertitudo seu (ut ajunt) latitudo, hujus calculi Ptolemaici
40 errorem.

* In prosthaphaeresibus tamen orbis annui alicubi ista VIII minuta erroris excrescunt usque ad XXX minuta.

1) summae 19) semiaequalem

Nobis cum divina benignitas TYCHONEM BRAHE observatorem diligentissimum concesserit, cujus ex observatis error hujus calculi Ptolemaici VIII minutorum in Marte arguitur; aequum est, ut grata mente hoc DEI beneficium et agnoscamus et excolamus. In id nempe elaboremus, ut genuinam formam motuum coelestium (his argumentis fallacium suppositionum deprehensarum suffulti) tandem indagemus. Quam viam in sequentibus ipse pro meo modulo aliis praeibo. Nam si contemnenda censuissem 8 minuta longitudinis, jam satis correxissem | (bisecta 114
scilicet eccentricitate) hypothesin cap. XVI inventam. Nunc quia contemni non potuerunt, sola igitur haec octo minuta viam praeiverunt ad totam Astronomiam reformandam, suntque materia magnae parti hujus operis facta.

CAPVT XX

EJVSDEM HYPOTHESEOS REDARGVTIO PER OBSERVATIONES EXTRA SITVM ACRONYCHIVM

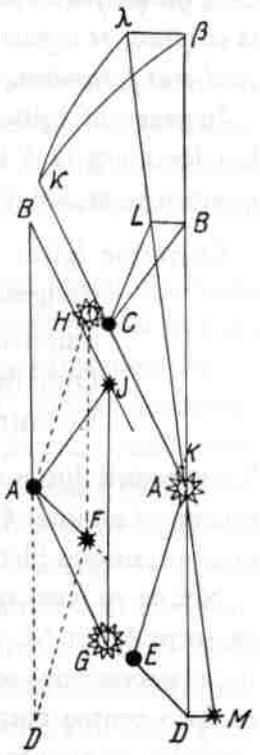
Nunc ad alterum argumentum accedam, quo falsa demonstratur capite XVII inventa eccentrici eccentricitas (non obstante, quod veros exhibet longitudinis motus): nempe ex observationibus aliarum cum Sole configurationum extra oppositiones, quoties Planeta in apsidibus eccentrici versans observatus fuit.

Anno MDC D. $\frac{V}{XV}$ Martii circa mediam noctem visus est Mars in 29°. 12½′ ♋ cum latitudine 3°. 23′. Bor. Fuit ejus longitudo media per nostram additionem correcta 4ˢ. 29°. 14′. 58″. aphelium vero in 4ˢ. 29°. 2′. 45″. Igitur anomalia o. o. 12′. 13″. quae requirit aequationem 2′ subtrahendam per hypothesin locorum eccentricorum supra constitutam. Igitur locus Martis eccentricus in 29°. 13′ ♌: Solis locus in 25°. 45′. 51″ ♓.

In schemate sit A *Sol*, B *Mars*, C *terra. Erit igitur ex subtractione* CB *(29°. 12½′ ♋) ab* AB *(29°. 13′ ♌) angulus* CBA 30°. o′. 30″ *: ex subtractione vero* CA *(25°. 45′. 51″ ♓) a* CB *(29°. 12′. 30″ ♋) erit* BCA 123°. 26′. 39″. *Vt autem* CBA *ad* CA, *sic* BCA *ad* BA. *Est autem* CA *distantia Solis a terra ex* TYCHONIS *tabula* 99302 *(quae etsi vitiosa, tamen veritas hanc inter et* 100000 *consistit, ut infra cap. XXX audiemus). Ergo* AB *inter* 165680 *et* 166846.

24) 12′. 12″

In perihelio sumatur observatio, quae est habita anno MDXCIII D. XXX Julii sequentis noctis hora I M. XLV. Inventus est Mars in 17°. 39½′ ♓ cum latitudine 6°. 6¼′ Austrina. Longitudo media Martis 10ˢ. 26°. 16′. 38″. Aphelium 4ˢ. 28°. 55′. 43″. Abest igitur Mars a perihelio 2°. 39′. 5″ partibus, quibus per hypothesin supra inventam competunt 32′ aequationis subtrahenda, ut sit locus eccentricus Martis 10ˢ. 25°. 44′. 30″, locus Solis apparens in 17°. 3′. 0″ ♌.



In schemate continuetur BA *in* D*: et sit* AD *in* 25°. 44′. 30″ ♎, ED *vero in* 17°. 39′. 30″ ♓. *Ergo* EDA 21°. 55′. 0″. *Et quia* ED 17°. 39′. 30″ ♓, *et* EA 17°. 3′ ♌, *ergo* AED 149°. 23′. 30″. *Vt autem* EDA *ad* EA, *sic* AED *ad* AD. *Est autem* EA *distantia Solis a terra ex* TYCHONIS *tabula* 102689. *vitiosa quidem, sed tamen certo major quam* 100000. *Ergo* AD *est inter* 140080 *et* 136409.[1] *Sed cum stella Martis* 2⅔ *gradibus distet a perihelio, brevior erit* AD *in ipso perihelio circiter* 15. *itaque inter* 140065 *et* 136394. *Vtraeque vero cum apogeae tum perigeae sunt augendae, eo quod hae per observationes ad ecliptícam relatas computatae sint. Itaque* AD *et* AB *sunt lineae in plano eclipticae.* Qua de re cape hoc

PROTHEOREMA SAEPIVS INFRA VSVRPANDVM.

OBSERVATIONIBVS STELLAE MARTIS AD ECLIPTICAM RELATIS, ET PER EAS LINEIS IN PLANO ECLIPTICAE INVESTIGATIS, OSTENDERE LONGITVDINEM LINEARVM, QVAE IIS E REGIONE IN PLANO ORBITAE PROPRIAE RESPONDEANT.

Exponatur BAD *linea in plano eclipticae, et per* A*, quae Solem seu centrum mundi denotat, ducatur recta* LAM *in plano orbitae, ut stella sit in* L *et* M*. Sit autem terra in* C*, et triangulum* CAB *pars plani eclipticae, ad quod planum trianguli* LBA *intelligatur rectum: et connectantur puncta* C. L. B*: continuenturque lineae ad superficiem sphaerae Fixarum,* AB *in* β, AL *in* λ, AC *in* ϰ*· sintque* ϰβ *arcus eclipticae,* βλ *arcus circuli latitudinis,* ϰλ *arcus transversus. Igitur observatio loci stellae sub Fixis refertur ad eclipticam, traducto arcu circuli latitudinis ad eclipticam* ϰβ *recto per locum stellae visum: et triangulum* CLB *est pars de plano illius circuli. Sed et* λβ *ponitur circulus latitudinis ad*

1) 17°. 39′

eclipticam $\varkappa\beta$ *rectus. Duorum igitur circulorum ad eandem eclipticam rectorum plana (*CLB *et* LBA*) sese mutuo secant per lineam* LB. *Quare per XIX undecimi* EVCLIDIS *sectionis linea* LB *perpendicularis erit ad planum eclipticae* CBA *ejusque lineam* BA, *hoc est,* LBA *erit rectus. Inventa igitur longitudine* BA *in ecliptica, et cognito angulo* LAB, *non poterit ignorari longitudo* LA *quaesita. quod erat faciendum.*

In praesenti igitur negotio, cum inclinatio seu angulus LAB sit 1°. 48′ hoc loco, ergo LA est in praesenti dimensione longior per 82 particulas quam BA, et AM per 72 longior quam AD.

Correctae igitur Apogeae fient	165762	vel 166928	AL
Perigeae	140137	vel 136466	AM
Summae	305899	vel 303394	LM
Dimidia	152950	vel 151697	KL
Eccentricitas . . .	12812	vel 15371	KA

Transpositis his numeris, ut ex KL vel KM fiat 100000, eccentricitas eccentrici est inter 8377 et 10106. At nostra hypothesis postulabat 11332, quae utramque illarum superat. Ergo falsum postulabat.

Nec te moveat quod altera 10106, quae extructa est ex usurpatione ipsarum AC et AE aequalium, propiuscule ad 11332 accedit. Nam cum hic observationes ad Solis apparentia loca expenderim, eccentri|citatem 116
ex ipso centro corporis Solaris extruxerim: non erunt igitur AC, AE, aequales. quare eccentricitas haec multo minor quam 10106. et omnino esset 8377, si distantiae Solis a terra 99302 et 102689 rite haberent, quas adhibere pro 100000, et, 100000, demonstrationis hujus necessitas cogit. At quia infra hae Tychonicae distantiae corrigentur et ad radii mediocritatem propius adducentur, ideo eccentricitas hic quaesita inter hos terminos 8377 et 10106 certo consistit. nempe appropinquat medio totalis eccentricitatis 18564 prius inventae, scilicet 9282.

Vt eadem demonstratio etiam in Ptolemaica secundae inaequalitatis hypothesi procedat, age ut priori capite. *Duc ipsis* CB, CA, ED, EA, *majoris schematis, parallelos* AI, BI, AF, DF*: et finge terram in* A, *centrum epicycli (verius, punctum circa quod epicyclus rotatur, distans a centro epicycli tota eccentricitate Solis) in* D. B*: Solem in* H. G*: ut* AH *sit aequalis et parallelos ipsi* EA, *et* AG *ipsi* CA*: ut sit anomaliae commutationis coaequatae angulus* HAD, GAB*: Mars vero pro* B *vel* L *in* I, *et pro* D *vel* M *in* F*: eruntque ipsis* BI *et* DF *(lineis motus Planetae in epicyclo) paralleli lineae (*AG, AH*) motus Solis.* Caetera per se patent.

Pro forma et hypothesi Tychonica secundae inaequalitatis *maneat* A *terra,* H. G. *Sol: et ipsis* AD, AB, *paralleli et aequales agantur* HF, GI, *ut*

9) quam EA 14) In 15371 Rechenfehler 23) 102680

sit Mars iterum in F *et* I. *Erunt igitur et lineae visionis*, AF, AI, *eaedem quae* PTOLEMAEO, *et paralleli lineis visionis* ED, CB, *majoris schematis. Quare in easdem a Sole partes vergent, et summa linearum* HF, GI, *aequabit priorem* BD. *eritque propter parallelas lineas demonstratio plane eadem quae ab initio capitis.*

Eandem vero demonstrationem vitiosae constitutae eccentricitatis eccentrici (ut priori capite) etiam restitutioni Braheanae, quae nititur medio motu Solis, accommodabo, ne quis existimet hanc dissonantiam ideo evenire, quod observationes a medio ad apparentem Solis motum perperam transposuerim.

Anno MDC D. V. Martii fuit ex sententia TYCHONIS longitudo media Martis 4^{s}. 29°. 11′. 3″ : apogaeum in 23°. 41′ ♌. Ergo anomalia simplex 5°. 30′ : quae requirit ex ejus sententia aequationem subtrahendam 1°. 7′. 11″, ut sit locus Martis eccentricus 4^{s}. 28°. 3′. 52″, Solis vero motus medius 23°. 44′. 31″ ♈. *In schemate superiori sit* A *punctum medii motus Solis, distans a centro Solis tota eccentricitate Solis. Angulus igitur* CBA 28°. 51′. 22″ *et* BCA 125°. 28′. 0″. Atque hic demonstratio cogit tam AE quam AC assumere aequales, scilicet 100000; manentibus quae a veteribus et TYCHONE posita sunt, quae infra parte tertia ventilabuntur: ubi ostendetur, paulo minorem esse distantiam terrae a puncto medii loci Solis, hoc est, epicyclum Ptolemaicum vel annuum orbem Copernico-Tychonicum non ordinari aequaliter circa id punctum, circa quod
117 aequales anguli conficiuntur temporibus aequalibus. Sed jam insistamus fundamentis positis: *et sit* CA 100000: *erit igitur* AB 168760.

In perigaeo anno MDXCIII D. XXX Julii, cum fuerit longitudo Martis ex BRAHEI sententia 10^{s}. 26°. 12′. 43″, apogaeum 23°. 34′ ♌, ergo anomalia simplex 182°. 38′. 43″. quae requirit aequationem 35′. 52″ addendam. Itaque locus Martis eccentricus 10^{s}. 26°. 48′. 35″ : locus Solis medius 18°. 24′. 31″. *Ergo in schemate erit* EDA 20°. 50′. 55″, *et* AED 158°. 45′. 0″. *Sit iterum* EA 100000, *quamvis infra (ut jam dictum) paulo major est futura. Ergo* AD 137300. *Quam minues per* 15, *ut in ipsum perigaeum competat: sitque* 137285. *Alteram vero augebis circiter* 100, *ut in apogaeum ipsißimum competat: eritque* 168860. *Vtramque vero augebimus (ut prius) ob planorum inclinationem, additis in apogaeo* 82, *in perigaeo* 72: *eruntque absolutae*

AB	168942
AD	137357
BD	306299
BK	153150
KA	15792

Eccentricitas ex puncto medii

motus Solis, seu (in forma Ptolemaica) in linea apsidum per centrum epicycli ducta.

At qualium BK *est* 100000, *talium* KA *est* 10312. *Requirebat vero restitutio Tychonica ex acronychiis concinnata et capite VIII exhibita majorem quantitatem ipsius* BK *scilicet* 12352.

Ostensum itaque est, etiam Tychonicae restitutioni accidere hoc incommodi, ut alia eccentricitas eccentrici prodeat ex acronychiis, alia ex reliquis observationibus.

Interim etiam in hac restitutione Tychonica observationes ad bisectionem viam praeeunt. TYCHONIS enim eccentricitas tota puncti aequatorii est 20160, dimidium 10080, vel in aequantis Ptolemaici forma 9882. Et hic invenimus 10312. Quod propius ad hanc dimidiationem accedit. Accedet autem multo propius, et infra hanc descendet (nempe ad justissimam 9282): ubi AC majoris schematis hoc est BI minoris et sinistri et cum ea AB vel GI (distantia apogaea) fuerit minuta; vicissim AE dextri schematis ejusque aequalis et vicaria DF sinistri et cum ea AD vel HF (distantia perigaea) fuerit aucta. Minori enim parte aucta, majori diminuta, differentia minuitur inter utramque.

Culpam autem hujus discrepantiae inter diversos modos eccentricitatis quaerendae (ut idem memoriae causa saepius repetam) sustinet solum vitium assumptionum, quae mihi fuere consultò cum TYCHONE et artificibus hucusque communes. Nam hinc certo concluditur, non esse certum et fixum punctum in eccentrico Planetae, circa quod Planeta perpetuo aequalibus temporibus aequales angulos conficiat. Nam illud omnino (siquidem alterum assumptorum de circulari orbita sideris retineremus) librandum nobis esset in linea apsidum sursum deorsum. quod quomodo cum rationibus naturalibus conciliari possit, non video.[1]

Imo vero et alterum assumptorum infra cap. XLIV destruetur, nempe 118
orbitam sideris non esse perfectum circulum, sed ovalem: et longissimam omnium esse diametrum apsidum; brevissimam vero, quae per centrum figurae transit in longitudinibus mediis. Mirum itaque non est, observationes reliquas extra oppositionem cum Sole non consentire huic hypothesi capite XVI constitutae, cum duo falsa in eam assumpserimus.

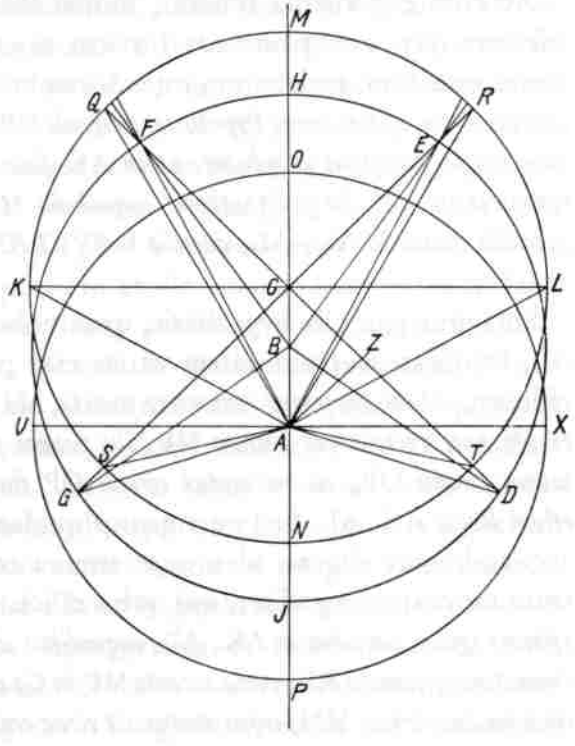
CAPVT XXI

CAVSA, CVR FALSA HYPOTHESIS VERVM PRODAT ET QVATENVS?

Porro quia ego axioma hoc Dialecticorum, ex falso verum sequi, vehementer odi, propterea quod eo COPERNICI (quem sequor magistrum in hypothesibus universalioribus systematis mundani) jugulum petatur: operae precium putavi lectori ostendere, quomodo hic ex falso verum sequatur.

Primum jam vidisti, non plane verum sequi. Cum enim iter Planetae per unum eccentrici planum duobus modis consideretur: nempe et ratione longitudinis sub certis gradibus et minutis zodiaci circuli, et ratione altitudinis seu distantiae a centro mundi quod circumit, quam aliis zodiaci locis exhibet aliam: nostra falsa suppositio invexit quidem Planetam debitis temporibus in debita loca longitudinis, at non debitam ei praestitit altitudinem. Non igitur plane verum sequebatur ex falsa hac hypothesi.

Deinde non ideo idem est effectus (circa solam etiam longitudinem) et verae hypotheseos adhuc incognitae et falsae a nobis assumptae, quod ad sensum effectus idem videtur. Potest enim minimum aliquid deesse quod sensus non capiat.



Occasiones autem, quibus fieri potest ut falsa hypothesis veram aemuletur intra sensus subtilitatem circa longitudinem, jam demonstrabo.

Per A *centrum mundi recta* MP *ejiciatur in oppositas zodiaci partes, puta in* 29 *grad.* ♌ *et* ♒. *Et esto, ut per veram aliquam hypothesin Planeta dimidio sui temporis inter lineas* AM *et* AP *versetur ad sinistram, dimidio reliquo ad dextram, sic ut semper post dimidium temporis restitutorii sit in lineis* (AM, AP) *alter-*
119 *nis: et hic particularis effectus verae* | *hypotheseos sumatur exprimendus per*

aliam aliquam inventam hypothesin. Itaque qualiscunque circulus aut via alia tortuosa scribatur centro in linea MP *suscepto, dummodo is* A *centrum mundi complectatur et a linea* MP *in duo aequalia secetur. Fiet quod est propositum, Planeta circulum aequabili motu (qui circa unum aliquod punctum in linea* MP *seu fixum seu vagum regularis sit) emetiente: ut si centro* A *scribatur et aequaliter moveatur* OP *circulus.* Est igitur aliquid omnibus his circulis aliisque figuris commune, per quod id obtinetur quod erat propositum, nempe hoc: ut centrum mundi ambiant, et circa aliquod punctum in linea MP regulariter eant. Jam figura vel circulus hic vel ille, punctum aequalitatis hoc vel illud, ex iis quae sub eodem genere comprehenduntur, falsum esse potest. At efficiebamus quod erat propositum, non per hanc falsam speciem, sed per id quod in hac usurpata falsa specie generale verum inerat.

Progrediamur jam, *et sit ut Planeta post quartas temporis in lineis* AM, AK, AP, AL *versetur, nempe existentibus* MAK. MAL. *minoribus quam sunt recti anguli. Hic igitur prior circulus* OP *aberrabit apud latera. Quia enim ponebatur circa centrum* A *regularis, acta igitur recta per* A, *quae sit perpendicularis ad* MP, *nempe* VX, *fient* MAV. MAX. *mensurae quartarum temporis. Ac proinde haec hypothesis reponeret Planetam in lineas* AV, AX*: debuit in* AK, AL.

Ac cum experientia testetur, motus Planetarum circulos certissime affectare (etsi non plane eos forsitan assequantur), sitque hujusmodi motuum natura, pedetentim intendi remittique, nihil admittere subitaneum: *error igitur hujus hypotheseos circuli* OP *a linea* AM *paulatim incipiet, inde magis magisque augebitur, et in* AK *fiet maximus, iterumque paulatim evanescet in* AP. *Ergo hypothesis aequabilis et concentrica* OP *nuspiam plus peccabit quam in* AK, AL, *angulis* KAV. LAX. *qui sunt in Marte graduum* 10½°.

Sit igitur jam alia hypothesis, quae nobis insuper etiam lineas, AK, AL, exhibeat. Rursum autem variae esse possunt hypotheses, quae id efficiant. *Nam possemus connectere puncta, ubi* AK, AL, *secant circulum* OP. *et ubi haec recta secat rectam* MP, *ibi ponere possemus punctum aequalitatis motus circuli* OP, *sic ut motus circuli* OP *fiat inaequalis. tunc obtineremus etiam lineas* AK, AL. Sed quia genius quidam nos jubet simplicissima et aequabilissima eligere, ideo quaeremus circulum, qui circa suum centrum moveatur aequaliter, qui nobis efficiat quod est propositum. *Constitutis igitur partibus in* AK, AL, *aequalibus ab* A *inceptis, scilicet* AK, AL, *connectantur puncta* KL, *recta secante* MP *in* C*: et centro* C *spacio* CK *scribatur circulus eccentricus* MN, *cujus motus sit circa centrum regularis. Repraesentabit haec hypothesis Planetam debito loco, in lineis quatuor* AM, AN, AK, AL. At non haec hypothesis sola sed multae aliae hoc possent facere, quia ge-

120 nerale hoc habent et verissimum quidem, | ut punctum aequalitatis motus sit in linea, quae loca Planetae in lineas AK, AL, incidentis connectat, ejusque eo puncto quo secat haec linea MP. *Cumque ex praemißis absorpserit haec hypothesis errorem omnium maximum hypotheseos prioris* OP, *nempe* KAV, LAX, *circa quartas temporis, nec novum errorem committat (cum circa* AM, AP, *priori aequipolleat); quare si haec hypothesis adhuc peccat, id multo minus erit peccatum quam* KAV. *Et quia in* CM, CN, CK, CL, *officium fecit; peccatum (si quod superest) recedet in quatuor loca inter jam dicta intermedia, fietque circa octavas partes temporum, cum in* C *sit temporis mensura. Bisectis*
10 *igitur* MCK. KCN. *angulis ducantur per* C *duae novae lineae secantes circumferentiam in* Q. T. R. S*: erit circa haec puncta error maximus, si quis est. Referet autem haec hypothesis Planetam circa octavas temporum in lineas* AQ. AR. AS. AT. *Sit jam (ut in Marte) ut non debeat Planeta post octavas temporis restitutorii apparere in lineis* AQ, AR, AS, AT*: sed illic in lineis* AF, AE, *superioribus, hic in* AG, AD, *humilioribus. Ergo si prius error* KAV *fuit* 10½ *graduum, jam error* QAF *vix erit paucorum scrupulorum.* Deprehenditur autem in Marte QAF vel RAE 9′ circiter scrupulorum, sed SAG vel TAD circiter 28′ scrupulorum.

Tertio igitur et haec hypothesis corrigatur. quod ut varie (et nomi-
20 natim per librationem puncti C in linea CA) fieri potest: ita nulla religione impedimur, *punctum aequalitatis* C *fixum retinere in distantia* CA *ob angulum* KAV, *et Planetae viam etiamnum retinere circularem. Quae tria ex arbitrio suscepta, non demonstratione evicta, cogent nos eccentrici centrum ex* C *puncto aequalitatis motus deprimere in* B, *ut sit* HI *pro* MN, *et corpus Planetae ex* Q. R. S. T. *discedat, manens tamen in lineis* CQ, CR, CS, CT *(quia apud* C *manet dimensio temporis), veniatque in signa* F. E. G. D. *et fiant* QF, ER, SG, TD *tantae, ut* QAF, EAR *fiant* 9 *scrupulorum, et* SAG, TAD 28 *scrupulorum.* Hoc facto absorptus erit et ille error in octavis temporum, et hypothesis octo locis justissimam exhibebit longitudinem. Quare
30 iterum si quis restat error, is erit in sedecimis temporum, locis intermediis. At quia tertius hic eccentricus HI tam primo aequipollet in locis AM. AP, quam secundo in locis insuper AK. AL: nullum igitur novum ingerit errorem. Et quia secundi error erat maximus in octavis temporum qui jam est absorptus, restabit igitur in sedecimis de veteri errore error multo minor. Quod si proportione utamur: ut quia primi eccentrici error fuit 10½ graduum, secundi error 9 vel 28 minutorum, nempe illius septuagesima et vicesima quinta pars, jam iterum totuplos faciamus secundos errores tertiorum: planè |
121 intra sensuum defectum negocium coegerimus etiam circa sedecimas
40 temporis.

16) KAF

Ita vel jam patet, quatenus et quomodo verum sequatur ex falsis principiis: nempe id, quod in hisce falsum, speciale est et abesse potest; quod vero necessitatem affert veritati, sub generali ratione verum omnino et ipsum est.

Denique ut falsa haec principia tantummodo sunt apta certis locis per totum circulum: ita neque verum citra illos ipsos locos omnimode sequitur, nisi quatenus accidit huic negocio, ut a sensuum subtilitate differentia aestimari amplius non possit.

Atque haec eadem hebetudo sensuum tegit etiam hunc errorculum, qui in octavis temporum superest. Superesse autem sic demonstro.

Nam si ex B *rursum scribatur perfectus eccentricus, ut sint aequales* BD, BE, BF, BG*; fecerimusque* BC *tantam, ut* QAF *angulus imperatus existat: non equidem aeque arbitrio nostro relinquitur, quantum exhibere velimus angulum* SAG. *Fiet enim omnino necessarius. Veniat ex* A *perpendicularis in* QT, *quae sit* AZ. *Sit autem* AC *(ut supra)* 18564, *qualium* CQ 100000. *Et quia* ACZ 45°, *fiet* AZ *vel* ZC *(utraque harum partium)* 13127. *Ergo* ZQ 113127, *et* AQZ 6°. 37′. 5″, *et* QAZ 83°. 22′. 55″. *cujus tangens* 864092. *Sumatur autem* FAZ 9′ *scrupulis minor. erit ejus tangens* FZ 844900. *Sed qualium* AZ *est* 13127, *erit* ZF 110910. *Quare* QF 2217. *Est autem major* QF *quam* TD. *quod sic demonstro.* QT *est diameter circuli. aequalis ergo est ipsis* FB, BD, *semidiametris junctis. Sed* BF, BD, *simul sumptae sunt majores quam* FD. *ergo et* QT *major quam* FD. *Communis auferatur* FT. *Major igitur residua* QF *quam* TD. *Et tamen nos ex abundanti patiemur aequalem esse. Subtrahatur* CZ 13127 *a* CT, *ut* ZT *relinquatur* 86873. *Igitur ex* AZ, ZT, *noscitur* ATZ, *estque* 8°. 35′. 33″. *Igitur* ZAT 81°. 24′. 27″. *Et quia* ZT 86873, *addam ei aequalem ipsi* QF, *ac si esset* TD *scilicet* 2217. *Fiet* ZD 89090. *Sed qualium* AZ *est* 100000, *fiet* ZD *tangens anguli* ZAD 686291. *Itaque hic angulus* 81°. 42′. 35″. *Sed* ZAT *fuit* 81°. 24′. 27″. *Ergo* TAD *vel* SAG *minor est quam* 18′. 8″. *differentia, eo quod* TD *sit minor quam* 2217.

Ecce hic necessarium angulum TAD, qui debuit esse $27^{3}/_{5}$ minut. Itaque si QAF pro 9 minutis facias 12′, fiet TAD 24′. Atque utrinque Planeta 3 scrupulis fiet altior justo. Aequatio ergo nimis videbitur magna. quare eccentricitas nimis magna. Minuetur igitur parumper, ut in lineis AK, AL, Planeta circiter 1½ fiat depressior, atque in DE, FG, totidem (scilicet 1½) scrupulis altior.

Ita per hanc contemperationem variarum causarum fit, ut errore altero alterum compensante calculus intra sensuum subtilitatem adducatur deprehendique non possit specialis hypotheseos falsitas. Itaque gloriari non possit haec vafra meretricula de veritate (pudicissima puella) in suum lupanar pertracta. Honesta quaedam foemina meretricem praeeuntem arcte sequebatur ob viarum angustiam et turbam hominum:

122 quam stulti et lippi Logicarum argutiarum professores, qui | frontem ingenuam a perfricata nequeunt discernere, censuere meretricis esse pedissequam.

Atque haec proculdubio causa est, cur cap. XVIII in ♋ ♌ ♏ et passim alibi adhuc unum et alterum scrupulum desit. Sed neque error deprehendi facile possit, cum observationes usurpatae non incidant in apsidas et quartas octavasque temporum.

CONCLVSIO SECVNDAE PARTIS

Hactenus itaque traducta fuit hypothesis primae inaequalitati serviens (in qua BRAHEO cum COPERNICO convenit; utrique vero nonnihil in forma a PTOLEMAEO dissentiunt) a medio motu Solis, quem omnes tres autores adhibuerunt ad apparentem motum Solis. Deinde ostensum est, sive apparentem motum Solis et hypothesin cap. XVI inventam sequamur, sive medium motum Solis et hypothesin cap. VIII ex restitutione BRAHEI propositam, utrinque sequi falsas distantias Planetae a centro seu Solis (COPERNICO et BRAHEO) seu mundi (PTOLEMAEO). Itaque quae prius aedificaveramus ex observatis Braheanis, posterius ex aliis ejusdem observatis rursum destruximus. quod necessario nobis contigit probabilia nonnulla sed revera falsa (imitatione priorum artificum) secutis.

Tantum quidem operae datum est imitationi huic priorum artificum, qua secundam hanc Commentariorum partem concludo. |

123

COMMENTARIORVM

DE MOTIBVS STELLAE MARTIS

PARS TERTIA

INVESTIGATIO SECVNDAE INAEQVALITATIS ID EST MOTVVM SOLIS VEL TELLVRIS

SEV CLAVIS ASTRONOMIAE PENITIORIS

VBI MVLTA DE CAVSIS MOTVVM PHYSICIS

CAPVT XXII

EPICYCLVM, SEV ORBEM ANNVVM, NON AEQVALITER CIRCA PVNCTVM AEQVALITATIS MOTVS SITVM

In hunc igitur modum antecessores nostri primum inaequalitatem primam mensi sunt. Postea calculo constituto, qui locum Planetae eccentricum repraesentaret ad quodvis momentum, conversi sunt ad inaequalitatem secundam (quae a Sole pendet) explorandam; comparantes locum visum seu apparentem cum loco eo, quem eccentricus et sola prima inaequalitas Planetae assignarent.

Cum autem mihi hanc eandem semitam eunti anceps bivium apparuerit superiori XIX capite et XX; et observationes (fidissimi duces) cum observationibus pugnare sint deprehensae: cogitandum fuit de tota ratione itineris aliter instituenda, methodo quae sequitur.

Primum hac parte tertia aggrediar secundam inaequalitatem, et in illa per observationes indubias demonstrabo vel confirmabo vel refutabo, quae hucusque in principiis posui, dubio tamen assensu. nam hac veluti clave inventa, reliqua patebunt. Postea parte quarta ad inaequalitatem primam accedam.

In Mysterio Cosmographico cap. XXII cum Physicam causam aequantis Ptolemaici vel secundi epicycli Copernico-Tychonici redderem, mihi ipsi objeci in fine capitis: quod si causa a me allata genuina esset, omnino per omnes Planetas valere debuerit. Cum autem Tellus, una ex sideribus (COPERNICO), vel Sol (reliquis), aequante hoc hactenus non indiguerit, speculationem illam incertam esse volui, quoad Astronomis amplius liqueret. Suspicionem tamen concepi, fore et huic theoriae suum aequantem. Postquam in TYCHONIS notitiam veni, suspicio haec in me confirmata fuit. Nam BRAHEVS in literis anno MDXCVIII ad me in † Styriam missis haec verba ponit:

Orbis annuus juxta COPERNICVM, *vel epicyclus secundum* PTOLEMAEVM, *non videtur ejusdem semper magnitudinis, quoad ipsum eccentricum collatione facta; sed alterationem adducit in omnibus tribus superioribus sensibilem, adeo ut angulus differentiae in Marte ad gradum unum min.* 45 *excrescat.*

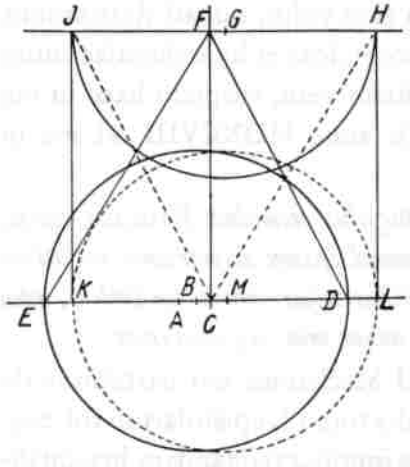
Idem eodem tempore in appendice ad Mechanica seu narratione de † suis studiis perstrinxit. Nec multo alia verba tomo I. epistolarum fol. 209. ubi existimat, causa eccentricitatis Solaris immisceri quandam inaequalitatem etiam eccentrici aequationibus et situbus acronychiis. quod parte prima refutatum quidem est, non redundare in situs acronychios, vel

certe minimum aliquid; at videtur per correctionem quandam de quadrangulationibus Martis cum Sole intelligi debere. [1]

Jam tum, cum orbem annuum audirem augeri minuique, dictabat mihi genius, id phantasma oriri ex eo, quod orbis annuus COPERNICI vel epicyclus PTOLEMAEI non aequaliter a centro illo distet, circa quod aequalibus temporibus aequales conficere ponitur angulos. Nam quae causa Physica, augeri et minui circuitum centri systematis Planetarii (TYCHONICI) vel circuitum terrae (COPERNICO) vel epicyclum sidus gestantem (PTOLEMAEO)? quae haec inquam in Astronomia sine exemplo novitas, sine verisimilitudine absurditas? Quin potius credi par erat, alibi Solem (COPERNICO) vel centrum systematis Planetarii (TYCHONICI) vel corpus Planetae (PTOLEMAEO) a suscepto aequalitatis puncto (quiescente apud COPERNICVM et TYCHONEM, circumeunte in eccentrici circumferentia apud PTOLEMAEVM) longius distare, alibi brevius: atque id proculdubio in linea apsidum. Atque huic rei commodam occasionem videbatur suppeditare mea illa ex Mysterio meo Cosmographico derivata suspicio, si nempe in theoriam Solis (vel theoriam ut ita dicam epicycli Ptolemaici) aequans introduceretur.

Opoς. Centrum systematis Planetarii est communis sectio linearum, quae per singulorum Planetarum apsides traducuntur. Atque id punctum est vel proxime corpus Solis, ut BRAHEO initio placuit, vel in ipso centro Solis, ut ego corrigo.

Esto ut incipiat inaequalitas secunda a linea medii motus Solis, ut hactenus placuit artificibus (ne quis meam novationem, qui apparenti Solis motu utor, in hoc negocio suspectam habeat), *et consurgat in schemate praesenti eccentricitas Planetae apud* COPERNICVM, *non a centro Solis* A, *sed a* C *puncto circa quod regularis esse ponitur terrae motus. Id vero punctum* C *sit non orbis terreni* DE *sed tantum aequalitatis centrum, longius ab* A *Sole distans quam* B *centrum orbis terreni* ED. Dico his concessis, observationes tales exhibitum iri, ex quibus quis suspicari possit, orbem annuum DE augeri minuique. *Erigatur ex* C *perpendicularis ipsi* DE, *quae sit* CF: *et sit Martis stella bis in* F, *et cum terra est in* D *et cum in* E: *et connectatur* F *cum punctis* D. E. *Quia ergo* C *est punctum aequalis motus terrae in* DE, *erit* FCD, FCE, *anomalia commutationis, et (ut ponimus) aequalis utrinque. Quod si igitur aequales essent* CD, CE *(ut hactenus putabatur), tunc et* DFC *et* EFC *anguli seu parallaxes orbis essent utrinque, apud utramque anomaliam commutationis, aequales. At quia* CE *major quam* CD, *major etiam apparebit angulus* CFE *angulo* CFD. *Propterea ille qui non attendit, hanc amplificationem contingere tantum in* E *vel vicinis locis, et contrariam diminutionem in* D *loco*



contrario tantum; censebit totum orbem annuum interdum fieri ampliorem, mensura CE*; interdum angustiorem, mensura* CD *: propterea quod talis aliquis cum hactenus usitata Astronomia praesupponit,* C *punctum aequalis motus esse idem et centrum circuli* DE.

In forma Ptolemaica *sit terra in* C*: lineae medii motus Solis,* CK, CL, *pro eo quod prius* COPERNICO *fuerant* DC *et* EC*: et sit centrum, circa quod*
126 *motus epicyclicus regularis est, in* F*: et ipsi* ED *aequalis et parallelos* IH,[1] *ut ducta* CI *sit parallelos ipsi* DF *et* CH *ipsi* EF. *Translata enim* E *terra seu visu in* C *centrum mundi, ut* PTOLEMAEO *placet, transfertur et* F ♃ *in* H. *Sic*
10 *propter translatum* D *in* C*, transfertur* F *in* I. PTOLEMAEVS *ergo existimans,* F *punctum, circa quod epicycli* IH *motus aequalis est, esse etiam centrum epicycli* IH, *omnino* FI *et* FH *ponit aequales: proptereaque in anomalia coaequata utraque tam* HFC *quam* IFC*, hoc est (secundum hoc schema) tam* 90° *quam* 270°*, unam et eandem statuit aequationem epicycli, nempe aequales angulos* HCF *et* ICF. *Quod si observatio testetur majorem esse* HCF *quam* ICF*, tum centrum epicycli non erit in* F *puncto aequalis motus sed in* G *versus* H*: et posito, quod* F *nihilominus centrum epicycli esse putetur, omnino epicyclus auctus esse videbitur in anomalia* 90° *circa* H*, minutus in* 270° *circa* I*, Marte motu eccentrico (hoc est, linea* CF*) in eodem loco Fixarum versante utrinque.*

20 In forma Tychonica *maneat* C *terra,* DE *circulus Solis, centro* B*, sed aequalitatis centro* A*: sintque lineae quibus Planeta videtur (scilicet* CI*, et* CH*) eaedem quae in* PTOLEMAEO. *Igitur ex* H *et* I *descendant ipsi* FC *paralleli* HL, IK*: ut* K *et* L *sint centrum systematis Planetarii, cujus circuitus centrum sit* M *versus perigaeum Solis, ut quanto* B *verum centrum circuitus Solis praeter opinionem descendit infra* A *putativum centrum ejusdem circuitus Solis, tanto et* M *centrum circuitus* KL *(in quo circuitu punctum invenitur, a quo consurgit Martis eccentricitas) descendat sub* C*: sintque aequales* AC *et* BM. *Erit linea coaequati motus in eccentrico (scilicet* KI, LH*) post integras Planetae restitutiones sibi parallelos. Existimans igitur* TYCHO C *terram esse in medio cir-*
30 *cuitus* KL *deferentis eccentricos Planetarum, angulos* CIK. CHL. *faciet aequales, quando* CLH. CKI. *commutationis anguli sunt aequales. Qui si deprehendantur inaequales, et* CHL *major, erit et* CL *major quam* CK*:* et KL orbis deferens centrum systematis videbitur in L crescere, in K imminui; eo quod non creditur, M centrum orbis qui defert systemata Planetarum esse extra C terram, circa cujus centrum motus illius orbis est aequalis.

Nam ad tegendam veram causam hujus diversitatis, nempe ad liberandam suspicione eccentricitatem Solis, multum confert, quod hoc pacto* ibi brevis fit CK distantia centri systematis a terra, ubi longa fit CE distantia Solis a terra; et contra, illa CL longa, ubi haec CD brevis.

40 Causa conversarum in hunc modum apsidum haec est. Terra enim COPERNICO perambulat contrarias partes Soli Tychonico et epicyclo

* Nota mihi hoc ἀπροσδόκητον. Si vera est generalis Ptolemaica vel Braheana hypothesis de mundi systemate, et si

simul medio motu Solis utamur; tunc illi epicyclus, huic circulus deferens systemata Planetaria, fit eccentricus, cujus apogaeum vergit in partes apogaeo Solis praecise contrarias: eccentricitas vero ejus, ut infra sequetur, praecise aequat eccentricitatem Solis veram, seu dimidium hactenus creditae.

Ptolemaico: et vero DC, CE, distantiae terrae a Sole, Solis a terra, et Martis H vel I a centro F aequalitatis epicycli, subtendunt angulos per omnes tres formas ejusdem quantitatis: ergo et distantiae Solis et terrae Copernicanae in contrarias pla|gas transferentur a BRAHEO et PTOLE- 127
MAEO, nimirum CE in CL vel FH, et CD in CK vel FI.

Vt igitur hanc speculationem observationibus vel confirmarem vel convellerem, hanc viam insistebam. Cum apogaeum Solis sit in 5½° ♋, quaesivi an extaret observatio, cum ♂ ratione primae inaequalitatis esset bis in 5½° ♎ vel ♈: Sol vero altrobique in 5½° ♋, deinde in 5½° ♑. Atqui hoc non est possibile, ut fiat intra tam breve (XX vel XXX annorum) spacium. Motus enim periodici Martis et Solis sunt incommensurabiles, nec unquam simul in suas quartas vel opposita incidunt post peractos alterutrius circuitus integros eorumque dimidia et quartas. Oportuit igitur eligere quod fuit quaesito proximum, et multos constituere dies per hos XX annos, quibus Planeta est observatus, in quibus anomalia commutationis coaequatae esset 90° vel 270° vel proxime tanta, Marte in 6 ♈ vel ♎ (vel circa) versante. Postmodum illos dies omnes oportuit in catalogum observationum Martis immittere, ut viderem an etiam iis momentis fuisset observatus. Quod nisi frequentissime fuisset ♂ observatus a diligentissimo TYCHONE BRAHE, tam exquisita fuit haec electio, ut voti compos fieri non potuissem. Cum autem TYCHO posuisset apogaeum Martis in 23½ ♌, requireretur vero locus Martis per aequationem eccentri correctus 5½ ♎: ergo anomalia coaequata requirebatur 42°. Et cum ex ipsius tabula coaequatae 42° responderet aequatio 8°. 15$^{3}/_{5}$′: ergo requirebatur anomalia media eccentri 50°. 16′: per quam ostendebantur mihi duodecim articuli temporum per annos viginti a MDLXXIX in MDC.

An autem ex his temporibus alicui esset anomalia coaequata commutationis semel 90, iterum 270; vel quanto illa major minorve, tanto haec minor majorve; sic artificiose fuit indagatum.

Vna Martis revolutio dies habet 687, duae Solis habent 730½: differentia dierum 43½, quibus de motu medio Solis respondent 42°. 54′. 23″. Tanto igitur variatur anomalia commutationis ad finem cujuslibet revolutionis Martis. Quando igitur intra unum biennium, quaeruntur duae commutationis anomaliae aequales invicem, Marte eodem utrinque eccentrici loco versante; oportet ut ille uterque commutationis angulus sit 21°. 27′. Intra IV annos requiritur 42°. 54′: intra sex annos 64°. 22′: intra octo annos 85°. 49′. Et nos postulabamus, si fieri potuisset 90°. Ergo binas nostras observationes quaerere oportebat distantes annis octo. Talis vero observationum biga non reperiebatur in catalogo habitarum observationum.

Conversus igitur sum ad distantiam sex annorum, invenique tandem, quod anno MDLXXXV D. XVIII Maji et anno MDXCI D. XXII Januarii extarent observationes idoneae. Nam correspondebant anno MDLXXXV D. XXX Maji H. V et MDXCI D. XX Januarii H. o. Vtrinque Martis longitudo media fuit 6^s. 22°. 43′. Aequatio Tychonica 9°. 14′. 52″ auferenda. Ergo ♂ ratione eccentrici in 13°. 28′. 16″ ♎.
128 Commutatio co|aequata anno MDLXXXV erat 8^s. 4°. 23′. 30″, qua arguebatur, more Ptolemaico, Planetam esse ultra perigaeum epicycli 64°. 23′. 30″ gradibus. Sic commutatio coaequata anno MDXCI erat 3^s. 25°. 36′. 30″, qua arguebatur, Planetam esse ante perigaeum epicycli 64°. 23′. 30″ partibus. Aequalis igitur utrinque commutationis angulus in schemate, FCD et FCE, vel CFI, CFH. Erat autem anno MDLXXXV Sol in 18° ♊ XVIII gradibus ante apogaeum, anno MDXCI in 9° ♒ XXXIII gradibus ultra perigaeum. quae inaequalitas caveri non potuit.

Jam ad observationes anno MDLXXXV D. XVIII Maji hora X½ noctis visus est ♂ in o°. 50′. 45″ ♍ cum lat. 1°. 19′. 30″ Borea. MAGINVS refert illum in 1°. 5′ ♍. abundat igitur 14′. 15′ minutis. Ergo cum die XXX vesperi hora V referat illum in 6°. 48′ ♍, rursum auferemus quod ante dies undecim peccabatur; retinebitque 6°. 34′ ♍. ubi paucula scrupula ponemus in errore, quod longa sit deductio per dies XII, nec diurnus idem vere sit, qui hic ex MAGINO adhibetur. Vt XVIII Aprilis praecedente hora X inventus est ♂ in 17°. 37½′ ♌, quem MAGINVS ponit in 18°. o′ ♌. Differentia 22½. quae differentia usque ad XVIII Maji per dies XXXIII imminuta fuit ad modulum 14¼′. Si ergo agamus proportionaliter, ut quia de differentia per XXXIII dies evanuerant octo scrupula, in eadem ratione per dies sequentes XII evanescent III scrupula, Differentia igitur die XXX Maji erit 11¼. Quare Mars correctius in 6 grad. 37 minut. ♍.

Sic anno MDXCI D. XXII Januarii mane hora VII distabat ♂ a Spica ♍ 34°. 32′. 45″ cum declinatione 17°. 25′ Austrina, in altitudine 16°. Ergo post cautas variationes horizontales declinatio 17°. 30′. Hinc ascensio recta 230°. 23′. 12″. longitudo 22°. 33′ ♍. latitudo 1°. o′. 30″ Borea. Distat vero tempus a nostro I die XIX horis, et diurnus ex MAGINO est 33′. Ergo tempori interjecto debentur 59′. Relinquitur ergo locus Martis ad XX Januarii hora o (quod momentum priori respondere dixeramus) 21°. 34′ ♏.

Et quia ex TYCHONIS restitutione CF est 13°. 28′ ♎ sat certo,
DF vero vel CI anno MDLXXXV . . 6. 37 ♍

Ergo DFC vel FCI erit . . . . . 36°. 51′.

7) MDXCV

Sic quia rursum CF est anno MDXCI . 13°. 28′ ≏ *
EF vero vel CH . . . . . 21. 34 ♏

Ergo EFC vel FCH erit . . . . . 38. 5½.

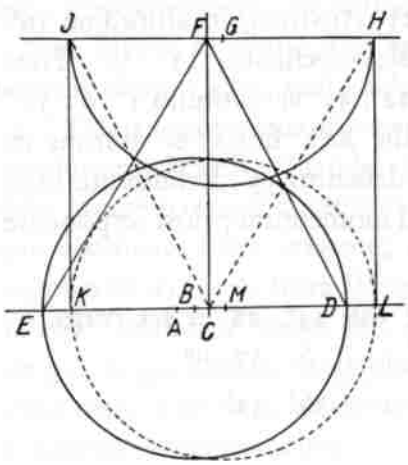
* Praecessio temporis intermedii non efficit 5 minuta. Hic igitur est neglecta.

Ecce magnam differentiam prosthaphaereseon orbis annui, cum tamen anomalia commutationis utrinque eandem polliceatur. Causam indicat nobis hypothesis Copernicana. Terra in D et E putabatur aequaliter distare a C puncto aequalis motus: invenitur vero distare inaequaliter, ut centrum ejus circuitus sit in B versus A Solem. Per aequipollentiam igitur epicyclus HI in forma Ptolemaica non aequaliter circumjectus est puncto F, cujus viam eccentricam | nobis acronychiae observationes 10 129
describebant, et circa quod motus epicycli regularis est. Et vergit G centrum epicycli ad E in partes perigaei Solaris. In Tychonica similiter KL deferens systemata Planetaria non aequabiliter ambit C terram, circa quam motus illius orbis regularis est, sed vergit M centrum ejus circuitus in partes perigaei Solis.

CAPVT XXIII

COGNITIS DVABVS DISTANTIIS SOLIS A TERRA ET LOCIS SVB ZODIACO ET APOGAEO SOLIS, INQVIRERE ECCENTRICITATEM VIAE SOLIS (VEL TERRAE COPERNICO)

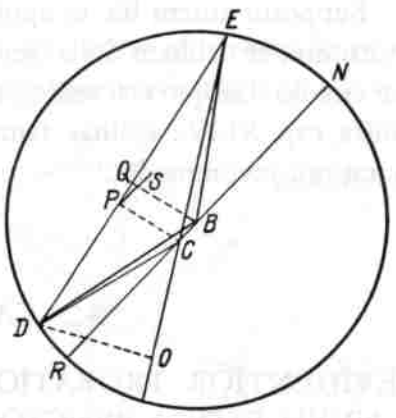
Hinc nobis non est difficile et mensuram tentare lineae BC. *Sit enim* 20
FC 100000. *Et quia* DFC *est* 36°. 51 *et* FCD 64°. 23′. 30″ *: ergo residuus* FDC *est* 78°. 45′. 27″. *Et ut sinus hujus anguli ad* FC 100000, *sic sinus* DFC *ad* DC 61148.



Eodem modo quia EFC 38°. 5½′ *minus, et* FCE 64°. 23′. 30″ *: erit* FEC 77°. 31′. 0″ *plus. Ergo* EC 63186 *minus.*

Exponatur orbis terrae NED. *in eo* CBN *linea apsidum, et* N *perihelium,* R *aphelium,* B *centrum,* C *punctum aequalitatis motus,* E. D. *loca duarum observationum, quae connectantur cum* C *et cum* B. *Est igitur* EC *et* CD *in iisdem numeris cognita, et notus angulus* ECD, *nempe* 128°. 47′. 19″. *Continuetur* EC*: et in* 30

eam ex D *perpendicularis descendat* DO: *ut et in* D, E, *duae perpendiculares ex* C. B. *quae sint* CP, BQ. *Est igitur* DCO 51°. 12′. 41″ *et* CDO 38°. 47′. 19″. *Quare qualium* DC 61148, *erit* DO 47660 *et* CO 38305. *quae apposita ad* CE *efficit* EO 101491. *Ex datis autem* DO, OE, *circa rectum habetur* DEO 25°. 9′. 20″. *Quare* DE 112125. *cujus dimidium est* DQ *scilicet* 56062½, *quia* DB, BE, *aequales. Et quia* DEC *fuit* 25°. 9′. 20″, *erit* EDC *vel* PDC 26°. 3′. 21″. *Quare qualium* DC 61148, *talium* CP *fiet* 26858, *et* PD 54932. *quae aufer a* QD. *relinquitur* PQ 1130½. *Hinc jam ex cognita inclinatione linearum* ED *et* NC *facile habetur longitudo* CB. *Nam quia* CR *est linea aphelii in* 5°. 30′ ♎; CD *vero* 17°. 52′ ♐, *quia Sol in* 17°. 52′ ♊: *erit* DCR 17°. 38′. *Sed* EDC *fuit* 26°. 3′. 21″. *Ergo facta subtractione relinquitur dictarum linearum inclinatio* 8°. 25′. 21″. *Agatur ex* P *ipsi* CB *parallelos* PS. *quae aequabit* CB. *et* CP *aequabit* BS. *In triangulo igitur* PQS | *rectangulo, ut sinus totus ad tangentem et secantem anguli* QPS 8°. 25′. 21″, *sic* PQ *cognita ad* QS 167, *et* SP 1143 *quae est* CB. *Et quia aequales* PC *et* SB *scilicet* 26858: *appone igitur* QS: *prodibit* QB 27025. *In rectangulo igitur* DQB *datis lateribus circa rectum, dabitur et* DB 62237. *Ergo proportio* DB *ad* BC *(radii ad eccentricitatem quaesitam) est eadem, quae* 62237 *ad* 1143. *Vt autem* 62237 *ad* 100000, *sic* 1143 *ad* 1837. *Haec tandem est eccentricitas quaesita. Fieret autem minor, si praeceßionem aequinoctiorum curaremus, quia tunc* CE *minor.*



Ex his itaque duabus observationibus et assumpto vero loco aphelii Solis, extruitur distantia puncti nostri aequatorii C vel F (quod centrum putabamus) a vero centro orbitae B vel C vel M, scilicet 1837, qualium radius ejus orbitae est 100000. Tycho Brahe vero eccentricitatem Solis, hoc est, distantiam C puncti aequatorii ab A centro corporis Solaris (in Copernico) vel distantiam A puncti aequatorii motus Solaris a C centro terrae (in Tychonico-Ptolemaica suppositione) invenit 3584. cujus dimidium 1792 parum admodum ab 1837 dissidet. Consentaneum igitur est, dimidiationem eccentricitatis in theoria Solis valere, quae prius etiam capite XIX et XX in eccentrico Martis valuerat. Nam observationes a me adhibitae non sunt adeo scrupulosae (propter longas deductiones, et usurpationem diurni controversi) ut de XLV particulis centies millesimis certi quid definire possint: ut taceam praecessionem temporis intermedii neglectam in motu eccentrico Martis et Solis.

21) 26589 29) B vel G

Quae hic de circuitu Telluris demonstrata sunt, simili plane ratione et de epicyclo Ptolemaico et de Tychonico deferente systematis demonstrari possunt; tantummodo, ut in schemate apsides in contrarias partes convertantur.

Supposui autem hic et apogaeum Solis a TYCHONE loco justo constitutum, et orbitam Solis (seu terrae) quam corpore peragrat, ordinari in circulo. De quo etsi analogia ad Planetas caeteros diversum testabitur infra cap. XLIV: exilitas tamen deflexus plane nihil nostrae demonstrationi incommodat.

CAPVT XXIV

EVIDENTIOR PROBATIO, EPICYCLVM SEV ORBEM ANNVVM ESSE A PVNCTO AEQVALITATIS ECCENTRICVM

Haec igitur initia fuerunt hujus inquisitionis, timida illa et tam multis cautionibus operosa, ut aequalis haberetur ex utroque latere anomalia commutationis. [1]

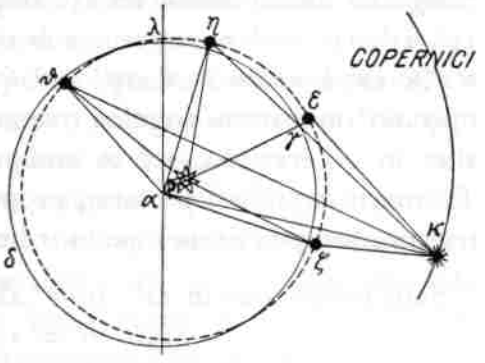
Jam postquam semel hujus rei periculum fecimus, audacia subvecti 131
porro liberiores esse in hoc campo incipiemus. Nam conquiram tria vel quotcunque loca visa Martis, Planeta semper eodem eccentrici loco versante: et ex iis lege triangulorum inquiram totidem punctorum epicycli vel orbis annui distantias a puncto aequalitatis motus. Ac cum ex tribus punctis circulus describatur, ex trinis igitur hujusmodi observationibus situm circuli, ejusque augium, quod prius ex praesupposito usurpaveram, et eccentricitatem a puncto aequalitatis inquiram. Quod si quarta observatio accedet, ea erit loco probationis.

Primum tempus esto anno MDXC D. V Martii vesperi H. VII M. X eo quod tunc ♂ latitudine pene caruit, ne quis impertinenti suspicione ob hujus implicationem in percipienda demonstratione impediatur. Respondent momenta haec, quibus ♂ ad idem fixarum punctum redit: A. MDXCII D. XXI Jan. H. VI M. XLI: A. MDXCIII D. VIII Dec. H. VI M. XII: A. MDXCV D. XXVI Octob. H. V M. XLIV. Estque longitudo Martis primo tempore ex TYCHONIS restitutione $1^{s}.\ 4°.\ 38'.\ 50''$: sequentibus temporibus toties per $1'.\ 36''$ auctior. Hic enim est motus praecessionis congruens tempori periodico unius restitutionis Martis. Cumque TYCHO apogaeum ponat in $23\frac{1}{2}°$ ♌, aequatio ejus erit $11°.\ 14'.\ 55''$: propterea longitudo coaequata anno MDXC $1^{s}.\ 15°.\ 53'.\ 45''$.

Eodem vero tempore et commutatio seu differentia medii motus Solis a medio Martis colligitur 10ˢ. 18°. 19′. 56″: coaequata seu differentia inter medium Solis et Martis coaequatum eccentricum 10ˢ. 7°. 5′. 1″.

Primum haec in forma Copernicana ut simpliciori ad sensum proponemus.

Sit α punctum aequalitatis circuitus terrae, qui putetur eße circulus ϑγ ex α descriptus: et sit Sol in partes β, ut αβ linea apogaei | 132 *Solis vergat in* 5½ ♋: *quamvis hunc gradum cap. XXV libere inquisituri sumus quasi incognitum. Et sit terra A. MDXC in αϑ, anno MDXCII in αη, anno MDXCIII in αε, anno MDXCV in αζ. Et anguli ϑαη· ηαε· εαζ· aequales, quia α est punctum aequalitatis, et periodica Martis tempora praesupponuntur aequalia. Sitque Planeta his quatuor vicibus in κ, ejusque linea apsidum αλ. Est ergo angulus ϑακ secundum indicium anomaliae commutationis coaequatae* 127°. 5′. 1″.



Quod visum locum Martis attinet, is die IV antecedente hora simili fuit 24°. 22′ ♈. *diurnus ejus diei esset* 44. *Ergo ad nostrum tempus visus fuit in* 25°. 6′ ♈. *qui est situs lineae ϑκ. Sed ακ tendit in* 15°. 53′. 45″ ♉. *Ergo ϑκα est* 20°. 47′. 45″. *Residuus igitur αϑκ ad duos rectos est* 32°. 7′. 14″.

Vt igitur sinus αϑκ ad ακ, quam dicemus esse partium 100000: *sic ϑκα ad ϑα quaesitum. Est ergo ϑα* 66774.

Quod si reliquae ηα, εα, ζα, ejusdem prodibunt longitudinis, falsum erit quod suspicor: at si diversae, omnino vicero.

Secundo igitur, anno MDXCII ad nostrum momentum est longitudo coaequata 1ˢ. 15°. 55′. 23″: *commutatio coaequata* 8ˢ. 24°. 10′. 34″. *hoc est, ηακ angulus est* 84°. 10′. 34″. *Visus est die XXIII Januar. H. VII. M. XV in* 11°. 34½′ ♈ *correctione per parallaxin adhibita. Et est motus bidui ejus* 1°. 25′. *Ergo die XXI hora VII M. XV in* 10°. 9½′ ♈ *est visus. Residua scrupula horae abjiciant dimidium minutum. Ergo angulus ηκα est* 35°. 46′. 23″, *et ακη* 60°. 3′. 3″, *et αη* 67467 *jam longior quam αϑ. Sane quia Sol versus perigaeum descen*| 133 *dit, et terra ex ϑ in η transposita est; circa quas partes Solem invenit ultra β, in appropinquanti puncto.*

Tertio, anno MDXCIII ad nostrum momentum est longitudo 1ˢ. 15°. 56′. 56″ *coaequata, commutatio coaequata* 7ˢ. 11°. 16′. 16″, *hoc est εακ* 41°. 16′. 16″.

Observatus est die X Decembris hora VII M. XX in 4°. 45′ ♈ *cauta parallaxi. Motus bidui ejus est* 1°. 8′. *Ergo VIII Decemb. hora VII M. XX*

visus in 3°. 37′ ♈: *hora vero nostra VI M. XII in* 3°. 35½′ ♈. *Hinc* εκα 42°. 21′. 30″, *et* κεα 96°. 22′. 14″, *et* αε 67794 *rursum longior; nam et propior perigaeo Solis.*

Quarto, anno MDXCV ad nostrum momentum est longitudo coaequata 1ˢ. 15°. 58′. 30″, *commutatio* 5ˢ. 28°. 21′. 55″, *hoc est angulus* καζ *est* 1°. 38′. 5″.

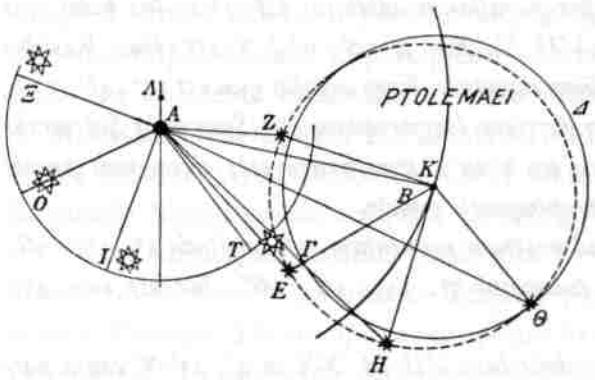
Observatus est die XXVII Octob. hora XII M. XX in 18°. 52′. 15″ ♉ *retrogradus. Motus diurnus est* 23′. *Itaque die XXVI hora XII M. XX est in* 19°. 15′. 15″ ♉: *hora vero nostra in* 19°. 21′. 35″ ♉. *Igitur* ακζ 3°. 23′. 5″ *et* αζκ *complementum* 5°. 1′. 10″ *et* αζ 67478. Sed periculosa est haec ultima operatio ob parvos angulos trianguli, in quibus si scrupulus unus et alter in observando, vel in computando loco Martis eccentrico ex TYCHONIS hypothesi peccatur, proportio angulorum facile mutatur ad sensum. Sed jam omnes quatuor lineas oculis subjiciam.

Solis medio loco in 22°. 59′ ♈	αϑ	66774
10. 6 ♒	αη	67467
27. 13 ♐	αε	67794
14. 20 ♏	αζ	67478

Est ergo longissima αε, quae et proxima perigaeo Solis; brevissima αϑ, quae etiam remotissima a perigaeo Solis; et fere aequales αζ et αη, quia etiam pene aequaliter absunt a perigaeo.

Etsi vero αζ longior est paulo quam αη quae propior perigaeo: id tamen exilitati angulorum in ζ tribuendum est, per quam facile tam parvum aliquid peccatur. Ergo circulus δγ, qui descriptus est a COPERNICO ex α puncto aequalitatis motus terrae, non est iter terrae: sed est alius quispiam circulus ϑηεζ, in quo terra versatur; cujus centrum vergit in easdem partes, in quibus Sol est, scilicet in β.

In forma Ptolemaica *sit Tellus in* A, *Solis sphaera* ΞOIT, K *centrum epicycli putativum, id nempe, circa quod epicyclus ipse putativus* ΔΓ, aequalis theoriae Solis. quod ad omnimodam aequipollentiam inter hypotheses COPERNICI et BRAHEI est necessarium factu: etsi ad praesentem demonstrationem nihil refert, in quacunque proportione sint orbis Solis et epicyclus Planetae; dum-

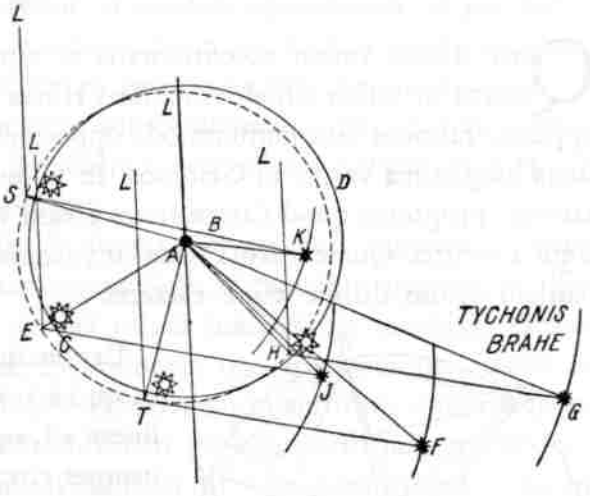


28) ΞOIT, centrum

modo aequales habeant restitutiones. *Sitque* AA *linea apsidum Martis. Sint* AK, AA, *paralleli prioribus* αϰ, αλ, *in Copernicana forma. Educantur ex* A *centro terrae, lineae* AΘ, AH, AE, AZ, *paralleli prioribus* ϰϑ, ϰη, ϰε, ϰζ, *et aequales; ut sit Mars anno MDXC in* Θ, *MDXCII in* H, *MDXCIII in* E, *MDXCV in* Z: *et simul medius Solis motus iis temporibus ordine sit* AT, AI, AO, AΞ, *ut sint* KΘ *et* AT *paralleli, et sic reliquae; pro ut notum est de Ptolemaica hypothesi. Connexis igitur* Θ. H. E. Z.
134 *cum* K, *demon*[1] *strabitur (ut prius) iisdem plane numeris, lineis et angulis, has lineas praeter opinionem esse inaequales, ac propterea Martem non in cir-*
10 *culo* ΓΔ *versari, cujus sit centrum in* K *puncto aequalitatis motus, sed in* ZEHΘ *circulo, cujus centrum a* K *versus* B *vergat, propemodum in linea* KB. *quae sit parallelos lineae ex* A *terra per perigaeum Solis ductae.*

Vergit igitur apogaeum epicycli in perigaeum Solis. Et quia epicyclus propter omnimodam aequipollentiam, ut jam dictum, ponendus est aequalis circuitui Solis, et ZK parallelos ipsi ΞA, et EK ipsi OA, et HK ipsi IA, et ΘK ipsi TA: igitur etiam ipsas ΞA, OA, IA, TA, inaequales esse verisimile est: et punctum medii loci Solis (Braheana notione centrum epicycli Solis) per circuitum a puncto aequalitatis distare inaequaliter. Quod obiter interjeci. nihil n. facit ad praesentem
20 demonstrationem, nisi quod eam extendit amplius.

In forma Tychonica *sit* A *terra, et ex ea scribatur Solis concentricus* CD, *qui putetur esse deferens systema Planetarum; cum sit* A *punctum aequalitatis motus concentrici Solis. Erit itaque Sol ipse in alio eccentrico circulo. Sit ejus centrum ab* A *versus partes* B. *Sit autem* AL *regula lineae apsidum Martis, ut linea apsidum circulatione et trans-*
30 *positione sui eccentrici semper maneat parallelos ipsi* AL. *Sint autem lineae medii motus Solis ad nostra quatuor momenta* AH, AT, AE, AS: *et ex* A *ejiciantur*



lineae visionum Martis, prout supra descriptae sunt, in hunc vel illum zodiaci
135 *gradum vergere. Et quia ponitur Mars omnibus quatuor vicibus*[1] *eodem loco eccentrici: quare distantiae ejus a punctis medii loci Solis aequales erunt omnes et paralleli. Sint* GH, FT, IE, KS, *omnes aequales, et anguli* LHG. LTF.
40 LEI. LSK. *aequales priori* ΛAK *vel* λαϰ, *sic ut Mars ad nostra momenta sit*

3/4) αϑ, αη, αε, αζ 12) ducta

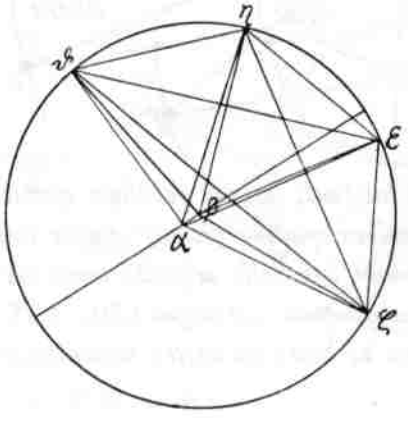
in G. F. I. K. Et ut obiter moneam, haec quatuor puncta G. F. I. K. facient in rei veritate arcum plane aequalem et aequaliter situm cum priori arcu ΘHEZ in forma Ptolemaica: quia nulla amplius est differentia, quam quod PTOLEMAEVS epicyclum, theoriae Solis aequalem, in eccentrico circumfert, TYCHO eccentricum in theoria Solis seu in aequali circulo ipsi epicyclo Ptolemaico.

Rursum igitur manentibus iisdem angulis et numeris demonstrabitur, quod lineae AH, AT, AE, AS, *praeter opinionem sint inaequales*. Itaque punctum illud eccentrici, unde consurgit Martis et omnium Planetarum eccentricitas (quod jam ponitur in linea medii motus Solis secundum mentem artificum priorum) non circumit in illo circulo DC, circa cujus centrum A aequales facit angulos aequalibus temporibus; sed in circulo HTES, cujus centrum a B centro eccentrici Solis vergit in partes contrarias, ut hactenus crassa Minerva ex ipsis lineis apparuit.

CAPVT XXV

EX TRIBVS DISTANTIIS SOLIS A CENTRO MVNDI, COGNITIS LOCIS SVB ZODIACO, INQVIRERE APOGAEUM ET ECCENTRICITATEM SOLIS VEL TERRAE

Quantitatem autem eccentricitatis et situm apogaei probabo jam porro in unico circulo omnibus tribus formis apto. Facile enim apparet, rationes esse tantummodo oppositas. ut in forma Copernicana linea longissima vergit in Geminos, in reliquis formis vergit in Sagittarium: propterea quod COPERNICVS visum versus centrum dirigit, reliqui a centro. Quare etiam COPERNICVS trans centrum in partes zodiaci easdem visum dirigit cum caeteris.



Exponatur circulus ϑηεζ centro β, in quo a suscepto puncto α sint datae lineae αϑ, αη, αε, αζ, ut prius; et anguli insuper circa α dati; est enim quilibet eorum 42°. 52′. 47″. Quaeritur et quantitas αβ, et casus ejus lineae inter Fixas seu respectu caeterarum linearum. Sumantur ϑηε et connectantur invicem. Nam tria puncta sufficiunt ad hoc investigandum. [1]

136 Primum in triangulo ϑαη dantur latera et angulus comprehensus, quaeritur ϑη, ostenditurque lege triangulari 49169 in priori dimensione laterum αϑ et αη.

Secundo, in triangulo αεη quaeritur angulus αεη, inveniturque 68°. 12′. 26″.

Tertio, in triangulo ϑαε quaeritur angulus αεϑ, inveniturque 46°. 39′. 10″. qui ablatus ab αεη relinquit 21°. 33′. 16″. Estque hic angulus ϑεη ad circumferentiam. Duplum igitur ejus 43°. 6′. 32″ erit ϑβη angulus ad centrum, quia β ponitur esse circuli centrum. In ϑβη igitur isoscele anguli dantur cum latere ϑη prius invento. Quaeritur ϑβ amplitudo radii circuli, inveniturque 66923. Et quia βϑη est 68°. 26′. 44″: prius verò, cum ϑη quaereretur, fuit αϑη 69°. 18′. 46″: ergo βϑα est 0°. 52′. 2″. Igitur in triangulo βϑα ex lateribus et comprehenso quaeritur ϑαβ et αβ. Invenitur autem angulus ϑαβ 97°. 50′. 30″, ut vergat αβ in 15°. 8′. 30″ ♊: quia αϑ vergit in 22°. 59′ ♍. Tycho verò ponit apogaeum Solis in 5½ ♋. Vides igitur hac ipsâ liberrimâ inquisitione ad veritatem Tychonicam nos accedere intra gradus 20°. Invenitur autem αβ 1023. Quod si ϑβ accipiat dimensionem 100000, αβ fiet 1530. Eccentricitas vero tota Solis est 3592. dimidium 1796 vel 1800. Hic igitur paulò minus dimidio eccentricitatis Solaris eccentricitati circuli nostri vindicatur. Sed memineris, observationes circa minima peccare aliquid posse: et usurpatam ex Tychone longitudinem mediam aequationemque controversam. Quod facile patebit, si eandem operationem et per ϑηζ et per ηεζ et per ϑεζ fueris exsecutus. Nam tot vicibus prodit αβ paulo alia quantitate, caditque in locum sub Fixis ultra citraque 5½ ♎ ♋.

Infra igitur majorem circa hoc adhibebimus diligentiam. Nam saepius luculenta demonstratione dimidium eccentricitatis Solaris invenietur et apogaeum proximè Tychonicum.

Demonstratum est igitur in forma Copernicana, centrum circuitus terrae esse medio loco inter corpus Solis et punctum aequalitatis illius circuitus: hoc est terram in sua orbitâ inaequaliter incedere; tardam fieri ubi longe a Sole recedit, velocem ubi appropinquat. quod est Physicis rationibus et analogiae Planetarum caeterorum consentaneum.

Eodem modo demonstratum est in Ptolemaica formâ, epicyclum à puncto, circa quod ejus motus aequalis est, esse eccentricum, et eccentricitatem dimidiam de eccentricitate Solari vulgariter inventa et in partes contrarias.

Denique in forma Tychonica demonstratum est, punctum a quo consurgunt eccentricitates Planetarum, non moveri in concentrico Solis, sed a terra, circa quam regulariter et aequabiliter volvitur, inaequaliter per ambitum abesse: et versus perigaeum quidem Solis, longius distare;

versus apogaeum, brevius; iterum dimidia eccentricitate Solis. Cum itaque hic epicyclus Ptolemaicus et hic deferens | Braheanus tantam 137
habeat analogiam cum theoria Solis, verisimile est majorem etiam habere: hoc est, Solis quoque eccentricitas vera tantum dimidia erit ejus, quae computatur ex aequatione maxima: seu quod idem est, Sol utetur aequante, cujus eccentricitas est dupla ad eccentricitatem eccentrici.

Fateor argumentationem hanc de forma Ptolemaica et Tychonica paulo imbecilliorem esse; quoad cum authoribus motu Solis medio utimur. Fiet itaque illustrior, ubi jam rationibus iis permotus, quas supra cap. VI recensui, motum Planetae ad Solis apparentem motum 10
expendero.

CAPVT XXVI

DEMONSTRATIO EX IISDEM OBSERVATIONIBVS, EPICYCLVM A PVNCTO AFFIXIONIS SEV AXE, ET ORBEM ANNVVM (ET SIC ETIAM VIAM TERRAE CIRCA SOLEM, VEL SOLIS CIRCA TERRAM) A CENTRO CORPORIS SOLARIS VEL TERRAE, ESSE ECCENTRICVM, DIMIDIO SALTEM EJVS, QVOD TYCHO BRAHE PER AEQVATIONES MOTVS SOLIS INVENIT

Repetemus autem ipsas observationes diligenter: Anno MDXC D.IV 20
Martii H. VII M. X. inventus est diligenti observatione et calculo in 24°. 22′. 56″ ♈ cum latitudine 0°. 3′. 20″ Mer. Ea hora occidit 8° ♈. Itaque ♂ humilis admodum. Quare per refractionem sublevabatur in consequentia, ut consentaneum sit, sine refractione appariturum fuisse in 24°. 20′ ♈. Parallaxis vero ejus nonnisi exigua esse potest praecipue in longum. nam ♂ Soli vicinus, ideoque a terrae centro longissime recessit.

Anno MDXCII D. XXIII Januarii hora VII M. XX ex unius saltem stellae remotione a Marte sine alterius testimonio repertus est ♂ in 11°. 32′. 44″ ♈ cum lat. 0°. 1′. 36″ merid. Itaque per varietates horizon- 30
tales nihil mutabimus, suspicantes tamen unius vel alterius scrupuli incertitudinem.

Anno MDXCIII D. VII Decembris H. VIII M. 0 inventus est ♂ in 3°. 6′. 50″ ♈ sine periculo variationum horizontalium, cum latitudine 7′. 9″ Mer. Ascensio recta tamen a tribus stellis extructa discrepabat 4 minutis: et sumptum pro vero quod fuit medium inter extrema.

Anno MDXCV D. XXV Octobris hora VIII M. X observata est Planetae distantia a tribus Fixis, et unanimi consensu inventus est Pla-
138 neta in 19°. 39′. 25″ cum latitudine 0°. 12′. 41″ Mer. [1]

Reducemus autem tria sequentia tempora ad primum. Quare quo loco eccentrici fuit ♂, Anno eodem redibit sub Fixis, Annis

1590	D. 4 Martii	H. 7	M. 10
1592	20 Januar.	6	45
1593	7 Decemb.	6	15
1595	25 Octob.	5	45

Motus tridui et 35′ minutorum unius horae anno MDXCII est apud
10 MAGINVM 2°. 9′. 4″. Ergo visus est ♂ ad nostrum tempus in 9°. 23′. 40″. Anno MDXCIII motus horarum I M. XLV ex diurno 33′ est 2′. 25″. Itaque ad nostrum tempus locus Martis prodit 3°. 4′. 27″ ♈. Sic anno MDXCV motus horarum 2°. 25′ ex diurno 22′. 11″ est 2′. 14″. Ergo ad nostrum tempus locus Martis prodit 19°. 41′. 39″ ♉.

SEQVITVR ERGO TABELLA LOCORVM

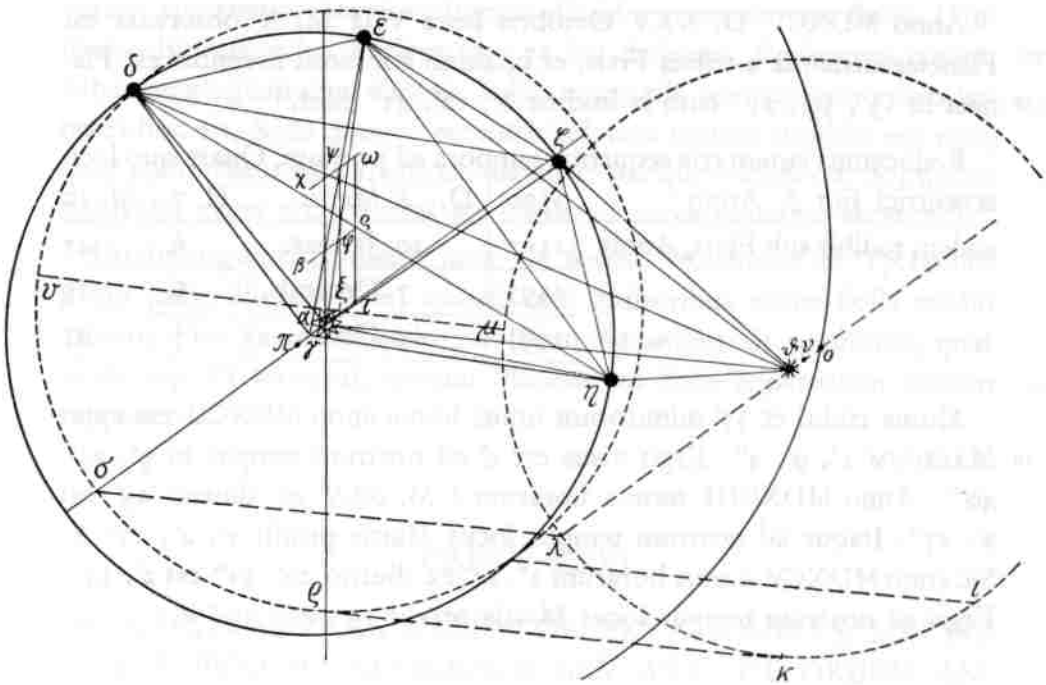
	Martis ex observatione; ♂	Solis ex calculo Tychonis. ☉
1590	24°. 20′ ♈	24°. 0′. 25″ ♌.
1592	9. 24 ♈	10. 17. 8 ♒.
20 1593	3. 4½ ♈	25. 53. 24 ♐.
1595	19. 42 ♉	11. 41. 34 ♏.

Jam quia propositum nobis est explorare, quantum terra ab ipso centro Solis distiterit, prius oportebit nos uti hypothesi ex oppositionibus cum Solis apparenti loco, supra cap. XVI extructa, ad investigandum situm lineae, quae ex centro Solis per corpus Martis in zodiacum educitur. Invenitur autem illa linea anno MDXCV D. XXV Octob. H. V M. XLV in 14°. 19′. 52″ ♉. Ergo temporibus tribus reliquis toties per 1′. 36″ est loco anteriori: nempe anno MDXCIII in 14°. 18′. 16″ ♉: anno MDXCII in 14°. 16′. 40″ ♉: anno MDXC in 14°. 15′. 4″ ♉.

30 ## FIAT SCHEMA PRIMVM IN FORMA COPERNICI [1]

139 *Et sit* α *Solis centrum:* β *centrum eccentrici Martis per* ο *traducti:* χ *centrum aequalitatis motui eccentrico Martis:* γ *centrum eccentrici terrae:* δ. ε. ζ. η. *quatuor loca terrae, opposita locis Solis apparentibus:* ϑ *locus Martis in eccentrico suo. Connectantur puncta omnia cum omnibus.*

3) 10°. 39′. 25″



Igitur in δαϑ triangulo				
quia δα est . .	24°.	0′.	25″	♓
et δϑ . . .	24.	20.	0	♈
Angul. ergo δαϑ .	30.	19.	35	
Et quia δϑ est .	24.	20.	0	♈
et αϑ . . .	14.	15.	4	♉
Ergo angul. δϑα .	19.	55.	4	
Assumatur αϑ 100000. quaeritur αδ quae per doctrinam triangul. prodit 67467.				

Eodem modo in triangulo εαϑ				
quia εα . . .	10.°	17′.	8″	♒
et εϑ . . .	9.	24.	0	♈
Ergo αεϑ . . .	59.	6.	52	
Et quia εϑ . .	9.	24.	0	♈
et αϑ . . .	14.	16.	40	♉
Ergo εϑα . . .	34.	52.	40	
Prodit igitur εα		66632.		

In triangulo ζαϑ				
quia ζα . . .	25°.	53′.	24″	♐
et ζϑ . . .	3.	4.	30	♈
Ergo αζϑ complem.	82.	48.	54	
Et quia ζϑ . .	3.	4.	30	♈
et αϑ . . .	14.	18.	16	♉
Ergo ζϑα . . .	41.	13.	46	
Prodit igitur ζα .		66429.		

Denique in triangulo ηϑα				
quia ηα . . .	11°.	41′.	34″	♏
et ηϑ . . .	19.	42.	0	♉
Ergo αηϑ complem.	8.	0.	26	
Et quia ηϑ . .	19.	42.	0	♉
et αϑ . . .	14.	19.	52	♉
Ergo ηϑα . . .	5.	22.	8	
Prodit igitur ηα .		67220.		

Ecce tibi distantias centri Solis a terra in fasciculo δα 67467
εα 66632
ζα 66429
ηα 67220

Tentabimus, quanta ex hisce distantiis extruatur eccentricitas. Nam si Solis theoria caret aequante, eccentricitas hujus circuli prodibit 3600 proxime: propterea, quia usi sumus veris seu apparentibus locis Solis, quorum aequalitatis punctum tanto spacio (nempe 3600) a centro mundi distare necesse est, ut BRAHEVS ex observationibus Solaribus probavit. Sin autem minor prodibit eccentricitas et quam proxime dimidia Braheanae, vicimus et evicimus, aequalitatis illud punctum, quod BRAHEVS invenit, non esse centrum eccentrici Solis.

Vides autem (ut obiter admoneam) primo intuitu, αζ *esse brevißimam, utpote circa perigaeum Solis: post* αε *longiorem, utpote in* ♒, 34 *gradibus a perigaeo: tum* αη, *utpote* 54 *gradibus a perigaeo: denique longißimam* αδ, *quia* 80 *gradibus abest a perigaeo. Ac cum* αζ *sit pene in perigaeo, erit igitur exiguo longior brevißima. Sic cum* αδ *sit prope longitudinem mediam, erit paulo minor mediocri distantia. Quare eccentricitas prodibit paulo major quam* 1038. *quae differentia est inter* δα *et* ζα. *Et si* δα *suscipiat dimensionem* 100000, *tunc* 1038 *valebit* 1539: *et tanta fere, nempe exiguo major, evadet eccentricitas. Id autem multo propius est dimidiae Tychonicae* 1800 *quam integrae* 3600.[1]

Eadem de apogaeo Solis dicenda. Nam quia ζα *est brevißima, ergo perigaeum est circa* 25°. 53′ ♐. *Et quia* εα *brevior quam* ηα, *igitur perigaeum est propius apud* 10°. 17′ ♒ *quam apud* 11°. 42′ ♏. *Medium autem est* 25°. 57′ ♐. *Ergo perigaeum est ultra* 25°. 57′ ♐ *ante* 10°. 17′ ♒ *scilicet in* ♄.

Haec in solatium sequuturi laboris praelibare volui. Jam enim via Geometrica locum apogaei et eccentricitatem investigabo. Et quia tria puncta ponunt circulum, utar initio punctis δ. ζ. η.

Igitur argumentor ut supra cap. XXV. Cum puncta δ. ζ. η. *ponantur in eadem circumferentia cujus* γ *centrum, erit igitur angulus* δηζ *dimidium de angulo* δγζ, *hujusque mensura arcus* δζ. *Quare proportio dabitur* δζ *ad* δγ *radium, et ad* γα *eccentricitatem, cum* δαγ *angulo: quia* αγ *in apsidas dirigitur. Ad cognitionem vero anguli* δηζ *et lineae* δζ, *opus nobis est solutione trium triangulorum.*

Primum in δαζ, *quia* αδ *in*	24°.	0′.	25″ ♓		
et αζ	25.	53.	24 ♐.		
Quare δαζ	88.	7.	1	*Hinc et ex* αδ . . .	67467
Adde 3′. 12″ *ob praeceß.*	88.	10.	13	*et* αζ . . .	66429
Duo residui δ. ζ. . .	91.	49.	47	*invenitur angulus* αδζ	45°. 27′. 22″,
Dimidium	45.	54.	54	*ejusque sinus* . . .	71271;
Ejus tangens	103246.			*ex quo et latere* αζ *invenitur* δζ . . .	93159.

17) integra

Secundo in δαη, *quia* αδ . 24°. 0′. 25″ ♐
et αη 11. 41. 34 ♏

Quare δαη 132. 18. 51
Adde ob praeceßionem . 4. 48

132. 23. 39
Duo residui δ. η. . . 47. 36. 21
Dimid. 23. 48. 11
Tangens . . . . . 44110.

Hinc et ex αδ . . 67467
et αη . . . 67220
invenietur angulus αηδ 23°. 51′. 0″.

Tertio in ζαη, *quia* αζ . . 25°. 53′. 24″ ♐ 141
et αη . . 11. 41. 34 ♏ 10

Ergo ζαη . . 44. 11. 50
Ob praeceßionem adde . . 1. 36

44. 13. 26
Duo residui ζ. η. . . 135. 46. 34
Dimid. 67. 53. 17
Tangens . . . . . 246120.

Hinc et ex αζ . . . 66429
et αη . . . 67220
invenitur αηζ . . . 67°. 3′. 12″.

Quia ergo αηδ . . . 23°. 51′. 0″
et αηζ . . . 67. 3. 12

Ergo δηζ . . . 43. 12. 12
Quare δγζ . . . 86. 24. 24
Residui duo δ. ζ. . . . 93. 35. 36
Dimidium γδζ . . . 46. 47. 48
Cujus sinus 72893
Hinc et per δζ *invenitur* δγ 68141.

Et quia αδζ . . . 45°. 27′. 22″
et γδζ . . . 46. 47. 48

Ergo γδα 1. 20. 26
Residui duo γ. α.. . 178. 39. 34
Dimidium 89. 19. 47
Tangens 8540000
Sumatur γδ *esse partium* 100000
erit earum partium αδ 99011.
Hinc invenitur δγα . 68°. 26′. 7″
ut sit αγ *in* . . . . 15. 34. 18♁
Sinus vero δαγ . . 93000
et sinus γδα . . 2340
ostendunt αγ *eccentricitatem* 2516.

Atqui prius dictum, eccentricitatem ex δ et ζ prodire paulo majorem quam 1539, posito quod ζ sit proximum perigaeo. Cum autem hic (pro ζ in collegium ascito η) prodeat eccentricitas longe major, innuitur igitur (quanquam per errorem) esse aliquam in perigaeo, quae sit ipsa αζ adhuc brevior. Propterea ut haec in perigaeo brevior esse posset quam αζ, perigaeum in 16 ♁ transpositum, hoc est longius ab αζ per hanc argumentationem remotum est.

At quia praescimus, Solis perigaeum non esse in 16 ♁ sed in 6 ♁, oportet ut sit causa errorculi in η puncto, et linea αη nimis longa; ex

qua factum, ut circulus δ.ε.η. prodiret nimis amplus, et δγ radius ejus nimis longus; propterea γα nimis longa, et γ rectâ a linea δη discederet, oblique autem a puncto ζ: itaque jam γα linea vergat nimis in consequentia. Manentibus itaque δζ, ponatur αη abbreviari. tunc γ centrum ad lineam δη rectâ accedet, et sic δγ fiet brevior. Et quia γ accedit ad δη perpendiculariter, discedit igitur à γα praesente, oblique. Quare recta ex α per novum positum ipsius γ ejecta, inclinabitur in anteriora versus δ.

Vides igitur, per abbreviationem ipsius αη nos utrinque juvari. Abbreviatur autem αη, levissima mutatiuncula propter angulorum parvitatem: nempe si Planeta dicatur visus esse loco paulo priori per lineam ex ϑ infra η demissam. *Vt si sit visus locus* ♂ 19°. 40′ ♉, *et complementum* αηϑ 7°. 58′. 26″, *et* ηϑα 5°. 20′. 8″; *erit* αη 67030. *Mutantur igitur secundum et tertium triangula, et fit* αηδ 23°. 53′. 0″, *et* αηζ 67°. 15′. 32″. *Quare* δηζ 43°. 22′. 26″, *et* δγζ 86°. 44′. 52″. *Residui* 93°. 15′. 8″. *Dimid.* γδζ
142 46°. 37′. 34″,[1] *et* γδα 1°. 10′. 12″. *hinc* δγ 67892. *Et qualium haec est* 100000, *talium erit* αδ 99416, *et* δγα 73°. 24′. 39″. *Itaque perigaeum in* 10°. 36′ ♎, *et eccentricitas adhuc* 2100 *circiter.*

Sicut igitur cum accessione ad verum perigaeum decrevit eccentricitas: ita ubi plane ad justum perigaeum accesserimus, plane etiam ad dimidiationem eccentricitatis accedemus.

Sed juvat tamen et hoc inquirere, quantum proficiamus mutatione lineae αϑ: nempe unius scrupuli additione ad locum Martis eccentricum computatum; manente visione anni MDXCV (hoc est puncti η) immutabili. *Promota igitur* αϑ, *si manerent hae ipsae lineae visionum* ηϑ, ζϑ, *et reliquae, fieret ut* αϑ *secaretur ab* ηϑ *loco superiori quam est* ϑ: *vicißim a* ζϑ *et sociis secaretur loco inferiori quam est* ϑ. *Ita* αϑ *non retineret eandem longitudinem. At quia ponimus Martem esse omnibus quatuor vicibus in eodem loco eccentrici, erit etiam omnibus quatuor vicibus, ipsius* αϑ *eadem longitudo. Quare ut idem sit punctum sectionis* ϑ, *et tamen lineae visionis in pristina vergant loca zodiaci; oportebit ipsi* ηϑ *parallelum ducere paulo inferiorem, qua minuatur* αη: *vicißim ipsi* ζϑ *exteriorem et parallelum, qua augeatur* αζ: *et sic reliquae. Igitur totus labor est repetendus a principio. Erit enim* δϑα 19°. 56′. 4″, εϑα 34°. 53′. 40″, ζϑα 41°. 14′. 46″, ηϑα 5°. 21′. 8″. *Quare* δα
† 67522, εα 66660, ζα 66451, ηα 66963. *Hinc* αδζ 45°. 26′. 37″, αηδ 23°. 54′. 30″, αηζ 67°. 20′. 48″. *Et* δηζ 43°. 26′. 18″, *et* δγζ 86°. 52′. 36″, γδζ 46°. 33′. 42″, *et* γδα 1°. 7′. 5″. *alius angulus ex aliis principiis. Divisa vero* αζ *per sinum* αδζ, *quotiente multiplicato in sinum* δαζ, *prodit* δζ 93252. *Quo rursum diviso in sinum* δγζ, *et quotiente multiplicato per sinum* δζγ, *prodibit* δγ 67823. *Hinc angulus* δγα 76 *gr.* 37 *min.* 30 *secund. et perigaeum in*
40 7 *grad.* 23 *min.* ♎. *eccentricitas vero* 1880 *circiter*, ut plane futura sit 1800,

14/15) γδζ 46°. 37′. 44″ 33/34) δα 67572

si perigaeum in 5½ ♑ referatur, idque per utriusque causae commixtionem.[1]

Nam si jam saltem dimidium scrupulum adimas visioni anno MDXCV, 143
scopum tenebimus. Vnum autem scrupulum in aequationibus eccentri per hypothesin capitis XVI inventis abesse facile potest.

Quia vero facile per annum MDXCV peccatur, hoc jam misso operemur per tria reliqua δ. ε. ζ. puncta, manente ultima correctione loci eccentrici, ubi nova fiunt triangula δαε. εαζ.

Nam quia αδ	. . .	24°.	0′.	25″ ♓	*Hinc et ex* αδ	. . .		67522
et αε	. . .	10.	17.	8 ♒	*et* αε	. . .		66660
Angulus ergo δαε	.	43.	43.	17	*invenitur* αδε	. . .	67°.	12′. 35″
Ob praeceß. aequin. adde			1.	36	*Erat vero et manet* αδζ		45.	26. 37
		43.	44.	53	*Ergo* εδζ	. . .	21.	45. 58
					et εγζ	. . .	43.	31. 56
Sic quia αε	. . . .	10.	17.	8 ♒	*Hinc et ex* αε	. . .		66660
et αζ	. . .	25.	53.	23 ♐	*et* αζ	. . .		66451
Angulus ergo εαζ	.	44.	23.	44	*invenitur* αζε	. . .	68°.	0′. 34″
Aequin. praeceßio	.		1.	36	*Adde ad* αδζ	. . .	45.	26. 37
		44.	25.	20	*Angulum* δαζ	. . .	88.	10. 13
							133.	36. 50

Et quia δζ *manet ut prius* 93252*; diviso ergo sinu* γδζ *per sinum* δγζ*, et quotiente in* δζ *multiplicato, prodit* γδ 67873. *Sed* αδ 67522.

Hinc et ex γδ *invenitur* δγα . . . . 75°. 8′. 40″ : *et perigaeum in* . . 8. 51. 45 ♑ *quam proxime ut prius: eccentricitas*

Erit . .	αζδ	. . .	46.	23. 10
Ergo . .	εζδ	. . .	21.	37. 24
et . .	εγδ	. . .	43.	14. 48
Proinde .	δγζ	. . .	86.	46. 44
et .	γδζ	. . .	46.	36. 38
Manet vero	αδζ	. . .	45.	26. 37
Ergo . .	γδα	. . .	1.	10. 1

paulo plus 2000 *attenuanda (ut prius) usque ad* 1800, *si perigaeum referatur in* 5½° ♑. *quod fit per prolongationem ipsius* αε. *Prolongatur autem* αε, *si dicamus Planetam visum esse scrupulo uno atque altero ante* 9°. 24′ ♈. *tunc enim ex* ☉ *puncto per caeteras observationum lineas constituto, duceretur aliqua exterior ipsa* ☉ε *versus* ☉ζ.

Si vero quis hanc libertatem mutandi minima in datis, suspectam habet; existimans eadem libertate mutandi ea, quae nobis in observationibus non placent, etiam totalem TYCHONIS eccentricitatem tandem

16) 66251

obtineri posse: hujusmodi igitur aliquis periculum faciat, et ubi suas mutationes cum nostris comparaverit, judicium ferat, utra mutatio intra sensuum defectum consistat. quin etiam id caveat, ne fiducia unius hujuscemodi processus elatus, in caeteris postea sese tanto turpiorem det, diversissimis Solis apogaeis inventis.

Ego certe omnia mea praejudicia et affectationes hic in aperto posui, ut magis metuam ne importunus quam ne parum fidus lectori videar.

Porro et hoc obiter dicendum in futurum usum, si γδ fiat 100000, prodituram αϑ 147443, et majorem etiam, ubi quae adhuc desiderantur, recte habuerint. |

144 Denique ne sim multus, si αϑ sit 147700, et eccentricus locus Martis anno MDXCV in 14°. 21′. 7″ ♉, et eccentricitas terrae 1800, et iter terrae ovale, ut dicetur capite XXX et XLIV: prodibunt visiones

24°. 21′. 13″ ♈	Deb. 24. 20
9. 23. 20 ♈	9. 24
Concludo hac vice, αϑ esse circiter 147750. 3. 2. 30 ♈	3. 4½
19. 42. 40 ♉	19. 42

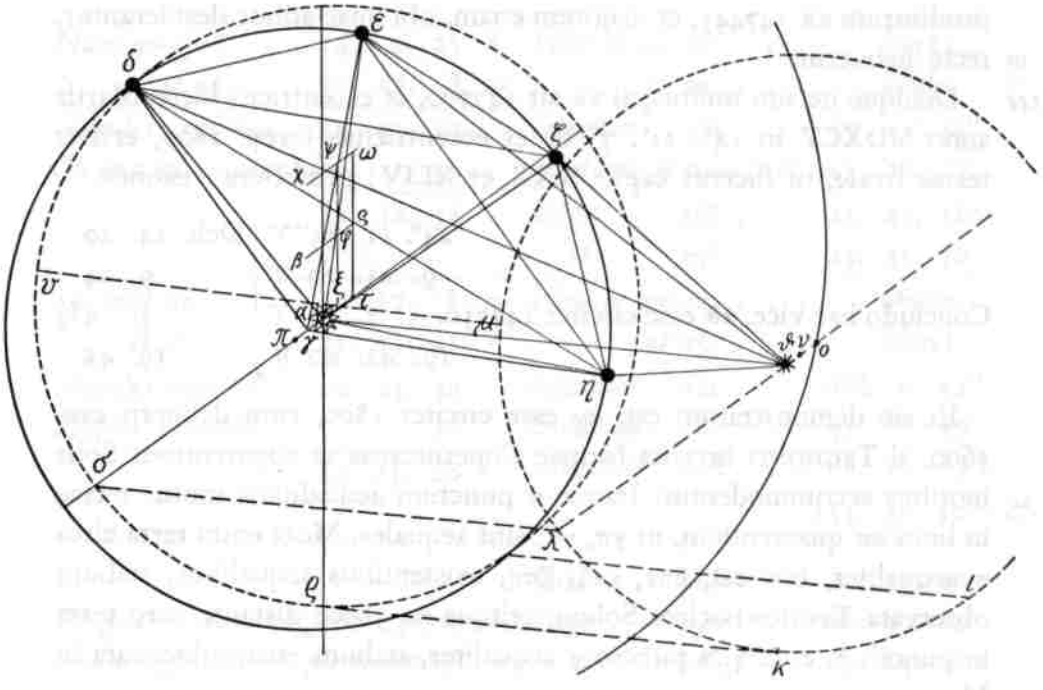
Et sic demonstratum est, αγ esse circiter 1800, cum debuerit esse 3600, si TYCHONIS inventa formae Copernicanae et apparentibus Solis motibus accommodentur. Itaque π punctum aequalitatis motus terrae in linea απ quaerendum, ut γπ, γα, sint aequales. Mota enim terra circa π aequaliter, hoc est, δπε, επζ, ζπη, existentibus aequalibus, stabunt observata TYCHONIS circa Solem, eritque πα 3600: distante vero terra in punctis δ. ε. ζ. η. a puncto γ aequaliter, stabunt etiam observata in Marte.

In forma Ptolemaica duplex esse potest delineatio. Primum enim terra succedat in locum α corporis Solaris: *et tunc ex α ejectae lineae visionum, paralleli ipsis* δϑ, εϑ, ζϑ, ηϑ*: sic ut* δ. ε. ζ. η *loca terrae Copernicana concedant in unum locum terrae Ptolemaicum: Martis vero stella, quae apud* COPERNICVM *in uno* ϑ *constiterat, jam circa* ϑ *in quatuor loca* ι. κ. λ. μ. *circumponatur. Cujus circuli descriptio haec. Per* ϑ *ducatur sursum parallelos ipsi* γα *et aequalis,* ϑν· *et centro* ν, *spacio* γε, *scribatur circulus* ι. κ. λ. μ. *Itaque in eccentrico, quem prius Planeta corpore peragraverat apud* COPERNICVM, *jam circumit* ϑ, *quod punctum affixionis dicere possumus. Sic epicyclo circumlato,* ν *centrum circumagetur circa* ϑ, *ut jam sit intra* ϑα *jam extra: sed* ϑν, *semper sibiipsi et lineae* αγ *parallelos: et epicyclus neque circa* ϑ *ubi affigitur, neque circa* ν *centrum, aequaliter movebitur, sed circa* ο *superius, ut* ϑο *sit dupla ad* ϑν· *quia sic et terra circa* π *aequaliter movebatur, non circa* γ *centrum orbis, nec circa Solem in* α. |

Theoriae epicycli delineatio.

Punctum affixionis. Vide parte prima.

Haec sic in epicyclum Ptolemaicum redundare, recte demonstrantur: 141
At ex epicyclo in theoriam Solis, sequuntur, non nisi per verisimilitudinem ex Ptolemaicis placitis concinnatam. *Etenim his ita habentibus ipsi* απ *aequalis constituatur* ατ, *in ejusdem lineae partes oppositas; ut* τ *sit centrum aequalitatis motus Solis, quod artifices crediderunt esse centrum orbitae Solis. Ergo* ϑνο *linea semper parallelos erit lineae apogaei Solis* ατ. *Quod si parallaxes diurnas Martis, in ea proportione ad parallaxes Solis, in qua sunt*



a TYCHONE *proditae, retinendas arbitraris; erit* ικλμ *etiam aequalis theoriae Solis: propterea et* ϑο *aequalis eccentricitati puncti* τ, *circa quod Sol movetur aequaliter. Sed et in partes easdem movetur* ικλμ, *in quas ipse Sol in suo circulo* 10
secundum PTOLEMAEVM: *et iisdem temporibus, iisdem vel respondentibus in locis, uterque reperiuntur; Sol in suo eccentrico, et Planeta in suo epicyclo; sic ut lineae ex* τ *per Solem et ex* ο *per Planetam perpetuo sint paralleli, docente itidem* PTOLEMAEO. *Caeteris ergo omnibus consentientibus, cur non et hoc consentiat? ut quia* ικλμ *non circa* ν *centrum sed circa* ο *punctum superius aequaliter movetur, quod hoc loco demonstratum est transpositu eccentrici terrestris in epicyclum; in quo pro* α *puncto nacti sumus* ϑ· *pro* γ, ν· *et pro* π, ο· *sic etiam in Sole ipso haec sint divisa, ita ut* ατ *eccentricitas, quae ex Solaribus observationibus invenitur, bisecanda sit in* ξ, *et sit* ξ *centrum eccentrici Solis* λρσυ? *nam tali processu* PTOLEMAEVS *utitur, ut appareat, si apparentibus* 20 †
Solis locis usus esset, omnino etiam eadem eccentricitate usurum fuisse in epicyclo Planetae, quam in Sole deprehenderat. Testantibus igitur observationi-

bus de duplici epicycli Ptolemaici eccentricitate (quia propter linearum parallelitatem, ut dictum, eadem triangula manent, quae erant in forma Copernicana) jubet nos PTOLEMAEI *genius, etiam Solis eccentricitatem bisecare, ut sic lineae* λι, ρκ, σλ, υμ *paralleli maneant.*

Hac itaque ratione etiam PTOLEMAEO persuadebitur, ατ eccentricitatem motus Solis a TYCHONE inventam bisecandam esse in ξ, ut Solis orbitae centrum sit in ξ, aequalitas motus in τ.

Haec igitur argumentatio in forma Ptolemaica (uti modo dici coeptum) non est firmior quam compages ipsa mundi Ptolemaica. Nam qui hoc PTOLEMAEO credit, in tribus superioribus inesse totidem theorias epicyclorum, ad amussim aequalium theoriae Solis, in quantitate et qualitate cum linearum tum motuum omnino omnium; idem unam hanc dissonantiam non admittet, sed ex epicyclo lubens in theoriam Solis, tanquam a speculari imagine in ipsam faciem, derivabit hanc quoque bisectionem.

Obiter refutatur hypothesis PTOLEMAEI.

Tandem vero ubi hypothesium comparatio instituta fuerit, apparueritque quatuor (imo sex, ut alibi dicetur) theorias Solis ex una theoria terrae, tanquam plures imagines ab una facie substantiali, descendere posse: Sol ipse veritatis clarissimus, omnem hunc apparatum Ptolemaicum ceu butyrum colliquabit, et PTOLEMAEI asseclas partim in COPERNICI partim in BRAHEI castra dissipabit. [1]

146 Quaerat hic aliquis, cum epicyclus Ptolemaicus tria habeat puncta notabilia; ν centrum, ϑ punctum quod diximus affixionis, et ο punctum circa quod motus ejus aequalis est; dictum vero sit, lineam ϑο manere ipsi ατ parallelum per omnem circuitum: quales ergo circuitus describantur a reliquis duobus punctis ν et ο? *Ad hoc declarandum ducantur ex* ξ *et* τ, *ipsi* αβ, *item ex* β, χ, *ipsi* ατ, *paralleli, eousque donec se mutuo secuerint: et linearum ex* ξ *et* β *sectio sit* φ, *ex* ξ *et* χ *sit* ψ, *ex* τ *et* β *sit* ς, *ex* τ *et* χ *sit* ω. *Quemadmodum igitur punctum* ϑ *decurrit in eccentrico, qui descriptus ex* β, *regulariter movetur circa* χ· *sic* ν *decurrit in eccentrico, qui descriptus ex* φ, *regulariter movetur circa* ψ· *et* ο *decurrit in eccentrico tertio prioribus similiter aequali, qui descriptus ex* ς, *regulariter movetur circa* ω. *Omnium vero trium horum eccentricorum idem sub zodiaco est apogaeum, eo quod lineae,* αχ, ξψ, τω, *paralleli sunt. At de nullo proprie usurpari potest vox apogaei, praeterquam de primo, puncti* ϑ· *quia ejus linea apsidum* αβχ *per ipsam terram ducitur, quae in* α *posita fuit, non vero in* ξ *vel* τ.

Verum quidem est, ex α *terra ejici posse per centra duorum reliquorum eccentricorum* φ *et* ς *rectas, quae dicantur lineae apogaei proprie; quae in antecedentia cadent apogaei* αχ· *puta* αφ *in* 24 ♌, ας *in* 19° ♌ *circiter. At tunc hae lineae non transibunt per cujusque eccentrici punctum aequalitatis proprium. Itaque si quis ex* PTOLEMAEI *sectatoribus non vult epicyclum affigere eccentrico*

in puncto ϑ, sed mavult eum alligare in centro ν, is cogetur uti duabus lineis apsidum; altera αφ eccentrici, reliqua αψ aequantis; et eccentricitatibus αφ et αψ. quod quam sit intricatum et incommodum (de absurditate enim sat dictum est capite VI.) judicet hujusmodi aliquis.

Idem erit, si quis velit figere epicyclum eccentrico in puncto ο, circa quod epicyclus aequaliter volvitur. Nam tunc eccentricus, deferens punctum ο, habebit duo apogaea et eccentricitates; alterum centri in [7] *linea αζ, alterum puncti aequalitatis in linea αω. Restat igitur vel epicyclum in ϑ figere, vel eccentricorum, qui puncta ν et ο deferunt, apogaea improprie sumere, et eccentricitates computare a punctis ξ. τ. non ab α terrae indice.* 147

Atque hactenus prima delineatio fuit in forma Ptolemaica. Altera potest institui sic, ut loca terrae Copernicana δ. ε. ζ. η. concedant non in α sed in γ, sic ut in hoc schemate non α sed γ denotet terram mundi centrum. ubi epicyclus etiam, et ipsius punctorum ϑ. ν. ο. tres eccentrici, situ suo emovebuntur, spaciolo αγ· eritque mera aequipollentia. quam supersedeo ulterius explicare, ne nimium lector confundatur. nam haec quidem mentio tantum fit propter sciolos aut curiosos.

In forma Tychonica nulla nova delineatione opus est. Brevissima indicatio sufficit. *Ponitur punctum affixionis eccentrici quatuor sitibus diversis in* λ. ρ. σ. υ, *ut Planeta sit in* ι. κ. λ. μ, *et paralleli* ιλ, κρ, λσ, μυ, *et* ϑα. *Tycho igitur cum dixisset, centrum circuli Martii, quem ipse facit deferre duplicem epicyclum, circumire in concentrico Solis aequaliter circa α, idque in Ptolemaei gratiam; fuit una cum Ptolemaeo et Copernico a me permotus parte prima cap. VI, ut illud seu concentrici centrum seu eccentrici punctum affixionis potius in ipsißimo centro corporis Solaris quaereret; idque rationibus Physicis et ostensa poßibilitate Geometrica. quibus acceßit cap. XXII et XXIII validum argumentum; quod nisi hoc fiat, etsi observationes ad medium Solis motum referantur, epicyclus Ptolemaicus et deferens Braheanus fiant eccentrici, in plagas eccentricitati Solis praecise contrarias. Fortiora autem et ex propriis Brahei observationibus deducta argumenta deserendi concentrici Solis pollicitus sum, et in sequentibus cap. LII. LXVII. producam. Atqui jam est probatum hoc capite XXVI. hoc centrum concentrici Martis (seu punctum a quo surgit eccentricitas Martis) non inveniri in eccentrico aequali, ex τ puncto aequalitatis Solis descripto, quod Brahevs cum authoribus putaverat, sed in eccentrico ex ξ, quod est medio loco inter α et τ.*

Ergo si centrum concentrici ♂ circumit cum Sole, circumit vero in eccentrico ex ξ descripto, Sol igitur ipse circumibit in eccentrico ex ξ descripto. At motus ejus est regularis circa τ. Eccentricitas igitur Solis ατ bisecanda est in ξ. Non est enim verisimile, centro concentrici Martis et Solis pariter circum-

7) alteram

euntibus, pariter in apogaeum incidentibus, pariter apogaeum transponentibus, pariter tardis vel velocibus, pares ambitus describentibus, fieri posse ut circuli eorum diversas a terra egressiones in plagam eandem faciant.

Atque hactenus hanc demonstrationis formam in tribus hypothesibus proposuisse sufficiat. In posterum quoties eadem demonstratione opus fuerit, utar solius COPERNICI ut simpliciori forma, ne nimium
148 prolixus sim. Jam autem vidit lector industrius, quomodo | quodcunque horum schematum in formam vel Ptolemaicam vel Copernicanam per lineas parallelos transformari possit.

CAPVT XXVII

EX ALIIS QVATVOR OBSERVATIONIBVS STELLAE MARTIS EXTRA SITVM ACRONYCHIVM IN EODEM TAMEN ECCENTRICI LOCO, DEMONSTRARE, ECCENTRICITATEM ORBIS TERRAE, CVM EJUS APHELIO, ET PROPORTIONEM ORBIVM EJVS LOCI, VNA CVM LOCO MARTIS ECCENTRICO, SVB ZODIACO

Hactenus fere usi sumus aphelio Martis, una cum correctione motus medii et hypothesi aequationum supra inventa. quae si unicum scrupulum in definienda longitudine Planetae sub zodiaco peccent, ut fieri facile potest, multum nobis in hoc negocio incommodant.

Itaque jam hic nihil assumemus omnino, nisi periodicum tempus Martis, in quo nullum potest esse dubium, et loca Solis sub zodiaco, ex calculo TYCHONIS. Eccentricum quidem locum ponemus ut in demonstratione ad impossibile ducente fieri solet: sed eum ipsum repetita positione demonstrabimus.

Observationes hae sunt.

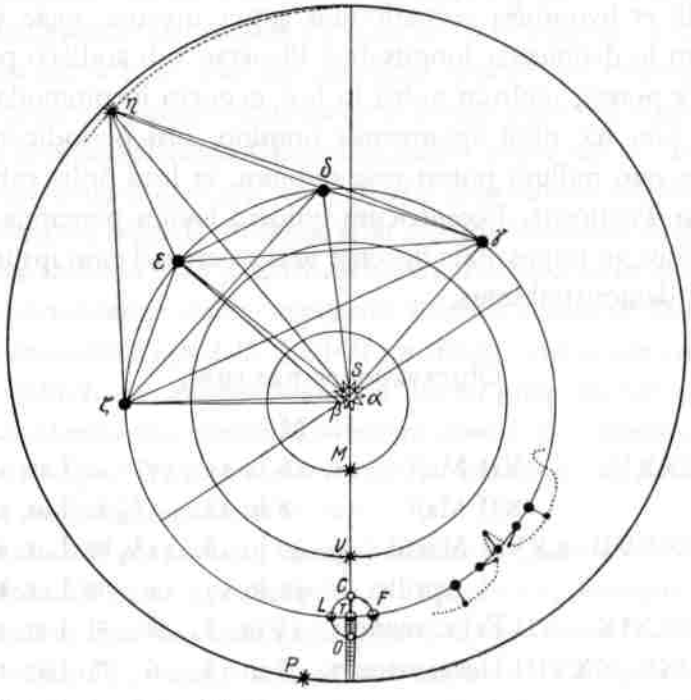
		H.	M.				
A.MDLXXXV.	VII Maji	11.	26	in 25°.	55′	♌	Lat. 1°. 33′ B.
	XII Maji	10.	8	in 28.	3½	♌	Lat. 1. 24½ B.
A.MDLXXXVII.	XXVII Martii	9.	40	in 18.	21¾	♍	Lat. 2. 55⅔ B.
	I Aprilis	9.	30	in 17.	11	♍	Lat. 2. 43½ B.
A. MDLXXXIX.	XII Febr. mane	5.	13	in 8.	48	♏	Lat. 2. 9 B.
Anno MDXC.	XXVIII Dece. mane	7.	8	in 8.	6	♏	Lat. 1. 14 B.
Anno MDXCI.	V Janu. mane	6.	50	in 12.	$44^2/_5$	♏	Lat. 1. 23¼ B.

Cum anno MDLXXXIX unicus tantummodo dies sit, qui ad caeteros applicari possit, ante et post diu nihil observatum: caetera tempora ad hoc reducantur: eritque Catalogus eorum, una cum apparentibus locis Solis et Martis, et cum loco eccentrico Martis, iste:

Tempus	mane	Sol	Mars	Sit in eccentrico per positionem primam.
MDLXXXV. X Maji	H. VI. XI	28°. 55¾′ ♉	26°. 54½′ ♌	5°. 22′. 2″
MDLXXXVII.				
XXVIII Mart.	H. V. XLII	16. 50$^{2}/_{5}$ ♈	18. 12 ♍	5. 23. 38
MDLXXXIX.				
XII Febr.	H. V. XIII	3. 41⅔ ♓	8. 48¼ ♏	5. 25. 14
MDXC. XXXI Dece.	H. IV. XLIV	19. 6$^{4}/_{5}$ ♑	9. 47⅙ ♏	5. 26. 50

Fiat schema ut prius, in quo α *Sol,* β *centrum eccentrici terrae,* ζ. δ. ε. γ. *quatuor loca terrae,* η *locus Martis in suo eccentrico: et connectantur puncta omnia cum omnibus. Ex datis igitur*[1]

erunt anguli cogniti				*Hinc dantur*		149
αζη	87°. 58′. 45″	αηζ	38°. 27′. 32″	αζ	62227½	
αεη	151. 21. 36	αηε	17. 11. 38	αε	61675	Methodo capitis
αδη	114. 53. 25	αηδ	33. 23. 1	αδ	60658	praecedentis XXVI.
αγη	69. 19. 38	αηγ	34. 20. 20	αγ	60291	



10) 8. 46$^{2}/_{3}$ ♏ 11) 9. 46$^{2}/_{3}$ ♏

Jam quia super ζε *arcu stant duo anguli ad circumferentiam circuli per XXI tertii* EVCLIDIS, *scilicet* ζδε. ζγε· *oportet hos aequales esse. et ut aequales evadant, tantisper* αη *super* α *sub zodiaco ante retroque motanda est. Et quia in hac prima positione ipsi* αη *locus sub zodiaco datus est; ergo probetur an* ζδε, ζγε, *poßint aequales esse: tunc constabit positionem ipsius* αη *recte habere.*

Quatuor igitur triangulorum	ζαδ. δαε. εαγ. ζαγ.	
totidem anguli quaeruntur, nempe. . .	ζδα. εδα. εγα. ζγα.	
ut habeantur	εδζ.	εγζ.

Atqui in quolibet horum triangulorum dantur anguli ad α *per loca Solis ex* TYCHONE, *et correctionem per praeceßionem aequinoctiorum. Latera vero illum angulum comprehendentia jam modo sunt inventa. Ergo et anguli dabuntur.*

Estque		*Et invenitur*			
ζαδ	85°. 17′. 17″	ζδα	48°. 8′. 59″	*Hinc* εδζ 21°. 28′. 1″	*differunt per* 9′.[1]
εαδ	43. 10. 20	εδα	69. 37. 0		
εαγ	87. 46. 48	εγα	46. 47. 36	*Hinc* εγζ 21. 19. 6	
ζαγ	129. 53. 45	ζγα	25. 28. 30		

Cum ergo non penitus prodierint aequales hi anguli, secunda positione usus sum, promota αη *sub Fixis per* 2′. *Et inveni* εδζ 21°. 40′. 9″, εγζ 21°. 22′. 14″, *differentes minutis* 18, *quod est duplum prioris discordantiae. unde intellectum, non promovendam sed retroagendam* αη *in antecedentia.*

Tertio igitur posito Martis eccentrico anno MDLXXXV in 5°. 20′. 2″ ≏ *prodiit* εδζ 21°. 15′. 54″, εγζ 21°. 13′. 54″. *Differentia adhuc* 2′, *quam tuto neglexerimus.* Proportione tamen usi intelligimus, anticipandum hoc loco Martis eccentricum per 2½, uti prius capite XXII in opposito semicirculo per 1′ fuit promotus: quorum utrumque fit per auctionem eccentricitatis et nonnullam retractionem aphelii. Limatio hypotheseos capitis XVI in locis longitudinis.

Jam pergamus ad inquisitionem reliquorum. *Et quia uterque angulorum quaesitorum decrevit, decrescent igitur amplius per retractionem ipsius* αη. *Sit ergo uterque* 21°. 13′ *et* ζβε 42°. 26′ *duplus ad centrum. Quare* ζεβ 68 *gr.* 47 *min.*

In ζαε *triangulo est angulus* ζαε 42°. 6′. 57″ *: et latera dantur ex nova correctione, ut sit* αζ 62177, αε 61525 *circiter. Hinc* ζεα *datur* 69°. 43′. 31″, *et* ζε 44518. *Eadem vero* ζε *ex angulo* ζβε *(cujus* ζε *subtensa) est* 72379, *qualium* εβ 100000. *Ergo qualium* εβ 100000, *talium* αη *est* 162818, *et ideo* αε 100174. *Subtracto vero* ζεβ *à* ζεα, *relinquitur* βεα 0°. 56′. 31″ *et* βαε 83°. 30′. *Quare aphelium in* 10°. 19′ ♉, *eccentricitas vero* αβ 1653.[1]

18) εγα 32) 69°. 43′. 1″

Rursum admodum propinque dimidium ipsius 3600 attigimus. 111
quod proculdubio plene assequemur, ubi et ipsissimum apogaeum attigerimus.

Sciendum tamen est, si ponamus viam terrae non esse plane circulum, sed angustiorem ad latera, prodire hic $\alpha\eta$ paulo minorem quam 163100. Et tunc $1\frac{1}{2}$ scrupulis ablatis a loco eccentrici, et usurpata eccentricitate terrae 1800, et aphelio $5\frac{1}{2}$ ♑, prodeunt hae visiones

	26°. 55′ ♌	18°. $11\frac{2}{3}$′ ♍	8°. 49′ ♎	9°. $44\frac{1}{3}$′ ♎
Debuit	26. $54\frac{1}{2}$	18. 12	8. $48\frac{1}{4}$	9. $47\frac{1}{6}$

Consentit haec positio etiam meis observatis anno MDCIV D. XXIX Febr. vel X Martii; quem diem sequente nocte, culminantem Martem inveni meis instrumentis in 26°. $18\frac{4}{5}$′ ♒. et his assumptis calculus ipsum refert in 26°. $17\frac{1}{2}$′ ♒. Fuit autem H. VIII$\frac{2}{3}$ paucis horis ante observationem rursum in eodem loco eccentrici.

Caeterum quia hic Mars obtinet latitudinem, igitur $\alpha\eta$ modo inventa, est distantia η puncti in plano eclipticae a centro Solis, in quod punctum perpendicularis ex corpore Martis demittitur, ut supra monitum capite XX. Vera autem ipsius corporis Planetae a centro Solis distantia paulo fiet longior per 37 particulas.

CAPVT XXVIII

ASSVMPTIS NON TANTVM LOCIS SOLIS SVB ZODIACO, SED ETIAM DISTANTIIS SOLIS A TERRA, PER ECCENTRICITATEM 1800 EXTRVCTIS; PER ALIQVAMMVLTAS OBSERVATIONES MARTIS IN EODEM LOCO ECCENTRICI VERSANTIS VIDERE, AN VNANIMI CONSENSV EADEM DISTANTIA MARTIS A SOLE, IDEMQUE LOCVS EJVS ECCENTRICVS VBIQUE ELICIATVR. QVO ARGVMENTO COMPROBATVM ERIT, ECCENTRICITATEM SOLIS 1800 JVSTAM ESSE ET RECTE ASSVMPTAM

Ne mirere lector, quod jam tertia vice eccentricum locum Martis non praesuppono, ut is ex hypothesi acronychiarum observationum supra inventa extruitur. Nam dixi hypothesin illam esse vicariam tantum, non naturalem; itaque tantam ejus esse fidem, quantum ab observationibus cogitur; et posse locis inter observationes intermediis nonnihil exorbitare. Praeterea expedit nobis varias habere demonstratio-

8) 8°. $11\frac{2}{3}$ ♍ 9) 8. 12 | 8. 48 | 9. $46\frac{2}{3}$

152 num methodos ad | manus, quibus distantias Martis a Sole undique per totum circulum tuto exploremus. Et hic quoque nova forma sequetur.

Observationes hae sunt.

	D.	H.			Lat.
Anno MDLXXXIII.	XXII April.	IX⅔	fuit in	1°. 17′ ♌ 1°. 50⅔′	B.
Anno MDLXXXV.	IX Mart.	IX 1/10	fuit in	11. 49 1/10 ♌ 3. 29 1/10	B.
	XI Mart.	V	fuit in	11. 45½ ♌ 3. 24⅙	B.
	XII Mart.	V	fuit in	11. 45¾ ♌ 3. 21⅔	B.
Anno MDLXXXVII.	XXVI Janu.	V mane	in	4. 41¾ ♎ 3. 26	B.
	XXIIX Janu.	V mane	in	4. 41 ♎ 3. 27	B.
Anno MDLXXXVIII.	V Dece.	VI½ mane	in	9. 23 ♎ 1. 44¾	B.
	XV Dece.	VI 1/6 mane	in	14. 35⅔ ♎ 1. 54	B.
Anno MDXC.	XXXI Octob.	VI¼ mane	in	2. 57⅓ ♎ 1. 15½	B.

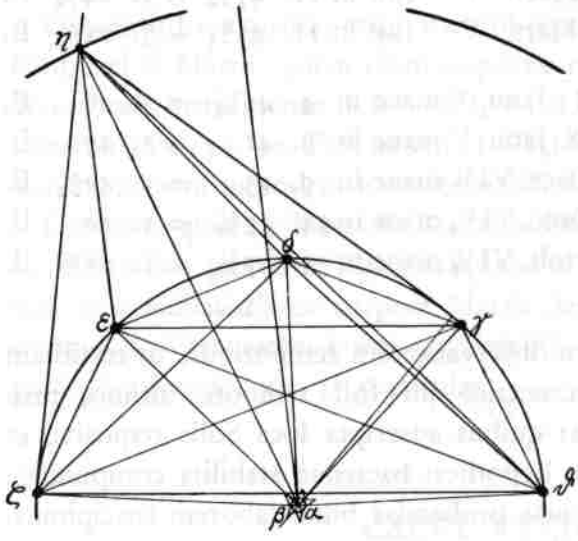
Accommodatis reliquarum observationum temporibus, ut restituant Martem in eum locum eccentrici qui fuit tempore ultimo, prodeunt nobis haec momenta: quibus adscripta loca Solis requisita, et distantiae Solis et terrae ex hypothesi hactenus stabilita computatae. Sunt autem eae ipsae, ob quas probandas hunc laborem suscipimus. Porro artificium computandi hasce distantias paulo post sequetur cap. XXX.

	Ante meridiem D.	H.	♂ in	☉ in	Distantiae Solis et terrae.
MDLXXXIII.	XXIII Aprilis	VIII 1/10	1°. 29½′ ♌	12°. 10′. 3″ ♉	101049
MDLXXXV.	X Martii	VII ⅔	11. 48⅓ ♌	29. 41. 4 ♈	99770
MDLXXXVII.	XXVI Januarii	VII 1/6	4. 41¾ ♎	16. 5. 55 ♒	98613
MDLXXXIIX.	XIII Decemb.	VI ¾	13. 35⅔ ♎	1. 44. 53 ♑	98203
MDXC.	XXXI Octobr.	VI ¼	2. 57⅓ ♎	17. 28. 33 ♏	98770

Quod observationum deductionem attinet ex diebus observationum ad nostra momenta, primo tempore diurnus ex MAGINO fuit transsumptus, cum in spacio paucarum horarum non sit periculum erroris. Caetera tempora observationibus ante et post sunt munita. Tempore tamen penultimo inspexi etiam seriem diurnorum in MAGINO. nam versus XV Decemb. diurnus fuit 30′, circa V Decemb. 32′. Vltimo tempore etsi Mars in altitudine 23 graduum refractionibus est obnoxius,

ita ut facile 2 scrupula in latitudine desiderari possint (nam TYCHO contendit refractiones Fixarum Planetis etiam adhibendas desinere quidem in hac altitudine, Solares vero altius pertingere, esseque in hac altitudine scrupulorum circiter 4. quae distinctio ventilata et conquassata est in Astronomia mea Optica fol. 137, et amplius etiam redderetur dubia, si quid esset in parallaxibus Solis mutandum.): tamen haec refractio parum nocet longitudini Martis.

Sit α *corpus Solis,* αβ *eccentricitas orbis terrae* 1800, *et linea augium in* 5½ ♋, *loca terrae* ζ. ε. δ. γ. ϑ. *et corpus Planetae quinquies in* η *eodem loco eccentrici, utpote post integras Martis periodos. Et connectantur puncta omnia.* Lubet inquirere αη, ejusque locum sub | zodiaco, hoc est angulum ηαϑ, ηαγ, vel aliquem alium ad α. Id faciemus ex binis terrae locis in hunc modum. *Sint primum* εδ. *Et in triangulo* εαδ *datis lateribus,* εα 99770, αδ 98613, *et angulo* εαδ, *quaerantur reliqua, anguli scilicet* δ. ε. *et latus* δε.



αε 99770
αδ 98613
1157
198383
991915 | 5
165085
158706 | 8
6379 | 3

68°. 11′. 38″.
50. 3.
αδε 69. 1. 41.
αεδ 67. 21. 35.

29°. 41′. 4″ ♈
16. 5. 55 ♒
43. 35. 9
Praeceß. 1. 36
εαδ 43. 36. 45
136. 23. 15
68. 11. 38

Tang. 249813
583
12491
1998
75
1456

68977
93376
653632 | 7
36138
28013 | 3
8125
7470 | 8
655 | 7
654 | 0
1

99770
73870
664830
66483
5171
517
73700. δε.

27) 198387 28) 991935 29) 165065 30) 158715 31) 6353

His investigatis ad triangulum εηδ *ascenditur.*

Cum enim sit	εα	29°.	41′.	4″	♈	δα	16°.	5′.	55″ ♒
et	εη	11.	48.	20	♌	δη	4.	41.	45 ♎
Erit	αεη	132.	7.	16		αδη	131.	24.	10
Sed jam fuit	αεδ	67.	21.	35		αδε	69.	1.	41
Ergo residuus	ηεδ	64.	45.	41		ηδε	62.	22.	29

Horum residuum ad duos rectos εηδ 52°. 51′. 49″.

154 *Datis ergo angulis* ε. η. δ. *et uno latere* εδ, *dabitur et latus* εη.

Si. εηδ.	79718			εδ	73700		
Si. ηδε.	88600	8			89972	εη	
	8838				719776	8	
	7974	9			17224		
	864				8997	1	
	797	9			8226		
	67				8097	9	
	62	7			129		
	5	1			90	1	
					39	5	

Denique et triangulum ηεα *solvatur, in quo dantur jam*

εη	81915		*Et* αεη *ut prius*	132°.	7′.	16″	*Sin.* εαη	36556		
εα	99770		*Complement.*	47.	52.	44	*Sin.* αεη	74173	2	
Differ.	17855		*Dimid.*	23.	56.	22		73112	0	
Summa	181685		*Tangens*		44396			10610		
	1635165	9*			*9823			7311	2	
	150335				39956			3299	9	
	145348	8			3552			3290	0	
	4987				89			9	3	
	3834	2	23°. 56′. 22″.		13					
	1153		2. 29. 50.		4361		εη	81915		
	1150	3	εαη 21. 26. 32					202903		
								1638300		
								16383		
								7372		
								25		

Sed αε *A. MDLXXXV est in* 29°. 41′. 4″ ♍

Ergo αη *A. MDLXXXV in* 8. 14. 32 ♍

Prodit αη *quaesita* 166208

11) 719768 12) 17232 14) 8235 16) 138 18) 48 32) 8. 14. 52

Quod si reliquae tres observationes ad ζ. γ. ϑ. hunc eundem locum et longitudinem ipsius αη passae fuerint, erimus de iis confirmatissimi.

Quemadmodum igitur hactenus per ε. δ. sic jam operabimur per ζ. γ, quaerentes eandem αη.[1]

Pro ζ. γ. angulis et linea 155

αζ	101049		12°.	10′.	3″	8		
αγ	98203		1.	44.	53	3		
	2846		130.	25.	10			
	19925	1	*Praeceß.*	4.	48			
	8535		130.	29.	58			
	7970	4	49.	30.	2			
	565		24.	45.	1			
	399	3		46101				
	166			1438				
	159	8		4610				
				1844				
				138				
				37				
			-	-	-	-	663	

76041		179055	
42468	1	101049	
335730		1790550	
297276	7	17905	
38454		716	
38221	9	162	
233	0	180933. ζγ.	
212	5		
21	5		

24°. 45′. 1″.
22. 48.

αγζ 25. 7. 49.
αζγ 24. 22. 13.

Et jam in ζγη.

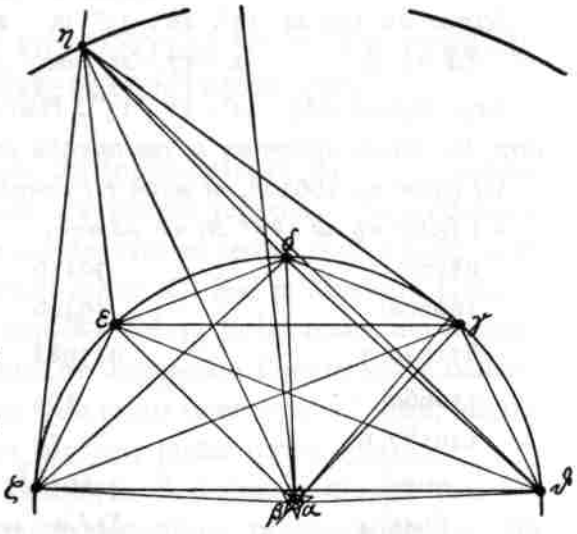
Quia est	ζη	1°.	29½′.		☊	γη	13°.	35′.	40″	≏		
et	ζα	12.	10.		3	8	γα	1.	44.	53	3	
Ergo	ηζα	79.	19.	27			ηγα	78.	9.	13		
Sed	γζα	24.	22.	13			ζγα	25.	7.	49		
Ergo	ηζγ	54.	57.	14			ηγζ	53.	1.	24	*et horum residuum*	
ad duos rectos	γηζ	72°.	1′.	22″.								

Idem etiam hinc elicitur: est ζη *in* 1°. 29½′. ☊
et γη *in* 13. 35. 40 ≏
Et subtracta praeceßione temporis intermedii in 13. 30. 52 ≏
Ergo γηζ 72. 1. 22.

14) In 399 | 3 Rechenfehler 1799550 16) 38354

Datis igitur angulis trianguli ζηγ, et latere ζγ, quaeritur latus ζη.

79887		180933
95118		83987½
760944	8	1447464
37926		54280
28535	3	16284
9391	9	1447
8560	8	151960 *Haec* ζη.
831	7½	
761		



156 *Denique in triangulo ηζα dantur latera et angulus comprehensus.*

ζη 151960			79°. 19'. 27''	98269	
ζα 101049			100. 40. 33	89861	10
50911	2		50. 20. 16	84080	
253009	0		120612	80875	9
506018			20122	3205	
3096			241224	2696	3
2530	1		1206	509	5
562	2		241	449	
506		50°. 20'. 16''	24	60	7
56	2	13. 38. 39.	24270		

Prodit ζαη	63. 58.		151960
Sed est αζ *in*	12. 10. 3. ♏	*anno* 83	109357
Ergo αη *in*	8. 11. 31.	*anno* 83	1519600
Praeceßio	1. 36.		136764
Quod esset in	8. 13. 8.	*anno* 85	4559
Prius in	8. 14. 32.	*anno* 85	760
Differentia	1. 24.		106
		Prodit	166179 αη
		Prius	166208
		Different.	29

Apparet itaque, nos per duas alias observationes, in ζ et γ, eodem venire, intra sensus subtilitatem. Nam sesquiscrupuli error in observando, aut deducendo loco observato ad diem non observatum, comitti potest.

22) In 63. 58 Rechenfehler 23) ♉ anno 83

Sed videamus etiam testimonium loci ☉ quinti, hoc est observationis in ☉.

Scimus ☉α *esse in* 17°. 28′. 33″ ♏ *et* ☉α *ponimus* 98770.

Et ☉η *in* 2. 57. 20 ♒ *observata est*

Ergo angulus α☉η 44°. 31′. 13″. *Huic angulo quo longiorem* αη *subtendero, hoc longius ipsam* αη *in consequentia promovebo et contra.* [1]

Sit igitur αη 166208, *ut initio est inventa.* 157

Vt igitur αη *ad* α☉η· *sic* α☉ *ad* αη☉.

98770		70116	
166208		59426	
831040	5	415982	
156660		594	
149587	9	59	
7073		41665 *Prodit* αη☉	24°. 37′. 28″
6648	4	*Sed* ☉η *vergit in*	2. 57. 20 ♒ *anno* 90
425		*Ergo* αη *in*	8. 19. 52 ♍ *anno* 90
332	2	*Praeceßio*	4. 48
93	6	*Ita est in*	8. 15. 4 *anno* 85
		Quod fuit primo	8. 14. 32
		Differentia	0′. 32″.

Itaque per tenuißimam curtationem ipsius αη, *cadet* αη *plane eodem cum primis duabus observationibus.*

Itaque hinc apparet, distantias αζ, αε, αδ, αγ, α☉, et proinde eccentricitatem αβ, a nobis recte susceptam et positam. Impossibile est enim, aliis susceptis distantiis hisce (ut tamen etiam in circulum quam proxime quadrent, et in suis debitis locis sub zodiaco fuerint) ex omnibus quinque observationibus, unam et eandem dari αη, ejusque locum sub zodiaco.

Credemus autem de longitudine ipsius αη, potissimum observationibus ζ.γ.☉. nam etiam in vulgari ratione mensurandi distantias rerum in terra, quo longius distiterint a se mutuo stationes, hoc certius habetur signi remotio.

In loco vero sub zodiaco, credemus potius observatis in ε. δ· quia, si quis est errorculus in longitudine αη, is visui in ε. δ. admodum oblique objicitur, nec angulum evidenter mutat.

Nec illud obliviscendum, ipsam αη intra spacium annorum VII ab anno scilicet MDLXXXIII in MDXC nihil prolongari sensibiliter, ob aphelii progressum tardissimum.

Summa. Anno MDXC D. XXXI Octob. H. VI¼ mane Mars motu eccentrico fuit in 8°. 19′. 20″ ♍ cum reponatur per hypothesin ex acronychiis constitutam in 8°. 19′. 29″ ♍. Distantia ejus 166180. quae prolonganda est ob latitudinem, ut fiat ex ea ipsius corporis Martis a centro Solis distantia, 166228 circiter.

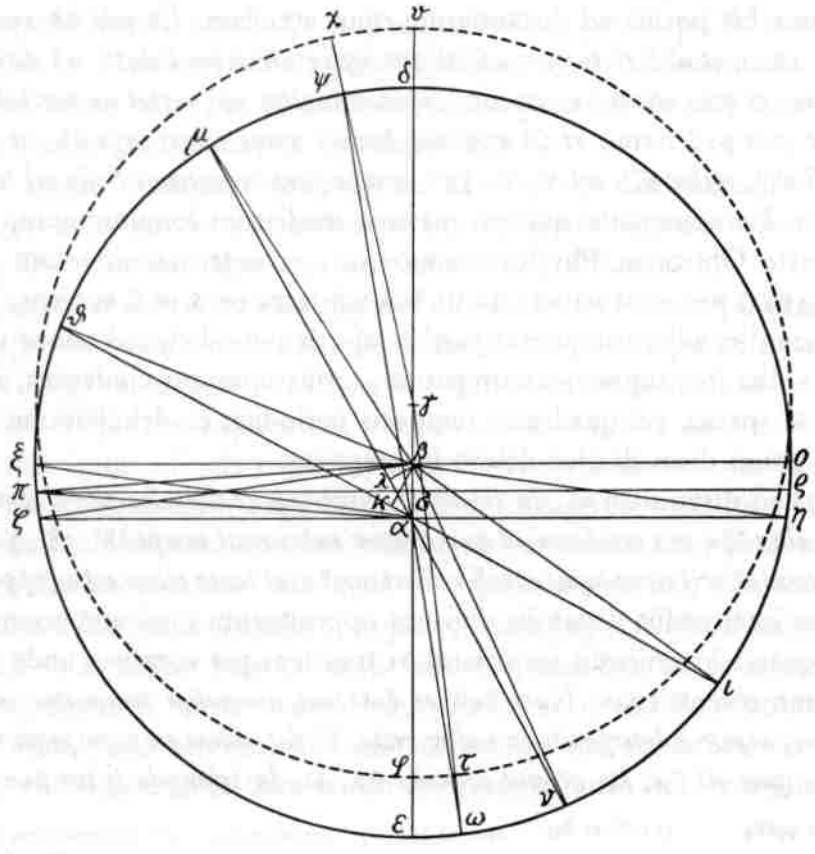
CAPVT XXIX

METHODVS EXTRVENDI DISTANTIAS SOLIS ET TERRAE, EX COGNITIONE ECCENTRICITATIS

Satis opinor confirmatum est, distantias Solis et terrae extruendas ex dimidiatione eccentricitatis a TYCHONE repertae. Quod etiam ex
158 diametri Solis aestiva et hy|berna observatione crebro confirmatur, ut in Optica Astronomiae parte ostendi capite XI. Sed et Mysterio Cosmographico mirifice confirmatur cap. XV fol. 53 in laterculo, ubi prosthaphaereses Martis, Veneris, Mercurii, interpositu Lunaris orbis deficiebant, omissione ejus excedebant. Jam igitur retento orbe Lunae, bisecta
† vero eccentricitate Solis, quam proxime justae provenient.

Atque idem porro saepius multoque clarissime confirmabitur, ubi usurpatione harum distantiarum ex bisectione prodeuntium (ut jam proximo capite coeptum) viderimus phaenomena sequi. Quare ut hae distantiae ad futuros usus nobis in promptu sint, docebo, quomodo facile computari possint, Geometrica demonstratione usus.

In linea αδ sit α corpus Solis (vel terrae TYCHONI, *vel centrum affixionis epicycli* PTOLEMAEO*) : β centrum ζδη eccentrici terrae (vel Solis et orbis annui*



TYCHONI, vel epicycli PTOLEMAEO*): et continuata* αβ *secet eccentricum in* δ ε, *sic ut* δ *sit aphelium vel apogaeum,* ε *perihelium seu perigaeum: et fiat ipsi* αβ *aequalis* βγ· *sitque* γ *centrum motus seu aequalitatis, apud quod terra (in* PTOLEMAEO *centrum epicycli, in* TYCHONE *Sol et punctum affixionis eccentricorum omnium) aequalibus temporibus aequales angulos constituit. Sitque* αγ *ex observatis* TYCHONIS *et* LANDGRAVII 3600*:* αβ *vero secundum meam mutationem hactenus demonstratam sit* 1800. *Agatur autem per* α *ipsi* δε *perpendicularis* ζη, *secans circulum in* ζ η· *per idem vero* α *ducatur recta* ϑι *quomodocunque inclinata, secans circumferentiam in* ϑ. ι· *et connectantur quatuor puncta* ϑ. ι. ζ. η. *cum centro* β. *Sit autem et hoc initio positum, etsi terra (Sol vel Planeta) aequaliter movetur circa* γ *ideoque inaequaliter circa* β, *tamen manere illam in circuli ex* β *descripti circumferentia. Per aequipollentiam autem capite secundo demonstratam (quod ad vitandam confusionem Ptolemaicae hypothesi generali non applicabo) hoc idem est ac si dicas: terram (vel Solem) moveri inaequaliter in* ὁμοκεντρεπικύκλῳ, *centro* α, *epicycli semidiametro aequali ipsi* αβ· *et arcus concentrici a centro epicycli descriptos, similes esse arcubus epicycli a terra (vel Sole) descriptis, ut et terra (vel Sol) et centrum epicycli moveantur inaequaliter aequalibus temporibus, et sic simul fiant tardi, simul iterum veloces.* Physicam autem hujus hypotheseos explicationem paulo differam.

Distantia longissima et brevissima.

Nunc his positis ad distantiarum opus accedam. *Et quia* βδ 100000, *et* βα 1800, *et* αβδ *recta; per additionem igitur utriusque habetur* αδ *distantia aphelia: et quia etiam* βε 100000*; subtracta igitur* αβ, *restat* αε *perihelia.*

Distantiae locorum mediorum.

Et quia βαζ *rectus, et* ζβ 100000, *hoc est sinus totus; ergo* αβ *est sinus anguli* αζβ. *igitur* αζβ *est* 1°. 1′. 53″. *nempe pars aequationis Solis vel terrae*[1] *Optica.* Nam aequatio quidem maxima mediarum longitudinum, quae *159* ex parte Optica et Physica componitur, eccentricitatem totam 3600 (seu 3592) pro sinu habet: ita ut Sol vel terra ex δ in ζ veniens, duos quidem dies adjecerit quartae parti temporis periodici, sed tamen unius solius diei iter supra quartam partem totius circuitus confecerit, atque ita hoc spacio, vel quadrante temporis periodici, ex debilitatione Physica, unum diem diutius debito insumpserit.

Sed ad distantiam αζ. *In triangulo igitur* ζαβ *rectangulo, altero acutorum dato alter* ζβα *erit residuum ad quantitatem unius recti nempe* 88°. 58′. 7″. *Et propterea* αζ *erit sinus hujus anguli scilicet* 99984*: et tanta etiam est* αη *opposita.*

Distantiae reliquae.

Pro intermediis distantiis duorum oppositorum graduum anomaliae coaequatae inveniendis inspiciatur ϑι transiens per corpus α unde computatur eccentricitas. *Nam* δαϑ *et* δαι *sunt anomaliae coaequatae, et oppositae, utpote* α *interposito in eadem recta. Cadat autem ex* β *perpendicularis in* ϑι, *quae sit* βκ, *ita ut sint aequales* ϑκ, κι. *In triangulo igitur* βκα *rect-*

35) 99884 38) δϑ et δει

angulo datur basis βα, *et anguli* καβ *ex numero graduum integrorum anomaliae coaequatae suscepto, et* καβ *complementum ejus ad quadrantem: non erunt igitur incognita latera* κα, κβ. *Est autem* κβ *sinus anguli* κθβ *vel* κιβ. *quo dato noscetur etiam* θβκ *vel* ιβκ *complementum illius ad quadrantem, ejusque sinus, nempe linea* θκ *vel* κι. *Apposita igitur* κα *ad* κθ, *habetur* αθ· *eadem ablata à* κι, *habetur* αι· *illa distantia ad anomaliam coaequatam* δαθ, *haec ad coaequatam* δαι, *quae habet sibi aequalem etiam in priori semicirculo; sic ut illa tantum distet ab aphelio in semicirculum* δθ, *quantum haec in semicirculo* δη.

Jam per α *agatur recta* μν *secans circulum in* μν, *et faciens angulum* μαδ *aequalem angulo* καβ· *et ex* β *in* μν *descendat perpendicularis* βλ, *bisecans* μν *in* λ· *et connectantur* μν *cum* β. *Cum ergo* καβ *sit graduum integrorum angulus, erit et residuus* κβα *eique aequalis* μαδ *integrorum graduum, et in triangulis* βκα, βλα, *similibus aequale erit latus* κα *lateri* λβ, *et* κβ *ipsi* λα. *Est autem* λβ *sinus anguli* λμβ, λνβ· *et ipsius* λμβ *complementum est* λβμ, λβν· *ejusque sinus linea* λμ, λν· *et ipsarum* αμ, αν *differentia* λα. *Atqui quantitates* λα, λβ *jam inventae sunt in triangulo* αβκ. Ergo unius trianguli ope, quatuor inveniri possunt distantiae aequalibus angulis ad α, remotae a linea apsidum ejusque perpendiculari ζη per α ducta. est enim μαζ aequalis ipsi θαδ et ναη ipsi ιαε. Compendium.

Est itaque longissima distantia in δ, brevissima in ε, mediocris vero, et aequalis ipsi βζ, non in ζη· sed neque in linea per β, ipsi ζα parallelo, quae sit ξο. *Nam* αζ *minor est quam* βζ, *eo quod minori* ζβα *subtendatur quam est* ζαβ *utpote rectus; et* αξ *ducta longior est quam* βξ, *eo quod majori* ξβα *(utpote recto) subtendatur,* ξβ *vero minori* ξαβ. Vbi distantia media inter longissimam et brevissimam.

Vt autem distantiae mediae locus Geometrice designetur, *bisecetur* αβ *signo* σ, *perque hoc perpendicularis ipsi* αβ *agatur* πρ, *secans circulum in* π. ρ. *Dico haec esse signa aequaliter ab* α *et à* β *distantia.*

Connectatur enim alterutrum signorum π *cum* α *et cum* β. *erunt* πα, πβ, *aequalibus (utpote rectis) angulis* πσα, πσβ *subtensae, et* ασ, σβ, *aequales, et* πσ *communis. Ergo* πα, πβ, *aequales.* Et sic Reinholdo usurpata demonstratio de tota αγ, et ejus medio puncto β, vera manet de puncto σ, et dimidia αβ.[1]

Possit igitur aliquis cogitare; cum in π, distantia απ, fiat aequalis ipsi βπ semidiametro, angulum etiam βπα majorem esse ipso βζα, et sic maximam aequationem in π contingere: *argumento usus, quod recta* βα *ipsi* π *directius objiciatur quam ipsi* ζ. *Atqui verum non est, quod erat propositum. Nam quanto obliquius* βα *respicit* ζ, *tanto longius vicißim distat* π *quam* ζ· *cum* πσ *sit longior quam* ζα. *major enim* πβσ *quam* ζβα, *cui* ζα *subtenditur.* Vbi maxima aequatio?

Demonstravit igitur recte Ptolemaevs, et ex eo Reinholdvs in Theoricis, maximam aequationem (eccentri quidem solitariam seu Opticam) contingere in ζ. Eam tamen demonstrationem in forma alia faci-

4) semicirculum (statt quadrantem) 17) remota

liori hic proponam. *Sit signum qualecunque supra* ζ *utpote* ϑ, *et qualecunque infra* η *vel* ζ *utpote* ι· *et connectantur cum* α· *et ex* β *perpendiculares cadant in* ϑα *vel* ια *continuatam, quae sint* βκ. *Quia igitur aequales sunt* δαζ *et* βκα *utpote recti, et* κβα, καβ *juncti aequales uni recto; eodem igitur* δαϑ *vel* βακ *ab aequalibus ablato, relinquentur* ϑαζ, κβα *aequales. Et primum atque supra punctum* ζ *ducitur aliqua per* α, *ut iam* ϑα, *seu proximum sit* ϑ *ipsi* ζ *seu remotum. simul etiam a* βα *declinat illius perpendicularis* βκ. *Major autem est* βα *quam ulla perpendicularium* βκ, *cum* βα *subtendatur* βκα *recto,* βκ *vero, acuto* βακ *et minori. Cum autem* βζ, βϑ, βι, *sint aequales, et* βαζ. βκϑ. βκι *recti; quadrant igitur in eundem semicirculum, cujus diameter est aequalis ipsis* βζ, βϑ, βι. *Itaque* βα *(ut longior) majorem circumferentiam hujuscemodi alicujus semicirculi subtendit quam* βκ *aut quaecunque perpendicularium; et proinde major erit ejus angulus* βζα *quam* βϑκ, *aut cujuscunque puncti alterius supra* ζ, *utpote* π *vel* ξ, *angulus prosthaphaereseos. Quod erat demonstrandum.*

Quae hoc capite de computandis distantiis Solis et terrae sunt dicta, valebunt etiam in Marte, quantisper erit in suppositis, Planetarum orbitas esse circulos perfectos. Quo falso deprehenso, alia methodus tradetur eas computandi.

CAPVT XXX

TABVLA DISTANTIAE SOLIS A TERRA EJVSQUE VSVS

In hunc modum extructas distantias Solis tanquam ad integros gradus anomaliae coaequatae totius semicirculi (nam quae in altero semicirculo sunt, aequaliter ab apogaeo distantes, cum his, aequales quoque sunt his.) conjecimus hic in tabellam, cujus columnae tres sunt. In prima, quam diximus anomaliam mediam, sunt anguli δβμ. δβϑ. δβξ. δβι. δβν. compositi ex δαμ. δαϑ. δαξ. δαι. δαν. integrorum graduum angulis, et ex eorum aequationibus Opticis seu eccentri, puta βμα. βϑα. βξα. βια. βνα. In secunda, distantiae ipsae αμ, αϑ, αξ, αι, αν, collocantur e regione. In tertia, sub titulo anomaliae coaequatae | collocantur anguli hic non de- 161
picti, sed quorum originis ratio partim jam statim partim capitibus XXXI et XL detegetur. Existunt autem per subtractionem aequationum Opticarum αμβ etc. a δαμ etc. Itaque ipsis δαμ angulis integrorum graduum nullam dedimus columnam; quia sunt medium arithmeticum inter columnarum lateralium angulos, et sic seipsis facile intelliguntur, nec usui sunt, ut audiemus.

Praeceptum de usu tabulae.

Ingressus ergo cum anomalia media vel coaequata, pro ut usus feret utralibet in sua propria columna quaesita, vel cum alterutrius complemento ad integrum circulum, ubi semicirculum ipsa excesserit, invenies

26) δαι fehlt 27) βζα statt βξα

distantiam ☉ a terra quaesitam, in partibus qualium radius orbis est 100000 et eccentricitas 1800.

Iter Solis vel Terrae per hanc tabulam supponi ovale.

Verum est, quod hoc pacto (dum distantiam αζ anguli δαζ tribuimus angulo, qui tanto est minor ipso δαζ, quanto δαζ minor est quam δβζ) affingitur circuitui terrae (vel Solis) circa α via non plane circularis sed ovalis. Nam quia (exempli gratia) distantia αζ extructa est per angulum δαζ 90° integrorum, et positum fuit in operatione, hunc δαζ esse anomaliam coaequatam; jam vero juberis distantias excerpere per angulos anomaliae, quae in nostra tabula coaequata dicitur, diminutos prosthaphaeresi βζα· ideoque accidit, ut per 90 non excerpas 99984, cum tamen prius per 90 extruxeris 99984. nam hic jam e regione 99984 invenis coaequatam 88°. 58′. 7″, quae non est tua. proposita est namque tibi 90, quae inferius quaesita exhibet 99953, cum ex lege circuli αζ vel αη debuerit esse 99984. Itaque omnes distantiae minuuntur ad latera, maxime circa ζ. η. nihil in δ. ε. Quo pacto plane ovalis pro circulari via substituitur. Idem tibi eveniet, si per anomaliam mediam tibi alicunde oblatam fueris ingressus. Nam anomalia media notavit supra, cum schema describeretur, angulos apud γ. Jam autem ingrederis per angulos apud β, minores illis ad γ prosthaphaeresi Optica. Et 91°. 1′. 53″ anomaliae mediae exhibet tibi 99984. Supra vero tantus erat δβζ. neque tamen ibi erat anomalia media. nam illa fuerat δγζ adhuc major. itaque 91°. 1′. 53″. anomalia illa media construxerat illic longiorem distantiam, quam ejusdem hic magnitudinis anomalia media 91°. 1′. 53″ hic exhibet. Totum inquam hoc verum est. Sed nihil est cur te impediri patiaris. Etenim, quia de unius gradus differentia agitur, vides distantias intra unum gradum non plus 31 particulis de centum millibus variari. itaque nihil sensibile erraretur, etsi hoc praepostere fieret. Causam autem hujus rei analogia caeterorum Planetarum etiam in theoriam Solis deducendam, infra cap. XLIV et seq: invenies. Non itaque praepostere, sed rectissime hoc fit, quod qualitatem attinet figurae, quam Planeta describit, suppositae.

Quod vero quantitatem attinet, excedit medicina modum. Nam anomalia coaequata 88°. 58′. 7″, cui media respondet 91°. 1′. 53″, non debuit exhibere 99984, sed 100000, quod est medium inter schematis et inter tabulae distantias. Causa hujus affirmati differenda est in cap. LV et sequentia.

Dictum autem jam est, nos nihil sensibile aberraturos, si 31 particulis aberremus. multo minus igitur nocebit nobis ad sensum, si solum dimidio nempe particulis 16 erremus. Itaque interim hunc errorculum tuto admittimus, ut nos ad captum ejus, qui huc usque legendo provectus est, accommodemus, neque praesupponere videamur, quod erat demonstrandum. |

10) βαζ 19) 91°. 1′. 55″

Anomalia media	Distantia	Anomalia coaequata
G. M. S.		G. M. S.
0. 0. 0	101800	0. 0. 0
1. 1. 5	101800	0. 58. 55
2. 2. 10	101799	1. 57. 50
3. 3. 14	101797	2. 56. 46
4. 4. 18	101795	3. 55. 42
5. 5. 23	101793	4. 54. 37
6. 6. 27	101790	5. 53. 33
7. 7. 31	101786	6. 52. 29
8. 8. 36	101782	7. 51. 24
9. 9. 40	101777	8. 50. 20
10. 10. 44	101772	9. 49. 16
11. 11. 48	101766	10. 48. 12
12. 12. 52	101760	11. 47. 8
13. 13. 55	101753	12. 46. 5
14. 14. 58	101746	13. 45. 2
15. 16. 1	101738	14. 43. 59
16. 17. 3	101729	15. 42. 57
17. 18. 6	101720	16. 41. 54
18. 19. 8	101710	17. 40. 52
19. 20. 9	101700	18. 39. 51
20. 21. 10	101689	19. 38. 50
21. 22. 11	101678	20. 37. 49
22. 23. 11	101667	21. 36. 49
23. 24. 11	101654	22. 35. 49
24. 25. 10	101642	23. 34. 50
25. 26. 9	101628	24. 33. 51
26. 27. 8	101615	25. 32. 52
27. 28. 6	101600	26. 31. 54
28. 29. 3	101586	27. 30. 57
29. 30. 0	101570	28. 30. 0
30. 30. 56	101555	29. 29. 4
31. 31. 52	101539	30. 28. 8
32. 32. 47	101522	31. 27. 13
33. 33. 42	101505	32. 26. 18
34. 34. 36	101487	33. 25. 24
35. 35. 29	101469	34. 24. 31
36. 36. 22	101451	35. 23. 43
37. 37. 14	101432	36. 22. 46
38. 38. 6	101412	37. 21. 54
39. 38. 57	101392	38. 21. 3
40. 39. 47	101372	39. 20. 13
41. 40. 36	101351	40. 19. 24
42. 41. 24	101330	41. 18. 36
43. 42. 12	101309	42. 17. 48
44. 42. 59	101287	43. 17. 1
45. 43. 45	101265	44. 16. 15

Anomalia media	Distantia	Anomalia coaequata
G. M. S.		G. M. S.
45. 43. 45	101265	44. 16. 15
46. 44. 30	101242	45. 15. 30
47. 45. 15	101219	46. 14. 45
48. 45. 59	101195	47. 14. 1
49. 46. 42	101172	48. 13. 18
50. 47. 24	101147	49. 12. 36
51. 48. 5	101123	50. 11. 55
52. 48. 46	101098	51. 11. 14
53. 49. 25	101073	52. 10. 35
54. 50. 4	101047	53. 9. 56
55. 50. 41	101022	54. 9. 19
56. 51. 18	100995	55. 8. 42
57. 51. 54	100969	56. 8. 6
58. 52. 29	100942	57. 7. 31
59. 53. 3	100915	58. 6. 57
60. 53. 35	100888	59. 6. 25
61. 54. 7	100860	60. 5. 53
62. 54. 38	100832	61. 5. 22
63. 55. 8	100804	62. 4. 52
64. 55. 37	100775	63. 4. 23
65. 56. 5	100747	64. 3. 55
66. 56. 32	100719	65. 3. 28
67. 56. 58	100690	66. 3. 2
68. 57. 22	100660	67. 2. 38
69. 57. 46	100631	68. 2. 14
70. 58. 9	100601	69. 1. 51
71. 58. 30	100571	70. 1. 30
72. 58. 51	100542	71. 1. 9
73. 59. 11	100511	72. 0. 49
74. 59. 29	100481	73. 0. 31
75. 59. 46	100451	74. 0. 14
77. 0. 2	100420	74. 59. 58
78. 0. 18	100389	75. 59. 42
79. 0. 32	100359	76. 59. 28
80. 0. 45	100328	77. 59. 15
81. 0. 57	100297	78. 59. 3
82. 1. 7	100266	79. 58. 53
83. 1. 16	100235	80. 58. 44
84. 1. 25	100203	81. 58. 36
85. 1. 32	100172	82. 58. 28
86. 1. 38	100141	83. 58. 22
87. 1. 43	100109	84. 58. 17
88. 1. 46	100078	85. 58. 14
89. 1. 49	100047	86. 58. 11
90. 1. 51	100015	87. 58. 9
91. 1. 53	99984	88. 58. 7

162 †

163

Anomalia media	Distantia	Anomalia coaequata
G. M. S.		G. M. S.
91. 1. 53	99984	88. 58. 7
92. 1. 51	99952	89. 58. 9
93. 1. 49	99921	90. 58. 11
94. 1. 46	99890	91. 58. 14
95. 1. 43	99858	92. 58. 17
96. 1. 38	99827	93. 58. 22
97. 1. 32	99796	94. 58. 28
98. 1. 25	99765	95. 58. 35
99. 1. 16	99734	96. 58. 44
100. 1. 7	99703	97. 58. 53
101. 0. 57	99672	98. 59. 3
102. 0. 45	99641	99. 59. 15
103. 0. 31	99610	100. 59. 29
104. 0. 18	99580	101. 59. 42
105. 0. 2	99549	102. 59. 58
105. 59. 46	99519	104. 0. 14
106. 59. 29	99489	105. 0. 31
107. 59. 11	99459	106. 0. 49
108. 58. 51	99429	107. 1. 9
109. 58. 31	99399	108. 1. 29
110. 58. 9	99370	109. 1. 51
111. 57. 46	99341	110. 2. 14
112. 57. 23	99312	111. 2. 37
113. 56. 58	99283	112. 3. 2
114. 56. 32	99254	113. 3. 28
115. 56. 5	99226	114. 3. 55
116. 55. 37	99198	115. 4. 23
117. 55. 8	99170	116. 4. 52
118. 54. 38	99142	117. 5. 22
119. 54. 7	99115	118. 5. 53
120. 53. 35	99088	119. 6. 25
121. 53. 3	99061	120. 6. 57
122. 52. 29	99034	121. 7. 31
123. 51. 54	99008	122. 8. 6
124. 51. 18	98982	123. 8. 42
125. 50. 41	98957	124. 9. 19
126. 50. 4	98931	125. 9. 56
127. 49. 25	98906	126. 10. 35
128. 48. 46	98882	127. 11. 14
129. 48. 5	98857	128. 11. 55
130. 47. 25	98833	129. 12. 35
131. 46. 42	98810	130. 13. 18
132. 45. 59	98787	131. 14. 1
133. 45. 15	98764	132. 14. 45
134. 44. 31	98741	133. 15. 29
135. 43. 45	98719	134. 16. 15

Anomalia media	Distantia	Anomalia coaequata
G. M. S.		G. M. S.
135. 43. 45	98719	134. 16. 15
136. 42. 59	98698	135. 17. 1
137. 42. 12	98676	136. 17. 48
138. 41. 24	98655	137. 18. 36
139. 40. 36	98634	138. 19. 24
140. 39. 47	98614	139. 20. 13
141. 38. 57	98595	140. 21. 3
142. 38. 6	98575	141. 21. 54
143. 37. 14	98557	142. 22. 46
144. 36. 22	98538	143. 23. 38
145. 35. 30	98520	144. 24. 30
146. 34. 36	98503	145. 25. 24
147. 33. 42	98486	146. 26. 18
148. 32. 47	98469	147. 27. 13
149. 31. 52	98453	148. 28. 8
150. 30. 56	98437	149. 29. 4
151. 30. 0	98422	150. 30. 0
152. 29. 3	98407	151. 30. 57
153. 28. 6	98393	152. 31. 54
154. 27. 8	98379	153. 32. 52
155. 26. 9	98366	154. 33. 51
156. 25. 10	98353	155. 34. 50
157. 24. 11	98341	156. 35. 49
158. 23. 11	98329	157. 36. 49
159. 22. 11	98317	158. 37. 49
160. 21. 10	98307	159. 38. 50
161. 20. 9	98296	160. 39. 51
162. 19. 8	98286	161. 40. 52
163. 18. 6	98277	162. 41. 54
164. 17. 3	98268	163. 42. 57
165. 16. 1	98260	164. 43. 59
166. 14. 58	98253	165. 45. 2
167. 13. 55	98245	166. 46. 5
168. 12. 52	98239	167. 47. 8
169. 11. 48	98232	168. 48. 12
170. 10. 44	98227	169. 49. 16
171. 9. 40	98222	170. 50. 20
172. 8. 36	98217	171. 51. 24
173. 7. 31	98213	172. 52. 29
174. 6. 27	98210	173. 53. 33
175. 5. 23	98207	174. 54. 37
176. 4. 18	98204	175. 55. 42
177. 3. 14	98202	176. 56. 46
178. 2. 10	98201	177. 57. 50
179. 1. 5	98200	178. 58. 55
180. 0. 0	98200	180. 0. 0

CAPVT XXXI

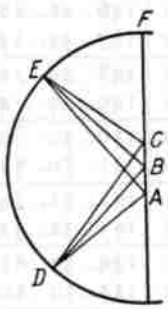
164

PER BISECTIONEM ECCENTRICITATIS SOLIS NON TVRBARI SENSIBILITER AEQVATIONES SOLIS A TYCHONE EXPOSITAS: ET DE QVATVOR MODIS EAS COMPVTANDI

Sed ne qua nobis obstet suspicio ad sequentia pergentibus, in usitata et Ptolemaica forma primae* inaequalitatis explorabimus, an aliqua in Sole diversitas aequationum contingat bisecta jam eccentricitate.

*In sequentibus capitibus orietur confusio apud lectorem incautum. Motus Solis (BRAHEO) vel Terrae (COPERNICO) vel epicycli (PTOLEMAEO) qui Planetis caeteris causa est inaequalitatis secundae, ipse etiam participat inaequalitate prima.

Sit primum integra eccentricitas 3600 *in* AF *linea apsidum, et propterea* CE, CD, *radii orbis: et sit* FAE *anomalia* 45°, *et* FAD 135°. *Perspicuum autem est, quantacunque sit discrepantia, fore circa haec anomaliae loca maximam. Nam in longitudinibus mediis plane eaedem proveniunt aequationes, cum* 3600 *tam in sinubus quam in tangentibus quaesita eundem arcum exhibeat. Vt ergo* CE *radius ad anguli* CAE *vel* CAD *sinum, sic* CA *eccentricitas ad* CEA *vel* CDA *aequationem, quae est utrinque* 1°. 27′. 31″. Atque hoc primo modo computavit PTOLEMAEVS aequationes Solis, et ex PTOLEMAEO COPERNICVS, ex iis BRAHEVS; quilibet usus eccentricitate AC tanta, quantam inveniebat ex suis observationibus.



Sequitur jam secundus modus computandi easdem aequationes, quo PTOLEMAEVS est usus in Planetis caeteris, et quo utendum est mihi, qui hac parte tertia demonstravi, centrum eccentrici non esse in C puncto aequalitatis motus, sed in B loco inter A centrum mundi et C aequalitatis punctum intermedio.

Bisecetur igitur CA *in* B, *et sit* EB, BD *radius orbis, eritque eadem methodo pars aequationis* BEA, BDA, 0°. 43′. 46″. *qui additus ad* EAB, DAB, *constituet* EBC 45°. 43′. 46″, DBC 135°. 43′. 46″. *Quare ex lateribus et comprehenso prodit* BEC 43′. 38″, BDC 43′. 42″, *et sic totus* CEA 1°. 27′. 24″, CDA 1°. 27′. 28″ *ad unguem idem cum priori.* Itaque in Progymnasmatum TYCHONIS BRAHEI appendice pag. 821. ubi calculi utriusque differentia proditur 1⅙′, lege 0⅙′. Atque haec secundum doctrinam cap. IV. ex hypothesis vicariae forma.

Cumque videas, quam pene sint aequales aequationis partes in hac Ptolemaica hypotheseos particularis forma (pars enim Optica fuit 43′. 46″, pars Physica in E 43′. 38″, in D 43′. 42″): hinc tibi causa patet, cur praecedenti cap. in constructione tabulae nihil aliud quam prosthaphaeresin duplicaverim pro tota prosthaphaeresi constituenda. qui tertius modus est computandi prosthaphaereses Solis. Nam in apogaeo et

perigaeo utraque pars aequationis evanescit: in mediis longitudinibus iterum aequales sunt partes, ut jam modo dictum. Ergo cum in locis octo per totum circulum dispositis plane coincidant tres hae rationes computandi aequationes, ubique ad sensum incident. Hoc praestat eccentricitatis exilitas. quae si major esset, locum sane ista non haberent per omnia. |

165 Nunc ad quartum etiam modum aequationis non per fictam hypothesin sed ex ipsa rerum natura computandae me praeparabo capitibus octo, ut quadragesimo tandem modus hic quartus sequi possit.

CAPVT XXXII

VIRTVTEM QVAE PLANETAM MOVET IN CIRCVLVM, ATTENVARI CVM DISCESSV A FONTE

Dixi supra, PTOLEMAEVM observationibus edoctum bisecuisse trium superiorum eccentricitates, idque COPERNICVM imitatum; idem etiam suadere TYCHONIS observationes in Marte, quod capitibus XIX. XX. apparuit, multoque certius apparebit infra capite XLII. Porro et TYCHO hoc in Luna est imitatus quam proxime. Jam et in theoria Solis (TYCHONI) vel terrae (COPERNICO) idem est demonstratum. De Venere vero et Mercurio quin idem credamus, nihil impedit. Imo jam demonstratum habeo, hinc ortam esse opinionem, horum Planetarum centra eccentrici, in annuo circello circumire. Omnes ergo Planetae hoc habent. Cum ergo in Mysterio meo Cosmographico ante annos* octo publicato litem hanc de causa aequantis Ptolemaici hoc solo nomine distulerim, quod ex Astronomia vulgari dici non posset, an etiam Sol vel terra puncto aequatorio et ejus eccentricitas bisectione utatur; equidem jam decet rem esse liquidam, postquam sincerioris Astronomiae testimonio confirmatum habemus, omnino in theoria Solis vel terrae aequantem inesse. Hoc inquam jam demonstrato, decet causam aequantis Ptolemaici a me assignatam in Mysterio Cosmographico, pro justa et legitima haberi, cum sit universalis et communis omnibus Planetis. Illam igitur hac operis parte declarabo amplius.

* plures jam sunt.

Et quia declaratio erit generalis, utar voce Planetae. Lector autem in hoc et sequentibus aliquot capitibus semper in specie terram COPERNICI vel Solem TYCHONIS intelligat.

Primum sciat in omni hypothesi Ptolemaica hac forma instructa, quantacunque eccentricitas fuerit, celeritatem in perihelio et tarditatem

in aphelio proportionari quam proxime lineis ex centro mundi eductis in Planetam.

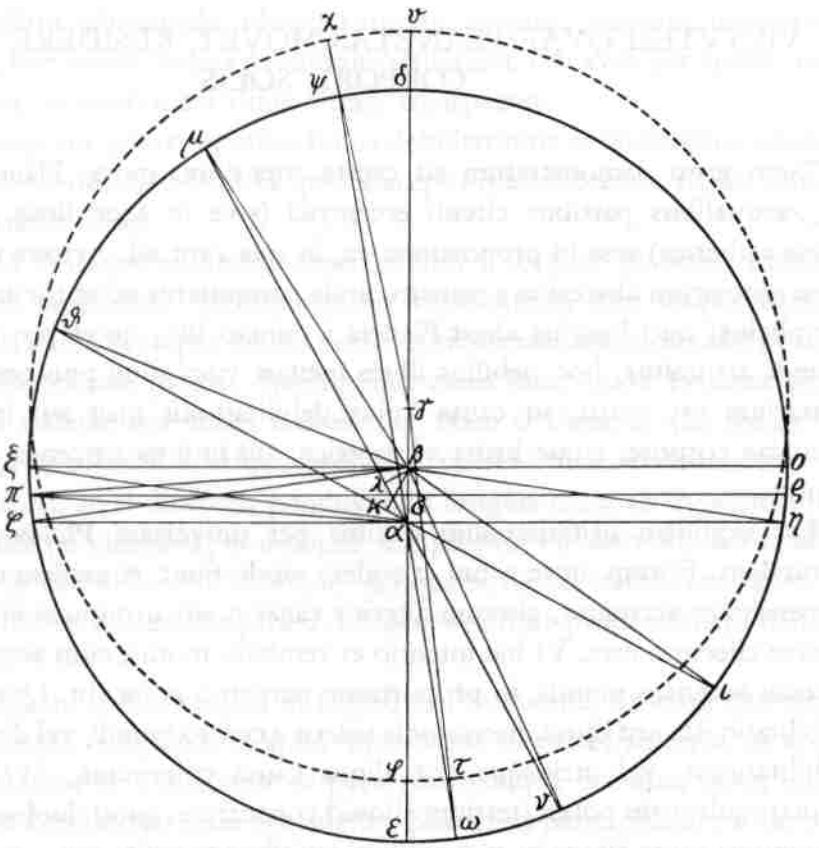
In schemate capitis XXIX, in quo α *centrum mundi fuit, et* β *centrum eccentrici* δε, *et* γ *punctum aequantis, scribatur centro* γ *distantiâ* βδ, *circulus aequans* υφ· *et per* α *centrum mundi, unde computatur eccentricitas (est autem in praesenti negocio, Sol* COPERNICO, *terra caeteris) agatur recta* ψω, *secans eccentricum in* ψ *et* ω, *ut Planeta sit in* ψ *et* ω, *arcubus*[1] *eccentrici* δψ *et* εω *confectis,* 166
illic ab aphelio seu apogaeo, hic a perihelio seu perigaeo: qui arcus ex α *ponuntur apparere aequales, quia recta* ψω *facit* ψαδ, *et* ωαε *ad verticem aequales. Cum autem* δψ, εω, *arcus ponantur esse minimi, utpote in ipsis* δ. ε. *apsidibus;* 10
a rectis igitur lineis nihil differunt ad sensum. Itaque perinde ac si δαψ, εαω *essent triangula rectilinea, et* δ. ε. *anguli recti, et* α *communis vertex; erit ut* δα *ad* εα, *sic* δψ *arcus ad* εω *arcum. Sed longior est* αδ *quam* αε· *longior igitur etiam arcus* δψ *quam* εω. *Hi arcus (revera inaequales) apparent ex* α *aequales. Quaeritur jam, quanto tempore moretur Planeta in utroque arcu ex doctrina et hypothesi* PTOLEMAEI, *quando is aequantem adhibet? Igitur ex* γ *centro per signa* ψω *rectae ducantur, secantes aequantem in* χ,τ. *Dicet igitur* PTOLEMAEVS: *Cum integer circulus aequantis* υφ *denotat tempus periodicum Planetae, tunc* υχ *esse mensuram temporis, quod Planeta consumit in arcu eccentrici* ψδ· *et* φτ *esse mensuram temporis, quod Planeta consumit in arcu eccentrici* εω. 20

Atqui ego dico υχ *sic delineatum arcum temporis, ut voluit* PTOLEMAEVS, *esse quamproxime ad* δψ *arcum itineris, ut est* αδ *distantia arcus* δψ *a centro mundi, ad* δβ *distantiam mediocrem punctorum* π. ρ. *ab* α· *et similiter arcum temporis* φτ *esse ad arcum itineris* εω *quam proxime, ut est* αε *distantia arcus* εω *a centro mundi* α, *ad* εβ *et* απ *distantiam a centro mundi mediocrem, quae potest contingere in* π. ρ. *signis. Est enim ut prius, ut* γυ *ad* γδ *sic* υχ *ad* δψ· *et ut* γφ *ad* γε *sic* φτ *ad* εω. *Sed* γυ *est ad* γδ, *fere ut* βδ *(vel* γυ*) ad* αδ. *patet inde, quia* βδ *est medium arithmeticum inter* γδ *et* αδ. PTOLEMAEVS *enim facit* αβ, βγ, *aequales. Medium autem arithmeticum inter terminos, inter quos parva est proportio, insensibili aliquo majus est medio Geometrico. Verbi* 30
gratia inter 10 *et* 12 *medium arithmeticum est* 11: *medium Geometricum est* $10^{19}/_{20}$ *fere. ubi minus una vicesima unius particulae inter utrumque medium interest. Et tamen hi numeri sunt familiares theoriae Martis, qui habet eccentricitatem omnium maximam apud* PTOLEMAEVM.

Cum igitur proportio γυ *ad* γδ *sit insensibili major proportione* αδ *ad* δβ, *erit et proportio* χυ *ad* ψδ *insensibili major quam porportio* αδ *ad* δβ. *Similiter ut* γε *ad* γφ, *sic* εω *ad* φτ. *Sed* γε *ad* γφ *est fere ut* εβ *ad* αε. *nimirum proportio illa insensibili aliquo minor est ista. Ergo et proportio* εω *ad* φτ *insensibili aliquo minor est proportione* εβ *ad* αε.

Jam permutemus. Est enim proportio αδ *ad* δβ *insensibili minor proportione* 40
δβ *vel* βε *ad* εα· *eo quod* βδ *vel* βε *est medium arithmeticum inter* αδ *et* αε,

ut prius. Probatum autem fuit, proportionem υχ *ad* δψ *esse majorem proportione* αδ *ad* δβ, *ex duabus minori: et proportionem* εω *ad* φτ *minorem esse*
167 *proportione* εβ *ad* αε, *ex duabus majori: ut quanto ex duabus* αδ *ad* δβ, *et* εβ *ad* αε, *illa minor, et haec major; tanto ex duabus* υχ *ad* δψ, *et* εω *ad* φτ, *illa major, haec minor. Itaque etiam illius insensibilis differentiae fit aliqua compensatio, ut multo propius vero sit, proportionem* υχ *ad* δψ *ad unguem esse aequalem proportioni* εω *ad* φτ.



Aequalibus igitur sumptis arcubus δψ *et* εω, *qui hactenus fuerunt inaequales, erit uterque* δψ *vel* εω *medium proportionale inter* υχ *moram in aphelio et* φτ
10 *moram in perihelio; Et proportio igitur* υχ *ad* φτ *(aequalibus existentibus* δψ *et* εω*) dupla erit proportionis* αδ *ad* δβ *vel* βε *ad* εα, *illius minoris, hujus majoris, insensibili aliquo. Ac cum etiam proportio* αδ *ad* αε *dupla sit alterutrius harum (componitur enim ex utrisque, pene aequalibus existentibus, exempto medio arithmetico* δβ *vel* βε*): Ergo aequalibus existentibus arcubus eccentri* δψ *et* εω, *proportio morae* υχ *ad moram* φτ *aequalis erit proportioni* αδ *ad* αε· *et clarius*, quanto longior est αδ quam αε, tanto diutius moratur Planeta in certo aliquo arcu eccentri apud δ, quam in aequali arcu
† eccentri apud ε. Atque hoc sequitur ex ordinatione formae* Ptolemaicae, ejusque puncto aequatorio, certa et legitima demonstratione, quantum

* intellige particularis et inaequalitati primae servientis.

ad loca apogaeo et perigaeo vicina attinet. In caeteris tenuissima apparet diversitas, eaque quanto evidentior in demonstratione, tanto minor in effectu: quia verbi gratia proportio αμ ad αν minor est, et αϑ ad αι multo minor, quam αδ ad αε omnium maxima, maximique effectus.

CAPVT XXXIII

VIRTVTEM QVAE PLANETAS MOVET, RESIDERE IN CORPORE SOLIS

Cum ergo demonstratum sit capite superiore, moras Planetae in aequalibus partibus circuli eccentrici (sive in aequalibus spaciis aurae aetheriae) esse in proportione ea, in qua sunt ad invicem eorundem spaciorum abscessus a puncto, unde computatur eccentricitas: seu simplicius; quo longius abest Planeta a puncto illo, quod pro centro mundi assumitur, hoc debilius illum incitari circa illud punctum: necessarium est igitur, ut causa hujus debilitationis insit aut in ipso Planetae corpore, eique insita vi motrice, aut in ipso suscepto mundi centro.

Est siquidem usitatissimum axioma per universam Philosophiam naturalem: Eorum, quae simul et eodem modo fiunt, et easdem ubique dimensiones accipiunt, alterum alterius causam aut utrumque ejusdem causae effectum esse. Vt hic intentio et remissio motus, cum accessu et recessu a centro mundi, in proportione perpetuo coincidit. Quare vel debilitatio ista erit causa discessionis sideris a centro mundi, vel discessio debilitationis, vel utriusque erit aliqua causa communis. At | neque *168* opinari quisquam potest, tertium aliquid concurrere, quod duobus hisce communis causa sit; et in sequentibus capitibus patebit, non esse nobis necesse tale quippiam confingere, cum sufficiant duo ista sibi ipsis.

Porro neque est naturae consentaneum, fortitudinem vel debilitatem in motu longitudinis esse causam distantiae a centro. Distantia enim a centro prior est cogitatione et natura quam motus in longum. Equidem motus in longum nunquam est citra distantiam a centro, cum requirat spacium in quo conficiatur: distantia vero a centro, citra motum fingi potest. Ergo distantia erit causa vigoris in motu, et major minorque distantia, majoris minorisque morae.

Et cum distantia sit ex relatorum genere, cujus esse recidit in terminos, relationis vero per sese (citra terminorum respectum) nequeat esse ulla efficientia: sequitur igitur quod dictum est, in alterutro terminorum haerere causam variantis vigoris in motu.

Corpus vero Planetae seipso neque gravius discessu, neque levius appropinquando efficitur.

Animalem quoque vim, quae motum sideri inferat sedentem in mobili Planetae corpore, toties intendi et remitti citra fatigationem et senium, id forsan erit absurdum dictu. Adde quod intelligi nequit, quomodo vis haec animalis corpus suum per spacia mundi transvectet, cum nulli sint orbes solidi, ut TYCHO BRAHE demonstravit: sed neque alarum aut pedum adminicula adsint, rotundo corpori, quorum motatione, anima, hoc suum corpus per auram aetheriam, ceu aves per aerem, nisu quodam, et contranisu illius aurae, transportet.

Relinquitur igitur, ut causa hujus debilitationis et intensionis resideat in termino altero, scilicet in ipso suscepto mundi centro, a quo distantiae computantur.

Virtutem motricem in centro systematis esse.

Quod si itaque elongatio centri mundi a corpore Planetae, praestat Planetae tarditatem, appropinquatio velocitatem; fons itaque virtutis motricis in illo suscepto mundi centro insit necesse est. Hoc enim posito, et modus causae patebit. Intelligimus enim hinc, quod Planetae pene ratione staterae seu vectis moveantur. Nam si Planeta, quo longior a centro, hoc difficilius (utique tardius) a centri virtute movetur: equidem perinde est, ac si dicerem, pondus, quo longius exeat ab hypomochlio, hoc reddi ponderosius; non seipso, sed propter virtutem brachii sustentantis, in hac distantia. Vtrinque namque et hic in statera seu vecte, et illic in motu Planetarum, haec debilitas sequitur proportionem distantiarum.

Solem in centro systematis Planetarii esse.

Quodnam autem corpus in centro sit; nullumne, ut apud COPERNICVM quando computat, et apud TYCHONEM ex parte; an terra, ut apud PTOLEMAEVM et TYCHONEM ex parte; an denique Sol ipse, quod mihi, quod et COPERNICO dum speculatur, placet: id parte prima, rationibus Physicis coepi discutere. Ibi enim in principiorum numero posui, quod
169 jam cap. XXXII ex professo et Geometrice demon|stratum est: Planetam moveri debiliter, cum discedit a puncto, unde ejus computatur eccentricitas.

Ex hoc principio argumentatus sum probabiliter, Solem potius in illo puncto et centro mundi esse, vel PTOLEMAEO terram, quam aliud aliquod punctum corpore vacuum. Liceat ergo etiam hoc capite, demonstrato jam nostro principio, idem argumentum probabile repetere. Deinde memineris, me demonstrasse parte secunda, Phaenomena sub noctium extrema pulchre sequi, si oppositiones Martis cum apparenti Solis in consilium adhibeamus: quo facto, simul eccentricitatem et distantias ex ipso corporis Solaris centro extruimus; ut ita rursum Sol ipse in centrum mundi (COPERNICO) vel saltem in centrum systematis Planetarii

(TYCHONI) veniat. Sed horum duorum argumentorum alterum nititur probabilitate Physica; alterum procedit a posse ad esse. Itaque tertio in caput LII distuli, ob captus difficultatem, demonstrare ex observatis, quod fieri aliter non possit, quin Planetam Martem ad apparentia Solis loca referamus, et diametrum apsidum, quae bisecat eccentricum, per ipsum corpus Solis ducamus; nisi forte eccentricum talem admittere velimus, qui nullo pacto a parallaxibus orbis annui toleretur. Legat hac de re, si quis moram fert impatientius, caput LII; eoque lecto, sic tandem hic legendo progrediatur. Nihil enim ibi assumitur, nisi merae observationes. Similem demonstrationem invenies parte quinta, ex latitudinum rationibus.

Virtutem motricem in Sole esse.

Sole igitur in centrum systematis competente, fons virtutis motricis ex jam demonstratis in Solem competet, cum et ipse in centro mundi jam modo repertus sit.

Sane si hoc ipsum quod jam a posteriori (ex observationibus) per longiusculam deductionem demonstravi, si hoc inquam a priori (ex dignitate et praestantia Solis) demonstrandum suscepissem, ut idem sit fons vitae mundi (quae vita in motu siderum spectatur.) qui est et lucis, quo totius machinae constat ornatus, qui itidem et caloris, quo omnia vegetantur; puto me aequis auribus audiri meruisse.

Solem in centro mundi esse, nec de loco in locum moveri.

Videat autem ipse TYCHO BRAHEVS, seu quis est qui illius generalem hypothesin secundae inaequalitatis sequi malit, qua veri specie hanc Physicam concinnitatem ex potissima parte receptam (nam et ipsi per usurpationem loci apparentis Solis, Sol recidit in centrum systematis Planetarii) parte una iterum a sua hypothesi repellat.

Etenim ex dictis apparet, alterum omnino sequi: aut ut virtus in Sole residens, quae Planetas omnes movet, eadem et terram moveat: aut ut Sol, illique per vim suam motricem concatenati Planetae, a virtute aliqua, quae in tellure sedeat, circa terram vehantur.

Nam realitatem orbium TYCHO ipse destruxit; vicissim EGO aequantem in Solis seu terrae theoria esse, invicte demonstravi hac parte tertia: ex quo sequitur, ipsius quoque Solis, si movetur, intendi et remitti motum, prout propior vel remotior a terra fuerit, et sic Solem a terra moveri sequeretur. Sin autem terra movetur, a Sole et ipsa quoque movebitur, et id celerius vel tardius, prout ei propior | aut ab eo remotior fuerit: manente in corpore Solis virtute perpetuo constante. Itaque inter duo jam proposita medium nullum est.

170

Lunam a Tellure circumagi at non Solem aut caeteros: Tellurem vero a Sole.

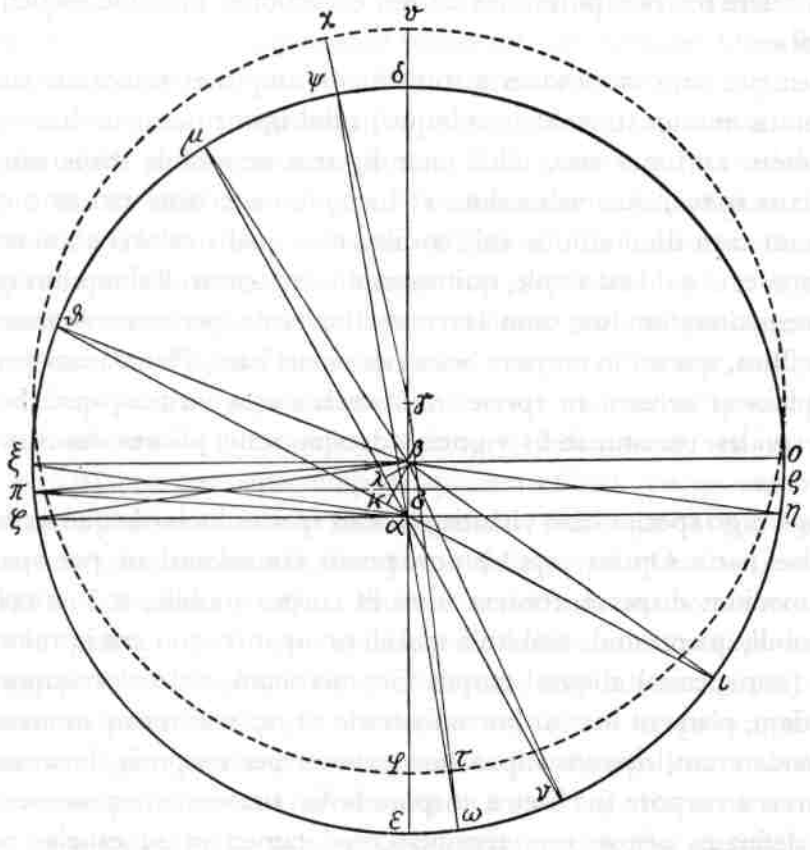
Ego in COPERNICO acquiesco, et tellurem unam ex Planetis esse patior.

Ac etsi de Luna idem potest objici COPERNICO, quod de quinque Planetis ego objeci TYCHONI; quod scilicet absurdum videatur, Lunam

5) qui bisecat

a tellure moveri, praetereaque illi concatenari et copulari, sic ut secundario et ipsa circa Solem a Sole rapiatur: malo tamen unam Lunam, telluri cognatam, dispositione corporis (ut in Opticis demonstravi) movendam permittere virtuti in terra sedenti, extensae vero versus Solem, ut paulo post dicetur capite XXXVII, quam eidem terrae etiam Solis eique copulatorum omnium Planetarum motus transscribere.

Sed pergamus in contemplatione hujus in Sole residentis motricis virtutis, et jam porro videamus arctissimam ejus cum luce cognationem. Cognatio virtutis Solaris motricis cum luce.



Nam quia figurarum regularium similium, adeoque et circulorum perimetri, sunt ad invicem, uti earum semidiametri; ergo ut αδ ad αε, sic ambitus circuli per δ ex α descriptus ad ambitum circuli per ε ex eodem α scripti. Vt autem αδ ad αε, sic fortitudo virtutis in ε ad fortitudinem virtutis in δ conversim per demonstrata capitis XXXII. *Ergo ut circulus δ ad circulum ε angustiorem, ita virtus ε ad virtutem δ conversim: hoc est, quanto sparsior virtus, tanto imbecillior: et contra quanto collectior, tanto fortior. Hinc intelligimus tantundem virtutis esse in universo ambitu circuli per δ, quantum in ambitu angustioris circuli per ε· quod in Optica Astronomiae parte capite primo plane in eundem*

modum et de luce demonstratum est. Ergo undiquaque conspirant omnibus attributis lux et virtus motrix ex Sole.

An lux sit vehiculum virtutis motricis.

Et quamvis haec Solis lux virtus ipsa movens esse nequeat; videant tamen alii, utrum sese habeat lux instar instrumenti aut vehiculi fortasse cujusdam, quo virtus movens utatur.

Contradicere quidem haec videntur: Primum lux opacis impeditur; quare si lucem virtus movens haberet pro vehiculo, tenebras insequeretur quies mobilium: Rursum lux rectis effluit orbiculariter, virtus movens rectis quidem sed circulariter; hoc est in unam tantum plagam mundi ab occasu in ortum nititur, non contra, non ad polos etc. | Sed 10 *171* respondere fortasse poterimus ad has objectiones proxime sequentibus capitibus.

Virtutem moventem esse speciem immateriatam corporis Solaris.

Denique cum tantundem virtutis sit in amplo et remotiori circulo, quantum in angustiori et propinquo; nihil igitur periit de hac virtute in itinere ex fonte suo, nihil inter fontem et mobile dispersum est. Effluxus igitur, quemadmodum et lucis, immateriatus est; non qualis odorum cum diminutione substantiae, non qualis caloris ab aestuante fornace, et si quid est simile, quibus media implentur. Relinquitur igitur, ut quemadmodum lux, omnia terrena illustrans, species est immateriata ignis illius, qui est in corpore Solis: ita virtus haec, Planetarum corpora 20 complexa et vehens, sit species immateriata ejus virtutis, quae in ipso Sole residet, inaestimabilis vigoris, adeoque actus primus omnis motus mundani.

Hanc speciem comprehendi sub secunda quantitatis continuae specie; et esse superficiem quandam.

Cum ergo species haec virtutis plane ut species lucis (de quo in Astronomiae parte Optica cap. I.) non possit considerari ut per spacium intermedium dispersa, fontem inter et corpus mobile, sed ut collecta in mobili, quantum de ambitu a mobili occupatur: non erit igitur virtus haec (seu species) aliquod corpus Geometricum, sed veluti superficies quaedam, plane ut lux: ut hoc universale sit, species rerum immateriate descendentium, descensu ipso non extendi per corporis dimensiones, 30 quamvis a corpore (ut haec a corpore Solis) oriantur: hoc sane ex lege ipsa defluxus, seipso non terminati, sed tamen ut superficies rerum illustrandarum, efficiunt, ut lux consideretur quasi quaedam superficies, quia recipiunt et terminant ejus defluxum: ita corpora rerum movendarum efficere videntur, ut virtus haec motrix consideretur quasi quoddam corpus Geometricum, quia corpulentia tota sua terminant seu recipiunt hunc speciei motricis defluxum: ut illa nuspiam in toto mundo esse aut subsistere possit, nisi in ipsis corporibus mobilium: nec sit, sed quasi fuerit in intermedio inter fontem et mobile, plane ut lux.

Species immateriata corporis Solis quomodo recipiat quantitates.

Atque hic simul objectioni alicui responderi potest. Dictum enim est 40 in superioribus, virtutem hanc motricem extensam esse spaciis mundi,

et alicubi sparsiorem, alicubi collectiorem, quas affectiones simul intensio et remissio motus Planetarum sequatur. Jam vero dictum, virtutem hanc esse speciem immateriatam sui fontis, nec recipi uspiam nisi in subjecto mobili, ut in corpore Planetae. Videntur autem pugnantia, materia carere, et tamen dimensionibus Geometricis subjacere: diffundi per mundi amplitudinem, et tamen nuspiam esse nisi ubi est mobile.

Respondetur autem sic: quamvis virtus motrix non sit materiale quippiam, quia tamen materiae hoc est corpori Planetae vehendo destinatur, non liberam esse a legibus Geometricis, saltem ob hanc materialem actionem transvectionis. Nec opus est multis. Videmus enim motus istos perfici in loco et tempore, et emanare atque diffundi virtutem hanc a fonte per spacia mundi; quae sunt omnia res Geometricae. Quin igitur et caeteris Geometricis necessitatibus obnoxia sit haec virtus. [1]

172 Ac ne nimium insolenter philosophari videar, proponam lectori exemplum lucis plane genuinum, cum in Solis corpore et ipsa niduletur, indeque comes huic virtuti motrici in totum mundum emicet. Quis quaeso dixerit, lucem esse materiale quippiam? Illa tamen operationes suas exercet ratione loci, et mutuum patitur, repercutitur et refringitur, et quantitates induit; adeo, ut densa vel rara esse, et pro superficie haberi possit, ibi ubi ab illustrabili aliquo recipitur. Nam ut in Opticis dictum, lux quoque, aeque atque haec virtus motrix, in spacio inter fontem et illustrabile intermedio, non est, etsi hoc transiit, sed ibi quasi fuit. Ac etsi lux ipsa sine tempore quidem effluat, virtus vero haec moveat in tempore: tamen si recte expendas, utriusque ratio est plane eadem. Lux quae sua sunt in momento praestat; qua materia concurrit, ipsa quoque tempore proficit. Illustrat superficies in momento; quia nihil hic materiam pati opus est, cum illustratio omnis ratione superficierum perficiatur vel quasi superficierum, non ratione corpulentiae quatenus corpulentia. Contra lux dealbat colores in tempore; quia hic in materiam agit quatenus materia, eamque calfacit, expellens contrarium frigus in corporis materia fixum non in superficie. Ita plane et haec virtus movens, perpetuo et sine temporis intervallo, illic ex Sole adest, ubi est idoneum mobile, quia nihil accipit a mobili ad hoc, ut adsit. Movet autem in tempore; quia mobile materiatum est.

Lucis et virtutis motricis comparatio causa quantitatis receptae:

Et causa temporis.

Vel si videtur, comparationem in hunc modum institue: quod sicut se habet lux ad illustrationem, sic certum est sese habere virtutem ad motum. Lux omnia facit quae fieri possunt ad summam illustrationem, neque tamen obtinet, ut color summe illustretur. nam color diversam suam speciem cum lucis illustratione confundit, et tertium quippiam efficit. Ita virtus movens in mora non est, quin Planetae tanta celeritas existat quantam ipsa habet: at non ideo tanta est Planetae celeritas,

Cur Planetae non aequent celeritate motorem suum, Solis speciem immateriatam.

repugnante vel intermedio, nempe aurae aetheriae materia qualicunque, vel dispositione mobilis ipsius ad quietem (alii dicerent, pondere, me non simpliciter probante, ne quidem cum de terra agitur); quarum rerum contemperatione cum motricis virtutis molitionibus efficitur periodicum Planetae tempus.

CAPVT XXXIV

CORPVS SOLIS ESSE MAGNETICVM, ET IN SVO SPACIO CONVERTI

De illa itaque virtute diximus, quae corpora Planetarum proxime attingit et trahit, quomodo comparata, quomodo luci cognata sit, et quid sit in suo esse Metaphysico. Sequitur ut indice hac defluente specie (ceu ar|chetypo) ipsam etiam penitiorem fontis naturam con- 173
templemur. Videri namque possit in corpore Solis latitare divinum quippiam, et comparandum animae nostrae, ex quo effluat species ista Planetas circumagens, uti ex anima jaculantis lapillos species motus in lapillis adhaerescit, qua provehuntur illi, etiam cum qui jaculatus est manum ab illis reduxit. Atqui sobrie progredientibus paulo aliae cogitationes suppeditabuntur.

Virtutem, quae Planetas movet, gyrari.

Nam quia virtus illa, ex Sole ad Planetas exporrecta, in gyrum illos movet circa Solis corpus intransportabile, fieri id aut cogitatione comprehendi nullo alio modo potest, quam hoc, ut virtus eandem viam eat, quam alios Planetas omnes abripit. quod et in ballistis et omnibus motibus violentis ex parte cernere est. Quo pacto FRACASTORIVS aliique ex † relatu Aegyptiorum vetustissimorum, verisimilia haud dixerint, fore ut Planetarum aliqui orbitis paulatim ultra polos mundi deflexis viam postea eant caeteris et moderno ipsorum cursui contrariam. Quin potius illam in plagam feruntur corpora Planetarum perpetuo, in quam virtus ista ex Sole emanans contendit.

Cum autem species haec immateriata sit, sine temporis mora ex corpore suo in hanc distantiam egressa, et luci per omnia reliqua similis; non tantum necesse est ex natura speciei, sed etiam per se probabile ob hanc cognationem cum luce, ut cum corporis seu fontis sui particulis et ipsa dividatur, et quam in plagam mundi vergit una aliqua particula corporis Solaris, in eandem plagam perpetuo vergat etiam particula speciei immateriatae, quae illi particulae corporis ab initio creationis respondebat. Nisi hoc esset; species non esset, nec rectis sed curvis lineis a corpore delaberetur.

Specie ergo mota in gyrum, ut eo motu motum Planetis inferat, corpus Solis, seu fontem, una moveri necesse est; non quidem de spacio in spacium mundi: dixi enim me id corpus Solis cum COPERNICO in centro mundi relinquere: sed super suo centro, seu axe, immobilibus; partibus ejus de loco in locum (in eodem tamen spacio, toto corpore manente) transeuntibus.

Exemplum in Luce.

Vt vis argumenti a simili tanto sit evidentior, meminisse te velim ector, quod in Opticis sit demonstratum, visionem fieri per emanationem lucularum a superficiebus rei visae in oculum. Finge ergo oratorem aliquem in magno coetu hominum sese in orbem cingentium, faciem suam, seu una corpus, convertere semel. Quibus ergo auditorum oculos suos offert obvios, illi et oculos ejus vident; qui vero post illum stant, oculorum ejus aspectu tunc carent. At sese convertens, circumfert oculos ad universos in orbem. Omnes igitur successu brevissimi temporis, ejus oculorum aspectu potiuntur. At potiuntur per accessum luculae seu speciei coloris ab oculis oratoris in oculos spectantium delapsae. Ergo circumferens oculos, in angusto illo spacio, in quo caput ejus collocatum est, una circumfert luculae illius radios in amplissimo illo orbe, in quem
174 spectatorum oculi circumcirca dispositi sunt. | Nisi n. una circumiret lucula illa, spectatores ejus oculorum aspectus non fierent participes. Hic vides manifeste, speciem immateriatam lucis vel circumferri vel stare, una cum circumlata vel stante re sua, cujus est species.

Solem gyrari.

Cum itaque species fontis, seu virtus Planetas movens, gyretur circa centrum mundi; rem ipsam quoque cujus est species, Solem nempe gyrari, hoc jam dicto exemplo non absurde concludo.

Quamvis et hoc argumento idem evincitur, quod motus localis et tempori subditus nequit competere in speciem immateriatam nudam, ut quae motus illati passionem recipere nequit; nisi simul, ut virtus haec materia ipsa caret, sic motus quoque receptus tempore careat. Cum ergo virtus ista movens circumire probata sit, neque tamen infinitae possit concedi celeritatis (infinitam enim tunc celeritatem etiam corporibus inditura videtur) et ideo in tempore aliquo circumeat: seipsa igitur hunc motum nequit perficere, sed ideo solum moveri illam necesse est, quia corpus ejus a quo dependet movetur.

Atque eodem etiam argumento recte concludi videtur, non esse immateriatum quippiam intra corporis Solaris terminos, cujus conversione simul convertatur species ista ab illo immateriato descendens. Rursum enim immateriato cuipiam localis motus cum tempore non recte tribuitur. Relinquitur igitur, ut corpus ipsum Solis modo supra dicto gyretur, et polis suae conversionis (linea ex centro corporis per illos inter Fixas educta) monstret polos zodiaci, circulo vero corporis sui maximo

Causa naturalis zodiaci.

eclipticam, harumque rerum Astronomicarum hoc pacto causa naturalis fiat.

Planetarum corporibus inesse materialem inclinationem ad quietem in omni loco, ubi solitaria ponuntur.

Amplius, cum videamus, nec singulos Planetas in omni sua a Sole distantia, nec omnes in diversis suis distantiis aequali corripi celeritate; sed Saturnum annorum XXX moras nectere, Jovem annorum XII, Martem XXIII mensium, terram XII, Venerem sesquiocto, Mercurium III: et tamen omnis orbis virtutis emanantis ex Sole (tam quo loco Mercurium amplectitur humilimum quam quo loco Saturnum altissimum) ex antedictis, aequali cum corpore Solari vertigine, et eodem tempore torqueatur (quo loco nihil absurdi statuitur; cum virtus emanans immateriata sit, suaque natura infinitae celeritatis esse posset, si possibile esset, motum ipsi alicunde inferri: tunc enim nec pondere quo caret, nec corporei medii occursu impediri posset.): Ex eo itaque patet, Planetas inhabiles esse, ut assequantur celeritatem motricis virtutis. Saturnus enim inhabilior est quam Jupiter, quia tardius restituitur: cum orbis virtutis apud Saturni iter aeque celeriter restituatur ac orbis virtutis apud iter Jovis; et sic consequenter, usque ad Mercurium, qui procul dubio ad exemplum superiorum, etiam ipse tardior erit, virtute, quae ipsum vehit. Necesse est igitur, ut Planetariorum globorum natura sit materiata, ex adhaerente proprietate, inde a rerum principio, pronâ ad quietem seu ad privationem motus. Quarum rerum contentione cum nascatur pugna; superat igitur plus ille Planeta, qui in virtute imbecilliore consistit, eaque tardius movetur; minus ille, qui Soli propior. | 171

Motum Planetarum esse passionem.

Docet hinc anologia statuere, omnibus Planetis, ipsi etiam Mercurio humilimo, inesse vim materialem sese explicandi nonnihil ex orbe virtutis Solaris.

Quanto tempore gyratio corporis Solaris intra suum spacium absolvatur.

Vnde evincitur, Solaris corporis gyrationem multo antevertere omnium Planetarum periodica tempora; ideoque ad minimum citius quam trimestri spacio Solem semel in suo spacio gyrari.

Ac cum in meo Mysterio Cosmographico monuerim, eandem fere proportionem esse inter semidiametros corporis Solis et orbis Mercurii, quae est inter semidiametros corporis terrae et orbis Lunae; hinc non absurde concluseris, sic esse periodum orbis Mercurii ad periodum corporis Solis, ut est periodus orbis Lunae ad periodum corporis terrae. Ac cum semidiameter orbis Lunae sit sexagecuplus semidiametri corporis terrae, periodus vero orbis Lunae (seu mensis) trigecuplus paulo minus periodi corporis terrae (seu diei) et sic proportio amplitudinum dupla ad proportionem temporum periodicorum: si igitur etiam in Sole et Mercurio regnet proportio dupla, cum Solis corporis diameter sit sexagesima circiter diametri orbis Mercurii, erit tempus conversionis

globi Solaris tricesima de diebus LXXXVIII, quanta est conversio orbis Mercurii: adeo ut verisimile sit, Solem triduo circiter gyrari.

Diurna telluris conversio an a conversione globi Solaris.

Sin autem mavis diurnum Soli tempus praescribere, ut diurna telluris conversio vi quadam magnetica dispensetur a diurna globi Solaris conversione, haud equidem repugnaverim. Sane rapida ista gyratio, ab eo corpore, in quo primus actus omnis motus inest, non aliena esse videtur.

Lunae menstruus motus a conversione diurna telluris oritur.

Confirmatur autem haec opinio (de conversione corporis Solaris, quod illa sit causa motus Planetis caeteris) hoc ipso exemplo telluris et Lunae pulcherrime. Nam quia Lunae motus capitalis et menstruus, vi demonstrationum cap. XXXII. XXXIII. usurpatarum, omnino ex tellure ceu fonte est (nam quod est hic Sol Planetis caeteris, hoc est terra Lunae in illa demonstratione.) Considera igitur quomodo tellus nostra Lunae motum inferat: Dum nempe tellus haec nostra, et cum ea species ejus immateriata, vicies novies semis convolvitur circa suum axem; species haec emissa tantum potest in Lunam, ut illam interim semel in orbem agat, in plagam quidem eandem, in quam tellus ipsa praeit.

Sed hoc interim mirum, centrum Lunae duplo longiorem lineam circa centrum terrae emetiri quolibet tempore, quam aliquem locum in superficie telluris aequatori circulo maximo subjacentem. Si enim aequalibus temporibus aequalia spacia emetirentur, Lunam sexagesimo die restitui oportuit, cum amplitudo ejus orbis sit sexagecupla ad telluris globi amplitudinem.

Nimirum tanta vis est speciei immateriatae telluris, Lunaris vero corporis proculdubio magna raritas et imbecillis repugnantia. Itaque ut admiratio tollatur, perpende, quod his positis principiis omnino consequens esset, Lunam, si materiae vi plane nihil repugnaret motui a
176 terra extrinsecus illato, rapi eadem plane celeritate cum ipsa | specie telluris immateriata, hoc est cum ipsa tellure, et circumire spacio XXIV horarum quo et terra circumit. Nam etsi magna est tenuitas illius speciei telluris in distantia LX semidiametrorum: unius tamen ad nihil eadem est proportio, quae sexaginta ad nihil. Itaque species telluris immateriata vinceret totum assem, si nihil resisteret Luna.

Solis corpus quale?

Quod si quis ex me quaerat, quale igitur corpus esse Solis putem, a quo haec species motrix descendit? eum in hunc modum ego jubeo progredi ulterius analogia duce; et suadeo, ut inspiciat exemplum paulo ante memorati magnetis accuratius, cujus virtus residet in universo corpore magnetis, cum ejusdem mole crescit, cum comminutione illius dividitur et ipsa. Ita in Sole virtus movens tanto videtur fortior, quod verisimile sit, corpus ejus esse totius mundi densissimum.

Comparatio corporis Solaris cum magnete.

Et ut e magnete virtus attractiva ferri orbiculariter spargitur, ita ut certum obtineat orbem, intra quem constitutum ferrum allicitur; fortius

tamen, si ferrum propius intra complexum illius orbis veniat: ad eundem plane modum virtus Planetas movens, ex Sole propagatur in orbem, et partibus remotioribus illius orbis est imbecillior.

Discrimen inter corpus Solare et magnetem.

Vt vero magnes non omni parte trahit, sed filamenta (ut ita dicam) seu fibras (motoriae virtutis sedem) rectas habet per longum extensas, ita ut ferri lingulam, si medio loco inter capita magnetis a latere consistat, non attrahat, sed tantummodo parallelon suis fibris dirigat: ita credibile est, in Sole non esse ullam vim Planetarum attractoriam, ut in magnete (accederent enim ad Solem tantisper, donec cum ipso conjungerentur penitus.) sed tantum directoriam, ideoque fibras habere circulares in eam plagam circumporrectas, quae monstratur a circulo zodiaco.

Ratio motus eadem in Sole et magnete.

Sole itaque sese vertente perenniter, convertitur et in orbem vis motrix, seu defluxus ille speciei a fibris Solis magneticis, per omnia Planetarum diastemata diffusus, et convertitur eodem tempore cum Sole: non secus atque ad translationem magnetis, ipsa quoque virtus magnetica transfertur, et una ferrum ipsam vim magneticam insequens.

Exemplo telluris probatur esse magnetas in coelo.

Perbellum equidem attigi exemplum magnetis, et omnino rei conveniens. ac parum abest, quin res ipsa dici possit. Nam quid ego de magnete, tanquam de exemplo? cum ipsa tellus GVLIELMO GILBERTO † Anglo demonstrante magnus quidam sit magnes; eademque eodem autore COPERNICI assertore convolvatur in dies singulos, uti ego Solem volvi conjicio: et ob id ipsum, quia fibras habet magneticas, lineam motionis suae rectis angulis intersecantes, ideo illae fibrae variis circulis motioni parallelis polos telluris circumsistant: ut jam jure optimo Lunam ab hac terrae convolutione, ejusdemque virtutis magneticae translatione rapi statuerim, triginta tamen vicibus tardiorem.

Comparatio telluris cum Sole, causa motus Planetis illati.

Scio terrae filamenta ejusdemque motus aequatorem signare, Lunae vero circuitus zodiaco sese familiarius applicare: qua de re in sequentibus cap. XXXVII et parte V. Hoc uno excepto caetera conveniunt: | terra 177 in intimo complexu est Lunaris periodi, ut Sol in caeterorum Planetarum. Et ut Planetae a Sole fiunt eccentrici, sic Luna a terra: ut certum sit a Lunae motore terram ceu quandam cynosuram spectari, uti Sol spectatur a motoribus Planetarum caeterorum propriis; de quibus capite XXXVIII. Itaque plausibile est, cum terra Lunam cieat per speciem, sitque corpus magneticum; et Sol Planetas cieat similiter per emissam speciem: Solem itaque similiter corpus esse magneticum. †

25) intersecantem

CAPVT XXXV

AN VT LVMINIS, SIC ET MOTVS EX SOLE, CONTINGAT PRIVATIO IN PLANETIS, EX ΑΝΤΙΦΡΑΞΕΙ

Jam opportune resumam et objectiones capite XXXIII allatas; ubi cognationi lucis et virtutis motricis opponebatur primo offuscatio siderum mutua, deinde dispar specierum utriusque emanatio.

Et primum quod attinet, consideratione dignum est, an sicut opacum alterum alteri lumen Solis intercipit, sic etiam mobilia se invicem in motu impediant, ubi easdem cum Sole lineas inciderint: ut ita lux plane sit vehiculum vel instrumentum virtutis motricis.

Videri enim possit, ut hoc quantum fieri posset caveretur, inclinationes mutuas eccentricorum omnium, deviationesque ab ecliptica, et transpositiones Nodorum, adeoque et proportiones corporum, umbrarumque in conum attenuationes, a DEO adhibitas esse: cumque non plane evitari potuerit, quin sidera interdum in easdem cum Sole lineas inciderent; proclive est suspicari, inde tardissimos illos motus apogaeorum et nodorum (qui sunt quasi quaedam aberrationes epicyclorum a temporibus restitutoriis) originem suam traxisse. De causis latitudinum: Et motus apsidum.

Sed respondetur, primo non turbandam esse analogiam inter lucem et virtutem motricem, temere confusis proprietatibus. Lux opaco impeditur, corpore non impeditur, propter hoc ipsum, quia lux est, nec in corpus agit sed in superficiem vel quasi. Virtus in corpus agit sine opaci respectu. opaci igitur correlatum cum non sit, neque ab opaco impedietur.

Quo nomine lucem a virtute movente pene separarem, nisi invenirem in natura exempla, quae lucis radiis etiam impeditis efficaciam tamen relinquunt ibi, quorsum pervenire prohibentur. Sed de lucis cum virtute motrice sociatione non praecipue hic satago.

Accipiamus autem ad suspicionem hanc impeditorum motuum diluendam, exemplum alterum magnetis. Ejus virtus nihil impeditur | *178* objectu materiae (sane quia immateriata est) sed transit laminas argenteas, cupreas, aureas, vitreas, osseas, ligneas, trahitque ferrum post illas latitans nihilominus, ac si nullae interessent laminae. Impeditur quidem interjectu magneticae tabellae. Sed causa in promptu est. tabella cum ipso magnete paria facit. Superat igitur fortitudine remotiorem post se latitantem. Ac etsi etiam ferreae tabellae interjectu impeditur; tamen et haec est naturae magneticae, et combibit virtutem magnetis illico, eaque quasi propria utitur.

Vt igitur negare possimus, motus siderum impediri centralibus duorum conjunctionibus: necesse est dicere, Solis naturam plus differre a naturis siderum caeterorum, quam differt natura magnetis a natura ferri: nec ut a magnete ferrum eandem subito virtutem combibit, sic a Sole Planetas. Vtrum autem aliquam qualemcunque combibant, differo in caput LVII explicare.

Rursum de motu apsidum.

Quod autem verisimilitudinem attinet caussae motus apogaeorum, ea nihil probat de virtute hac communi Solari per ἀντίφραξιν impedita. Potest enim motus apogaeorum aliam, utpote animalem habere causam. Vide de hac re obscuram aliquam opinionem infra cap. LVII.

Adde quod si hinc oriretur apogaeorum motus, quod motus Planetae circa Solem in ἀντιφράξει speciei motricis ex Sole emanantis impediretur: retardaretur igitur motus longitudinis, aut progrediente motu latitudinis (quo pacto retrocederent apogaea) aut aeque retardato: ita consistent apogaea, cum observationes testentur ipsa progredi.

Sed et hoc cap. LVII dicetur, utrum salvo motu ex Sole, impediantur motus siderum proprii, τῇ ἀντιφράξει.

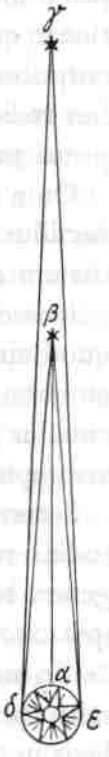
CAPVT XXXVI

QVA MENSVRA VIRTVS EX SOLE MOTRIX, PER MVNDI AMPLITVDINEM ATTENVETVR

Sequitur altera objectio paulo difficilior, orta ex eo, quod supra cap. XXXIII. loco secundo fuit oppositum cognationi lucis et virtutis motricis: sed quae cum nostra speciei immateriatae contemplatione pugnare videtur infensius. quaeque me diu fatigavit improvidum.

Demonstratum est cap. XXXII. Planetarum motus intensionem et remissionem sequi proportionem distantiarum simplicem. At videtur virtus ex Sole emanans intendi et remitti debere in proportione duplicata vel triplicata distantiarum seu linearum effluxus. Ergo intensio et remissio motus Planetarum non erit ex attenuatione virtutis ex Sole emanantis. Probari videtur consequens in hunc modum, tam de luce quam de virtute movente; | sed de luce sermones sunt clariores. Lector 179
virtutem motricem subintelligat. *Sit initio punctum aliquod* α *de corpore Solis. id ergo sparget radios in orbem omnem: et per demonstrata in Opticis, ut sese habet amplitudo sphaericae superficiei* γ *amplioris radios hosce per imaginationem terminantis, ad* β *angustiorem; sic se habebit densitas lucis in orbe* β *angustiore, ad densitatem ejusdem in* γ *ampliore.*

Sit deinde circulus aliquis maximus δε *in corpore Solis lucidus. Ejus ergo singula puncta, quorum sunt infinita, spargent hac ipsa proportione radios in singula hemisphaeria* β *et* γ. *Ac ut se habet distantia ab hujusmodi linea circulari (quae eminus apparet recta) longior* αγ *ad breviorem* αβ· *conversim habet se apparentia diametri circuli in distantia breviori seu* δβε *angulus, ad apparentiam in distantia longiori seu* δγε *angulum. Cum ergo longior appareat haec diameter e propinquo* β *quam e longinquo* γ, *in eadem proportione; densior autem etiam cujuslibet puncti radiatio e propinquo* β *quam e longinquo* γ· *in dupla igitur proportione ipsius* αβ *ad* αγ *densior videtur futura radiatio circuli de propinquo* β *quam de longinquo* γ.



Sit tertio discus ipse apparens corporis Solis δαε, *et cum superficies similes, (ut hic circulares disci apparentes) sint in dupla proportione diametrorum; diametri vero Solis apparentes in simpla proportione distantiarum* αγ. αβ *eversa; disci igitur circulares apparebunt in dupla proportione distantiarum* αγ. αβ. *Cum autem radiatio circuli* δε *in* γ *et* β *jam probata sit dupla uti proportione distantiarum* αβ. αγ. *causa alius atque alius suae densitatis; videtur hinc radiatio disci, causa densitatis vel fortitudinis, tripla uti proportione distantiarum* αγ. αβ.

Vt si distantiae essent αγ *ut* 2, αβ *ut* 1· *essent radiationes, puncti* αγ, *ut* 1; αβ, *ut* 2, *causa densitatis lucis: et diametri circuli apparentes, in* γ, 1; *in* β, 2.

Ergo radiationes δε *diametri circuli in* γ, 1; *in* β, 4. *Sed disci sunt in proportione dupla diametrorum. Ergo disci apparentia in* γ *esset* 1; *in* β *esset* 4: *quasi dicas, discum* δαε *ex* β *videri quadruplo plura puncta continere, quam ex* γ· *quorum punctorum quodlibet in* β *duplo densius lucet quam in* γ. *Compositis igitur proportionibus; radiationis, totius disci* δαε, *densitas in* γ, *ad densitatem radiationis, totius disci* δαε, *in* β, *esset ut* 1 *ad* 8.

Nihil hic nos turbat, quod apparentem discum Solis computamus, cum sit superficies hemisphaerica. Nam aeque multiplicium eadem est ad se mutuo proportio. Sphaerica vero superficies ab ARCHIMEDE demonstrata est quadrupla esse ad planum circuli maximi in sphaera scripti. Omnino itaque corpus duplo distans longius in γ quam in β, videtur octuplo obscurius lucere debuisse in γ quam in β, non tantummodo duplo. Etenim ex eo ipso videtur intendi debere claritas radiorum, quod corpora ex appropinquatione videntur amplificari, ut Venus in perigaeo epicycli evidentiorem corporibus umbram circumscribit, quam in apogaeo. Eadem igitur, vi comparationis a nobis institutae inter lucem et vim motricem, videntur et de vi motrici concipi debere.[1]

Ad hanc objectionem solide respondeo, in prima puncti positione falsum assumi. Nam etsi sic ego in Opticis quoque locutus sum: at cum Opticis me locutum memineris, quorum puncta et lineae non sunt plane indivisibiles. Etenim quod punctum attinet, cum id nullam obtineat quantitatem, amplificentur vero radiationes cum quantitatibus corporum: sequitur puncti radiationem per se nullam esse; quare nullius radiationis, nulla etiam major vel minor densitas. Itaque usurpatio prima proportionis distantiarum αβ ad αγ hoc pacto intercidit. 180

Quin potius ob id ipsum dicimus, punctum aliquod fortius vel imbecillius lucere, quia illud punctum nobis majorem vel minorem quantitatem designat.

In secunda circuli, et tertia disci positione duo falsa insunt. Primo quod circulus mathematicus, carens latitudine, fingitur lucere: cum is tam non luceat seipso, quam non potest lucere punctum, ex cujus ductu circulus gigni intelligitur. Sane nihilo magis promoveris ad superficiem, assumpta linea trium stadiûm quam trium pedum.

Secundo fingitur amplificatio Optica diametri vel disci addere fortitudini radiorum, cum sit tantum deceptio visoriae facultatis, et ex genere rationalium entium; quibus nulla est efficientia. Itaque idem re ipsa circulus δε, eadem superficies δαε (in negocio lucis) idem corpus δε (in negocio virtutis) manens, sive ex γ aspiciatur sive ex β, idem etiam perpetuo praestabit et efficiet, et tantundem sparget virtutis vel lucis in orbem γ laxiorem, quantum in β angustiorem. nihil enim perit in itinere. pervenit species integra quam lubet remotissime. tantummodo sphaerarum extensionibus attenuatur, ut in punctis sphaerarum singulis, puta in γ et β, sit illic rarior, hic densior, in proportione conversa distantiarum αβ ad αγ. Et haec sola causa est debilitationis, non evanescentia fontis δε, quae revera non accidit sed per visus deceptionem.

Imo si hic liberet ex EVCLIDIS Opticis argumentari, minus lucis ad propinqua β venit quam ad remota, eo nomine, quod in β minor circulus terminat visum hemisphaericum, lucentis δε, quam in γ. Itaque non tanta particula de Sole δε videri potest ex β quanta ex γ. Sed hoc insensibile est plane, et vix numeris immanibus expressile.

Ego sane postquam hic mihi ipsi respondi, rideo miseras meas trepidationes ex hac caligine ortas.

Sed revibrari potest objectio in partem contrariam, sic nempe. Si tantundem lucis est in ampla sphaera sparsim, quantum in angusta collectim; non erit tantundem virtutis utrobique: eo quod virtus consideratur non in sphaera orbiculariter ut lux, sed in illo circulo in quo

30) argutari

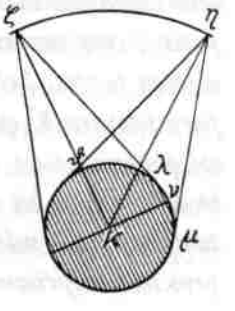
incedit Planeta. Nam et filamenta magnetica Solis supra ponebantur in longum tantummodo porrigi, non etiam versus polos aut aliorsum.

Respondetur, causam lucis et virtutis motricis esse plane eandem, et
181 deceptionem inesse in ratiocinatione. Nam sicut in luce non | effluunt radii a solis punctis et circulis corporis ad respondentia sphaerae puncta et circulos; ut in γ non a solo α (quo pacto nulla posset adscribi luci densitas in sphaeris, cum in ipsa origine nullam haberet quantitatem, utpote a puncto descendens), sed effluunt a toto lucentis hemisphaerio radii ad singula imaginatae sphaericae superficiei puncta; ut in γ effluit
10 radius tam ex δ quam ex ε: sic etiam in negocio virtutis idem hoc locum habet. Nam etsi filamenta corporis Solaris magnetica ordinantur secundum longitudinem zodiaci: etsi etiam unicus tantummodo circulus maximus corporis Solis subest zodiaco sive eclipticae, et quam proxime orbitae Planetae: denique etsi alteri circelli minores (tandem sub polis in puncti angustiam attenuati) subordinantur respondentibus suis circulis in sphaera Planetae: tamen ab omnibus Solaris corporis filamentis (ab uno hemisphaerio corporis stantibus) radii defluunt et confluunt tam ad puncta singula itineris alicujus Planetae, quam ad ipsos polos polis corporis Solis imminentes; et Planetae corpus vehitur ad modu-
20 lum densitatis, hujus integrae speciei, ex filamentis omnibus compositae.

Cur Planetae semper maneant prope zodiacum.

At non ideo sequitur, ut sicut Sol quaquaversum lucet aequaliter, sic etiam Planetae, quod metuere possis, quaquaversum moveatur sine discrimine. Neque enim filamenta Solis magnetica movent, solitarie considerata, sed quatenus Sol rapidissime conversus in suo spacio, ipsa quoque filamenta, et cum iis, speciem moventem ab iis dimanantem, circumfert. Non igitur ibit Planeta in adversum, quia Sol perpetuo volvitur in directum. Non ibit Planeta ad polos (etsi in iis punctis etiam aliqua de corpore Solis species adsit): quia neque filamenta corporis Solaris versus polos extenduntur, neque Sol eam in plagam volvitur,
30 sed in eam, quorsum ipsum filamenta sua invitant.

Quibus positis, tantum abest, ut Planetae versus polos rapiantur, ut potius unica zodiaci regio sit, media inter polos; per quam omnes Planetas, si a suis propriis motibus cessarent (de quibus infra cap. XXXVIII.) sine ulla deflexione, in longitudinem ire sit necesse. *Nam quae species hemisphaerii Solaris adsistit alicui puncto zodiaci, puta in praesenti schemate puncto* ζ, *tota est filamentorum semicircularium, eodem una tendentium; ut ex* ϑ *per* κ, *ex* λ *in* μ *etc. Vbi vero versus polos mundi concesseris, ut in* η, *tunc et altero polo,*
40 *corporis Solis* ν, *et filamentorum integris circellis* λμ, *quae polum* ν *circumstant, sub aspectum* ημ *vindicatis, species*



componetur ex filamentis in contraria tendentibus. circulorum enim partes oppositae λ *et* μ *in partes eunt contrarias. Minus igitur apta est species ista* ϑημ *versus polos delapsa ad motum Planetis inferendum.* |

CAPVT XXXVII 182

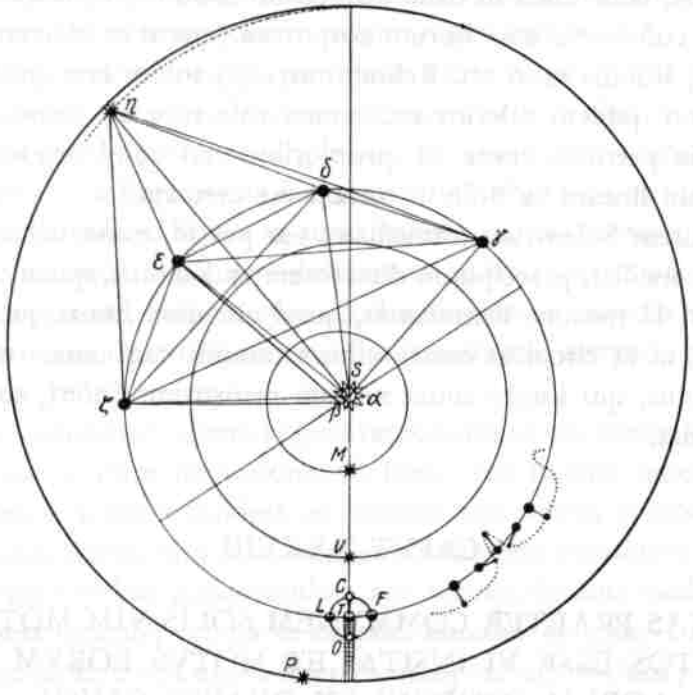
VIRTVS LVNAM MOVENS, QVOMODO COMPARATA SIT

Et quia cap. XXXIV obiter in motus Lunae mentionem incidi; lubet totum negocium delineare paulo clarius, ne scrupulus aliquis a Luna injectus lectorem in toto hoc tractatu torqueat, quo minus expedite mihi suum praebeat assensum: quin potius ut mirifice confirmetur, evidentissima motus Lunaris contemplatione: denique ut Astronomiae pars Physica hoc libro sit integra. Nam etsi in theoriam Lunae paucula quaedam differenda sunt, seu aliter tradenda, seu particularius explicanda: illa tamen hinc orientur.

Animadvertit Tycho Brahevs per diutinas et creberrimas observationes Lunae in omni situ cum Sole, quod in Luna praeter anomaliam epicycli, et praeter illam anomaliam menstruam, quae etiam Ptolemaeo nota fuit, ipse etiam medius motus (respectu harum duarum inaequalitatum sic dictus) nondum sit plane medius, sed intendatur sub conjunctiones et oppositiones cum Sole, remittatur in quadraturis; ut etiamsi nullis turbaretur epicyclis, tamen Luna ipsa, etiam in concentrico terram circumiens, inaequaliter circumiret. | †

Sit S *corpus Solis*, M *orbis Mercurii*, V *Veneris*, T *telluris*, P *Martis etc: Et moveantur omnes superius a dextris ad sinistras perpetim. Sit autem* CLOF *orbis Lunae*, O *Luna in oppositione*, C *in conjunctione*, L. F. *in quadraturis: et maneat jam* CLOF *concentricus ex terra in* T *descriptus, moveaturque in plagam* OFCL. *Quaeritur igitur quae caussa, cur Luna in* C. O. *sit celerior circa* T, *quam in* FL, *cum jam animo removerimus eccentricitatem et epicyclos? Hic expectat lector (scio) ut dicam, ideo celeriorem esse in* O, *quia motus ejus eo loci sit in easdem partes cum omnium Planetarum motu. At haec vera causa non est. Sic enim in* C *fieret, ut fit quidem, Luna tardißima, motu composito; cum proprius ejus motus* FCL *nonnihil renitatur illi communi, ad sinistras partes. Sciendum enim, quod Luna in suo orbe ex* C *feratur minus ad partes dextras* L, *quam terra ad sinistras in suo orbe: ideoque Luna, motu composito ex proprio et ex telluris communi, semper etiam ad dextras superius, terra in* δ *versante, hic vero, terra inferius in* T *versante, ad sinistras fertur; tarde tamen circa* C, *velociter circa* O, *cujusmodi motum spirales lineae hic delineatae proxime exprimunt.* 183

Sed forsan aliud expectas, ut dicam provenire hoc Phaenomenon ex eo, quod Virtus motrix Solis in O *sit remißior, in* C *incitatior? Multo minus hoc dixero. Sic enim efficiam, ut utrinque in* O *et* C *fiat tarda, in* F. L. *velox, quod est contrarium quaesito. Nam si in* O *remisse promovetur, tarda igitur: et si in* C *fortius impeditur, quo minus ex* C *in* L *contrarium tendat, rursum igitur tarde movebitur ex* C *in* L. Nempe non recte fit, ut Lunam Soli permittamus a terra liberam. Aberraret enim denique a terra, ut apogaea a locis suis aberrant. Quin potius tribuenda telluri vis retentiva



Lunae, ceu catena quaedam; quae esset, etsi Luna terram plane non circumiret; et qua posita, Luna cum terra quasi in eadem navi fertur, nempe in eadem virtute ☉, jamque, quasi hoc motu ex ☉, libera esset, privatim a terra rotatur.

Itaque celeritatis in O. C. causam non aliam esse puto, quam eam, quod T Terra, virtutem movendi Lunam, ex S Sole hausit, eamque continuatione lineae TS conservat. Itaque SCTO merito diameter virtuosa appellari potest, cum hi duo fontes sint omnis motus nempe T et S.

Hoc enim posito sequetur etiam illa inaequalitas menstrua PTOLEMAEO nota. *Nam si virtus in* C. O. *fortior est, quam in* F. L, *lapsa ex eodem fonte* T *: ergo si apogaeum in* C. O. *versatur, majus damnum celeritatis est, quam si sit apogaeum in* F. L. *Majores ergo aequationes ex apogaeo* O *vel* C *redundant in* F. L, *quam ex apogaeo* F *vel* L *in* C. O. *conjunctiones et oppositiones.*

Vides igitur speculationes hasce Physicas ita comparatas esse, ut etiam Lunae phaenomenis sufficere possint; neque incitari Lunam a Sole primario, ut terram circumveniat, sed a virtute aliqua in terra ipsa delitescente, indeque speciem sui immateriatam ad Lunae corpus ejaculante, fortiore tamen in linea quae centra Solis (primarii fontis) et terrae connectit.

Quomodo vero diameter ista virtuosior evadat, difficile est explicare *184*
clarius. Nam neque Solis neque terrae virtus emanans in Lu[1]nam tunc celerior est, cum Luna in hanc diametrum incidit. Aequabiles enim et perpetuo constantes esse horum corporum (quare et specierum) conversiones, summa ratio est. Relinquitur ergo solum hoc quod dictum est, ut non quidem celerior sed tamen robustior sit virtus, ex terra delapsa, in partibus lineae ST propioribus: eo quod originaliter per ipsam illam lineam ex Sole in terram est derivata.

Esse autem Solem seu immediate, seu per id, quod telluri motum annuum conciliat, praecipuum directorem ejus motus, quem tellus Lunae infert, id maxime demonstrat, quod circuitus Lunae sub zodiaco cenficitur, ut et circuitus centri telluris annuus, cum tamen motus telluris diurnus, qui Lunae suum motum menstruum infert, sub aequatore incedat.

CAPVT XXXVIII

PLANETAS PRAETER COMMVNEM SOLIS VIM MOTRICEM, PRAEDITOS ESSE VI INSITA: ET MOTVS EORVM SINGVLORUM COMPONI EX DVABVS CAVSIS

Dixi de illius motus origine, qui Planetas circa Solem vel Lunam circa terram rotat; hoc est de causis naturalibus illius circuli, qui in theoriis Planetarum pro diversa authorum intentione vel eccentricus vel concentricus appellatur. Jam etiam dicendum de naturali causa ipsius eccentricitatis, seu in particulari Copernici hypothesi, ipsius epicycli in concentrico. Nam virtus movens ex Sole hactenus aequabilis fuit, tantummodo per alias et alias circulorum amplitudines gradus diversos habens: ingenium vero ejus tale, ut Planeta, si in eadem a Sole remotione maneret, aequabilissime circumferretur, nullam sensurus intentionem, nullam remissionem motus Solaris. Quod autem inaequalitas aliqua in opere hujus virtutis est deprehensa, id accidit ex eo, quod Planeta ex alia a Sole distantia in aliam fuit transpositus; quo

5) centro

pacto in alium atque alium gradum fortitudinis, hujus ex Sole virtutis, incidit. Quaeritur ergo, si orbes solidi nulli sunt, quod demonstravit BRAHEVS, unde eveniat, ut Planeta a Sole ascendat et descendat? num etiam hoc ex Sole? Est inquam, quomodo ex Sole; est, quomodo non ex Sole.

Primum argumentum ab eccentricitate.

Clamant rerum naturalium exempla et haec hactenus delibata coelestium cum his terrestribus cognatio, simplicis corporis, quo communiores sunt operationes, hoc esse simpliciores; varietates vero, si quae sunt ejus, (ut in motu Planetarum, diversa a Sole distantia, seu eccentricitas) ab extraneis causis existere concurrentibus. [1]

185 Sic in flumine simplex aquae proprietas est ad centrum terrae descendere. Quia vero iter ejus directum non est; declinat illac, qua depressum invenit alveum; stagnat, ubi in soli aequabilitatem incidit; rapitur cum strepitu, qua libramentis incitatur pronioribus; est ubi rotetur in gurgites, si perniciori lapsu in procurrentes scopulos impegerit. Vbi aqua ipsa, vi insita, nihil nisi descensum molitur ad terrae centrum, simplici proprietate, simplex opus: declinatio vero et stagnatio et aestus et vortices et omnis varietas a causis assignatis ceu extraneis et adventitiis oritur.

Inprimis jucunda et nostro negocio accommodatiora exhibentur spectacula in navigiorum impulsione. Si funis, seu rudens super flumen transversus, in sublimi pendeat, ex utraque ripa nexus, et trochlea per rudentem discurrens, alio fune cymbam in flumine versantem retineat; portitor vero cymbae gubernaculum seu remum decenti modo religaverit, caetera quietus; cymba vi simplici fluminis deorsum euntis ipsa transversim rapta, a ripa una in alteram transponitur, trochlea per funem sublimem decurrente. In latioribus vero fluminibus cymbas in gyros agunt, huc illuc trajiciunt, mille lusus exercent, nullo fundi aut littorum tactu, sed sola remi ope, decursum fluminis unicum et simplicissimum in sua vota convertentes.

Ad eundem fere modum, virtus ex Sole in mundum per speciem egressa rapidus quidam torrens est, qui Planetas omnes adeoque totam forsan auram aetheriam ab occasu in ortum rapit, se ipso non aptus corpora ad Solem adducere vel ab eo longius propellere; quod esset infinitae sollicitudinis opus. Necesse ergo est, ut Planetae ipsi, ceu quaedam cymbae, peculiares virtutes motrices, quasi quosdam vectores seu portitores habeant, quorum providentia non tantum accessus ad Solem et recessus a Sole, sed etiam (quod secundum argumentum esse queat) declinationes latitudinum administrant, et quasi ab una ripa in aliam, a Septentrione inquam in Austrum, et contra, flumen hoc (se ipso solum eclipticae tractum sequens) trajiciunt.

Secundum argumentum a latitudinibus.

Certum enim est ex antedictis, virtutem quae ex Sole, simplicem esse. Jam vero eccentrici Planetarum, non tantum declinant ab ecliptica, sed etiam in varias plagas eunt, sese mutuo et eclipticam intersecantes. Igitur aliae causae virtuti motrici ex Sole conjunguntur.

CAPVT XXXIX

QVA VIA ET QVIBVS MEDIIS MOVERE DEBEANT VIRTVTES PLANETIS INSITAE, VT CIRCVLARIS PLANETAE ORBITA, QVALEM VVLGO CREDVNT, PER AVRAM AETHEREAM EFFICIATVR [1]

Axiomata ad speculationem motuum coelestium.

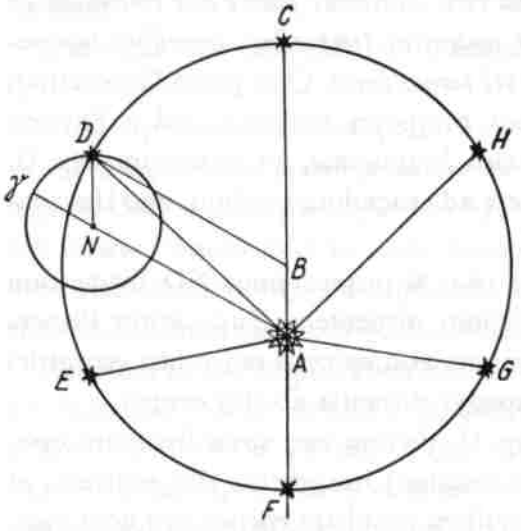
Sint itaque nobis in demonstratis verissima ista axiomata. Primum, quod Planetae corpus natura inclinatum sit ad quietem in omni loco, in quo solitarium ponitur. Secundo, quod ea virtute, quae ex Sole, de loco in locum, secundum longitudinem zodiaci, transponatur. Tertio, si non mutaretur distantia Planetae a Sole, futurum ex hac transpositione iter circulare. Quarto, ejusdem Planetae in duabus per vices distantiis a Sole toto ambitu permanentis, tempora periodica futura in dupla proportione distantiarum sive circulorum amplitudinis. Quinto, virtutem nudam et solitariam in ipso Planetae corpore residentem, non esse sufficientem transportando de loco in locum suo corpori, quod pedibus alis et pinnis caret, quibus in aura aetheria nitatur. Sexto, et tamen accessus Planetae ad Solem et ab eo recessus oriri ex virtute, quae est propria Planetae. Haec omnia et naturae sunt consentanea seipsis, et demonstrata hactenus. 10 *186* 20

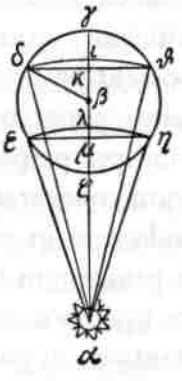
I. Quid Planeta per motum sui corporis affectet, dum perfectus fit circulus ex composito ejus itinere. Hoc est, cujusmodi distantias a Sole affectet?

Jam in figuris Geometricis exerceamur, ut appareat, ad quamlibet orbitam Planetae repraesentandam quibus legibus opus sit. Esto ut Planetae orbita sit circulus, ut hactenus creditum, isque a Sole fonte virtutis eccentricus. *Sit ille eccentricus* CD, *centro* B, *diastemate* BC, *describatur: in eo* BC *linea apsidum, et* A *Sol, et* BA *eccentricitas. Dividatur eccentricus in partes quotcunque aequales initio a linea apsidum facto in* C: *quarum termini connectantur cum* A. *Erunt igitur* CA, DA, EA, FA, GA, HA, *terminorum partium aequalium distantiae a fonte virtutis. Jam centro* β, *diastemate* βγ, *quod sit aequale ipsi* AB, *scribatur epicyclus* γδ, *divisus in totidem cum eccentrico partes invicem aequales, a* γ *initio facto: et linea* γβ *continuetur, ut* βα *aequet* BC: *et punctum* α *connectatur cum terminis partium epicycli aequalium, lineis* γα, δα, εα, ζα, ηα, θα· *eruntque lineae hae aequales* 30

2) dedinant 19) de locum in

ordine, distantiis ab A *in eccentrico extructis. id enim supra capite secundo demonstratum est. Centro igitur* α, *diastemate* δα, *scribatur arcus* διϑ, *secans diametrum* γζ *in* ι; *eodem vero centro* α, *diastemate* αε, *scribatur arcus* ελη, *secans diametrum* γζ *in* λ· *et connectantur termini partium aequaliter distantium a* γ *aphelio epicycli, lineis* δϑ, εη, *quae secent eandem diametrum in* κ. μ. *signis, sic ut* αδ *vel* αι *sit longior quam* ακ, *et* αε *vel* αλ *longior quam* αμ.





Quod si possibile esset, Planetam ire perfectum epicyclum vi insita, et simul orbitam ejus esse perfectum circulum, tunc similes arcus simul perfici cogitandi essent, cum in eccentrico tum in epicyclo. Itaque jam statim patesceret, quibus mediis, qua mensura effi|ceretur distantia αι aequalis ipsi AD. Nam quia αι, αϑ, aequales, Planeta ex γ in ϑ iens, distantiam αϑ necessario, et sine speciali consilio, efficeret justam, et aequalem ipsi AD. 187

Primus modus ut Planeta ipse currat epicyclum. Huic modo innititur fere cap. XLIX.

At praeterquam quod is cum axiomate quinto pugnare videtur, qui dicit, Planetam vi insita progredi de loco in locum ex γ in ϑ, multa etiam alia absurda involvuntur.

Hujusmodi absurda. 1.

Ducatur enim ipsi BD *parallelos* AN, *et sit* AN *aequalis ipsi* BD, *et centro* N *scribatur epicyclus qui per* D *ibit. Cum igitur, existente* CD *perfecto circulo, iidem perficiantur anguli, a Planeta* D *apud* B *centrum eccentrici, et ab* N *centro epicycli apud centrum Solis* A *(per aequipollentiam demonstratam capite II.), diametro epicycli* ND, *qui Planetam in* D *habet, manente ipsi* AB *parallelo, respectu situs in mundo: ideo hic poneretur eadem celeritas* N *centri epicycli circa* A *Solem et* D *Planetae circa* B *centrum eccentrici, ita ut simul intenderentur isti motus et simul remitterentur: et quia intensio et remißio est a majori vel minori distantia corporis Planetae a Sole, ideo centrum epicycli, manens in eadem distantia, fingeretur tarde vel celeriter moveri propter Planetam distantem longius vel brevius a Sole.* 2.

25) centrum epicycli

Et quamvis virtus Planetas vehens celerior est omnibus omnino Planetis, ut
3. *ostensum cap. XXXIV, hic tamen esset nobis supponendus imaginatione,*
unus virtutis ex Sole radius AN, *ceu linea, in qua* N *centrum epicycli perpetuo*
4. *maneret. quae linea cum ipso centro* N *interdum esset tarda, interdum velox;*
iterum contra ea quae supra dicta, quod virtus in eadem distantia eandem per-
5. *petuo praestet celeritatem: Planetam vero deberemus ponere sese evolventem ex*
hoc imaginario radio AN *in partes contrarias temporibus aequalibus inaequa-*
Hoc ultimum declinatur infra cap. XLIX caeteris absurdis manentibus. *liter, prout ipse hic radius vel celer vel tardus fieret.* Quo pacto Geometricis quidem Veterum suppositionibus propiores fieremus, sed a Physicis speculationibus aberraremus quam longissime, ut ostensum cap. II. 10
Neque sufficiunt cogitationes meae ad eruendum modum, quo ista contingere possent naturaliter.

Secundus modus ut Planeta moliatur eccentricum. Simplicius igitur cogitarentur ista, si inspiceremus ND diametrum epicycli sibi ipsi perpetuo parallelum manentem. Tunc igitur Planeta hunc motum conficeret, imaginatione non epicycli sed centri eccentrici B, et tuendo sese in eadem perpetuo distantia ab illo centro.

Absurda. 1. At sub principium Operis cap. II. dictum est, absurdissimum esse, ut Planeta (quamvis eum mente instruas) imaginetur sibi centrum, et ab eo distantiam, in quo centro nullum peculiare corpus pro nota insit.

Et quamvis dixeris, Planetam respicere ad Solem A, et jam antea 20
scire memoriter, quales ordine distantiae a Sole perfecti eccentrici contingere debeant: Primum hoc remotius est, et indiget mediis, quae effectum perfecti circularis itineris cum signo crescentis et decrescentis diametri Solis connectant, etiam in aliqua mente. Id autem medium non est aliud, nisi positio centri eccentrici B in certa a Sole distantia; quod jam modo dictum, a nuda mente fieri non posse. [1]

Non nego, cogitari posse centrum, et circa id, circulum. Sed hoc *188*
dico, si centrum cogitatione sola consistat, nullo tempore, nullo signo externo; non posse circa id ordinari realiter corporis alicujus mobilis iter perfecte circulare. 30

2. Praeterea si Planeta suas justas distantias a Sole, lege circuli ordinatas, depromeret ex memoria, depromeret indidem etiam tanquam ex tabulis Prutenicis aut Alphonsinis aequales arcus eccentrici, decurrendos inaequalibus temporibus, et decurrendos vi extranea ex Sole; et sic praesciret memoriter id, quod extranea et bruta ex Sole virtus esset effectura. Quae omnia sunt absurda;

3. Praesertim cum ARISTOTELE teste infiniti nulla sit scientia; infinitum autem misceatur huic intensioni et remissioni.

Sed bene habet, quod ipsae etiam observationes perfectum circulum
CD infra capite XLIV non sunt passurae: nec imbecilles istae (ut putan- 40

21/22) continere

tur) speculationes solitariae consistunt, tantoque minus calumniis sunt obnoxiae.

Est itaque magis consentaneum, Planetae ipsi nihil esse curae, neque epicyclum, neque eccentricum, sed opus quod ipse perficit aut ad quod efficiendum concurrit, esse iter libratorium in diametro γζ ad α Solem tendente. Modus tertius, ut Planeta vi insita libretur in diametro epicycli.

Quaeritur jam mensura, qua Planeta justas quolibet tempore distantias metiatur?

Nobis quidem mensura patet ex Geometria et schemate. *Quoties enim Planeta a Solari virtute promotus est in lineam* DA, *nos tunc inquirimus angulum* CBD, *eique aequalem facimus* γβδ· *et sic* αδ *vel ei aequalem* αι *dicimus esse justam Planetae in* D *versantis distantiam ab* A. Sed hanc propositam mensuram hominibus, jam eripuimus Planetae, dum ipsum ex epicycli amplitudine intra diametri γζ angustias redegimus. Mensuram librationis a Planeta non peti ex epicyclo reali:

Equidem in hac inquisitione facilius dicitur quid non sit quam quid sit. *Nam quia Planeta momentis iis, quibus a Sole fuit collocatus in lineas ex* A *per* C. D. E. F. G. H. *ductas, ipse ponitur effecisse distantias ordine has,* γα, ια, λα, ζα, λα, ια. Quod si igitur via Planetae est perfectus circulus, tunc aequalibus partibus eccentrici CD. DE. EF. respondent inaequales descensus Planetae in diametro, nempe γι, ιλ, λζ· et quidem turbato ordine, sic ut non supremi sint minimi, imi maximi, sed ut medii sint 189 maximi ιλ, extremi γι, λζ minores, et summi γι pau|lo minores imis λζ respondentibus. Sunt enim aequales γκ et μζ, et γι minor quam γκ, λζ vero major quam μζ. Nec ex arcubus eccentri confectis:

Atque haec eadem causa impedit, quo minus γι, ιλ, λζ, proportionentur vel temporibus confectorum aequalium arcuum CD, DE, EF, vel angulis ad Solem CAD, DAE, EAF. Tempus enim seu mora Planetae in partibus eccentrici aequalibus, CD, DE, EF, a summo ad imum continue minuitur; anguli ad Solem continue augentur; librationes vero γι augentur in medio, ut ιλ. Nec ex tempore lapso: Nec ex angulo ad Solem, seu anomalia coaequata:

Igitur si iter Planetae est perfectus circulus, mensura descensus Planetae in diametro γζ neque tempus est, neque spacium eccentrici confectum, neque angulus ad Solem.

Et has quidem mensuras etiam Physicae speculationes repudiant.

Quid si igitur hoc dicamus? Etsi motus Planetae in epicyclo non contingat, sic tamen dispensari hanc librationem, ut distantiae a Sole efficiantur similes iis quae existunt epicyclo vere decurso? Nec ex epicyclo vel eccentrico imaginato.

Primum tribuitur virtuti quae Planetae propria est, cognitio epicycli imaginarii, ejusque effectuum, in ordinandis distantiis a Sole: tribuitur et cognitio futurae celeritatis et tarditatis, quam causaturus sit motus communis ex Sole; quia hic necessario ponitur eadem intensio et re-

missio imaginaria motus epicycli imaginarii, quae motus veri eccentrici; quae sunt incredibiliora quam priora, ubi motus corporis cum epicycli vel eccentrici cognitione conjunctus fuit. Itaque quae ibi disputata sunt contra, hic intelligantur repetita: pene n. coincidunt sententiae.

Infra capite LVII aperietur hujus librationis mensura.

Et tamen in penuria melioris sententiae, in praesens nobis est acquiescendum in hac. Quae quo plura absurda involvit, hoc libentius infra capite LII Physicus aliquis admittet, quod observationes testabuntur, iter Planetae non esse circulum.

II. Quibus mediis seu qua mensura Planeta comprehendat suam a Sole distantiam?

Dictum est hactenus de mensura, quae formam hujus librationis respicit: restat ut et mensuram hujus mensurae, scilicet quantitatis seu motus per locum inquiramus. Nec enim satis est, scire Planetam, quantum absistere debeat a Sole: quin et hoc requiritur, ut sciat, quid faciens, justo intervallo absistat.

Planetis quatenus tribuendus sensus quantitatis corporis Solaris?

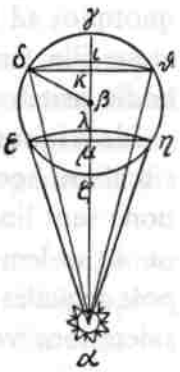
Quem igitur ista suppositio itineris perfecte circularis eo adegit, ut mentem in Planeta collocaret, quae huic librationi praesideret, is aliud dicere non poterit, quam hoc respicere mentem Planetae ad diametri Solis amplitudinem crescentem et decrescentem, et hoc usam signo intelligere, quantas a Sole effecerit quolibet tempore corporis sui distantias. Quia ut nautae non possunt intelligere ex ipso mari, quantum undarum spacium confecerint, eo quod iter illud nullis sit distinctum limitibus; sed vel ex diuturnitate navigationis, si ventus et unda constantes manserint, et navis nunquam quieverit; vel ex venti plaga et altitudinibus poli diversis; vel ex omnium horum aut aliquorum saltem juncta consideratione; vel si diis placet, ex rotularum nonnullarum coagmentatione, pinnarum ope in undas demissarum, agitanda; cujusmodi instrumentum vani quidam mechanici profitentur, qui Oceani fluctibus con|tinentis quietem transscribunt: Eundem plane ad modum *190* Planetae mens locum seu spacium versus Solem confectum metiri se ipsa non potest, cum pura intersit aura aetheria, nullis distincta signis; sed aut tempore utitur, et per tempus illud, aequali contentione virium, quod jam est in superioribus negatum; aut machina corporea, quod est ridiculum (ponimus enim sidera rotunda, exemplo Solis et Lunae: quin et verisimile est, universum campum aurae aetheriae una ire cum Planetis); aut denique signis aliquibus idoneis cum mutata Planetae a Sole distantia variabilibus, cujusmodi praeter unicam Solis diametrum apparentem, nullum aliud suppetit. *Sic nos homines scimus Solem a nobis abesse* 229 *suis diametris, quando ejus diameter habet* 30 *minuta, et* 222 *diametris, quando habet* 31′.

Ita Planetae fierent γεωμέτραι, distantiam metientes sui a Sole, per unam stationem, sc: ex apparenti quantitate corporis Solis.

Et sane si certum esset, motum hunc in epicycli diametro proprium, non posse perfici a virtute aliqua Planetae materiali et corporali sive magnetica, non etiam a nuda animali, sed gubernari a Planetae mente,

nihil absurdi statueretur. Quod enim Sol alias etiam observetur a Planetis, testantur et latitudines. Cum enim Planetae causa harum a media et regia via hujus virtutis ex Sole, ceu ab ipso torrente fluminis, ad latera secedant, ut dictum capite XXXVIII, nisi Solem respicerent interim, accessusque et recessus in linea per centrum Solis tendente perficerent; tunc circulos describerent, qui ex terra vel ex centro mundi apparerent minores, paralleli cum aliquo maximo. At describunt omnes Planetae maximos circulos, qui eclipticam in locis ex Sole oppositis secant, quod supra cap. XII. XIII. XIV. de Marte ex observationibus est demonstratum. Ergo et diameter libratoria γζ versus Solem ipsum tendit, et latitudines Solem omnino respiciunt. Etsi hoc quoque de latitudine, infra parte V, a mentis partibus ad naturae partes et magneticas facultates sum traducturus.

Esse aliquid in Planetis instar mentis, quod corpus Solis respiciat.



Vide marginem cap. LXIII.

Nec mihi hoc dixeris, oppido parvam esse hanc Solis diametrum, ejusque variationem, ut pro regula esse non possit. Certum enim est, in nullo Planetarum penitus evanescere. Cum enim in terra sit triginta minutorum, in Marte obtinebit viginti, in Jove septem, in Saturno tria, at in Venere quadraginta, in Mercurio plane octoginta, et usque ad centum et viginti. Neque de parvitate hujus corporis, sed de sensuum humanorum inepta crassitie querare, qui ad tam parva percipienda non sequuntur.

Quae objici possunt, sensui corporis Solaris.

1. Exilitas.

Ecce hoc quantulumcunque corpus aptum tamen est, quod in superioribus demonstravi, ad movenda in circulum tam remota corpora. De illuminatione mundi a tantillo corpusculo sciunt omnes. Credibile est itaque, si qua facultate praediti sunt motores illi observandae hujus diametri, eam tanto esse argutiorem quam sunt oculi nostri, quanto opus ejus et perennis motio nostris turbulentis et confusis negociis est constantior. |

191

An ergo binos singulis Planetis tribues oculos, KEPLERE? Nequaquam. Neque est necesse. Neque enim ut moveri possint, pedes ipsis atque alae sunt tribuendae. Orbes vero solidos BRAHEVS jam eliminavit. Neque exhausit nostra speculatio omnes naturae thesauros, ut per nostram scientiam stet, quot sensus esse debeant. At etiam exempla nobis admirabilia sunt in promptu. Dic enim physice, quibus oculis astrorum loca in zodiaco speculentur facultates animales corporum sublunarium, ut harmonica dispositione (quem aspectum dicimus) inter ea deprehensa, subsultent, et in opus suum exardescant? An etiam oculis suis signavit Mater mea loca siderum, ut sciret se natam in configuratione Saturni,

2. Defectus instrumentorum sensualium.

16) opido

Jovis, Martis, Veneris, Mercurii, per sextiles et trinos; eoque iis potissimum diebus liberos suos, praesertim me primogenitum, eniteretur, quibus quamplurimi eorundem aspectuum, praesertim Saturni et Jovis, recurrerent, aut quamplurima loca pristina quadratis, oppositis, et ipsis corporibus possiderentur? Quae sane in omnibus exemplis deprehendi, quotquot ad hunc diem obtigerunt. Sed quid ego haec aeque absurda atque illa, nisi illis, qui in natura sese diligentius exercuerunt, quam hodie usitatum est?

Idem igitur ille, quem hic ponimus dicere, Planetae iter esse perfectum circulum, hoc dicet, Planetam affectare sua libratione, ut in qua proportione sunt lineae δα, εα, ζα, vel aequales illis ια, λα, ζα, ad longissimam γα· in eadem fere* proportione eversa, videantur ipsi diametri Solis, post aequales eccentrici arcus confectos; et hac diametrorum Solis consideratione venire dictis temporum articulis ex γ in ι. λ. ζ. propinquitates.

* Nam cap. LVII. erit proportio paulo alia.

Sciendum tamen, non bene quadrare invicem, augmentum diametri Solis et arcus epicycli; itaque memoriam huic menti motrici valde bonam esse oportet, ad aequalia augmenta diametri Solis accommodanti inaequales sinus versos arcuum epicycli. quo de infra cap. LVI. LVII.

III. Qua facultate animali mens obtineat eam quam affectat, corporis a Sole distantiam.

Atque haec de signo confecti spacii dicta sunto. Restat, ut tertio et de animali facultate transvectandi corporis Planetarii tribus verbis moneam: eum qui dicat vi insita transportari corpus Planetae, nullo modo verisimilia dicere. hoc enim negavimus in principio. At neque Soli simpliciter transscribi potest vis haec. Idem enim qui Planetam attrahit, vicissim etiam repelleret: quod pugnat cum simplicitate Solaris corporis. Qui vero peculiari quadam ratione hanc translationem in consensum mutuum corpori Solis et Planetae refert, is totam hujus capitis materiam aliter informat: eoque nomine deputatum est infra huic rei peculiare caput LVII.

Vides lector considerate et ingeniose, quod haec opinio de perfecto circulo eccentrico itineris Planetarii multa incredibilia in speculationibus Physicis involvat; non quidem quod Solis diametrum menti Planetariae pro signo ponit: faciet enim id forsitan ipsa etiam verissima sententia; sed quod incredibilia transscribat et menti et animae motrici.[1]

At nos qui vero propinqui sumus, jam porro speculationes istas nondum licet undique perfectas, idoneas tamen motibus Solis, in numeros conjicere discemus. Proderit tandem ad exactiorem veri inventionem, quae reservatur in caput LVII, nos hic fuisse prius exercitatos. *192*

12) ipsi, diametri

CAPVT XL

METHODVS IMPERFECTA AEQVATIONES EX PHYSICA HYPOTHESI COMPVTANDI, QVAE TAMEN SVFFICIT THEORIAE SOLIS VEL TERRAE

Tam prolixa disputatione opus fuit, ut via strueretur ad naturalem aequationum formam, de qua parte quarta plura sum acturus. Nunc redeundum ad aequationes eccentri Solis in specie, quae potissima est hujus partis tertiae materia, et cujus gratia praemissa sunt generalia illa per capita VIII praecedentia.

Primus meus error fuit, viam Planetae perfectum esse circulum, tanto nocentior temporis fur, quanto erat ab authoritate omnium Philosophorum instructior, et Metaphysicae in specie convenientior. Sit ergo via Planetae perfectus eccentricus. nam insensile est in theoria Solis, quantum ei ovalis forma detrahit. Quae vero propter hanc deviationem sunt necessaria futura in Planetis caeteris, infra sequentur cap. LIX et LX.

Per elongationes Planetae a centro Solis, invenire partem aequationis Physicam.

Cum ergo sint morae Planetae in aequalibus eccentri partibus ad invicem in ea proportione, in qua sunt ipsae partium illarum distantiae, at puncta singula in toto semicirculo eccentri distantiam mutent; non levem operam mihi sumpsi, ut inquirerem, quomodo singularum distantiarum summae haberi possent. Nam nisi summam omnium, quae sunt tamen infinitae, habuerimus, non poterimus dicere, quanta sit cujusque mora. quare aequatio ignorabitur. Vt enim tota summa distantiarum est ad tempus totum periodicum, sic pars summae distantiarum quotalibet ad suum tempus.

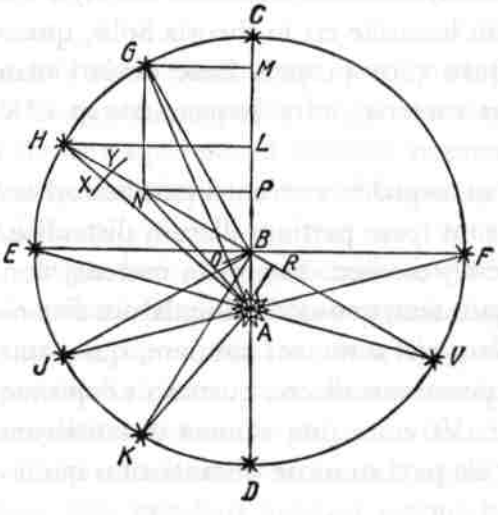
Igitur initio eccentrum secui in partes CCCLX, quasi hae essent minimae particulae, et posui, quod intra unam hujusmodi partem distantia nihil mutetur. Distantias igitur ad initia partium seu graduum, methodo capitis XXIX investigavi, easque in unam summam conjeci. Postea tempori revolutorio, quamvis definitum esset CCCLXV diebus et VI horis, aliud et rotundum nomen posui, dixique illud valere gradus CCCLX, seu integrum circulum, qui est apud Astronomos anomalia media. Vt ergo summa distantiarum ad summam temporis, sic habere feci quamlibet distantiam ad suum tempus. Denique tempora per singulos gradus accumulavi: collatisque his temporibus, seu gradibus | anomaliae mediae cum gradibus anomaliae eccentri, seu cum numero partium, ad quas usque quaerebatur distantia, prodiit aequatio Physica; cui fuit adjungenda Optica, capitis XXIX methodo cum ipsis distantiis inventa, ut haberetur tota.

Ορος. Anomalia media quid?

Per areas invenire partem aequationis Physicam.

Atqui cum haec ratio sit mechanica et taediosa, nec posset ex ea cujuscunque gradus solitarii, caeteris sepositis, aequatio computari, circumspexi de aliis mediis. Cumque scirem infinita esse puncta eccentrici, et distantias earum infinitas; subiit, in plano eccentrici has distantias omnes inesse. Nam memineram, sic olim et ARCHIMEDEM, cum circumferentiae proportionem ad diametrum quaereret, circulum in infinita triangula dissecuisse. nam haec vis occulta est ejus demonstrationis per impossibile ducentis. Quare pro eo quod prius circumferentiam in 360 partes secabam, jam planum circuli eccentrici in totidem secui, lineis ex puncto, unde computatur eccentricitas, eductis.

Sit AB *linea augium;* A *Sol (vel terra* PTOLEMAEO*);* B *centrum eccentrici* CD*; cujus semicirculus* CD *dividatur in partes aequales quotcunque* CG. GH. HE. EI. IK. KD. *et connectantur* AB *puncta cum punctis divisionum. Erunt igitur,* AC *longißima distantia,* AD *brevißima, caeterae ex ordine* AG, AH, AE, AI, AK. *Cum igitur triangula aequialta sint ut bases, et sectores sive triangula* CBG, GBH, *et reliqua, insistentia partibus circumferentiae minimis, ideoque a rectis non differentibus, omnia eandem habeant altitudinem, cruribus* BC, BG, BH, *aequalibus: omnia igitur erunt aequalia. Sed in area* CDE *insunt haec triangula omnia, et in semicircumferentia* CED *insunt arcus, ceu bases omnes. Quare per compositionem, ut area* CDE *ad arcum* CED, *sic area* CBG *ad arcum* CG. *et permutatim, ut* CED *arcus ad* CG, CH, *et singulos ordine, sic area* CDE *ad areas* CBG, CBH, *et singulas ordine. Quare nihil peccatur, si pro arcubus, areae in hunc modum tractentur, et pro angulis anomaliae eccentri* CBG, CBH, *areae* CGB, CHB.



Porro quemadmodum rectae ex B *ad infinitas partes circumferentiae extensae, omnes in area semicirculi* CDE *insunt, et rectae ex* B *ad infinitas partes arcus* CH *extensae, omnes in area* CBH *insunt: ita etiam rectae ex* A *ad easdem circumferentiae vel arcus partes infinitas, idem faciunt. Cum denique utraeque, et quae ex* B, *et quae ex* A, *unum et eundem semicirculum* CDE *impleant: eae vero, quae ex* A *educuntur, sint distantiae ipsae, quarum summa quaeritur: hinc concludere mihi videbar, computata* CAH, *vel* CAE *area, summam haberi infinitarum distantiarum in* CH *vel* CE*: non quod infinitum pertransiri poßit,*

20) miminis

sed quod facultatis, qua pollent distantiae, ad moras accumulandas, collectae mensuram in hac area inesse putarem, ut ita eam adipisci poßimus per cognitionem areae, citra minimarum partium dinumerationem.

194 *Quare ex superioribus, sicut se habet* CDE *area ad dimidium temporis restitutorii, quod dicatur nobis* 180° *gradus: sic* CAG, CAH *areae ad morarum in* CG *et* CH *diuturnitatem. Itaque* CGA *area fiet mensura temporis seu anomaliae mediae, quae arcui eccentrici* CG *respondet, cùm anomalia media tempus metiatur.*

Prius autem pars CGB *hujus areae* CAG, *erat mensura anomaliae eccentri, cujus aequatio Optica est angulus* BGA. *Ergo residua area, trianguli scilicet* BGA, *est excessus (hoc loco) anomaliae mediae supra anomaliam eccentri; et ejusdem trianguli angulus* BGA *est excessus anomaliae eccentri* CBG *supra coaequatam* CAG. Ejusdem itaque trianguli cognitio utramque partem aequationis prodit, respondentem anomaliae coaequatae GAC.

Causa cur supra cap. XXXI. in modo tertio tantum duplicata fuerit pars aequationis pro integra aequatione.

Atque hinc etiam causa patet, cur supra capite XXX. XXXI. partes aequationis dixerim in theoria Solis quam proxime aequales. *Nam quia quemlibet arcum, eique superstantem angulum ad centrum (ut prius* CG *et* CBG*) metitur area sua, qui sector dicitur, ut area* CBG*; collocato ergo pede circini in* G, *et diastemate* GB, *arcus circumferentiae scribatur, secans* GA *in* O. *Igitur ut area* GBC *ad angulum* GBC, *sic area* BGO *ad angulum* BGO. *Sed angulus* BGO *est pars aequationis Optica. Itaque area* GOB *per duplicationem aequationis partis, metietur partem Opticam aequationis, cum in nostro calculo prius explicato ipsa area tota* GBA *sit propter partem aequationis Physicam consulenda.*

Etsi igitur AGB *genuina mensura partis aequationis Physicae, excedit* OGB *oblatam mensuram partis Opticae, spaciolo seu area* OAB *(et versus perigaeum hujusmodi aliquo spaciolo vicißim ab eo superatur): in parva tamen eccentricitate, cujusmodi est Solis vel terrae, in qua versamur hac tertia parte, hoc non est sensibile. Nam quo propius lineam apsidum venitur, hoc exilius fit totum triangulum* AGB, *quare et particula ejus* AOB, *quantumvis crescente tunc ejus altitudine* AO. *In longitudinibus vero mediis* BEA *angulus cum sectore suo alicubi plane mensuratur ab area* BEA, *et excessus cum defectibus incipiunt permutari.*

Itaque summa differentia quae contingere potest, in octantes, seu loca inter apsides et quadrantes intermedia accumulatur: quae quanta sit, jam patefiet.

Cum enim in theoria Martis aliquandiu eadem usus fuerim computandi forma per areas, non potuit haec differentia negligi propter magnam Planetae eccentricitatem. Nec duplicatio partis aequationis Opticae citra sensibilem errorem fuit. Quare exploranda fuit planities trianguli aequatorii. Potest id fieri variis mediis, sed compendiosissimum ascribam.

8) areae CAB 12) coaequam

Compendiosa inquisitio areae in triangulo aequatorio.

Notum est aequealta triangula esse in proportione basium, dico et aequebasia esse in proportione altitudinum. 195

Sint AGB, AHB *super eadem basi* AB *continuata in* C. *Agatur ex* G *recta* GN *parallelos communi basi* AB *secans* HB *in* N: *et connectatur* N *cum* A: *et ex trium triangulorum verticibus* G. H. N. *agantur perpendiculares in basim* GM, HL, NP, *determinantes triangulorum altitudines. Cum ergo* GN *et* MP *sint paralleli, et* GM, NP, *perpendiculares, erunt igitur* GM, NP, *aequales. Sed* GM *est altitudo trianguli* AGB, *et* NP *est altitudo trianguli* ANB. *Triangula igitur* ANB, AGB, *sunt aequealta. et quia simul super eadem basi* AB, *sunt igitur aequalia. Et cum* ANB *sit pars de* AHB, *et communis linea basium* HB, *et communis vertex* A, *triangula igitur* NAB, HAB, *sunt aequealta. Quare ut basis* NB *ad* BH, *sic* NAB *ad* HAB. *Sed* NAB *et* GAB *probata sunt aequalia. Ergo ut* NB *ad* BH, *sic* GAB *ad* HAB. *Vt vero* BN *ad* BH, *sic* NP *ad* HL, *eo quod* NBP *et* HBL *similia triangula. Ergo etiam ut* NP *ad* HL, *sic* GAB *ad* HAB. *Sed* NP *et* GM *aequales. Ergo ut* GM *ad* HL *altitudo ad altitudinem, sic* GAB *area ad* HAB *aream. Quod erat demonstrandum.*

Valor trianguli in anomalia eccentri 90 gr.

Sit jam BE *perpendicularis ad* CD: *et triangulum* BEA *rectangulum in* B. *erit* BE *altitudo, et* BA *basis. Ducta ergo* 900 *sc. dimidia basi* BA *(quae est in Sole* 1800*) in altitudinem* BE *scilicet* 100000, *qui est circuli radius, creatur area trianguli* BEA *per* XLII *primi* EVCLIDIS *sc.* 90000000. *At area circuli,* ADRIANVS ROMANVS *cujus radius est* 100000 *(ex recentißima recognitione* ADRIANI ROMANI *solertißimi Geometrae) est* 31415926536 *ne unius quidem harum particularum errore. Et ut haec circuli area se habet ad gradus* 360° *anomaliae mediae seu temporis, hoc est ad* 21600′ *scrupula prima, vel* 1296000″ *secunda: sic in eadem proportione area trianguli* 90000000 *se habet ad* 3713″ *secunda, hoc est* 1 *gr.* 1 *min.* 53 *sec. Itaque area* BEA *valet* 1 *gr.* 1 *min.* 53 *sec. Sed et angulus* BEA *capitibus XXIX. XXX. fuit* 1 *gr.* 1 *min.* 53 *sec.* Aequationis igitur utraque pars aequalis est hoc loco, circa gradum scilicet 90. †

In caeteris gradibus anomaliae eccentri sic agendum. *Cum* BEA *sit* 3713″, *ut ergo* EB *altitudo ejus ad* HL *vel* GM *altitudines caeterorum, hoc est sinus totus ad sinus* HBC, GBC, *anomaliae eccentri: ita* 3713″ *ad areas reliquorum triangulorum. Ita multiplicabitur* 3713″ *in sinus angulorum ad* B, *et abjectis quinque ultimis cyphris, erunt residua scrupula secunda partis aequationis Physicae, illi angulo ad* B *respondentia. Exempli causa sit* HBC 45°. 43′. 46″, *quantus supra cap. XXXI fuit. Sinus igitur* 71605 *in* 3713″ *ductus abjectis* 5 *ultimis constituit* 2659″ *secunda, hoc est* 44′. 19″. *quam partem aequationis supra in tabula assumpsimus esse* 43′. 46″ *aequalem parti Opticae.*

Itaque hic areola ABO ubi maxima, 33″ secunda non excedit. †

Atque haec est quarta illa ratio aequationes eccentri computandi, qua de supra sub finem capitis XXXIV cepi dicere, quae naturam ipsam

27) capitibus XXX. XXXI.

rerum et speculationes capitibus XXXII. XXXIII. praemissas proxime exprimit. [1]

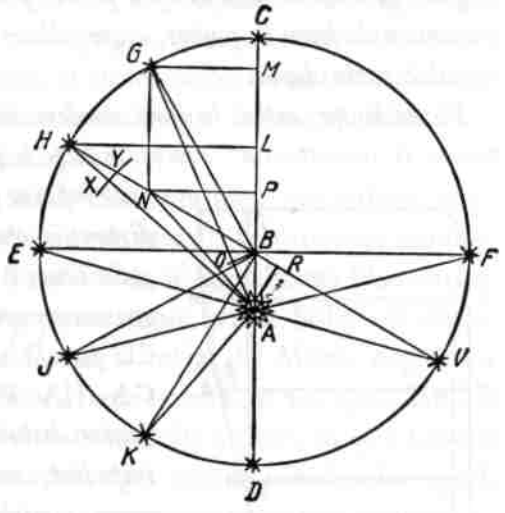
196 Sed tamen paralogismus inest in argumentatione mea, non magni quidem momenti; ortus inde, quod ARCHIMEDES circulum secuit quidem in infinita triangula, sed rectis angulis circumferentiae insistentia, ut quorum vertices in B circuli centro. At triangulorum cum A vertice in circumferentia insistentium, ratio non est eadem; quia circumferentia a rectis ex A eductis ubique praeterquam in C. D. punctis oblique secatur.

Defectus hujus operationis per aream trianguli posita circulari orbita.

Et posses errorem experientia deprehendere. quod ipse quoque feci, assumptis omnibus distantiis AC, AG, AH, ad singulos gradus integros, anguli CBG. GBH (quae distantiae, etsi in tabula capite XXX praemissa, situ respondent singulis gradibus integris anguli ad A, itaque minutim sectis angulis ad B: facile tamen cuilibet gradui integro anguli ad B, sua distantia ab A proportionaliter attribui potest) iisque in unam summam conjectis. Nam conficitur summa major quam 36000000; cum tamen distantiae a B 360, efficiant summam non aliam quam 36000000. Atqui si utraque summa eâdem areâ circuli mensuraretur, debuerunt hae summae esse aequales.

Angulos minutim sectos dico, cum gradibus adhaerent minuta.

Demonstratur autem in hunc modum error. *Trajiciatur per* B *recta quaecunque praeter* CD, *secans circumferentiam, sitque* EF*: et connectantur puncta sectionum* E. F. *cum* A. *Cum igitur* A *signum non comprehendatur linea* EF, *fiet* EAF *figura, seu triangulum; quare* EA, AF *junctae, longiores sunt, quam* EF *per XXII primi* EVCLIDIS. *Sed area circuli continet summam omnium* EF. *ergo continet summam, quae minor sit quam omnes* EA, AF, *cum inter quaecunque puncta eccentrici opposita et* A, *tale constituatur triangulum, praeterquam inter* CD. *et* A, *ubi pro triangulo fit linea recta.*



Porto eadem ratione demonstratur etiam (ut hoc obiter addam) distantias ab A respondentes omnibus 360 gradibus integris anguli ad A, (quae sunt in superiori capitis XXX tabula), collectas in unam summam, esse minores quam 36000000. *Trajiciatur enim per* A *punctum recta quaecunque, praeter* DC *quae sit* EV, *et connectantur* EV *cum* B. *Erunt in triangulo* EBV *rectae* EB, BV, *junctae longiores quam* EA, AV, *duae distantiae*

oppositae. Sed EB. BV *omnes* 360, *collectae faciunt* 36000000. *Ergo* EA. AV *omnes* 360, *collectae facient minus quam* 36000000.

Vt igitur repetam quae jam sunt dicta, haec aequationum methodus compendiosissima quidem est, et naturalibus motuum causis hactenus explicatis innititur, sed et in theoria Solis vel terrae scrupulosissime satisfacit observatis: sed tamen in duobus peccat; Primo, quod ponit orbitam Planetae esse perfectum circulum, quod verum non esse infra demonstrabitur cap. XLIV; Secundo, quod plano utitur non exacte metiente distantias omnium punctorum à Sole: quarum tamen causarum altera alteram, quod miraculi loco sit, exactissime tollit, ut infra demonstrabitur capite LIX.

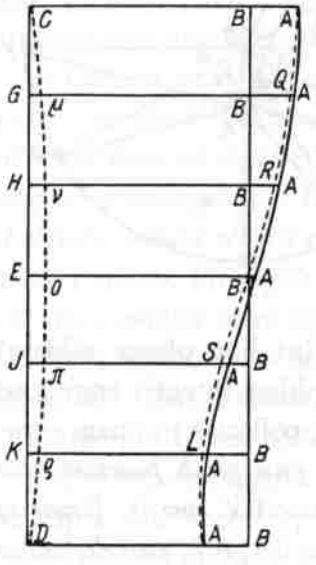
Posita elliptica orbita Planetae, nihil peccat haec methodus. Nota ergo illam.

Et quia haec aetas praestantissimos habet Geometras, qui interdum in rebus non ita manifesti usus desudant diutissime, appello omnes et singulos, ut hic me juvent in plano aliquo inquirendo, quod aequipolleat collectis universis distantiis. Geometrice quidem (late accepta voce) id ipse inveni: sed doceant me numerare quod ego Geometrice delineavi; imo doceant figuram inventam quadrare. *Explicetur igitur semicircumferentia* CED *in lineam rectam, et dividatur in partes totidem, quot prius, punctis* G. H. E. I. K*: et ex punctis divisionum erigantur perpendiculares aequales radio* C. B*: et claudatur parallelogrammum. Erit id duplum ad triangulum* ARCHIMEDEVM*, quo semicirculi aream is metitur. Quod si ex sectoribus singulis in hunc modum singula feceris parallelogramma, tunc totum parallelogrammum divisum in partes, aequipollebit toti areae semicirculi: ubique scilicet regnabit ratio dupla.*

Problema Geometris propositum, de quadrando spacio inter conchoides.

Extendantur autem in hunc eundem modum et distantiae CA. GA. *etc. et puncta* A *connectantur* conchoide* A.A.A.A. *per singula puncta ducta (quorum sunt infinita potentia) figura* AACD *aequipollebit distantiis omnibus ex* A. *Nam similiter ex singulis lineis* AG. AH. *factum est unum parallelogrammum quamproxime, nisi quod conchois ipsi* CD *parallelos non est, sed sic inclinata ad radios* GA. HA. EA. *ut in ipso etiam circulo inclinantur distantiae ad circumferentiam: ut ita nihil impediat, quod conchois* AA *longior est facta quam semicirculus* CD.

* Conchoidea dico non illam NICOSTRATI, quae infinita est, sic illi dicta, quod similis conchae: sed illam quae similis est conchoidi NICOSTRATI: ut Rhomboides dicimus id quod est simile Rhombo.



Est autem EA *longior quam* EB. *quod si sumerentur* CA. GQ. HR. EB. IS. KL. DA*; quantas determinant perpendiculares demissae ex* A *in distantias punctorum a* B *(ut si in schemate circulari in* HB *continuatam descenderet perpendicularis* AR*, determinans* HR *breviorem quam*

HA) *tunc figura inter conchoidea* AQRBSLA *et* CD, *plane esset aequalis figurae* CBBD. *Nam conchois secaret* BB *in linea* EA; *et quia* BA *suprema et infima sunt aequales, et* BQ *aequalis ipsi* LB, *et* BR *ipsi* SB *et caetera: Ergo figurae* BBRQA *et* BBALS, *essent congruae, quarum altera defectus, altera excessus est figurarum* CBBE *et* EBBD *aequalium: tota igitur figura inter* AQRBSLA *et* CD, *toti inter* BB *et* CD *aequalis est. Itaque spaciolum inter duas conchoides* AQRBSLA *et* AAAAAA *metitur excessum distantiarum ex* A *super distantias ex* B, *in ea quidem mensura, in qua parallelogrammum ponitur aequale omnibus distantiis ex* B.

Et nota quod spacium hoc non est ejusdem latitudinis in locis a linea EA aequaliter remotis, sed infra latius. *Nam in schemate circulari continuetur* HBR *in* V. *ut* AH. AV *respondeant angulis* HBE *superiori, et* FBV *inferiori aequalibus et aequaliter a mediis punctis* E. F. *remotis. Et centro* A *diastemate* AV *per* AH *et* BH *arcus circuli ducatur* XY. *Si ergo* AY *connexueris, erit* AYR *plane congruum triangulo* AVR. *nam* AV *et* AY *et* AX *sunt*[198] *aequales, ex constructione, et longiores. sed et* VR. RY. *sunt aequales et minores. Ex puncto vero* H *extra circumferentiam* XY *ductae sunt duae* HX *per centrum* A, *et* HY *praeter centrum; ergo* HY *est longior quam* HX; *major ergo* AV, *vel* AX, *augetur breviori* XH, *et minor* VR *vel* RY *augetur longiori* YH: *Et tamen tota* RH *manet brevior quam tota* AH. *Ergo differentia* RH *et* AH *minor est, differentiâ* RY *et* AX, *hoc est differentiâ* VR *et* VA. *Itaque in conchoide* SA *major est,* RA *minor, etsi* IE, EH *aequales.* Non ergo bisecatur ab EA, spacium inter duas conchoides: videtur autem bisecari a BB, quod exploret Geometra aliquis, et simul doceat quadrare spacium inter conchoides, ut numerationibus aptum fiat. Infra cap. XLIII invenies aestimationem crassam hujus spacii.

Spacium inter conchoides inaequalis esse latitudinis, in locis a medio aeque remotis.

Haec itaque de Physicae aequationis computatione generaliter praemittere volui, ut quamvis ea nondum a necessariis Geometriae adminiculis satis est instructa, sed neque dum omnes inaequalitates Planetarum patefactae (cum praesertim praesupposuerimus, viam Solis vel terrae esse perfectum eccentricum, quod tamen infra de Marte negabitur cap. XLIV. et LIII.) non tamen nimium haec operatio a sua speculatione praemissa divideretur. Nam quod theoriam Solis attinet, in qua fuimus hactenus versati, nihil nobis incommodat, neque conchoidis spacii neglectio, qua minus justo sumimus, neque perfecti eccentrici assumptio, qua ratione abundare videmur; in quantum jam judicari potest, nondum omnibus explicatis. Imo haec hoc capite sub paralogismi nota rejecta, infra, cum ad verissimum modum aequationum venerimus, resumentur; eliminato illo ex hypothesi ista, quod paralogismo dedit occasionem.

Cum ergo causam et mensuram inaequalitatis secundae, quae Planetas visui stationarios, directos et retrogrados exhibet, per certissimas ob-

servationes et demonstrationes ad unguem descripserim: ostenso quod et ipsa haec secunda inaequalitas communicet de inaequalitate prima, et quod theoria Solis vel terrae (COPERNICO) vel epicycli (PTOLEMAEO) similis sit theoriae caeterorum Planetarum, et causis Physicis hujus inaequalitatis primae inventis, adque calculum pro theoria Solis, accommodatis: jure merito hic tertiam partem, quasi quoddam antemeridianum pensum, interposito prandio, finio: succinente mihi remissionum animi Magistro:

PARS SVPERAT COEPTI, PARS EST EXHAVSTA LABORIS:
HIC TENEAT NOSTRAS ANCHORA JACTA RATES. 10 †

199

COMMENTARIORVM

DE MOTIBVS STELLAE MARTIS

PARS QVARTA

INVESTIGATIO VERAE MENSVRAE PRIMAE INAEQVALITATIS

EX CAVSIS PHYSICIS ET PROPRIA SENTENTIA

Quae tertia parte demonstrata sunt, ad omnes Planetas pertinent: 200
unde non injuria clavis astronomiae penitioris dici possunt. Quam tanto magis gaudere debemus inventam, quanto certius est nulla alia ratione investigari potuisse, praeterquam per stellae Martis observationes. Nam etsi quidem PTOLEMAEVS bisectionem hanc eccentricitatis Solis in Venere quoque et Mercurio deprehendit; eoque nomine eccentros eccentrorum, seu quod idem est, gyrationes centri epicycli introduxit: quae demonstratio reservatur in proprios de his Planetis tractatus: observationum tamen ipsarum conditio, et breves Veneris a Sole digressiones, quae non nisi humilem observari de nocte patiuntur, 10
methodicae inquisitioni hujus rei plurimum impedimenti fuit allatura, si citra Martem stetisset. In Mercurio multo absurdius adhuc ista tentabantur: quod is rarissime a Solis radiis emergat, et longius Marte et Venere a terra distet, cum hi citimi videntur. Fuisset itaque veritas nobis cum PTOLEMAEO patentissimis indaganda campis, et per crassas umbras manibus quasi palpanda.

Quantum autem de prima inaequalitate, quae occasione eccentri accidit, et cuique Planetae propria est, huic communi, parte tertia inventae, secundae inaequalitati debeamus: jam exemplo stellae Martis declarabitur. | 20

201

CAPVT XLI

APSIDVM ET ECCENTRICITATIS, ET PROPORTIONIS ORBIVM INQVISITIO TENTATA, EX JAM VSVRPATIS OBSERVATIS, EXTRA OPPOSITIONEM CVM SOLE, CVM FALSA TAMEN CONDITIONE

Supra parte secunda imitatione veterum ex observationibus acronychiis conatus sum invenire aphelium et eccentricitatem, unaque et distantias stellae Martis a Sole in toto circuitu. Et aequationes quidem eccentri fere aliis quoque observatis extra situm acronychium respondebant. Eccentricitas vero et distantiae a Sole, repudiabantur a parallaxibus annuis longitudinis et latitudinis. Itaque ut distantiae stellae a centro Solis, per omnem eccentrici ambitum inquiri possent, prius secunda inaequalitas (epicyclica PTOLEMAEO, seu orbis annui TYCHONI et COPERNICO) parte tertia expedienda fuit. Imo vero, si via Planetae perfectus esset circulus, vel jam statim prima Planetae inaequalitas, quae est ratione eccentrici, indagari posset. Nam supra capite XXV methodum tradidimus, ex tribus distantiis, trium circumferentiae punctorum, ab aliquo puncto intra circumferentiam, et angulis ad illud punctum, inquirere situm et magnitudinem circuli, respectu illius puncti, centrum et eccentricitatem, cum apsidibus.

Jam capite XXVI inventa est distantia Martis a centro Solis 147750 in 14°. 21′. 7″ ♉ apud nodum, idque Anno MDXCV D. XXV Octob. Capite vero XXVII rursum distantia Martis inventa est 163100 paulo minor in 5°. 25′. 20″ ♎. et id anno MDXC D. XXXI Decembris. Et quia Mars 41 gradibus abest a nodo, multiplicato sinu 41° in sinum inclinationis maximae cap. XIII inventae, prodit inclinatio loci 1°. 12′. 40″. Cujus secans, radium superat in centies millenis particulis per 22, quae sunt, in dimensione nostra, particulae 34. Itaque correcta distantia hujus loci esset 163134 paulo minor. Maneat 163100: Secans vero hujus inclinationis in secantem 41° ductus, producit secantem arcus per 50″ longioris. itaque auferenda 50″ loco Martis ut sit 5°. 24′. 30″ ♎.

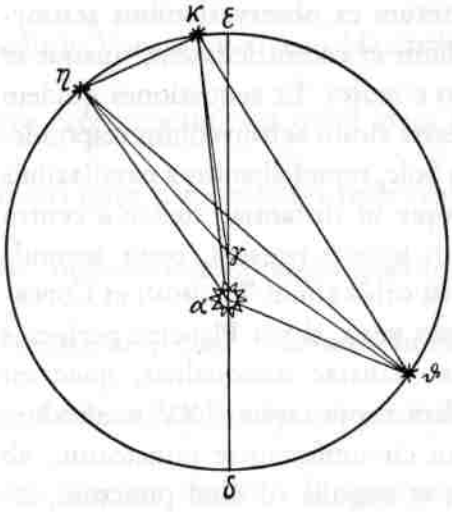
Tertio, capite XXVIII distantia Martis inventa est 166180 in 8°. 19′. 20″ ♍. Anno MDXC D. XXXI Octob. distans 68 gradibus a nodo. itaque inclinatio loci 1°. 42′. 40″. cujus secans abundat particulis 45, quae sunt in nostra dimensione 75. Itaque correcta distantia 166255. Auferuntur 16″ loco Martis, pro reductione ad eclipticam.

23) vero XXV

Haec tria loca per praecessionem aequinoctiorum ad eundem annum MDXC et mensem Octobrem reducta sic habent.

147750 14°. 16'. 52'' ♉
163100 5. 24. 21 ♎
166255 8. 19. 4 ♍

Apparet aphelium esse octavo gradui Virginis propius quam caeteris, quia ejus distantia est longior. *Itaque secundum demonstrata capitis XXV sit α centrum corporis Solaris. ex eo educantur αϑ. αη. ακ. in ea proportione, ut distantiae hic producuntur in numeris: et connectantur puncta omnia. et sit angulus καϑ 114°. 2'. 12'' quantum est à 14° ♉ in 8° ♍. sic καη sit 27°. 5'. 17'' quantum est ab 8° ♍ in 5° ♎. et ηαϑ compositus ex utroque. Sol enim assumitur centrum zodiaci.* 202



Oportet jam investigari circulum, qui per ηκϑ transit: sic ut η. κ. ϑ. sint tria loca Planetae.

In forma Ptolemaica α erit terra, centrum zodiaci: η. κ. ϑ. tria loca puncti affixionis epicycli. Caetera manent.

Igitur in triangulo ηαϑ, dato angulo cum cruribus, invenitur angulus αϑη 20°. 26'. 13''. *Similiter in καϑ datur αϑκ* 35°. 10'. 17''. *Vnde ablatus αϑη relinquit ηϑκ* 14°. 44'. 4''. *Sit γ centrum quaesiti circuli. Ducatur αγ· et linea continuetur in ε aphelium et δ perihelium: et connectantur η κ cum γ.*

Cum igitur ηϑκ stet ad circumferentiam, et ηγκ apud centrum, super eodem arcu ηκ, erit igitur ηγκ duplus anguli ηϑκ scilicet 29°. 28'. 8''. *et qualium ηγ est* 100000, *erit κη* 50868 *duplum scilicet sinus dimidii ηγκ.*

Jam in triangulo ηακ, dato denuo angulo cum cruribus, invenitur κηα 78°. 44'. 1''. *et per hunc, κη* 77187, *qualium ηα* 163100. *Qualium ergo κη prius erat* 50868 *et ηγ* 100000, *talium ηα fit* 107486. *Et quia ηγκ est* 29°. 28'. 8'', *erit igitur κηγ dimidium residui ad duos rectos, quia ηγ, κγ aequales. Itaque κηγ est* 75°. 15'. 56''. *Hinc aufer κηα. Restat γηα.*

In triangulo igitur γηα datur angulus cum cruribus. Quare innotescit ηαγ 38°. 15'. 45''. *Ac propterea (cum αη sit in* 5°. 24'. 21'' ♎*) erit linea apsidum αγ in* 27°. 8'. 36'' ♌. *Per angulum vero ηαγ invenitur et αγ eccentricitas* 9768, *qualium ηγ est* 100000. *Denique in dimensione qualium αη est* 163100, *erit ηγ* 151740. *Erat autem earundem partium etiam semidiameter orbis annui* 100000. *Ergo proportio orbium esset ea, quae* 100000 *ad* 151740.

Quae omnia quam sint vitiosa, ex eo colliges, quod quotiescunque pro una vel pluribus usurpatarum distantiarum αϑ. αη. αϰ. aliam adhibueris, competentem alii loco eccentrici, et inventam aeque certa irrefutabilique argumentatione, toties omnia ista prodeunt aliter.

Et sequenti capite invenietur certissime ea, quae est 100000 ad 152640 circiter. Eccentricitas 9264, qualium radius 100000. Aphelium vero Anno MDXC D. XXXI Octob. supra cap. XVI inventum est in 28 grad. 53 min. Leonis. quod capite sequenti confirmabitur intra XI scrupula. [1]

203

CAPVT XLII

PER ALIQVOT OBSERVATIONES EXTRA SITVM ACRONYCHIVM, MARTE CIRCA APHELIVM, ITEMQVE ALIAS ALIQVOT, MARTE CIRCA PERIHELIVM VERSANTE, INQVIRERE CERTISSIMVM LOCVM APHELII, CORRECTIONEM MOTVS MEDII, ECCENTRICITATEM GENVINAM, ET PROPORTIONEM ORBIVM

Jam vidisti lector, de novo nobis incipiendum esse: cum tres Martis locos eccentricos, totidemque a Sole distantias ad legem circuli revocatas, aphelium (supra non incertissime constitutum) negare cerneres; unde nobis suspicio orta, viam Planetae non esse circulum. Quare ex tribus distantiis, reliquae disci non poterunt. Itaque cujuslibet loci distantia ex suis propriis observationibus extruenda; omnium maxime aphelia et perihelia, ex quarum comparatione de genuina eccentricitate discimus.

Sit α *centrum mundi,* αβ *linea apsidum, et centro* β *eccentricus* ιϑ, *et* ι *aphelium,* ϑ *perihelium. Ex capite XLI meliusque ex capite XVI intelligimus, observationes, Marte circa* ι *versante, proximas esse has.*

I. A. MDLXXXV D. XVII Februarii hora X, visus fuit Planeta in 15°. 12½′ ♌, cum latitudine Borea 4°. 16′.

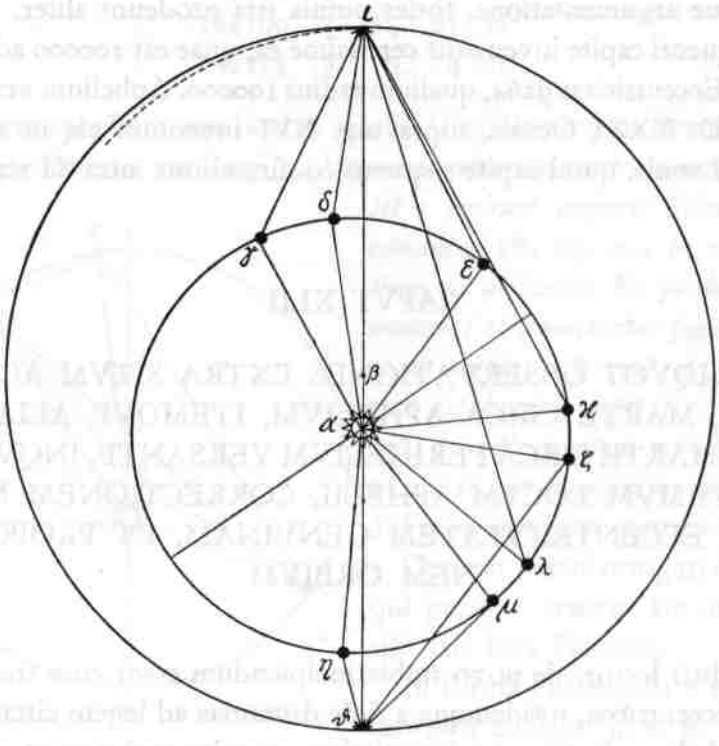
II. A. MDLXXXVI D. XXVII Decembris mane hora IV, in 29°. 42⅔′ ♍ latit. 2°. 46$^{3}/_{5}$′ B.

Et Anno MDLXXXVII D. I Januarii mane H. VII M. VIII in 1°. 4′. 36″ ♎, Lat. 2°. 54′ B. et IX Januarii mane, in 2°. 51½′ ♎ lat. 3°. 6′ Bor.

Anno MDLXXXVIII D. X Novemb. mane hora VI M. XXX inter ♂ et Cor ♌ 31°. 27′. Declinatio Martis Borea 3°. 16¼′. Quare ♂ in 25°.
† 204 31′ ♍. [1] lat. 1°. 36′. 45″ B. D. V Decembris mane hora VI inter ♂ et

35) lat. 1°. 46′. 43″

Cor ♌ 45°. 17′. declinatio Austrina 2°. 5′. ergo ♂ in 9°. $19^{2}/_{5}$′ ♎. latitudo 1°. 53½′ Borea. Non sunt autem hae observationes confirmatae per Fixas sequentes.



Anno MDXC D. VI Octobris, cujus diei mane hora IV M. XLV observatus est ♂ in altitudine 12½° graduum a cauda Leonis et corde Hydrae, cum declinatione sua: sed quod neutra Fixarum a Marte in longitudinem recta porrigeretur, accidit ut ascensiones rectae, utrinque, et per declinationem extructae, 6′ minutis discreparent. quod facile fieri potest, si minimum aliquid declinationi desit: cui quidem videntur non satis fisi, quod Martem a cauda ♌ mensi sunt, quae in eadem longitudine est, distantia omni in latum abeunte, ut scilicet de latitudine Martis hinc certius scirent, quam ex declinatione. Sed retenta declinatione 6°. 14′ et distantia a corde hydrae 34°. 33½′ fuerit ejus ascensio recta 168°. 56¼′. Itaque locus 17°. 16¾′ ♍. lat. 1°. 16⅔′ Borea. Fixarum tabella refractionis, exhibet in hac altitudine 4′ minuta; Solis refractio majorem exhibet. et Virgo ardua surgit. itaque circiter 3 minutis aut (per solares refractiones) plusculis ultra, in consequentia est projiciendus, unde per refractionem erat sublatus. Parallaxis exigua admodum fuit. parum igitur detraxit refractionibus. Fuerit in 17°. 20′ ♍.

Anno MDC $\frac{\text{V}}{\text{XV}}$ Martii hora VIII½ post merid. in 29°. 12½′ ♋. Lat. 3°. 23′ Bor. Et $\frac{\text{VI}}{\text{XVI}}$ Martii H. VIII½ in 29°. 18′ ♋. lat. 3°. 19¾′ Bor.

Respondent autem tempora Martem in eundem eccentrici locum restituentia, sic invicem,

		Cum locis visis Martis	Et Solis	Et distantiis Solis à terra ex cap.XXX.
1585. 17 Febru.	H. p. m. 10. 0	15. 12. 30 ♌	9. 22. 37 ♓	99170
1587. 5 Januar.	H. p. m. 9. 31	2. 8. 30 ♎	25. 21. 16 ♐	98300
1588. 22 Nove.	H. p. m. 9. 2½	2. 35. 40 ♎	10. 55. 8 ♐	98355
1590. 10 Octob.	H. p. m. 8. 35	20. 13. 30 ♍	26. 58. 46 ♎	99300
1600. 6 Mart.	H. p. m. 6. 17½	29. 18. 30 ♋	26. 31. 36 ♓	99667

Reductionis observationum ad tempora debita, ratio haec est. Cum Anno MDLXXXVII diurni Martis sint in decremento, ut et in MAGINO et in observatione ipsa trium dierum apparet, usurpavi diurnos sic: 17. 16. 16. 16. 15. 15. 14. 14. 13. 13. 13. 12. 12.

Anno MDLXXXVIII D. X Novemb. observatio minus habet meridiano MAGINI loco 39′ minutis. D. V Decembris minus 33′ minutis. Et nostrum momentum est intermedium. ergo usurpabimus etiam intermediam differentiam 36′.

Anno MDXC deserta est observatio, et per se male habita ut apparuit, sed tamen diurnus in MAGINO per plures dies constans est 37′ minutorum.

Jam ad rem: Ac etsi multos hactenus modos docui vel inquirendi vel comprobandi loci eccentrici et distantiae, sequar tamen hic rursum alium, eo quod sit commodissimus. *Sint autem loca terrae* δ. ε. κ. λ. γ. *nempe* δ. γ. *ad sinistras*, ε. κ. λ. *ad dextras eccentrici loci partes. Et cum datae sint lineae* αδ, αε, ακ, αλ, αγ, *et anguli* αδι. αει. ακι. αλι. αγι· *assumam tertium commune in omnibus triangulis, nempe latus* αι, *unum nempe quaesitorum, et per hoc latus inquiram angulos ad* ι, *qui si lineam* αι *in eundem zodiaci locum statuent (nisi quatenus ob praeceßionem aequinoctiorum is in sequentibus temporibus est promotior). ex eo intellecturus sum, assumptum* αι *bene habere.*

Methodi ratio haec, quod ut αι *ad angulos* δ. ε. κ. λ. γ. *sic* αδ. αε. ακ. αλ. αγ. *ad angulos* ι.

γα	26°.	31′.	36″	♓	δα	9°.	22′.	37″	♓	εα	25°.	21′.	16″	♐
γι	29.	18.	30	♋	δι	15.	12.	30	♌	ει	2.	8.	30	♎
αγι	122.	46.	54		αδι	155.	49.	53		αει	113.	12.	46	

κα	10°.	55′.	8″	♐	λα	26°.	58′.	46″	♎		
κι	2.	35.	40	♎	λι	20.	13.	30	♍		
ακι	68.	19.	28		αλι	36.	45.	16			

Horum sinus in distantias Solis et terrae multiplicati, et per assumptam distantiam αι 166700 *divisi, produnt sinus angulorum. qui additi ad visiones Martis in* γ. δ. *ablati visionibus in* ε. κ. λ. *restituunt lineam* αι *in haec loca*

γ	δ	ε	ϰ	λ
29°. 28′. 44″ ♌	29°. 18′. 19″ ♌	29°. 19′. 21″ ♌	29°. 20′. 40″ ♌	29°. 20′. 30″ ♌

Debuit in

29. 30. 51. 29. 18. 0. 29. 19. 36. 29. 21. 12. 29. 22. 48.

vel in

29. 29. 51. 29. 17. 0. 29. 18. 36. 29. 20. 12. 29. 21. 48.

Nimirum non aliter differre debuerunt loca quinque, quam quanta est differentia praeceßionis aequinoctiorum.

Vides autem ex schemate, si caeteris manentibus, breviorem assumseris αι, *venturam in* γδ. *in consequentia: in* ε. ϰ. λ. *in antecedentia, non tamen ubique aequali spacio. At simul hoc feceris, nocueris in* δ. ϰ. λ. *profueris in* γ. ε, *Contrarium, si prolongaveris. At consonum est, errorculos hosce distributos*[1] *haberi per omnia loca. Ergo nihil in distantia* αι *mutandum, et Planeta praescriptis temporibus est in locis ultimo recensitis.* 206

Si lubet ad consensum explorandum uti methodo cap. XXVIII. *connexis* δ. ε. *punctis, invenies* δε 74058. δεα 68°. 36′. 0″. εδα 67°. 21′. 3″. *quare* εδι 88°. 28′. 50″. *et* δει 44°. 36′. 46″. *et* ειδ 46°. 54′. 24″. *quare* ιε 101380. *et* εαι 33°. 58′. 33″. *quare* αι *anno MDLXXXVII in* 29°. 19′. 49″ ♌ *(nos jam elegimus* 29°. 18′. 36″. *differentia scrupuli unius ob retinendos etiam caeteros locos). denique* αι 166725. *et locus* ϰ *consentit.*

Ac cum 166666⅔ sit radii 100000 sesquialtera, credibile est hanc esse proportionem distantiae mediocris terrae a Sole et longissimae Martis a ☉. sed nihil conjecturis tribuam in praesens.

Cum autem eccentrici planum hic inclinetur ad eclipticam angulo 1°. 48′. cujus secans 49 particulis abundat, quae valent 82 in dimensione nostra: verissima igitur distantia ♂ et ☉ erit 166780, quantum quidem ex his observationibus colligendum: quas memineris longiuscule deductas, nec in ipsis suis diebus optime comparatas.

Jam etiam ad perigaeum accedamus, ubi catalogus observationum, et mediocris cognitio motus medii, ostendunt proximas observationes has:

I. A. 1589. D. 1 Nov. H. 6⅛ vesperi fuit ♂ in 20°. 59¼′ ♎ cum lat. 1°. 36′ mer.

II. A. 1591. D. 26 Sept. H. 7 M. 10 in 18°. 36′ ♎. Latit. 2°. 49$^{1}/_{5}$′ Merid.

III. A. 1593. D. 31 Julii mane H. 1¾ in 17°. 39½′ ♌. Latit. 6°. 6¼′ Merid. et 11 Augusti mane H. 1¾ in 16°. 7½′ ♌. Latit. 6°. 18$^{5}/_{6}$′ Merid.

19) 28°. 18′. 36″

Respondent autem tempora in hunc modum:

			♂	☉	Dist. Solis et terrae.
1589.	1 Novemb.	H. 6⅙ P. M.	20°. 59¼′ ♐	19°. 13′. 56″ ♏	98730
† 1591.	19 Septemb.	H. 5 M. 42	14. 18½ ♐	5. 47. 3 ♎	99946
1593.	6 Augusti	H. 5 M. 14	16. 56. ♈	23. 26. 13 ♌	101183

Anno MDXCI oportet nos uti confidentia, diurnos eosdem esse cum diurnis MAGINI. nam observatio solitaria est. Ac cum in MAGINO moveatur diebus VII per gradus 4°. 16′. fuerit ergo Mars XIX Sept. H. VII⅙ in 14°. 20′ ♐, et H. VI⅙ in 14°. 18½′ ♐. Circa stationem in
207 10 XVI vel | XVII Julii promotior fuit in calculo per 1°. 16′ circiter, quam apud MAGINVM. Jam XXVI Sept. adhuc per 0°. 53′ est promotior. Diebus itaque LXX deminuta est differentia circiter 23 minutis. Si etiam proportionaliter argumentemur, grandior erit XIX Sept. haec differentia circiter 2 minutis. Credemus igitur, Martem ad nostram horam esse in 14°. 20′ ♐.

Anno MDXCIII ♂ a statione abit. Et cum XXX Julii locus Martis media nocte sequente discrepet a meridiano MAGINI per 3°. 25½′, die vero X Augusti per 3°. 59½′, ita ut augeatur differentia, paulatim tamen minus atque minus; assumsi differentiam die VI Augusti 3°. 46′, ut sit
20 hora 1¾ mediae noctis sequentis in 16°. 52′ ♈. et diurnus 10. Superatur nostrum tempus horis VIII M. XXX. quibus debentur circiter 4 minuta de retrogrado motu ♂ Igitur nostro tempore fuit in 16°. 56′ ♈. Certum est nos (hoc quidem nomine) nihil ultra unum scrupulum ultro citrove aberrare.

Saepius in perigaeo non est observatus. Nam Anno MDXCV incidit ejus in perigaeum adventus in mediam aestatem, crepusculis in Dania pernoctantibus. Anno MDXCVII TYCHO BRAHE in itinere fuit. Prope Solem vero in hyemali semicirculo diu latet, ob celeritatem, Solari non multo minorem.

30 *Sit in schemate locus Martis eccentricus* ϑ. *Loca terrae* ζ. μ. η. *et sit*

ζα. 19°. 13′. 56″ ♏	μα 5°. 47′. 3″ ♎	ηα 23°. 26′. 13″ ♌
ζϑ. 20. 59. 15 ♐	μϑ 14. 18. 30 ♐	ηϑ 16. 56. 0 ♈
	vel 20.	
Ergo αζϑ 61. 45. 19	αμϑ 98. 31. 27	αηϑ 156. 30. 13.
	vel 32. 57.	

Assumpta igitur communi αϑ *in longitudine* 138400, *prodit ejus locus sic:*

Per ζ 29°. 55′. 20″ ♒. μ. 29°. 53′. 6″ ♒. η. 29°. 59′. 10″ ♒.
vel 54. 36.

4) 14. 2½ ♐ 5. 47. 5 ♎

At si apud ζ fuit 55′. 20″, *decuit apud* μ *esse* 56′. 56″, *apud* η 58′. 32″. *tanta enim est praeceßio aequinoctiorum. Apparet igitur ex schemate, lineam* αϑ *per* η *nimis in consequentia abire; per* μ ζ *respectu ipsius* η, *nimis in antecedentia. quod fit caeteris manentibus, quia* αϑ *nimis brevem assumpsi. Itaque si uno centenario longiorem faciam scilicet* 138500, *jam prodeunt haec loca:*

Ex ζ 29°. 57′. 10″ ♒, *ex* μ 29°. 55′. 36″, *ex* η 29°. 58′. 17″ ♒.
vel 29°. 57′. 6″ ♒.

Jam itaque nimis propinqua invicem facta sunt loca ipsius αϑ, *et plus hic peccatur in propinquitate quam illic in remotione. Quare verißima longitudo ipsius* αϑ *erit* 138430 *circiter.*

Inclinatur hic planum (ut et prius loco opposito) 1°. 48′. et secans abundat supra radium particulis 49. Vt vero 100000 ad 138430, sic haec 49 ad 68. Ergo correcta longitudo radii est quamproxime 138500: ex his quidem observationibus longe deductis.

Ex his inquisitio apsidum

Assumatur respectu omnium trium observationum locus lineae αϑ Anno MDLXXXIX D. I Novemb. H.VI⅙ post merid. in 29°. 54′. 53″ ♒, ut sit MDXCI in 29°. 56′. 30″. et Anno MDXCIII in 29°. 58′. 6″ ♒. Vicaria hypothesis capitis XVI exhibet illam primo tempore in 29°. 52′. 55″ ♒.[1]

Prius autem assumpsimus similiter αι Anno MDLXXXVIII D. XXII *208* Novemb. H. IX M. II½ in 29°. 20′. 12″ ♌.

Cum ergo ab Anno MDLXXXVIII D. XXII Novemb. H. IX M. II½ usque in annum MDLXXXIX D. I Novem. H. VI M. X sint dies CCCXLIV minus H. II M. LII½: integra vero revolutio ad eandem Fixam habeat dies DCLXXXVII minus H. o M. XXVIII: apparet nostrum intervallum paucis horis exuere medietatem temporis restitutorii. Ecce

D. CCCXLIII	H. XI	M. XLVI	Dimidia periodus
CCCXLIII	XXI	LII½	Nostrum intervallum
Excessus	X	VI½.	

Et cum a prioris temporis loco 29°. 20′. 12″ ♌, usque ad locum quem tenuit ♂ tempore posteriori 29°. 54′. 53″ ♒, sint gradus 180°. 34′. 41″: et subtracta praecessione 48″. residui 180°. 33′. 53″: quare si horis X M. VI½ competerent in perigaeo de diurno Martis in eccentrico, illa residua supra semicirculum 33′. 53″; tunc hinc intelligeretur aphelium esse in 29 gr. 20 min. 12 sec. ♌.

1) ϑ (statt η) 6) loca ι· 11) 158430 13) 138420

Scimus autem diurnos Martis in eccentrico circa apogaeum et perigaeum, ex jam inventis distantiis, et ex demonstratis capitis XXXII. Sunt enim diurni quamproxime in dupla proportione distantiarum. Nam in apogaeo diurnus est circiter 26′. 13″. in perigaeo 38′. 2″. cum mediocritas diurni sit 31′. 27″.

Perpende itaque, quod si Mars a puncto apogaei eundo dimidium temporis restitutorii insumat, fine hujus temporis omnino confectis 180 gradibus, sit futurus in puncto perigaei. At si jam hoc spacium temporis auspicetur uno die post quam in apogaeo fuit, incipiet igitur cursum a 26′. 13″ minuto ab apogaeo finietque in 180°. 38′. 2″. Itaque dimidio temporis plus dimidio itineris curret per 11′. 49″. Contrarium, si die uno ante apogaeum inciperet. |

209 Cum itaque etiam nostrum tempus arcum exhibuerit majorem, nostrum etiam aphelium promoveri oportet. Primum horas nostras dimidia parte ante aphelium, dimidiâ post perihelium referemus. Tunc inceperit Planeta a minuto 5′. 16″ ante aphelium, quod sic refertur in 29°. 25′. 28″ ♌, et venerit in 8′. 1″ post perihelium, quantitate itineris 13′. 17″ ultra 180°. At deprehensum est iter fuisse 33′. 53″ supra 180. Ergo per 20′. 36″ est adhuc celerior. Quia ergo, ut iter augeatur per 11′. 49″, requiritur dies unus, sive promotio Planetae ab aphelio per 26′. 13″. quantum ab aphelio promovebitur Planeta donec augeatur iter per 20′. 36″:

Ostendit itaque proportionum regula, diem I. H. XVII M. LIV sive distantiam ab aphelio 45′. 42″. Ergo aphelium a loco quem ei jam dederamus in 29°. 25′. 28″ ♌ removendum in antecedentia per 45′. 42″.

Cadetque in		28°.	39′.	46″ ♌
Anno MDLXXXVIII D. XXII Novemb. supra		28.	50.	44 ♌
	Differentia		10′.	58″.

Vtri aphelii inquisitioni plus fidei tribuendum, incertum. Nam fieri facile potest, ut in positione et assumptione linearum αι. αϑ. propter observationum incommoda, peccaverimus 4 minutis, duobus hinc, duobus inde, quantum quidem ex erroribus conspirantibus accumulari oportet, ut aphelium 11 minutis alterari posset. Hic tamen par est, nos fidere operationi praesenti.

Correctio motus medii

Mutato loco aphelii, mutatur et motus medius. Nam si quo tempore per superiorem aphelii inquisitionem ♂ existimatur incidere in aphelium, exutus aequatione, eodem tempore jam superavit aphelium minutis 11: habet igitur aequationem 4 minutorum subtractoriam. Itaque medio motu superavit illum pristinum locum medium per 4.

Eccentricitatis inquisitio

Primum corrigantur distantiae prius inventae si opus est, eo nomine, quod parumper ab apsidibus jam inventis distent; aphelia per 40′ minuta, perihelia per 75′ minuta. Atqui nihil sensibile mutatur in tanta propinquitate ad apsidas.

Ergo Aphelia	166780	scilicet	αι
Perihelia . . .	138500	scilicet	αϑ
Summa	305280		ιϑ
Dimidium . . .	152640	semidiameter	ιβ
Eccentricitas . .	14140		αβ

Vt autem 152640 ad 100000, sic 14140 ad 9264 eccentricitatem. Dimidium autem eccentricitatis aequatoriae fuit 9282. Differentia 18, nullius plane momenti. Vides quam praecise bisecanda sit in Marte eccentricitas aequatorii puncti, ad constituendam centrorum eccentrici et mundi distantiam. Atque hoc supra capite XXXII pro fundamento usurpavi, et in sequentia demonstrandum rejeci. id vero jam est praestitum. [1]

CAPVT XLIII

DE DEFECTV AEQVATIONVM, QVAE BISECTIONE ECCENTRICITATIS ET AREIS TRIANGVLARIBVS EXTRVVNTVR; POSITA ORBITA PLANETAE PERFECTE CIRCVLARI

His de bisectione eccentricitatis Martiae certissime demonstratis, quae parte tertia itidem et de theoria Solis evicimus; jam demum tempus esset, ut plena hujus rei fide muniti, ad speculationes Physicas capitis XXXII et sequentium, utpote communes omnibus Planetis futuras, accederemus: nisi certo consilio mihi visum esset illas praemittere; eo quod illic ratio aequationum ex causis Physicis computandarum absolvenda fuit pro theoriae Solis vel terrae, omnimoda perfectione; et quod scirem, ubi illa condendarum aequationum methodus etiam theoriae Martis applicanda fuerit, multo difficiliores speculationes secuturas.

Etenim verissima orbium conformatione inventa, necesse est, indidem etiam aequationes eccentri sequi, quibus solis hactenus servivit hypothesis illa vicaria capite XVI inquisita. Id ergo hac vice explorabimus.

Quare secundum demonstrata capitis XL, quae hic omnia et singula repetita intelligantur, sit orbita Planetae ex opinione trita circulus; etsi

jam cap. XLI nos de eo jussit dubitare: *Quare in anomalia eccentri* 90° *eccentricitas capite XLII inventa*, 9264, *erit tangens: quae ostendet partem aequationis Opticam* 5°. 17′. 34″. *Et quia in anomalia eccentri* 90 *area trianguli est rectangula, ducto igitur radio in dimidium eccentricitatis scilicet* 4632, *provenit area trianguli* 463200000. *Vt autem area circuli* 31415926536 *ad gradus* 360 *sive* 1296000 *secunda, sic haec jam inventa area* 463200000 *ad* 19108″ *seu* 5°. 18′. 28″ *partem aequationis Physicam. Itaque tota aequatio* 10°. 36′. 2″. *ut ita anomaliae mediae* 95°. 18′. 28″ *respondeat coaequata* 84°. 42′. 26″. At secundum methodum capitis XVIII vicaria hypothesis, sat fida in longitudine, ostendit nobis, quod eidem anomaliae mediae 95°. 18′. 28″ respondere debeat coaequata 84°. 42′. 2″. Differentia 24″.

Sumatur jam anomalia eccentri nostri 45° et 135°. *Et ut totus ad sinus horum angulorum, ita area* 19108″ *maximi trianguli aequatorii ad aream hujus loci* 13512″ *sive* 3°. 45′. 12″. *ut additione hujus partis aequationis Physicae ad anomaliam eccentri, constituantur anomaliae mediae* 48°. 45′. 12″ *et* 138°. 45′. 12″. *Datis vero cruribus angulorum datorum, prodeunt anguli anomaliae coaequatae his mediis anomaliis respondentes* 41°. 28′. 54″, 130°. 59′. 25″. At per vicariam hypothesin, ut capite XVIII Operis, assumptis iisdem anomaliis simplicibus 48°. 45′. 12″ et 138°. 45′. 12″. prodeunt coaequatae illic 41°. 20′. 33″. minus quam per aream trianguli, excessus 8′. 21″. hic 131°. 7′. 26″. plus quam per aream trianguli, defectus 8′. Itaque cum
211 certum sit, vicariae nostrae | tantum errorem tribui non posse, necesse
| mihi fuit credere, hanc rationem aequandi etiamnum esse imperfectam.

Et capite quidem XIX cum bisectionem in Marte tentarem, et per immobile punctum aequantis more Ptolemaico aequationes computarem, inventa est differentia circa 45° anomaliam eccentri pene tanta, in partes tamen contrarias. Nam in superiori quadrante Planeta appropinquabat aphelio, in inferiori perihelio, plus quam par erat; hic in superiori quadrante discedit longius ab aphelio, in inferiori a perihelio, quam par est. Itaque supra ab aphelio est nimis velox, infra a perihelio itidem. Quare tardior justo erit in longitudinibus mediis.

Falsarum causarum hujus imperfectionis refutatio.

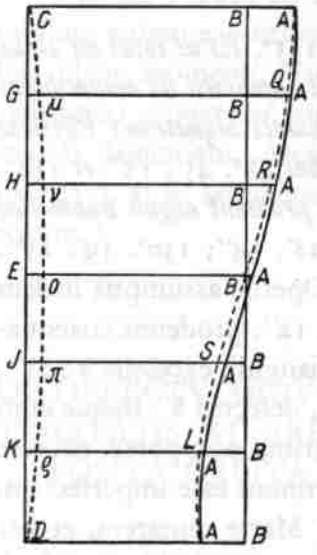
Credo jam lectori incidisse, an forte errorum causa inde sit, quod capite XL dictum est, vitium subesse huic operationi per areas, eo quod areae non aequipolleant distantiis, celeritatis et morarum moderatricibus. Atqui non hinc esse potest praesens error. Primum enim excessus summae distantiarum supra aream circuli parvus est, spaciolum nempe inter conchoides, parvum admodum: deinde area exhibet distantias omnes quidem justo breviores, maxime vero eas quae sunt in longitudinibus mediis. Ergo si quis error hinc manat, is in hoc est, quod non

6) gradus 180

satis longas moras Planetae facimus in longitudinibus mediis. At errores quos jam deprehendimus in contrarium abeunt. nimis enim longas moras fecimus Planetae in longitudinibus mediis.

Idem illi quoque potest objici, qui suspicionem inde concipere voluerit, quod misso COPERNICI et TYCHONIS duplici epicyclo, qui orbitam Planetae facit ovalem, nos Ptolemaicum perfectum circulum in praesens susceperimus. Nam dictum est in fine capitis quarti, illam Copernicanam orbitam non incurrere ad centrum, quod hic nobis esset usui, sed excurrere a centro particulis 246, quod hic potius augeret errorem, qui hoc jam sequimur, moras esse ut distantias.

Aestimatio spacii inter duas conchoides.



Vt autem ad oculum pateat, parvum admodum effici spacium conchoidis cap. XL. perpende quod secans anguli 5°. 19′ (maximae aequationis Opticae) est 100432, linea videlicet EA. Ex hoc igitur excessu 432, qui est lineola BA, pars lineae EA, propemodum discere poterimus accumulationem omnium horum excessuum; puta QA. RA. BA. SA. LA. in hunc modum.

Compendium de summa sinuum colligenda subito.

Secans gradus 89°, ejusdemque tangens, compositi, tantundem faciunt, quantum sinus omnium graduum totius semicirculi, manu ducente nos CARDANO in libris de subtilitate, quo loco circuli proprietates explicat. Ejus rei demonstrationem profitetur JVSTVS BYRGIVS.

Ergo si excessus nostri omnes residui a maximo 432, *essent, ut sinus utrinque in semicirculo ad semidiametrum, tunc ut* 100000 *ad summam secantis et tangentis gradus* 89° *scilicet ad* 11458869, *sic esset* 432 *ad* 49934 *sum*[1]*mam omnium excessuum ad singulos gradus semicirculi fere. Nam quanto distantiarum excessus in superiori quadrante sunt longiores his secantum exceßibus, tanto in inferiore quadrante fere sunt breviores.* 212

Qua proportione crescant excessus distantiarum punctorum circuli a puncto eccentrico, seu latitudo spacii inter conchoideas.

Atqui nondum ita sunt excessus QA. RA. SA. &c. ad invicem, uti sinus aliquotorum graduum: sed fere utuntur sinuum proportione dupla. *Vt sinus gradus* 90 *est duplus sinus gr.* 30. *Jam aequatio Optica gr.* 90. *est* 5°. 19′ *ejusque sinus dimidium exhibet arcum itidem fere dimidium prioris scilicet* 2°. 39′. 15″ *pro aequatione Optica anomaliae eccentri* 30° *cujus secans est* 100107. *Et hic* 107 *excessus secantis supra sinum rectum, est fere quarta pars prioris* 432; *cum sinus gradus* 30 *esset dimidia pars de sinu gradus* 90. Videat Geometra aliquis, an thema sit demonstrabile. Mihi sufficit in praesens, minima, in quibus occupor, respondere.

Igitur ad 432, accumulantur partes non proportionales sinubus, sed semper minores, et in gradu 45 vel circiter, tantummodo semisses; ante illum, minus semissi; ita ut circa 30° sint tantum quadrantes, et denique insensibiles.

Itaque (quod experientia testatur, sigillatim computatis omnibus distantiis, et in unam summam conjectis) de summa 49934 retinemus † tantum partem septimam et 7000 circiter.

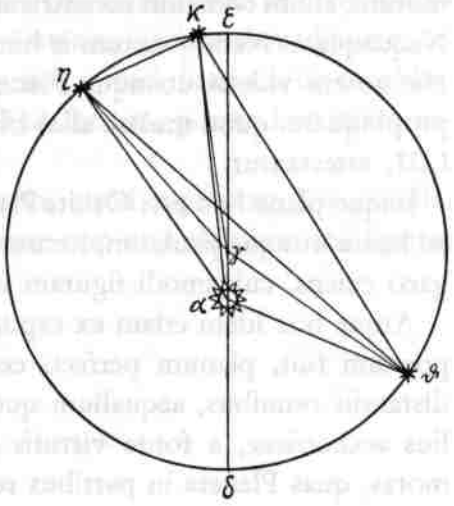
Et quia distantia una 100000 valet 60 minuta, summulae huic debebuntur non plus $4^1/_5$ minuta. de quibus tamen aliquid spargitur in omnem ambitum; ut hic errorculus circa 45° et 135°, ubi maximus, etiam in Marte insensibilis evadat.

Quapropter alia nobis hujus dissonantiae occasio quaerenda erit.

CAPVT XLIV

VIAM PLANETAE PER AVRAM AETHERIAM NON ESSE CIRCVLVM, NE QVIDEM RESPECTV PRIMAE INAEQVALITATIS SOLITARIAE, SI ETIAM MENTE REMOVEAS BRAHEANAS ET PTOLEMAICAS SPIRARVM IMPLICATIONES EX INAEQVALITATE SECVNDA DVOBVS HIS AVTHORIBVS RESVLTANTES

Eccentricitate et proportione orbium certissime constitutis, mirum Astronomo videri possit, superesse adhuc aliud impedimentum, quo minus de Astronomia triumphare liceat. Et me Christe biennium integrum triumphaveram. Caeterum comparatione eorum, quae capi- 213 tibus | XLI. XLII. XLIII. praecedentibus constituta sunt, facile apparet, quid nobis adhuc desit. Differebant plurimum loca aphelii, eccentricitas et proportio orbium utrinque constituta. Nec aequationes Physicae computatae, observatis (quas vicaria hypothesis repraesentat) consentiebant. Repetatur schema capitis XLI. *Et quia in eo, qualium* γη 151740, *talium* γα *fuisset* 14822; *quare additis* γα, γη *vel* γε, *esset* αε 166562. *quae*



33) γη 100000

capite XLII inventa est 166780. *Sic ablata* γα *a* γδ *restaret* αδ, 136918, *quae omnino fuit capite XLII inventa* 138500.

Rursum quia capite XLII inventa est vera longitudo linearum γε· γα· αε· αδ. *Si ergo quod cap. XLI positum usurpatumque fuit, Planetae via est circulus; non est difficile dictu, quanta esse debeat* ακ. αη. αϑ. *Nam quia* αε *est Anno MDXC Octob. in* 28°. 41′. 40″ ♌ *et* ϰ. η. ϑ. *ut cap. XLI: erunt dati anguli* ϰαγ. ηαγ. ϑαγ. *quare et aequatio Optica* ακγ 0°. 53′. 13″. αηγ 3°. 10′. 24″. αϑγ 5°. 8′. 47″. *Et ut sinus horum angulorum ad verißimam eccentricitatem* αγ 14140*: sic sinus* ϰγε. ηγε. ϑγα. *ad* ακ. αη. αϑ.

Prodeunt igitur	ακ	166605	αη 163883	αϑ 148539	10
At observando sunt inventae		166255	163100	147750	
Differentia		350	783	789	

Quod si quis hanc differentiam lubricae observandi fortunae tribuere velit: nae is vim demonstrationum hactenus usurpatarum non attenderit neque perceperit oportet: et nequissimam mihi fraudem imputabit crassissime corruptarum BRAHEI observationum. Itaque ad observationes annorum sequentium provoco, quas tamen periti Observatores instituant. nam si quid ex uno latere indulsi meo voto, id ex altero latere tanto majorem in errorem excrescet. Sed nihil his opus. Vobiscum mihi sermo est, periti rerum Astronomicarum, qui Sophistica effugia 20 caeteris disciplinis creberrima, in Astronomia nulli patere scitis. Vos appello. Videtis in ϰ defectum a circulo parvum; in η, ϑ, ex utroque quidem latere, magnum admodum, quantum per observandi incertitudinem (ob quam 200 fortassis aut summum 300 particulas capite quidem XLII in dubio pono) excusare non possumus.

Quid ergo dicendum? Num hoc illud est, quod supra cap. VI. dictum, per translationem suppositionum a medio ad apparentem Solis motum, alium constitui eccentricum, qui ad latus apogaei Solis excedat? Nequaquam. Nam quantum is hinc excedit, tantum inde appropinquat. Hic autem videtis utrinque Planetam a circuli orbita ad centrum ap- 30 propinquare. quod multae aliae observationes partim secuturae cap. LI. LIII. attestantur.

Itaque plane hoc est: Orbita Planetae non est circulus, sed ingrediens ad latera utraque paulatim, iterumque ad circuli amplitudinem | in peri- 214 gaeo exiens. cujusmodi figuram itineris ovalem appellitant.

Secundum argumentum.

Atque hoc idem etiam ex capite praecedente XLIII probatur. In eo positum fuit, planum perfecti eccentrici aequipollere quam proxime distantiis omnibus, aequalium quotcunque partium circumferentiae illius eccentricae, a fonte virtutis motricis; itaque partes plani metiri moras, quas Planeta in partibus respondentis circumferentiae eccentri- 40

cae trahat. Quod si igitur planum illud, circa quod Planeta limitem agit, non est perfectus circulus, sed deminutus a lateribus ab ea latitudine quam habet in linea apsidum; et tamen hoc planum orbita irregulari circumscriptum adhuc metitur moras, quas Planeta in toto ambitu et in partibus ejus aequalibus facit: planum igitur diminutum metitur aequale tempus cum priore plano non diminuto. Partes igitur plani diminuti aphelio et perihelio proximae metientur tempus majus; quia apud illas tenuis est diminutio; sed partes in longitudinibus mediis metientur minus tempus quam antea, quia in illis accidit potissima totius plani diminutio. Jam igitur, si utamur hoc diminuto plano ad moderandas aequationes, fiet Planeta circa aphelium et perihelium tardior, quam in priori vitiosa aequationum forma, circa longitudines medias velocior, quia distantiae hic diminuuntur. Morae igitur hinc abstractae, in aphelium et perihelium, sursum deorsumque compensatione facta, accumulabuntur, non secus ac si quis botellum ventricosum in medio comprimat, eaque compressione, minutal infarctum, e ventre magis in utrasque extremitates, infra supraque manum eminentes, exprimat et elidat.

Atqui si contraria contrariis medentur, haec plane aptissima est medicina expurgandis vitiis, quibus supra cap. XLIII Physica nostra hypothesis laborare deprehendebatur. Velocior enim futurus est Planeta in longitudinibus mediis, cum prius ibi deprehenderetur justo tardior, retardabiturque supra et infra circa apsidas, ubi prius pernicitate nimia nocebat aequationibus in octavas temporum redundantibus.

Hoc igitur alterum argumentum est, quo demonstratur, Orbitam Planetae verissime a circulo instituto deflectere, et ad latera centrumque eccentrici ingredi.

Caeterum hoc argumentum penes me non tanti fuit, ut ex eo de Planetae exorbitatione cogitare possem. Diutissime enim in conciliandis hujus formae aequationibus cum desudassem, tandem absurditate mensurae deterritus, totum negocium deserui, quoad distantiis de exorbitatione edoctus, eo modo quo capite XLI factum, postea hoc etiam aequationum negocium resumpsi.

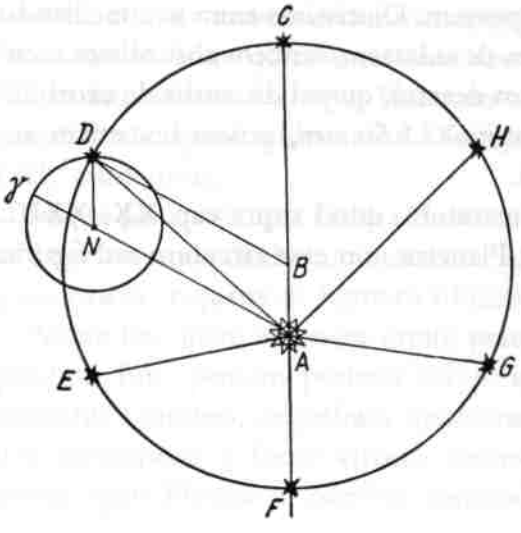
Atque ex hoc quoque demonstratum, quod supra cap. XX. XXIII. promisi me facturum: Orbitam Planetae non esse circulum sed figurae ovalis.

CAPVT XLV [1]

DE CAVSIS NATVRALIBVS HVJVS DEFLEXIONIS PLANETAE A CIRCVLO: PRIMA OPINIO EXAMINATA

215

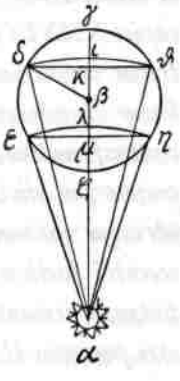
Cum primum in hunc modum certissimis BRAHEI observationibus edoctus essem, Orbitam Planetae non esse circularem exacte sed deficere a lateribus; e vestigio et causam naturalem hujus deflexionis me scire sum arbitratus. Eram enim in materia capite XXXIX vehementer exercitus. Et admoneo lectorem, ut priusquam hic progrediatur, caput illud integrum diligenter relegat. Cum enim illo capite causam eccentricitatis transscripsissem alicui virtuti, quae esset in corpore Planetae; sequebatur, ut et hujus deflexionis ab eccentrico circulo causa eidem Planetae corpori transscriberetur. Accidit autem mihi, quod proverbio jactant, canem festinum coecos parere catulos. Cum enim capite XXXIX laborassem vehementer in ea re, quod non possem satis probabilem dicere causam, cur ex orbita Planetae perfectus fieret circulus (semper enim quaedam tribuenda erant absurda illi virtuti, quae sedem habet corpus Planetae); jam deprehenso ex observationibus, orbitam Planetae non esse circularem perfecte, statim magno persuasionis impetu huc concessi, ut crederem, quae capite XXXIX absurda dicebantur ad fabricandum circulum, ex iis in probabiliorem formam transmutatis, justam et observatis consentaneam Planetae orbitam effectum iri. Quod si paulo consideratius hanc viam incessissem, potuissem statim ad veritatem rei pervenire. At cum essem caecus prae cupiditate, nec ad omnia et singula membra capitis XXXIX respicerem, inhaerens illi cogitationi, quae se primam offerebat, probabilis mirum in modum, ob aequabilitatem motus epicyclici, in novos incidi labyrinthos, ex quibus capite hoc XLV et sequentibus usque ad L. eluctandum nobis erit. †



Repetatur itaque schema cap. XXXIX. Deterior in illo capite opinio fuit, Planetam, ut perfectum circulum describat, vi insita moliri epicyclum, et sic explicare corpus suum a radio virtutis ex Sole: Vt si radius virtutis ex Sole

sit AC, *progrediaturque inaequali passu ex* AC *in* Aγ, *Planeta vero initio sit in* C, *ex eo tempore, vi insita sese explicet ex* AC *vel* Aγ· *ut quo tempore* AC *venit in* Aγ, *Planeta ex* C *vel* γ *veniat in* D, *et hoc faciat etiam inaequali passu, remissus vel incitatus eadem in proportione, in qua ipsa* AC. *Hoc enim pacto*
216 ND *linea per centrum epicycli* | *et Planetam, semper parallelos manet lineae* AB. *Dixi autem cap. XXXIX, absurdum mihi videri, Planetam ex* γ *in* D *inaequali passu sese explicare ex radio virtutis Solaris, et sic sese accommodare sua vi propria ad vim extraneam ex Sole, ejusque celeritatem et remißiones praescire. Esto igtiur, ut hoc absurdum vitetur, eat sane* AC *inaequaliter, Planeta*
10 *vero ex* γ *in* D *eat aequaliter.* Videamus an aliquid sequatur simile illis, quae capite antecedenti ex observationibus probavimus.

Cum igitur centrum epicycli N *ejusque aphelium a linea* AC *in* Aγ *tardum fuerit ex* C *in* γ, *utpote circa eccentrici aphelium* C; *Planeta igitur ex* γ *in* D *ponatur non tardus sed motu mediocri inceßisse. Quare angulus* γND *major erit angulo* γAC. *Itaque* ND *non erit parallelos ipsi* AB *sed inclinabitur versus* AC. *Itaque Planeta* D *non manebit in eo circulo, quem ex* C *coeperat describere, qui scilicet per* CF *transit, sed ingredietur a circumferentia* D *et parallelo* ND *versus* CA. *Atque hoc idem capite praecedenti testabantur distantiae* AD *computatae ex observationibus, eas scilicet non pertingere usque ad circumferentiam*
20 *circuli* CF. *Hoc idem testabantur etiam aequationes Physicae per accumulationem distantiarum* AC, AD *extructae; scilicet Planetam apud latera eccentrici debere fieri velociorem, ejus nempe distantias a Sole minores postulari.* Cum itaque conspiratio ista vim admirabilem afferret ad persuadendum, statim conclusi, hunc ingressum Planetae ad latera ex eo contingere, quod virtus Planetam movens et distantias ex lege circuli administrans praeveniat virtutem Solis: eo quod illa aequalibus temporibus aequales progressus faceret, et sic Planetam aequabiliter lege epicycli ad Solem demitteret; haec vero diversis sui gradibus, per diversa diastemata exceptum Planetam, inaequaliter, et altum tardius promoveret; quo fieret, ut
30 distantiae aequalium arcuum epicycli accumularentur versus C aphelium et F perihelium, et rarius sererentur circa medias longitudines, atque sic omnes a justa perihelii propinquitate retraherentur sursum breviores in locum longiorum. Itaque confirmari coepit in me error iste, quem supra cap. XXXIX feliciter refutare coeperam, Planetariae virtutis proprium esse, Planetae corpus in epicyclii semita circumducere. Si diameter epicycli ND mansisset ipsi AB aequidistans, poteram exuisse hanc meam opinionem erroneam, poteramque, quod est verissimum, omnem
40 promotionem in longitudinem zodiaci, transscribere Soli, solam Planetae librationem in diametro γζ relin-



quere, ut in parte capitis XXXIX. Sed quia observationes testabantur, hanc diametrum epicycli inclinari in longitudinibus mediis, id admirabiliter me confirmavit in errore hoc de motu Planetae in ipsa epicycli circumferentia; cujus motus esset regularis a li|nea ANγ, ex A Sole 217
per N centrum epicycli eunte. Cogita ipse lector, et vim argumenti persentisces. quia non putavi fieri ullo alio medio posse, ut Planetae orbita redderetur ovalis.

Haec itaque cum ita mihi incidissent, plane securus de quantitate hujus ingressus ad latera, nimirum de consensu numerorum, jam alterum de Marte triumphum egi. Neque mihi difficile videbatur, si quid 10
adhuc inter numeros esset discordiae, id τῷ προσθαφαιρεῖν per minima circumcirca dissipare, ut redderetur insensibile.

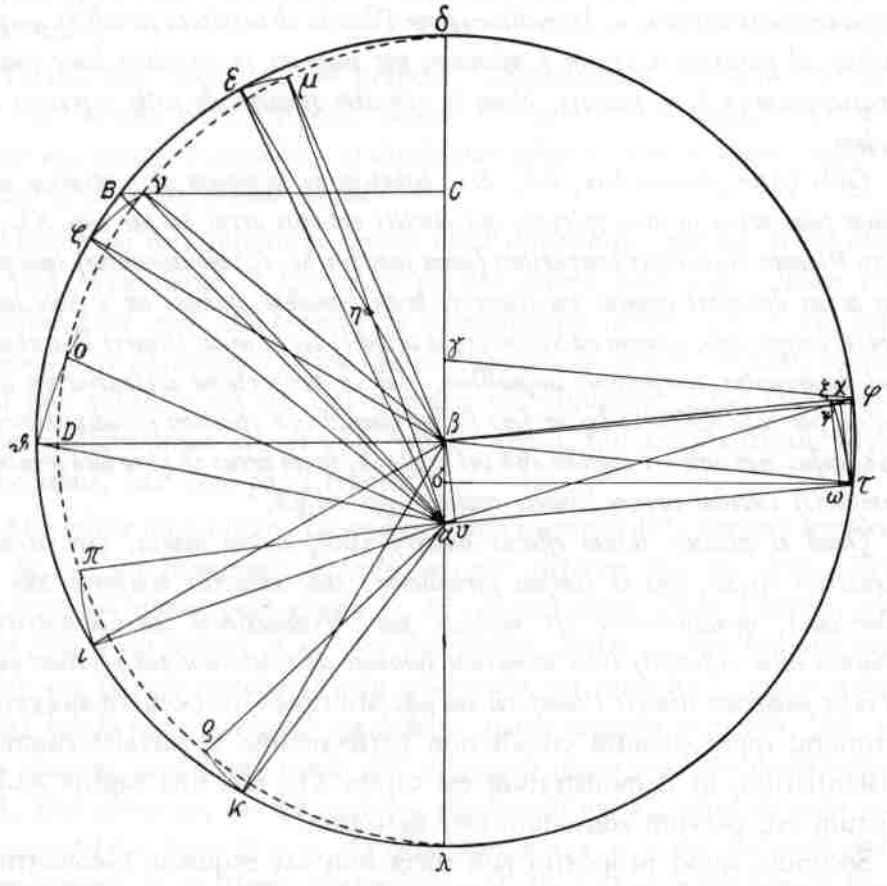
Ac nos, bone lector, par est triumpho tam splendido dieculam unam (capita inquam sequentia quinque) indulgere, cohibitis interea novae rebellionis rumoribus, ne apparatus iste nobis citra voluptatem pereat. Si quid deinceps erit, suo tempore et ordine peragemus: jam quidem hilares, tunc autem gnavi et strenui.

CAPVT XLVI

QVOMODO DESCRIBI POSSIT LINEA MOTVS PLANETAE, EX OPINIONE CAPITIS XLV, QVALISQVE EA SIT 20

Capite superiori causa quidem dicta est, qua fieri possit, ut Planeta a circulari orbita aberret: delineatio vero Geometrica itineris nequit per illud schema expediri. Nam epicyclus inclinatur pro longitudine distantiarum: distantiarum autem multitudo et longitudo vicissim ex epicycli conversione pendet. *Et quia summa distantiarum inest in plano eccentri, ut capite* XL *demonstratum; nequit igitur inveniri ea summa, nisi epicyclus hic in eccentricum transmutetur. Est autem demonstratum capite* II, *et repetitum capite* XXXIX, *et usurpatum capite* XL, *quod si scribatur ex centro* α *concentricus semidiametro aequali ipsi* βδ, *inque eo epicyclus semidiametro* αβ· *scribatur deinde centro* β *eccentricus* δλ, *eccentricitate* αβ· *et postea dividantur* 30
circumferentiae, cum epicycli, tum eccentrici δλ, *in partes similes: quod distantiae punctorum divisionis cum epicycli tum eccentrici a suscepto puncto* α, *fiant utrinque eaedem longitudine. Hoc praemisso, cum capite* XL *per suppositionem eccentri facilem et planam tradiderimus demonstrationem, methodumque computandi distantias: hic quoque distantias nos in eccentro speculari possumus, etsi ponimus illas motu aequabili epicycli Planetae administrari. Quo pacto via*

nobis aperta esse videtur ad Geometricam descriptionem itineris Planetarii, quod ex hypothesi capitis XLV sequitur. Dicamus igitur captus caussa, Plane-
218 *tam per ambitum epicycli tantas a ☉ α digreßiones facere, ac si in circumferentia perfecti eccentrici δλ (qui semicirculus esto recta λαβδ definitus) aequalibus temporibus aequales arcus describeret, puta δε, εζ, ζϑ, ϑι, ικ, κλ· sic ut anguli ad β sint aequales, et β punctum aequalitatis hoc quidem loco, ubi quaeritur de distantiis. Connectantur puncta divisionis cum α et β. Igitur semicirculus hic*



eccentricus est mere fictitius. tantum pro computanda summa aliqua distantiarum delineatur. Quod si Planeta tam in δ quam in λ aequali gradu virtutis ex Sole
10 *promoveretur, quemadmodum jam ipse quoque conversionem epicyclicam semper aequabiliter moliri ponitur; tunc verè partes hasce eccentri aequales, ex quibus distantias desumpsimus, conficeret temporibus aequalibus: et distantiae temporum per signa divisionis notatorum essent hae ipsae αδ, αε, αζ, αϑ, αι, ακ, αλ, non tantum quantitate, sed etiam identitate situs. uno verbo, Planetae iter esset δϑλ circulus.*

Sed quia Planeta ipse distantias quidem nominatas propter aequabilem conversionem epicycli repraesentat in quantitate, promovetur vero a Sole aequa-

* Hoc loco, quando computamus nihil nisi distantiam αε, hoc est, αμ, angulus δβε metitur tempus, cujus genuina et Physica mensura est aliàs δαμ planities, ut infra patebit.

libus temporibus inaequaliter, minus apud δ, *plus apud* λ· *sic ut in tempore* * *per* δβε *signato et mensurato non absolvat spacium* δε· *nanciscatur tamen longitudinem distantiae* αε· *et in tempore (per* λβκ *ipsi* εβδ *aequalem angulum mensurato) plus absolvat spacii quam* κλ· *nanciscatur tamen longitudinem distantiae* ακ· *prius ergo habet Planeta longitudinem distantiae* αε *quam in* ε *vere promovetur, prius distantiae* ακ *quam in* κ *promoveatur: et vicißim, quando in* ε. κ. *promovetur, jam fuit distantia* αε *et* ακ, *proque ea jam brevior aliqua erit. Planeta igitur in* ε. κ. *et omnibus hujusmodi signis, propior est puncto* α *quam signa circumferentiae* ε. κ. *Ingreditur igitur Planeta ab instituta circuli* δλ *amplitudine ad punctum* α *centro* β *vicinum, nec unquam in circulum hunc incidit praeterquam in* δ. λ. *punctis. Nam in opposito semicirculo ratio ingressus est eadem.*

Quia igitur planum δαε, δαζ, &c: *habet in se summam distantiarum omnium punctorum in arcu epicycli, qui similis est ipsi arcui* δε *per cap.* XL, *et vero Planeta aequalibus temporibus (quae jam per* δε, εζ, *mensurantur) inaequales arcus describit genuini sui itineris; breves quidem, quando ab* α *Sole longe abest, longas vero, quando ad Solem prope accedit; sic ut arcus itineris Planetarii, qui decurruntur temporibus aequalibus, sint in proportione distantiarum conversa, per cap.* XXXII: *Igitur fere fit, ut quanto* εαδ *spacium excedit sectorem* εβδ, *cujus mensura est angulus* εβδ *vel arcus* εδ, *tanto arcus* εδ *(hoc loco mensura temporis) excedat arcum itineris confecti, qui sit* μδ.

Primum tentamentum descriptionis ovalis.

Quod si planum totum efferas numero 360°, *eodem nempe, quo circumferentiam circuli, quo et tempus periodicum; tunc numerus temporis, seu* δε *(hoc loco), quamproxime est medium seu Arithmeticum seu Geometricum (parum enim differunt) inter numerum summae distantiarum seu spacium* εαδ, *et inter numerum itineris Planetarii seu* μδ. Multiplex hic occurrit ἀμηχανία.

In tollendis his incommodis, versatur caput XLVIII.

Primum, quod planum circuli non perfectissime aequivalet summae distantiarum, ut demonstratum est capite XL, etsi fine capitis XLIII dictum est, parvum admodum esse defectum. [1]

Secundo, quod proportio jam dicta non est exquisite Geometrica. 30 *219*
Nam etsi singulae distantiae sunt ad singulas mediocres in proportione conversa, arcuum singulorum itineris Planetarii, ad arcus mediocres: summae tamen distantiarum aliquot, ad summam totidem mediocrium, proportio non manet eadem, quae est summae arcuum totidem ad summam mediocrium conversa. Vt in exemplo deprehendes. *Sint distantiae duae* 12 *et* 11. *mediocris* 10. *et tantus etiam sit arcus mediocris. Et sit ut distantia* 12 *ad distantiam mediocrem* 10, *sic mediocris arcus* 10 *ad distantiae* 12 *arcum* $8^{1}/_{3}$. *Sit etiam ut distantia* 11 *ad* 10, *sic* 10 *ad* $9^{1}/_{11}$ *arcum. Compone distantias* 12 *et* 11 *in unam summam, quae erit* 23. *summa duarum mediocrium* 20. *summa arcuum duorum* $17^{14}/_{33}$. *Hic erat quidem* 10 *medium proportionale inter* 12 *et* $8^{1}/_{3}$, *sic inter* 11 *et* $9^{1}/_{11}$: *sed jam summa* 20 *non*

est medium proportionale inter 23 *et* $17^{14}/_{33}$, *sed inter* 23 *et* $17^{19}/_{23}$, *qui est major.*

Valet tamen haec ratio in medietate Arithmetica. *Verbi gratia sit* 10 *medium Arithmeticum inter* 12 *et* 8: *sic inter* 11 *et* 9. *Compone* 12. 11. *fiunt* 23. *compone et* 8. 9. *fiunt* 17. *Igitur* 20 *rursum est medium Arithmeticum inter* 17. 23. Ac cum cap. XXXII demonstratum sit, parvum esse discrimen inter medium Arithmeticum et Geometricum in hoc negocio, parum igitur etiam aberit, quin verum sit, quod hic negatur verum esse per omnia.

Tertio, etsi esset area εβδ praecise Geometricum medium inter εαδ et μβδ· tamen constitui non posset Geometrice. *Triangulo enim* αεβ *sector* εβμ *debet esse aequalis. At desideratur adhuc a Geometris ratio, angulum datum in data proportione secandi.*

Quarto, si nos superiora omnia nihil impediunt; *nondum tamen idem est* μβδ *sector circuli et* μβδ *sector (ut ita dicam) plani ovalis. Itaque etsi definitus esset arcus* μδ *tanquam in circumferentia circuli; nihil tamen hinc sequeretur ad* μδ *tanquam arcum itineris Planetae, qui non est circulus.* Itaque etsi hoc subsidio est iis, qui numeris uti voluerint, quod sciunt εβδ esse medium inter εαδ et μβδ· nobis tamen, qui Geometricam viam affectamus, hac non patet transitus.

Ορος. Sector est proprie pars plani circularis duabus rectis ex centro rescissus. Improprie igitur usurpatur de plano alio quam perfecte circulari.

Alia igitur tentabimus. *Et quia in fictitio eccentrico* δϑλ, *mensura temporis est* δε, δζ, *pro inquirendis distantiis* αε, αζ· *sectorum vero* δβε, δβζ, *eadem est proportio mutua, quae arcuum* δε, δζ· *In vero autem itinere Planetae, planum inter arcus itineris et* α *Solem interjectum, itidem est vere mensura temporis, quo Planeta versatur in arcu superposito, per caput* XL: *Ergo ex* α *diametri puncto rectae ejiciantur concludentes spacia aequalia ipsis* εβδ, ζβδ· *ut* εημ *spacium, quod decedit spacio* εβδ, *sit aequale spacio* ηαβ, *quod accedit eidem* εβδ. *Sint autem* αμ, αν. *Et centro* α, *diastematis* αε, αζ, *arcus ducantur* εμ, ζν, *secantes has lineas in* μ. ν. *An igitur puncta* μ. ν. ο. π &c. *hoc modo ducta recte habeant, sic ut Planeta temporibus* δε, δζ, δϑ, δι, δκ, *in illa veniat?* Proxime quidem verum hoc est: sed tamen tria et hic desiderantur. Primum, ut supra, quod planum non exacte aequivalet summae distantiarum. Alterum, quod via Geometrica nulla est, quae doceat, Datum semicirculum | ex dato diametri puncto per rectam lineam, in data proportione secare. Tertium, quod nescitur, an cuilibet plano μαδ, ναδ, &c. tantum in proportione decedat propter deflexionem μ. ν. a circumferentia, quantum reliquis in sua proportione. Veruntamen et haec utilia erunt iis, qui numerorum adminiculo, contra morem Geometriae, per minima ire voluerint.

Secundum tentamentum describendi ovalem nostram.

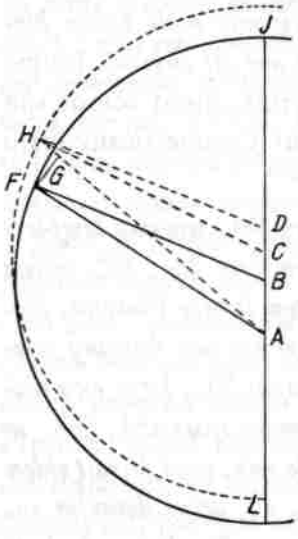
6) cap. XXIX 29) η (statt π) 30) δη (statt δϑ)

Tertius conatus et methodus describendi ovalem cap. XLV natam.

Cum igitur Geometria nos destituat; ut tamen aliquam habeamus descriptionem lineae, quae nobis ex speculatione capitis XLV nascitur; age, subsidium ab ἀτεχνίᾳ petamus, accersita vicaria nostra capitis XVI, quae lineas αμ, αν, &c. in quibus Planeta existit, justis temporibus in justa zodiaci loca infert; et cum ea confundamus, praesentem fictitium eccentricum δϑλ, ex quo speculatio capitis XLV justas longitudines linearum αε, αζ, hoc est αμ, αν, depromi persuasum habet.

Lubet quidem etiam alias, lucis causa duas hypotheses inter sese comparare, in unum schema conflatas, utrasque quidem alicubi decipientes, sed singulas tamen ad singula vera (quantum hucusque sciri potuit) investiganda utiles: quo schemate multa hactenus dicta sub unum intuitum rediguntur.

Sit A *centrum terrae (vel Solis* COPERNICO*)*, AI *linea apsidum*, AD *eccentricitas puncti aequantis. Etsi vero cap. XIX negatum est*, D *punctum posse manere stabile, et* AD *eandem: id tamen de eo solum est intelligendum, si* DA *bisecetur. At si relinquatur nobis sectio* DA *libera, ut cap. XVI, tunc potest manere stabile hoc punctum. Secetur ergo* AD *in ea proportione, quae cap. XVI inventa est. Sit sectio* C, *et* AC 11332, CD 7232. *Et centro* C, *diastemate* CH 100000, *scribatur eccentricus, punctis adumbratus, per* H. Haec igitur erit hypothesis capitis XVI. *Assumpto enim angulo anomaliae mediae qualicunque noto, educatur ex* D *centro aequantis recta punctata ad circumferentiam, quae sit* DH, *comprehendens cum linea apsidum angulum imperatum,* mensuram nempe temporis propositi. Et connectatur* H *punctum cum* A. *Erit igitur angulus* IAH *anomalia coaequata, et ipsius* AH *locus verus sub zodiaco, et Planeta certißime in linea* AH *sub tempus et anomaliam datam, per cap. XVI. XVIII. At distantia* AH *falsa erit, et Planeta non in puncto* H, *quia sectio* AD *in* C *et eccentricus* H *ex* C *descriptus falsa sunt per cap. XIX. XX. et XLII. ubi ostensum est, ipsam* | AD *bisecandam in* B, *ut centro* B *verior eccentricus* IL *scribatur, non tamen is perfectus circulus.* Delineetur jam et altera hypothesis. *Et bisecetur* AD *in* B, *ut* AB *sit* 9282 *(vel secundum numeros cap. XLII sit* 9264*) et centro* B, *diastemate* CH, *scribatur alius eccentricus* IL, *quem hoc capite appellavi quoque* fictitium, computandis justis distantiis descriptum. Est autem idem qui in penultimo schemate* δϑλ, *centro* β *descriptus. Et transferatur anomalia media (quae prius nobis, mediante tempore, fuerat proposita) ex* D *in* B, *educta ex* B *recta* BF, *quae sit parallelos priori* DH. *Et connectatur* F *punctum sectionis novi eccentrici cum* A.



* Haec est in hypothesi vicaria cap. XVI mensura temporis propria; quia in ea D punctum aequantis ponitur ex sententia veterum.

* Quod verum est ratione figurae, cum iter Planetae non sit circulus, ut hic erat fictum. At ratione situs, et centri B, non est fictitius, sed verus:

Per ea igitur, quae hoc cap. XLVI. dicta sunt, erit AF *distantia (quam requirit hypothesis capitis XLV, Planetae in* F*) a centro Solis in* A. *Sed angulus* BAF *falsus, et locus* AF *sub zodiaco falsus. Planeta enim ad susceptum tempus et anomaliam mediam non invenitur in* AF. *Prius autem vera Planetae linea erat* AH, *et falsa longitudo* AH. *Centro igitur* A, *diastemate* AF, *scribatur arcus* FG, *secans* AH *in* G. *Erit igitur linea* AG *constituta duabus manifeste falsis hypothesibus, vera tamen in situ sub zodiaco, et consona in longitudine, hypothesi cap. XLV.*

quo nomine priori fictitio ex C descripto, hic ex B descriptus opponitur.

Sic igitur per Vicariam hypothesin capitis XVI, quae consistit in punctis A. C. D. et eccentrico H, supplevimus defectum Geometriae, quae nobis requisitum ab hypothesi capitis XLV, situm lineae AG, (in quam justa distantia AF est transferenda) ostendere non poterat.

Quaerat aliquis, An non possimus aeque in priori schemate ac in posteriori, *asciscere* γ *punctum aequalitatis, et ex eo, ipsis* βε, βζ, βϑ, βι, βκ *parallelos agere* γμ, γν, γο, γπ, γρ· *et ducere arcus* εμ, ζν, ϑο, ιπ, κρ, *secantes has parallelos? et sectionum punctis intelligere determinata loca et situs distantiarum?*

Quartus descriptionis modus rejectus.

Respondetur, quod non. Peccabimus enim hoc pacto non nihil, distantias nimis alte sursum transferentes, ut facile apparet ex schemate posteriore. *Semper enim in eo linea* AH, *veras distantias* AF *excipiens, est inferior, linea* DH, *ex puncto aequatorio* D, *parallelo ipsi* BF.

Quocunque dictorum modorum delineetur linea corpus Planetae possidens, sequitur jam, viam hanc, punctis δ. μ. ν. ο. π. ρ. λ. signatam, vere esse ovalem, non ellipticam, cui Mechanici nomen ab ovo ex abusu collocant. Ovum enim duobus turbinatum verticibus, altero tamen obtusiori, altero acutiori, et lateribus inclinatis cernitur. Talem figuram dico nos creasse. *Nam quia Planeta in* λ *celer est, in* δ *tardus, et minus celer illic quam hic tardus; eo quod longarum distantiarum semidiametrum excedentium plures sint quam brevium, (Nam usque ad* 92⅔° *longiores sunt; inde per gradus* 87⅓° *breviores, quod secundum doctrinam cap. XXIX demonstrari potest): atque insuper illae plures longae, in angustiorem eccentrici arcum translatione facta sursum stipatae; hae pauciores in ampliorem distractae: ita ut anomaliae mediae* 92⅔°*, *qua distantiae* 92⅔° *conficiuntur, respondeat anomalia eccentri* 87⅓° *circiter: residuum anomaliae mediae* 87⅓° *cum totidem distantiis, brevi|ribus radio, disseminetur per angulum ad centrum eccentrici residuum* 92⅔°. *Longius itaque distant ab invicem breves distantiae circa perihelium, quam longae circa aphelium. Itaque, si eadem etiam esset proportio inter binas vicinas perihelias, tamen attenuaretur resegmentum circuli circa* ε. μ. δ. *partes magis, quam circa partes* ρ. κ. λ· *quia in* δ *breviori spacio breves in longiorum locum transponuntur quam in* λ. *At jam etiam ipsae distantiae, aequalium partium epicycli perihelio propinquarum, in majori sunt proportione*

Cujusmodi ovalis nascatur ex his descriptionibus.

DVRERVS.

* Valet tantum in opinione hac erronea capitis XLV, cui hic feriamur.

222

ad invicem, quam distantiae partium aphelio propinquarum. Demonstratum enim est supra cap.XL. conchoides spacium inferiori parte latius esse quam superiori. Majoribus igitur intervallis per spacium brevius in mucronem attenuari conchoides necesse est infra, quam supra: et illa intervalla majora comparantur insuper ad breviores lineas. proportio igitur ampliatur utroque nomine. Tot caussis concurrentibus apparet resegmentum nostri circuli eccentrici infra multo esse latius, quam supra, in aequali ab apsidibus recessu. Quod cuilibet vel numeris exploratu facile est, vel Mechanica delineatione, assumpta evidenti aliqua eccentricitate.* †

* Figuram hujusmodi habent libelli sphaerici et commentaria REINHOLDI in theorias PVRBACHII, in theoria Mercurii.

CAPVT XLVII

QVADRATVRA TENTATA PLANI OVIFORMIS, QVOD PEPERIT CAPVT XLV. ET QVOD DESCRIBERE SATAGEBAMVS CAP. XLVI: ET PER EAM METHODVS AEQVATIONVM

Nihil profecimus, si non ex suscepta hypothesi, et caussis Physicis capitis XLV, quas hic pro veris sequimur, justas extruxerimus aequationes, non minus quam distantias. Cum autem aequatio componatur ex parallaxi punctorum eccentrici, et mora; quarum illam, partem aequationis Opticam, hanc Physicam appellare soleo: moram vero si quicquam aliud, planum certe circumscriptum itinere Planetae, compendiosissime (licet non perfectissime) metiatur: revolvimur igitur ad dimensionem eccentrici ooidis plani, cujus delineandi leges sunt praemissae. Nam etsi parum aliquid nobis deest, quo minus genuinam hanc temporis mensuram statuamus (illud nempe, quod ad ooidis circumferentiam magis etiam quam ad circularem inclines sunt lineae, quae partes cir|cumferentiae illius, cum fonte virtutis connectunt; adeoque 223
etiam illae lineae, quae ex centro eccentrici ad easdem illas partes ooidis ducuntur; cum alias radii ex centro ad perfecti circuli circumferentiam omnino recti sint:) unde sequitur, ut nec summa distantiarum exacte mensuretur a plano, nec arcus ooidis sint exacte proportionales distantiis. quae omnia patebunt ex relectione capitis XL et XXXII. quam parvum tamen illud sit futurum, ex cap. XLIII conjecturam capere licet.

Opot. Quid pars aequationis Optica, quid Physica.

Quomodo autem planum hoc aliter metiri, ad planum circuli comparare, et in imperatas partes dividere possimus, nisi quadratum inveniamus aequale resegmento sive lunulae resectae? Hic igitur accersendus nobis e Tragoedia θεὸς, imo vero λόγος τις, ἀπὸ μηχανῆς, qui nos

doceat machinari quadraturam ooidis, aut limbi, in schemate penultimo, seu lunulae δολϑ, cujus abscissione ex δλϑ circuli plano, ooides δολ generatur. Vt igitur prius cap. XL in conchoide spacio, sic nunc iterum in ooide (aut si forte mavis, metopoide) appello Geometras, eorumque
† opem imploro.

Si figura nostra esset perfecta ellipsis, peractum esset ab ARCHIMEDE negocium, qui libro de Sphaeroidibus prop. VI. VII. VIII. demonstrat, sic esse planum ellipsis ad planum circuli communi majori diametro cum ellipsi utentis, ut est rectangulum diametrorum (seu figura sectionis)
10 ad quadratum diametri circuli.

Opos. Ellipsis est figura ordinata, resultans ex sectione coni per axem. Alii dicunt circulum oblongum.

Sit autem haec figura perfecta ellipsis. parum enim differt. Videamus quid inde sequatur.

Dico igitur, lunulam δολϑ a semicirculo resectam, insensibili majorem futuram semicircello, cujus semidiameter est eccentricitas ipsa 9264 seu αβ. *Bisecetur enim* αβ *in* σ *(ut cap. XXIX.) et ex* σ *ipsi* αβ *perpendicularis exeat* στ· *et connectantur puncta* α. β. *cum* τ· *ipsi vero* βτ *parallelos incedat* γφ· *et connectantur puncta* βφ, αφ· *et centro* α, *diastemate* ατ, *scribatur arcus* τψ, *secans* αφ *in* ψ, *et* βφ *in* ξ.

Cum ergo punctum τ *sit aequaliter remotum ab* αβ, *sumus igitur (propriissi-*
20 *me cum Arabibus loquendo) in longitudine media, hoc est, in distantia mediocri Planetae* τ *a Sole* α. *Ac quia* γφ *est parallelos ipsi* βτ, *ergo per capitis praecedentis delineationem, ipsum punctum* ψ *lineae* αφ, *est genuinus et verißimus locus translationis* ατ *in* αψ. *Itaque et* ψ *est punctum distantiae Planetae mediocris. Quare particula lineae* βψ, *quae interest inter* ψ *et circumferentiam, metitur latitudinem lunulae circa longitudinem mediam; lineola vero* ξφ, *insensibili aliquo major est hac latitudine.*

Opos. Arabibus quid sit longitudo media. Hodie abusive dicimus longitudinem mediam, punctum circumferentiae, quod habet longitudinem mediam, hoc est, quod elongatur mediocritatis modulo a centro mundi.

Demittatur perpendicularis ex β *in* ατ, *quae sit* βυ. *Dico* ξφ, *partem lineae* βφ, *esse duplam ipsius* αυ.

Connectantur enim τφ· *et ex* τ *in* βφ *veniat perpendicularis* τχ· *sic ex* ξ *in*
30 ατ *perpendicularis* ξω. *Cum igitur in parallelos* γφ, βτ, *recta* αγ *incidat, aequales erunt* βγφ, αβτ. *Aequalis autem et* γβ *ipsi* αβ *ex constructione. Sed et* βφ *ipsi* ατ *aequalis. Vtraque enim eidem* βτ *aequalis est ex constructione. Triangulum igitur* γφβ *triangulo* βτα *congruit. Quare* γφ *ipsi etiam* βτ *aequalis erit.*
224 *Sunt autem paralleli ex constructione.* [1] *Quare et* βγ, τφ, *quae parallelos aequales extremis connectunt ab eadem plaga, paralleli et aequales erunt. Sed* βγ *aequalis est ipsi* αβ. *Ergo aequales sunt et paralleli* αβ, τφ. *Igitur et* βφ, ατ, *erunt paralleli. Et quia anguli ad* χ. υ. *recti, et basis* τφ *basi* βα *aequalis, et angulus* βατ *vel* βαυ *angulo* τφβ *vel* τφχ· *erunt igitur aequales* αυ, χφ· *sic et perpendiculares* βυ, τχ.

40 *Rursum, quia aequales* τχ *et* ξω *paralleli inter parallelos, aequales autem et* βτ, αξ, *et anguli ad* χ. ω. *recti: erunt igitur aequalia et reliqua triangulorum*

latera βχ, αω· *aequales vero et* βξ, υω, *paralleli inter parallelos* βυ, ξω. *Aequalibus igitur* βξ, υω, *ablatis, residuae* ξχ, αυ, *erunt aequales. Prius autem et* χφ, αυ, *erant aequales: et igitur* ξφ *est dupla ad* αυ.

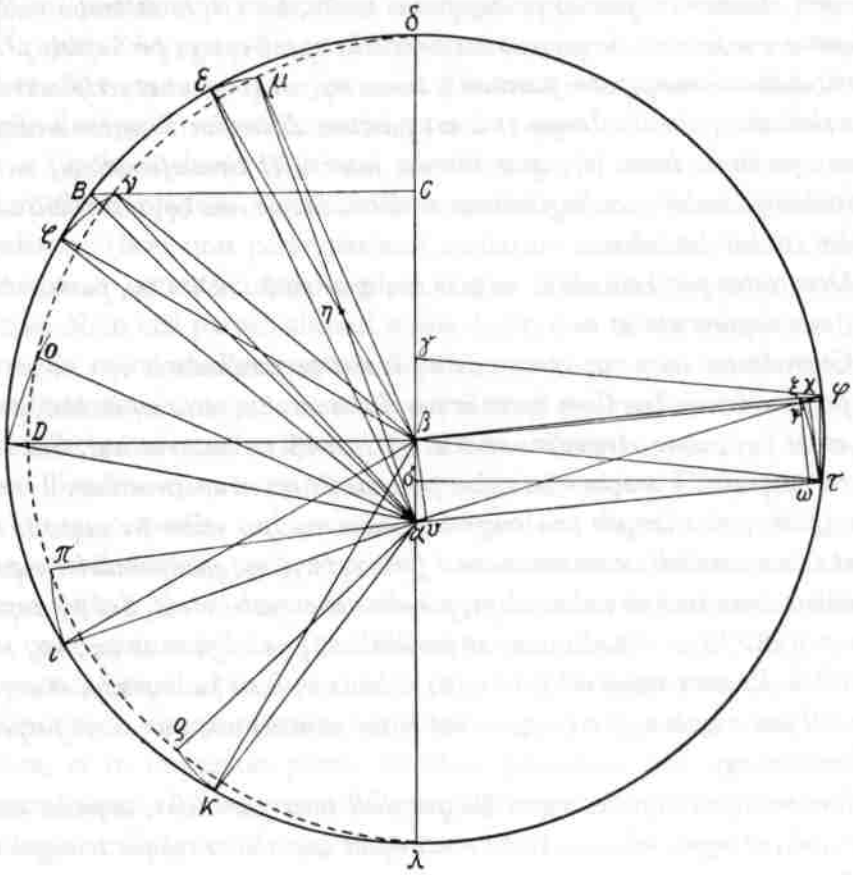
His demonstratis ad propositionem nostram veniemus propius. *Et quia in* φβ *diametrum circuli (quae continuata intelligatur usque ad alteram circumferentiam) recta ex puncto circumferentiae* τ *perpendiculariter incidit scilicet* τχ· *ut igitur* φχ *ad* χτ, *sic* χτ *ad residuum diametri. Rectangulum igitur sub* φχ *et residua parte diametri est aequale quadrato* τχ.

Et quia quadratum τφ *hoc est* αβ *aequat quadrata* τχ, χφ· *aequalibus igitur additis, rectangulum sub* χφ *et integra diametro, est aequale quadrato* αβ.

Et quia φξ *dupla ad* φχ· *rectangulum igitur sub* φξ *(quae insensibili longior latitudine lunulae* ψφ*) et sub* φβ *semidiametro, aequat quadratum* αβ.

At quod sub ξφ, φβ, *est differentia ejus, quod sub* ξβ, βφ, *et quadrati* βφ· *Et lunulae sunt etiam differentia inter ellipsis et circuli plana. Et ut quod sub* ξβ, βφ, *ad quadratum* βφ· *sic fere* planum ellipsis ad planum circuli. Ergo etiam, ut quadratum* βφ *ad rectangulum* ξφ, φβ, *hoc est ad quadratum* αβ· *sic fere circuli planum ad planum duarum lunularum. et permutatim. ut quadratum* βφ *ad planum circuli, sic quadratum* αβ *ad planum lunularum fere.*

* Fere inquam. Si enim βξ esset brevior semidiameter ellipsis, et ξφ excessus longioris: tunc plane eadem esset proportio inter plana circuli et ellipsis. At βξ non est omnino ipsissima brevior semidiameter.



Sed et ut quadratum βφ *ad planum circuli, cujus* βφ *radius; ita quadratum* αβ *ad planum circuli, cujus* αβ *radius. Ergo planum circuli, cujus* αβ *radius, insensibili superat utramque resectam lunulam,* ψφ. *aequat quippe lunulas* ξφ *paulo latiores justo, quia* ξφ *insensibili est longior ipsa* ψφ, *ut initio dictum.*

Concessis itaque, quae posuimus, quod planum ellipsis a plano nostri ooidis insensibiliter differat, eo quod compensatio sit inter supernos excessus ooidis supra ellipsin, et infernos defectus; his inquam concessis, quadravimus nostras menoides figuras, et sic etiam ooidea; sive proprie loquendo circulavimus. Nam circuli et quadrati proportionem docet ARCHIMEDES. [1]

Habet haec demonstratio suum usum etiam in verissima hypothesi Physica.

225 Jam haec ad usum sic transferemus. Quia planum ooidis minus est plano circuli, plano circelli ab eccentricitate descripti; computetur igitur planum circelli. *Est autem planorum proportio dupla ad proportionem diametrorum. Et quia ut* βφ 100000 *ad* βα 9264, *sic* βα *ad* ξφ 858. *dupla igitur et proportio inter* βφ *et* ξφ, *proportionis quae est inter* βφ *et* βα. *Quare ut* βφ 100000 *ad* ξφ 858, *sic planum circuli* 31415900000 *ad planum circelli* 2695000000.

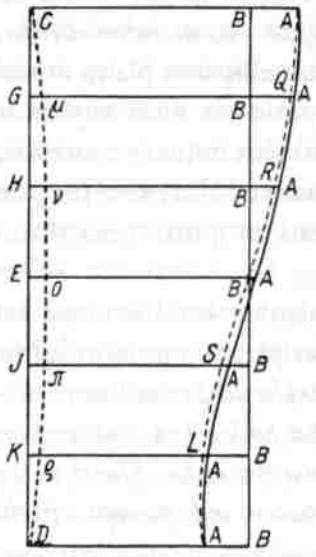
Subtracto igitur plano circelli, restat planum ooidis 3114640000o, aequivalens 360 aequalibus partibus temporis restitutorii.

Quae hactenus dicta, ea sunt quidem consona opinioni capitis XLV. Veruntamen ad usum eorum non sufficit, sciri amplitudinem plani ooidis. Quin etiam rationem calleamus necesse est, dividendi illius, ex centro β, vel puncto α, in ratione data. *Exempli gratia in schemate priori sumatur punctum* ϑ, *et spectetur Planeta in linea* αϑ, *recesserit tamen a circumferentia* ϑ *versus Solem* α. *Data igitur eccentricitate* αβ, *et angulo* ϑαβ, *et posito quod Planeta sit in circumferentiae puncto* ϑ, *dabitur angulus* ϑβδ. *quare et sector perfecti circuli scilicet* ϑδβ, *et area trianguli* ϑβα, *hoc est, tota area* ϑδα, *quae (exceptis quae supra cap. XL) debuisset esse mensura temporis, quod elapsum est, quoad Planeta ex* δ *in* ϑ *venit, si Planeta perfectum circulum* δϑ *ivisset. Sed quia ovalem interiorem descripsit, non complexus omnem perfecti circuli aream; equidem ut jam modo nobis opus fuit cognitione plani ooidis totius, sic nunc etiam scitu nobis opus est, Quanta portio de ooide lineis* δα, αϑ, *intercipiatur, hoc est, Planum partis lunulae* δϑ, *quanta sit portio de plano, quod utramque lunulam metitur, scilicet de plano circelli eccentricitatis. Hoc enim subtracto a portione circuli per lineas* αϑ, αδ, *resectâ, relinquetur portio ooidis, per easdem lineas,* αϑ, αδ *resecta; et sic tandem totum oviforme ad partem suam* δαϑ *recte comparabitur, pro addiscendo tempore, seu mora Planetae, quam facit inter lineas* αδ, αϑ.

Vbi nunc iterum Geometra aliquis, qui hoc nos doceat? *Repetatur ultimum schema capitis* XL, *in quo est* CD *semicirculus in rectum extensus, partibus divisus aequalibus; et* DE *quadrans. et in linea* EA *ex* E *extendatur*

38*

aliqua versus A, *quae sic sit ad* BA *longißimam (in linea scilicet* CA*) ut est illa* BA *ad* BC. *Sic et reliquae* Gμ, Hν, Iπ, Kρ, *constituantur in justa quantitate, habentes latitudinem lunulae quolibet loco, sic ut* Gμ *sit paulo brevior quam* Kρ, *et* Hν *brevior quam* Iπ *(quamvis aequaliter à* C *et* D *absint) secundum demonstrata cap. XLVI. Ita delineata et per partes in rectum explicata erit lunula, quatenus illa distantias abbreviat.*



Et quia totum spacium inter CD *et* AA *duplum est ad aream semicirculi* CD *extensi; consideret Geometra, an etiam spaciolum inter curvam* CμνοπϱD, *et rectam* CED, *duplum sit futurum ad lunulam a circuli plano resectam.*[1]

Nihil videtur repugnare, quo minus hoc verum esse poßit. Nam quando lunula vere est lunula, tunc CD *incurvatur, manens in eadem longitudine. Sed* CμνοπϱD, *quae jam facta est longior quam* CED, *tunc quidem multo est brevior. itaque multo tunc minus complectitur lunulae area quam jam.* Sed hoc quidem, ô Geometrae, non est demonstrare. Juvabitis itaque me. Et si verum hoc esse constiterit, methodum deinde docebitis, qua non tantum totius areolae inter rectam CED et curvam CoD quantitas, quam hactenus aequalem dixi circello eccentricitatis (duae enim lunulae aequantur circello, et haec areola jam ponitur dupla ad unam lunulam), sed etiam quaelibet ejus pars, ad quamcunque datam longitudinem partium CG, CH, cognoscatur, et ad planum inter CD et BB comparetur.

Rursum autem, ut prius cap. XLVI, quia nobis per Geometriam non patet liber exitus, paciscemur cum ἀτεχνίᾳ. et quid mirum? cum ipsa cap. XLV nata opinio, quae nos in has difficultates conjecit, falsa sit.

Resumatur itaque schema prius capitis XLVI. Quod si planum δολ, *quod est ooides, perfecta esset ellipsis, descripta ellipsi* δολ *et plano circuli* δϑλ *super communi longiori diametro* δλ, *et planis utriusque figurae, ex altero latere longioris diametri, divisis per* BC *ordinatim applicatas (hoc est perpendiculares ad longiorem diametrum* δλ*), semper portiones ellipsis* νδC *ad portiones circuli* BδC *in eadem manerent proportione. quod demonstrant Conici authores, et* ARCHIMEDES *de sphaeroidibus prop. V. usurpat. Tunc igitur ne quidem opus esset cognitione plani oviformis. Pro plano enim ellipsis planum circuli, et pro partibus ellipsis similes partes circuli adhiberemus.*

Esto δολ *ellipsis perfecta. parum enim ab ea differt. et ex aliquo punctorum ellipsis, puta* ν, *descendat perpendicularis in* δλ, *quae sit* νC, *et continuetur donec secet circulum in* B. *et connectantur* B, ν, *cum* α. *Quia ergo, ut* βφ *ad* βξ

sic CB *ad* Cν, *ex suppositione perfectae ellipseos et prop. V. sphaeroideon: et vero ut* BC *ad* Cν, *sic area* BδC *ad aream* νδC: *at etiam ut* BC *ad* Cν *sic* BαC *area ad* ναC *aream: Vt igitur* βφ *ad* βξ, *sic* αBδ *area ad* ανδ *aream.*

Quare proposito tempore discessus Planetae ab ipso δ, *fiat primo, ut tempus periodicum ad* 4 *rectos, sic propositum tempus ad angulum circa* β, *puta* δβζ, *et computetur distantia* αζ, *cui aequalis est* αν.

Vbi tempus numerandum pro inquirenda distantia Planetae a Sole.

Rursum fiat, ut dimidium tempus periodicum ad aream semicirculi δϑλ *notam, sic tempus propositum (cujus mensuram jam modo diximus esse aliam,* [1]
227 δζ, *cum distantia* αζ *computaretur) ad aream* αBδ. *Sic datur area. Inveniendus*
10 *jam est angulus* Bβδ *tantus, ut sinus ejus* BC *multiplicatus in dimidiam* αβ, *hoc est, ut area trianguli* αBβ, *juncta sectori* Bβδ, *faciat summam areae jam prius ex tempore oblatam. Vbi conjectatione et regula Falsi opus est. Vbi* Bβδ *angulum fueris assecutus, postea in triangulo* Bβα, *ex angulo* β, *et lateribus notis* αβ, βB, *innotescet angulus* Bαδ. *Et quia scitur proportio* Bν *ad* BC, *quare etiam* Bαν *scibitur; eoque subtracto, restabit* ναδ *justus angulus coaequatus ad susceptum tempus.*

Vbi tempus numerandum pro aequatione eccentri inquirenda.

Notetur hic modus aequandi. Eum enim ultimo tandem secuturi sumus; ubi constiterit, iter Planetae esse perfectam ellipsin, dimidio tamen propiorem circulo. Sola distantia alia methodo quaerenda erit.

Exempli caussa. Sit, ut prius cap. XLIII, anomalia media, hoc est, artificiosa seu Astronomica numeratio temporis 95°. 18′. 28″. *Et quia* 360° *valet aream perfecti circuli* 31415926536, *valebunt igitur gradus* 95°. 18′. 28″
20 *aream* 8317172671. *Sit* ϑαδ. *Quod si anomalia eccentri esset* δϑ 90°, *quod conjectando suppono, sector ejus* ϑβδ *esset* 7853981670. *et anguli* 90° *sinus* ϑβ *est* 100000. *qui ductus in dimidiam eccentricitatem* αβ, *scilicet in* 4632, *dat* 463200000 *aream* ϑβα. *Summa areae* 8317181670 *scilicet* ϑαδ, *quae admodum exiguo superat debitum. Bene ergo conjecimus,* δβϑ *angulum seu anomaliam eccentri, esse* 90°. *Et quia sinus est* 100000, *resegmentum lunulae apud* ϑ *scilicet* ϑD *erit* 858. *quare brevior semidiameter* Dβ *erit* 99142. *quae sic se habet ad* 100000, *ut* 9264 *ad* 9344. *quae tangit* 5°. 20′. 18″ *angulum* αDβ, *ut sit anomalia coaequata* Dαδ 84°. 39′. 42″. *quam exhibet Vicaria hypothesis* [1] 84°. 42′. 2″. *differ.* 2′. 20″.

Ορος. Anomalia media quid?

30 Notandum autem obiter, quia eccentricitatis inquisitio cap. XLII. nititur distantiis apheliis et periheliis, et in his minimum aliquid errari potest, quod in eccentricitatis constitutione excrescit in decuplum; ideoque, si inveniretur tandem absolutissima ratio aequandi per caussas Physicas, posset postmodum constitui verissima eccentricitas, et per eam corrigi omnimode possent distantiae aphelii et perihelii. *Vt quia hic nimis magna fit aequatio per* 2′. 20″. *(si modo et Vicariae credimus de Planetae longitudinis loco sub Zodiaco, et omnia hic et cap. XLV assumpta vera ponimus) paria vero faciunt et Optica et Physica aequationis caussa in longitudinibus mediis, ut hic: bisecto igitur errore, dimidium* 1′. 10″ *subtraheretur angulo ultimò*
40 *invento* 5°. 20′. 18″, *ut sit* 5°. 19′. 8″. *quo ostenditur* 9310 *tangens. prius*

Methodus corrigendi eccentricitatem, obiter inculcata.

3) sic αβδ 26) diameter Dβ

9344. *differentia* 34 *ablata à* 9264 *eccentricitate, relinqueret* 9230 *correctam eccentricitatem*. Sed hanc nos jam non sequemur, quia assumpta in minimis peccant. Sufficiat monuisse in futuros usus capitum proxime sequentium.

Exploremus vero etiam, quid in octavis temporum polliceatur haec forma aequationes computandi. Sit, ut cap. XLIII, anomalia media 48°. 45′. 12″. Et quia perinde est, utra numerorum mensura areae exprimantur, retinebimus numerum areae circuli 360° et maximi trianguli 19108″ (jam modo in alia numerandi ratione erat 463200000). *Conjiciamus anomaliam eccentri, seu in schemate* Bβδ, *esse* 45°. *Sinus ergo* 70711 *scilicet* BC. *Hic multiplicatus in maximum triangulum* 19108″, *rejectis cyphris dat hujus loci triangulum* Bαβ 13512″ *sive* 3°. 45′. 12″. *quod additum sectori* Bβδ 45°. *dat* 48°. 45′. 12″. *aream* Bαδ, *quantam et assumpsimus anomaliam mediam. Bene ergo conjecimus angulum ad* β. *Jam ut radius* βφ *ad* βξ 99142, *sic* | BC 70711 *ad* Cν 70104. *Et quia* BC 70711, *erit* Cβ *sinus complementi* 228 *ejus anguli, nempe hoc loco etiam* 70711. *quare* Cα 79975. *Vt autem haec habet ad* 100000, *sic* Cν *ad Tangentem quaesiti anguli* ναC 41°. 14′. 9″. *Vicaria hypothesis ostendit* 41°. 20′. 33″.

Eadem facile explorantur in octava inferiore. *Sit anomalia media* 138°. 45′. 12″, *et idem nomen areae, cujus quaeritur angulus ad* α. *Inveniemus, quod sinus anguli ad* β 135° *scilicet* 70711, *ex sectore et area trianguli hanc summam efficiat. Et quia sinus* 70711 *ut prius, decurtatur ad constituendam ordinatim applicatam ellipseos, fitque* 70104, *haec jam est comparanda cum sinu complementi anguli* 135°, *scilicet cum* 70711, *non jam aucto, eccentricitate* αβ, *ut prius, sed diminuto ea, scilicet cum* 61447. *Quae sicut se habet ad* 100000, *sic* 70104 *ad tangentem anguli quaesiti* 48°. 45′. 55″. *vel complementum* 131°. 14′. 5″. *Vicaria hypothesis ostendit* 131°. 7′. 26″. Confer haec cum cap. XLIII, et cum modis aliis, per hanc Tabellam.

Anomaliae mediae communes	Per simplicem eccentricitatem	Per bisectionem eccentricitatis et duplicationem aequationis partis superioris	Per bisectionem eccentricitatis et stabile punctum aequatorium, more Ptolemaico	Vicaria per liberam sectionem cum veritate proxime in effectu consentiens	Per suppositionem perfecti circuli, Physica	Per suppositionem opinionis capitis XLV et perfectae ellipseos, Physica
	Respondent Coaequatae anomaliae diversae					
48°.45′.12″	41.40.14	40.45.52	41.15.31	41.20.33	41.28.54	41.14. 9
95.18.28	84.40.44	84.37.48	84.41.22	84.42. 2	84.42.26	84.39.42
138.45.12	130.40.46	131.45. 0	131.15.31	131. 7.26	130.59.25	131.14. 5
	Cap. XX et XXIX	Excessus et defectus in contrarium vergunt, si duplicetur pars inferior. Cap. XXIX	Cap. XIX	Cap. XVI et XXIX	Cap. XLIII et XXIX	Cap. XLVII praesente
					Notabis veritatem esse exacte in harum medio.	

25) 10000

Duarum igitur Physicarum hypotheseon, aequationes eccentri computandi, illa exhibet aequationes veritati propiores, quae prius cap. XLV et distantias veriores dederat, posterior nempe. Et quod mirum videri possit, levi augmentatione eccentricitatis, aequipollet modo Ptolemaico, per stabile punctum aequatorium, bisecta eccentricitate.

His indiciis certi reddimur, nos in via esse: quae tandem nos perducet ad naturales et verissimas aequationum, adeoque motuum caelestium causas.

Et cum hanc Ptolemaicam supra coarguerimus erroris, necesse est et illam Physicam, quae cum hac in effectu paria facit, adhuc a vero nonnihil deflectere. Tardus quippe fit Planeta circa apsidas, et nimis velox circa longitudines medias. Quod primum est argumentum, quo probatur aut vitiosam esse opinionem capitis XLV, aut eam vitiosa methodo in numeros esse conjectam.

At quia neque planum circuli aequipollet collectis universis distantiis, neque ovalis figura, quam Mars ex opinione cap. XLV describit, perfecta
229 est ellipsis, ut usurpaveramus: quare a vero discrepandi caussae | adhuc quidem coecae sunt. Potest enim praeter has duas calculi, etiamnum tertia, ipsius fundamenti, seu opinionis cap. XLV, error concurrere. Nondum igitur ex lege Opinionis cap. XLV aequationes constituimus, nondum susceptae illic hypothesi satisfecimus, quia à Geometria destituimur. Itaque nequimus adhuc illam erroris arguere. Hoc enim facturus calculus legem sibi ipsi indicit innocentiae.

CAPVT XLVIII

MODVS AEQVATIONES ECCENTRI COMPVTANDI, PER MENSVRAM ET SECTIONEM NVMERALEM OOIDIS CIRCVMFERENTIAE CAP. XLVI. DESCRIPTAE

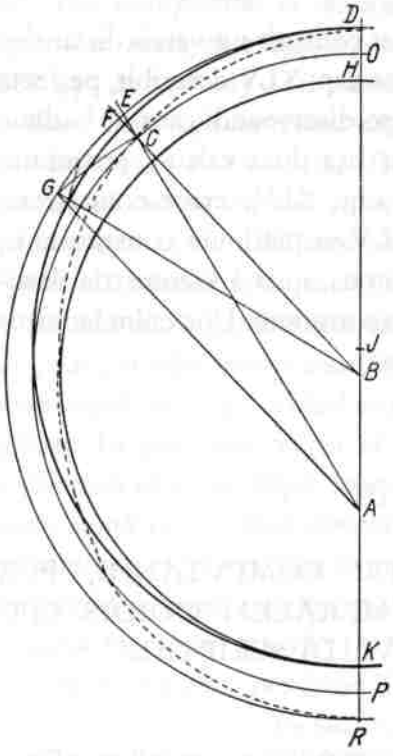
Cum itaque calculus superiori capite usurpatus tot nominibus a Geometria destitueretur, itaque de culpa excessuum et defectuum, quas in illius capitis aequationibus eccentri deprehendimus, esset suspectus: tandem confugi ad numerationes Arithmeticas, quibus conatus sum declinare incommoda illa, quae capite XLVI nobis iter Planetae descripturis obstabant. Primo enim, quia planum non erat exquisita mensura summae distantiarum, misso igitur plano distantias ipsas computavi singularum circumferentiae partium aequaliter divisae. Secundo, quia proportio non manebat eadem, additis Geometricarum aliquot proportionum terminis, igitur singulas singularum distantiarum proportiones ad suos arcus minimos consului seorsim. Tertio, quia summa aliquot

24) Cap. XL.

distantiarum cap. XLVI non potuit constitui Geometrice, constitui ego hic Arithmetice. nihil enim impediebat. Quarto, hoc mihi facienti nullum erat negocium cum sectoribus sive circuli sive ovalis: itaque ne hoc quidem mihi obstare potuit, quod illi sectores inter se differrent.

Atque ita nova molitione in id incubui, ut scirem vel tandem, an ex suscepta justarum distantiarum hypothesi (nimirum ex opinione capitis XLV.) sequerentur etiam aequationes per Vicariam nobis manifestatae.

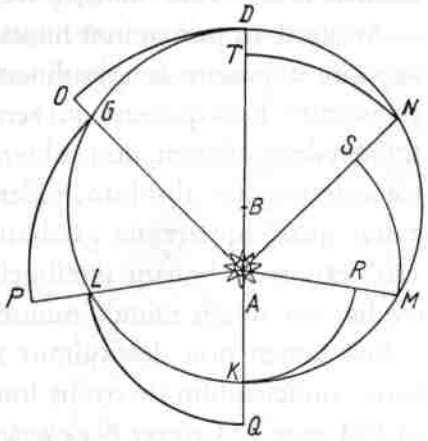
Rem ita sum aggressus. *Centro* B, *diastemate* BD, *scribatur circulus* DGR, *in quo sit linea apsidum* DR, *et* A *fons virtutis seu centrum* ☉. *Sumatur in* 10



circulo DG *punctum* G. *quod connectatur cum* B *et* A. *et sit initio* GBD *angulus mensura temporis, computandae distantiae. Erit propterea* GA *distantia vera Planetae ab* A, *quamvis Planeta ex* D *in* G *usque non pervenerit. Nam haec ratio computandi seu demonstrandi distantias, hactenus ex cap: XLV in*[1] *praesupposito est. Sit autem* DG 230 *pars circuli exilis, ut* 1° *gradus de* 360°. *Ac cum hujusmodi distantiae* AG *omnes ad* 20 *omnium graduum* DG *terminos,* D *et* G, *hoc modo computari poßint per demonstrata capitis XXIX; collegi igitur omnes* 360 *distantias* AG, *longißima additione, in unam summam. quae inventa est* 36075562 *(eccentricitate* 9165*) respondens integrae semitae ovali Martis. Jam centro* A, *diastemate* AG, *scribatur arcus versus* D, *qui sit* GC. *Et quia, quo longior distantia, hoc brevius iter Planetae, data ergo distantia arcus cir-* 30 *culi* DG *(qui arcus jam, dum* GA *distantiam computamus, nihil aliud metitur quam tempus) dabitur et longitudo itineris ovalis* DC, *quod Planeta in suscepto tempore* DG, *(seu anomalia simplici gr.* 1°*) conficit. Nam ut longitudo totius ovalis circumferentiae ad summam distantiarum omnium, ita se habet distantia arcus* DC, *(inventa per arcum* DG*) ad longitudinem sui arcus ovalis* DC. *Probatum enim est supra cap. XXXIII et usurpatum capite XLVI, (ubi hujus operationis jacta sunt fundamenta) arcuum confectorum ad distantias, proportionem esse permutatam. Fuit autem haec cautio a me adhibita, ut jungerentur* † AD, AG, *scilicet terminorum* C *et* D, *distantiae ab* A, *et medium summae usurparetur pro genuina distantia arcus totius* DC. *Dividatur enim circulus* 40

10) apsidum DB 17) demonstrandii

aliquis eccentricus DK, *centro* B *descriptus, in partes quotcunque, in* D. G. L. K. M. N. *et a principiis partium, centro mundi* A, *ducantur arcus usque ad lineas, ex* A *per fines arcuum ejectas, ut* DO, GP, LQ, KR, MS, NT. *erunt plana in sinistro semicirculo* ADO, AGP, ALQ, *majora justo; plana in dextro* ANT, AMS, AKR, *minora justo. In minimis igitur alterum ab altero compensatur, ut* TNA, ODA, *quam proxime aequant* GDNA *planum.*



Sic igitur data longitudine DC prioris schematis, quae respondeat dato tempori DG, et distantiae GA, hoc est CA; oportet jam etiam invenire angulum CAD anomaliae coaequatae. *Connectatur* C *cum* B, *et continuetur* AC *in* E *ubi secet circulum,* BC *vero in* F *sectionem. Non suffecit igitur scire longitudinem* DC. *Oportuit etiam investigari angulum* CBD. *Nam quia* CD *brevior est quam* FD, *non metitur igitur* CD *angulum* FBD, *hoc est* CBD. *Et vicißim, etsi* CD *brevior est quam* FD, *tanta tamen ex* B *apparet si fingas oculum in* B, *quanta* FD *metiens angulum* CBD. *Et quia (secundum demonstrata capitis XXXII) verum est ad omnem sensuum subtilitatem, quod quanto a* B *remotior est* FD *quam* CD, *tanto et longior sit* FD *quam* CD *: quia etiam verum est, ad eandem sensuum hujusque negocii quantumvis acutißimam subtilitatem, quod* CE *et* CF *sint aequales (longior quidem in rei veritate est* CE *quàm* CF *ex centro veniens per prop. VII. lib. tertii* EVCLIDIS*) ergo posui primo, quod* CD *et* FD *sint aequales, et utraque sit men*l *sura anguli* CBD, *hoc est* FBD, *vel etiam* EBD *: quasi arcus* EF *insensibilis esset. Dabatur igitur angulus* EBD *ex cognitione* CD. *In triangulo igitur* EBA, *ex angulo* EBA, *et lateribus* EB, BA, *quaesivi longitudinem* AE, *unde subtraxi* AC *vel* AG *ante computatam; relinquebaturque* CE *vel* CF *appropinquatio alterius termini de* CD, *ad centrum* B. *Bisecto igitur* CE *(nam hoc ad sensum licet) nota fuit appropinquatio ipsius* CD *ad* B, *si aequabiliter omnibus punctis appropinquasset. Ex appropinquatione vero, et parallaxis Optica seu visibilis quantitas ipsius* CD *dabatur, hoc est, angulus* CBD *jam correctus, qui prius assumebatur paulo minor, nullo in numeris nostris errore. Dato igitur jam correcto angulo* CBD, *hoc est complemento ipsius* CBA, *et latere* CA, *et eccentricitate* BA, *dabatur quaesita anomalia coaequata* CAD.

Hoc pacto non poterat ulla aequatio seorsim constitui, praeter primam, ad anomaliam mediam 1°. Reliquae omnes usque ad 180°-gesimam praesupponebant semper aequationem, quae proxime antecederet,

25) prop. II
39 Kepler III

cognitam. Non puto quenquam fore, cui haec legenti taedium ex ipsa lectione non obrepat. Atqui vel hinc judicet lector, quantum molestiarum hauserimus (ego et calculator meus) qui hanc methodum per 180° anomalias ter absolvimus, toties scilicet mutata eccentricitate.

At nondum principium hujus calculi expeditum est. Dixi enim praesupponi cognitam longitudinem ovalis totius. Vnde igitur haec cognoscitur? Ego quidem, qui semel in hanc inartificialem numerandi rationem descenderam, non subterfugi illam inartificialiter praesupponere, totoque negotio absoluto, videre an in 180-sima operatione mihi plus exiret quam apparentia graduum 180°, an vero minus. Nam si plane 180° exivisset, bonam intelligebam assumptionem ipsius longitudinis ovalis; sin autem minus, minorem justo; sin plus, majorem.

Sed tamen non destituimur manuductione quadam Geometrica ad bene conjiciendum de ovalis longitudine. *Sit enim ut* BD *ad* BA, *sic* BA *ad* DH *quae à* D *versus* B *extendatur. Ergo quia (per capitis XLVI demonstrata) quod sub latitudine lunulae et semidiametro circuli, fere aequale est quadrato eccentricitatis; quare per XVII-mam sexti* EVCLIDIS, *eccentricitas est medium proportionale inter latitudinem lunulae et semidiametrum. At hic idem fit ex delineationis lege. Ergo* DH *est latitudo lunulae.*

Sumatur etiam dimidium de HD, *et extendatur a* B *versus* D, *sitque* BI: *et centro* I, *diastemate* ID, *circulus* DK *scribatur, tangens eccentricum in* D. *Scribatur autem et centro* B, *diastemate* BH, *circulus* HK, *tangens priorem in* K. *Manifestum est, circulum* HK *minorem esse quam* DK, *et circulum* DGR *majorem esse quam* DK. *Et quia circulares circumferentiae sunt ad invicem, ut eorum semidiametri: ut igitur* BD *ad* DI *et* BH, *sic circulus major* DG *ad minores* DK *et* KH. *Sed* DI *est medium Arithmeticum inter* DB *et* HB, *quia* BI *est dimidium ipsius* HD. *Ergo etiam circulus* DK, *tangens minorem et majorem ex eodem* B *centro descriptos, est medium Arithmeticum inter illos circulos, quos tangit.*

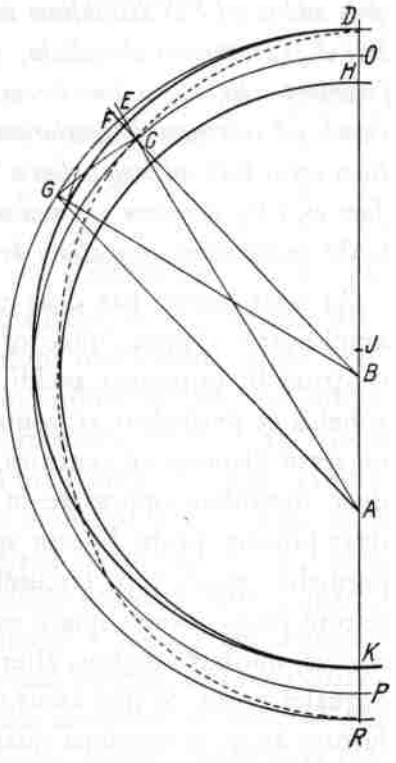
Quod si via Ovalis continuetur; ex supposito tanget et ipsa majorem circulum in aphelio D *et perihelio* R, *minorem vero* HK *in longitudinibus me*[1] *diis, ut ita sit major minori* HK, *minor majori circulo* DR. *Consentaneum igitur est, non longe abesse ovalem circumferentiam à longitudine circularis circumferentiae* DK. 232

Paulo tamen majorem credere facit haec demonstratio.

Sumatur medium proportionale inter BH *et* BD, *quod sit* BO, *et centro* B, *spacio* BO, *scribatur* OP *circulus. Itaque per V. Sphaeroideon* ARCHIMEDIS, *planities hujus circuli* OP *erit aequalis planitiei ellipseos, cujus est longior semidiameter* BD, *brevior* BH. *At quia figurarum isoperimetron capaciſsima est circulus; conversim igitur, (per communem notitiam) aeque capacium figu-*

25) ad DI et IH 26) inter DB et HI

rarum breviſsima, perimetros erit circuli. Cum ergo ellipsis quae habet semidiametros DB, BH, *et circulus* OP *propositi, sint aeque capaces, ex jam allegatis; circumferentia ellipseos erit longior, quam circumferentia circuli* OP. *Est autem* BO *insensibili minor quam* ID, *eo quod* BO *inter eosdem terminos ponitur esse Geometricum medium,* ID *medium Arithmeticum. Per doctrinam enim quinti* EVCLIDIS, *quia* BO *est medium proportionale inter* HB, BD, *ut igitur* HB *ad* BD *minor ad majorem, sic* † HO *excessus mediae ad* OD *defectum. Itaque cum* HB *sit minor quam* BD, *erit* et HO *minor quam* OD. *At* BI *est aequalis dimidiae* HD. *Major igitur est* BI *quam* HO, *minor quam* OD. *Ad communem ergo minimi circuli* HK *semidiametrum* HB *apponuntur inaequalia, nempe minus dimidio ipsius* DH *in* BO, *et dimidium ipsius* DH *in* DI. *Ergo major* DI *quam* BO. *Major igitur* DK *circulus quam* OP. *Id tamen insensibiliter, cum* DH *minor sit quam centesima ipsius* DB. *Itaque positis his circulis ex abundanti aequalibus, et posito quod ovalis sit perfecta ellipsis: erit ovalis circumferentia paulo longior quam circulus* DK, *certe longior quam circulus* OP. *Et quia supra cap. XLVII.* DH *fuit* 858, *qualium* DB 100000; *dimidium igitur de* DH, 429 *auferatur à* DB 100000. *restabit* 99571. *Vt igitur* 100000 *ad* 99571, *sic erit quam proxime circumferentia circuli ad circumferentiam ovalis quaesitam. Et quia circuli circumferentia habet gradus* 360 *vel* 21600′ *vel* 1296000″, *decedet particula, quae habet* 5560″ *vel* 92′. 40″: *Et semicircumferentiae ovalis adimenda erunt* 46′. 20″; *aut etiam minus, si ovalis circulum* DK, *loco mensurae consideratum, superet.* Omnino quidem ego non per demonstrationem sed per calculum laboriosissimum et pertinacissimum, inveni defectum semicirculi ovalis 45′. 45″: ut qualium semi- † circulus perfectus est 180°, talium ovalis esset 179°. 14′. 15″.



Et quia decurtatio haec ovalis circumferentiae, necessario aequalis est contrariae amplificationi Opticae (videtur enim haec ovalis, licet brevior, sub amplitudine tamen 2 rectorum, sive 180° praecise graduum, et tam longa esse censetur:) hinc non injuria dubitare possit lector, an 233 etiam in hoc processu opus sit, primum totam ovalem decurtare, | po-

29) gradus 180 vel 10800′ 30) 5560′

stea per partes iterum Optice augere? Nam ex schemate videtur apparere, abbreviationem ibi fere maximam contingere, ubi et appropinquatio maxima ad B centrum, et vicissim.

Quod si pariter incederent hae variationes, methodus nobis ista nasceretur computandi aequationes.

Anomalia media primum esset GBD, *unde computaretur distantia* GA, *quae addita ad* AD *distantiam termini alterius antecedentis de* GD *(qui semper est* 1°.*) et summa dimidiata, constitueret arcus* CD *distantiam aequabilem (omnium scilicet ejus punctorum.): Et tunc diceremus, ut est longitudo semicirculi ad summam distantiarum omnium in semicirculo, sic esse hanc distantiam arcus* GD *ad longitudinem* FD, *hoc est ad apparentiam ex* B *ipsius* CD. *Jam ex* FD, *tanquam ex mensura anguli* CBD, *et ex* AC, AB, *quaereremus* CAD *coaequatam anomaliam breviore via quam prius.*

At sciat lector, has duas varietates non ambulare pari passu. Nam amplificatio Optica, quae oritur ex appropinquatione itineris DC ad centrum B, potissima accidit circa longitudines medias; nulla fere in aphelio et perihelio: at contra, decurtatio viae ovalis, quae oritur ex ingressu Planetae ad centrum, circumcirca pene aequalis est. Cum enim duae distantiae oppositae in longitudinibus mediis eccentri, aequent duas junctas, prope lineam apsidum; alteram aphelio vicinam, alteram perihelio: arcus vero circumferentiae ovalis sint in permutata distantiarum proportione: quare et duo arcus hujusmodi, in longitudinibus mediis, duobus arcubus, alteri prope aphelium alteri prope perihelium, aequales erunt. Si ipsi arcus ovalis viae aequales, ipsa etiam diminutio horum arcuum omnibus quatuor locis erit fere aequalis. Experimento res est comprobata. Si namque defectus semicirculi ovalis est 45′. 15″. erit defectus partis centesimae-octogesimae de ovali, circa aphelium circiter 14″ secunda. At amplificatio ex appropinquatione ovalis, non aequat unum secundum circa aphelium.

Itaque quod allegatam ocularem schematis aestimationem attinet, non est simpliciter ita ut prius haec objectio dicebat; ut decurtatio ovalis et ejus amplificatio Optica se mutuo compensent. Esset quidem ita, si omnes arcus viae ovalis objicerentur centro B directe. At hoc fit tantum in longitudinibus mediis. Versus apsidas vero hi arcus terminis suis inaequaliter appropinquant. Quare non fiunt tanto majores per appropinquationem et apparentiam, quanto sunt facti breviores per decurtationem.

Itaque hanc methodum secutus, aequationes Martis ad omnes gradus eccentri extruxi, idque ter. Nam primo eccentricitatem non satis magnam assumpseram, 9165; existimans me hanc sic per planorum

tractationes certissimam fecisse. Deinde etiam plus quam 180° in regula posueram, cum minus ponere debuissem.

Itaque cum hic ultima operatio plus quam 180° ostenderet, quod
234 absurdum: secundo assumpsi semiovalem 179°. 14′. 15″. Prodibat igitur

ad anomaliam mediam 45° — Coaequata	38°.	5′.	33″
Cum vicaria capitis XVI diceret hanc	38.	4.	54
Differentia			39
Ad anomaliam 90 — coaequata	79°.	31′.	31″
Veritatis index Vicaria	79.	27.	41
Differentia		3.	50
Ad anomaliam 135. Coaequata	127.	0.	1
Verax Vicaria	126.	51.	9
Differentia		8.	52.

Atque hinc intellexi, praesertim ex anomalia 90, eccentricitatem 9165 parvam esse nimis. Quam correxi secundum methodum capite praecedente obiter traditam. ut quia in longitudinibus mediis plus indigemus per 3′. 50″ in aequatione maxima, dimidium igitur 1′. 55″ datur parti Opticae, residuum Physicae. Ac cum 9165 subtendat 5 gr. 15 min. 30 sec. tu sume 5 gr. 17 min. 25 sec. qui monstrat 9227. Itaque nova eccentricitate 9230 (quae parum abest a 9264 quam cap. XLII inveni, nec multo longius a 9282, quod est dimidium eccentricitatis aequantis cap. XVI) universum hunc laborem reiteravi. *Nam primo distantiae* GA, *vel* CA *fuerunt extructae ad singulos gradus integros anomaliae distantiariae coaequatae* GAD. *Post traductae ad mediae anomaliae distantiariae gradus integros* GD *vel* GBD. *Tertio binae proximae, fuerunt conjunctae ut* GA, † AD. *Quarto iis divisoribus divisa est centies octuagies. summa* 358°. 28′. 30″. *longitudo scilicet viae ovalis. Quinto sigillatim invicem fuerunt additi arcus singuli viae ovalis. Sexto ex priori frustranea operatione mutuatae fuerunt amplificationes Opticae, quod viderem illas jam bis computatas parum admodum discrepare. Itaque et hae sigillatim sunt additae ad superiorum summam. Septimo summae arcuum auctae summis amplificationum Opticarum.* Octavo ex hoc sic invento angulo CBD ad centrum eccentrici B, et ex distantia CA seu latere opposito, et eccentricitate AB ceu latere tertio, inquisivi angulos 180° aequationis Opticae ACB, unde totae aequationes et anomaliae coaequatae prodierunt. Prodiit autem ad anomaliam

mediam	coaequata,	quae in vicaria.	Differentia
45	38. 2. 24	38. 4. 54	2. 30.
90	79. 26. 49	79. 27. 41	0. 52.
135	126. 56. 25	126. 52. 0	4. 25.

6) capitis XVII 22) cap. XVII 26) summa 358°. 58′. 30″.

Itaque eccentricitas etiamnum potest augeri, et Planeta superius ab aphelio, exiguo fit tardior justo; versus perihelium itidem; quare | circa 237
longitudines medias velocior justo, ut et prius capite XLVII. Nimium igitur distantiarum videtur conferri circa apsidas; non satis multas, aut non satis longas circa medias longitudines. Sed hujus rei consideratio suo loco sequitur.

Cum igitur viderem semper tanto propius accedi ad aequationes veras hypothesi vicaria cap. XVI proditas, quanto dexterius et quanto convenientius ad calculi rationes moderandas, advocantur caussae Physicae, cap. XLV introductae: multum mihi ipsi sum gratulatus, et in opinione capitis XLV confirmatus.

Contra cum pigeret ἀτεχνίας multiplicis, quacum hoc capite sum luctatus: non quievi, quin certiorem et expeditiorem aliquam viam insisterem: simulque suspicari coepi, ne sic quidem omnino effectum esse calculo, quod opinio capitis XLV jusserat.

CAPVT XLIX

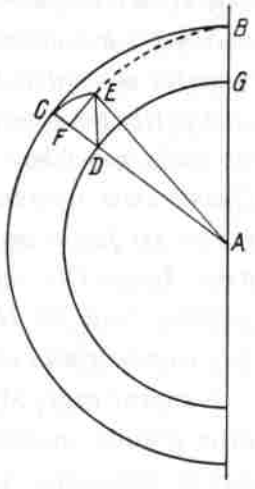
ELENCHVS PRIORIS METHODI AEQVATIONVM, ET METHODVS CONCINNIOR, INNIXA PRINCIPIIS, VIAM OVALEM EX SENTENTIA CAPITIS XLV. COMPONENTIBVS

Vt igitur causam ἀτεχνίας hujus jam absolutae methodi videas, perpende quibus fundamentis innitatur. Ponitur Planeta in epicyclo moveri aequaliter, a Sole rapi inaequaliter, pro ratione distantiarum. Ex his duobus motus principiis nascitur via ovalis. At nequit hac methodo sciri, quanta portio de via ovali, cuique dato tempori respondeat; etsi sciatur distantia illius portionis: nisi ab initio sciatur longitudo totius ovalis. Nequit autem sciri longitudo ovalis, nisi ex modulo ingressus Planetae a circumferentia circuli ad latera. Sed neque modulus hujus ingressus ante noscitur, quam noscatur quanta portio de via ovali sub quocunque dato tempore conficiatur. Hic vides peti principium: et in operatione nostra, prius assumpseramus quod quaerebatur, scilicet longitudinem ovalis. Neque hoc vitium saltem est intellectionis nostrae, sed ab ipso primaevo ordinatore Planetariorum cursuum alienissimum: qualem ἀγεωμέτρητον anticipationem in caeteris ejus operibus hactenus non invenimus. Itaque aut alia est ineunda ratio, opinionem capitis XLV ad calculos vocandi: aut si hoc fieri nequit, opinio ipsa, utpote de hac principii petitione suspecta, vacillabit.

8) cap. XVII

Implicatio nobis hinc est nata, quod ovalem compositam viam, mensura aequabili temporis usi, in partes secuimus inaequales; et sic | hujus 236
ovalis compositae partes inaequales sed distantiarum compensatione rursum aequatas moris Planetae aequalibus circumcirca admensi sumus. Atqui in praesuppositis habebamus, alteram saltem virtutem, eam quae ex Sole, intendi pro distantiarum ratione; virtutem Planetae propriam minime: jam hic in opere, utramque vim quodammodo obnoxiam facimus huic proportioni distantiarum, quia utriusque commune opus, ovalem, Planetae damus, ad modulum distantiarum percurrendam.

Etsi igitur propinque admodum ad veritatem accessimus in effectu hujus methodi: nihil tamen habemus, quo gloriemur, expressam esse ea opinionem capitis XLV, si a ratione destituimur. Rectius igitur videbamur acturi, si missa via ovali composita, ejusque plani quadratura, capitis XLVI. XLVII. XLVIII. materia, ad ipsa ovalis viae principia capite XLV assumpta, calculum converteremus. Relegatur caput XLV, *et centro* A *corpore Solis, diastemate* AD, *circulus* DG, *centri epicycli, scribatur; et alius, centro* A, *diastemate* AB, *circulus aphelii; in quo sit* AGB *linea apsidum; et Planeta, quando est* ἀφήλιος, *sit in* B. *Sit autem tempus aliquod elapsum ab eo, quo Planeta fuit in* B, *cujus mensura sit* CDE *angulus in epicyclo, ut* B, *aphelio epicycli in* C *translato, et* G *centro epicycli in* D, *Planeta in epicyclo à* C *in* E *iverit. Ergo ad cognoscendum* DAB *angulum, sub* CDE *tempus, perpende, Planetam a* B *in* E *pervenisse duabus virtutibus; altera, quae ipsum fecit Soli propiorem, quae simul etiam eduxit eum è linea* AC *vel* AD, *in qua prius fuerat, cum* AC *esset in* AB*; altera, quae ipsum cum epicyclo promovit, ut centrum epicycli* D *esset in* AC *linea, cum prius in* AB *esset. Illa vero virtus, quae centrum epicycli circumagit, tempore per* 360° *signato, movet per gradus* 360°, *seu quatuor rectos circa* A, *propter distantiarum* 360 *summam. Ergo data summa aliquot distantiarum ex* CDE *tempore ut hactenus, dabitur etiam angulus* DAB. *Quam enim impreßionem facit Sol in corpus Planetae per mediantes distantias,* AB, AE, *eandem ponitur etiam facere impreßionem in centrum epicycli* GD*: propterea quod Planeta, si se ipse non extricasset interea versus* B *ex radio virtuoso* AB *vel* AC, *sed tantum descendisset ad Solem, tunc adhuc esset in* AC, *ejusque puncto** F, *in qua linea et ipsum* D *centrum epicycli inest. Extricavit autem sese, lege epicyclica, et diastemate* DE, *angulo* CDE *(hoc enim vult opinio capitis XLV, cui hic operamur.) Ergo ipse sibi fictione quadam centrum epicycli in* D *reponit. Diximus enim cap. XXXIX. quomodo imaginandum sit, Virtutem seu fictitios radios virtuosos* AB. AC. &*c.*



* Haec sub certa conditione sunt vera, si nempe radii virtuosi ex Sole sint Planetae pro loco, seu instar currus, in quo Planeta vehatur, quod

hic ponimus: per se autem verum non est. Vide de hoc capite XXXIX. modum primum. Nam inter quinque absurda illic rejecta; hic tantum unum, nempe ultimum omittimus, reliqua quatuor retinemus.

servire Planetae pro loco. Jam etsi non plane eadem est proportio BE *arcuum viae ovalis ad totam ovalem, quae est arcuum* GD *respondentium perfecti circuli ad totum circulum. Sed neque ut* BC *ad totum ambitum circuli* BC, *sic arcus ovalis* BF *ad totam ovalem. At nihil hoc debet nos impedire, quia* BE *vel etiam* BF *componitur ex duabus virtutibus; et*[1] *quia si quid in proportione turbatur,* 237 *id facit Planeta (secundum hanc capitis XLV opinionem) suo descensu proprio in circumferentia epicycli. Si enim mansisset Planeta supremo loco epicycli, et perpessus esset eandem vim motus ex Sole, per* AB, AE *adumbratam, puta inaequabilem (quod quidem fieri simul non potest: nam manente eadem distantia Planetae a Sole, manet idem vigor motus ex Sole.) tunc scripsisset perfectum arcum circuli majoris* BC, *cujus eadem est proportio ad totum* BC, *quae* GD *arcus ad totum* GD.

Scio equidem, si Planeta in angustiori ambitu, centri scilicet epicycli DG, *supponatur, longe fore celeriorem. At non ideo et centro epicycli aßignandus est motus celerior. Nam centrum epicycli moveri supponitur, non propter se, cum id non sit corpus, sed propter Planetam. Itaque posito quod Planeta suum corpus ipse transportet ex radiis Solis lege epicyclica, et radiis quibusdam virtuosis ex Sole pro loco utatur, (quae cap. XXXIX. rejecta quidem sunt, sed cap. XLV resumpta et nonnihil mutata, hic vero retinentur ad explicandos conatus meos.) sana postea est ratio calculi, quicunque sequatur ejus effectus. Existit enim et hic ovalis non minus quam prius, eo quod* DE *et* AB *non manent paralleli. Quanto enim superant distantiae* AB, AE *longae, mediocres* AG, AD, *tanto brevior est factus arcus* DG, *seu angulus* DAG, *angulo* CDE *mensura temporis. Itaque* DE, *ad* B *annuit.* E *igitur a circumferentia circuli ad* BA *ingreditur. Nam per II. caput, si* DE *parallelos ipsi* AB *mansisset, tunc* E *in ipsa circumferentia esset.*

Nascitur ergo Methodus ista. Distantiae quaerantur ad omnes integros gradus anomaliae mediae. Methodum supra habes cap. XXXIX. qua et superioris XLVII. et XLVIII. cap. sum usus. Primum enim inveniuntur distantiae graduum non integrorum anomaliae mediae, vel CE. Postea proportionaliter referuntur ad gradus integros ipsius CE. Cujus ambagis si te piget, et si delectat labor longior per directam viam, denique si omnia in uno schemate cupis cernere ob oculos, sic ages.

Tempus, seu nomen artificiale temporis, quod est Astronomis anomalia media, numera in epicyclo CE, *ab ejus aphelio* C, *contra seriem signorum. Datur igitur angulus* ADE *vel complementum* CDE *in aliquot gradibus integris anomaliae mediae. Datur et* AD *radius* 100000, *et* DE *radius epicycli* 9264. *Quare dabitur et* DAE *pars aequationis, et* AE *distantia. quorum utrumque refer in catalogum, adscripta sua anomalia media* CE, *in futuros usus. Hoc pacto colligantur omnes distantiae* AE, *et addantur; invenieturque summa circiter* 36075562. *Haec enim summa inventa est ex aliqua eccentricitate parum*

admodum differente a nostra praesenti, quae est 9264. *Hujus pars trecentesima sexagesima valet* 100210, *et pars totupla de quatuor rectis est gradus unus. Vt igitur distantiae omnes ordine ad distantiam* 100210, *sic hujus distantiae* 100210 *arcus (*60′ *minuta) ad arcus caeteris distantiis competentes: quia proportio conversa est, ut cap. XXIX. XLVII. XLVIII. saepius monitum. Multiplicatis igitur* 60′ *primis vel* 3600″ *secundis in* 100210, *et facto centies octua-*
238 *gies diviso, per omnes semicirculi distantias,* | *imo per dimidium summae binarum contiguarum distantiarum (per cautionem cap. XLVIII) prodeunt anguli* DAG *centri epicycli. Incipe igitur a* 2 *minimis angulis* DAG, *eos addendo; et*
10 *summae adjice tertium; iterum adde summae trium praecedentium et quartum; ita semper, quoad omnes* 180 *accumulaveris. atque si ultima summa praecise efficit* 180°, *id argumento tibi erit, te ubique recte operatum esse, nuspiam a praescripto aberrasse. Atque hae tibi summae seu anguli* DAG, *rursum scribantur in catalogo, cum adjunctis in margine suis anomaliis mediis, ut in promptu sint.*

Cum igitur computanda est aequatio aliqua integra, seu anomalia coaequata ad susceptam anomaliam mediam: Primum cum anomalia media CDE *in epicyclo numerata ex catalogo posteriore summae angulorum excerpes angulum* DAG *vel* CAB. *Cum eadem vero anomalia media ex priori catalogo excerpes*
20 *etiam* CAE *partem aequationis. Atque hac subtracta ab angulo* DAB, *relinquitur coaequata anomalia* EAB. *In altero semicirculo quid variandum sit notum est.*

Sit anomalia media 45°. *cujus distantiarum summa dat* DAG	41°. 26′. 0″
Eadem anomalia datur CAE *pars aequationis*	3°. 30′. 17″
Ergo coaequata EAB	37°. 56′. 43″
Dixerat nostra Vicaria	38°. 4′. 54″
Differentia	8′.

Hoc pacto ad

Anomalias medias	Collegimus coaequatas	At in veriori vicaria	Differentia
† 45	37. 56. 43	38. 5	8 —
90	79. 26. 35	79. 27	0
120	110. 28. 8	110. 18½	9½ +
150	114. 16. 49	114. 8	9 +

Planeta circa apsidas fit tardior justo, circa medias longitudines velocior justo.

Dices, proficere nos in pejus, cum cap. XLVIII propius veritatem venerimus cum effectu. Atqui ô bone, si de effectu sollicitus essem, poteram toto hoc labore supersedere, contentus hypothesi vicaria. Scito

24) datur DAG 31) 38. 57 37) nos non in

itaque, quod hi errores via nobis futuri sint ad veritatem. Interim hoc certum nobis esto, nos tandem aliquando Physicas caussas, quae nobis sunt in supposito capitis XLV, citra errorem omnem ad calculos vocasse. Simul autem confirmatur et superior capitis XLVII calculus; cui iste aequipollet: certumque est, quae illic ut ἀγεωμέτρητα suspecta habuimus, nihil nobis sensibile incommodasse. Itaque si quid superest discrepantiae harum aequalitatum a veritate, id non methodo numerandi tribuendum, sed opinioni cap. XLV. unde fluunt hi numeri: non quod statim opinio ipsa tota falsa sit; sed quod nimirum fuerimus praecipites, qui non expectata observationum decisione plenaria, statim atque intelleximus, iter Planetae ovale esse, certam ovalis quan|titatem, *239* (propter solam caussarum Physicarum concinnitatem, et gratiosam illam aequabilitatem motus epicyclici, falso tamen creditam) arripuimus.

Quomodo autem verissima denique sententia sit ad calculos revocanda, et cum hisce capitibus conformanda quam proxime, suo loco dicetur.* Jam pertexam explicationem reliquorum meorum conatuum.

Cap. LVI. LVIII. LIX. LX.

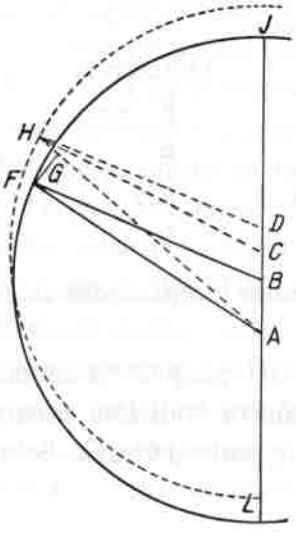
CAPVT L

DE ALIIS SEX MODIS, AEQVATIONES ECCENTRICI EXTRVENDI, TENTATIS

Ex hac tritura quantulum frumenti acervum collegimus? At vide nunc etiam ingentem siliquarum cumulum. Debuerunt ista referri sub principium cap. XLVIII. eo quod antequam arcus viae ovalis investigarem, ista tractaverim. Sed lubuit secernere lucis caussa. Quin etiam utilia aliqua grana inventuri sumus.

Primi et secundi modi processus fuit iste

Ὅρος. Anomalia distantiaria quid?

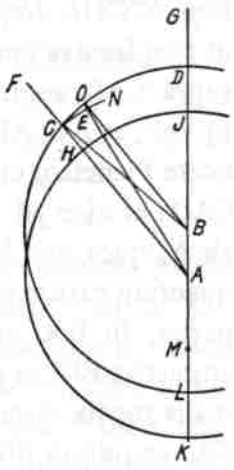


Primo eccentricitate 9165, quae est paulo minor justo, quaesivi omnes distantias secundum doctrinam capitis XXIX. quae respondebant gradibus integris anomaliae, inter mediam et vere coaequatam medio loco versantis: quam etsi interdum coaequatam appello, conditionem tamen addo, quod sit tantum distantiis destinata. itaque distantiariam* appello. *In schemate altero capitis XLVI est angulus* FAB*; in schemate sequenti* CAD.

Secundo, quaesivi tertias proportionales lineas, quae sic essent quaelibet ad suam distantiam, ut haec distantia ad radium 100000.

* Etsi quantitatem obtinet mediam inter reliquas, cave tamen mediam appelles. media enim proprie est nomen temporis.

Tertio et quarto, addidi lineas inventas sigillatim, fuitque summa distantiarum 35924252, minus quam 36000000. caussam habes capite XL. Summa vero proportionalium inventa est 36000000, quod mirum me habet. Et quia delectat, cupio ut hoc ita necesse esse,



Problema Geometris propositum. Cum alias tres sint anomaliae, quarum 1. dicitur media. 2. eccentri. 3. coaequata: nos in hoc schemate et hoc particulariter conatu, ad confusionem vitandam, intelligamus, primam in arcu CD, vel angulo CBD; secundam in angulo CAD, vel arcu ED; tertiam in angulo EAD.

Geometra quispiam demonstret. *Centris* A. B. *scribantur duo circuli aequales* IH *et* DC, *et connectantur centra* A. B. *producaturque* AB, *donec secet circulum ex* A *in* I. K, *circulum ex* B, *in* D. L. *Tunc circulus ex* A, *dividatur in partes aequales quotcunque, puta in* 360. *initio facto ab* I. *Et ex* A *per puncta divisionum*, I. H. K. *et reliqua rectae ducantur* AI. AH. AK. *et reliquae, secantes circulum ex* B, *in* D. C. L. *punctis. Tunc fiat ut* AI *ad* AD, *sic* AD *ad* AG; *sic, ut* AH *ad* AC, *sic* AC *ad* AF; *denique ut* AK *ad* AL, *sic* AL *ad* AM: *et sic de omnibus reliquis. Demonstret inquam Geometra, ultimas* 360 *junctas, puta* AG, AF, AM, *aequales esse primis* 360 *junctis, puta* AI, AH, AK.

Itaque primo modo per summas distantiarum, aliud institueram (licet erroneè et impertinenter; colligere scilicet arcus CD vel angulos CBD, cum tamen ii darentur initio) aliud praestiti, rursum errans. Nam collegi non arcus, non angulos, non itinera, sed moras in arcubus inaequalibus itineris Planetae, quasi essent aequales: Et in regula proportionum dixi; ut summa mediarum AD, AE, AL, scilicet 35924252 ad moram 360°; ita quaelibet summa distantiarum ad moram suam, in spacio, quod distantias has complectebatur. *Sit* A *Sol*, B *centrum eccentrici* CD, BC *semidiameter. Connectantur* B A *cum* C. *Hic distantiae* CA *fuerunt accommodatae ad gradus integros anguli* CAD, *et propterea ad arcus inaequales circuli* CD. *quod me fefellerat. Sit igitur* CAD 45°. *Datur ex* CB, BA *angulus* CBD 48°. 42′. 59″. *Itaque si nulla esset causa Physica aequationis, et* CBD *mensura temporis seu anomalia media, tunc ei responderet haec ipsa* CAD *vere coaequata. Sed quia Planeta in* CD *tardior est, ob longam ab* A *distantiam; et quia distantiae sunt hujus morae mensurae: collegi igitur ad anomaliam* CAD 45°, *distantias* 45. *ad initia arcuum, sive longiores; summa erat* 4869307: *collegi etiam* 45 *breviores seu ad fines arcuum, subtracta longißima* AD 109165 *à summa* 46 *distantiarum sc.* 4975577. *restabant* 4866412. *et quod erat inter utramque summam intermedium sc.* 4867852, *id redegi in gradus, qualium* 35924252 *valent* 360, *vel qualium* 99790 *valent* 1°. *Prodiit hoc pacto* 48°. 46′. 51″. *Atque hoc debuit esse tempus, respondens angulo* CAD. *Sed et arcus* CD *vel angulus* CBD *inventus erat proxime tantus, scilicet* 48°. 42′. 51″. *Quod absurdum, et contra hypothesin; quae vult Planetam esse tardiorem in* CD. *Statim igitur causa hujus absurdi patuit; Quod nempe ad*

22) 35914252

sciendam moram in CD, *decuisset distantias consulere, respondentes aequalibus arcubus ipsius* CD, *cum hae jam usurpatae distantiae respondeant inaequalibus ipsius* CD, *et tanto majoribus, quanto sunt ipsae distantiae longiores per Cap. XXXII. Itaque nimis paucae numero erant hae distantiae.* Sed tamen ut non frustra hunc laborem perderem, excessum numeri morae hujus, supra CAD anguli numerum, subtraxi a CAD, ut restaret EAD 41°. 13′. 9″, et AC, AE aequales essent: Vbi ponebatur, tempore CBD conficere Planetam circa centrum eccentrici B angulum EBD aequalem ipsi CAD: et ideo ad ejus eccentrici ED arcus aequales colligi tot distantias ab A, quot nos hic invenimus in gradibus aequalibus ipsius CAD; ut quantum earum esset dispersum per CD inaequales et hoc loco magnas partes, in hoc nostro calculo; tantum intelligatur congestum intra angustias ED, et partes ejus aequales. Hic ergo CBD angulus esset anomalia media distantiaria, dans angulum CAD, pro quaerendis distantiis CA, ex quibus distantiis angulus CAE, retardatio et translatio Physica ipsius CA in EA, elicitur.

Mediam dico, non a quantitate inter tres, sed a motu aequabili et medio temporis quod hic mensurat: quatenus quidem distantiae quaeruntur.

Haec ratio etsi non multum discrepare potest a priori capitis IL: illud tamen indemonstratum assumit, CAD, et EBD esse aequales, ac propterea CA, et EB parallelos, quod supra cap. XLVI per schema alterum est refutatum. At vide nunc et propinquitatem hujus operationis in effectu. Nam

ad anomaliam mediam	Inveniebatur coaequata	Quae est in vicaria	Differentia
48°. 42′. 59″	41°. 13′. 9″	41°. 21′. 0″	8 —
95. 15. 31	84. 44. 18	84. 39. 18	5 +
138. 42. 59	131. 20. 24	131. 4. 7	16 +

Paulo distat ab illa cap. IL et duabus cap. XLVII.

Arguebatur eccentricitas parvitatis, ut quidem vere est major, scilicet non 9165 sed 9264: Et fiebat Planeta nimis tardus circa apsidas, velox nimis circa medias longitudines. Sed misso hoc primo modo, quem fortuito arripueramus ex animadversione erroris initio commissi, convertamur ad praxin modi secundi, natam ex ejusdem erroris animadversione.

In secundo conatu anomalia tertia est CAD, secundaCD, vel CBD, prima, summa linearum AG, AF paucarum, cujus mensura ponitur esse planum CAD, fere ut cap. XLIII.

Cum enim distantiae per CAD sparsae, aequarent fere sectorem CBD numeris, et rem in absurdum deducerent (planum enim CAD, metiens distantias proxime, majus utique est plano sectoris CBD; itaque et distantias CD majores (in numero suo) esse oportuit sectore CBD); tunc succurrit, An igitur ipsarum AC, AD proportionales AF, AG justas exprimerent moras Planetae in CD, ut ita CAD maneret anomalia vere coaequata? At contra. Si hoc: Ergo AC distantia manebit suo loco, quo locò et computata est. Erit igitur orbita perfectus circulus, quod

cap. XLIV est refutatum. Distantiae igitur in longitudines medias, longiores justo incidentes, facient Planetam justo tardiorem ibi; quare in apsidibus velociorem. En autem effectum operationis, ipsum hoc testantem. Nam

ad anomaliam coaequatam	Sequebatur media	At in Vicaria	Differentia
45°	52°. 39′. 40″	52°. 53′	13′ —
90	100. 29. 12	100. 34½	5 —
135	142. 10. 47	142. 9	2 +

Pene coincidit cum Physica perfecti circuli cap. XLIII.

Primum eccentricitas arguitur parvitatis, quia aequatio maxima prodit 10°. $29^{1}/_{5}'$, quae in vicaria est 10°. 34½′. Deinde Planeta tempore 52°. $39^{2}/_{3}'$ invenitur tantum itineris ab apside confecisse, quantum in vicaria tempore longiore 52°. 53′. Quod si emendetur eccentricitas, fient omnes coaequatae hujus anomaliae auctiores; quare etiam infra Planeta tempore 37°. 44′. (quod est complementum ad 142°. 16′ emendatam, per auctam eccentricitatem) tantundem itineris absolvet, quantum in vicaria tempore longiore 37°. 51′, quod est complementum ad 142°. 9′: scilicet utrinque conficiet 45° gradus, complementum nempe ad 135°.

Interim parum abest, quin haec falsa hypothesis verum nobis effectum prodat: differentia utrinque post correctionem, non majore quam 242 8′ et 7′ minutorum. Itaque vides, non esse fidendum effectui. Et | notabis rursum, quod et cap. XLVII; veritatem inter hos duos modos, (quorum hic perfectum circulum, ille ovalem ex opinione cap. XLV describit) esse loco medio: unde vel jam, ut et supra cap. XLVII, colligere potes, lunulas dimidiae tantummodo latitudinis ejus, quae sequitur ex opinione cap. XLV, a perfecto circulo resecandas.

Modus tertius et quartus

Cum itaque nec haec cum ratione staret methodus, et in illa altera didicissem, exquirendas distantias respondentes integris gradibus CBD anguli seu aequalibus arcubus eccentri CD; accessi et ad illas.

Quinto igitur (adnumero tibi tantum illas operationes, quae singulae 180 vicibus perficiuntur.) distantias prius inventas ab anomaliis mediis scrupulariis seu inaequalibus CBD, ad anomalias medias aequales seu integrorum graduum reduxi proportionaliter. Sed jam non amplius ut prius modo primo, CBD mansit anomalia; sed facta est per hanc distantiarum reductionem anomalia Eccentri: ut et modo secundo.

Anomaliam dico scrupulariam, quae non integrorum graduum numero exprimitur, sed adjuncta habet scrupula.

Sexto iisdem distantiis ut prius, quaesivi suas proportionales, quae scilicet sic se haberent ad distantias, ut distantiae ad radium 100000. Sed non erat necesse. Volui tamen in eventum omnem esse instructus.

17) longiore 137°. 51′ 23) perfectuum

Septimo et Octavo rursum addidi singulas, tam distantias AD, AC, quam earum proportionales AG, AF. prodibatque summa distantiarum ipsarum 36075562. Causam habes cap. XL, cur plus prodierit quam 36000000. Proportionalium vero summa prodiit 36384621.

In Tertio conatu rursum est, ut in secundo. CAD est anomalia tertia, CBD vel CD secunda, et AD, AC lineae confertiores, seu planum metiens earum summam scilicet planum CAD, est anomalia prima, quae dici solet Media.

Jam igitur in schemate priore, demonstrative quidem progrediemur, per coaequatam CAD elicientes anomaliam eccentri CBD, per hanc vero anomaliam eccentri CBD, distantiarum summam in CD arcu inventarum; et per hanc summam distantiarum addiscemus moram in arcu CD, seu anomaliam mediam: Vel conversa ratione commoditatis causa, si angulo CBD integrorum graduum (ut 45°.) quaeratur CAB, et excerpantur 45 distantiae justae; Haec inquam demonstrative quidem fiunt: At rursum, ut prius modo secundo, hoc pacto CAD fit anomalia vere aequata. quare CA manet suo loco, et DC orbita erit perfectus circulus. quod cum falsum sit, ut ostensum cap. XLIV, necesse est ergo distantias in longitudinibus mediis hic usurpari nimis longas, moras itaque fieri prolixiores justo, et in apsidibus breviores.

Et omnino quam proxime aequipollebit modus iste priori, per proportionales. Quantum enim illic proportionales totidem, quot erant distantiae, longiores erant quam ipsae distantiae, tanto fere jam plures distantias collegimus quam ante. Vide autem et effectum hujus calculi, securitatis caussa. Nam

ad anomaliam simplicem	proditur coaequata.	In vicaria vero,	Differentia	
48°. 38′. 31″	41°. 31′. 0″	41°. 17′. 6″	14′ +	Pene coin-
95. 13. 58	84. 45. 50	84. 37. 45	8 +	cidit cum
138. 45. 41	131. 1. 52	131. 7. 13	5 —	praecedente.[1]

Eccentricitas rursum justo minor arguitur. De caetero errores iidem qui in proxime praecedenti. Nam quod signa excessuum signis defectuum permutantur, fit quia hic differentia ostendit errores anomaliae coaequatae, illic anomaliae mediae. Atque hic est modus tertius. 243

In quarto conatu si ei medicina afferretur, fieret monstrum, CBD anomalia tertia: Planum CAD anomalia secunda. Summa vero FA, GA linearum confertiorum, anomalia Prima.

Proportionalium AG, AF, pro distantiis AD, AC, substitutione, qui quartus est modus, facturi sumus pro duabus tres partes aequationis. Nam planum CAD metitur distantiarum, CA, DA summam. Longe igitur minus est quam FA, GA linearum summa. Ac etsi medicinam afferamus similem illius, quae primo modo fuit adhibita: tamen duplicaturi sumus errores. Cum enim ipsae distantiae tolerari nequeant, ob nimiam suam in medio longitudinem; minus erunt tolerabiles proportionales, utpote longiores. Et si libet illas probare effectu calculi, invenies anomaliae mediae 53°. 23′. 56″ respondere coaequatam 46°. 0′. quae in vicaria proditur tantum 45°. 27′ circiter, differentia 33′, plane absurda.

Modus quintus et sextus

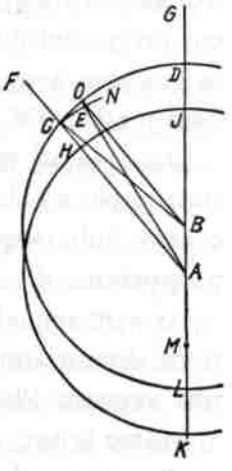
Cum igitur quatuor his modis nihil effecissem, tunc cum anomalia media et distantiis illi assignatis (operatione quinta.) transivi in tabulam hypotheseos vicariae capitis XVI, et anomaliae vere coaequatae. Resumatur schema alterum capitis XLVI. Tunc quia distantiae AF in gradus integros anomaliae mediae IBF vel IDH competentes competebant etiam in gradus et minutias anomaliae coaequatae IAH, quae in tabula dicta, respondebat ipsi mediae anomaliae IDH; Igitur

Nono reduxi has distantias a coaequatis anomaliis scrupulariis hypotheseos vicariae cap. XVI, nempe ab ipsis HAI inaequalibus, ad coaequatae HAI gradus singulos absolutos, hoc est partes aequales.

Decimo iisdem sic constitutis distantiis, quaesivi proportionales, ut in operatione secunda et sexta.

Vndecimo et duodecimo addidi singulas in suis classibus, fuitque summa distantiarum 35770014, summa proportionalium 35692048. Cum enim jam brevium distantiarum plures sint quam longarum (quia per hanc translationem distantiarum, longas omnes sursum traximus, et paucas effecimus; constituentes arcus IG viae Ovalis supra apud aphelium magnos, et sic tribuentes singulis gradibus anomaliae non FAB ut in primo modo, sed HAB hoc est vere coaequatae, singulas distantias; quorum graduum in superiori semicirculo non sunt plures quam in inferiore): hinc adeo fit, ut non tantum 360 distantiarum summa minor evadat quam 360 semidiametrorum, sed etiam proportionalium summa minor evadat quam erat summa ipsarum distantiarum. [1]

244 Quod igitur attinet quintum modum et distantiarum ipsarum summas, ratio rursum reclamat methodo aequationum huic innixae. Repetatur schema hujus capitis proprium, et revocentur in memoriam, quae dicta sunt de modo primo. In illo enim CAD anomalia distantiaria coaequata dividebatur in gradus aequales. ex quo fiebat, ut CD secaretur in partes inaequales et magnas, et haberet distantias paucas. unde accidentaria quadam medicina erroris arrepta, ex summa distantiarum in CD collegimus, distantiis illis competere breviorem arcum ED, ut AC in AE transferretur, et sic ED in partes aequales sectus et quolibet gradu sui una distantia instructus haberi posset. Hic vero non ex summa distantiarum in CD inventarum, sed ex commixtione hypotheseos vicariae cum hypothesi distantiarum capite XLVI instituta, jam facta et perfecta est translatio ipsius AC in AE, et anomaliae mediae (quam



27) revocetur

Nota quo respectu hic media. Vide margines superiores.

ad CA vel EA distantiam inveniendam in CD arcu numeravimus) tributus est arcus ED; sic tamen ut BE et AC non sint jam praecise paralleli ut modo primo. Hoc inquam jam factum per commixtionem hypotheseon nihil opus est rursum fieri per operationem, ut modo primo. Sed hoc solum quaeritur, an distantiae AC, AE paucae, hoc quinto modo collectae in unam summam, efficiant eandem aequationem Physice, quam commixtis duabus hypothesibus sortitae sunt artificialiter?

Vbi perpende, quomodo se habeant distantiae hac ultima vice accommodatae. Angulus igitur EAD, cujus terminus E distat a Sole distantia AC, hic angulus in aequales gradus hac ultima vice divisus est, et cuilibet tributa una distantia. Qua ratione jam ED arcus ovalis viae superstans illi angulo EAD abit in partes inaequales, et nimis paucas nanciscitur distantias. Itaque ex summa distantiarum in EAD nequit haberi anomalia media jam praeconcepta ex hypothesi vicaria.

In hoc quinto modo est quidem anomalia tertia EAD, et ejus anomalia media, (prima ordine) CD vel CBD, atque eadem etiam distantiaria ipsius CA vel EA distantiae. Sed planum EAD metitur aliquam summam distantiarum EA, DA, alienam ab hac coaequata EAD competentem scilicet temporis mensuram ipsi DN arcui, et DAN coaequatae. Rursum ergo monstrum.

Quemadmodum vero supra modo primo, cum CD nancisceretur justo pauciores distantias, diviso angulo CAD in gradus aequales, pro CD substituimus ED idoneum arcum illis distantiis: ita hoc quinto modo, cum ED nanciscatur justo pauciores distantias, diviso angulo EAD in gradus aequales, si rursum inartificialem medicinam luberet accipere, pro ED substitueremus ND, cui competant illae distantiae. *Sit pro quaerenda distantia* CA *media anomalia* CBD 48°. 44′. *Dato angulo* B, *et* CB, BA, *datur* CA 105784, *et* CAB 45°. *Illam vero* AC *jubet vicaria hypothesis transferre in* AE. *Et nos jam* ED, *quam indicat vicaria esse* 41°. 22′, *dividimus in gradus aequales, perque illas collegimus non plures quam* 41 *distantias et partem de* 42. *Illae vero in summam conjectae conficient anomaliam mediam minime sane aequalem primo susceptae* DC, *sed aliam* DO, *quae distantiam* AO *exhibet transferendam in* AN. Amphora coepit institui, currente rota cur urceus exit? Hoc enim quaerebatur, an omnes distantiae, quae sunt in gradibus aequalibus ED, conjectae in summam, ostenderent anomaliam mediam DC. At operatio respondit mihi de ND, et anomalia DO.[1]

Hic modus sextus levissima correctione eorum, quae opinio cap. XLV adhuc peccat, adhiberi potest etiam in verissima hypothesi Physica, estque succinctus et dilucidus.

Denique ad modum sextum, et proportionales convertamur, quae sunt aptae ad demonstrationem cap. XXXII. Etenim arcuum, qui ex centro Solis apparent aequales, quantitates verae in orbita, sunt in proportione distantiarum: ut quanto AE longior, tanto et ED. 245

At vere aequalium, in orbita, arcuum morae, sunt itidem in proportione distantiarum. Quanto enim ED longius distat ab A, tanto et diutius versatur Planeta in arcu ED.

Morae igitur, quas nectit Planeta in illis arcubus, qui ex centro Solis apparent aequales, sunt in dupla proportione distantiarum.

At sic etiam AF ad AH radium in dupla est proportione ipsius AC vel AE distantiae ad AH mediocrem. Itaque morarum, quas nectit

Planeta in gradibus anguli EAD aequalibus, mensurae sunt, lineae AG, AF, proportionales competentes ejusdem EAD anguli anomaliae vere coaequatae gradibus integris seu partibus aequalibus.

Probentur ergo sic proportionales distantiarum ad aequales gradus coaequatae anomaliae, ut supra hoc capite probatae sunt aliae etiam distantiae. Vt quia 35692048 summa distantiarum omnium 360, ad omnes 360 partes anguli ad Solem aequales, valet moram 360°, quid valet summa justa et correcta ad quoslibet gradus anomaliae coaequatae?

Hoc pacto invenitur.

ad anomalias coaequatas	Mediae anomaliae	Quas vicaria prodit	Differentia	
41	48. 24. 3	48. 19. 2	5 +	coincidit cum illis capitis XLIX.
81	91. 30. 39	91. 34. 8	3½ —	
91	101. 28. 10	101. 34. 7	6 —	
131	138. 28. 5	138. 39. 28	11 —	

Arguitur iterum eccentricitas minor justo: qua emendata, differentia supra ad 41° erit circiter 8′ +, infra circiter 7½ —. ut hic quoque apud apsidas Planeta non satis velox fiat; itaque plus justo distantiarum sit circa apsidas; minus igitur justo in longitudinibus mediis. Sed propinque admodum ad verum accedit, et cum methodo capitis IL plane coincidit. Nam si bene perpendas, idem hic actum, quod cap. IL. Illic partem aequationis Opticam seorsim computavimus, partem Physicam itidem seorsim: Hic vero utramque computamus junctim. Illic fictitios radios virtuosos introduxeramus, ut possemus epicyclo suum etiam opus asscribere extricandi sese ex illis fictitiis radiis (nulli enim in rei veritate radii in tanta tarditate circumeunt, in qua incedit centrum epicycli Planetarii, ut cap. XXXIX dictum.) Et tamen omnem vim Physicam circumferendi Planetae quod effectum attinet, Soli reliquimus, ut epicyclus tantummodo moderaretur distantias: Hic eadem virtute Solis sumus usi ad translationem Physicam; distantias vero itidem ex epicyclo computavimus, ejusque partes aequales temporibus dedimus aequalibus, hoc est anomaliae mediae gradibus aequalibus, ut vult opinio cap. XLV. etsi tandem sumpsimus distantias totidem in qualibet parte temporis, quot sunt gradus anomaliae coaequatae, illae tamen derivatae sunt ex distantiis anomaliae mediae, suntque longitudine eaedem. Et
246 tanto commodior est haec | forma, quod alteram persuasionem de motu Planetae epicyclico hic possumus deponere, et uno gradu ad veritatem causae Physicae propius accedere, relinquentes epicyclico nil nisi librationem in diametro, sed quae etiamnum vitiosa est, ut vel ex aequationi-

In hoc Sexto modo anomalia tertia est EAD, secunda ED, Prima vero est summa linearum AG, AF, ubi AF vel AC in AE translata intelligatur. Nihilo minus in computanda distantia AE hoc est AC, (ex qua fluit AF) DC vel DBC est etiam prima. Vt ita hic bis pingatur, quia duo investigantur, tempus et distantia.

bus his apparuit. Nam ut paulo ante ad modum secundum fuit adnotatum, haec praeoccupatio motus epicyclici nimia est, distantias exhibens nimis breves in longitudinibus mediis; ex quo fit, ut Planeta ibi loci modum excedat velocitatis, et in apsidibus a modo deficiat. Sed sufficit nos calculo exprimere opinionem cap. XLV. Quare etiamsi quis objiciat hic ex cap. XXXII, non posse constantem esse hanc proportionem diurnorum, eo quod partes eccentri, vicinae apsidibus, directe objiciantur Soli; intermediae ex obliquo, ut ita aliter appareant quam si directe objicerentur: hoc inquam si quis objiciat, respondebo sic ut cap. XLIX respondi: hanc intermediarum partium obliquitatem, addi a Planeta de suo, efficique per descensum; non igitur imputandum causae motrici ex Sole, nec eo turbari illam.

Habes igitur studiose Lector, ex tanto numero capitum et methodorum, methodos aequandi cum opinione cap. XLV consentientes, tantum duas; alteram hypothesi Physica cum epicyclo commixta in longitudinem ordinato, eamque cap. XLIX; alteram hoc capite, ejusque modo sexto, pro hypothesi Physica sinceriori; ubi epicyclus, nihil nisi descensum ad ☉ praestat; aut si quis illum vellet in latitudinem ordinare, rectum ad planum eclipticae. Et harum utraque diversis viis consentit in unum effectum. Quo tutius illis fidere poteris in examinanda opinione capitis XLV.

Et hactenus inani fiducia, inventarum verarum causarum Physicarum, de Marte denuo triumphatum esto. Nunc me nescio quis rumor ad novos tumultus novosque labores excitat.

CAPVT LI

EXPLORANTVR ET COMPARANTVR DISTANTIAE MARTIS A SOLE, IN AEQVALI VTRIVSQVE SEMICIRCVLI DISTANTIA AB APHELIO: SIMVL ETIAM EXPLORATVR FIDES HYPOTHESEOS VICARIAE

Dum in hunc modum de Martis motibus triumpho, eique ut plane devicto, Tabularum carceres, et aequationum eccentri compedes necto, diversis nunciatur locis, futilem victoriam, et bellum tota mole recrudescere. Nam domi quidem hostis, ut captivus, contemptus, rupit omnia aequationum vincula, carceresque tabularum effregit. Nulla enim methodus ex praescripto opinionis cap. XLV administrata Geometrice, vicariam hypothesin capitis XVI. (quae veras habet aequationes ex falsa

causa manantes) propinquitate numerorum potuit aemulari. Foris vero speculatores per totum eccentri circuitum dispositi, distantiae inquam genuinae, profligarunt meas causarum Physicarum ex cap. XLV accer-
247 sitas | copias, earumque jugum excusserunt, resumpta libertate. Jamque parum abfuit, quin hostis fugitivus sese cum rebellibus suis conjungeret, meque in desperationem adigeret: nisi raptim nova rationum Physicarum subsidia, fusis et palantibus veteribus, submisissem; et qua sese captivus proripuisset, omni diligentia edoctus, vestigiis ipsis nulla mora interposita inhaesissem. Vtramque rem ut gesta est ordine narrabo se-
10 quentibus aliquot capitibus.

Atque ut de primo dicam initio, prius plurium eccentri locorum distantias inquiram, quo sit plenior fides rei. Sit igitur nobis animus explorare distantias circa anomaliam mediam 90°. et 270°.

In anomalia media 87.

Anno MDLXXXIX D. VI Maji H. XI⅓ ♂ observatus fuit in 27°. 7⅓′ ♎ cum lat. 0°. 6⅔′ Bor. quo tempore colligitur locus ☉ verus 25°. 48⅔′ ♉, ejusque distantia a terra 101361. longitudo media Martis 7ˢ. 26°. 0′. 36″. ac propterea locus eccentricus 15°. 32′. 13″ ♏. Sed hypothesis nostra vicaria capitis XVI non assequebatur verum seu observatum Martis locum in situ acronychio intra 2⅓ minuta, ut ita in hoc subtili
20 negotio non liceat fidere computationi anomaliae coaequatae. Quare Methodo capitis XXVII. XXVIII. vel XLII. adjungam aliam observationem, liberiore tamen Methodo. Verum ut supra quoque cap. XII. monui, non saepius bis hoc loco est observatus. Duabus igitur observationibus oportet nos esse contentos. Associatur enim huic jam positae, altera ex anno MDXCIV. D. XXVIII. Dece. cujus diei mane H. VII¼ colligitur longitudo media Martis 7ˢ. 26°. 13′. 39′. paucis minutis priorem superans. Tunc itaque ♂, in altitudine graduum octo vel novem, observatus est a Spica Virginis 50°. 34′ distare. *Cum igitur steterit proxime eclipticam, in rectangulo igitur inter Spicam, ejus locum eclipticum, et*
30 *Martem, datur basis* 50°. 34′. *et latus inter Spicam et eclipticam* 1°. 59′. *nempe latitudo Spicae. Ergo latus reliquum est* 50°. 32′. 18″. *Quare cum fuerit Spica in* 18°. 11′ ♎, *Mars inciderit in* 8°. 43′. 18″ ♐. *qui locus declinat ab aequatore* 21°. 50′. 20″.

Compendium, data distantia Planetae latitudine carentis a stella Fixa cognitae latitudinis, inveniendi longitudinem Planetae.

Inventus autem est Mars declinare 21°. 41′. Ergo prae se tulit aliquantulam Septentrionalem latitudinem, scilicet 9′. 20″. Habuit autem et sequenti IV Jan. MDXCV adhuc Borealem latitudinem 3′. Quo confirmatur nostra observatio. Etsi vero assumpseris hanc justam latitudinem Martis, non alterabitur ejus locus eclipticus sensibiliter; ut tuto pronuncies ejus locum 8°. 43′ ♐. Et quia fuit Mars prope Solem, valde
40 igitur altus a Terra, et in parallaxi multo minori quam Sol, quam negli-

39) 8°. 43′ ♂

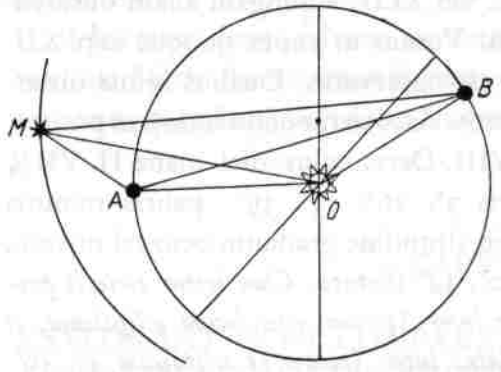
Modus, refractiones in longum et latum diducendae.

gemus. At non itidem et refractionem possumus negligere: quam jam removebo. *Fuit enim locus Solis* 16°. 47′. 10″ ♑, *distantia a Terra* 98232, *cujus Asc.* R. 288°. 12′. *quare oriebatur* 306°. 57′ *aequatoris, et cum eo* 29° ♐, *cujus angulus inter eclipticam et horizontem* 26°. *complementum* 64°. *Et quia refractio altitudinis ex tabella Fixarum refractionis exhibetur* 6′. 30″, *ex Solaribus* 11′, *in altitudine Sideris* 8½° *graduum; latitudini igitur debentur* 5′. 51″. *vel* 9′. 53″. *Latitudo illic* 3′. 29″ *Sept: hic* 0′. 33′ *Austr. Et refractio longitudinis* 2′. 39″. *vel* 4′. 34″.

Refractionum inquisitio ex latitudine.

Sequar autem ex duobus hisce refractionum modulis illum, qui per latitudines comprobatur, in hunc modum. *In priore observatione* | *fuit latitudo* 6⅔ *Borealis visa. Et quia Mars terrae propinquus, et angulus ad* ☉ 10°. 17′. *ad Terram* 28°. 41′. *haec igitur latitudo requirit inclinationem* 2′. 30″. *Erit igitur et in posteriore nostra observatione inclinatio* 2′. 30″. *pauloque minor, quod* 8′ *minutis simus Nodo propiores. Assumpta vero inclinatione* 2′. 30″. *cum hic angulus ad* ☉ *sit* 61°. *ad Terram* 38°. *necesse est sequi latitudinem* 1′. 50″ *S: circiter; indice nostra tabula Parallactica. Sed usurpatione refractionis Fixarum, latitudo nobis relinquebatur* 3′. 29″ *Sept: Solaris vero usurpatione redigebamur per* 0′. 33″ *in Austrum. Itaque hinc justo plus fuit in nostra refractione suscepta, inde minus. Intermedia itaque refractio justa fuerit, scilicet* 3′. 36″. Scilicet Mars nobis reponetur in 8°. 46⅓′ ♐. *Sit* O *Sol*, B. A. *puncta orbitae Telluris*, A *locus Terrae in priori observatione*, B *in posteriore*, M *Mars. Connectantur lineae. Et quamvis Mars non praecise redierit in eundem locum, in utroque tamen situ repraesentetur à linea* OM. *Est igitur* MAO 28°. 41′. 14″. *et* AO 101365. *Assumatur* MO *distantia Martis a Sole (quae hic quaeritur) quasi cognita, sitque* 154200. *Cadet igitur* OM *in* 15°. 31′. 3″ ♏. *Quod si* OM *in priori observatione est* 154200 *assumpta, in posteriori debet assumi brevior. Vnus quidem gradus hoc eccentrici loco mutat distantiam* 240 *particulis, qualicunque forma distantias extruendi utaris. Ergo cum hic differant longitudines mediae* 13′ *minutis, et subtracto modulo praeceßionis, tantum octo; pars proportionalis de* 240 *est* 32. *Quare in secunda observatione assumpsimus* OM 154168. *Sed et* OBM *scitur, scilicet* 38°. 0′. 40″, *et* OB *est* 98232. *Ergo datur* OMB 23°. 6′. 11″. *Quare* OM *secunda vice in* 15°. 40′. 9″ ♏, *differens a priori loco eccentrico per* 9′ *minuta. Debuit differre paulo amplius. Nam anomaliae mediae differebant per* 8′. 3″. *quibus in eccentri coaequata anomalia hoc*

Parallacticae usus in latitudinibus computandis.



3) 306°. 37′ 7) hic 0′. 53″ 15) Terram 38′ 27) igitur AMO 37) et OMB

loco respondent 7′. 49″. *His adde praeceßionem aequinoctiorum intermediam* 4′. 48″. *Accumulantur igitur* 12′. 37″. *Debuit igitur in* 15°. 43′. 40″ ♏ *cadere. Paulo igitur aliae sunt nobis suscipiendae distantiae* OM, *et quidem sic alterandae, ut* 2⅔′ *minutis circiter plus ab invicem discedant lineae ab* OM *repraesentatae. Terra enim in* A *versante, debet* OM *in antecedentia moveri; et in consequentia, Terra in* B. *Id autem fit, si* OM *auxeris: Vt primo loco sit* 154400, *secunda vice* 154368. *Tunc enim cadit* OM *primum in* 15°. 29′. 34″ ♏. *secundo in* 15°. 42′. 18″ ♏.

Est autem anomalia media primo tempore 87°. 9′. 24″. sequenti 87°. 16′. 30″. Atque haec in longitudine media priore.

In 87. Complemento anomaliae mediae.

Pro longitudine media altera serviet nobis observatio anni MDXCV mense Decembri, bene munita consensu aliquot dierum continuatorum; et ibi loci etiam Vicaria hypothesis ad unguem repraesentavit locum Martis acronychium Octobri praecedente. Adjungemus consensus causa et Octobrem anni MDXCVII. Reliquis annis observatus non est hoc eccentri loco. Nam cadit locus eccentricus in 10° ♊. Itaque Mars hoc
249 loco versans anno MDLXXX Novembri, fuit observatus ulti¹mò. Anno MDLXXXII in Octobrem incidit ejus in hunc locum adventus, cum nondum ferveret observandi studium; Anno MDLXXXIV in Septembrem, MDLXXXVI in Julium, MDLXXXVIII in Junium, MDXC in Aprilem, MDXCII in Martium, quibus temporibus Soli vicinus ob brevitatem et claritatem noctium in Dania, neglectus fuit: cum stellis Fixis, Lunae, Planetisque reliquis, quoties opportunitas aliqua fuit, essent intenti. Anni vero MDXCIII fine et MDXCIV initio, cum esset in quadrato ☉, observatio non ultra hunc aspectum est continuata: quia ad hanc quadraturam praecipue solent respicere Astronomi. Ergo anni MDXCV d. XVII Dece. vesperi H. VII M. VI visus est Planeta in 11°. 31′. 27″ ♉, cum latitudine 1°. 40′. 44″ Bor. Locus Solis fuit 5°. 39′. 3″ ♐. Distantia ejus a Terra 98200.

Colligitur autem longitudo media Martis 2ˢ. 2°. 4′. 22″.

Et quia aphelium 4ˢ. 28°. 58′. 10″. ideo distantia loci ab aphelio, retro 86°. 53′. 48″. Prius pene erat eadem porro, nempe 87°. 9′. 24″. Ergo haec duo loca pene absunt aequaliter ab aphelio. Respondet autem huic anomaliae simplici ex Vicaria nostra hypothesi, anomalia coaequata 76°. 25′. 48″. quae ablata a loco aphelii relinquit 12°. 32′. 22″ ♊ locum Martis eccentricum. *Sit* A *Terra,* O *Sol,* M *Mars. Datur* AO 98200. *Et quia* OM *in* 12°. 32′. 22″ ♊, AM *vero in* 11°. 31′. 27″ ♉. *ergo* AMO 31°. 0′. 55″. *Et quia* AO *in* 5°. 39′. 3″ ♐. *sed* AM *in* 11°. 31′. 27″ ♉. *ergo complementum* OAM 54°. 7′. 36″. *Hinc, quia ut sinus* AMO *ad* AO, *sic sinus*

11) anni MDCXV 15) anni MDCXVII 37) 11°. 31′. 37″ ♉

OAM *ad* OM, *prodit* OM 154432. Et quia locus hic 15′ minutis est apogaeo propior quam ille anno 1589: et hoc eccentri loco unus gradus efficit 240 particulas: itaque 60 particulae pro 15′ minutis adimendae sunt, quia distantiae ab aphelio, in locis remotioribus, sunt breviores, ut ita prodeat 154372. Vicissim, quia Nodus est circa 16°. 20′ ♉. locus eccentricus in 12°. 32′ ♊; distat igitur a Nodo 26°. 12′. Et inclinatio maxima planorum est 1°. 50′. Ergo inclinatio hujus loci est 48′. 32″. Cujus secans, superat radium particulis 10. quae sunt in nostra dimensione 15½. Itaque distantia ipsius puncti in orbita Martis a Sole, est 154387. Prius autem in hac ipsa distantia ab aphelio inveniebatur distare a Sole 154400 proxime. Ergo ad unguem aequales sunt horum punctorum eccentrici distantiae a Sole. Nam quae in posteriori desiderantur 13 particulae, sunt impraestabiles. Gaudebo, si intra 100 particularum incertitudinem ubique consistere potero.

Jam et annum MDXCVII adjungam, non tam ad confirmanda priora quae sunt per sese certissima, quam ut lectori occasionem praebeam observationes TYCHONIS cum aliorum observationibus comparandi; quo medio tandem intelligat, quanto nos beneficio vir ille affecerit. Extant quidem ejusdem authoris observata ad ultimos dies Octobris anni MDXCVII, sed radio capta in loco peregrino, nec ad calculum revocata per ipsum authorem, qui noverat distantias radio exceptas, tabella quadam parallaxeos oculi adhibita corrigere, ut in progymnasmatis monuit. Cum itaque diversissimae eodem momento distantiae sint ascriptae, (forte quod correctae juxta observatas sunt positae.) mittendae sunt. Observavi autem ego eodem momento absens in Styria, idque mirabile dictu, TYCHONIS BRAHEI oculis, ad littus maris Balthici versantis. Observationis series ista. Risum teneatis amici.[1]

Anno MDXCVII die Saturni VIII Novemb. vel XXIX Octob. mane Mars nondum erat in linea ex duodecima Geminorum in quartam. Die sequenti jam erat egressus illam: vicinior nonae quam duodecimae, et in linea ex 11. in 9. item in linea ex 1. in 5. praecise: aut paulo admodum orientalior. Et quinta fuit media inter primam et Martem.

Ex hisce locus Martis elici potest, assumptis certissimis stellarum locis ex catalogo TYCHONIS BRAHEI, quos meos oculos jam profitebar. Sed quia Nona non est relata in catalogum BRAHEI (nam pro ea loco nono est alia, distans a Ptolemaica ultra 3 gradus, et minor omnibus) ideo latitudinem Martis advocabimus in consilium. sufficit enim nobis mediocris ejus cognitio. *Invenitur autem longitudo media Martis ad mane diei XXIX Octob. horam quintam (probabilem, cum horam non adscripserim)* 1^{s}. 29°. 10′. 43″. *Quare locus eccentricus in* 9°. 43′ ♊, *distans a Nodo per* 23°. 20′. *Inclinatio igitur* 43′. 52″. *Sol vero in* 15°. 40′ ♏, *et Martis locus*

visus ex anticipato circiter 12½° ♋. *Quare latitudo* 1°. 36′. 24″. Computetur, quaenam sit longitudo puncti in linea ex duodecima in quartam, habentis latitudinem 1°. 30⅓′ Boream. *Cum igitur sit quarta in* 9°. 54′ ♋ *lat.* 7°. 43′ *Bor. Duodecima in* 12°. 56′ ♋ *lat.* 0°. 13½′ *Austr. Erit puncti nostri longitudo proportionaliter* 12°. 16′. 17″ ♋. *Mars vero nondum hic fuit die XXIX Octobris: et die XXX jam transierat. Diurnus non fuit major V minutis, cujus dimidium* 2½′, *ut die XXX mane fuerit in* 12°. 18½′ ♋. *et quidem anno MDC completo; Sed ut anno MDXCVII in* 12°. 16′ ♋. Tria minuta erroris in latitudine, vix unum queunt efficere in longitudine. Quare sat certus est locus. *Si etiam per primam et quintam explores, in ea linea punctum, cujus latitudo sit* 1°. 30½′, *cadit in* 12°. 9′ ♋. *Et Mars erat orientalior, hoc est, magis in consequentia, scilicet in* 12°. 16′ *proxime, aut paulo ante, intermedius etiam. Quare latitudo comprobatur à nobis computata. debet enim et ipsa proxime esse intermedia, et est quidem. Nam inter* 1°. 30½′ *Martiam et quintae* 5°. 42½′ *interest* 4°. 12′, *inter hanc et primae* 10°. 2′ *interest* 4°. 20′ *media.*

Sit igitur Mars in 12°. 16′ ♋. Anno MDXCVII die XXX Octob. mane hora V invenitur locus Solis 16°. 38′. 8″ ♏. Distantia 98820. Longitudo media 1ˢ. 29°. 42′. 10″. Aphelium 4ˢ. 28°. 57′. 10″. Anomaliae mediae complementum 89°. 15′: Coaequatae 78°. 43′. 23″, Locus eccentricus 10°. 13′. 47″ ♊. Quare hinc elicitur distantia 153753. At quia per 2°. 6′ profundius absumus ab aphelio quam prius, addemus bis 240,

particularum summam, uni gradui debitam	240
	240
Et decimam partem	24
Item et alias 15 particulas, ut pro linea in plano eclipticae efficiatur linea in plano orbitae Martis	15
	153753
Prodit	154272
Prius	154400
Differentia	128

251 Quod si tria minuta adimas loco Martis, et fuerit in 12. 13 ♋, quod stante nostra observatione fieri potest, praesertim si et hora alia fuerit, jam conciliata erit haec differentia.

Secundo idem probabo in partibus aphelio propioribus. Anno MDLXXXIX D. V Aprilis hora XI M. XXXIII visus est Mars in 7°. 31′. † 10″ ♏ latitudine 1°. 28′. 13″ Bor. meridiano proximus, itaque in nulla variatione horizontali. Colligitur longitudo media 7ˢ. 9°. 46′. 8″. Et est aphelium in 4ˢ. 28°. 51′. 8″. Ergo anomalia media 70°. 55′. 0″. cui respondet per vicariam anomalia coaequata 61°. 17′. 35″. Itaque locus

In anomalia media 71 gr.

14) inter 1°. 3½′ 16) Anno MDCXVII 36) 10″ ♍

eccentricus in 0°. 8′. 43″ ♏. Locus Solis 25°. 52′. 43″ ♈. Distantia ejus a Terra 100560. Angulus ad Terram 11°. 38′. 27″. Ad Planetam 7°. 22′. 27″. Ergo distantia Martis a Sole 158090. Rursus autem ne sic fidamus loco eccentrico, propter errorem duorum vel trium circiter scrupulorum, quem vicaria committit hoc eccentrici loco, adsciscemus sociam ex Anno MDXCI D. XIX Feb. cum mane hora V½ Mars videretur distare ab Australi lance ♎ 28°. 11′. (quae eo anno fuit in 9°. 23½′ ♏;) cum latitudine Boreali 0°. 26′. Itaque Mars cadit in 7°. 24½′ ♐ circiter. Cum autem is locus eccentricus declinet ab aequatore per 21°. 39′. 10″, Martis declinatio visa est 20°. 50′. 30″. Itaque latitudo 48′. 40″. Vnde corrigitur longitudo, quae fit 7°. 34⅓′ ♐. Est vero longitudo media 7ˢ. 8°. 21′. 47″. Cui respondet coaequata 59°. 57′. 38″, et locus eccentricus 28°. 51′ ♎. Ergo angulus ad Planetam 38°. 43′. 20″. Locus Solis 10°. 14′. 25″ ♑. Ergo angulus ad Terram 87°. 20′. 0″. Et distantia Solis a Terra 99210. Quare hic prodit distantia Martis a Sole 158428, longior quam prius, quia hic etiam propiores sumus aphelio per 1°. 26′. 30″. Debentur autem de distantia uni gradui particulae circiter 220 hoc loco eccentri: toti differentiae graduum, particulae 317: sic ut hic locus, si ad consimilem anomaliam cum superiori referatur, habeat distantiam 158111 admodum praecise. Vnde arguitur, junctas has binas observationes, methodoque in superioribus tradita tractatas, locum eccentricum ostensuras plane eundem cum nostra vicaria, cum tamen ob vicinitatem gradus 17° ♏ in periculo versemur erroris unius atque alterius scrupuli. Adde quod in posteriori harum, distantia ab Aquila prodatur 54°. 12′. quod cum caeteris observationis circumstantiis intra 12′ minuta non consentit: itaque haec observatio non sit plane certissima. Addendum autem etiam exiguum aliquid ob latitudinem.

In longitudine simili alterius semicirculi occurrit apta observatio Anno MDLXXXII D. XII Novemb. mane hora VI¾ cum esset locus Solis 29°. 35′. 17″ ♏. Distantia 98503. Longitudo media ♂ 2ˢ. 15°. 10′. 20″. Aphelium 4ˢ. 28°. 44′. 20″. Quare complementum anomaliae mediae 73°. 34′. et coaequatae 63°. 45′. 18″. Quare locus eccentricus 24°. 59′. 2″ ♊. Tunc inquam observatus est Planeta in 26°. 35′. 30″ ♋, ut fuerit angulus visionis seu ad Terram 57°. 0′. 13″: ad Planetam vero 31°. 36′. 28″. Quibus elementis conficitur, distitisse Planetam a Sole 157631. Et quia prius anomalia fuit 70°. 55′, jam 73°. 34′, humiliores igitur sumus per 2°. 39′. quibus in proportione prius indicata, debentur particulae 586. Itaque ex analogia hujus observationis competit in consimilem anomaliam cum superiori 158217, ubi rursum ob latitudinem pene tantundem aut paulo plus est addendum quam prius. Diffe-

In 71 complemento anomaliae mediae.

32/33) 24°. 29′. 2″ ♊ 36) 147631

rentia 127 circiter, quae excusatur incertitudine observationum priorum. Est enim perexigua et in nostro negocio contemnenda, ubi de 1800 aut 3600 aut ampliori aliquo disputamus.

Sed ascendamus adhuc superius, versus aphelium, et exploremus etiam illa loca, ubi ex demonstratis cap. VI. luxatio eccentrici per medii motus Solis cum vero permutationem omnium contingere potest evidentissima; nempe in apogaeo Solis et Cancri dodecatemorio. In 43. Complemento anomaliae mediae.

Anno MDXCVI D. IX Martii vesperi hora VII M. XL, cum esset locus Solis 29°. 31′. 24″ ♓; distantia a Terra 99764; longitudo media Martis 3ˢ. 15°. 35′. 0″; aphelium 4ˢ. 28°. 58′. 31″; anomaliae mediae complementum ad circulum integrum 43°. 23′. 31″; coaequatae 36°. 40′. 2″; locus eccentricus ex vicaria 22°. 18′. 29″ ♋: visus est Planeta in 15°. 49′. 12″ ♊. Lat. 1°. 47′. 40″ Bor: Fuit igitur angulus ad Terram 76°. 17′. 48″, ad Planetam 36°. 29′. 17″. Ergo distantia Martis a Sole 162994 seu verius puncti in plano eclipticae, quod corpori Martis perpendiculariter subest.

Sed et huic securitatis causa adjungatur observatio alia. Fuit autem Mars praecise eodem in loco sub Fixis anno MDLXXXIV D. XXV Nov. hora X M. XX, cum esset Sol in 14°. 0′. 3″ ♐, distans a Terra 98318. anomalia media nihil sensibiliter differens a priori, quia aphelii motus est paulo admodum velocior, motu Fixarum. Ergo locus eccentricus idem, si praecessionem 9′. 45″ subtrahas, scilicet 22°. 8′. 44″ ♋. Visus autem fuit Planeta die XII Nov. hora XIII M. XXVI. in 23°. 14′. 5″ ♌ cum latitudine 2°. 12′. 24″ Bor. Sequenti XX. Novemb. hora 18°. 30′ astronomice, apparuit in 26°. 0′. 30″ ♌. Itaque diebus VIII horis V promotus est per 2°. 46′. 25″. in Magino per 2°. 48′. Cum ergo nostrum tempus aliis IV diebus, et 15°. 49′ horis sequatur, quibus ex Magino motus 1°. 28′ competit, addemus nos 1°. 27′ ad analogiam priorum. Itaque Mars videri potuit in 27°. 27′. 30″ ♌ proxime. Quare angulus ad Terram 73°. 27′. 27″, ad Planetam 35°. 18′. 46″. Quare hic distantia Martis a Sole 163051. excedens priorem particulis 57. quae levissima mutatione loci eccentrici absorbentur, ut quidem vicaria hic non est usque ad unicum scrupulum fidelis. Sed et in applicatione observationis peccari levissimum aliquid facile potuit.

Pro longitudine consimili in semicirculo altero resumemus observata capitis XXVII. ubi extruxi distantiam paulo minorem quam 163100 ex prosthaphaeresi observationum, ex puris observationibus vero 162818 similiter ut prius in plano eclipticae. Est autem in uno temporum illo loco allegatorum, scilicet anno MDLXXXIX D. XI Feb. mane hora V M. XIII, longitudo media 6ˢ. 12°. 38′. 44″; aphelium 4ˢ. 28°. 50′. 57″; In anomalia media 43.

23) die XI Nov.

Anomalia media igitur 43°. 47′. 48″, humilior quam prior nostra, per minuta 24′. quibus illo eccentrici loco competunt 64 particulae circiter. Itaque distantia quae in anomalia 43°. 48′ fuit minor quam 163137 | ex 253
hac analogia in anomalia 43°. 24′ rursum augebitur, ut sit quam proxime 163100 in hoc semicirculo, in priori erat 163051 vel 162996. Rursum impraestabili propinquitate.

Notandum autem, quod capite XXVII quod hic allego, observationes coegerunt adimere loco eccentrici, ex vicaria nostra computato 1′. 30″ in 5½ ♒, idque per observationes annorum MDLXXXV. MDLXXXVII. MDLXXXIX. MDXC. Secundo idem testabatur supra capite XVIII. observatio acronychia anni MDLXXXIX. in 5 ♏, adimenda scilicet esse vicariae nostrae $2^1/_5'$. Et anno MDXCI in 26° ♐, adhuc adimendum erat unum. Tertio, hoc ipso capite circa 16° ♏ voluerunt observationes annorum MDLXXXIX et MDXCIV, adimi loco eccentrico ex vicaria nostra computata scurpula 3½. Itaque hoc sic constans est circa longitudinem mediam hujus semicirculi.

In anomalia media 12.

Similiter et proxime aphelium, resumemus observata capitis XXVIII, ubi in anomalia media 11°. 37′ inventa est distantia (sine correctione ob latitudinem) 166180 vel 166208. Hoc in semicirculo descendente. At in consimili anomalia semicirculi ascendentis fuit circa sequentia tempora.

In 12. gr. Complemento anomaliae mediae.

Anno MDLXXXV D. XXIV Januarii H. IX. cum esset locus Solis 15°. 9′. 5″ ♒; distantia ejus a Terra 98590; longitudo media Martis 4ˢ. 16°. 50′. 10″; aphelium 4ˢ. 28°. 46′. 41″; anomaliae mediae residuum ad circulum complendum 11°. 56′. 31″; quare locus eccentricus ex vicaria 18°. 49′. 0″ ♌: visus est Planeta in 24°. 9′. 30″ ♌. latitudine 4°. 31′. 0″ Bor. Fuit igitur angulus ad Terram 9°. 0′. 25″, ad Planetam 5°. 20′. 30″. Ergo distantia Martis a Sole 165792. Sed si vicariae hypothesi hic adimas 1′. 30″ scrupula, quod supra cap. XVIII. in computatione oppositionis acronychiae apparuit necesse esse; angulus ad Planetam fiet 5°. 19′. et distantia Martis a Sole 166580. Vsque adeo facile hic mutatur distantia, ob Martis et Terrae propinquitatem. Adhibebimus igitur securitatis causa loca alia.

Anno MDLXXXVI D. XVI Decembris, mane hora VI½, cum esset Sol in 4°. 16′. 51″ ♐; distans a Terra 98200; longitudo media Martis 4ˢ. 18°. 39′. 9″; residuum anomaliae mediae 10°. 9′. 41″; locus eccentricus ex vicaria 20°. 20′. 30″ ♌: inventa est declinatio Martis 3°. 54′; ascensio recta ex Arturo et Spica 177°. 27′; quare longitudo 26°. 6′. 24″ ♍; latitudo 2°. 35′; hinc angulus ad Terram 81°. 49′. 33″, ad Planetam 35°. 45′. 54″. et distantia 166311, sed subtractione 1′. 30″ de loco eccen-

10) MLXXXIX. 29) 1°. 30″

trico 166208. Et minor in priore distantia ab aphelio 11°. 37′ circiter 70 particulis. itaque vel 166241 vel 166138.

Anno MDLXXXVIII D. VI Novemb. mane H. VI M. L, cum esset locus Solis 24°. 3′. 43″ ♏; distans a Terra 98630; Martis longitudo media 4ˢ. 20°. 47′. 35″; residuum anomaliae 8°. 2′. 51″; locus eccentricus ex vicaria 22°. 7′. 48″ ♌: visus est ♂ in 23°. 16′ ♍, lat. 1°. 37′. Quare angulus
254 ad Terram | 60°. 47′. 43″, ad Planetam 31°. 8′. 12″. Et distantia igitur Planetae a Sole 166511. sed per subtractionem 1′. 30″ de loco vicariae, 166396. et ex hac analogia in majori distantia ab aphelio scilicet 11°. 37′, diminutior circiter 110. quare vel 166401, vel 166286. ubi discrepamus a priore per 150; et si stante correctione loci eccentrici medium harum assumpserimus, 166230: ut parum aliquid in observando peccatum esse dicamus, in partes contrarias utriusque observationis annorum MDLXXXVI et MDLXXXVIII, a distantia semicirculi descendentis, differemus parum. Poterit hoc ipsum quoque discrimen aboleri per retractionem nonnullam aphelii, de qua postea. Itaque etiam proxime aphelium, quantum sensus judicare potest, easdem invenimus distantias a Sole, in eadem utriusque semicirculi habitudine ad aphelium.

Sunt quidem omnes tres observationes factae, Marte Orientali; nulla, Marte Occidentali. deficiunt enim observata reliqua. Itaque tutius fortasse stabimus a distantia semicirculi descendentis.

Tertio sit idem quod supra nobis explorandum infra longitudines medias, versus perihelium.

n anomalia media 113 gr.

Anno MDXCI noctis post diem XIII Maji hora I M. XL post mediam noctem, cum esset Sol in 2°. 8′. 43″ ♊; distans a Terra 101487; Martis vero longitudo media 8ˢ. 22°. 18′. 4″; anomalia 113°. 24′. 4″; coaequata 103°. 15′. 48″; quare locus eccentricus ex vicaria 12°. 9′. 48″ ♐ (vel per analogiam vicini 26 ♐ jam modo memorati, 12°. 8¾′ ♐.); visus est Mars in 2°. 24½′ ♎, latitudine 2°. 15′ Merid: Angulus igitur ad Terram 30°. 15′. 44″, ad Planetam vero vel 20°. 14′. 39″ vel 20°. 15′. 42″. Quare distantia Martis (vel puncti eclipticae) a Sole 147802 vel verius 147683. ubi vides unius scrupuli errore, in loco eccentrico, perire nobis 120 particulas nostrae dimensionis, in tanta Martis et Terrae propinquitate, tantaque vicinitate oppositi Solis loci. Itaque minima hic non sunt persequenda. Porro bene munita est haec observatio, circumstantibus aliis frequentium dierum, usque in diem oppositionis cum Sole. Cum autem distet 12 gr. 10 min. ♐ a Nodo, 26½° circiter partes: igitur hujus loci

2) particulas 4) 24°. 3′. 34″ 6) est in 7) ad Solem 60° 31°. 8′. 3″.
10) 166296

secans inclinationis superat radium particulis 11 circiter, quae sunt in nostra dimensione circiter 15 aut 16, ut ita ipsius Martis a Sole distantia hic fiat quam proxime 147820 vel 147700.

In 113 gr. complemento anomaliae mediae.

Pro consimili distantia ab aphelio, semicirculi alterius, resumemus observata capitis XXVI. ubi extruxi distantiam Martis a Sole circiter 147443 vel 147700 vel 147750. Est autem in uno temporum illic notatorum, scilicet anno MDXC D. IV Martii hora VII$^{1}/_{5}$, longitudo Martis $1^{s}.4°.11'.20''$. Quare anomaliae mediae complementum ad circulum 114°. 41'. Itaque hic humiliores sumus ab aphelio quam prius, uno gradu et 17′ minutis. Et uni gradui competunt 230 particulae, hoc eccentrici loco. Ergo distantia gradus 113°. 24′ in semicirculo | ascendente esset (ex 211 analogia cap. XXVI. observationum) 147743 vel 148000 vel 148050. Inventus vero hic in descendente 147820 vel 147700. Differentia circiter 350 vel 180 particularum, vel nullius; paulo incertiuscula. Nam etiam pejuscule habent observationes, Marte in perigaeo versante, ob humilitatem Zodiaci et alia multa. Et vides cap. XXVI. illic veram distantiam dubio assensu fluctuare inter 147443 et 147750, differentia 300 particularum quae sunt in praesenti negocio non magni momenti, Marte tam humili et Soli seu centro Mundi vicino.

Sed et hic profundius versus perihelium descendamus, et rem eandem exploremus 22 circiter gradibus ante et post perihelium.

In anomaliae mediae complemento 162.

Anno MDLXXXIX D. III Decemb. hora V M. XXXIX, cum esset locus Solis 21°. 44′. 56″ ♐, distaretque is a Terra 98248, et longitudo media Martis $11^{s}.16°.27'.53''$, anomaliae complementum 162°. 24′. 11″, et locus eccentricus coaequatus 20°. 4′. 32″ ♓: visus est Mars in 15°. 25′. 33″ ♒, lat. 1°. 11′. 47″ Mer. Sed quia supra cap. XLII. inventa est vicaria nostra nonnihil peccare circa perihelium: adsciscemus igitur loca alia, quotcunque nancisci poterimus, atque ex iis methodo capitis XLII quaeremus simul distantiam Martis a Sole, simul etiam locum eccentricum veriorem.

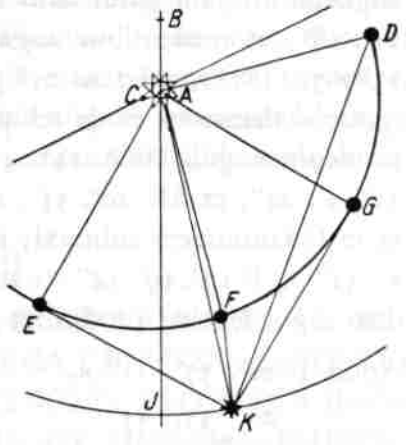
Anno igitur MDXCI D. XVI Octob. H. VI M. XXVIII, cum esset Sol in 2°. 39′. 15″ ♏, distans a Terra 99142, longitudo media Martis $11^{s}.13°.53'.57''$, anomaliae complementum 165°. 0′. 9″, locus eccentricus ex Vicaria 16°. 59′. 14″ ♓: visus est in 1°. 27′. 18″ ♒ lat. 2°. 10′. 52″ Merid.

Sic anno MDXCIII D. VIII Sept. H. X M. XXXVIII, cum esset Sol in 25°. 41′. 0″ ♍, distans a Terra 100266, longitudo Martis media $11^{s}.17°.10'.17''$, anomaliae complementum 161°. 45′. 28″, et locus eccentricus ex vicaria 20°. 53′. 54″ ♓: inventus est Planeta in 8°. 53′. 51″ ♓. latitudine 5°. 14′. 30″ Meridiana.

33) complementum 65°. 0′. 9″

Denique anno MDXCV D. XXII Julii mane H. II M. XL, cum esset Sol in 7°. 59′. 52″ ♌, distans a Terra 101487, longitudo media Martis 11ˢ. 14°. 9′. 5″, et anomalia 164°. 48′. 55″, quare per vicariam nostram locus eccentricus 17°. 16′. 36″ ♈: inventus est visibilis locus Martis, ex lectissimis observationibus in 4°. 11′. 10″ ♉. lat. 2°. 30′ Merid. Bis igitur habemus Martem loco opportunissimo, scilicet in quadrato Solis, cum et loca Terrae et Martis quadrato distent.

Itaque secundum methodum capitis XLII, loca sideris in eccentrico probanda sumam; et ponam initio distantiam Martis primo tempore fuisse 139212. Quare sequentes fuerunt 139033, 139258, 139045. In tanta enim propinquitate anomaliarum facile scitur connexio, ut hactenus. Sit A Sol: D. G. F. E. loca Terrae A. MDLXXXIX. MDXCI. MDXCIII. MDXCV. K locus Martis quater idem, (etsi in observationibus non sit plane idem.) Connectantur | puncta. Dantur AD, AG, AF, AE, quoad situm et longitudines. Et suscipitur longitudo AK quater. Sunt autem et DK, GK, FK, EK, lineae visoriae notae situ suo. Ergo dantur ADK, AGK, AFK, AEK. Per oppositionem igitur laterum cum angulis, dantur et DKA, GKA, FKA, EKA. quare situs ipsius KA quater.



			Anomalia	AK
DA	21°. 44′. 56″ ♐	98248	DK 15°. 25′. 33″ ♎	162°. 24′. 11″	139212
GA	2. 39. 15 ♏	99142	GK 1. 27. 18 ♎	165. 0. 9	139033
FA	25. 41. 0 ♍	100266	FK 8. 53. 51 ♈	161. 45. 28	139258
EA	7. 59. 52 ♌	101487	EK 4. 11. 10 ♉	164. 48. 55	139045

	Compl.		Prodit		Quare AK		Vicaria	
ADK	53°. 40′. 37″	DKA	34°. 39′. 23″	20°. 5′. 16″	♈	20°. 4′. 32″	♈
AGK	88. 48. 3	GKA	45. 28. 27	16. 55. 45	♈	16. 59. 14	♈
AFK	16. 47. 9	FKA	12. 0. 4	20. 53. 55	♈	20. 53. 54	♈
AEK	86. 11. 18	EKA	46. 44. 30	17. 26. 40	♈	17. 16. 36	♈

Cum igitur hic primus et tertius locus admodum prope consentiant, putabit inconsideratior aliquis, standum ab illis, caeteros utcunque conciliandos. quod ipse quoque diu admodum tentavi. Sed cum conciliari non possent secundus et quartus, esset vero magna vis harum obser-

27) GK 1. 27. 16 31) ADK 53°. 40′. 57″ 22°. 4′. 33″ (Vicaria)
32) GKA 35. 28. 27

vationum, propterea quod in quadrato ☉ utriusque visus sit Planeta, et in quadrilatero AEKG omnia prope latera angulique aequales sint, ideo sic transegi. Vides ex vicaria distare debere AK secundae observationis ab AK quartae, scrupulis 17′. 22″. At per hanc assumptionem longitudinis, AK distant per 30′. 55″. Nimium igitur per 13′. 33″. Cumque omnes anguli quadrilateri sint propemodum aequales, bipartitus sum excessum hunc, et 6′. 46″ addidi ad angulos EKA, GKA. Nam in E observatione, linea AK nimium processerat, in G non satis processerat. Retractis ergo AK versus E, G; et EK, GK manentibus (ponimus enim observationes esse certissimas.) omnino anguli apud K augebuntur. Jam igitur datis angulis GKA, 45°. 35′. 13″ et EKA 46°. 51′. 16″. et manentibus angulis G E et lineis GA, EA, prodiit AK 138765, 138787, differens 258 particulis a nostra assumptione. Totidem igitur si demamus et de reliquis duabus AK, ut sint 138954, 139000, prodeunt anguli DKA 34°. 43′. 47″. et AK 20°. 9′. 40″; FKA vero 12°. 1′. 24″, et AK 20°. 55′. 15″. Sed quia prius in G addidi 6′. 46″, et in E tantundem subtraxi; reposui ergo locos eccentricos in G 17°. 2′. 31″ ♈, E 17°. 19′. 54″ ♈: augens locum vicariae per 3′. 17″. Tantundem ergo debebat prodire et apud D. scilicet . . . 20°. 7′. 49″ ♈.

Apud F 20°. 57′. 11″ ♈.
20. 55. 15
1. 56 minus

Hic vero inveni 20. 9. 40
Differentia 1. 51 plus

Itaque et reliquos duos locos sat propinque adduxi. Nam peccatis suis ultro citroque veritatem stant, quod facit ad securitatem. Et duorum scrupulorum errorem his locis ob Zodiaci humilitatem et variationes horizontales observationi tribuere nihil est insolens. |

In descendentis semicirculi consimili anomalia non suppetunt plures una observationes, sed quae satis sit certa. Anno enim MDXCIII nocte quae sequebatur XXIX Junii H. I M. XXX post med. noctem, cum Sol esset in 17°. 25′. 42″ ♋ distans a Terra 101760, longitudo Martis 10^{s}. 10°. 1′. 29″, anomalia 161°. 5′. 29″, et ideo Martis locus 6°. 10′. 5″ ♒; visus est in 13°. 37′. 22″ ♈. latitudine 4°. 37′ Merid. Hinc complementum anguli ad Terram fuit 56°. 11′. 46″, ad Planetam, seu parallaxis orbis annui, 37°. 27′. 23″. Vnde prodit distantia Martis a Sole 139036. Supra vero in anomalia 161°. 45′. 28″, ubi distat Mars ab aphelio 40′ scrupulis longius quam hic, inventa et constituta est distantia 139000. Et haec 40′ minuta hoc eccentrici loco efficiunt particulas 52. Igitur hic quoque ex analogia nostrae anomaliae evaderet in anomalia 161. 45½. distantia 138984 admirabili et certe suspecto consensu. Nam

20) 20°. 57′. 8″ 21) 20. 55. 17 22) 1. 43

omnia adeo certa et exquisita esse vix possunt. Vtrinque autem nonnihil augendae sunt distantiae ob inclinationem maximam hoc loco eccentrici.

Ex hac igitur longissima inductione, per plurima loca eccentrici, apparet, distantias Martis a Sole illas invicem aequales esse, quarum puncta orbitae aequaliter remota sunt ab aphelio, quod cap. XVI. et XLII. investigavimus. quod est evidens argumentum aphelium illud recte habere: per VII. tertii EVCLIDIS.

Comprobantur una et distantiae Solis a Terra, quae supra cap. XXIX. extructae, hic jam varie usurpatae officium faciunt. nec ulla magna discrepantia numerorum extitit, quae de illarum vitio testari posset.

Quae igitur ex hujus capitis observationibus, exque inventis per eas distantiis, in conformationem itineris Planetarii redundant, quorum caussa illas produximus hoc capite, ea differemus in caput LV exponere. Prius enim sequenti capite LII ex his aliud aliquid demonstrandum, et cap. LIII plures adhuc observationes in testimonium adducendae sunt.

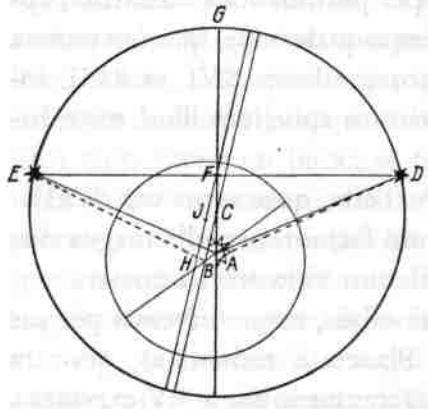
CAPVT LII

DEMONSTRATIO PER OBSERVATIONES CAPITIS LI. ECCENTRICVM PLANETAE NON CIRCA CENTRVM EPICYCLI SOLIS, SEV PVNCTVM MEDII LOCI SOLIS, SED CIRCA IPSISSIMVM CORPVS SOLIS ORDINARI: ET LINEAM APSIDVM, NON PER ILLVD, SED PER HOC TRANSIRE

Opportune accidit, ut distantiae capite LI. inventae, nos etiam de eo edoceant, quod capitibus VI. XXVI. et XXXIII. promissum, consilio
258 huc usque distuli. Nam si recte Ego [1] eccentricum Martis super ipsum corpus Solis extruxi, necesse est, vere etiam Planetam in partibus, quae sunt circa 29° ♌, longissime a Sole abesse: quae vero in utroque semicirculo, hunc 29° ♌ aequalibus sequuntur intervallis, aequaliter abesse a Sole, inaequaliter a puncto, Solis vicario; quod BRAHEO est centrum epicycli Solis; minus scilicet, quae in semicirculo descendente. Quo obtento, sequetur ultro, partes circa 24° ♌, non abesse longissime, neque a corpore Solis, neque a centro mundi Copernicano, quod est BRAHEO centrum epicycli Solis, idemque centrum affixionis systematis Planetarii: et partes a 24° ♌ in utroque semicirculo aequali arcu discedentes, distare et a Sole, et ab ejus puncto illo vicario inaequaliter. *Exponatur enim centrum Solis* A, *linea apsidum Martis* AC, *eccentricitas* AC, *et* ED *eccentricus*, *centro* C: *sitque* F *punctum supra* AC, *aequatorium punctum;* G *aphelium;* GFE, GFD *aequales: et connectantur* EA, DA, *quae erunt*

1) exequisita

aequales, ut jam est demonstratum. Ejiciatur autem per A *linea* AB *in* ♑; *et ab* A *versus* ♑ *extendatur* AB, *quantitate* 1800, *qualium* AC 14140 *fuit capite* XLII, *et* AE, AD, 154400: *et centrum* B *sit orbis Terrae. Quia ergo* BA *vergit in* 5½° ♋, AE *in* 15½° ♏, *angulus igitur* EAB *est circiter* 50° *et acutus,* EBA *obtusus; quare longior* EA *quam* EB. *Pariter cum* BA *vergat in* 5½° ♋, *sed* AD *in* 12½° ♊, *ergo* BAD *est* 157°, *et* ABD *acutus admodum; quare brevior* AD, *vel ei aequalis* AE, *quam* BD. *Multo igitur brevior* BE *quam* BD; *idque plane sensibiliter. Nam qui possumus contemnere* AB 1800 *et eo amplius, cum ne* 200 *quidem erroris observationes tolerare poßint? Quare partes eccentri semicirculorum oppositorum, aequaliter a* G *distantes, puta* E D, *a nullo punctorum extra centrum aequaliter absunt, praeterquam a punctis in linea* CA, *per corpus Solis transeunte.*



Sed inquias, connexis BC, *et linea continuata, fit nova apsis, qua linea secat circulum: atque illi apsidi, punctum* D, *propius est quam* E: *nil igitur mirum, et longiorem* BD *esse? Respondeo. qualescunque lineae ejiciantur, semper manent* AE, AD: *quia sunt ex observationibus demonstratae, in triplici forma hypothesium: et ad demonstrationem hanc, quod controverti possit, assumptum plane nihil. Manentibus igitur* AE, AD, *ejiciatur sane* BC, *ut oppositum mihi est: illa tamen* BC, *ut demonstravi capite* VI, *nequaquam gignit hypothesin aptam observatis* ἀκρονυχίοις· *sed pro* BC *oportet, ut salvemus acronychias, ejicere per* F, *ipsi* CB, *parallelon* FH, *per* F. H. *centra aequalitatis Martis et Solis. Hoc autem facto, una centrum eccentrici ex* C *in* I *transfertur, et plus quam semicirculus, vergit versus* E, *minus versus* D: *nec relinquuntur* AE, AD, *sed prolongatur* AE, *abbreviatur* AD: *quibus lineis mutatis nunquam salvabuntur observationes extra situm acronychium: quia hae testantur de aequalitate linearum* AE, AD. Nec opus esse puto computatione. Si quis tamen hoc labore delectatur (quamvis nefas est, Astrono|mum numeris aliquid ten- 259
tare, cujus fundamenta non prius vidit in Geometria; quae jam laboris hujus fundamenta nobis evertit.) is habet exemplum supra cap. XXIV. ubi distantias Telluris ab H, puncto aequalitatis motus Telluris, et distantiam Martis ab eodem H puncto, in eadem operatione simul, iisdem observationibus computavi, quibus postea cap. XXVI distantias ejusdem Telluris et Martis computavi ab A centro Solis.

Methodi enim, qua sum usus, ingenium hoc est, ut doceat, quocunque puncto in plano circuli Telluris assumpto, quod habeat descriptum et determinatum situm ad corpus Solis, tam in longitudine zodiaci,

quam in remotione a Sole, per aliquot observationes, docere et Telluris et Martis ab illo suscepto puncto distantiam; citra etiam cognitionem anomaliae eccentri coaequatae ad id punctum accommodatae: qua quidem ego capite XXVI tantummodo compendii causa usus sum.

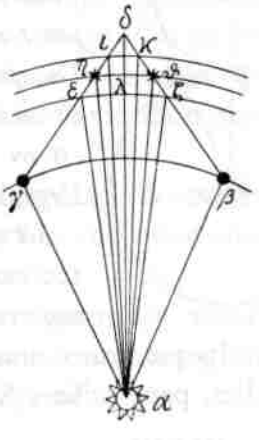
Sed alia insuper ratione argumentari licet. Demonstratum est supra cap. XLIV, orbitam Planetae non esse circulum sed ovalem, ut cujus diameter, quae apsidum dicitur, sit longissima. Jam cap. LI demonstratur, partes a G, puncto aphelii, remotas aequaliter, ingredi etiam aequaliter ad latera. Ovalis ergo genuinus situs est circa lineam AC. non igitur circa lineam FH. Et qui varias Martis distantias computaverit a puncto H, methodo jam commendata; deprehendet is magnam distantiarum irregularitatem, quae nullo pacto poterit includi, neque circulo neque probabili alicui figurae, circa FH ordinatae.

Rursum itaque fidem capite VI. et passim hoc opere oppigneratam, citra ullam principii petitionem liberavi; et docui, eccentricum Martis non posse nisi ad Solem referri ipsum: ac proinde non solam rationem, sed ipsa etiam observata pro me stare, dum observationes Martis a medio motu Solis abductas, ad ipsum apparentem Solis motum expendi.

CAPVT LIII

ALIA METHODVS EXPLORANDI DISTANTIAS MARTIS A SOLE, PER ALIQVOT CONTINVAS OBSERVATIONES, ANTE ET POST SITVM ACRONYCHIVM: VBI SIMVL ETIAM EXPLORANTVR LOCA ECCENTRICA

Quia hic novas hypotheses condimus, inquirentes scilicet naturalem causam aequationum eccentri, decet omnia nobis esse quam exploratissima, ne fundamentis neglectis ruinosum superstruatur aedificium. Itaque juvat eandem rem verissimas scilicet Martis a Sole distantias, pluribus methodis explorare. *Sit* α *Sol*, β *locus Terrae ante oppositionem* ♂ *cum* ☉, *et* αβδ *angulus visionis seu elongatio arcuata* δ *à Sole. Sit similiter* γ *locus Terrae post oppositionem, et* αγδ *angulus visionis: sic ut primo tempore sit Planeta in linea* βδ, *altero in linea* γδ, *et conficiat vere viam* ϑη. *Dato itaque tempore duarum observationum, dabitur et angulus* ϑαη *sat praecise, quocunque loco eccentrici, ex hypothesi vicaria. Quod si bina tempora non longe ab invicem distiterint, aut si Planeta versetur circa apsidas vel longitudines medias, mediocriter etiam cog-*



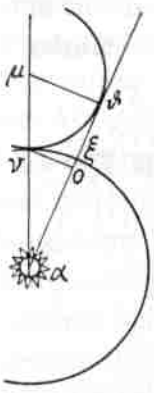
14) oppignoratam

noscetur differentia longitudinis linearum ☉♂, ☉♈. *Imo vero tantum jam habemus in praecognitis, ut nulla hic difficultas relinquatur.*

Quod si itaque ad angulos ♂☉♈, ♈♈☉, *ex observatione datos, et* ☉♈, ♈☉ *cognitas, ex parte tertia, assumserimus* ♂☉, *et propterea* ♈☉· *patet, si haec assumptio longior justo fuerit, ut* ☊☉, ♌☉, *tunc angulum* ♌☉☊ *minorem justo proditurum; sin brevior justo fuerit, ut* ♋☉, ♎☉, *angulum* ♎☉♋ *proditurum justo majorem.* Itaque tales erunt distantiae assumendae, quae justum nobis constituant angulum motus eccentrici.

Eodem modo prodetur hic etiam error, si quis forte superest, in loco eccentrico. Esto enim, ut ♂☉, ♈☉, teneant justa loca; deinde transferatur ♂☉ in consequentia, per errorem, angulo ♂☉♉· et ♈☉ similiter in consequentia, angulo aequali ♈☉♎· Vides, quod pro ☉♂ futura est ☉♉ admodum longa, et pro ☉♈ successura est ☉♎ valde brevis, contra quam ex hypothesi praecognoscitur. Oportet autem non omnino minimum esse angulum ♈☉♑, ne error observationis vel minimus, in contrarias partes coeli vergens (quod fieri potest) magnum aliquid importet. Hac itaque methodo nobis est eundum per annos MDLXXXII in ♋, MDLXXXV in ♌, MDLXXXVII in ♍, MDLXXXIX in ♎, MDXCI in ♐, MDXCIII in ♑, MDXCV in ♒. Nam ubique observationes sufficientes ad manus sunt.

Quod si lubet demonstrative investigare, quanam elongatione Telluris a linea per Solem et Planetam, omnium evidentissime sentiatur, si quid est in distantia Martis a Sole peccatum, consulatur cap. VI. Nam ex eo definietur nobis angulus ad Solem tantus, ut ejus sinus proportio ad radium, aequet fere proportionem excessus distantiae Martis a Sole super complementi anguli sinum, ad ipsam hanc distantiam. *Sit enim* ☉ *Sol,* ♂ *Planeta,* ♑♌ *orbis Terrae. Ex* ♂ *erigatur recta* ♂♎, *perpendicularis ad* ♂☉· *et in* ♂♎ *sumantur centra aliquot, ex quibus circuli per* ♂ *describantur, donec eorum unus aliquis tangat orbem Telluris in* ♑. *Erit* ♑ *punctum, ubi defectus ipsius* ☉♂ *in* ♂, *apparet evidentißime, hoc est, ubi maximum angulum subtendit. Ducatur ex* ♑ *ipsi* ♎♂ *parallelos* ♑♋, *secans* ☉♂ *in* ♋. *Dico, ut est* ♋♂ *ad* ♂☉, *sic esse* ♑♌ *ad* ♑☉. *Nam ut* ♑♎, *hoc est* ♂♎ *ad* ♎☉, *sic est* ♑♌ *ad* ♑☉. *Sed* ♑♎ *est ad* ♎☉, *ut* ♋♂ *et fere* ♌♂, *ad* ♂☉. *Ergo, &c.*



Sit ☉♂ 161000. *Erit* ♌♂ 61000 *fere. Et ut* 161 *ad* 61, *sic* 100000 *ad* 37888. *Qui sinus ostendit angulum* ♑☉♂ 22°. 15′. *et majorem, si pro* ♌♂ *sumas jam* ♋♂.[1]

Itaque donec anomalia commutationis varietur 22¼° gradibus, multi dies, pene scilicet XLV abeunt, post quos vel ante quos, ☉♂ longe est

37) 37882

alia. In aphelio igitur hic angulus commutationis est grad. 28° circiter, in perihelio 18⅓° circiter.

His limitibus evidentissimi erroris, si quis oritur, ex vitiosa distantia Martis a Sole, inventis, jam facile nobis est, idoneas seligere observationes, ubi copiosae in promptu sunt.

Incipiemus ab oppositione anni MDLXXXII, ex quo anno seligemus observationes istas.

Anno MDLXXXII			Anno MDLXXXIII
D. XXIV Novemb.	XXVI Decembr.	XXX Decembr.	XXVI Januarii
mane hora IV	H. VIII M. XXX	H. VIII M. X	H. VI M. XV
Visus in . . 26°. 38′. 30″ ♋	17°. 40′. 30″ ♋	16°. 0′. 30″ ♋	8°. 20′. 30″ ♋
Visa latitudo 2. 49. 10 B.	4. 7. 0 Bor.	4. 8. 0 Bor.	2. 52. 12 Bor.
Sol in . . . 11. 40. 40 ♐	15. 4. 12 ♐	19. 8. 31 ♐	16. 33. 20 ♒
αβ dist. ☉ a Terra 98345	αβ 98226	αγ 98252	αγ 98624
Anom. med. 67. 28. 13	49. 39. 10	47. 51. 35	34. 8. 15
Locus eccent. 0. 43. 34 ♋	16. 7. 10 ♋	17. 57. 32 ♋	0°. 9′. 40″ ♌
In ecliptic. αϑ 0. 42. 42 ♋	16. 6. 23 ♋	αη 17. 56. 45 ♋	αη 0. 9. 30 ♌
Hinc prodit αϑ 158920	163082	αη 158842	αη 164116
Per latitudinem 158960	163147	158907	164196.

Differunt duae mediae per 4240. Et quidem brevior est posterior αη, cum debuerit esse longior per 336. Summa igitur utriusque 322054. Vnde aufero 336, iterumque addo. Constitutorum dimidia sunt 160859, † nimirum αϑ, et 161363, scilicet αη. Eritque αϑ in 16°. 5′ ♋, et αη in 17°. 55′ ♋. Itaque hic vicaria amitteret 1½′ scrupula.

Ipsae vero distantiae, ob angulum istum tam parvum, sunt infidae. Nam si angulus δ varietur uno minuto, vitio observandi, quod facile contingit, mille particulis in qualibet distantia aberrabimus.

Sumantur igitur duae remotiores, quae inveniuntur differre per 5236. At praecognoscimus, debere differre circiter 5570. Itaque operatione peracta ut prius, prodeunt veriores αϑ 158792, et αη 164364: ut sit αϑ in 0°. 41′. 0″ ♋, αη in 0°. 8′. 30″ ♌. Et fit certum per IV dierum observationes hoc loco adimendum esse locis eccentricis, ex vicaria nostra depromptis, circiter 1½ minuta.

Confirmantur etiam mediocriter distantiae prius inventae, cis et ultra oppositionem, quae prodierunt mensura media inter has. nisi quod analogia indicat, paulo longiores esse debere.

Patet autem simul, si angulus ϑδη uno minuto vitiatus sit, vitiari utramque distantiam particulis circiter 50, non plus. In distantiis igitur his vix centesima pars peccari potest incertitudinis prioris.

8) Anno MDLXXXV (statt 1583) 28) 5235

Quod si qua suscepta longitudo distantiarum satisfacit observatis horum quatuor dierum, ea dierum interjectorum observata itidem exprimet. nempe 25. 26. 27 Novembris. 3. 17. 27. 28. 29 Decembris anni MDLXXXII, et 16. 17. 18. 19. 21. 22 Januarii anni MDLXXXIII. [1]

Transeamus ad oppositionem anni MDLXXXV. Dum enim ejus anni die XXXI Januarii esset oppositio Solis et Martis, observatus est Planeta creberrime per duos menses praecedentes totidemque sequentes. Inde sumemus has IV observationes. 262

Anno MDLXXXIV D. XXI Decemb. Hora XIV.		A. MDLXXXV XXIV Jan. h. IX		IV Februarii H. VI. M. XL.		XII Martii H. X. M. XXX	
Mars visus in . .	1°. 13′. 30″	♍	24°. 7′. 30″	♌	19°. 47′. 30″	♌	11°. 46′. 0″ ♌
Latitudo	3°. 31′. Bor.		4°. 31′. Bor.		4°. 28′. Bor.		3°. 22′. Bor.
Sol in	10°. 43′. 5″	♑	15°. 9′. 5″	♒	26. 10. 31	♒	2°. 16′. 42″ ♈
Distabat a Terra.	98210		98595		98840		99850
Anomalia media ☌	29. 46. 53		12. 4. 21		6. 21. 31		12. 47. 15
Locus eccentricus	3°. 54′. 34″	♌	18°. 49′. 0″	♌	23°. 34′. 47″	♌	9°. 23′. 28″ ♍
In ecliptica . . .	3. 53. 56	♌	18. 49. 3	♌	23. 35. 0	♌	9. 24. 7 ♍
Hinc $\alpha\vartheta$	165101		166290		et $\alpha\eta$ 166182		166131
Per latit.	165184		166378		166260		166206.

Differunt duae mediae per 118. Debuerunt differre per 187 in contrarium: sic ut $\alpha\vartheta$ esset 166226, et $\alpha\eta$ 166412. Ergo $\alpha\vartheta$ cadit in 18°. 48′. 47″ ♌, et $\alpha\eta$ in 23°. 34′. 48″ ♌. Itaque tam contempta mutatione loci eccentrici, confirmatur hoc loco Vicaria. Sed intelligimus hinc, quod unius minuti error in observatione, hoc loco utramque distantiam, 100 particulis circiter sit vitiaturus.

Consultis itaque remotioribus, invenitur earum differentia 1022. Debuit esse ex praecognitione mediocri hypotheseos, major differentia, scilicet 1275. Nimirum quartus Leonis vicinus est decimo octavo Cancri, ubi prius aliquid fuit auferendum loco eccentrico Vicariae. Quod si unum ademeris minutum in quarto ♌, jam centum particulis breviorem efficies $\alpha\vartheta$ · et si 2½′, efficies 164934 circiter, nimirum tam brevem, ut et $\alpha\eta$ retinere possit hanc longitudinem 166206; et prius anno MDLXXXIII, ultima observatio, quae longitudinem exhibuit 164364, conciliari cum ista possit. Debebant enim differre per 488, indice hypothesi distantiarum, satis ad hoc certa et praecognita, cum per 570 differant.

Potest autem illa mutatio eccentrici loci 2½′ minutorum ex dimidio transferri in observationes. Nam si harum alterutra aberravit uno minuto, poterit id efficere 50 particulas erroris in utraque distantia.

9) MDLXXXXIV 35) 750

Tempus	Locus ☉	Solis a Terra distantia	Martis a Sole distantia	Martis eccentricus in ecliptica	Locus computatus	Locus observatus	Differentia	Latitudo
								Bor.
1582. 23 Nove. H. 16. 0	11°. 41′ ♐	98345	158852	0°. 42′. 11″ ♋	26. 40. 0 ♋	26. 38. 30 ♋	1′. 30″ +	2. 49
26 Dece. H. 8. 30	15. 4 ♑	98226	162104	16. 7. 18 ♋	17. 44. 19 ♋	17. 40. 30 ♋	3. 49 +	4. 7
30 Dece. H. 8. 10	19. 9 ♑	98252	162443	17. 56. 32 ♋	16. 6. 20 ♋	16. 0. 30 ♋	5. 50 +	4. 8
1583. 26 Janua. H. 6. 15	16. 33 ♒	98624	164421	0. 6. 24 ♌	8. 17. 57 ♋	8. 20. 30 ♋	2. 33 —	2. 52
1584. 21 Dece. H. 14. 0	10. 16 ♑	98207	164907	3. 51. 45 ♌	1. 14. 34 ♍	1. 13. 30 ♍	1. 4 +	3. 31
1585. 24 Janua. H. 9. 0	14. 53 ♒	98595	166210	18. 47. 8 ♌	24. 3. 58 ♌	24. 7. 30 ♌	3. 32 —	4. 31
4 Febr. H. 6. 40	26. 10 ♒	98830	166400	23. 33. 41 ♌	19. 43. 52 ♌	19. 47. 0 ♌	3. 8 —	4. 28
12 Mart. H. 10. 30	2. 16 ♈	99858	166170	9. 23. 14 ♍	11. 43. 31 ♌	11. 46. 0 ♌	2. 29 —	3. 22
1587. 25 Janua. H. 17. 0	16. 1 ♒	98611	166232	8. 13. 40 ♍	4. 41. 50 ♎	4. 42. 0 ♎	0. 10 —	3. 26
4 Mart. H. 13. 24	24. 0 ♓	99595	164737	24. 56. 50 ♍	26. 24. 41 ♍	26. 25. 40 ♍	0. 59 —	3. 38
10 Mart. H. 11. 30	29. 52 ♓	99780	164382	27. 35. 54 ♍	24. 5. 15 ♍	24. 5. 15 ♍	0. 0	3. 29
21 April. H. 9. 30	10. 48 ♉	101010	161027	16. 44. 51 ♎	15. 49. 50 ♍	15. 48. 20 ♍	1. 30 +	1. 48
1589. 8 Mart. H. 16. 24	28. 36 ♓	99736	161000	16. 55. 14 ♎	12. 14. 7 ♏	12. 16. 50 ♏	2. 43 —	2. 4
13 April. H. 11. 15	3. 38 ♉	100810	157141	4. 1. 50 ♏	4. 45. 0 ♏	4. 43. 20 ♏	1. 40 +	1. 10
15 April. H. 12. 5	5. 36 ♉	100866	156900	5. 1. 41 ♏	3. 58. 57 ♏	3. 58. 20 ♏	0. 37 +	1. 4
6 Maji. H. 11. 20	25. 49 ♉	101366	154326	15. 30. 36 ♏	27. 8. 17 ♎	27. 7. 20 ♎	0. 57 +	0. 7
								Aust.
1591. 13 Maji. H. 14. 0	2. 10 ♊	101467	147891	12. 7. 38 ♐	2. 15. 36 ♑	2. 20. 0 ♑	4. 24 —	2. 25
6 Junii H. 12. 20	24. 59 ♊	101769	144981	25. 38. 48 ♐	27. 11. 45 ♐	27. 15. 0 ♐	3. 15 —	3. 55
10 Junii H. 11. 50	28. 47 ♊	101789	144526	27. 56. 49 ♐	25. 57. 57 ♐	26. 2. 36 ♐	4. 39 —	4. 8
28 Junii H. 10. 24	15. 51 ♋	101770	142608	8. 29. 32 ♑	21. 4. 21 ♐	21. 10. 0 ♐	5. 39 —	4. 45
1593. 21 Julii H. 14. 0	8. 26 ♌	101498	138376	20. 1. 38 ♒	17. 43. 14 ♓	17. 45. 45 ♓	2. 31 —	5. 46
22 Aug. H. 12. 20	9. 11 ♍	100761	138463	10. 15. 25 ♓	13. 9. 39 ♓	13. 10. 15 ♓	0. 36 —	6. 7
29 Aug. H. 10. 20	11. 54 ♍	100562	138682	14. 37. 15 ♓	11. 11. 41 ♓	11. 14. 0 ♓	2. 19 —	5. 52
3 Octo. H. 8. 0	20. 15 ♎	99500	140697	6. 19. 39 ♈	7. 49. 54 ♓	7. 50. 10 ♓	0. 16 —	3. 17
1595. 17 Sept. H. 16. 45	4. 18 ♎	99990	143222	22. 49. 19 ♈	26. 5. 45 ♉	26. 7. 12 ♉	1. 27 —	1. 42
27 Octo. H. 12. 20	13. 59 ♏	98851	147890	15. 35. 38 ♉	18. 50. 46 ♉	18. 51. 15 ♉	0. 29 —	0. 6
								Bor.
3 Nove. H. 12. 0	21. 2 ♏	98694	148773	19. 26. 33 ♉	16. 18. 33 ♉	16. 18. 30 ♉	0. 3 +	0. 17
18 Dece. H. 8. 0	6. 43 ♑	98200	154539	13. 2. 29 ♊	11. 39. 1 ♉	11. 40. 0 ♉	0. 59 —	1. 40

Taediosum esset, eandem methodum totidem verbis repetere, per omnes oppositionum annos. Itaque in tabella sequenti, posui observationes ipsas, quas consului; et adjunxi, quid computatione prodierit. Hypotheses calculi sunt hae. Locus ☉ sumptus est ex BRAHEO. Distantiae ☉ et Terrae ex cap. XXX. Aphelium ♂ anno MDC completo in 29°. 0⅔′ ♌. Motus medius eodem tempore 10ˢ. 7°. 14′. 34″. Eccentricitas et proportio orbium ut cap. LIV. Quibus adjunxi distantias ♂ a ☉ quasi praecognitas. Itaque si per has distantias aequamus observationes propositas, erunt distantiae hae justae: quas erat mihi hoc capite propositum indagare. [1]

Distantiae igitur, methodo capitis hujus inquisitae ex observatis hic positis, prodibunt hae ipsae. Loca vero apparentia, quando Mars motu eccentrico in Cancro versatur, prodibunt circiter 4 scrupulis anteriora, in ♐ et ♑ per totidem promotiora. Neque veniunt hi errorculi ex distantiis vitiosis. non enim essent in contrariis plagis ejusdem sed contrariae qualitatis. Existimo illos conciliari posse mutatione apogaei ☉ per gradum unum, quod per observata BRAHEI facile licet. Nihil tamen definio in praesens. Reservatur enim et hujus apogaei et totius hypotheseos correctio in opus Tabularum. [1]

CAPVT LIV

20 *264*

ACCVRATIVS EXAMEN PROPORTIONIS ORBIVM

Capite XLII constituimus sane proportionem orbium ex observationibus extra situm acronychium, sed iis non undiquaque ad πληροφορίαν nostram sibi mutuo consentientibus. Atque etiam per se, si vel exactissimae dentur observationes, negocium hoc ipsum ad 100 particularum certitudinem adduci nequit. Agendum igitur suffragiis et votorum numero. Ac cum capite XXVIII in anomalia media 11°. 37′, hoc est post correctionem capitis LIII praecedentis, in anomalia 11°. 52′, inventa sit distantia puncti ecliptici, in quod perpendicularis a corpore Martis descendit, 166180, vel 166208; cumque locus hic absit a limite Boreo 23° gradibus: inclinatio erit 1°. 43′ circiter; excessus secantis 45 particulae quae sunt in nostra dimensione 70 circiter. Martis igitur a Sole distantia 166250 vel 166278.

Jam comparabimus etiam observata capitis LI, ut consensu mediocri fulciamur. Anno MDLXXXVI in anomaliae mediae residuo 10°. 9′. 41″,

6) o²/₃′. Motus

hoc est post correctionem 9°. 54′. 41″, invenimus 166311. sed subtractione facta 1½′ minutorum de loco, quem vicaria exhibuit, invenimus 166208. Duobus igitur gradibus, minus 3′ minutis inferius, demendae circiter 95, sic ut sint 166113. Rursum addendae 80, ob latitudinem, ut sint 166193. Sic anno MDLXXXVIII, cum esset residuum anomaliae 8°. 2′. 51″, hoc est correcte 7°. 47′. 51″, per subtractionem 1½′ a loco ex Vicaria hypothesi, invenimus distantiam 166396. Itaque 4° gradibus et 4′ minutis inferius, erit brevior circiter 102, scilicet 166294. et propter latitudinem 166284, prius 166193 ex anno MDLXXXVI. quorum medium 166238. In descendente vero, ex V observationibus, inveneramus 166250 vel 166278. Quamvis igitur insensibile sit discrimen, sumamus tamen mediam 166260; ita ut plus fidamus descendenti semicirculo, ut ab observationibus confirmatiori.

Sit igitur hoc certum, in anomalia media 11°. 52′ distantiam esse 166260. Quare si quantumlibet crasso modo praeconcipias hypothesin, quae paulo post confirmanda est, sequitur, qualium radius est 100000, talium particularum non ultra 164 posse accrescere distantiae apheliae, minus etiam, si utaris hypothesi perfecti circuli. Illae vero particulae per praeconceptam proportionem orbium, ut illa cap. XLII est constituta, redactae, efficiunt circiter 250; et hae additae ad 166260 efficiunt 166510. Supra vero cap. XLII. invenimus ex infirmioribus observationibus 166780. differentia 270 particularum.

Agemus sic etiam cum distantia perihelia, quae cap. XLII. fuit inventa 138500, ex observationibus non sat firmis. |

265 Jam cap. LI. ad anomaliae residuum 161°. 45½′, hoc est, post correctionem 161°. 30½′, invenimus distantiam citra correctionem latitudinis 139000 vel 138984. Sit autem 139000 in 21 ♌. Qui locus cum 35° gradibus absit a limite, ideoque inclinatio 1°. 31½′; erit excessus secantis 35½, quae valent 49 in nostra dimensione. Itaque distantia vera Martis a Sole 139049. At si radius est 100000, distantia perihelia est 575 particulis brevior quam illa in anomalia 161½°, quae faciunt in nostra dimensione 876 particulas. minus, si perfecto circulo utereris. Atque hae sublatae ab 139049, relinquunt pro perihelia distantia 138173. Differentia 327, ab 138500, capite XLII inventa.

Secundum hanc igitur methodum invenitur,

Aphelia	166510	Qualium autem 152342 fit 100000, talium 14169 fit 9301.
Perihelia . . .	138173	
Diameter . .	304683	
Semidiameter .	152342	
Eccentricitas . .	14169	

8) 166204 9/10) quorum dimidium 22) differentia 255

Sed tamen quia observata nostra, praesertim in perigaeo, tantam differentiam non ferunt; et quia fieri potest, ut vicaria, utpote falsa, aliquid etiam vitii admittat in eccentricitatem; priusquam certo concludatur, omnia vota colligantur.

Apheliam itaque distantiam hic inventam, puta 166510, aptemus ad eccentricitatem capitis XLII, quae fuit 9265. Vt igitur 109265 ad 90735, sic 166510 ad 138274, ubi radius est quam proxime 152400.

Docuit vero etiam multiplex experientia verissimam eccentricitatem, et quae Physicis aequationibus sit convenientissima, esse inter 9230 et 9300, hoc est hanc ipsam capitis XLII. scilicet 9265.

Vt igitur neque nimium deseramus periheliam inventam hoc capite, scilicet 138173, neque nimium fidamus apheliae 166510; concludamus apheliam verissimam esse 166465, periheliam 138234, ubi radius 152350.

CAPVT LV

DEMONSTRATVR EX OBSERVATIONIBVS CAPITVM LI. LIII, ET PROPORTIONE ORBIVM CAPITIS LIV, PECCARE HYPOTHESIN CAPITE XLV. ARREPTAM, ET DISTANTIAS IN MEDIIS LONGITVDINIBVS JVSTO BREVIORES EFFICERE

Id quidem capite LI coepi dicere. Sed quia observationes plures et magis idoneae per caput LIII fuerunt instruendae ad dicendum testimonium, ex quibus simul etiam cap. LII. aliud aliquid inferebatur; ideo differenda fuit hucusque plena rei demonstratio. [1]

Nihil opus est verbis. Ad anomalias medias exemplorum omnium, 266
quotquot occurrunt per cap. LI et LIII, computentur distantiae, ex hypothesi capitis XLV, et proportione orbium capitis LIV, Methodo illa, qua usus sum inde a XLVI capite usque ad cap. L: atque illae comparentur ad distantias cap. LI et LIII, inventas ex observationibus infallibilibus: apparebitque, quo magis ab apsidibus descenderimus, deficere computatas distantias ab observatis distantiis, ita ut contrarium ejus fiat, quod supra cap. XLIV deprehendimus. Ibi enim distantiae, ex lege circuli computatae, longiores erant in mediis longitudinibus, quam observatae: hic distantiae quas hypothesis illa efficit, quae ovalem Planetae orbitam efficit, breviores fiunt. Ergo patet, viam Planetae neque circulum esse, neque tantum a circulo ingredi ad latera, quantum ovalis illa, ex capitis XLV opinione orta, et capite XLVI descripta, ingreditur, sed media

12) aphelio

incedere via. Et vicissim, usurpatis distantiis capitis XLV, si computaveris loca visa Martis, praesertim illa, quae cap. LIII eminus oppositionem circumstant; cadet tibi ante oppositionem Planeta nimis in consequentia, post oppositionem nimis in antecedentia. Atque id anno 1589. et 1591. in descendente semicirculo, et anno 1582. 1595. in ascendente, est evidentissimum. Nam ibi loci peccat Ovalis ista capitis XLV, 660 particulis in defectu, ut circulus perfectus totidem peccat in excessu: quae possunt in apparentia efficere 20 minuta et amplius. Itaque et † David Fabricivs ex suis observatis hypothesin meam capitis XLV, quam ipsi pro vera communicaveram, erroris hujus, nimis curtarum distantiarum, in mediis longitudinibus, coarguere potuit: eo ipso tempore scriptis literis, quo ego in inquirenda vera hypothesi, repetita cura, laboravi. Adeo parum abfuit, quin ille me in deprehendenda veritate praeverteret. Cumque perfectus circulus tantundem peccet in contrarium, hinc argumentamur recte, veritatem esse in utriusque medio.

Atque idem etiam capitibus XLIX. L. testabantur aequationes ex caussis Physicis computatae; lunulam nempe, quae a perfecto semicirculo resecatur, debere saltem dimidiam habere latitudinem ejus, quam opinio capitis XLV resecat. Itaque nihil nos impedit, quin rem certissime demonstratam esse dicamus: opinionem scilicet capitis XLV, dum excessui perfecti circuli medetur, in contrarium defectum incidere.

Itaque causae Physicae cap. XLV. in fumos abeunt.

CAPVT LVI

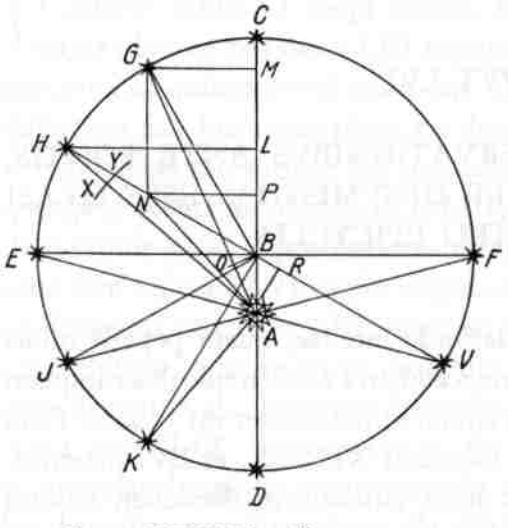
DEMONSTRATIO EX OBSERVATIONIBVS ANTE POSITIS, DISTANTIAS MARTIS A SOLE DESVMENDAS ESSE QVASI EX DIAMETRO EPICYCLI

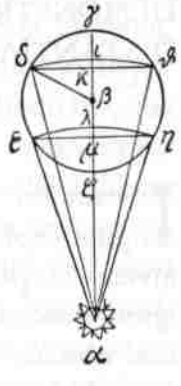
267 Inventa est supra capite XLVI latitudo lunulae, quam peperit nobis opinio capitis XLV, docuitque resecandam a semicirculo; haec inquam inventa est partium 858, qualium circuli semidiameter est 100000. Cum igitur duobus argumentis, quae capitibus XLIX. L. et LV. praemisi, non obscure colligerem, lunulae illius latitudinem dimidiam tantum assumendam, scilicet 429, correctius 432, et in dimensione, qualium semidiameter Martis est 152350, fere 660; coepi de causis et modo cogitare, quibus tantae latitudinis lunula rescinderetur.

Qua in cogitatione dum versor anxie, dum reputo capite XLV plane nihil dictum esse, itaque futilem fuisse meum de Marte triumphum;

forte fortuito incido in secantem anguli 5°. 18′. quae est mensura aequationis Opticae maximae. Quem cum viderem esse 100429, hic quasi e somno expergefactus, et novam lucem intuitus, sic coepi ratiocinari. In longitudinibus mediis, aequationis pars Optica fit maxima. In longitudinibus mediis lunula seu curtatio distantiarum est maxima, estque tanta, quantus est excessus secantis aequationis opticae maximae 100429 supra radium 100000. Ergo si pro secante usurpetur radius in longitudine media, efficitur id, quod suadent observationes. Et in schemate capitis XL conclusi generaliter, si pro HA usurpes HR, pro VA vero VR, et pro EA substituas EB, et sic in omnibus; fiet idem in locis caeteris eccentrici, quod hic factum in longitudinibus mediis. Et per aequipollentiam, in schemate parvo capitis XXXIX, pro lineis αδ vel αι sumetur αϰ, pro αε vel αλ sumetur αμ.

Rursum itaque lector percurrat caput XXXIX. Inveniet ibi, jam antea ex naturalibus caussis disputatum esse, quod hic observationes ultro testantur, consentaneum scilicet videri, Planetam in diametro quasi epicycli, quae perpetuo ad Solem tendat, librationem aliquam perficere. Inveniet etiam, nihil magis cum hac sententia pugnasse quam hoc, quod tunc, cum sumeremus repraesentandum perfectum circulum, coacti sumus librationis partes γι et λζ, summas imis (quae aequalibus eccentrici arcubus respondent.) facere inaequales, et breves summas, longas imas. Jam igitur, negato circulari Planetae itinere, et usurpatis ϰα, μα, pro δα, εα, hoc est, pro ια, λα, ut dictum est; sequitur ultro, partes librationis illas, puta γϰ, μζ, esse aequales. Ita





quod cap. XXXIX. diu nos torserat, jam cedit nobis in argumentum deprehensae veritatis.

De eo vero, quod partes mediae ϰμ adhuc sunt majores, extremis γϰ, μζ, dicetur sequenti LVII capite, quod sit naturae consentaneum, contra quam capite XXXIX intelligere poteramus. 268

Sed et illa difficultas, quae cap. XXXIX oriebatur, si diametri Solis augmentum Planetae pro signo accessus et recessus poneretur, jam penitus evanescit, ut apparebit capite LVII.

Igitur de anomalia eccentri 90° facile mihi fuit praedicto modo deprehendere; pro EA distantia perfecti circuli, sumendam esse EB, respondentem coaequatae EAB.

Quod vero unius exemplo anomaliae generaliter conclusi de omnibus, id ex una ista nondum sequebatur. sed opus erat crebris observationibus stabiliri.

Jam igitur intelligis, quorsum praecipue nobis servire jubeantur observata capitum LI et LIII. nimirum ad testimonium hic dicendum.

Quare age ad anomalias coaequatas illis capitibus expositas, scilicet ad angulos, CAG, CAH, et caeteros computentur anomaliae eccentri CBG, CBH. Nec opus est, ut scrupulos consecteris, aut metuas ab imperfectione aequationum eccentri, quae restant adhuc cap. XIX. XXIX. XLIII. XLVII. XLVIII. XLIX. L. Vtere quacunque ex his methodis, praesertim cap. XLIII. Non errabis in aequationibus ultra minuta octo.

Constitutis angulis, inquire lineas, HR respondentem angulo coaequatae HAC, et RV respondentem coaequatae VAC, et sic caeteras: et transfer illas in dimensionem orbium cap. LIV. Invenies, ut sequitur in tabula.

Ex observationibus cap. LI.

In descendente semicirculo	In ascendente semicirculo	Computata ex libratione
166180	166401	166228
166208	166296	
162994	163100	163160
163051		
158091	158217	158074
158111		
154400	154278	154338
147820	147743	147918
147700	148000	
	148050	
139000	138984	139093

In observationibus cap. LIII. non opus est idem praestari. Quas enim adhibui distantias Martis a Sole, ad computanda loca Martis apparentia, illas prius hac ipsa librationis methodo inquisivi. Cumque per illas observationes repraesentatae sint, erunt igitur justae.

Vides igitur per omnem eccentrici ambitum, observationibus creberrimis et certissimis confirmari distantias diametrales, cap. XXXIX. a priori inventas.

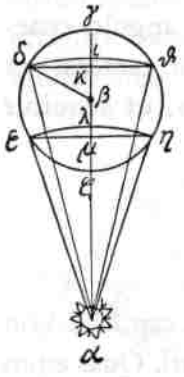
CAPVT LVII

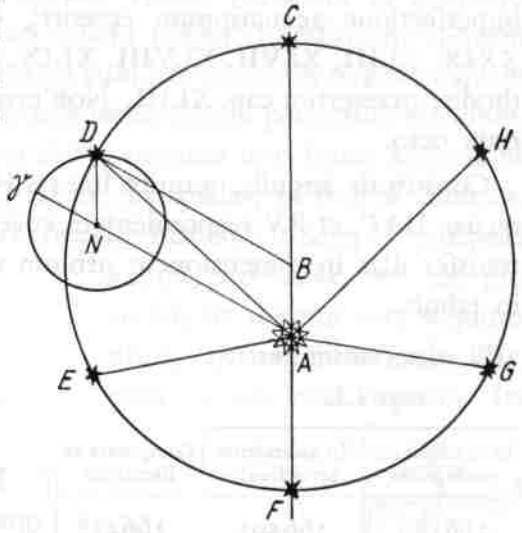
QVIBVS NATVRAE PRINCIPIIS EFFICIATVR, VT PLANETA LIBRETVR QVASI IN DIAMETRO EPICYCLI[1]

Apparet igitur ex certissimis observationibus, quod via Planetae in 269
aura aetheria non sit circulus, sed figurae ovalis, et quod libretur in diametro parvi circelli, hoc modo; Si post aequales arcus eccentri, Planeta pro distantiis circumferentialibus, γα, δα, εα, ζα, hoc est, γα, ια, λα, ζα, quibus circuli perfectio innititur, distantias diametrales, γα, κα, μα, ζα, conficiat; ubi ad oculum patet, de semicirculi eccentrici perfectione rescindi tantae latitudinis lunulam, quanta est quolibet loco differentia distantiarum diversarum, puta ικ, λμ. Hoc jam obtento, non rationibus a priori, sed observationibus, uti jam dixi; jam speculationes Physicae procedent rectius quam hactenus.*** Etenim libratio haec sese accommodat ad spacium in eccentrico confectum; non quidem rationabili seu mentali aliquo modo, ut mens Planetae aequales arcus

Opoι. Quid distantia circumferentialis, quid diametralis:

*** Librationis hujus principium probatur esse naturale.





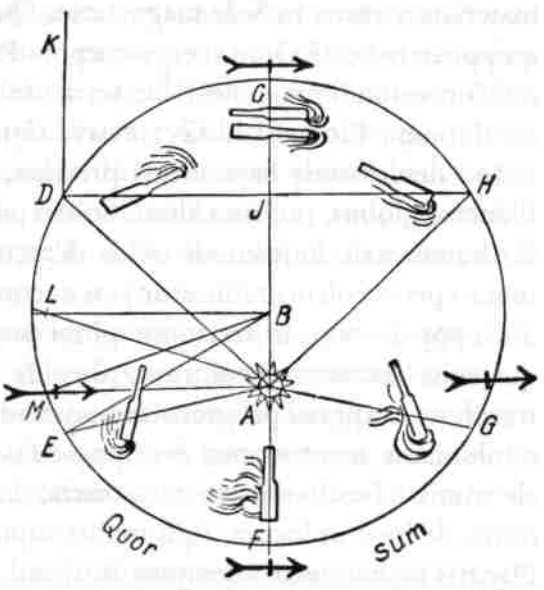
eccentrici imperfecti CD. DE. EF. adnumeret aequalibus partibus librationis γκ, κμ, μζ· sunt enim hae inaequales; sed modo naturali, qui nititur non aequalitate angulorum DBC, EBD, FBE, sed** fortitudine anguli DBC, EBC, FBC, perpetuo crescentis. quae fortitudo fere sequitur sinum Geometris dictum: ubi ascensus continua imminutione sensim in descensum mutatur, probabilius, quam si subito Planeta proram convertere diceretur; quod quidem diximus cap. XXXIX etiam experimentis observationum repugnare clarissime. Cum igitur mensura librationis hujus, digitum ad modum naturalem intendat: causa quoque naturalis erit; nempe non mens Planetae, sed naturalis, aut forte, corporalis aliqua facultas.

** Quae sit genuina et ἀπολόγητος mensura librationis hujus: sive causa, cur sinus versus anomaliae eccentri metiatur hanc librationem.

8) cirlcui 13/14) accomodat 19) μξ

Ac cum sit nobis cap: XXXIX. ex optimis rationibus in praesuppositis, non posse Planetam transitionem facere de loco in locum, nuda contentione virium insitarum, nisi adjuventur aut informentur illae a vi extranea; cogitandum igitur, si quo pacto, ipsi etiam virtuti Solari, transscribamus hanc librationem ex parte. Id molientes, ad remos nostros jam supra cap. XXXIX. introductos relegabimur. Sit enim flumen aliquod circulare CDE.FGH. in eo sit | nauta, qui remum duplo temporis periodici Planetae semel convertat, vi insita et aequabilissima: sic ut in C remi linea, ad lineam ex Sole, sit recta alternis reditionibus nunc proram nunc puppim in consequentia dirigens: in F vero sit linea remi, pars lineae ex Sole: in locis caeteris sint inclinationum intermedia. Flumen igitur in DE super remum influens, deprimet navem versus A, a C parum admodum, quia parum et inclinatur illa; Sic et in F, quia in hoc articulo, flumen in remum directe impingit: in D. E. vero fortius, quia hic remus multum ad hunc accessum dispositus est, inclinatione sua. Contrarium evenit in semicirculo ascendente. Flumen enim sub remum illatum in G, H, expellet illum a ☉.

Exempla naturalia librationum hujusmodi.



In Remis.

270

Simul et hoc erit, ut caeteris paribus, in C lentior sit impulsus quam in F, eo quod flumen nostrum in C est debile, in F forte. Atque id etiam ad votum nostrum, quia libratio nostra, eccentri aequalia spacia sequebatur, quorum in superioribus Planeta versatur diutius quam in inferioribus.

Exemplum hoc solam rei possibilitatem docet. Seipso enim est alienius: quia restitutiones remi et fluminis, non eodem sed duplo tempore perficit; et quia facies Planetarum ex terra aspicientibus videntur mutari debere; Lunae vero facies, ut quae cum Planetis in eo motu participat, de quo hic disputamus, non mutatur circuitu menstruo; sed ad terram, unde computatur ejus eccentricitas, perpetuo convertitur. Adde quod cum vis fluminis sit materialis (aqua enim ibi agit pondere et impetu materiato.) vis Solis immateriata. Aliter igitur cum Planetis comparatum esse oportet; nec remo, instrumento corporali, indigebunt ad vim ponderum (ut quibus caret Solis illa species motrix) excipien-

Exempli defectus.

dam. Sane neque corporali remo dignamur sidera, quantisper illa statuimus rotunda.

Exemplum Magnetis.

Sed nascitur ex hac ipsa refutatione exemplum aliud, quod fortassis erit accommodatius. Quale flumen, talis remus. Flumen est species immateriata virtutis in Sole magneticae. Quin igitur et remus de magnete quippiam habeat? Quid si ergo corpora Planetarum omnia sunt ingentes quidam rotundi magnetes? De terra (uno ex Planetis, Copernico.) non est dubium. Probavit id GVLIELMVS GILBERTVS.

GVLIELMI GILBERTI philosophia Magnetica.

Sed describenda haec virtus pressius; nempe ut duos habeat polos, Planetae globus, quorum altero Solem persequetur, altero a Sole fugiet. Sit autem axis hujusmodi nobis depictus lingula magnetica, ejusque mucro petat Solem; retineatur autem contra suam magneticam naturam Solis appetentem, in tralatione globi perpetuo sibi ipsi parallelos: nisi quatenus successu seculorum, ab aliis ad alias Fixas nutum su|um 271 transfert, et aphelii progressum hoc modo causatur: quorum utrumque nihilominus mentis opus esse posse fateor; ut quae ad hunc motum ab animali facultate sat est instructa, cum sit motus, non totius corporis, de loco in locum, (qui motus supra cap. XXXIX. causae motrici Planetis insitae recte ademptus fuit) sed partium, circa centrum totius, quasi quiescentis.

Dispositionem aliquam magneticam in ipso corpore planetae, videri causam esse hujus librationis.

Exemplum Telluris.

Ecce iterum in globo telluris directionis hujusmodi axis exemplum ex COPERNICO. Nam dum axis telluris annuo centri circumactu sibiipsi, suisque sitibus omnibus, manet propemodum aequidistans, aestas et hyems efficitur:* quatenus vero longissima secula illum inclinant, Fixae progredi putantur, aequinoctia retrocedere.

* Praecessionem aequinoctiorum similem esse progressui apheliorum.

Quid igitur dubitamus attribuere Planetis omnibus ad salvandam eccentricitatis phantasiam, quod uni illorum (telluri scilicet) ex phantasia praecessionis aequinoctiorum, Solisque surgentis et cadentis annuo circumactu, animadversum est inesse?

Vbi quemadmodum deceptus est COPERNICVS, existimans, peculiari principio opus esse, quod Terram annuatim a Septentrione in Austrum, et vicissim libret, sic ut aestas et hyems eveniat: et cujus molitione circumitioni commensurata, resultet aequalitas reditus anni tropici et siderii (quatenus fere aequales sunt); cum tamen unica constanti directione axis telluris, super quo fit diurnus motus, illa omnia obtineantur, nihilque extraneis caussis opus sit, nisi ad unicam tardissimam praecessionem aequinoctiorum: Ita hic quoque nullo consilio opus erit motoribus Planetae, ut ejus corpus simul circa Solem vehatur manens in situ parallelo, simulque librationem absolvat. Alterum enim ab altero naturaliter pendebit. Tantummodo de progressu apheliorum tardissimo cogitandum restat.

Etenim lingula in C versante et in F, nulla caussa est cur Planeta accedat vel recedat, cum capita Soli objiciat aequalibus intervallis, conversurus utique mucronem ad Solem, si sineretur ab illa vi, quae ejus directum et parallelum tenet axem. Planeta a puncto C abeunte, sensim cuspis Soli appropinquat, cauda abit. Sensim igitur incipit globus ad Solem adnavigare. Post F sensim cauda appropinquat, caput abit a Sole. Sensim igitur et totus globus, naturali odio, fugit a Sole. E regione autem ipsius A, cum longitudo axis directe in Solem porrigitur, illic accessus, hic fuga est fortissima. Id vero supra postulabant nostra praesupposita ex observationibus derivata, ubi ex γκ, κμ, μζ, partibus librationis, quae respondent aequalibus arcubus eccentri, mediae partes κμ, erant longissimae, exiles versus γ. ζ.

Causa cur libratio in medio celerrima.

Sed et illud consentit, quod observationes volunt γκ, μζ aequales, cum tamen arcus ipsorum γδ, εζ, vel potius in eccentrico CD, EF aequales, inaequalibus conficiantur temporibus et CD longiori; sic ut γκ librationis pars tardius absolvatur quam μζ ipsi aequalis. Nam sic et magnetes ex intervallo majori lentius ad se mutuo accedunt, celerius et citatius a breviori. [1]

Causa cur libratio in summo tardior, in imo celerior.

272 Imo vero ipsam etiam vim, quae retinet axem magneticum in situ parallelo, derogans directioni axis in Solem, ab occupatione Mentis, cui illam paulo ante permiseramus, ad naturae munia traducere possumus. Nam etsi obstare videtur, quod natura uno et eodem modo agat, haec vero vis retentrix videatur aliis temporibus aliter contendere; utpote annutu axis ad Solem, cui impediendo comparata est, in longitudinibus mediis evanescente, in aphelio vero et perihelio fortissimò existente: at quid vetat vim hanc retentionis esse multis partibus fortiorem, quam annutum axis ad Solem, atque ita illam ab adversario tam imbecilli vel nihil vel parum admodum fatigari? Exemplum rursum capiamus ex magnete. In eo manifestissime permixtae sunt duae virtutes, altera directionis ad polum, altera ferri appetens. Itaque si lingula seu acus nautica dirigatur versus polum, accedat vero ferrum a latere; acus a polo declinat parumper, et ad ferrum inclinat, atque ita nonnihil indulget familiaritati ferri; sic tamen, ut plurimum polo tribuat. Hinc adeo fieri putat GILBERTVS, ut lingula a polo ad praecipuae magnitudinis continentes declinet; atque ita causa declinationis hujus insit in terrarum tractibus, prout a dextris vel a sinistris altiores, majores et virtute pollentiores in propinquo sint.

Retineri axem virtuosum Planetae in situ parallelo, naturali vi.

Cum exceptione tamen.

Exemplum magneticum.

Causa cur magnes a polo nonnihil declinet.

Adeoque eadem opera, et aequabilem utrique facultati naturali operationem permittere possumus; et contemperatione utriusque, non obscuram, neque mehercule vanam ostendere causam translationis apheliorum. Esto enim, ut haec vis dirigendi axis in Solem deroget non-

Quae causa motus apheliorum.

nihil virtuti retentrici, pro modulo suae ad illam proportionis. In semicirculo igitur aphelii, ut in C, mucro versus H annuet parumper, hoc est in antecedentia, cauda vero abnuet a Sole, vincens parumper vim retentricem. Itaque aphelium fiet retrogradum. At in semicirculo perihelii, ut in F, annuet idem mucro versus G, hoc est in consequentia, rursum vincens vim retentricem in contrarium. Tunc igitur aphelium fiet directum et velox. Quia vero brevior est AF quam AC, et Sol propior ipsi F quam ipsi C, ideo et vis conversionis axis magnetici ad Solem fortior in F quam in C. Plus igitur derogabitur retentrici in F quam in C. Non tantum igitur compensat nutus perihelius in consequentia, nutum aphelium in antecedentia, sed etiam superat eum. Atque ita causa patet, cur apsides progrediantur, non retrocedant. Itaque aphelium a nobis inventum, valebit tantum in anomalia coaequata 90°, et 270°, quando axis virtuosus in Solem ipsum porrigitur, qui est justus ejus situs. Eritque motus aphelii spiralis, ut infra capite LXVIII, etiam de motu praecessionis aequinoctiorum ob causam aliam existentis, patebit. Directio igitur axis magnetici in situm parallelum, seu vis, illius custos, non respiciet Fixas has vel illas, sed tantum situm sui corporis, ut is est, quolibet tempore. Et re simpliciter perpensa, quia directio haec quieti similior est quam motui, in materia, inque corporis dispositione potiori jure quaeritur, quam in aliqua Mente.[1]

Cur non retrocedant aphelia.

Age vero arctioribus vestigiis persequamur hanc similitudinem librationis Planetariae cum motu magnetis; idque demonstratione pulcherrima Geometrica: ut appareat, magnetes talem habere motum, qualem in Planeta deprehendimus. *Sit* DFA *vel magnes rotundus vel ipsum corpus Martis:* DA *linea, secundum quam porrigitur virtus magnetica:* D *polus, Solis appetens:* A *polus, a Sole fugiens.* Primum notabis, idem esse in hac speculatione, sive consideremus integrum globum corporis magnetici, sive unam solam ejus lineam Physicam virtutis, ipsi DA parallelon. 273

Cujusmodi librationes magnetem aliquem recte dispositum perficere consentaneum sit.

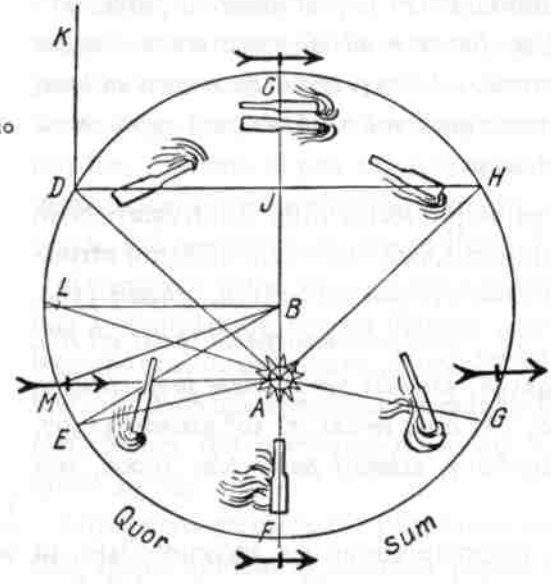
Cum enim virtus haec magnetica sit corporalis, et cum corpore dividua, ut probavit GILBERTVS Anglus, B. PORTA, et alii; certe quia globus constat ex infinitis quasi lineis Physicis ipsi DA parallelis, quarum virtus in rectum et unam mundi plagam extenditur, de singulis seorsim idem erit judicium circa qualitatem motus, quod est de universis conjunctim et vicissim. *Sit ergo loco totius corporis, omniumque ejus filamentorum, medius axis* DA *ad speculandum propositus. Bisecetur* DA *in* B, *et ipsi* DA *perpendicularis agatur* FBI. *Igitur Planeta sic collocato, ut* BI *in centrum tendat Solis, appropinquatio nulla erit. Anguli enim* DBI, ABI, *sunt aequales, quare et aeque fortes; ille ad appropinquandum, hic ad fugiendum. Hoc igitur est, quasi aequipondium in mechanicis. Itaque* B *centrum Martis hoc pacto in apside versatur, puta in aphelio, remotißimum a Sole. Sumatur jam*

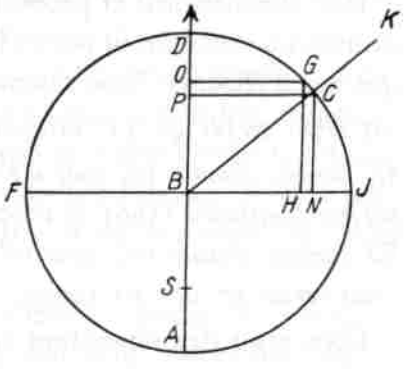
Coeca mari signas Nautis vestigia Magnes: Quid mirum, Errones nutibus ire tuis?

arcus aliquis IC, *mensurans angulum anomaliae coaequatae, et educatur* BC, *et producatur in* K. *Collocetur autem Planeta sic, ut* BC *in Solem tendat, qui sub* K *intelligitur.* Quaeritur primo mensura fortitudinis accessus Planetae. *Accessus enim fit, quia* D *polus appetens inclinatur ad* K *Solem angulo* DBK. A *vero fugiens abnuit angulo* ABK. *Cum igitur sit naturalis ista anguli fortitudo, erit in ratione staterae. At ducta ex* C *in* DA *perpendiculari, quae sit* CP, *erit inter* DP, PA *ratio staterae. Libra enim ex trutina* KB *suspensa, et manentibus brachiis, angulo* DBK, *erit pondus brachii* BD *ad pondus*

Quae mensura celeritatis librationis in puncto quolibet.

Libratio haec, habet rationem staterae, congruam nomini suo.





brachii BA, *ut* DP *ad* PA; *adeo ut si brachia ex* CP *suspenderentur in* P, *et pondus* BA *accommodaretur ipsi* PD, *pondus vero brachii* BD *ipsi* PA, *tunc* DA *cum* CP *pendula trutina facerent rectos angulos. Vide* O¹*ptica mea. et non facile movearis incuriosis experimentationibus. Vt igitur* DP *ad* PA, *sic fortitudo anguli* ABC *ad fortitudinem anguli* DBC. *Fugae igitur vim metitur hic* DP, *appetentiae vim* PA. *Aufer a* PA *aequalem ipsi* DP, *quae sit* AS. *Ergo* SP *est mensura virtutis appetentis solitariae, impedimento fugae ablato: idque in proportione, qualium* AD *metitur vim maximam solitariam. Sed qualium dimidia* DB *metitur vim maximam, talium et ipsius* PS *dimidia scilicet* PB, *hoc est sinus* CN *anomaliae coaequatae* CBI, *metitur vim accessus nudam, hoc situ Planetae ad Solem.* Igitur sinus anomaliae coaequatae est mensura fortitudinis accessus Planetae ad Solem illo loco. Atque haec incrementorum virtutis mensura est.

Spacii libratorii per haec continua virtutis incrementa confecti, mensura longe est alia. ostendunt enim observata, si ipsi IC anomaliae coaequatae respondeat sua anomalia eccentri GI, quod IH sinus versus arcus GI sit mensura librationis peractae. Id si etiam ex ipsa prius indicata mensura celeritatis CN deduci potest, tunc conciliaverimus experientiam cum demonstratione librae. *Cum enim cujusque arcus sinus sit mensura fortitudinis illius anguli, summa sinuum erit fere mensura summae*

Quae mensura spacii per librationem confecti usque ad datum momentum.

fortitudinum seu impreßionum per omnes partes aequales circuli: quarum omnium communis effectus est tota libratio peracta. Atqui summa sinuum IG *arcus (sint enim jam aequales* IC *et* IG *anomaliae alias diversae ad vitandam confusionem) ad summam sinuum quadrantis, est fere ut* IH *versus sinus illius arcus* IG, *ad* IB *versum sinum quadrantis.* Dixi fere. Nam in principio, cum sinus versus et parvus est, et parva habet incrementa, dimidio minus exhibet quam summa sinuum. Ecce. *Capiat quadrans partes* 90°. *Summa* 90 *sinuum est* 5789431. *Jam olim enim addidi omnes ordine. Summa sinuum in arcu* 1°, *hoc est, sinus primus, est* 1745. *et ut illa summa ad hunc, sic* 100000 *ad* 30. *Contra sinus versus quadrantis est* 100000, *sinus versus gradus* 1° *est* 15, *quod est dimidium de* 30.

Quae sit proportio sinus versi alicujus arcus, ad summam sinuum rectorum, omnium antegressorum graduum.

Proportionem esse fere et ad sensum, constantem.

Hoc ἀγεωμετρήτῳ et peccanti principio lector nihil deterreatur. Nam priusquam sensibilis fit portio librationis, jam insensibili differunt utriusque modi effectus. *Nam summa sinuum* 15, *quae est* 208166, *ostendit* 3594. *At sinus versus gr.* 15° *ostendit* $\frac{3407}{100000}$, *quod admodum paulo minus est illo. Sic summa sinuum* 30, *quae est* 792598, *ostendit per regulam proportionum, partem librationis* 13691 *de* 100000. *At sinus versus gr.* 30° *ostendit* 13397. *Et summa sinuum* 60, *quae est* 2908017, *ostendit paulo plus* 50000, *cum sinus versus gr.* 60° *sit* 50000. †

Applicatio librationis magneticae jam demonstratae, ad librationem Planetae observatam.

Cum ergo demonstratum sit, magnete aliquo sic accommodato, ut ponimus accommodata esse in coelo corpora Planetarum ad Solem, librationem corporis magnetici futuram talem, quam metiatur sinus versus, causa confecti spacii: testentur vero observationes, corpus Planetae librari in eadem mensura sinus versi anomaliae eccentri: valde igitur consentaneum est, Planetarum corpora esse magnetica, sic ad Solem disposita, ut diximus. ‖

Eandem esse proportionem inter sinus versos anomaliarum eccentri, quae est inter summas sinuum rectorum anomaliarum coaequatarum, respondentium illis anomaliis eccentri; valde praecise.

Ostendendum nunc est, non esse valde male factum, quod arcus IC et IG pro iisdem sumpsi. *Quando dico,* IC *arcum in corpore Planetae esse mensuram anomaliae coaequatae, tunc loquor proprie, et tunc* CN *est genuina mensura fortitudinis illius, quae competit Planetae, cum Solem in linea* BK *habet.* Quando vero dico, IG esse mensuram anomaliae eccentri, quae respondeat anomaliae IC, loquor improprie, abusus circulo corporis Planetae ad repraesentandum eccentrum. Cum autem in descendenti semicirculo eccentri, major arcus anomaliae eccentri, minori coaequatae respondeat, IG scilicet ipsi IC; plures omnino sinus colligimus in IG quam in IC: et hoc jure. Cum enim sinus metiatur fortitudinem, et fortitudo agat pro rato temporis, et pro rato propinquitatis ad Solem (de prope enim fortiores sunt magnetes) hoc est, ut brevis sim, pro rato IG arcus; omnino totidem sinus sunt in IC constituendi, quot in IG inveniuntur.

Quanto Planeta tardior in quolibet arcu, tanto minores partes anomaliae coaequatae faciendas, ut earum collecti sinus justa mensura esse possint virtutis per illam anomaliam coaequatam effusae.

Tantummodo in hoc peccamus, quod illos multos sinus justo longiores sumimus. ut GH est longior quam CN.

At hic excessus primum est per se exiguus et insensibilis. Nam in principio quadrantis parum differunt arcus IC et IG, et sinus parvi sunt: in fine quadrantis, cum est aequatio eccentri CG maxima, parum sinus differunt.

Deinde hic error nobis ex voto est. Semper enim paulo plus dant summae sinuum quam sinus versi; quibus ab experientia commendatis hic jam studemus accommodare et conciliare rationes libriles et magnetticas. Ergo hic praesens noster error, longos sinus pro brevibus accumulans, cavetur, si pro summis rectorum utimur simplicibus sinubus versis; cum summae sinuum non ad unguem paria faciant cum sinubus versis, sed eos excedant effectu librationis.

Defectum proportionis, quam posuimus esse inter sinum versum et summam sinuum rectorum, compensari a contrario errore, dum sinus rectos nimis longos colligimus anomaliae eccentri, pro coaequatae

Rem igitur intra sensus propinquitatem adduximus optimis rationibus. Concludamus, corpus Planetae, instar magnetis, accedere et fugere, lege staterae in imaginaria diametro epicycli in Solem tendente, et diametrum corporis virtuosam et realem DA, in longitudines medias porrigi, nempe BD hoc tempore in 29° ♉, BA in 29° ♏. aphelium enim est in 29° ♌.

Hoc pacto accessus ille libratorius citra mentis operam, a vi magnetica, insita quidem et solitaria perficitur, sed cujus tamen definitio a forinseco corpore Solis dependet. Definitur enim, vis, Solis appetens, vel ab eo fugiens. Ac etsi vis haec inter magnetes, quae illos conjungit, debet esse mutua: ego vero supra cap. XXXIX de Sole negavi vim Planetarum attractricem: intelligebatur tamen tantummodo mere attractrix, ut ex usurpato argumento patet. Hic autem ponitur simul attractrix, simul alio situ repultrix. Vel etiam hoc ponatur, ut Sol instar ferri nondum imbuti, tantummodo petatur, non vicissim petat: cum ipsius filamenta supra fuerint circularia, Planetarum vero hic ponantur recta.

Vim magneticam insitam corporibus Planetarum excitari et in actum produci a consimili vi Solaris corporis.

Sufficit mihi ex hoc exemplo magnetis demonstrasse possibilitatem rei in genere. Caeterum de re ipsa in specie ambigo. Nam quod Tellurem attinet, certum est, axem ejus, cujus aequabili et aequidistanti
276 dire¹ctione, anni tempora efficiuntur in punctis cardinalibus, ineptum esse ad hanc librationem et ad aphelium; cum Solis apogaeum, vel Terrae aphelium, hodie pene coincidat cum punctis Solstitialibus, non vero cum aequinoctialibus, quod nobis esset opportunum; nec manserit in eadem remotione a punctis cardinalibus. Quod si hic axis non est idoneus, nullus in toto Telluris corpore idoneus esse videtur, cum nullus ejus tractus sit, qui quiescat in eodem situ, toto globi corpore circa priorem illum axem diurna et irrequieta gyratione circumvoluto.

Difficultas et imperfectio hujus exempli magnetis

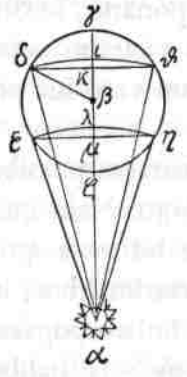
De mentali hujus librationis principio. Vereor dicere rationali, ne discursus rationis subintelligatur.

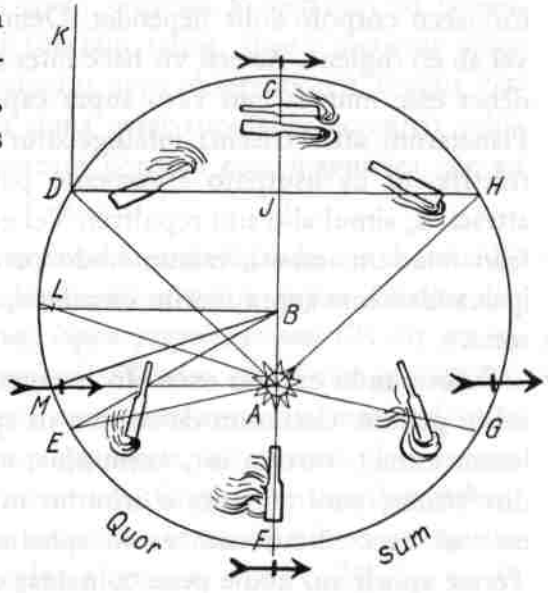
At vero, si nulla plane materialis et magnetica facultas absolvere potest munia illa Planetis privatim commissa, ob defectum mediorum, idoneae scilicet diametri corporis, sibiipsi in circumlatione perpetuo aequidistantis; qui defectus jam in uno Planetarum, in globo scilicet Telluris, apparuit: accersatur ergo mens, quae ut capite XXXIX dictum, ex contemplatione diametri Solis crescentis, in cognitionem veniat distantiarum, quas conficit; et praesideat facultati seu animali seu naturali, sic accommodandi sui globi in situ parallelo, ut debito modo a Solari virtute impellatur, et respectu Solis libretur; (Mens enim nuda et facultate inferioris gradus destituta, eo ipso non posset quicquam in corpus.) simulque consilio utatur, ad librationis tempora restitutioni periodicae non plane aequanda, et sic ad transferendas apsidas. Quarum rerum verisimilitudines supra cap. XXXIX sunt explicatae.

Restat, ut quia ex observationibus jam tenemus leges et quantitatem hujus librationis, qua diametri Solis aspectus variatur, quas cap. XXXIX adhuc ignoraveramus, jam videamus, an illae leges tales sint, ut verisimile sit eas innotescere Planetae. Leges librationis erant istae, ut anomaliae eccentri sinus versus metiretur partem librationis confectam.

Proportionari augmenta diametri Solis, cum sinubus versis anomaliae coaequatae.

Dico ergo initio: dato et concesso illo, de quo testantur observationes, Planetam scilicet post aequales arcus eccentri, inveniri in signis γ. ϰ. μ. ζ. non vero in signis γ. ι. λ. ζ· tunc diametri Solis incrementum exhibere legitimam mensuram sinus versi anomaliae* coaequatae; non minus atque scimus, anomaliae eccentri sinus versos esse mensuram librationis.





Quia ergo Planetae mens, siquidem ei aliqua adjuncta est, spacia, quae libratione trajecit, non aliter percipit, nisi argumento auctae dia-

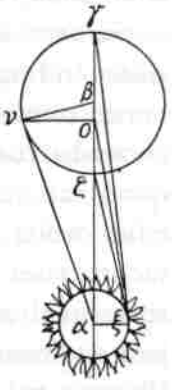
* Mensurat anomaliae { eccentri / coaequatae } sinus versus { Librationem Planetae. / Augmentum diametri Solis, ut ea apparitura fuit spectatori in corpore Planetae supposito: et vicissim. }

metri Solis, ut cap. XXXIX dictum; oportebit ei innotescere sinum versum anomaliae coaequatae, ut ad ejus praescriptum diametrum Solis augeat, accedendo.

Demonstratio hujus rei haec est. *Sit enim Planeta post aequales arcus imperfecti eccentri* CD, DE, EF, *in* γ. κ. μ. ζ· *et connectantur puncta* D. H.
277 *secantia diametrum* CF *in* I. *Quia ergo rectae* δκϑ, εμη, *secant epi*[1] *cyclum in similes arcus cum eccentrico ex constructione, erit ut* CF *ad* CI, *sic* γζ *ad* γκ, *altera sectio alterius mensura.*

His ita habentibus, dico etiam secuturum, ut eadem mensura accu-
10 mulentur incrementa diametri Solis in α, ex γ. κ. μ. ζ. inspecti, qua mensura crescit sinus versus anomaliae coaequatae. Id in solidum demonstrare hic importunum esset. Intelligi vero facile poterit, in solidum ita habere, si media et extrema simul contingere demonstremus. *Igitur in* C *anomalia coaequata est nihil; sinus versus nihil; et Sol ex* γ *inspectus, apparet minimus, ita ut incrementi ejus portio sit itidem Nihil. Sic in* F *anomalia coaequata est* 180°. *Sinus versus aequalis integrae diametro* 200000. *et Sol ex* ζ *inspectus apparet maximus, ita ut incrementum ejus totum accesserit.*

Pro anomalia igitur coaequata 90. *erigatur ex* A *perpendicularis* AM *ipsi*
20 CF. *et connectatur* MB. *Educatur etiam ex* α *tangens epicyclum in* ν· *et punctum* ν *contactus cum* β *centro connectatur. Cum ergo* ανβ *sit rectus per duodevicesimam tertii* EVCLIDIS, *et* MAB *rectus ex constructione, et* βν, BA *aequales ex constructione, ut et* βα, BM. *Triangula igitur sunt aequalia et congruentia. quare* νβα, ν ABM *aequales. Ex* ν *in* γζ *perpendicularis cadat* νο. *Quare cum* νοβ *sit rectus; aequatur igitur ipsi* MAB; *et* νβο *aequabatur ipsi* MBA; *triangula igitur sunt similia; et ut* νβ *ad* βο, *sic* MB *ad* BA, *et vicißim. Cumque aequentur* νβ, βγ, βζ, *et* MB, BC, BF; *sunt igitur* νβ, βο, *junctae, hoc est* γο *ad* οζ,
30 *sicut* MB, BA, *junctae, hoc est* CA *ad* AF. *Cum igitur* CA *sit sinus versus anomaliae eccentri* CBM, *et ponatur metiri partem librationis respondentem, erit* γο *illa pars. Ergo in hac anomalia eccentri* CBM, *vel coaequata* CAM *gr.* 90°, *Planeta erit in* ο.



Sed anomaliae coaequatae gr. 90°, *scilicet* CAM *sinus versus est dimidium totius diametri, scil.* 100000. *Dico etiam diametri Solis in* A α *quantitatem visibilem ex* ο, *fore medio loco inter quantitatem visi ex* γ *et ex* ζ, *sic ut dimidium augmenti accesserit, Planeta in* ο *versante infra* β.

Sit enim diameter corporis Solis αξ· *anguli visionis* ξζα, ξοα, ξγα, *connexo signo* ξ *cum signis* ζ. ο. γ. *Et quia sunt aequales* AF, ζα· *sic* AC, αγ· *et ut*
40 CA *ad* AF, *sic* γο *ad* οζ· *Ergo ut* γα *ad* αζ, *sic* γο *ad* οζ. *Sed insensibiliter*

22) per octavam 30) est GA

differunt, γξ *a* γα, *et* ζξ *a* ζα. *Ergo ut* γξ *ad* ζξ *ad sensum, sic* γο *ad* οζ. *In triangulo igitur* γξζ, *angulus* ξ *divisus est linea* ξο, *sic ut basis* γζ *secaretur in proportione laterum* γξ, ζξ. *Ergo per tertiam sexti* EVCLIDIS *conversam, angulus* γξζ, *linea* ξο, *in duo aequalia sectus est; et* γξο *dimidium est ipsius* γξζ, *totius augmenti diametri Solis. Quod erat demonstrandum.* Certum est itaque de extremis et medio, quod hoc pacto, si librationis diameter dividitur a Planeta in proportione sinuum versorum anomaliae eccentri,[1] diameter Solis augeatur in proportione sinuum versorum anomaliae coaequatae. 278 †

Id majoris evidentiae caussa etiam hinc ex parte patet. *Erigatur recta* BL *ex* B *ipsi* CF *ad perpendiculum: et centro* A, *diastemate aequali ipsi* BC, *scribatur arcus secans* BL *in* L: *et connectatur* AL. *Cum ergo sit anomalia eccentri* CBL 90°; *erit sinus versus* CB 100000, *dimidium totius diametri; quare et libratio* γβ, *dimidium totius* γζ· *et proinde distantia erit* βα. *Ei vero aequalis est ex constructione* AL. *quare Planeta erit in* L. *Et quia ipsi* BC *vel* BM *aequalis est* AL, *et* BA *commune latus, et* LBA *rectus, ut et* MAB: *triangula igitur* BMA, ALB *congruunt. Itaque ipsi* AM, *aequalis est* BL. *Sed* AM *aequatur ipsi* αν *ut supra; ergo et* BL. *Sed* αν *scilicet praetensa recto* αον, *longior est quam* αο *subtensa acuto* ανο. *ergo et* BL *longior est quam* αο. *et* AL *longior est quam* BL. *multo igitur longior* AL *quam* αο. *Minor ergo videtur Sol in distantia* AL *quam in distantia* αο. *Distantiâ vero* αο, *jam modo videbatur medius inter maximum et minimum. quare in distantia* AL *apparet Sol minor medio.* In L igitur etsi dimidium de semicirculo eccentrici est absolutum, tamen minus dimidio incrementi accessit diametro Solis. Sane quia et anomalia coaequata LAC minor est dimidia 90°. Atque hoc illud est, quod cap. XXXIX. nos torserat, ut praecedenti cap. LVI. dictum. Si enim orbita Planetae perfectus fuisset circulus, augmentum diametri ☉ mensurasset augmenta sinuum versorum anomaliae eccentri: cujus observatio alienior est a mente Planetae quam observatio coaequatae: ut jam audiemus. Vide igitur a contrariis, quam commode ista mensura Planetae tribuatur quamque plausibiliter.

Planetam non posse habere cognitionem anomaliae eccentri.

Si librationis ipsius mensuram a Mente comprehendendam poneremus, anomaliae eccentri sinum versum, quem observationes commendant; tunc destitueretur mens Planetae ab hoc medio diametri Solis variabilis: quia se non accommodat ad sinus versos anomaliae hujus eccentri. Planetae enim iter non est circulus. Et mens Planetae intelligeret librationis partes, seu spacia conficienda seipsis, sine signo. quod pridem inter absurda retulimus. intelligeret et anomaliam eccentri, quae est angulus, inter duas rectas ex centro eccentri ejectas, alteram per punctum aphelii, alteram per centrum Planetarii globi. In schemate est DBC (vel ejecta ex D parallelo ipsi BC, linea DK. tunc KDB est ejusdem

anomaliae eccentri complementum.) Si ergo mens percipit angulum KDB, necesse est ut percipiat trina puncta K. D. B. De puncto D non est dubium, quia hoc est centrum sui globi. De K non multo dubito. Nam BC et DK ob infinitam Fixarum distantiam tandem coincidunt in eundem Fixarum locum: et fixae sunt corpora realia. Itaque nihil est absurdi, Planetae mentem sensu quodam occulto in conspectu habere Fixam illam, quae quovis tempore praebet aphelio hospitium. De solo B negatur, ejus sensum competere in mentem Planetae, quia B nullo corpore vestitur. [1]

Et tamen ne hoc quidem dogmate opus fuit, in modo naturali paulo superius.

279 10 Praetereaque et caussa sublata, cur B inspiceretur, effectus quoque tollitur. At B inspici debet, si circulus CD est conficiendus. Orbitae vero Planetarum non sunt circulares perfecte, quod capite XLII ex observationibus probatum est. Ergo neque collimant Planetae ad B. Et sic ipsum B quasi centrum, posterius est ipso itinere CD. Si vero inspiceretur a Planeta, prius esset ipso itinere.

His itaque de caussis nego sinum versum anomaliae eccentri mensuram subministrare Planetae, librationis suae, non quod haec mensura non sit, sed quia etsi sit, a Planetae tamen mente non respicitur.

At si augendam et minuendam ☉ diametrum Planetae ponimus pro 20 medio seu adminiculo, per quod ad justas et seipsis imperceptibiles distantias ipse librationibus suis pervenit, huicque diametro ☉ variandae ex demonstratione proxime expedita regulam demus et mensuram, a Planetae mente percipiendam, anomaliam eccentri coaequatam, in schemate DAC, vel potius KDA: jam igitur stamus rectius. Nam utraque signa sunt perceptibilia: ex parte librationis, crescens et decrescens magnitudo diametri ☉; ex parte mensurae seu anguli, tria puncta corporibus vestita. Nam in A ipse ☉ est, in D Planeta, in K Fixa, index aphelii.

Planetam posse habere cognitionem anomaliae coaequatae.

Fortassis itaque dicendum erit, (quod quidem et jam supra cap. 30 XXXIX posito casu, quod Naturae vires non sufficiant motibus coelestibus administrandis sumus amplexi) Planetae tributum esse sensum lucis Fixarum Solisque; cujus radiationum concursu apud centrum Planetarii corporis, angulum hunc anomaliae coaequatae aestimet.

Vna sola difficultas est expedienda. Quamobrem non hic ipse angulus, fiat mensura operi Planetario, quod est hic augere diametrum Solis accessu ad Solem, sed pro angulo, ejus sinus versus?* Et quibus mediis Planeta sinum anomaliae coaequatae percipiat? Vtrum ipse quoque more hominum ratiocinando in Geometricis proficiat? cum tamen nullum hactenus munus, motus coelestes administrandi, in Planetae men- 40 tem competierit, quod non instinctu divino, inde a primaevo rerum conditu, huc usque pertingente, citra ratiocinationem ullam, obiri posset.

Planetae mentem siquidem intenta est ad anomaliae coaequatae angulum, non aestimare ejus magnitudinem, sed sinum.

* Quemadmodum paulo ante sinus rectus anomaliae eccentri (vel ei respondentis coaequatae) fuit index

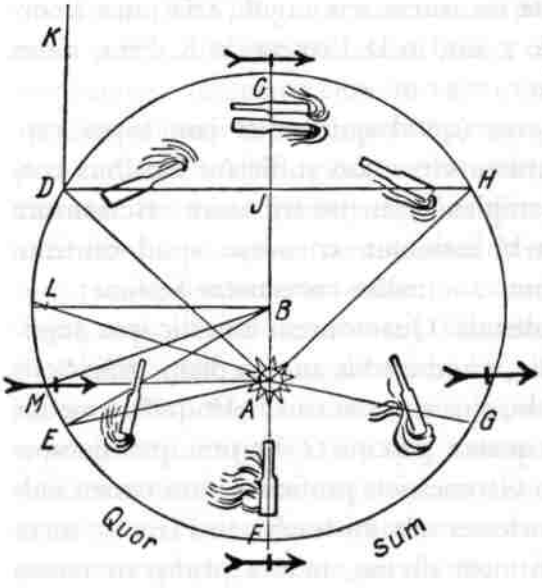
fortitudinis librationis, sinus vero versus anomaliae eccentri fuit index confectae librationis: Ita hic sinus ipsius anomaliae coaequatae est index celeritatis, qua crescit Solis diameter; sinus vero versus anomaliae coaequatae, est index augmenti jam comparati per omnes celeritates antecedentes.

Modus, quo Planeta in cognitionem venire possit sinus versi.

Repetendum itaque ex paulo supradictis, quod sinus anomaliae coaequatae sit index fortitudinis angulorum KDA. de quibus ARISTOTELES in Mechanicis, et hoc eodem capite paulo supra. Nam duo brachia commissa angulo obtuso, facilius diriguntur, quam angulo recto, idque in proportione sinuum. Et vicissim duo brachia angulo acuto coagmentata, facilius in unam rectam coguntur, capitibus conjunctis, quam si angulo recto coagmentarentur. Repete demonstrationem ipsam ex paulo praemissis.

Itaque uno modo, si constet Planetam habere sensum fortitudinis angulorum, nihil erit absurdi, si dicamus (nostro hominum conceptu) innotescere illi sinus angulorum. At cur ille sentisceret naturalem fortitudinem angulorum? Nimirum ad naturalia revolvimur principia. Sint enim ut prius, tractus certi corporis Planetarii, quibus insit vis magnetica, directionis in lineam, quae tendit in Solem. Sit autem jam non, ut prius, Naturae corporis, sed animali facultati, seu quae regit corpus Planetae | intrinsece, hoc tributum, ut dum a Sole rapitur, axem illum 280
magneticum ad easdem perpetuo Fixas dirigat; nisi quatenus successu seculorum eum parum inclinat. Orietur itaque pugna facultatis animalis cum facultate magnetica, et victoria animalis: non aliter atque cap. XXXIV. dixeramus, corpora Planetarum naturaliter quietem appetere, sed moveri à vi extranea ☉.

Vel cape accommodatius exemplum. Brachii humani naturale pondus deorsum vergit ad Terrae centrum; animalis vero facultas hoc praestat vexillifero, ut illud supra caput extendat, et in gyrum agat: ubi vincit animalis facultas naturale pondus, vinceretque perpetuo, nisi corpus vexilliferi cum omnibus facultatibus mortale conditum esset.



Typus motuum coelestium, si mens iis concurrat.

His itaque positis, Planetae mens ex lucta facultatis animalis, ad retinendum axem magneticum comparatae, cum magnetica virtute directionis in Solem, intelligere et percipere poterit fortitudinem angulorum.

Et hic modus confirmari videtur etiam per exemplum Lunae, quam certum est, in diametrali linea Solis et Terrae fortius incitari, ob hanc ipsam forsitan angulorum fortitudinem.

Tandem igitur summa haec erit. Planeta constitutus in aphe-

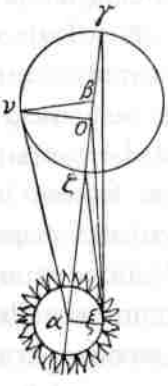
6) angulo acuto

lio, nihil ad Solem nititur, sed provehitur pro ratione distantiae AC. ad hanc promotionem sequitur angulus KDA. ad anguli hujus proportionem fortitudinis ipse Planeta Solis diametrum auget, accedendo ad Solem. accessu minuit distantiam, ut sit AD. minuta distantia celerius provehitur. celerius igitur mutatur KDA angulus. celerius igitur Planeta (caeteris paribus) auget ☉ diametrum. Ita efficitur perennis circulatio, non per intervalla, qualia nos in nostris cogitationibus et calculo statuimus, insensibilia errata non considerantes, sed plane continua.

Comparatio principii mentalis cum magnetico.

Dixi haec hactenus cum conditione, si libratio, qua de testantur observationes, nequeat perfici a virtute aliqua magnetica, Planetarum corporibus insita, et si omnino necesse fuerit, nos ad Mentem confugere. Caeterum si comparare libeat illam naturalem et hanc mentalem motionem: illa quidem per se stat, nihil indigens; haec vero mentalis, quomodocunque illam animali facultate movendi corporis instruas, testimonium illi magneticae perhibere, ejusque subsidia accersere videtur. Primum enim mens ipsa nihil potest in corpus. Oportet igitur menti adjungere facultatem exsequendi sua munia in corpore Planetae librando. Facultas illa aut animalis erit, aut naturalis et magnetica. Animalis esse non potest. nequit enim facultas animalis transportare corpus suum de loco in locum (ut requiritur in hac libratione) sine potestate alterius corporis adminiculantis. Erit igitur magnetica facultas hoc est Naturalis consensus inter corpora Planetae et Solis. Itaque mens naturam et magnetes in subsidium vocat. !

281 Deinde mens haec ad dimidium decursum regulae suae seu anomaliae coaequatae, dum dimidium perficit operis sui, quod consistit in augenda vel minuenda diametro Solis, supra quidem γο librationis partem absolvit majorem, infra vero οζ minorem. Neque γο, οζ, respondent partibus temporis. Nam plus morae consumitur in γο, quam ejus supra οζ excessus requirebat. Neque continue augentur partes a ζ versus γ, sed apud γ κ sunt minores, ut et apud μζ. At mentis opera solent esse constantia.



Propterea nobis fuit opus, illam instruere facultate animali, atque magnetica, et pugnam utriusque comminisci, qua mens admoneretur de officio suo, de quo nec temporis nec spaciorum confectorum aequalitate admoneri potuit. Itaque rursum menti subsidium a natura petivimus.

Contra hae modificationes omnes insunt revera operi virtutis magneticae extraneae Solis, eique conjunctae magneticae, insitae ipsi Planetae, ut supra explicatum. Si ergo per sese officium faciunt virtutes magneticae, quid opus illis est mentis directorio?

Ac etsi de magnetica vi ipsis corporibus Planetariis insita incerti mansimus, contemplatione axis Telluris, qui diversus est a linea apsidum Solis: at haec difficultas utrinque communis est. Nam et Mente posita, tamen coacti sumus admittere talem axem, qualem Tellure desideramus; quo mediante mens apprehendat fortitudinem anguli, seu ejus sinum versum. Contra vehementer urget nos verisimilitudo, ut librationem hanc Planetarum, quae citra controversiam leges Naturae sequitur, Naturae ascribamus in solidum, quomodocunque ea insit corporibus Planetarum.

Adeoque et ipsam hanc comprehensionem sensitivam Solis et Fixarum, quam molliter ego accipio, Mentique Planetae indulgeo, nescio an sufficienter lectori Philosopho comprobaverim.

Accedit et hoc, quod in ipsis etiam modis, quos Menti praescripsimus, omnium, qui possunt esse, probatissimos, implicari videtur quaedam incertitudo Geometrica; quae nescio an non a DEO ipso repudietur, qui hactenus semper demonstrativa via progressus esse deprehenditur. Nam si Planeta prout ad Solem, partim insita vi appropinquaverit, in alium et alium gradum virtutis ex Sole adventitiae venit (ut quidem venit.) et si diversi gradus, reciproce ipsius etiam Planetae vim appropinquandi intendunt, dum angulum augent, qui Regula ponitur appropinquationis, seu auctionis diametri Solis: Nisus Planetae proprius, denique sibiipsi fiet ex parte mensura, et in intentione Planetae, simul prius et posterius; cum sit per partes inaequalis, et ob hoc ipsum mensura indiguerit. Quo pacto non demonstrative, sed quasi per regulam falsi, dabitur exploratio, temperandarum virium utriusque virtutis, ut eodem tempore sese expediant, eodem corporis circumactu. [1]

Posita mente quae sequatur caussa progressus apheliorum.

Nisi forte quis ex hac ipsa mensura ἀγεωμετρήτῳ progressum aphe- 282
liorum occasionem invenire suspicari velit. Sed nos supra cap. XXXV in suspenso reliquimus, an non hoc genus motuum ab alia causa scilicet

De ἀντιφράξει iterum.

ab ἀντιφράξει, possit existere; ut sicut ferrea tabella vim magnetis linguae ferreae intercipit, sic Planetarum corpora sibi mutuo etiam suas virtutes magneticas proprias, quibus ad Solem annuunt, intercipiant. Nam ne cum Solari virtute hoc fieret, ne inquam Solaris virtus, communis omnibus, interciperetur uni, interjectu alterius; distinximus inter essentiam corporis Solaris et Planetariorum. Cum igitur non distinxerimus inter corpora ipsorum Planetarum, videtur hoc in caussa relinqui. Neque sane expediri potuit, nisi deprehensa verissima dispositione magnetici corporis Planetae, qua libratio administretur.

Antiphraxin non transponere aphelia; nec per modum Naturae,

Sed ut ratiocinationis sit exemplum: Sit dispositio magnetica Planetae, qualem paulo ante cum introduxissemus, postea de Tellure negavimus. In ea non habet locum impedimentum ab ἀντιφράξει. Nam

quia virtutis magneticae effectus fuit, ad Solem tendere, et a Sole fugere, interimque directas tenere fibras sedis magneticae; si ergo alius Planeta, Solem inter et Planetam interveniens, impedit hanc adnavigationem ad Solem vel fugam, non impedito communi motu ex Sole: minus igitur justo adnavigabit vel fugiet: et sic mutabitur circuitus amplitudo cum periodico tempore, successu seculorum; iterumque corrigetur contrariis eclipsationibus; at non transferetur aphelium ex hac quidem ἀντιφράξει. Igitur causa motus apheliorum a nobis prius allata, adhuc sola regnat, sine socia vel aemula.

Nec per suppositionem mentis.

At neque si mens librationi modo dicto praesideat, quicquam nocebit ἀντίφραξις. Vteretur enim mens pro regula, ut dictum est, augendae Solis diametri, angulo anomaliae coaequatae; et ejus sensu exiguum ad tempus privata, quippe tecto Sole, posset, si diis placet, compensare, quod neglexisset, Sole rursum emergente, et anomaliam coaequatam reducente in conspectum. Dominatur enim mens, si qua est, animali facultati, eaque alias etiam inaequaliter utitur pro re nata. Cur non igitur et hic ea extra ordinem uteretur ad tollendam hanc discrepantiam mensurae (anomaliae coaequatae) et mensurati (diametri Solis) quae per Solis eclipsin irrepserat? Quid quod etiam alii hujusmodi sunt tardi motus, ut aequinoctiorum praecessio, orta ex axis Telluris directione ad alias atque alias Fixas, non ad Solem? ubi nihil efficere potest Solaris luminis aversio, cum nec ejusdem praesentia illam efficiat.

Quid Physicus dicere possit, ut neget ἀντίφραξιν.

Itaque ut ἀντιφράξεων magneticarum effugiamus incommoda etiam in propriis Planetarum librationibus, non minus quam cap. XXXV. in communi raptu ex Sole, dicendum est, similia quidem esse posse Planetarum corpora caussa magneticae dispositionis; sed aut longius ab invicem remota quam ut orbes virtutum Planetarum coeant mutuo, aut fortiorem virtutem ex Sole emanantem (non minus illam, quae proprias Planetarum virtutes in actum elicit, quam illam, quae illos in orbem rapit.) quam ut objectu imbecillioris corpusculi impediri omnino possit; sed | transire, ut lux per globum aqueum transit; aut 283
tantae exilitatis esse corpora Planetarum ut nihil efficiant; nec Solem unquam ulli Planetarum qui a Sole movetur, ab alio Planeta, in solidum intercipi; quemadmodum Telluri Sol a Luna nunquam in solidum intercipitur. Nam etsi Lunae quidem totus Sol aliquot horis tegi potest; at Luna non libratur versus Solem, sed versus Terram, cujus aspectu ipsa privari nunquam potest, cum Lunam inter et Tellurem corpus nullum intersit.

Quibus conditionibus, mente posita, ἀντιφράξει Apheliorum motus transscribi possit?

Quod si tamen alicui videtur plausibile, transpositum apogaeorum esse momentaneum, et ex hac causa, eclipsati Solis oriri; dicat is, si

23) ἀντιφράξεως

placet, Ne libratio, sub eclipsin interrupta (dum Planeta interim a Sole translatus est in alium angulum, aliamque ejus fortitudinem) eclipsi finita, subitum celeritatis intervallum admittat, ideo compensari hunc anguli saltum a Planeta ipso; inclinatione axis tali facta ad Solem, post eclipsin, qualis erat in principio eclipsis. Sic enim obtinebitur transpositus apheliorum, sed saltuatim factus, et durans plurimis annis eodem loco sub Fixis, donec alia contingat Planetae offuscatio.

Alia causa motus apheliorum posita mente.

Illa vero prior causa transpositionis apheliorum, orta ex aberratione librationis a circuitu sub Fixis, propter ἀγεωμέτρητον alterius ab altero nexum, magis esset pro aequabili apogaeorum transpositione.

Tertia.

Denique neutra harum causarum valente, habeat mens animali instructa facultate, quae praeest constanti directioni axis magnetici, hoc etiam munus inclinandi ejus, successu seculorum. At nec ulla harum causarum nec adeo mente in universum stante, acquiescamus in natura: quae cum alia omnia expedita dedit, tum etiam motus apheliorum luculentam occasionem ostendit. †

CAPVT LVIII

QVOMODO STANTE LIBRATIONE, CAPITE LVI. DEMONSTRATA ET INVENTA, POSSIT TAMEN ERROR ADMITTI IN PRAEPOSTERA LIBRATIONIS APPLICATIONE, QVA ITER PLANETAE BVCCOSVM EFFICIATVR

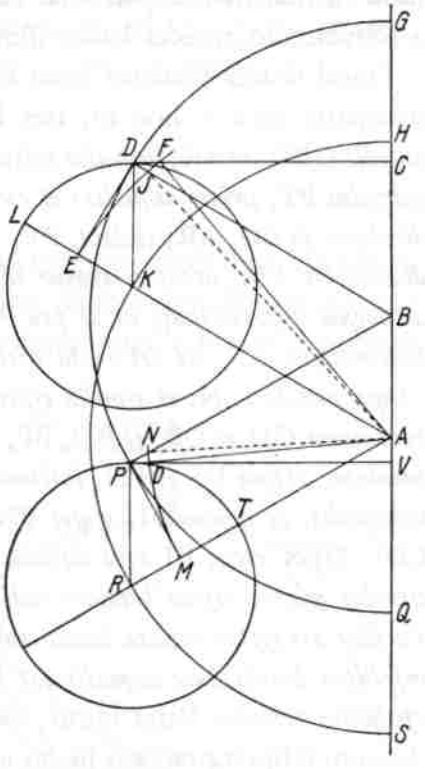
Malo me Galataea petit, lasciva puella,
Et fugit ad salices, et se cupit ante videri. †

Profecto verum hoc de Natura cano ex ore VERGILII. Quo propius enim ad illam venitur, hoc petulantiores ludos facit, hoc pluribus anfractibus sese ipsa comprehensuro, jam jamque tenenti surripit: nec tamen invitare cessat ad se comprehendendam, quasi delectetur meis erroribus.

Quod toto hoc opere spectavi, ut Physicam invenirem hypothesin, quae non tantum distantias efficeret observatis consentaneas, sed etiam aequationes itidem probas, quas hactenus ex vicaria capitis XVI coacti | sumus mutuari: idem per hanc etiam verissimam hypothesin tentans, falsa methodo, rursum de rerum summa trepidare coepi. *In linea apsidum, centris* A. B. *scribantur aequales circuli* GD. HK. *Sitque* AB *eccentricitas circuli* GD. *Sit autem anomalia eccentri, seu numerus graduum ejus, arcus* GD 284

1) und 5) eclipsim

vel HK, *per aequipollentiam capitis III. Centro igitur* K, *diastemate* KD, *quod ipsi* AB *sit aequale, scribatur* LDF *epicyclus, qui secabit circulum* GD *in* D, *per aequipollentiam cap. III. Ducatur* AK, *et continuetur donec secet epicyclum in* L, *ut sit* LD *arcus similis anomaliae eccentri* GD *vel* HK. *Et connectatur* B *cum* D. *Ex puncto vero* D *demittantur perpendiculares in* GA, LA, *quae sint* DC, DE. Quare per hactenus cap. LVI. demonstrata, AE citra controversiam erit justa distantia ad hanc anomaliam eccentri, de qua quaeritur, quantum temporis in ea sit consumptum. Cumque ejus arcus sinus versus GC, sive post multiplicationem, LE ablatâ a GA, prodiderit distantiam AE justam: ex his indiciis persuadebar, terminum ipsius AE alterum, quaerendum esse non in DC linea, quod verissimum tamen erat, sed in DB lineae puncto I: ut si centro A, diastemate AE, ducerem arcum EIF, qui secet DB in I. Esset igitur AI secundum hanc persuasionem justa distantia, situ et longitudine; et IAG anomalia vere coaequata. Manifestum est autem, quod EIF arcus secet DC lineam, loco superiori scilicet in F. itaque anguli IAG et FAG differant quantitate IAF.



† Erravi igitur, usurpata linea AI pro AF. Errorem primum experientia deprehendi. Nam cum explorassem quantitatem areae DAG tam per distantias omnes quam per areolam DAB, postea huic areae DAG in tempus conversae accommodassem angulum IAG non FAG; tunc in superiori semicirculi parte collegi per 5½′ plus, in inferiori per 4′ minus, quam dabat vicaria, satis certa. Itaque dissentientibus aequationibus a vero, coepi rursum accusare verissimas has distantias AE, et librationem Planetae LE, de crimine, cujus falsa mea methodus, quae I pro F spectabat, erat rea. Quid multis? Ipsa veritas et rerum Natura repudiata, et exulare jussa, per posticum se furtim rursum recepit intro, et sub habitu alieno a me recepta fuit. Missis inquam librationibus diametri LE, coepi revocare ellipses, omnino existimans, me sic longe diversissimam, a librationibus, sequi hypothesin; cum plane coincidant, ut cap. sequente demonstrabitur: nisi quod, quae peccaveram prius in methodo, hac ratione fuerunt emendata, et F pro I, ita ut debuit, usurpatum.

Argumentatio mea talis fuit, qualis cap. XLIX. L. et LVI. Circulus cap. XLIII. peccat excessu, ellipsis capitis XLV peccat defectu. Et sunt excessus ille et hic defectus aequales. Inter circulum vero et ellipsin[1] nihil mediat nisi ellipsis alia. Ergo ellipsis est Planetae iter; et lunula 285
a semicirculo resecta habet dimidiam prioris latitudinem scilicet 429.

Quod si iter Planetae esset ellipsis, satis patuit, non posse I pro F usurpari: quia si hoc fit, iter Planetae buccosum efficitur. *Sint enim angulis* GBD. HAK. *aequales infra* QBP. SAR*: et centro* R *scribatur rursum epicyclus* PT, *priori aequalis: et ex* P, *sectione epicycli cum eccentrico, perpendiculares in* BQ, AR, *cadant,* PV, PM*: et connectatur* P *cum* B. *et centro* A, *diastemate* AM, *arcus scribatur* MN, *secans* PV *in* O, PB *in* N. *Est igitur analogum superioribus, ut si pro* F *usurpemus* I, *jam pro* O *usurpemus* N*; putemusque,* AN, *ut est justa distantia longitudine, sic et situ justam esse. Atqui puncta* I. N. *et similia efficiunt iter Planetae buccosum. Nam aequales sunt arcus* GD *et* QP. *et* BD, BP, *ex communi centro ejectae, secant resectam lunulam. Atqui* DI *et* PN, *latitudines lunulae, versus centrum extensae, sunt inaequales. et minor* DI, *major* PN. *Cum enim* ED *et* MP *sint aequales, et* EDI, MPN *recti,* EI *vero circulus major, utpote longiore radio* AE, *et* MN *circulus minor, utpote breviore radio* AM*: omnino major erit* PN, *minor* DI. *Exilior est igitur resecta lunula superius apud* D, *latior inferius apud* P. *At in ellipsi lunula haec aequalis est latitudinis in punctis aequaliter a* G *et* Q *apsidibus remotis.* Patet igitur, viam buccosam esse; non igitur ellipsin. Ac cum ellipsis praebeat justas aequationes, hanc igitur buccosam, jure injustas praebere.

Nec erat opus, aequationes ex ellipsi de novo computare. Sciebam ultro facturas officium. De distantiis tantummodo sollicitus eram, ne forte ex ellipsi desumptae negocium mihi facesserent. At quamvis hoc accideret, paratum erat mihi latibulum, incertitudo 200 particularum in distantiis. Itaque ne hic quidem valde haesi. Multo vero maximus erat scrupulus, quod pene usque ad insaniam considerans et circumspiciens, invenire non poteram, cur Planeta, cui tanta cum probabilitate, tanto consensu observatarum distantiarum, libratio LE in diametro LK tribuebatur, potius ire vellet ellipticam viam, aequationibus indicibus. O me ridiculum! perinde quasi libratio in diametro, non possit esse via ad ellipsin. Itaque non parvo mihi constitit ista notitia, juxta librationem consistere ellipsin; ut sequenti capite patescet: ubi simul etiam demonstrabitur, nullam Planetae relinqui figuram Orbitae, praeterquam perfecte ellipticam; conspirantibus rationibus, a principiis Physicis, derivatis, cum experientia observationum et hypotheseos vicariae hoc capite allegata.

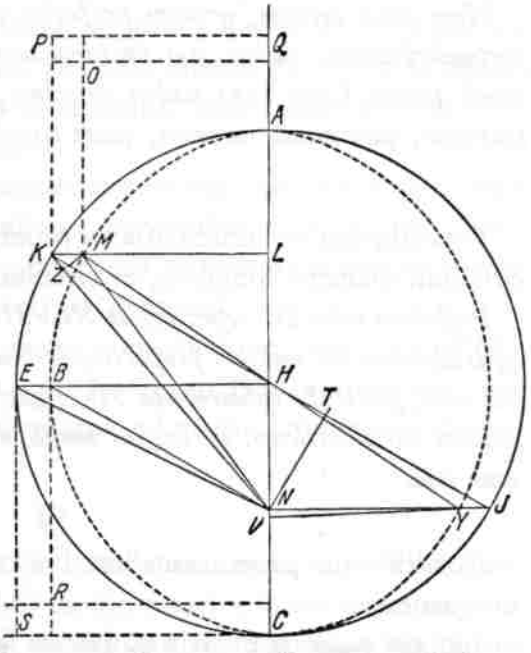
CAPVT LIX

DEMONSTRATIO, QVOD ORBITA MARTIS, LIBRATI IN DIAMETRO EPICYCLI, FIAT PERFECTA ELLIPSIS: ET QVOD AREA CIRCVLI METIATVR SVMMAM DISTANTIARVM, ELLIPTICAE CIRCVMFERENTIAE PVNCTORVM[1]

286 Protheoremata.

I

Si intra circulum describatur ellipsis, tangens verticibus circulum, in punctis oppositis; et per centrum et puncta contactuum ducatur diameter; deinde a punctis aliis circumferentiae circuli ducantur perpendiculares in hanc diametrum: eae omnes a circumferentia ellipseos secabuntur in eandem proportionem.



Ex l. 1. APOLLONII *Conicorum pag. XXI. demonstrat* COMMANDINVS *in commentario super V. Sphaeroideon* ARCHIMEDIS.

† *Sit enim circulus* AEC. *in eo ellipsis* ABC *tangens circulum in* AC. *et ducatur diameter per* A. C. *puncta contactuum, et per* H *centrum. Deinde ex punctis circumferentiae* K. E. *descendant perpendiculares* KL, EH, *sectae in* M. B. *a circumferentia ellipseos. Erit ut* BH *ad* HE, *sic* ML *ad* LK. *et sic omnes aliae perpendiculares.*

II

Area ellipsis sic inscriptae circulo, ad aream circuli, habet proportionem eandem, quam dictae lineae.

Vt enim BH *ad* HE, *sic area ellipseos* ABC *ad aream circuli* AEC. *Est quinta Sphaeroideon* ARCHIMEDIS.

III

Si a certo puncto diametri educantur lineae in sectiones ejusdem perpendicularis, cum circuli et ellipseos circumferentia; spacia ab iis rescissa rursum erunt in proportione sectae perpendicularis.

Sit N *punctum diametri, et* KML *perpendicularis. connectantur signa* K. M. *cum* N. *Dico, ut* ML *ad* LK, *seu per. I. ut* BH, *ad* HE *semidiameter brevior ad longiorem, sic esse aream* AMN *ad* AKN. *Est enim* AML, *area ad* AKL *aream, ut* ML *ad* LK *per assumpta* ARCHIMEDIS *ad pr. V. Sphaeroideon, quae* COMMANDINVS *in commentariis ad hanc propositionem literis* C. D. *demonstrat. Triangulorum vero rectangulorum* NLM, NLK, *altitudo* NL *est* | *eadem; et bases* LM, LK. *igitur et* MLN *ad* KLN *est, ut* ML *ad* LK. *Per* 287
compositionem igitur tota area AMN *ad totam* AKN, *est ut* ML *ad* LK. *Quod erat demonstrandum.*

IV

Circulo per hujusmodi perpendiculares quotcunque in aequales arcus diviso, ellipsis in arcus inaequales dividitur; et qui sunt apud vertices, maxima utuntur proportione; qui locis mediis, minima.

Nam circa vertices, arcuum proportio proxima est proportioni sectarum perpendicularium, quibus sese proxime accommodant secundum longitudinem; minor tamen. Circa locos medios proxime fiunt aequales; minor tamen arcus ellipticus, quia minus curvatus, quam circularis. Per se patet.

V

Tota elliptica circumferentia est proxime medium Arithmeticum inter circulum diametri longioris, et circulum diametri brevioris. †

Probatum enim est supra capite XLVIII. longiorem esse circumferentia ea, cujus diameter est medium proportionale inter diametros ellipseos, ut cujus circuli area, per VII. Sphaeroideon ARCHIMEDIS, *aequat aream ellipseos. Sed et medium Arithmeticum, est longius medio proportionali. Proxime ergo aequalia sunt ista.*

VI

Quadratorum proportionaliter divisorum gnomones sunt ad invicem † ut quadrata.

Sint duo quadrata PL *et* SH. *Horum latera* KL, EH, *divisa sint proportionaliter in punctis* M. B. *Scribantur gnomones* KOQ, *et* CRE. *Ergo quia* ML *ad* LK *sic est, ut* BH *ad* HE; *erit etiam* OL *ad* LP, *ut* RH *ad* HS. *Sed gnomones sunt quadratorum differentiae. Ergo etiam ut* LP *ad suum gnomonem, sic* HS *ad suum: et permutatim, ut* PL *ad* HS, *sic gnomon* KOQ *ad gnomonem* CRE.

VII

Si a termino semidiametri brevioris, in circumferentia ellipsis, extendatur linea, aequalis semidiametro longiori, sic ut terminetur in ipsa semidiametro longiore: quae inter punctum hoc et inter centrum interjacet, potest gnomonem, quem quadratum semidiametri longioris, circumponit quadrato semidiametri brevioris. | †

288 *A brevioris semidiametri* HB *termino* B, *extendatur recta* BN, *aequalis semidiametro longiori* AH. *Dico* HN *posse gnomonem* ERC, *hoc est, esse medium proportionale inter* EB *et residuum diametri circuli. Demonstratum est supra capite XLVI. Sed hic facilius et expeditius demonstratur in puro casu. Gnomon enim est differentia quadratorum* BH *et* HE *vel* HA, *per VI. horum. Sed et potentia ipsius* HN *est differentia quadratorum* BH, *et* BN, *hoc est* HE *sive* AH *per XLVI. primi* EVCLIDIS. *Ergo aequale est quadratum* HN *gnomoni* ERC. *Quod erat demonstrandum.*

VIII

Si circulus dividatur in quotcunque seu infinitas partes; et puncta divisionum connectantur cum puncto aliquo, praeter centrum, intra complexum circuli; connectantur item cum centro: summa earum quae ex centro, minor erit summa earum quae ex alio puncto.

Et binae lineae, proximae lineae apsidum, ductae in opposita ex puncto eccentrico, proxime erunt aequales duabus ex centro in opposita ductis: binae vero in locis intermediis, multo majores erunt iis, quae ex centro educuntur eodem.

Demonstratum est capite XL. Itaque excessus iste non crescit aequaliter cum numero linearum, multo minus cum sinubus. Horum enim differentiae in fine evanescunt; excessuum vero dictorum differentiae in fine sunt maximae. Ac cum area circuli KNA crescat aequaliter; parte quidem KHA cum numero linearum, ex constructione; parte vero KNH cum sinubus arcuum, ad quos sunt lineae, in HN multiplicatis, per caput XL: area igitur circuli non est apta, ad mensuram summae distantiarum suae circumferentiae.

IX

Sin autem pro lineis ex puncto eccentrico, sumantur lineae illae, quae determinantur a perpendicularibus ex illo puncto, in eas quae per cen-
289 trum eunt, demissis; Hoc est, si sumantur distantiae diame|trales pro circumferentialibus, ut cap. XXXIX. et LVII. denominatae sunt; tunc
† summa aequat summam earum, quae ex centro ducuntur.

Eligatur enim quodcunque punctum circumferentiae circuli, quod jam sit K: *et ex* K *per* H *recta ducatur in partem circumferentiae oppositam* I. *ex* N *vero cadat perpendicularis in* KI, *quae sit* NT. *Tunc* KH, HI *junctae, aequant* KT, TI *junctas. Et aliqua summa copularum* KH, HI, *aequat aequalem summam copularum* KT, TI. *Cum autem summa linearum* AN, KT, *quotquot inveniuntur in* AK *ad partes ejus aequales, crescat partim cum numero linearum* HA, HK, *partim cum sinubus in* HN *multiplicatis, crescit igitur aequaliter, cum area* KNA, *per praemissam. Igitur area circuli, et partes* KNA, *metiuntur summas distantiarum diametralium.*

X

Distantiarum ex puncto eccentrico ellipsis, in aequales arcus ellipsis, eductarum, non minus quam circuli in protheoremate VIII, ratio est contraria, rationi mutuae arcuum circuli et ellipsis, protheoremate IV explicatae. Nam binae ex puncto eccentrico in contraria eductae, excedunt binas ex centro in contraria eductas, in minima proportione, et plane nihil circa apsidas: At in longitudinibus mediis excedunt illas maxima proportione.

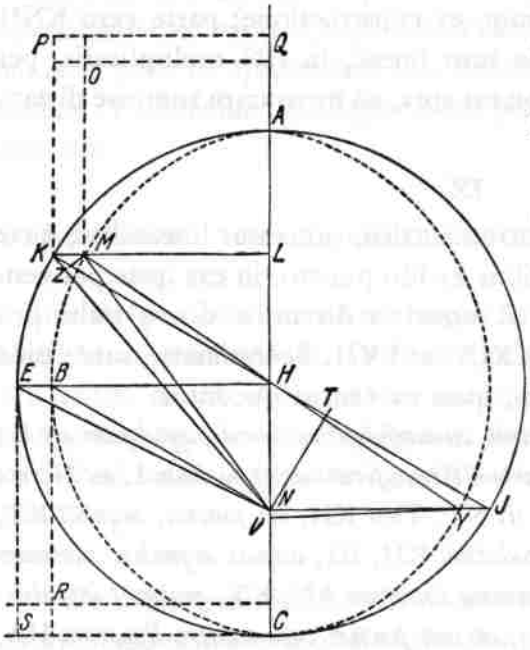
Apparet capite XL. Rursum igitur, ut protheoremate VIII, area ellipsis non est apta ad mensuram summae distantiarum, aequalium arcuum suae ellipticae circumferentiae.

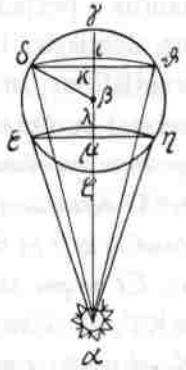
XI

His sic praemissis jam demonstrationem expediam.

Si in ellipsi, perpendicularibus, ab aequalibus circuli arcubus demissis, divisa, ut supra protheoremate IV, connectantur puncta divisionum circuli et ellipsis, cum puncto, quod inventum est protheoremate VII: Dico, eas quae ducuntur in circuli circumferentiam, esse circumferentiales; quae vero in ellipsis circumferentiam, esse diametrales: quae constituuntur ad aequalem graduum ab apside epicycli numerum.

Ex I *puncto, ipsi* K *ex centro* H *opposito, in* AC *perpendicularis cadat* IV, *secans ellipticam circumferentiam in* Y. *Et ex puncto* N *protheoremate VII. invento, ducantur, in* K. M. *et in* I. Y. *sectiones, ab eadem utrinque perpendiculari factas, lineae* NK, NM. *Sic* NI. NY. *Repetatur etiam schema cap. XXXIX et LVII. sitque semidiameter epicycli* βγ *aequalis eccentricitati* HN: *et* γδ *arcus, a* γ *apside inceptus, sit similis ipsi* AK *ab apside incepto: et* αβ *aequet semidiametrum* HA. *Dico* NK *esse circumferentialem* αδ *(demonstratum est cap. II.) et* NM *esse diametralem* ακ.





Primum KN *potest* KL *et* LN. *Sic* MN *potest* ML *et* LN. *Sit* LP *potentia ipsius* LK, *et* LO *potentia ipsius* LM. *Ablata igitur potentia* LN, *et potentia* LM, *hoc est, quadrato* LO, *utrinque communibus, relinquitur gnomon* KOQ, *quo excedit potentia* KN *potentiam seu quadratum ipsius* MN. *Jam ut* KL *ad* EH, *sic* KM *ad* EB, *per primum horum. Ergo etiam ut* KQ, *potentia ipsius* KL, *ad* EC, *potentiam ipsius* EH; *sic gnomon* KOQ, *ad gnomonem* ERC, *per VI. horum. Atqui ut hic in circulo eccentrico* KL, *sinus arcus* AK, *ad* EH *vel* AH, *sinum totum, sic etiam in epicyclo, perpendicularis* δκ *(ex* δ *puncto arcus* γδ, *qui est ipsi* AK *similis, in diametrum apsidum* βγ.*) est* ad *semidiametrum epicycli* βγ. *Quare etiam ut gnomon* KOQ *ad gnomonem* ERC, *sic quadratum* δκ *ad quadratum* βγ. *Sed ipsi* βγ, *aequalis est* HN. *Et potentia* HN *aequat gnomonem* ERC, *per VII. Ergo et potentia* βγ *aequat gnomonem* ERC: *ac proinde potentia* δκ, *perpendicularis ex modo dicto epicycli puncto, aequabit gnomonem* KOQ. *Sed illius perpendicularis* δκ *potentia, est excessus ipsius* δα *circumferentialis super* κα *diametralem. Ergo et gnomon* KOQ, *aequalis illi, est excessus quadrati* δα, *super quadratum* κα. *Sed* KN *est aequalis ipsi* δα. *Ergo* KN *excedit ipsam* κα, *gnomone* KOQ. *Eodem vero gnomone excedit et quadratum* MN. *Ergo* MN *et* κα, *diametrales sunt aequales. Quod erat demonstrandum. Similiter et de* NY *demonstrabitur, quod aequet ipsam* αμ, *siquidem* ζη *similis sit ipsi* CI. *Et sic de omnibus.*

XII

Porro indidem etiam hoc patet, quod Area circuli et totaliter et per partes singulas, sit mensura genuina summae linearum, quibus distant arcus elliptici itineris Planetarii, a centro Solis.

Nam per IX. horum, si totius circuli area aequiparatur diametralibus distantiis omnibus, omnium arcuum, susceptae divisionis: partes areae illius ut KNA, *terminatae ad* N *punctum, unde consurgit eccentricitas, aequiparantur*
291 *illis distantiis diametralibus, quae competunt arcui* KA *aream illam complexo.*

Per XI. vero hic praemissam, diametrales distantiae KT, TI, *hoc est* κα, μα *per caput* XL, *sunt eaedem cum distantiis* MN, NY, *punctorum ellipsis* M.Y.

Ergo ut area circuli ad summam distantiarum ellipsis, sic pars areae circuli KNA, *terminata ad Solis centrum* N, *unde consurgit eccentricitas, ad summam illarum ellipsis distantiarum, quae competunt arcui elliptico* AM, *totidem*
† *graduum, quot habet arcus circuli,* AK *aream complexus.*

XIII

Oritur vero hic dubitatio: Si area AKN aequivalet distantiis omnibus ab N, arcus elliptici AM, punctorum totidem, quot ponimus inesse AK: quinam ergo sit ille arcus ellipticus, hoc est, ubi terminetur? Nam

29) RT, TI

videtur ille non terminari debere per lineam KL perpendicularem. Causa haec est, quia hoc pacto per IV. horum elliptici arcus inaequales, respondent aequalibus circuli. itaque minores arcus sunt circa A. C. vertices, majores circa B. Atqui videtur necesse esse, ut aequales orbitae ellipticae arcus sumantur, siquidem moras Planetae in illis aestimare et comparare velimus. Et nominatim, quia certum est, finem hujus arcus debere distare ab N, longitudine MN; igitur ut capite LVIII, centro N, spacio NM, arcus MZ ductus ostendit alicubi punctum, terminans illum arcum ellipsis, et videtur id punctum futurum non M, sed Z, quo secat arcus lineam KH, ut sit arcus ille orbitae AZ.

Respondetur, Omnino arcum ellipseos, cujus moras metitur area AKN, debere in partes inaequales dividi, et minores esse eas, quae sunt vicinae apsidibus.

Esto enim, ut ipsum Planetae iter ABC *dividatur in arcus aequales. Quia igitur Planeta in arcu* A, *tanto versatur longius quam in* C, *quanto* NA *longior est quam* NC; *utraque vero* NA *et* NC *aequant junctae diametrum ellipsis longiorem; et* HB *est semidiameter ellipsis brevior: brevior etiam erit mora Planetae in arcu ad* B *et opposito arcu junctim, quam in arcubus aequalibus* A *et* C *junctim. Vt ergo mora circa* A *et* C *fiat brevior, circa* B *et oppositum longior, et sic semper binorum oppositorum arcuum junctae morae fiant aequales; oportet arcus apud* A *et* C *fieri minores, apud* B *et oppositum majores. Id autem fit per* KML *perpendiculares, ut patet ex ipsa objectione.*

Sed hac solutione id tantum obtinuimus, ut certum esset, circa A. C. breviculos arcus esse debere. Vtrum autem hi ipsi arcus, per KML perpendiculares determinati, sint justissimi illi arcus, nondum constat. Jam autem patebit in hunc modum.

XIV

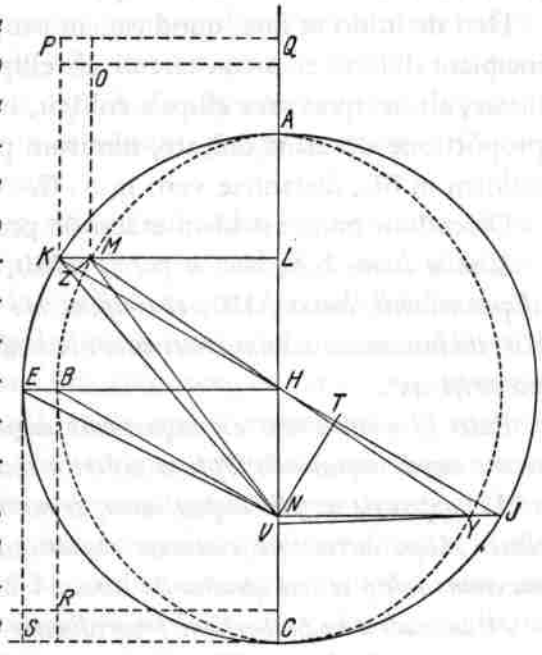
Si quis ellipsin AMC in arcus quotcunque aequales divideret, iisque singulis suas ab N distantias assignaret, pro summis vero distantiarum[1] in AM. AB. ABC. usurparet areas AMN, ABN, ABCNA: ei per X. protheorema accideret error idem, qui supra cap. XL. accidit, cum hoc ipsum tentaremus in circulo perfecto, quod hic tentari ponitur in ellipsi: ut scilicet duae MN, NY, duorum punctorum M. Y. ex centro H oppositorum, censerentur pro MHY breviori. 292

Si vero idem ille divideret ellipsin AMC, in arcus totidem inaequales, contra quam protheoremate X, hac lege, ut diviso primum circulo AKC in arcus aequales, postea a singulorum arcuum terminis ducerentur in AC perpendiculares KL, secantes ellipsin AM, etiam in arcus; atque pro horum arcuum distantiis ab N usurparetur area elliptica: tunc errori commisso medicina afferetur, et compensatio perfectissima.

8) ductus. ostendit

Id probabo de initiis quadrantum A et C: de finibus eorum B: et progressu intermedio.

In principiis quadrantum A, C, *si usurpentur duae lineae* NA, NC, *pro linea* AHC, *error nullus est; in fine vero, si pro* BN, *hoc est pro* EH, *usurpem* BH, *error seu defectus contingit maximus, quantitate* BE: *per* X. *protheorema. Et per* VII. *protheorema hujus capitis, ut* HE *ad* EB, *sic debita longitudo ad errorem, qui hoc loco committitur. Si ergo tota summa omnium distantiarum accepit mensuram, peccantem in defectu, aream scilicet ellipseos; tunc distributo defectu in distantias singulas, per vim operationis seu computationis nostrae, fiet, ut* NA, NC, *nimis breves accipiantur, respectu hujus mensurae omnium; quae nobis mentitur, omnes lineas aequaliter in defectu peccare; cum tamen* NA, NC *non peccent. Justum quidem modulum in summam hanc contulerunt: at summae distributione vicißim facta, non justum receperunt, quia summam aliae lineae circa* B *defraudaverunt.*



Vide nunc, quomodo huic errori eadem in proportione medeamur.

Nam per IV. *protheorema hujus capitis, arcus minimi* AK, AM, *circa apsidas* A *vel* C, *sunt in proportione ipsius* KL *ad* LM, *hoc est ipsius* EH *ad* HB: *qua eadem in proportione peccabant prius in defectu, lineae rectae circa* B. *Et vicißim, circa* B, *arcus minimi circuli et ellipsis, puta* KE, *et* MB *aequantur; quemadmodum prius, lineae rectae* AN, NC *junctae, aequabantur lineae* AHC. *Itaque, ut prius in negocio rectarum, sic jam in negocio arcuum, cogitata media et aequabili arcuum mensura, erit illius respectu parvus arcus apud* A *vel* C *apsidas, longus* | *apud* B *medias longitudines.* Atque sic, ubi nimis breves distantiae, respectu suae vitiosae summae, in peccante area ellipsis propositae, ibi parvi arcus, respectu suae mediocritatis, ut in A. C. et ubi nimis longae distantiae, ibi nimis longi arcus ut in B. Itaque quanto minus morae nobis in calculo accumulatur per breviculam distantiam circa apsidas, tanto plures distantiae adhibentur tali arcui, utpote in parvas partes secto, et cuilibet tali parti, distantiâ suâ assignatâ: Et vicissim, quanto plus morae per singulas distantias nobis in calculo supra debitum accumulatur, circa longitudines medias B; dum

partem defectus, qui huic loco inest, transscripsimus apsidibus A. C. innocentibus: tanto pauciores calculus colligit distantias, utpote a magnis arcus partibus emendicatas. Illic in A. C. quod singulae non possunt distantiae, ob brevitatem in calculo, id crebritate praestant, ut justas moras accumulent: Hic, quod longitudine, quam in calculo sunt nactae, peccarent, id latius et laxius dispersis rursum eripitur.

Dixi de initio et fine, quod eadem proportione, quae est EH ad HB, incipiant differre et arcus circuli ab ellipticis in A et C, et distantiae justae, ab iis, quas area ellipsis colligit, in B, et opposito; eadem etiam proportione desinant differre, nimirum proportione aequalitatis, arcus quidem in BE, distantiae vero in A. C.

Dicendum nunc est idem etiam de progressu intermedio.

Etenim lineae NA, NC, *a parvis initiis, per celeria incrementa, superant aliquo notabili, lineas* AHC*; et vicißim, ubi maxime superant, ut* BN *ipsam* HB, *ibi incrementa sensim emoriuntur: in medio sunt maxima, circa anomaliam eccentrici* 45°.

Patet id quadantenus ex aequationis angulo et secantibus. Quantum enim secans anguli aequationis Opticae differt a sinu toto, tantundem fere differt BN *a* BH*; oppositis angulis aequationum, se mutuo ad hanc proportionem adjuvantibus. Atqui incrementa secantum aequationis Opticae circa gr.* 45° *sunt fere maxima; initio et fine quadrantis tarda. Vide de his finem cap.* XLIII.

Atque eadem in proportione progrediuntur etiam incrementa arcuum ellipticorum perpendicularibus KL *distinctorum. Nam in principiis* A. C. *arcus* AK, *semper ab* A *inceptus, ad incrementum suum est, ut* LK *ad* KM. *Sed ipse arcus totus parvus. Igitur parvum et incrementum. In fine, circa* B, *proportio* AE *ad* AB *fere ad aequalitatem redigitur, etsi magnus est arcus* AB, *utpote vicinus quadranti: ut ita rursum parvum sit incrementum. In medio igitur circa* 45° *evidentißimum est incrementum arcuum.*

Patet igitur, etiam in progressu aequales esse rationes, quantum subtili consideratione licet inquirere.

Demonstratio ut certissima, ita ἄτεχνος est et ἀγεωμέτρητος, quantum quidem attinet hanc partem, de progressu intermediorum augmentorum. Cuperem, ut caetera, sic hanc quoque particulam, geometrice et ἐντέχνως expediri; sic ut etiam Apolloniis satisfiat. Interim dum alius quispiam hanc invenerit et adornaverit, oportet nos hac esse contentos.

XV

Sed pertexamus demonstrationem. [1]

Arcum ellipseos, cujus moras metitur area AKN, debere terminari 294
in LK, ut sit AM.

Hactenus enim versamur in hac fictione, si quis tantum abundaret ocio, ut aream ellipseos vellet computare, futurum esse, ut area ellip-

seos AMN usus, loco distantiarum ipsius AM totidem, quot sunt in AK arcus aequales, non sit a scopo aberraturus. Haec sit nobis instar propositionis majoris hactenus demonstratae.

Minorem jam subjungam ex protheoremate hujus capitis III. in quo ostensum est, uti area AKC *se habet ad aream* AMC, *sic etiam esse aream* AKN *ad aream* AMN. *Concluditur igitur, cum aequemultiplicium proportio sit eadem, ipsam etiam aream circuli* AKN *metiri summam distantiarum diametralium (ut* KT, TI*) seu ellipticarum, ipsius* AM, *totidem, quot insunt partes in* AK. *Vnde patet, recte partibus ellipseos circa* A. C. *confertiores tribui distantias, totidem nempe, quot constituuntur in ea sectiones, per perpendiculares* KL, *ab aequalibus arcubus ipsius* AK *venientes.*

Ne quis de veritate rei dubitet, diffisus subtilitati et perplexitati argumentationis, res ipsa prius innotuit per experientiam in hunc modum. Constitui ad singulos gradus anomaliae eccentri, pro distantiis ab N, lineas KT, TI diametrales. Singulas etiam ordine ad summam priorum adjeci. Collectis omnibus summa fuit 36000000, ut par est. Comparatis igitur singulis summis cum totali, ut (in regula proportionum) summa 36000000 sic esset ad gradus 360° (nomen artificiale temporis totius restitutorii) ut summae singulae ad suas significatas moras: praecisissime prodiit idem, in secundis etiam scrupulis, quod prodibat, si dimidiam eccentricitatem in sinum anomaliae eccentri multiplicassem, et cum area circuli, quae valeret itidem 360° gradus (nomen artificiale † temporis restitutorii) comparassem.

Deinde, cum essem in ea opinione, justam distantiam NM, applicandam esse lineae KH, ut esset ZN, itaque anomaliam coaequatam ZNA inquisivissem, attribuens eam anomaliae mediae AKN: manifeste dissenserunt aequationes a mea hypothesi vicaria capitis XVI. eratque circa 45°, coaequatae excessus a vero, per experientiam observationum invento, minutorum 5½ defectus; circa gr. 135° circiter 4′ minutorum. At AM sic applicatâ, ut in KL terminaretur, tunc MNA coaequata applicata mediae anomaliae AKN, exquisitissime cum vicaria, hoc est, cum observationibus consensit. Cum igitur constaret de reipsa, postea impulsus sum ad inquirendam, ex principiis semel susceptis, ipsam etiam 295 causam rei, quam hoc capite, quam potuit fieri artificiosissime | et clarissime, lectori detexi. Quod nisi causae Physicae, initio a me susceptae, loco principiorum, probae essent, nunquam in tanta subtilitate inquisitionis consistere potuissent.

Si quis putat, obscuritatem hujus disputationis ex mei ingenii perplexitate oriri: ei ego culpam hanc hactenus fatebor, quod haec intacta relinquere noluerim, quantumvis obscurissima, nec valde necessaria ad

30) in KC

Astrologiae exercitium, quem unicum finem plerique statuunt hujus Philosophiae coelestis. Caeterum quod materiam attinet, rogo hujusmodi aliquem, ut APOLLONII Conica legat. Videbit, esse quasdam materias, quae nulla ingenii felicitate ita tradi possint, ut cursoria lectione comprehendantur. Meditatione opus est, et creberrima ruminatione dictorum.

CAPVT LX

METHODVS, EX HAC PHYSICA, HOC EST GENVINA ET VERISSIMA HYPOTHESI, EXTRVENDI VTRAMQVE PARTEM AEQVATIONIS, ET DISTANTIAS GENVINAS: QVORVM VTRVMQVE SIMVL PER VICARIAM FIERI HACTENVS NON POTVIT. ARGVMENTVM FALSAE HYPOTHESEOS

Quia capitibus LVI. LVIII. LIX. Planeta in diametro, versus Solem extensa, ponitur ad Solem accedere, et ab eo recedere, et per hoc facere orbitam ellipticam; in singulis vero punctis orbitae tantas facere moras, quanta est distantia illius puncti a Sole: opportunissimum nobis accidit compendium capitis LIX praemissi, ad summam aliquot morarum subito colligendam. Ostensum enim est, demissa ex circulo perpendiculari in diametrum longiorem ellipsis in circulo descriptae, (sit in priori schemate KL demissa in AC) sic ut secet ellipsin in M, et posito Sole in N; summam omnium distantiarum a Sole N punctorum in arcu AM, inesse in area AKN.

Data anomalia eccentri invenire anomaliam mediam illi respondentem,

Posito igitur arcu ellipseos AM, *qui denominationem habet ab arcu circuli* AK, *datur area* AHK, *sector arcus* AK. *a quo arcu et mensuratur sector iste in ea mensura, in qua tota circuli area est* 360°.

Sive partem aequationis physicam.

Et quia datur arcus AK, *datur et sinus* KL. *Vt vero* KL *ad* EH *sinum totum, sic* HKN *area ad* HEN *aream, ut demonstratum cap.* XL. *Cum igitur detur* HN *eccentricitas; dimidium ejus in* HE *ductum, describet aream* HEN. *Cujus valor semel statim initio inquiritur, ut sciatur, si tota area circuli, valeat tempus* 360°, *quid haec valeat areola.*

Semel itaque cognita area HEN, *facilimum est, inquirere per regulam proportionum, aream* HKN. *Vt enim* EH *ad* KL, *sic* NEH *ad* NKH *aream, sive ejus valorem in gradibus minutis et secundis; quae addita ad valorem* KHA, *con*[1] *stituunt* KNA *mensuram temporis, quod Planeta conficit in* AM. Haec igitur est una pars aequationis, quam dico [a]Physicam, sc. area HKN. Etsi tabulas sic adorno, ut aequationis mentione non sit opus; nec

Opot. Aequationis pars a] Physica.

33) valorem KNA

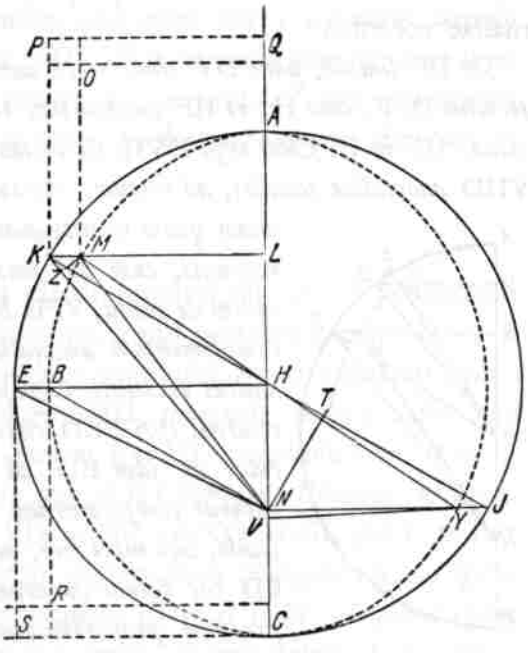
separata columna sit, quae partem aequationis [b]Opticam, id est, angulum NKH exhibet. Mihi magis familiares erunt termini Anomaliae mediae, Anomaliae eccentri, Anomaliae coaequatae. [c]Anomalia media est tempus artificiose denominatum ejusque mensura area AKN. [d]Anomalia eccentri est iter Planetae ab apogaeo, arcus sc. AM ellipseos, ejusque denominator, arcus AK. [e]Anomalia coaequata, est apparentia arcus AK quasi ex N scilicet angulus ANK.

b] Optica.

c] Anomalia media.

d] Anomalia eccentri.

e] Anomalia coaequata.



Igitur angulus anomaliae coaequatae sic habetur. *Dato arcu* AK, *datur sinus complementi* LH. *Vt autem totus ad* LH, *sic tota eccentricitas ad portionem addendam ad* 100000 *(vel infra* 90 *gradum subtrahendam) ut habeatur genuina distantia Martis a Sole, scilicet* NM. *In triangulo igitur* MLN, *angulus ad* L *rectus est, et* MN *data, et* LN *quoque data. Componitur enim ex* LH *sinu complementi* AK *distantiae ab apogaeo seu anomaliae eccentri, et ex* HN *eccentricitate. Infra gradum* 90° *pro summa* LH, HN, *sumenda est earum differentia, et pro complemento anomaliae eccentri, excessus ejus. Non latebit igitur angulus* LNM *anomaliae coaequatae.* Hic facile quivis colligit, † quid in altero semicirculo sit mutandum.

Data anomalia eccentri invenire coaequatam.

Vicissim, data eccentricitate et coaequata, datur anomalia eccentri: paulo quidem laboriosius, sive demonstrative procedamus, sive per † analysin.

Data anomalia coaequata, invenire anomaliam eccentri, et sic mediam quoque.

Demonstrative hac methodo investigari potest, scilicet per mensuram anguli, quo angulo KM ingressus Planetae a K quolibet puncto circuli, quasi ex centro Solis N spectatur. Constat ea methodus ex aliquot protheorematibus.

Praeparatio ad hoc.

I

Lineolae ingressus Planetae ad diametrum apsidum, crescunt in proportione sinuum anomaliae eccentri.

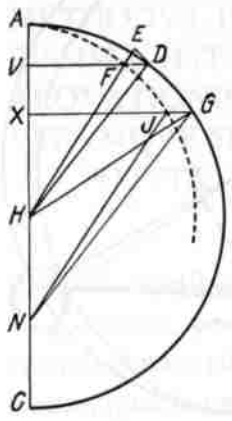
Vt enim EH *ad* KL, *sic* EB *ad* KM. *Receptum est capite LIX, et demonstratum in Conicis.*

14) Datu 22) MN datus 38) enim EIF

II

Connexis terminis lineolae unius cum centro; et posito, quod lineola maneat eadem quantitate apud omnia puncta eccentri; Tangens anguli ad centrum decrescit fere in proportione sinuum complementi anomaliae eccentri. [1]

Sit DF *lineola, pars* DV *sinus recti, anomaliae eccentri* AD. *Connectantur* 297
termini D. F. *cum* H, *et* HF *continuetur. et tangat recta* ED *circulum in* D, *secans* HF *in* E. *Cum ergo* DVH *sit rectus, erit* VDH *complementum ipsius* VHD *anomaliae eccentri, ad rectum. Ac cum et* EDH *sit rectus, erit* HED



minor quam rectus, quantitate EHD. *quae pene nullius est* 10
momenti, cum ubi maxima, non superet 8′ *minuta. Ac eadem de causa,* VFH *hoc est* EFD *major est quam* FDH *complementum anomaliae eccentri, sed quantitate* FHD *nullius momenti. Cumque* FED *sit paulo acutior recto, erit et arcus ipsi* FED *circumscriptus paulo longior semicirculo: ac ideo* ED *ad* DF, *ut sinus anguli, qui paulo superat complementum anomaliae eccentri, ad sinum, qui paulo, imo nihil fere, minor est toto sinu. Manente igitur* FD *per totum quadrantem in hac longitudine,* ED *quamproxime proportionatur sinubus complementi anomaliae* 20
eccentri. Nam manente longitudine FD, *et termino* D *in* A *stante, angulus* FDH *est rectus, ideoque et* FHD *maximus, et tunc* DFH *omnium acutißimus est, itaque arcus super* FD *omnium longißimus. Ex eo, cum descensu ipsius* FD *ab* A, *decrescit arcus* FED, *crescit angulus* FED, *donec in gradu* 90° FD *fit pars lineae* DH. *quare* HF *in* HD *competit, et* ED *evanescit: atque ibi, (per analogiam) arcus super* FD, *aequat semicirculum, estque omnium minimus.*

III

Connexis terminis lineolae ingressus Planetae ad diametrum apsidum, quanta obvenit cuilibet anomaliae eccentri; Tangentes angulorum ad centrum (et sic in minimis, ipsi etiam anguli) crescunt, fere in propor- 30
tione, composita ex proportione sinuum, et proportione sinuum complementi, anomaliae eccentri: hoc est, in proportione rectangulorum quadrantis, quae existunt, multiplicatis sinubus angulorum in sinus complementorum, sic ut rectangulum maximum ad gradus 45 se habeat ad angulum maximum ejusdem anomaliae eccentri 45, ut rectangula caetera ad angulos caeterarum anomaliarum eccentri.

Opoç. Rectangula quadrantis quae?

Nam ad angulos hos, ut EHD, *duo concurrunt; ipsa longitudo ingressus a nulla ad maximam; et apparentia cujusque a nulla ad maximam: At per I. ingressus crescunt in proportione sinuum: et per II. angulorum Tangentes quo*

6) Sit DE

spectantur hi ingressus, quasi ex centro eccentrici, decrescunt in proportione sinuum complementi. Illo nomine fit, ut angulus sit nullus in A, *quando sinus*
298 *nullus; hoc nomine angulus est nullus in anomalia eccentrici* 90, | *quando sinus complementi nullus: ac proinde rectangulum utrinque evanuit. At in anomalia* 45° *fere,* FD *jam evasit major dimidia, quia sinus* 70711 *est major dimidio* 50000 *sinus totius: angulus vero ejus* EHD *adhuc est major dimidio; quia sinus complementi adhuc major dimidio, scilicet et ipse* 70711. *Itaque rectangulum quadrantis fit omnium maximum; et simul quadratum; aequans dimidium de quadrato radii sc.* 5000000000.

IV

Angulus ingressus Planetae a circumferentia circuli ad diametrum apsidum, idem est in anomalia eccentri, apud centrum eccentrici, et in anomalia coaequata circulari, totidem graduum, apud centrum Solis.

Opos. Anomalia haec dicitur coaequata circularis; quia non est vere coaequata; esset autem, si orbita Planetae esset circulus.

Constituatur ipsi anomaliae eccentri AHD, *coaequata aequalis* ANG, *ad circumferentiam circuli* G. *hoc est, ducatur ipsi* HD *parallelos* NG. *et ex* G *perpendicularis* GX *veniat in* AC, *in qua sit* GI *ingressus Planetae justus. et* I *cum* N *connectatur. Quia ergo ut* VD *ad* DF, *sic* XG *ad* GI, *per I; ut vero* VD *ad* DH, *sic* XG *ad* GN, *propter similitudinem triangulorum: ut igitur* FD *ad* DH, *sic* IG *ad* GN. *et sunt aequales* FDH *et* IGN. *Aequales igitur*
20 *etiam* FHD *et* ING. *Et* H *est centrum eccentrici,* N *vero centrum Solis. Angulus igitur, &c. Quod erat demonstrandum.*

V

Anguli, quo coaequata fictitia, quae circulo nititur, differt a coaequata vera, quae ellipsi innititur, mensura genuina et verissima, est rectangulum sub sinu anomaliae coaequatae fictitiae, et sinu complementi anomaliae coaequatae verae.

In schemate eodem, multiplicato sinu anguli AHD *in sinum anguli* VFH, *proditura erat genuina mensura anguli* FHD *per III. At per IV. angulorum* VHD *et* XNG *aequalium, sinus est idem, itemque et* VFH, XIN *sinus idem.*
30 *Ergo multiplicato sinu anguli* XNG *anomaliae coaequatae fictitiae, in sinum anguli* XIN *complementi ipsius* XNI, *qui est coaequata vera; prodit mensura genuina anguli* FHD; *hoc est per IV. anguli* ING; *differentiae inter* XNG *et* XNI.

Corollarium.

Quia parva est differentia ING, et nuspiam major 8′ minutis, multo adhuc minor in effectu futura est differentia inter rectangula per XIN et per XGN sinum constituta. |

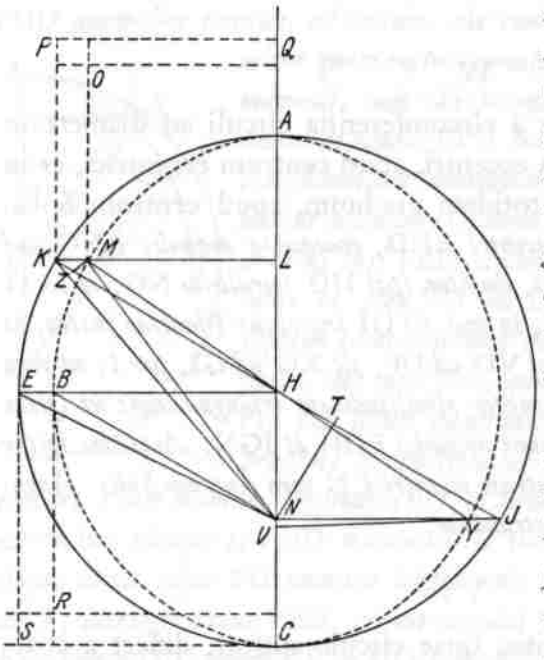
27) VFD, 31) complementum

Data anomalia coaequata invenire anomaliam eccentri respondentem,

Hinc praxis fiet ista. *Dato angulo anomaliae coaequatae verae, multiplicetur ejus sinus in sinum complementi. Facti duplum, abjectis V ultimis, multiplicetur in maximum ingressus angulum ad anomaliam* 45°. *Prodibit angulus ingressus, ad datam anomaliam. Qui additus ad coaequatam veram* XNI, *dat fictitiam* XNG. *Per quem angulum, et latera* NH, HG *nota, invenitur* AHG *anomalia eccentri, et* *HGN *valor trianguli, ut hactenus.* 299

* Et anomaliam mediam.

Maximum vero angulum ad anomaliam 45° inquirere non est difficile. *Sit* VHD 45°. *Ergo ut totus sinus ad* 70711, *sic* 429 *vel correctius* 432 *maximus ingressus, videlicet maxima latitudo lunulae, ad* FD 305. *Cumque jam in gr.* 45° *sint aequales* HV, VD; *aufer* FD 305 *ab* VD 70711. *remanet* VF, 70406. *quae cum* HV *dat angulum* VHF 44°. 52'. 34''. *qui differt a* 45°. 0'. 0'' *tantum per* 7'. 26''. *Atque hic est maximus angulus* ING.



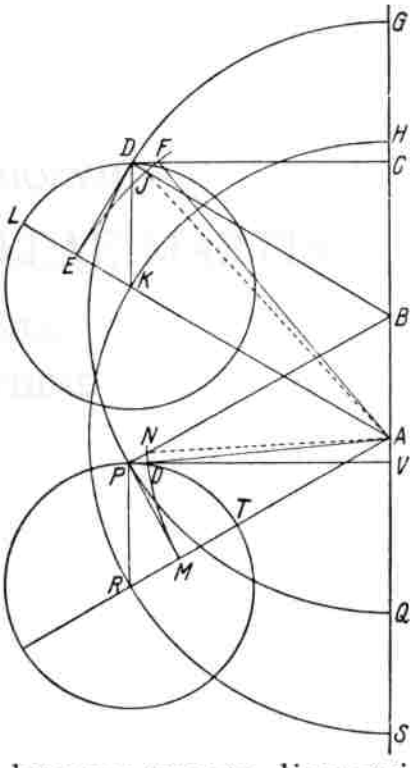
Sequitur alter modus per Analysin, cujus haec fundamenta sunt. *In schemate cap. LIX, dato angulo* MNL, *datur proportio linearum,* MN, NL: *et scio, quod* MN, *et* LN *sint compositae ex partibus notae et permutatae proportionis. Nam in* MN *inest sinus totus, notus; in* LN, *inest* HN, *eccentricitas nota. Residuum de* MN *ad residuum de* LN, *hoc est ad* LH, *eam habet proportionem, quam habet eccentricitas* HN *ad sinum totum. Vide si mavis, etiam schema capitis LVIII. Ergo sit* MN 100000 + 1 2, LN *ex angulo* MNL 30° *sit* $\frac{8660300000+86603}{100000}$ 2, *et* NH 9265 *vel* $\frac{926500000}{100000}$, *ut sit* HL $\frac{7733800000+86603}{100000}$ 2. *Vt vero* HN 9265 *ad* 1 2, *sic* 100000 *ad* LH. *Igitur* HL *secunda vice est* $\frac{100000}{9265}$ 2 *id est* $\frac{1079320}{10000}$ 2; *prius* $\frac{7733800000+86603}{100000}$ 2. *Ablatis denominatoribus, et quae possunt utrinque aequaliter auferri, restant* 992717 2 *aequales numero* 7733800000. *Itaque una radix valet* 7790. *estque* MN 107790. *Et quia ut* HN *ad hanc radicem, sic totus ad* LH. *Erit igitur* LH 84084. *sinus ipsius* KE 57°. 14' *complementi anomaliae eccentri* AK 32°. 46'. *Qua inventa, jam, ut paulo prius, invenitur et area* AKN, *mensura temporis seu anomalia media. In schemate cap. LVIII. sunt ista clarißima.*

10) FD 315 12) FD 315 13/14) VF, 70396 15) 44°. 52'. 19'' 16/17) per 7'. 41'' 23) MN, NC 28) eccentricitas AN 34) valet 7744 35) MN 107744 36) LH 83583 KE 56°. 42' 37) AK 33°. 46'

Sit GQ *eccentricus*, AB *eccentricitas*, GD *vel* LD *anomalia eccentri*, FAC *coaequata*, FA *vel* EA *distantia*. *Vt igitur* AK *ad* AB, *sic* BC *ad* KE: *et in* CAO *coaequata*, *ut* AR *ad* AB, *sic* BV *ad* RM. *Igitur* EK *vel* RM *ponitur esse una Radix*. *Caetera ut supra*.

Data anomalia media invenire anomaliam eccentri et sic coaequatam.

At data anomalia media, nulla Geometrica methodus est, perveniendi ad coaequatam, videlicet ad anomaliam eccentri. Nam anomalia media est composita ex duabus areae partibus, sectore et triangulo: quorum ille quidem numeratur ab arcu eccentri; hoc, ab ejus arcus sinu, in valorem trianguli maximi multiplicato resectis ultimis. At proportiones inter arcus et eorum sinus, infinitae sunt numero. Itaque summa utriusque proposita, dici non potest, quantus sit arcus, quantus ejus sinus, respondens huic summae; nisi prius exploremus, dato arcu, quanta evadat area: hoc est, nisi tabulas construxeris, et ex iis postea opereris.



Haec est mea sententia. Quae quo minus habere videbitur Geometricae pulchritudinis, hoc magis adhortor Geometras, uti mihi solvant hoc problema:

Data area partis semicirculi, datoque puncto diametri, invenire arcum, et angulum ad illud punctum: cujus anguli cruribus, et quo arcu, data area comprehenditur. Vel: Aream semicirculi ex quocunque puncto diametri in data ratione secare.

Mihi sufficit credere, solvi a priori non posse, propter arcus et sinus ἑτερογένειαν. Erranti mihi, quicunque viam monstraverit, is erit mihi magnus Apollonius.

2) FC vel EA

COMMENTARIORVM

DE MOTIBVS STELLAE MARTIS

PARS QVINTA

DE LATITVDINE

CAPVT LXI

EXAMEN LOCI NODORVM

Proportione orbium Martis et Terrae, eccentricitate utriusque, et figura itinerum in superioribus certissime inventis, jam facile est nobis illa, quae supra capitibus XI. XII. XIII. XIV. crassiori Minerva indagavimus, hic perficere.

Incipiamus a Nodis. Anno MDXCIII D. X Decembris, vesperi hora VII M. 0 visus fuit Mars in 4°. 44′ ♈, cum latitud. 0°. 1′. 15″ Meridiana, sine consideratione parallaxis; altitudo vero 35½°, immunis ab refractionibus. Post dies DCLXXXVII integrae revolutionis Martis, Die XXVIII Octobr. anni MDXCV H. XI M. XXX post meridiem inventus est Mars in altitudine 51° in 18°. 35′ ♉, cum latitudine 4½′ meridiana, sine parallaxis consideratione. Et rursum DCLXXXVII diebus ante, sc. MDXCII D. XXIII Januarij vesperi H. X habuit rursum latitudinem meridianam 2′ minutorum altus 25° gr. Denique subtractis aliis DCLXXXVII diebus, ut perveniamus in VII Martii anni MDXC, Mars die quarto Martii hora VII in altitudine graduum 14° visus est habere latitudinem 3′. 20″ Meridianam. quae major erat apparitura, nisi Mars in hac humilitate refracte, nimisque alte apparuisset. Nam refractio hujus altitudinis est 3½′ minutorum; de quibus circiter 2′ cedunt latitudini, ut fuerit visa Meridiana latitudo 5′. Cum autem triduo anticipemus diem correspondentem caeteris, hoc quidem spacio temporis, accessu ad Nodum per gradus 1½°, deteruntur minuta tria de inclinatione, sed quae in latitudinem conversa, paulo quid minus efficiunt, ut ita restent die VII Martii minuta 2½′ latitudinis, et forte minus aliquid, si refractio minor fuerit. nec enim constantissima est ejus quantitas.

Esto latitudo anno MDXC. 1′ minutum, anno MDXCII. 1½′ minuta, anno MDXCIII. 2½′ minuta, anno MDXCV ad horam XI. minuta 4½′, ut hinc inde unius minuti peccatum fateamur in partes contrarias. Ostendetur hisce latitudinibus nobis inclinatio 1½′ minutorum, quae poscunt sibi circiter 40′ minuta distantiae a Nodo. Haec solummodo consensus causa.

Sed accuratius efficiemus quod volumus, per annum MDXCV. Nam cum XXVIII Octobris H. XII fuisset latitudo 4½′ Meridiana, sequenti III Novembris, hora eadem, post dies VI, fuit latitudo 19′. 45″ Borealis. Igitur diebus VI mutata est latitudo per 24′ minuta. dietim igitur

11) anni MXCV 16) DLXXXVII diebus 28) horam VI.

per 4′ minuta. Cumque XXVIII Octob. H. XII fuerit eccentricus locus 16°. 8⅓′ ♉, et 4½′ minuta residua latitudinis, conficiantur die uno et octava parte, post quod tempus accedunt Marti 37′ minuta: Erit igitur Nodus in 16°. 45²/₅′ ♉, anno MDXCV Novembris initio.

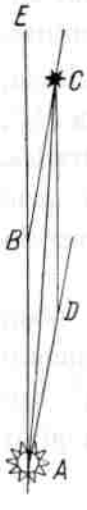
Circa nodum alterum non ita crebrae fuerunt observationes. | Sustinebit igitur solus annus MDLXXXIX fidem hujus operationis. Cum enim anno MDLXXXIX D. VI Maji Mars habuerit Boream latitudinem 6⅔′ minutorum; confecit illa, ex analogia motus latitudinis ad dies praecedentes, diebus 2⅓, Maji VIII hora XX: quando invenitur locus ejus eccentricus 16°. 42′ ♏. qui esset anno MDXCV 16°. 47′ ♏, nodi descendentis, cum prius invenerimus ascendentem in 16°. 45²/₅′ ♉. Nodi igitur anno MDXCV completo sunt in 16°. 46⅓′ ♉. ♏. 303

CAPVT LXII

EXAMEN INCLINATIONIS PLANORVM

Anno MDXCIII D. XXV Augusti H. XVII M. XXVII visus est Mars Soli oppositus in 12°. 16′ ♑. Die XXIII fuit latitudo 6°. 7′. 30″. Die XXIV fuit 6°. 5′. 30″. Die XXIX fuit 5°. 52′. 15″. Igitur diebus V decrevit latitudo per 13′. 15″. Sed die uno ante oppositionem per 2. Ad hanc igitur analogiam, si die et hora oppositionis ponatur latitudo 6°. 2′. 30″. non dimidii scrupuli error erit.

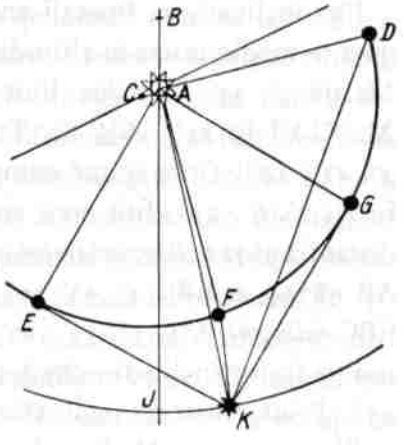
Observatae sunt hae latitudines in altitudine Martis 22° graduum, quae jam liberare censetur Fixas a refractione. Cum ergo fuerit anomalia coaequata 166°. 36′, distantia Martis et Solis fuit 138556, Terrae et Solis 100666. *Hinc in schemate capitis XIII, si* A *Sol*, B *Terra*, C *Mars, et* AB 100666, AC 138556, *et* EBC 6°. 2′. 30″: *arguitur* BAC *declinatio orbitae ab ecliptica hoc loco* 1°. 39′. 22″. Ac cum sit nodus in 16°. 43′ ♉, hinc aufero 12°. 16′ ♑. Restat arcus 64°. 27′. Et ut sinus istius ad hanc inclinationem 1°. 39′. 22″, sic sinus totus ad 1°. 50′. 10″ inclinationem limitis Austrini.



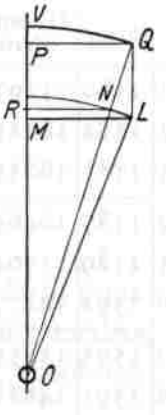
Sed quia locus paulo longius abest a limite, ut omnis suspicandi ansa praecidatur; age consulantur observationes extra situm acronychium, ubi Mars propior est limiti. Qua opera, unà tradam etiam demonstrationem proportionis, quae est inter inclinationem et visam latitudinem, universalius. Anno MDXCIII Die XXI Julij H. XIV astronomice, visus est Planeta in 17°. 45¾′ ♑, cum latitudine 5°. 46¼′ Meridiana. Ad hanc

vero horam invenitur locus eccentricus Martis 20°. 1½′ ♒, Solis vero locus 8°. 26′ ♌.

In schemate praesenti sit EA *in* 8°. 26′ ♌, KA *in* 20°. 1½′ ♒. *Erit* EAK *commutationis verae angulus* 11°. 35½′. *Sit etiam* EK *in* 17°. 45¾′ ♓. *Dico, ut est sinus* AEK *ad sinum* EAK, *sic esse sinum inclinationis ipsius* K *ad sinum latitudinis ejus visae. Intelligatur enim inclinatio ipsius* K *linea recta ex corpore Planetae, perpendiculariter in ecliptica demissa. Erit igitur, ut distantia* EK *ad distantiam* AK, *sic sinus apparentiae ipsius lineae* K *ex* A, *ad sinum apparentiae ejusdem ex* E. *At ut sinus* EAK *ad sinum* AEK, *sic distantia* EK *ad distantiam* AK. *Ergo ut sinus* EAK *ad sinum* AEK, *sic sinus apparentiae lineae* K *ex* A *ad sinum apparentiae ejusdem ex* E.[1]



304 *Minor nota est ex doctrina Triangulorum, et nominatim ex Numero XIV*
† *libri III Triangulorum* LANDSPERGII. Major indiget probatione. *Sit ergo recta* VO, *ex cujus duobus punctis* P *et* M *erigantur duae perpendiculares et aequales* PQ *et* ML. *et connectantur* Q *et* L *termini, cum puncto lineae* VO, *quod sit* O. *Centro vero* O, *spacio* OL, *scribatur arcus, secans* QO *in* N. *et ex* N *demittatur perpendicularis* NR *in* VO. *Erit igitur ut* PQ *ad* QO, *sic* RN *ad* NO. *Sed ipsi* PQ *aequalis est* ML. *Vt igitur* ML *ad* QO, *sic* RN *ad* LO. *Est vero* ML *sinus anguli* LOM, *quo spectatur quantitas* PQ *vel* LM *de propinquo, ut sit* LO, *quae est distantia brevior termini* L, *sinus totus.* QO *verò est distantia longior quantitatis* ML, *vel* PQ *termini scilicet* Q. *Et* RN *est sinus anguli* NOR, *quo spectatur* LM, *vel* PQ *remotior, ut sit rursum* NO, *hoc est* LO *sinus totus. Vt ergo sinus apparentiae de propinquo ad distantiam longiorem, sic sinus apparentiae de longinquo ad distantiam breviorem. Et permutatim atque conversim, ut distantia brevior ad longiorem, sic sinus apparentiae de longinquo ad sinum apparentiae de propinquo.* Et in praesenti negocio, adeoque universaliter, ut distantia Martis a Terra ad distantiam ejusdem a Sole, sic sinus latitudinis ad sinum inclinationis planorum. Et vicissim, ut distantia a Sole ad distantiam a Terra, sic inclinatio ad latitudinem. *Quod erat demonstrandum.*



Haec cum sint certa, et cum linea per K *signata apparuerit ex* E 5°. 46¼′, *facta multiplicatione hujus sinus per sinum* EAK, *et facti divisione per sinum* AEK, *prodit sinus* 3188, *cujus arcus est* 1°. 49′. 37″. *atque haec est inclinatio*

ipsius puncti K, *quanta appareret ex* A. Cum autem sit Mars in 20°. 1½′ ♒, Nodus in 16°. 43′ ♉, et sic elongatio Martis a Nodo 86°. 42′: Vt igitur sinus hujus elongationis ad totum, sic sinus 1°. 49′. 37″ ad sinum inclinationis maximae 3200. Igitur haec rursum ut prius prodit 1°. 50′. 2″ in Austrum.

Pro inclinatione Boreali anno MDLXXXV Die XXXI Januarii sequente media nocte in altitudine Martis 53° fuit decrescens jam latitudo Martis 4°. 31′ Borealis. Fuit autem oppositio vera ante horas XVI M. XLVI in 21°. 36⅙′ ♌. Tunc consentaneum est fuisse latitudinem 4°. 31′. 10″. Cum igitur complementum anomaliae coaequatae Martis fuerit 7°. 6′. 23″. fuit ergo ejus distantia a Sole 166334, Solis a Terra distantia 98724. *Rursum igitur in schemate priore capitis XIII. si* AC 166334, AB 98724, *et* EBC 4°. 31′ 10″ *: prodit* BCA 2°. 40′. 50″. *Qui ablatus ab* EBC *relinquit* BAC 1°. 50′. 20″. At quia 5° gradibus absumus a limite, limitis igitur inclinatio circiter 25″ secundis major erit, scilicet 1°. 50′. 45″. Prius Austrina inclinatio erat 1°. 50′. 8″. Differentia 37″ secunda, nullius momenti. Medium horum est 1°. 50′. 25″. inclinatio justissima. quanta etiam supra cap. XIII. variis modis et operationibus inventa fuit, quos hic repetitos volo.

Hac jam inclinatione limitum usus, si computem latitudines Martis sub situm ejus in opposito Solis, invenio sic. [1]

	Anno	Distantia Martis	Distantia Solis	Inclinatio	Visa latitudo	Nostra tabula cap. XV	305
1	1580	152976	98223	0°. 37′. 42″	1°. 45½′ Bor.	1°. 40′.	
2	1582	162255	98233	1°. 36′. 6″	4°. 3⅓′ Bor.	4°. 6′ vel 4°. 3′.	
3	1585	166335	98724	1°. 50′. 3″	4°. 30½′ Bor.	4°. 31⅙′.	
4	1587	164635	99641	1°. 25′. 42″	3°. 37′ Bor.	3°. 37′ vel 3. 41′.	
5	1589	157045	100860	0°. 23′. 20″	1°. 5⅓′ Bor.	1°. 7⅓′ vel 1°. 12¾′.	
6	1591	144774	101777	1°. 11′. 9″	3°. 59⅙′ Aust.	4°. 1½′ vel 3°. 56′.	
7	1593	138556	100666	1°. 39′. 40″	6°. 3¾′ Aust.	6°. 2½′ vel 5°. 58′.	
8	1595	148817	98756	0°. 1′. 39″	0°. 5⅕′ Bor.	0°. 8′ circiter.	
9	1597	159200	98203	1°. 19′. 17″	3°. 20′ Bor.	3°. 33′.	
10	1600	165406	98478	1°. 49′. 24″	4°. 30¼′ Bor.	4°. 31′.	
11	1602	166004	99205	1°. 39′. 35″	4°. 7²/₅′ Bor.	4°. 8′ vel 4°. 10′.	
12	1604	160705	100359	0°. 52′. 9″	2°. 18³/₅′ Bor.	2°. 21½′ vel 2°. 26′.	

In prima defuit observatio ad diem, ut vidisti cap. XV. In secunda trium scrupulorum incertitudo erat in observando, quia interdum usi sunt altitudine poli 34°. 7′, quae fuit 34°. 5½′. Tertia est nobis funda-

30) 89756

menti loco. Quarta ad unguem consentit, si parallaxin negligas, per quam observata latitudo perperam corrigitur, ut sit 3°. 41′, ut vidisti cap. XV. In quinta desunt nobis 2 scrupula: quae potius abundant in observatione, ob refractionem, quia Mars non fuit altior 22½° gradibus, ut habes cap. XV. In sexta agnoscas aliquantulum defectum duorum circiter minutorum. Sed refractionis quantitati non est tanta fides. Quid si namque illa duobus minutis fuerit auctior? Septima rursum fuit nobis fundamenti loco. Octava proculdubio vitiosam habuit declinationem, quia tunc hora VIII, Mars in Meridiano non fuit. Armillae vero, quibus observatur declinatio extra Meridianum, facilius fallunt, quam Quadrantes. Docet autem analogia circumstantium dierum, ut est cap. XV, latitudinem fuisse 0°. 5′ B. quantam computavimus. Nona observatio non est fide digna. Fabricianam tamen latitudinem gr. 3°. 23′ calculus ad diem X Decembris accurate examinatus fere assequitur. Dat enim 3°. 21⅔′ B. Decima proxime calculum venit. Vndecima exclusa refractione ad unguem respondet. Duodecima vix 2 scrupulis major est calculo. credo, quia in instrumentis meis tantum est vitii. Nam in quadrante sescubitali meo, duo minuta non facile discernuntur. Satis igitur praecise tenemus acronychia slatitudines per omnem circuli ambitum: per hanc inclinationem 1°. 50′. 30″. Examen vero reliquarum latitudinum, in observationibus extra situm acronychium, quae crebrae inveniuntur hoc libro, relinquo diligentioribus.

CAPVT LXIII

HYPOTHESIS PHYSICA LATITVDINIS[1]

306 Dictum est capite LVII, si diameter corporis seu globi Martii ponatur Magneticam vim obtinere, et porrigi in longitudines medias, atque in illo situ teneri sibi ipsi parallelos in omni ambitu, absolutam esse hypothesin Physicam eccentricitatis.

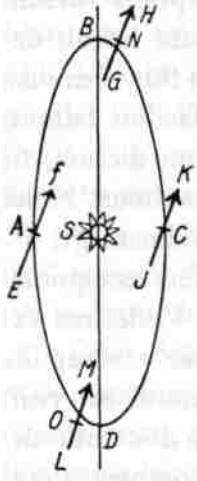
Haec suppositio tanto est verisimilior, quod nunc etiam latitudinis ratio plane consimili speculatione expeditur: si nempe supponatur aliqua diameter latitudinis in corpore seu globo Martis, quae porrigatur in locum limitum sub Fixis, et in hoc situ maneat sibi ipsi parallelos per omnem ambitum. Hujus virtutis ad illam proportio haec est, quae est in magnetibus nostris, directionis ad polum, ad vim ferri attractricem.

Illa quippe Solem appetit vel fugit: haec Fixarum illa loca, sub quibus limites latitudinum conficiuntur, non appetit adnavigando vel fugit

34) attracticem

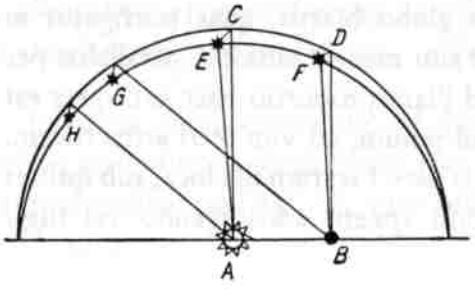
(quemadmodum nec magnes ad poli regionem adnatat, etsi liber natat) sed tantum versus illa, ut magnes versus polum, dirigitur.

Hanc vero directionem sequitur excursus Planetae e plano eclipticae ad latus utrumque, versus quod axis hic inclinationis, parte quae in motu corporis praecedit, dirigitur. Sit CBAD ecliptica, A. C. Nodi, B. D. limites. Axis latitudinum in corpore Planetae GNH, EAF, LOM, ICK. Cum igitur ponamus hunc axem sibi ipsi aequidistare per omnem ambitum; fiet igitur, ut corpore a Nodo ascendente C, in limitem Boreum B, translato, axis hic corporis IK, qui initio et in Nodo C, quasi tangebat circulum circuitionis per CNAO imaginatum, denique in limitibus N. O. eundem ad angulos rectos secet, versus centrum mundi S, hoc est, versus Solem porrectus. et qui hactenus ob declinationem nonnullam ab itinere regio, CBA, prolectaverat corpus Planetae, ut eodem, nempe in plagam N excurreret, quorsum praecedentem partem K verterat; jam in limitibus, inclinatus ad planum quidem eclipticae CBS mansit (diximus enim, in omni situ manere sibi ipsi aequidistantem; semel itaque inclinatus ad planum eclipticae, semper inclinabitur.) sed ab itinere ipso regio, hoc est a circumferentia illius plani CBAD, ipse in GH constitutus, non amplius declinat. neque enim in adversum A, neque retro in C nuit; sed tantummodo ad latus, seu ad polum abnuit, quorsum iter illi non est. Igitur Planeta ultra B promoto, jam altera axis pars G, quae in Meridiem vergit, praecedit, istoque pacto Planetam a Boreali inclinatione maxima N, per Nodum descendentem A, ad inclinationem maximam Austrinam O, perducit.



Atque hic inclinationis axis, quidam quasi remus est: quia quod nautae remis praestant, ut ab una ripa in alteram trajiciant, hoc Planeta consequitur per hunc inclinationis axem, trajiciens a Borea in Au|strum, 307 et vicissim, flumine, hoc est specie immateriata Solis, per viam rectam CBAD incedente.

Quod Geometricam dimensionem attinet, nihil est opus verbis. Recta sibi parallelos, tractu rectilineo traducta, motu suo creat planum. Hic axis ipse est recta, et qua vergit ille (vergere autem, tractum praesupponit rectum.) hac et traducitur. Describit igitur planum. quod si continuetur, secat sphaeram Fixarum in forma circuli magni, in schemate capitis XIII. FEGH: quia



secat eclipticae planum DC in centro mundi seu Solis A. Vt de eo tanto confirmatior sis, perpende, sectiones seu Nodos, ut in schemate vides, esse in locis ex centro Solis A oppositis, experientia teste. vide cap. LXII. Itaque cum planum sit, quod circumitur ab orbita Martis, ejus inclinatio ad planum eclipticae regularis erit. Scriptis enim duobus circulis aequalibus, altero DC in plano eclipticae, altero FE in plano orbitae Martis, ex communi centro A Solis, hoc est, in una et eadem sphaera Fixarum, Soli concentrica: erit ut sinus BD arcus inter sectionem circulorum et quodlibet punctum circuli Martij, puta D, ad sinum totum, sic sinus inclinationis DF puncti F, ad sinum CE, inclinationis maximae, E limitis. Ordinari vero eadem mensura declinationes omnium circuitus punctorum a plano eclipticae, supra cap. XIII. probatum est observationum ingeniosa tractatione. Itaque nulla potest afferri instantia nostrae hypothesi.

Porro duae quaestiones difficiles expediendae sunt. Altera de conditione hujus declinationis axis, altera de axe ipso. Quaeritur enim, naturalis sit haec axis inclinatio, an rationalis, naturae corporeae opus an angeli? Quaeritur secundo, an idem numero sit axis inclinationis, cum axe magnetico, Solis appetente? et si diversi, quomodo in eodem corpore Planetae globoso? Estque altera alteri implexa quaestio.

Naturalem penè credidissem, ob similitudinem ejus virtutis, quae in Magnete naturalis et ipsa est: nisi accessisset et transpositio Nodorum succedanea, quae omnino videtur opus esse rationis, si non discurrentis, at certe instinctae. Nam aequidistantem situm manere, minus est mirum, et propius Naturae, quam prius in negocio eccentricitatis. Illic enim ab axe virtuoso, Solem peti diximus: hic locum sub Fixis longissime distantibus. Illic vi hujus Magneticae virtutis, axis, circumlato corpore, convertendus fuisset, nec sibi ipsi mansurus aequidistans, nisi retineretur a vi directionis fortiori aut a vi animali, seu nuda, seu rationis quomodocunque capaci: Hic vi nostrae virtutis directoriae ipsius, nulla necessitate virtutis animalis, aut ratiocinantis, sequitur ista aequidistantia axis. Nisi forte quis et hoc menti tribuet, quod diameter ista lati-
308 tudines efficiens, Planeta in limiti|bus collocato, directe in centrum Solis tendit, atque hoc pacto ex orbita Planetae circulus magnus efficitur, et Nodi in loca ex Sole opposita rediguntur.

Quo argumento supra quoque cap. XXXIX. Planetae asserui respectum Solis. Atqui non omnis respectus Solis arguit rationem comitantem. Illud sane verum, eum qui primum ordinavit motus coelestes, hunc axem sic direxisse, ut Solem (in dicto situ) respiceret; et proinde consilio, summaque ratione usum esse. At iste respectus Solis retineri jam porro potest citra mentem, sola constantia magneticae facul-

tatis. Quieti enim similior est quam motui. materialis igitur, non mentalis.

Sola igitur variatio hujus inclinationis, quam dicimus translationem Nodorum successu seculorum, adhuc in causa manet, evincens vim motricem, plus quam Naturalem, seu corpoream, seu quales sunt virtutes magneticae.

Et tamen utramque potius censuerim conjungendam, quam solam rationalem ponendam. Pareat vis magnetica; praesit ratio, illam gubernans, ut prius etiam capite LVII de virtute Solis appetente diximus.

Hac quaestione sic expedita sequitur altera. Nam si virtus ista directoria, est ex Magneticis, corporeis, naturalibus; subjectum ejus erit corpus. An igitur fieri possit, ut eadem illa diameter, Solis appetens, vel ab eo fugiens, inclinatione sui ad eclipticam, etiam administret hanc declinationem Planetae ab ecliptica? Si Nodi jungerentur apsidibus, limites longitudinibus mediis; omnino eadem esset diameter, et eccentricitatis et latitudinis administra.

Opot. Aliud est, diameter quae eccentricitatem causatur: aliud, diameter libratoria. Illa reale quippiam est; haec imaginaria, ad imaginandum illius effectum. Illa ubicunque consistat, porrigitur in perpendiculum lineae apsidum, seu in locum longitudinum mediarum sub Fixis: haec, ut cap. XXXIX dictum, semper in ipsum corpus Solis porrigitur.

Dictum enim cap. LVII, diametrum quae eccentricitatem causatur, porrigi in longitudines medias: dictum vero jam, diametrum quae latitudinem causatur, porrigi in limites. Igitur si limites jungerentur mediis longitudinibus, utraque diameter eodem porrigeretur; itaque loco convenirent, nihilque prohiberet, quin tunc et eaedem esse possent. At non conveniunt Nodi seu sectiones eclipticae verae in apsidas. In Marte limes Boreus 12° gradibus est ante aphelium; in Jove praecise coincidunt limes Boreus et aphelium; in Saturno 24° gradibus Nodus sequitur aphelium; in Luna brevitate circuitionum, omnia omnibus permutantur. Nodus enim nunc in apogaeo est, nunc in longitudine media, nunc in perihelio. Cum igitur tempore et loco differant hae duae virtutes; sequitur, ut una non sint.

In uno tamen et eodem corpore Planetario residere utramque, ceu in toto, nihil impedit, nisi motus seu convolutio globi. Itaque si Planetae moventur ut Luna, quae non convolvitur, sed eandem nobis undequaque ostendit faciem, nihil impedit asserere, intextas esse mutuo virtutes utrasque, ut subtegmina sunt intexta staminibus. Tunc enim to|to 309
corpore Planetae situm eundem respectu Fixarum retinente, cum circa Solem vehitur, omnes omnino tractus in eo rectilinei, e quorum numero sunt duae istae diametri, situm retinebunt eundem ad Fixas. Sin autem de Telluris globo agitur, qui praeterquam quod circumfertur annuo spacio, etiam circumvolvitur in dies singulos, tum in magna dubitatione, non minus quam supra cap. LVII, relinquimur. Nam si corpus convolvitur, unica sola diameter virtuosa, quae est parallelos axi motus

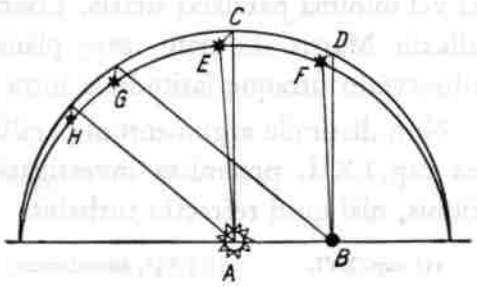
convolutorii, manet constans et sibiipsi aequidistans. Quod si maxime aliam insuper priori intertextam dicas, quae latitudines causetur, alterius speciei virtutem: illa easdem plagas observabit, cum axe volutionis; utpote circa quem illa conum circumscribit, cujus plagas singulas peragrat; itaque jam ad dextras, jam ad sinistras nuens, corpus tandem in mediam plagam inducit, quam spectat axis conversionis.

Igitur si globus volvitur, tunc hujus virtutis declinatoriae subjectum aut non est corpus sed spiritale quippiam, aut non est idem corpus. Si spiritale quippiam, quomodo plagas tuetur mundi, rem corpoream? et quomodo motus hanc speciem (declinationem a via regia) infert corpori? An fortasse facilius inclinatur corpus, et e via excedit regia (translationis suae causam interim habens extraneam, ex Sole) quam de loco in locum vi proprii motoris transfertur? Sin malumus subjectum corporale, nascetur nobis mechanicum quippiam, cujusmodi sunt lucernae quaedam sphaericae, quae projectae et convolutae, non tamen effundunt oleum. Intus enim inclusa est ampulla, quae ventricoso pondere deorsum tracta, et sic retenta, non sequitur motum convolutum, sphaerae se circumdantis.

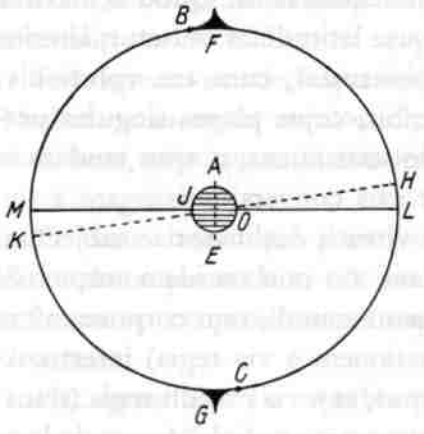
An igitur et in hoc Telluris globo sit interior aliquis globus, ad quem diurnus Telluris exterioris motus non penetret, sed qui fortissima inclinatione ad certa Fixarum loca retineatur, quo minus exterius corpus revolutum sequatur? Nam attinere hanc quaestionem et Terram, capite LXVIII audiemus: ubi et hoc videbimus, an proposita sex Planetis ecliptica aliqua media, fieri possit, quod paulo ante requirebamus, ut nodi singulorum competant in suas apsidas.

An potius credendum, posse esse modos aliquos coelestium motionum, qui licet et ipsi corporales sint, magneticorum instar, a nemine tamen in terris comprehendi possint, ob defectum exemplorum? quemadmodum, si nobis defuisset magnetis exemplum, ut olim quidem incognitum erat, plurima de causis coelestium motuum ignoraturi fuissemus.

Qui orbes tuentur solidos, ii facile omnia expediunt, secundum ea quae cap. XIII. dicta sunt. Plano enim eccentrici Martis FE ad planum eclipticae DC tribuent inclinationem non libratilem, sed certam et constantem, super diametro sectionis BA, per centrum mundi A, ducta (BRAHEVS per centrum Solis); quam dicent successu saeculorum circa centrum illud A sub ecliptica DC converti. [1]



1) sibipsi



Ac cum duorum circulorum maximorum in schemate praesenti ML, et KH, poli F. G. et B. C. tantundem distent, quanta est declinatio eorum maxima, MK. LH: ergo poli Martis B. C. circa polos eclipticae F. G. describent circellos spacio FB. GC. 1°. 50′. 25″. sub quibus dicent polos sphaerae Martiae B. C. circumire in antecedentia, motûs ea quantitate, quae supra cap. XVII. est expressa, infraque cap. LXIX corrigetur.

CAPVT LXIV

EXAMEN PARALLAXIVM MARTIS PER LATITVDINES

Est igitur cap. LXI. inventus uterque Nodus in locis praecise oppositis; mirabili consensu, et qui omnem parallaxin excludat.

Esto enim, ut sit Martis parallaxis saltem 2′ et 1′ minutorum, cum utrinque in opposito Solis fuerit, propior Terrae quam Sol, et distiterit prima vice anno MDXCV, a vertice circiter 38°; secunda vice anno MDLXXXIX circiter 66°. Igitur anno MDLXXXIX, cum existimaretur in Nodo, fuisset adhuc fere 2′ minutis in Septentrione. ergo adhuc uno gradu fuisset ante Nodum. Nodus igitur esset non 16°. 46′ ♏, sed 17°. 46′ ♏. Contra anno MDXCV habuerit 1′ minutum parallaxeos. Ergo quo die existimabatur esse in Nodo ascendente, jam vere habuisset latitudinem 1′ minuti. quare jam ultra Nodum 30′ circiter minutis. Nodus igitur ascendens, esset non in 16°. 46′ ♉, sed in 16°. 16′ ♉. En Nodum descendentem in 17¾° ♏, ascendentem in 16¼° ♉, si vel minima parallaxi utaris. Concludamus igitur cum cap. XI. Parallaxin Martis diurnam, esse plane insensibilem: siquidem vera sit observatio utraque latitudinis intra 2′ minuta.

Non dissimile argumentum parallaxeos nullius, nascetur nobis etiam ex cap. LXII. praemissa investigatione verissimae planorum inclinationis, nisi quid refractio turbabit.

11) cap. XVI. 28) 17¾°, ascendentem

Esto enim, ut Mars habuerit parallaxin anno MDXCIII in altitudine 22° minutorum saltem 2′, anno vero MDLXXXV in altitudine 53° minuti unius. Minor ergo esset visa latitudo Austrina: minor igitur et inclinatio, quam Borea. At jam ante paulo minor apparet vel sine parallaxi, quantum observationis vitiolo, aut refractioni nonnulli in altitudine 23° tribui potest. Ergo parallaxi adhibita, observatio de majore errore incusaretur: et vicissim observatione stante, perimitur parallaxis: siquidem verum est, orbitam Martis ordinari in perfecto plano, quod planum eclipticae secet in ipso centro Solis. |

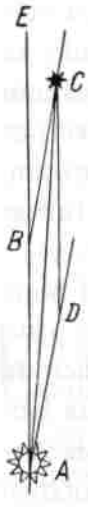
311 10 Sed multo certius idem evincitur ex latitudinibus observatis in reliquis sitibus acronychiis: iis praesertim, quas observationis conditio aut refractio dubias non reddidit. Hoc cap. XV. dici coeptum, hucusque perfici non potuit. Anno enim MDLXXXVII, cum Mars distaret a vertice 55° gradibus, si parallaxin habuisset 4′ minutorum, latitudo ex 3°. 37′ fuisset effecta 3°. 41′. At capite LXII nihil ultra 3°. 37′ inventum fuit. Anno vero MDLXXXIX, in distantia Nonagesimi gradus a vertice 64°, si Martis parallaxis, ex Solis parallaxi horizontali 3′ minutorum, fuisset 5½′ minuta; tunc Borea latitudo, pro observata 1°. 7′ fuisset 1°. 12½′ liberata parallaxi. At nos computavimus nihil supra 1°. 5⅓′; 20 etsi vitiolum 2′ minutorum observationi obvenire potuit: ut si Mars in altitudine 22° adhuc refractionem passus, per 2′ minuta altius justo in Borea apparuisset, quemadmodum et cap. LXII. et cap. XV. dictum. Anno vero MDCII, cum usurpata parallaxi inveniretur observata latitudo 4°. 10′; neglectâ, 4°. 7½′: nos computavimus 4°. 7²/₅′, praecise admodum. Sic anno MDCIV non assecuti sumus penitus quantitatem latitudinis Borealis observatae. Igitur multo minus esse queremur eam, abstractione parallaxeos auctam.

Hisce tribus modis incertitudinem parallaxeos Martis evicimus, insensibilitatem autem omnimodam, non omnino demonstravimus; elu- 30 dente nos refractionis negocio, et interdum observationibus intra 2′ vel 3′ minuta non descendentibus. Itaque si quis Marti parallaxin latitudinis maximam 2′ vel 2½′ minutorum tribuere velit, eum observata haec Braheana non magnopere coarguent. Accommodabitur enim et inclinatio, fietque 1°. 51′. 0″.

CAPVT LXV

INQVISITIO LATITVDINIS MAXIMAE VTRIVSQVE PLAGAE, TAM IN CONJVNCTIONE, QVAM IN OPPOSITIONE CVM SOLE

Inclinatione constituta, facile est et maximam latitudinem definire, idque gemina via. Nam aut quaeritur maxima omnium seculorum; aut, quanta hoc seculo fieri possit. Etsi parum differunt hodie utraque, cum limites sint medii inter apsidas Martis et Solis seu Telluris; nec illi ultra 54° gradus ab invicem distent; nec sit Solis seu Telluris insignis eccentricitas. Esto tamen, ut olim. conjungantur apsides Martis et Solis, et unà limites latitudinum Martis. et retineat ecliptica situm suum inter Fixas. Cum igitur in schemate cap. XIII. maxima Martis distan|tia AC sit 166465, minima Solis AB 98200, et 312 BAC 1°. 50½′: hinc computatur Borea latitudo maxima in oppositione cum Sole 4°. 29′. 10″. Quae in conjunctione cum Sole, quando Sol a Terra distat 101800, attenuatur ad 1°. 8′. 34″. Sed Austrina latitudo, ex distantia Martis 138234, Solis 101800 computatur in oppositione 6°. 58′. 24″, paulo minor gr. 7°. Quae in conjunctione cum Sole, quando Sol distat 98200, ad 1°. 4′. 36″ extenuatur. Sin autem contraria ratione jungatur apogaeum Solis perihelio Martis, prodit maxima Borea latitudo in oppositione 4°. 44′. 12″, in conjunctione 1°. 9′. 32″. Austrina in oppositione 6°. 20′. 50″, in conjunctione 1°. 3′. 32″.

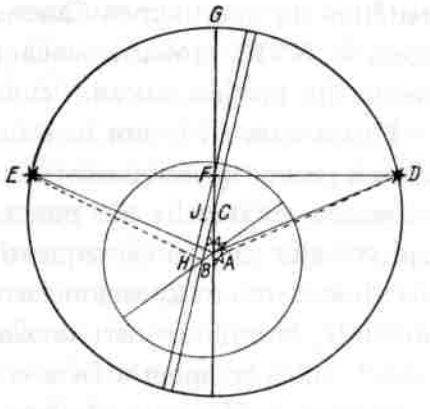


Et haec ita haberent, si olim apsides et limites conjungerentur; quod an futurum sit ante occasum totius Machinae, incertum. Certe PTOLEMAEVS apsidibus et Nodis aequales motus tribuit; quod si esset, nunquam fieret ista conjunctio. Ac ètsi hodie diversis motibus uti videntur; non sunt tamen veterum observata adeo certa, nec est differentia horum motuum, ne in hodierna quidem Astronomia, adeo magna, ut certissime concludere possimus, quot annorum myriadibus distent hujusmodi conjunctiones apsidum et limitum.

Ad nostrum igitur aevum revertamur, quod nos inter et PTOLEMAEVM extenditur. Atqui hic Geometricas determinationes quaerentem, multiplex ἀμηχανία excipit.

Primum apsides Solis et Martis non sunt conjunctae. deinde orbitae Planetarum non sunt perfecti circuli. Itaque etsi trajiciamus novam lineam apsidum per centra circulorum Martis et Telluris, in schemate capitis LII per B. C: poterit tamen fieri, ut alibi quam in hac linea, contingat maxima propinquatio siderum.

Denique etsi constet de loco maximae appropinquationis; locus limitis Borei et Austrini est alius. Vt limes est in 16°. 50′ ♌. At recta BC per centra circulorum ejecta, porrigitur in 24½ ♌ et ♒ circiter; eodem nempe, quo BRAHEO porrigitur linea HF suarum apsidum, cui haec nostra BC parallelos incedit, quippe bisecta utraque eccentricitate, AF in C, et AH in B.



Jamque eram electurus medium inter 17° ♌ et 25° ♌, scilicet 21° ♌: Sed me retinuit annus MDLXXXV, quo anno in 21°. 36′ ♌ observata fuit latitudo non plane maxima. Cum enim in nocte, quae sequitur diem XXX Januarii, esset oppositio, die XXIV antecedenti observata est latitudo 4°. 31′, hactenus crescens; die vero XXXI Januarii, XVI horis post oppositionem, rursum fuit visa latitudo 4°. 31′. Apparet igitur, quod die XXIV, si fuisset oppositio illo in loco eccentrici, major spectata fuisset latitudo, quam 4°. 31′, duabus de causis. primum, quia Sidus Terrae propius esset, quam extra situm acronychium. deinde quia remotior Mars ab apogaeo fuisset et humilior. [1]

313 Contingat igitur maxima latitudo circa 19° ♌ ♒. ubi fuit Mars die XXIV Januarij. Cum igitur sit anomaliae coaequatae complementum 10°: erit distantia Martis 166200, Solis 98670. Itaque latitudo maxima Borea circiter 4°. 31¾′. Quae in conjunctione Solis, cum is distat per 101280, apparet 1°. 8′. 30″.

Pro Austrina maxima latitudine, exhibet nobis anomalia Martis coaequata 170°, distantiam 138420 circiter: et Sol in 19° ♌ distat 101280. Hinc colligitur maxima latitudo Austrina 6°. 52′. 20″ proxime; quae in conjunctione apparet 2°. 4′. 20″.

CAPVT LXVI

NON SEMPER IN OPPOSITO SOLIS CONTINGERE MAXIMOS EXCVRSVS AD LATERA

De latitudine vero maxima, quae contingere potest in unaqualibet periodo Martis, multo perplexius est negocium, certa loca ejus Geometrice definire: et involvit magnum illud paradoxum, quod inter observationes anni MDXCIII, TYCHONIS BRAHE manu, his verbis inculcatum reperi. †

„Consideratione dignum est, quod Mars circa decimam diem Augusti habuerit maximam latitudinem Austrinam; et postea decreverit; ita ut die XXIV in oppositione, quasi quarta parte gradus propior eclipticae redditus sit, quod tamen Canones, etiam correcto latitudinis maximae loco, in XVIII Aquarii nequaquam exhibent, quomodocunque assumatur illic maxima latitudo: cujus rei causa studiose inquirenda venit."

Postea cum ad ipsum in Bohemiam venissem, et saepius de latitudinum ratione quaesivissem: illeque mihi, Nodos in locis esse oppositis, et sectionem transire per punctum medii loci Solis, seu per centrum epicycli ejus (de quibus sequenti cap. LXVII.) aliaque multa recensuisset: hac mentione commonefactus de hoc negocio, „hoc" inquit „est mirabile, latitudines fieri maximas, ante vel post oppositiones cum Sole": cujus rei mentio facta est etiam supra capite XV.[1]

Causam quidem rei continet vera hypothesis latitudinis hac parte *314* quinta stabilita: terminos vero maximarum latitudinum haud facilius Geometrice inquisiveris, quam Apollonivs Pergaevs inquisivit terminos stationum.

De punctis stationum.

Quemadmodum enim in hoc negocio stationum, nota quaedam potest describi, qua noscatur locus stationum (est autem ista, quando linea visionis Martis, Terra eunte, parallelos manet sibiipsi); ex nota vero, sine multiplici calculo, locus stationis a priori demonstrari nequit, ob confusionem multarum causarum: sic etiam res habet in latitudine, quavis vice, maxima. Nam tunc quidem est latitudo maxima, quando distantia Martis a Terra crescit vel decrescit eadem proportione, qua crescunt vel decrescunt lineae inclinationum Martis: et augetur latitudo, quando proportio distantiae plus decrescit quam proportio linearum inclinationis, aut quando illa decrescente haec contra crescit. Vicissim minuitur latitudo; vel quando plus crescit distantia Martis a Terra, quam lineae inclinationis, in sua quaelibet proportione; vel quando distantia crescente, illae minuuntur.

De punctis latitudinum maximarum.

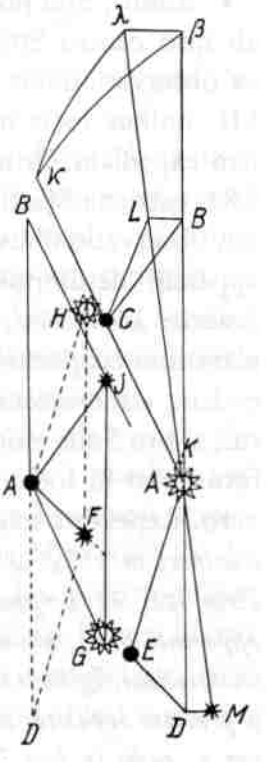
Haec autem promiscue fiunt jam in oppositione, jam ante, jam post; prout oppositio vel in limitem inciderit, vel ante, aut post limitem.

Haec ita sequi ex hypothesi hujus Operis, probant meae Ephemerides. Anno MDCIV, circa XXV Feb. vel VI Martii, fuit maxima latitudo Borea, cum integro mense sequeretur oppositio. Vicissim XXVII Sept. vel VII Octobris fuit maxima latitudo Austrina, cum Mars inter quintilem et sextilem Solis versaretur. Rursum fine anni MDCV fuit maxima latitudo Borea, Sole a quintili ad quadratum Martis eunte. Et vicissim anno MDCVI Julii fine, maxima fuit latitudo Austrina Sole in trino Martis versante. Anno vero MDCVII maxima Borea latitudo contingit paulo post conjunctionem Martis cum Sole.

Causa, cur haec in veteri Astronomia mira videantur, potissima in hoc est, quod PTOLEMAEVS, caeterique hunc imitati, motus intricatissimos, inclinationum, deviationum, reflexionum, confinxerunt. Cum enim haereret PTOLEMAEVS in epicycli imaginatione; primum atque vidit, in oppositione cum Sole, quando Planeta videtur, exire illum in plagam unam: statim conjecturae indulsit, asserens, in conjunctione cum Sole, quando non videtur, exire in plagam alteram; aut in universum, contrarium ejus facere, quod vidit illum in oppositione facere: scilicet ut aliqua esset compensatio et restitutionis aequalitas cohaerentiaque cum Sole. Hoc vero non est observando verum invenire, sed falsa concepta imaginatione observationes confingere. etsi condonandum est illi, qui paucas habuit observationes. Vide de hoc et cap. XIV.

Sed age videamus, an calculus noster reddat latitudinem diei X Augusti observatam. Nam de XXI Julij et XXV Augusti ejus anni jam certi sumus. Quibus enim observationibus calculus nititur, easdem et praesentat. |

315 Igitur D. X Augusti H. XIII M. XLV computatur eccentricus Martis locus in ecliptica 2°. 41′. 18″ ♈; Sol 27°. 37′. 49″ ♌; angulus ad Solem 5°. 3′. 29″; angulus ad Terram 18°. 25′; et Mars ex calculo in 16°. 3′ ♈, cum observatus sit in 16°. 7′ ♈; et quia 2°. 40′. 48″ ♈, locus orbitae, distat a 16°. 43′ ♉ per 74°. 2′: Inclinatio igitur erit 1°. 46′. 10″. Ex hac et duobus dictis angulis, methodo cap. LXII. tradita, invenitur latitudo visa 6°. 21′. 14″. duobus minutis etiam plus, quam habet observatio. Sed ne nobis insidietur anguli exiguitas, utamur (quod vult Methodus supra tradita) distantiis veris Martis a Terra et a Sole, seu eorum loco, veris angulis. In schemate capitis XX vides differre CB, BA, a CL, LA. Et nostra methodus non dixerat ut CB ad BA, sed ut CL ad LA, sic esse sinum anguli LAB ad sinum anguli LCB. Sit locus eclipticus 2°. 41′. 18″ ♈, Martis sub λ puncto stantis; ♈ locus Soli oppositus 27°. 37′. 49″ ♎. Ergo ♈β 5°. 3′. 29″, βλ 1°. 46′. 10″. Hinc, et ex λβ♈ recto, datur ♈λ vel CAL 5°. 21′. 36″, cui respondet vera distantia L Martis ab A Sole. In triangulo igitur CAL, ex lateribus CA 101077 et AL 138261, et ex angulo jam invento, quaeratur LCA. qui invenitur 160°. 33′. Complementum ejus est 19°. 27′, cui respondet vera distantia L Martis a C Terra.



8) videt 18) Sol 24°. 37′. 49″ 18/19) Solem 5°. 3′. 27″

Jam igitur per hos angulos operationis, invenio LCB visam latitudinem 6°. 19′. 10″ quam proxime eandem cum observata.

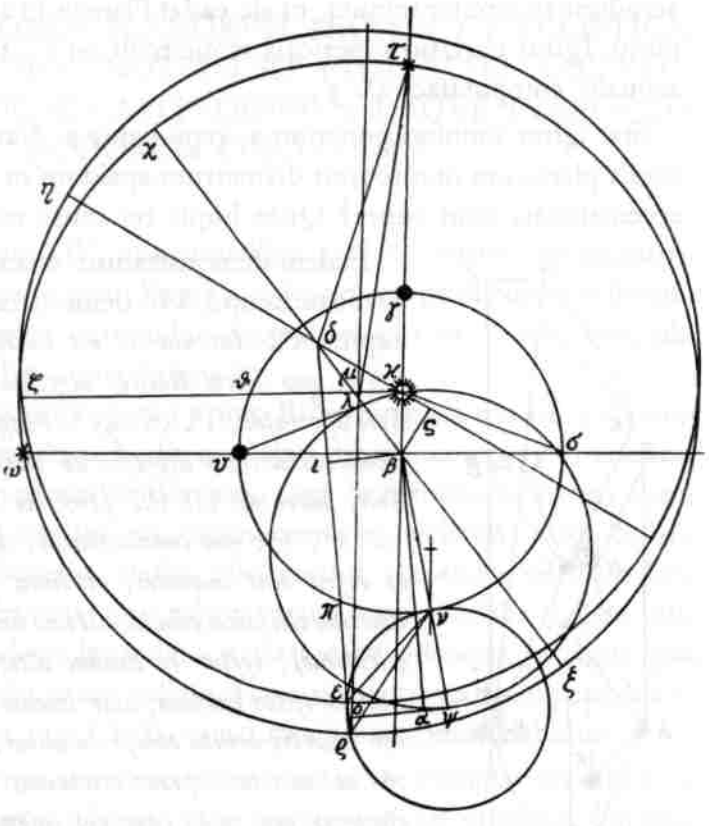
Praestat igitur hypothesis, hoc Opere constituta, hoc ipsum; cujus causam BRAHEVS diligenter inquirendam monuerat, quodque antiqua Astronomia tanto apparatu praestare non potest. Praestat inquam hoc ipsa sua simplicitate, dum plano eccentrici datur inclinatio seu obliquitas constans, eaque varie augetur vel minuitur: non vere, sed ratione Optica, prout visus noster ad illam, aut in BRAHEO et PTOLEMAEO illa ad visum nostrum, appropinquaverit vel ab ea recesserit.

CAPVT LXVII

DEMONSTRATVR EX LOCIS NODORVM, ET INCLINATIONE PLANORVM MARTIS ET ECLIPTICAE, CONSVRGERE ECCENTRICITATEM MARTIS, NON EX PVNCTO MEDII LOCI SOLIS (SEV BRAHEO, EX CENTRO EPICYCLI SOLIS) SED EX IPSO CENTRO SOLIS.[1]

Vltima primis respondent. Disputavi capite VI Physice, negatis orbibus solidis, non pósse eccentricitates Planetarum ab alio puncto quam ab ipso centro Solis consurgere. Demonstrationem rei Geometricam ex observationibus deductam distuli partim in caput XXII. XXIII. et LII. quibus locis me satisfecisse puto vel oculatissimis; partim vero jam expediam. Primum per loca Nodorum. Demonstratum est capite LXI, extructa Martis eccentricitate ex ipso centro Solis, sive quod idem est, observationibus acronychiis ex oppositione Planetae cum loco Solis apparenti desumptis, Nodos cadere in partes, ex centro Solis oppositas, praecise admodum, id est, diametrum apsidum, et diametrum sectionis planorum eclipticae et Martis concurrere, seu secare se mutuo in centro eodem, unde eccentricitas computatur; in centro Solis scilicet. Quaeritur, si pro Solis motu apparente utamur medio motu, num et hinc Nodi futuri sint in locis, unde computatur eccentricitas, oppositis? Minime vero. Repetatur schema Copernicanum capitis VI. *In eo sit jam* ϰδ *linea limitum, in* 16¾° ♌ *et* ♒ *(non vero, ut cap. VI. linea apsidum in* 29° ♌.*) Ergo ipsi* ϰδ *perpendicularis ex* ϰ, *erit diameter Nodorum. Atqui si pro apparenti Solis, utamur medio, tunc pro* ϰ *nobis offertur* β, *unde computatur eccentricitas. Igitur ex* β, *ipsi* ϰδ *perpendicularis, quae sit* βς, *cadet in loca, ex* β *praecise opposita, at non cadet in loca Nodorum; quia prior perpendicularis per* ϰ, *cadit in loca Nodorum, quae superior est ipsa* βς, *spacio* ϰς.[1] Lubet

inquirere, quanti futuri sint anguli ad circumferentiam eccentrici, connexo puncto ϰ cum sectione ipsius βς et eccentrici circumferentiae. *Cum igitur sit* ςϰ *in* 16°. 45′ ♌ *ex supposito, et* βϰ *in* 5°. 45′ ♋ *circiter: erit* βϰς *angulus* 41°. *cumque sit* βςϰ *rectus, erit* ϰβς 49°. *Et cum* ϰβ *sit eccentricitas Solis* 3600, *qualium orbis Terrae vel Solis est* 100000; *ut igitur sinus totus anguli* ς *ad* βϰ 3600, *ita sinus anguli* β *ad* ϰς 2717. *In eadem vero dimensione, qualium semidiameter orbis Telluris est* 100000, *semidiameter orbis Martii ex cap. LIV. est* 152350. *Qualium igitur semidiameter orbis Martii est* 100000, *erit* ϰς 1790, *ostendens in sinibus angulum*, 1°. 1′. 33″.



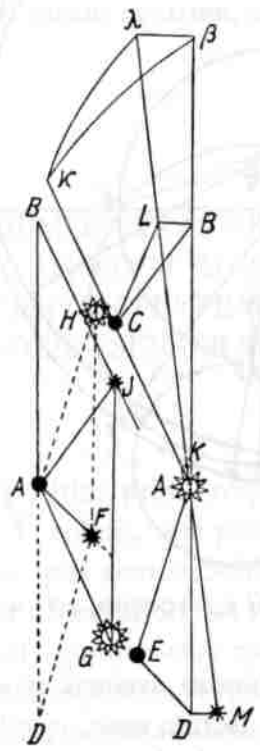
Totidem ergo gradibus et scrupulis debuisset Nodus evehens esse loco anteriore, deprimens posteriore, si male a me factum esset, quod pro β puncto Ptolemaico, Copernicano, Braheano, elegi ϰ centrum Solis. Vicissim observationibus ad medium Solis motum expensis, et sic assumpto puncto β, si male hoc fit, et si ϰ eligendum esset; oportet Nodum evehentem ex β inveniri loco posteriori, deprimentem priori, sic ut semicirculus Septentrionalis arcu 2°. 3′. 6″ curtatus sit.

Videamus an hoc ita accidat. Capite igitur XII crasse expensis observationibus, Mars anno MDXCV die XXVIII Octobris putabatur in Nodo fuisse. Tunc inventus est locus eccentricus, ex Braheanis aequationibus, quae nituntur puncto β, in 16°. 48′ ♌. Sic MDLXXXIX die IX Maji mane ponebamus Martem in Nodo altero descendente fuisse. tunc computavimus ex iisdem Braheanis aequationibus locum Martis eccentricum 15°. 44½′ ♏. Fit igitur, quod dictum fieri debere. Vno gradu et 3½′ minutis minus est in semicirculo Boreali. Quod si accura-

36) in 16′. 48″

tius, ut cap. LXI, inspiciantur observata, Mars die uno et horis XV serius in Nodum ascendentem incidit. Itaque ad locum eccentricum accedunt 50 circiter minuta, ut sic cadat Planeta in 17°. 38′ ♉, eccentrico motu. Igitur curtatio superioris semicirculi est 1°. 53½′ quam proxime aequalis computatae, 2°. 3′.

Stat igitur omnino punctum ϰ, repudiatur β. Nam cur diameter sectionis planorum non secabit diametrum apsidum in centro, unde surgit eccentricitas, sicut supra? Quae hujus rei causa esset?



Eadem demonstrantur etiam per inclinationem planorum cap. LXII. demonstratam, et per schema capitis XX. *Inventa ibi est inclinatio, hoc est angulus* LAB, *quo Borei limitis digreßio ab ecliptica, ex* A *Sole spectatur*, 1°. 50′. 45″. *Angulus vero* MAD, *quo limitis Austrini digreßio ab ecliptica spectatur ex* A *Sole, inventus est illi proxime aequalis, scilicet* 1°. 50′. 8″. *Ex quo concludebatur, cum anguli ad* A *supra et infra sint aequales, et linea per* A *in* B. D. *loca limitum ecliptica educta, sit una linea (quia in uno plano eclipticae); igitur et lineam alteram, ex* A *in* L. M. *limites ipsos ejectam, esse lineam unam, Et sic, quod sub Martis orbita comprehenditur, esse unum planum. At si*[1] *non in* ϰ *prioris schematis (quod est* A *in posteriori) sed in* βς *(hoc est infra* A *posterioris) esset communis sectio planorum: connexis* L. M. *limitibus cum aliquo puncto lineae* BD *infra* A, *esset angulus, quo spectatur ex illo puncto* LB, *minor; angulus, quo* MD *spectatur, major; duobus circiter minutis.* 318

Verum est, si nobis libertas relinquatur statuendi parallaxin pro lubitu magnam, facile dilui hujus capitis argumentationes. At certum est ex documentis pluribus, non posse admitti parallaxin tam magnam, ut plane enervetur haec demonstratio.

Cumque thema hujus capitis firmissime sit demonstratum cap. LII, possem convertere vela, sic ut non demonstraretur hoc thema ex negata parallaxi, sed ex positione hujus thematis, quod propriam habet cap. LII. demonstrationem, negaretur parallaxis, ut cap. LXIV.

Vtrum facias, perinde est. Vtrumque enim thema habet alias etiam demonstrationes. Mihi haec via primum occurrit, et placuit, ut consensum rerum ostenderem.

CAPVT LXVIII

AN INCLINATIONES PLANORVM MARTIS ET ECLIPTICA, EAEDEM SINT HOC NOSTRO ET PTOLEMAEI SAECVLO. VBI DE ECLIPTICAE LATITVDINIBVS, DEQVE INAEQVALI NODORUM CIRCVITIONE

Dictum est capite XIV, in unaqualibet periodo Martis, obliquitatem seu inclinationem plani Martii ad planum eclipticae manere Fixam. Oritur vero dubitatio, an omnibus saeculis eadem sit, et fixa, haec obliquitas. Causa dubitationis haec est.

Demonstravit BRAHEVS tomo primo Progymnasmatum fol. 233. stellarum Fixarum latitudines hodie esse alias, quam tempore PTOLEMAEI: hoc discrimine, quod stellae Boreales circa Solstitium aestivum auxerint latitudines, Australes eas diminuerint: et vicissim, circa Solstitium hybernum, Boreales stellae diminuerint, Australes auxerint latitudines: Ab his terminis, quo magis versus aequinoctialia puncta itur, hoc minorem accidisse latitudinis variationem, adeoque proxime ipsa puncta aequinoctialia plane nullam. Hanc nostri temporis experientiam, ad nostra principia cap. LXIII. constituta sic accommodabimus. De mutata Fixarum latitudine.

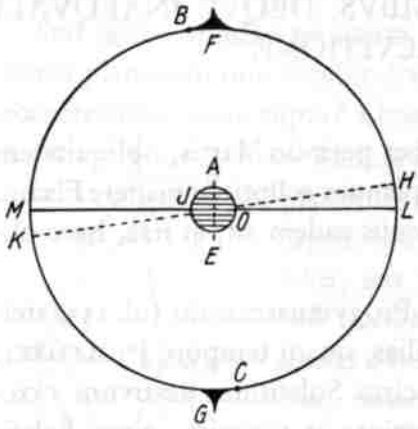
Sphaeram Fixarum immenso intervallo supra Planetas elevari constat: itaque eandem et liberam esse convenit ab iis motibus, qui Planetis insunt. Id quidem COPERNICVS simpliciter ponit, Fixas omni | plane motu de loco in locum esse liberas, et sic vere Fixas iisdem perpetuo locis. 319

Cum autem ecliptica sit circulus in sphaera Fixarum maximus, sub quo Sol nobis ex Terra perpetuo apparet, quemque is annuatim percurrere videtur: sive Soli sive Terrae competat motus iste; utrinque uni ex Planetis competit: ut ita Fixae non ipsae in se habeant eclipticae causam, sed tantum propter motum annuum sive Solis sive Terrae circa centrum Mundi. Ecliptica quid?

Ac cum inveniatur ecliptica sedes suas sub Fixis mutasse: non igitur Fixae ab ecliptica sed haec a Fixis recessit. Eclipticam transponi ad alias Fixas.

Causam translationis hujus exhibent proculdubio principia nostra capitis LXIII. siquidem sana sunt. *Cum enim Sol gyratione rapidissima intra suum spacium, quod* COPERNICO *centrum Mundi est, Planetas cieat per speciem emissam; erunt hujus gyrationis certi poli. In schemate ultimo capitis* LXIII. *sit corpus Solis* IO, *poli conversionis* A.E. *quibus in Sphaera Fixarum supereminent puncta* F.G. *Circulus igitur maximus corporis Solaris convoluti* IO *ordinabitur sub aliquo circulo maximo Fixarum, qui sit* ML. *Qui cum sit procul* Causa mutatae eclipticae. Esse aliquam eclipticam mediam.

dubio unus et idem sub Fixis, polis F. G. *constantibus, sic exigente dignitate ejus corporis, quod motum primo caeteris infert: Planetae tamen inveniuntur diversos et ad se mutuo inclinatos obire circulos, iis naturae principiis, quae sunt explicata capite* LXIII. *Procul dubio igitur diversi Planetarum omnium circuli respiciunt hunc circulum Regium* ML, *à conversione corporis Solaris circa suum axem* AE *descriptum: et ad hunc quilibet tuebitur inclinationem constantis quantitatis; translatitiam tamen, quia experimur Nodos transferri.*



Cum igitur et ecliptica sit unus ex Planetariis circulis, quippe Solis vel Terrae; consentaneum est, et hanc habere quandam inclinationem ad circulum regium ML, *a circulo maximo corporis Solaris* IO *inter Fixas descriptum. Quid enim causae sit, cur caeteri Planetae, alius alio declinet, sola ecliptica, Solari vel Terrestri itineri superstans, praecise cum hoc circulo Regio* ML *coincidat?*

Ex positione mutabilis eclipticae sequi omnem varietatem deprehensam in mutatione latitudinis Fixarum.

Sit ergo concessum hoc, eclipticam proprie sic dictam inclinari ad regium illum circulum Solarem; eáque repraesentetur nobis per circulum KH *inter Fixas delineatum; sintque ejus poli* BC. *His obtentis, facile occasionem invenimus, qua mutentur Fixarum latitudines; quippe quae ipsa vocis ratione, ab ipsa vera ecliptica computantur; non ab illo circulo regio Solari, hactenus coeco. Nam eclipticae vere et proprie sic dictae (quod tantum sub illa linea contingant eclipses, sub qua Sol incedit) intersectiones seu Nodi communes cum illo circulo* ML, *quem mediam eclipticam dicere possemus, transferentur non minus quam Nodi caeterorum Planetarum: obliquitate tamen maxima* MK *vel* LH, *quam metitur distantia polorum* FB. GC, *constante et fixa manente, ut et in caeteris Planetis. Nimirum, si centris* F. G *spaciis* FB, GC, *constantibus, cir*|*celli scribantur, in quibus polos eclipticae* B. C. *circumire ponamus: tunc omnino et circulus* KH, *sedes pristinas in sphaera Fixarum* FMG, *deseret, facietque successu saeculorum, ut ubi olim limitem Boreum egit, prope easdem Fixas tandem limitem Austrinum collocet. In brevi vero seculorum numero sic erit. Limites* K. H. *non longe a Fixis suis progreßi, insensibili aliquo variabunt earum latitudines. Nodi vero aequali itinere progreßi a suis Fixis, evidentius suarum Fixarum mutabunt latitudines: quia sinus inclinationum in fine quadrantis, circa limitem, insensibili, in principio vero circa Nodos, valde sensibili differentia increscunt.*

Hinc quia circa aequinoctia nulla sentitur mutatio latitudinum Fixarum, circa vero solstitia satis notabilis, colligimus recte, Limites latitudinum eclip-

ticae esse circa aequinoctia, Nodos circa solstitia. *Erunt igitur puncta K. H. signa aequinoctiis propinqua. Similiter colligitur et hoc: cum eclipticae verae pars Borealis fugiat a Borea, quippe crescentibus latitudinibus Borealibus in Geminis et Cancro; Boreum igitur limitem eclipticae, aut in Libra esse, progredientibus Nodis, aut in Ariete, retrocedentibus iisdem, quod est verisimilius. Nam et Lunae Nodi retrocedunt, annis XIX ☊odiacum absolventes; cum apogaeum progrediatur, annis VIII½ eundem absolvens.*

Vbi se mutuo secent ecliptica vera et media.

Cumque apogaeum Solis, seu perihelium Terrae, sit in 5 ½° ♋*; quare per caput LVII, diameter virtuosa, eccentricitatem causans, porrigitur in Solis corpus, Terra in* 5 ½° ♈ *versante. At per caput* LXIII *etiam diameter illa virtuosa, quae latitudinem causatur, porrigitur in Solis corpus, Terra in limite versante, qui est per hoc caput* LXVIII *in Ariete. Ergo per idem caput* LXIII*, utraque virtus potest effici ab eadem corporis Telluris diametro.* Hinc licet ratiocinari probabiliter, in 5 ½° ♋ et ♁ coincidere circulum hunc coecum seu eclipticam mediam cum vera nobis nota.

Quod si omnium Planetarum aphelia ordinarentur in uno circulo maximo, possemus dicere, illum ipsum esse, quem hic quaerimus. quippe tunc de omnibus Planetis verum esse posset, Nodos (ut hic in Telluris circuitibus) competere in apsidas: itaque utramque varietatem, et eccentricitatis in altum, et obliquitatis in latum, ab eadem diametro virtuosa effici. quo pacto magnis difficultatibus, quae nobis capite LXIII. relictae sunt, liberaremur.

Probabilis inquisitio eclipticae mediae.

Et quidem apogaea Solis, Martis, Jovis, Saturni, consentiunt mediocriter. Omnium enim trium superiorum aphelia sunt in eodem semicirculo, et simul in eadem plaga Septentrionis. Itaque in Libra esset verae eclipticae limes Austrinus, et Boreus in ♈, quod congruit superioribus.

Sed differenda est plenaria hujus rei consideratio, usque dum omnium Planetarum motus ad veram et nobis cognitam eclipticam examinati fuerint.

Porro huic opinioni de latente aliquo regio circulo, ex Sole inter Fixas propagato, testimonium praebet ipsa etiam vulgo usitata obli-
321 qui|tas eclipticae, quae ab aequatore computatur: quam rectius diceremus latitudinem aequatoris ab ecliptica. Est autem aequator circulus maximus corporis Telluris, medius inter polos conversionis diurnae Telluris circa axem suum. Et tribuitur idem aequatoris seu aequinoctialis nomen etiam illi tractui sphaerae Fixarum, qui quolibet saeculo aequatori terrestri superstat. Idem polorum nomen, punctis Fixarum iis quae polis Telluris quovis saeculo superstant. Hic igitur axis, et circulus maximus inclinatus est ad eclipticam, aliis saeculis aliter. Quanto enim hodie major est Borea latitudo Fixarum in Cancro,

Aliud argumentum pro ecliptica media.

Aequator seu Aequinoctialis quid?

Australis in Capricorno, tanto minor est hodie latitudo aequatoris ab ecliptica, quam olim, quia in Cancro et Capricorno obliquitas haec est maxima. Olim quidem erat 23°. 51½′: hodie est 23°. 31½′. differentia 20′. quanta est et mutatio latitudinis Fixarum.

Est autem consentaneum, circulum aequatorium cum axe suo et polis, perpetuo aequali et fixo spacio declinaturum fuisse a polis ecliptícae hujus HK, si ecliptica vera praecipuus esset circulus mundi. Quia vero ecliptica mutata, hujus etiam axis, (et una aequatoris, cujus est iste axis) inclinatio ad eclipticam variata est, ut quantum ecliptica a Fixis in Cancro recessit, tantum ad aequatorem accesserit; igitur aequator ad alium aliquem circulum videtur tueri inclinationem constantem. Magnam igitur causam, magnam dignitatem hujus coeci circuli esse oportet. Itaque omnibus verisimilitudinibus consurgit nobis circulus aliquis regius LOM medius inter Planetarum circulos, ad quem omnes Planetae et hic etiam Mars tueatur inclinationem constantem.

Nec debet nos turbare Lunae exemplum, cujus est ad eclipticam, non vero ad alium aliquem circulum maximum, et olim, et hodie transpositâ eclipticâ, constans inclinatio 5° graduum. Inter Lunam enim et Planetas caeteros ingens est discrimen. Caeteri orbes centrum mundi ambeunt. Lunae orbis solus (ut crasse loquar) est extra centrum, et transportatur de loco in locum. Illi communiter Solem circumeunt, Luna Tellurem. Illorum eccentricitates totaeque theoriae longitudinis et latitudinis a Sole consurgunt, Lunae a Tellure mobili. Illos Sol in circulum rapit, Lunam Tellus. Quid mirum igitur, si Luna latitudinum suarum limites, ad eclipticam luxatilem HK, sub qua Telluris est circulus, constantes tuetur; caeteris Planetis hic ad alium aliquem circulum invariabilem, ut LOIM, respicientibus? Itaque nihil nos Luna debet impedire, quo minus hoc credamus.

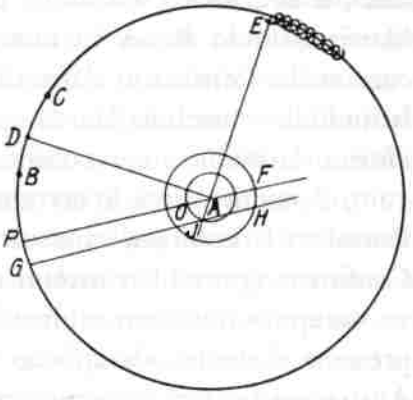
Inclinationes Planorum Martis et eclipticae an varientur.

Hoc igitur recepto, Martis orbitam constanter inclinari ad circulum aliquem sub iisdem semper Fixis constantem ut LOIM, sequitur, eandem Martis orbitam aliis saeculis aliter inclinari ad eclipticam HK, ut quae aliquibus sui partibus Fixas pristinas deserit, et ad alias transit. Hoc tamen sic sequitur, si recipiamus, Nodos Martis et Nodos Telluris, hoc est sectiones, quas faciunt hae orbitae cum illo circulo coeco LOIM, non iisdem semper intervallis in coelo circumferri, sed alios aliis esse celeriores. Hujus rei genuinum exemplum jam positum est.[1] Dum enim aequator constantem tuetur inclinationem ad coecum hunc 322
circulum LOIM, ecliptica HK interim translata: denique mutabilis est deprehensa aequatoris ab ecliptica declinatio.

Polus Terrae non plane sub ipso BCE circello incedit.

Sit A *polus eclipticae mediae, seu punctum, in quod incidit recta e centro Solis per polum corporis Solaris ducta. Scribatur centro* A, *spacio* AB, 23°.

42′, *vel non multo alio, circulus minor, et sint* B. C. *loca poli mundi Borealis, sive puncta, in quae incidit linea ex centro corporis Telluris, per polum motus diurni, ejusdem Telluris ducta,* B *tempore* PTOLEMAEI, C *tempore nostro. Quod si retrocedunt etiam eclipticae Nodi, necesse est, limitem Boreum statui circa Fixas in confinio Arietis et Piscium. Nam Fixarum Borealium in Geminis et Cancro crevit latitudo, ut prius dictum. Sumatur* D *punctum inter* B. C. *intermedium, ostendens locum poli aequatoris tempore intermedio; et connectantur* AD. *Circulus igitur* AD *continuatus transibit per solstitium temporis intermedii. Ducatur ei ex* A *ad rectos* AE, *qui continuatus transibit per aequinoctium vernum temporis intermedii. Ergo prope lineam* AE *fuerit polus circuli, sub quo orbita circuitusque Telluris ordinabatur olim. Et quia in Ariete limes Boreus, producatur igitur* EA *in partes* A, *et juxta illam productam eligatur punctum* I *infra. Polus igitur eclipticae Ptolemaicae fuerit in* I. *Centro* A, *spacio* AI, *scribatur circellus, in quo sumatur aliud punctum* O, *propius ipsi* C, *quam est* I *ipsi* B. *Sitque* O *eclipticae hodiernae polus, distans a* C 23°. 31½′, *cum* I *polus eclipticae Ptolemaicae distet a* B 23°. 51½′. *Erit haec Theoria mutatae obliquitatis eclipticae et latitudinis Fixarum. nisi quod de dimensione nobis non constat ipsius circelli* OI. *Nam illa quantitas* 20′ *minutorum obliquitatis eclipticae mutatae, varie effici potest.*



Et quia O *est polus eclipticae hodiernae, et* OC *in principium Cancri vergit: sit ergo* CP *pars octava circuli, et* P *medium Leonis, ubi hodie est limes Martis Boreus. Continuetur* PO *ultra* O*; eique ducatur per* I *proxime parallelos* GI, *paulo tamen vergens in consequentia (quia olim limes Martis sub Fixis erat paulo promotior quam hodie.), et continuetur ultra* I. *et ex* A *circellus scribatur secans* PO *in* F, *et* GI *in* H. *Sit autem circellus tantus, ut major sit* OF *quam* IH. *Et ponatur polus circuli, sub quo Martis circuitus ordinatur, hodie in* F, *olim in* H. *Erit hodierna obliquitas, seu inclinatio plani Martii ad ecliptica* OF *major, Ptolemaica* IH *minor; et tamen Martiae orbitae polus* H. F. *circa* A *constanti intervallo* AH, AF, *ivisset ex* H *in* F.

Cumque polus orbitae Martiae satis magno arcu ab H *in* F *iverit, seu in consequentia seu in antecedentia: quia tamen una ivit polus eclipticae, ab* I *in* O *circa idem punctum* A, *videretur polus Martis proxime quievisse: quia* IH *et* OF *fere paralleli.*

Magnam quippe inaequalitatem motus Nodorum consequi necesse est, si hoc verum est, polos singulorum Planetarum, polum aliquem communem, tempore non eodem circumire.

dit, sed sub spiris apud E depictis, singulis annis unam talem spiram, et opposito polo, oppositam consimilem describens, aliamque ex alia nectens, ex quo nexu est progressus aequinoctiorum et solstitiorum. Est autem quaelibet harum spirarum tanta, quantus COPERNICO orbis magnus, caeteris orbis Solis, hoc est, proportio hujus spirae ad superficiem Fixarum sphaerae insensibilis est. Itaque pro mera linea BCE haberi possunt. Notandum autem pro imaginatione recta hujus motus, quod axis aequatoris terrestris continuatus utrinque ad Fixas annis singulis describat cylindrum, ea amplitudine, qua est una ex his spiris, qui corpus Solis, habet in sui medio. At idem axis Telluris successu seculorum describit conos duos, verticib. in Sole aequalibus, imo vero confusis inde à circuitu telluris circa Solem; quippe utriusque coni vertice in alterius corpus abdito, propter concursum omnium cylindrorum, basi vero BCE. Ita ex multis cylindris conus componitur.

Causa cur translatio Nodorum Martis tam tarda?

20) Sitque C

De inaequalitate praecessionis aequinoctiorum.

Nam et ipsius praecessionis aequinoctiorum hinc aliqua nascitur anomalia, cujus negotium huic plane simile est. 323

Dixi quid sit consentaneum principiis, hoc Opere constitutis, et quibus hypothesibus possit hoc praestari, ut inclinationes planorum aliis saeculis sint aliae. Videamus nunc observata PTOLEMAEI. Cum enim Martis latitudo Borea sit cum corde Leonis, Fixa Boreali; Austrina cum stellis Capricorni Australibus; consentaneum est, idem accidisse latitudinibus maximis Martis, quod stellis illis, ut utraque creverit, quia illorum latitudines creverunt, nempe Boreales circa Solstitium aestivum, Australes circa hybernum. PTOLEMAEVS igitur maximam Martis Borealem latitudinem observatam ait 4°. 20′. quae hodie est 4°. 32′. † Confirmat igitur hîc nostram opinionem; quia latitudinem maximam 12′ scrupulis minorem exhibet hodierna, nodis in eadem cum hodierna proxime distantia ab aphelio permanentibus. At contra latitudinem Austrinam facit 7° proxime graduum, cum et hodie tanta esse possit, scilicet 6°. 52⅓′. Igitur per ejus observationes in suspenso relinquimur. Nam quod haec 12′ minuta attinet in latitudine Boreali, sciendum, ejus instrumenti partes minimas valere 10′ minuta, et plerunque ab ipso unius hujusmodi partis quantitatem in errore poni. Et inter Graecas notas, quae 20′ et quae 40′ minuta significant, exiguum et lubricum est discrimen, saepe neglectum ab interpretibus; etsi Arabs hic vertit 20′.

Nihil praeterea extat in PTOLEMAEO, quod nos manu ducere possit, ad judicandum de statu antiquo harum rerum. Nam observatio capite sequente LXIX examinata erroris arguitur. Dum igitur destituamur idoneis observationibus antiquitatis, cogit nos ipsa rei conditio, hanc de motu Nodorum disputationem, ut multa alia, relinquere posteritati; siquidem DEO placuerit justum humano generi spacium temporis in hoc mundo indulgere, ad residua ista perdiscenda.

CAPVT LXIX

CONSIDERATIO TRIVM PTOLEMAICARVM OBSERVATIONVM: ET CORRECTIO MOTVS MEDII, MOTVSQVE APHELII, ET NODORVM

Ex antiquitate omni, observationes stellae Martis non plures quinque ex consignatis supersunt; et una antiquissima ab ARISTOTELE conscripta, qui Martem a Lunae dimidiatae parte obscura tegi vidit. At nec annus nec hora diei addita. Inveni tamen longissima inductione per annos L, ab anno quindecimo ad finem vitae ARISTOTELIS, non

potuisse esse alio die, quam in vespera diei IV Aprilis, anno ante Christi vulgarem epocham CCCLVII, cum ARISTOTELES XXI annorum audiret EVDOXVM, ut ex DIOGENE LAËRTIO constat. Secundam observationem a CHALDAEIS habitam PTOLEMAEVS nobis conservavit, quae facta est anno ante Christum CCLXXII D. XVIII Januarii mane, cum Mars Borealem in fronte Scorpii occultavit. Rursum hic nulla horae certitudo addita. Reliquas quatuor PTOLEMAEVS ipse habuit, dimensus astrolabio sidus Martis ad Fixas; recenset tamen solum locum sub zodiaco, sub ipsum articulum oppositionis Martis cum medio motu Solis.

Ex observationibus tam paucis rerum maximarum argumenta capienda sunt: aut si non possunt, imperfecta relinquenda Astronomia. Primum enim per quatuor observationes Ptolemaicas, epocha motus medii, ad Fixas relati, PTOLEMAEI tempori competens inquirenda, et ex ejus cum hodiernis collatione ipse motus medius est limitandus. Deinde per observationem Chaldaicam videtur inquiri posse, an vere eccentricitas Solis olim major fuerit quam hodie. Denique et per hanc et per Aristotelicam, si tempus sciretur, de Martis latitudine ad illa tempora, periculum fieri posset.

Quam vero viam insistemus per DEVM immortalem! cum nihil pene habeamus a PTOLEMAEO, quod non jure prius in controversiam vocare possimus, quam ad justam subtilitatem nobis utile fiat.

I

Quomodo Astronomi investigent initium Zodiaci sive eclipticae.

Primum ad exposita tempora prodit motum Solis medium ex calculo, qui nititur observatione aequinoctiorum et solstitiorum. Principium Arietis Sol detegit, non digito ad locum intenso, sed coeca conjectatione temporis. Nam id dicimus esse principium Arietis, quod Sol tenuit, quando visus est dies noctibus aequare. Quid si PTOLEMAEVS in tempore aberrasset? Conjecturis non caremus. Primum enim non prodit modum observationis. Opto ut observaverit altitudines Meridianas, ex quibus inductione facta momentum ingressus Solis in Boreale hemisphaerium citra errorem habetur. At quid si ipse observaverit in armillis Alexandrinis, ubi ei potuit nocere refractio, cujus manifesta indicia ipse prodit, dum ait in illis armillis observatum esse eodem die bis aequinoctium? Ipse vitio instrumenti transcribit; ego vitium ex refractione ortum suspicor.

Suspecta observatio aequinoctii Ptolemaica.

Esto tamen. observaverit per Meridianas altitudines. Alia suspicio se summa vi invito ingerit, quod aequinoctiorum momenta a PTOLEMAEO prodita intra sesquidiem non consentiunt, analogiae praeteritarum HIPPARCHI, et sequentium ALBATEGNII et BRAHEI observationum, quae omnes in unam aequalitatem conspirant. sola Ptolemaica aequi-

Difficultas in recipienda die aequinoctii a PTOLEMAEO prodita.

noctia exorbitant. Quae res multis perplexissimis de coelo opinionibus occasionem dedit, motusque trepidationis et librationis peperit: qui omnes evertuntur, deprehenso, quod consecutae PTOLEMAEVM observationes cum vetustissima HIPPARCHI ad aequalitatem constanter consentiunt.

Pro observatione diei Aequinoctii Ptolemaica.

Tuetur se tamen ipse PTOLEMAEVS consociatione vernalium aequinoctiorum cum autumnalibus. Nam si instrumenti vitio factum esset, ut postridie verum pronunciaverit aequinoctium, cum pridie fuisset;[1] autumnale pridie pronunciatum fuisset, cum postridie competeret. Ita 325
erepto biduo ex longitudine aestatis, magna fuisset secuta mutatio ec- 10
centricitatis Solis, quam tamen relinquit per sua observata, quanta ab HIPPARCHO fuerat inventa. Itaque nihil restat, quam ut fidem PTOLEMAEI secuti credamus juste observatum tempus, quo ☉ stetit in ♈ initio.

II

Quomodo per observationem addiscatur locus Solis in zodiaco, quamvis incognito situ zodiaci inter Fixas.

Facto principio, et obliquitate eclipticae per observationem inventa, nihil est negocii, per quotidianas Solis declinationes, pronunciare de vera ejus elongatione a puncto, quod Sol tempore dicto aequinoctii tenuit, quodcunque illud aut in quacunque sphaera statuatur. Nam alii alias huic negocio sphaeras deputarunt, cum post octavam et nonam

Theoria octavae sphaerae difficilis captu apud veteres, et inconstans:

a PTOLEMAEO constitutas sphaeras, alii decimam, recentissimi undeci- 20
mam et duodecimam, vanissimis speculationibus constituerint; quam πολυπραγμοσύνην BRAHEVS vehementer increpuit. At quid in earum locum substituere cogitarit, mihi nunquam dixit, nec scriptum reliquit

Facilis apud COPERNICVM.

ullibi. COPERNICVS quidem (ut vulgus judicat) scite et festive, (ut ego) sapienter fecit, qui oculis a coelo deductis, quaesivit id punctum in ipso globo Telluris, cui in Fixarum sphaera punctum quolibet saeculo certum supereminet, ut cap. LXVIII. dictum. Sed hujus loci non est prolixius ista discutere.

III

Aequationes Solis an olim majores?

Sequitur demonstratio aequationis, quae nititur Solis ingressibus ob- 30
servatis in principia cardinalium signorum. Aequatione enim ab apparenti loco Solis subtracta vel addita, constituitur medius Solis motus ab illo puncto, quod Sol aequinoctii tempore obtinere visus est. Rursum hic de aequationis quantitate major est dubitatio, quam prius de aequinoctio, vel principio zodiaci. Nam hodie illa aequatio minor apparet 20′ minutis, quam quantam HIPPARCHVS demonstrasse sibi visus est, PTOLEMAEVSque retinuit. Nec est causa satis justa, cur dicamus, hodie aliam esse orbium proportionem quam olim. Affirmatum enim maximi momenti, eget firmissimo testimonio, quo caremus. Nec enim observata illa tam possunt esse accurata, praesertim circa ingressum in 40

☉ et ☽. Quod si substituamus PTOLEMAEO aequationes hodiernas, non mutabimus ejus observationes tanto, quod observando se comprehendere PTOLEMAEVS ipse fateatur: et quo majus aliquid noceri potuit Ptolemaicis observationibus, ab ipso refractionum negocio. Nam possumus diem observati aequinoctii Ptolemaici certam fateri, horas interim aliquot illius diei in incerto ponere: ubi vernalium et autumnalium aequinoctiorum societas sese non ita defendit, contra parvum hunc errorem, de quo agimus, ut prius contra illum magnum.

Horam aequinoctii Ptolemaici esse incertam.

Sane fuisse aequationes aevo PTOLEMAEI aequales nostris, arguit constantia modernarum. Nam fere idem est, quod hodie BRAHEVS, et quod ALBATEGNIVS quodque ARZACHEL ante aliquot saecula invenerunt.

Cum igitur suspicio sit, vitiosam esse Solis aequationem, qua PTOLEMAEVS utitur, ex vitiosis apparentibus locis Solis deductam, nec ad 326 me¹dii nec ad apparentis Solis oppositum, Mars a PTOLEMAEO, citra erroris aleam, deductus est.

Consolatio tamen haec est, quod nobis apparenti Solis loco opus est, cujus comprehensio praecedit.

Possumus autem incedere via gemina: aut ut PTOLEMAEO credamus de aequinoctiis, aut ut ex modernis aequationibus, correctionem Ptolemaicis hanc adhibeamus, ut vernum aequinoctium tribus horis fuerit serius, autumnale totidem maturius, quam est a PTOLEMAEO annotatum; itaque utrinque in declinatione Solis fuerit erratum 8′ minutis. Sane instrumenta PTOLEMAEI subtiliora non fuere, quam quorum minimae particulae 10′ minuta valebant. Et collocat HIPPARCHVS unam hujusmodi particularum in dubio. Qua de causa et tempora, quibus moratur Sol in quadrantibus zodiaci, non praecisius expressa fuere, quam quadrantibus dierum. Et haec de vera aestatis hyemisque longitudine.

Bona cum gratia Ptolemaicarum observationum retineri hodiernas aequationes Solis.

IV

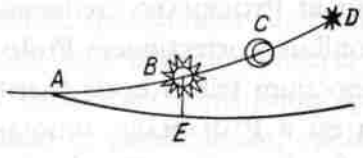
Quid vero nunc dicemus de ingressu Solis in Cancrum et Capricornum, unde apogaeum, et ipsa aequationum dispositio dependet? quam facile unus diei quadrans potuit vernali decedere zodiaci quadranti, accedere autumnali? cum ingressus Solis in Cancrum insensibilis plane sit. Neque sane persuaderi possum, HIPPARCHVM et PTOLEMAEVM, in ipsum hujus ingressus momentum respexisse, neglectis punctis intermediis. Credo facilius, sedulos fuisse per totam aestatem, in notandis Solis declinationibus, semperque duas aequales, ex utroque latere Solstitii, comparasse invicem, et tempus inter aequalium declinationum momenta intermedium, pro vero ingressu Solis in Cancrum sumpsisse. quo pacto, si vicinis Solstitio locis comparatio fuit instituta,

Locum apogaei Solis Ptolemaicum intra multos gradus non esse certum.

parum quidem erroris, tantum tamen committi potuit, quantus est unius diei quadrans, in quo abeunt minuta 15′ de motu Solis. Igitur etsi certissima essent aequinoctia; potest tamen circa Solstitia in partes alternas deesse vel abundare in loco Solis quarta pars gradus, et apogaeum tunc octo gradibus anterius vel posterius incidere. Hactenus de motu Solis.

V

Jam quod Martis ipsius observationes attinet, etsi demus astrolabio certissime collimasse PTOLEMAEVM ad Fixas: tamen adhuc non constat certius de loco Martis in Zodiaco (ut in quo prius et locum Solis consideravimus) quam de ipsarum Fixarum locis: et si commisit PTOLEMAEVS errorem in assignando Fixae gradu elongationis a puncto aequinoctii, idem error committetur in pronunciando Martis loco. Atqui ne Fixarum quidem elongatio a Sole (et sic a puncto Arietis, a quo scitur Solis elongatio per declinationem) caret suspicione erroris. Ecce enim et modum inquirendi et argumentum erroris. Anno II Antonini inquisivit illam PTOLEMAEVS per Lunam dichotomon. Lunae enim a Sole, cordis Leonis a Luna, elongationem cepit astrolabio. Data* igi|tur Solis elongatione a puncto aequinoctii, datur et Fixae ab eodem elongatio. Jam in dimetienda elongatione Lunae a Sole, error videtur commissus dimidii gradus. Nam Sole occidente fuit capta mensura. Sol vero occidens per refractionem videtur altior justo, dimidio circiter gradu. Minor ergo justo apparet elongatio Lunae, et sic etiam cordis Leonis a Sole, aque aequinoctio. Videtur igitur addendus locis Fixarum tempore PTOLEMAEI dimidius gradus.



Loca Fixarum Ptolemaica in Zodiaco non sine suspicione erroris 20 circiter minutorum.

* A punctum aequinoctii coecum. B Sol, C Luna, D Fixa; visibilia; BE declinatio Solis. AB habetur per observationem ipsius BE tempore Meridiano commodissime. BC habetur per instrumenta de die, CD per instrumenta et de nocte. Compositis igitur AB, BC, CD, tandem habetur AD elongatio Fixae ab A, coeco prius puncto, quod jam tandem patescit, postquam ad D Fixam est alligatum. Postea Planetae observando ad Fixas alligantur, et sic scitur eorum elongatio ab A principio zodiaci.

Ergo quando PTOLEMAEVS putavit Martem (cum Fixis observando connexum) esse in opposito medii loci Solis, jam vere fuisset dimidio gradu ultra hunc oppositum. Cum igitur a PTOLEMAEO quatuor observata loca Martis commemorentur ista: 21°. 0′ ♊. 28°. 50′ ♌. 2°. 34′ ♐. 1°. 36″ ♐. nobis assumenda essent ista: 21°. 30 ♊. 29°. 20′ ♌. 3°. 4′ ♐. 2°. 6′ ♐. Atqui contra hanc audaciam PTOLEMAEVS se munit, affirmans se saepius unam et eandem rem, Fixarum scilicet elongationem a Luna, Lunae a Sole, et sic Fixarum a Sole et ab aequinoctio, inquisivisse distantiam, inventamque esse perpetuo eandem. Igitur etsi unam solam prodit observationem, demonstrandae methodi causa: tamen credi potest plures observationes respexisse, tam oriente quam occidente Sole vel Luna, et denique id secutus esse, quod vidit inter multas operationes, diversa loca prodentes, intermedium.

Pro Fixarum longitudinibus Ptolemaicis.

Quatenus incertitudo locorum Fixarum in zodiaco attineat observationes Martis.

Etsi vero haec disputatio de 30′ minutis nihil attinere videtur motum Martis medium, siquidem his IV vicibus Mars a Fixis observatus, ad illas referri possit, neglecto puncto aequinoctii, incertae distantiae: qua methodo ego superius cap. XVII. inquisivi aphelii locum ad PTOLEMAEI tempora: tamen adhuc eo nomine tenemur, quod Martis loca visa ad oppositum apparentis loci Solis reducenda sunt. quod opus nunquam recte procedit, nisi remotio cum Martis tum Solis a communi puncto aequinoctii, praesciatur; quia non aliter nisi per haec quasi elementa, discitur justae elongationis Martis a Sole arcus.

Quod si ad momentum, quo vera putatur fuisse siderum oppositio, Planeta videatur ultra vera Solis loca triginta minutis: Planeta igitur involutus est inaequalitate secunda, nondum idoneus ad inquirendam primam inaequalitatem. At in apogaeo haec triginta minuta prosthaphaereseos orbis, occupant magnum arcum eccentrici, cui major adhuc portio de tempore seu motu medio respondet. In perigaeo fit contrarium. Occupat enim ista prosthaphaeresis parvum arcum eccentrici, cui minor adhuc portio de motu medio competit. Qui ergo dicit, Martem his quatuor vicibus visum esse 30 scrupulis in zodiaco ulterius, idem dicit, Martis motum medium ab aequinoctii puncto fuisse, in apogaeo multis, in perigaeo paucis scrupulis, anteriorem. Ac cum minor sit arcus eccentrici arcu hoc, vitiosae visionis, qui fuit 30′ minutorum; non igitur Mars in eccentrico eousque ne sub Fixis quidem pervenerat, quousque pervenisse sub illis videbatur: quantitate illa, qua differt arcus eccentrici ab hoc arcu visionis 30′ minutorum. Qui arcus cum magnus sit in aphelio, et parum differat ab arcu visionis
328 30′ minutorum, contra in perigaeo: | denique igitur sequetur, in aphelio parum, in perihelio plus, esse Martis motui medio a Fixis adimendum, si recipiamus, Fixas 30′ minutis promotiores esse in zodiaco. Ita non tantum motus medius fit minor (etsi multo minori quantitate, quam sunt haec 30 scrupula, visionis vitium) sed etiam ipsa trium acronychiarum, quibus PTOLEMAEVS est usus, luxatur dispositio; unde aliud aphelium, aliamque eccentricitatem prodire necesse est. Etsi hoc posterius nobis nihil facesset negotii. Contemnemus enim, etiamsi majus aliquid, vel sine suspicione erroris Fixarum, insinuarent observationes: cum certum sit, non ferre illas tantam subtilitatem, quantam ferunt Braheanae. Itaque usurpabimus formam aequationum, ex observatis Braheanis inventam: quasi maneant omnibus saeculis eaedem.

Tria igitur bivia cum nobis occurrerint, de Solis eccentricitate, de loco apogaei Solis, de loco Fixarum et Martis in Zodiaco: octo existent constitutiones motus medii, et aphelii, ad illa observationum momenta, etiamsi neglecto zodiaco, tantum a Fixis computemus.

Prima inquisitio retineat omnia Ptolemaica circa Solem et Fixas.

Observationum Ptolemaicarum reductio ad Solis apparentem oppositionem.

Cum igitur loca motus Solis medii fuerint 21°. 0′ ♐. 28°. 50′ ♒. 2°. 34′ ♊. et Solis apogaeum 5°. 30″ ♊; apparentia Solis loca fuerunt 21°. 40′ ♐. 1°. 13′ ♑. 2°. 41′ ♊. ultra oppositum omnia tria. Praecedit igitur vera oppositio. Et cum diurnus in 21° ♊ (hodie ♋) sit circiter 23′ minutorum, Solis 61′. summa 1°. 24′: illa igitur 41′ minuta requirent horas VIII, quando Mars visus fuit in 21°. 8′ ♊, oppositus loco Solis apparenti. Sic in 29° ♌ (hodie ♍) diurnus Martis solet esse 24′. diurnus Solis 59′. summa 1°. 23′. Ergo 2°. 23′ differentia postulat diem I horas XVII. M. XXI. quando Mars visus est in 29°. 31′ ♌. Denique in 3° ♊ (hodie ♋) diurnus Martis est 23′. Solis 57′. summa 1°. 20′. quibus indicatur 7 minutis deberi horas II M. VI quando Mars visus in 2°. 36′ ♐.

Tempora igitur correcta ista				Loca	
Adriani	XV. Tybi	XXVI.	Hora V. M. 0.	21°. 8′ ♊	
Adriani	XIX. Pharmuthi	VI.	Hora XV. M. XXXIX.	29. 31 ♌	
Antonini	II. Epiphi	XII.	Hora VII. M. LIV.	2. 36 ♐	†
Intervalla	IV. dies	LXVIII.	Horae X. M. XXXIX.	68°. 23′.	
Anni-Aegyptii	IV. dies	XCVII.	Horae XVI. M. XV.	93. 5.	

Respondet autem intervallo primo motus medius a Fixis ultra integras periodos gr. 80°. 57′. 14″, secundo gr. 96°. 16′. 24″. Illic vero apparens motus Martus fuit ultra integras periodos gr. 68°. 21′. 20″, ablata praecessione temporis intermedii, quanta fuit illo saeculo. Hic vero fuit 93°. 2′. 20″.

Jam igitur adhibeatur hypothesis hactenus investigata et constituta ex recentissimis observationibus, et quaeratur, quo loco anomaliae, respondeant mediis motibus tantis, apparentes in eccentrico tanti, quantos jam dixi. Periclitatis aliquot casibus, deprehenditur: Si tempore ultimo | ponatur aphelium Martis in 0°. 41′ ♌, et reliquis temporibus 329 ob praecessionem aequinoctiorum paulo anterius: primo vero tempore anomalia media 46°. 37′, secundo 34°. 21′, tertio 130°. 37½′; et sic longitudo ab aequinoctio tempore medio 5ˢ. 4°. 59′. 20″: tunc stellam Martis referri per hypothesin aequationum modernam primo in 21°. 7′ ♊, secundo in 29° ♌, tertio in 2°. 37½′ ♐, fortuita praecisione. Non † sunt enim fundamenta talia, ex quibus tanta praecisio sperari possit. Quod si PTOLEMAEVS plures sui temporis oppositiones annotasset, procul dubio majorem experiremur difficultatem. Cum tribus enim Solis facile transigitur. Compara hoc aphelium cum capite XVII.

Secundo, manente aequatione et apogaeo Solis Ptolemaico, Fixis addantur 30 minuta.

Paulo quid aliud prodibit. Nam quia Mars dimidio gradu ultra oppositum Solis est, sequetur igitur correcta oppositio. Aggregata diurnorum fuerunt 1°. 24′, 1°. 23′, 1°. 20′. Igitur pro 30′ minutis residuis, quam proxime eadem prodeunt tempora, ter addenda, horae sc. VIII. minuta XL. circiter: quibus respondent minuta 8½′ de motu Martis apparenti, auferenda de illis 30 minutis. Residua 21½′ minuta addentur ad loca Planetae, ut sit in 21°. 29½′ ♊, 29°. 52½′ ♌, 2°. 57½′ ♐. Manebunt intervalla cum temporis, tum locorum Zodiaci, quam proxime eadem. Quare eadem etiam erit distributio anomaliae mediae inter has observationes, quae jam modo fuit inventa. Tantummodo aphelium transponetur totidem minutis, ut sit ultimo in 1°. 2½′ ♌. Inter Fixas igitur 8½′ minutis retrahendum. Et motus medius ab aequinoctio auctior erit priori 21½′ minutis, sed H. VIII M. XL posterius. Competunt autem horis his minuta 11′. 24″ motus medii. Igitur eodem tempore supposito, motus medius ab aequinoctio tantummodo 10′ minutis erit auctior quam prius. Sed loca Fixarum 30′ minutis remotiora sunt ab aequinoctio. Ergo motus medius Martis a Fixis 20′ minutis processit minus quam antea.

Tertio, apogaeo Solis transposito per 11 vel 12 gradus, manente Fixarum longitudine et aequatione.

Tunc primo tempore Sol erit per 20′ minuta loco priori: medio tempore nihil fere mutabitur: ultimo per 21′ minuta erit loco posteriori ob Solis aequationes alias. Ergo prima oppositio sequetur horis IV. et Mars erit totidem minutis loco anteriori. ultima prius incidit horis IV ⅓, cum Mars totidem minutis loco posteriori.

			Loca
Ecce. Tybi	XXVI.	H. IX. M. 0.	21°. 4′ ♊
Pharmuthi	VI.	H. XV. M. XXXIX.	29. 31 ♌
Epiphi	XII.	H. III. M. XXXVII.	2. 40 ♐
Intervalla	IV. dies LXVIII.	H. VI. M. XXXIX.	68°. 27′.
Aegyptii	IV. dies XCVII.	H. XII. M. 0.	93°. 9′.[1]

Primum temporis intervallum factum est minus. itaque et motus medius illi per 5′. 15″ minor respondet, ut sit grad. 80°. 53′. Secundum temporis intervallum rursum effectum est minus. quare et motus medius illi respondet minor per 5′. 40″. scilicet 96°. 10′. 48″. Quia igitur

5) 1°. 24½′. Igitur 9) in 21°. 29½′ ♐, 29°. 51½′ ♌ 14) aequinoctii 30) 20. 31 ♌

utrique anomaliae mediae minori respondet major motus apparens quam prius, et supposita eadem anomalia utrinque, motus apparens major est, circiter 9′ minuta; apparet igitur descendendum ab aphelio. Attamen primum intervallum non mutatur nisi magno descensu facto, secundum autem descensu per 36′ minuta facto. Itaque si indulgeremus inquisitioni, et non propositam haberemus hypothesin modernam, gigneretur omnino nobis alia hypothesis, aliaque eccentricitas. Et vicissim, si certissimae essent hae tres observationes PTOLEMAEI, argumentum inde nasceretur, apogaeum Solis ab ipso recte constitutum.

Ademptis autem XXXVI minutis ab aphelio Martis, ut sit ultimo tempore in 0°. 3′ ♌ et sic accommodato motu ejus medio, ut sit anomalia temporis medii 34°. 58½′; longitudo ab aequinoctio 5^{s}. 5°. 0′. 50″: prodit observatio:

Prima	21°.	7′	♊	debuit	21°.	4′	♊	3 +	differentia
Secunda	29.	28	♌		29.	31	♌	3 —	
Tertia	2.	37	♐		2.	40	♐	3 —	

Rursum satis accurata propinquitate. Nec enim sperare possumus, tam certas fuisse observationes. Igitur sive recte habeat Solis apogaeum sive secus, certus est medius ab aequinoctio intra 1½′ scrupula.

Quarto, eadem mutabuntur in casus secundi computatis locis, et constituenda longitudine media, transpositis scilicet apogaeo et Fixis.

Quinto, manente apogaeo Solis et longitudine Fixarum Ptolemaica, usurpatur eccentricitas Solis hodierna.

Manentibus igitur primo et ultimo loco Solis quam proxime, mutabitur apparens locus Solis, mediae observationis, minutis 20′. Nam illi cadunt circa apsidas Solis, ubi aequatio parva est; hic circa longitudinem mediam, ubi aequatio ab eccentricitate causata, est maxima. Ac cum adjectoria sit in ♒ aequatio: ereptis 20′ minutis ab aequatione, retroagetur Sol totidem minutis: eritque non in 29°. 31′ ♒, sed in 29°. 11′ ♒. Sequitur igitur correcta et verissima oppositio horis IV. Tunc Planeta erit in 29°. 27′ ♌. Intervallum temporis prius, ejusque motus medius augetur, minuitur motus apparens: Posterius temporis intervallum minuitur, augeturque apparens motus. Rursum igitur haec adhibita correctio, evidentius quam prior, vocat nos ad mutationem hypotheseos; nisi optimo consilio in verba et numeros hypotheseos hujus saeculi jurassemus. Nam ut circa apogaeum majori tempore minus promoveatur Planeta, circa perigaeum in minori tempore plus; fieri 331

aliter non potest quam auctione eccentricitatis. Quod si retinerentur omnia, ut casu primo; prodiret quidem primo et ultimo tempore rursum quod tunc, sc. 21°. 7′ ♊. et 2°. 37½′ ♐. at loco medio, prodiret 29°. 36½′ ♌ cum debuisset 29°. 27′ ♌. differentia 9½′. Vt haec obliteretur, manere debet aphelium fere, sed motus medius debet omittere minuta 3½′. tunc prodibit

Primo	21°. 4′ ♊		21°. 8′ ♊		— 4
Secundo	29°. 33½ ♌	Debuit	29°. 31′ ♌	Differentia	+ 2½
Tertio	2°. 38½ ♐		2°. 36′ ♐		+ 2½

Sexto, eadem continget mutatio casus secundi, si eccentricitatem Solis et longitudinem Fixarum simul mutaverimus.

Septimo, sin autem et eccentricitatem Solis et apogaeum simul mutemus, conjunctis casibus tertio et quinto, erunt fundamenta ista.

		Loca
Tybi XXVI. H. IX M. o.		21°. 4′ ♊
Pharmuthi VI. H. XIX. M. XXXIX.		29. 27 ♌
Epiphi XII. H. III. M. XXXVII.		2. 40 ♐
Intervalla	D. LXVIII. H. X. M. XXXIX.	68°. 23′.
	D. XCVII. H. VIII. M. o.	93. 13.

Manet igitur intervallum primum, ut casu primo; mutatur ultimum permultum. Et quia minori tempore plus itineris peractum; descendendum igitur versus perigaeum profundius. Horis quidem VIII de motu medio respondent 10′. 30″. quibus adde excessum itineris 8. Ita colliguntur 18½′. quae conficiemus, si aphelium per 1°. 12′ retroegerimus, ut sit ultimo tempore in 29°. 29′ ♋. et anomalia media 131°. 45′. Motus igitur medius 11°. 4′ ♐. qui primo casu fuit 11°. 18½′ ♐. Hinc computamus:

Primo	21°. 3½′ ♊		21. 4 ♊.
Secundo	29°. 26½′ ♌	Debuit	29. 29 ♌.
Tertio	2°. 41′ ♐		2. 40 ♐.

Denique omnibus tribus, quae ex Ptolemaeo sumpseramus mutatis, componetur effectus ex casibus septimo et secundo.

Apparet igitur epocham motus medii ab aequinoctio et Fixis non mutari multum, neque eccentricitate Solis, neque apogaeo, neque utro-

7) Differentia — 3 8) Secundo 29°. 3½ ♌ 9) Tertio 2°. 3½ ♐
17) Pharmuthi IV. 29. 27 ♊ 26) media 531°. 45′

que simul mutato: sed tunc tantum, quando Fixarum loca mutantur. Nam casus tertius addit 1′. 30″. quintus aufert 3′. 30″. septimus aufert 4′. 30″. Solum secundus casus aufert à motu medio ab aequinoctio minuta 10′. a Fixis 20′.[1]

Hinc igitur duplex constituitur epocha motus ad PTOLEMAEI tempora. 332

Quomodo contrariis erroribus duobus se mutuo tollentibus maneat elongatio Fixarum Ptolemaica a principio Arietis.

Quid si vero ex casu secundo et quinto comminiscamur aliquid idoneum, quo simpliciter tueamur longitudinem Fixarum Ptolemaicam, neque nobis sit opus, duplicem suspicari hanc epocham motus medii Martis? Nam PTOLEMAEVS diserte affirmat, se in illa sua observatione distantiam Lunae a Sole invenisse 92° et 8′ minuta, quantam etiam computaverit ex sua hypothesi motuum Lunae. Vera dixerit PTOLEMAEVS; satis dexter fuerit in observando; plane tantam deprehenderit hanc distantiam, in instrumento suo, quantam voluit ejus hypothesis motuum Lunae, quae circa quadraturas non fefellit. Hinc ego sic argumentor. Si Sol fuisset in 3°. 5′ ♌, quorsum illum PTOLEMAEVS reposuit per suam eccentricitatem, non potuisset Luna videri ab illo abesse, justum et computatum ex hypothesi modulum 92°. 8′: eo quod Sol occidens, refracte ad visum pervenit, et altior justo (itaque 30 minutis plus in consequentia) esse apparet quam est. Quia vero a Luna ad Solem observatus est arcus 92°. 8′. isque in rei veritate, ob refractionem, fuit 92°. 38′: ergo Sol verissime non fuit in 3°. 3′ ♌ sed in 2°. 33′ ♌. Id autem consentaneum est casui quinto; ubi diximus, adjectoriam aequationem maximam PTOLEMAEI (quae competit in 5° ♌.) usurpatione eccentricitatis hodiernae, fieri 20 scrupulis minorem, itaque Solem pro 3°. 3′ ♌. in 2°. 43′ ♌. Itaque posita refractionis universalitate per omnia loca et tempora, quo de in Opticis dictum, et stante hac observatione, argumentum nobis nascitur, diminutioris eccentricitatis Solis, quam putabatur a PTOLEMAEO.

Neque te moveat, quod refractionem dixi 30 minutorum, hanc vero diminutionem tantum 20 minutorum. Nam si bene perpendas, cum culminaverit 30° ♉, occidit igitur tunc 1° ♌ Alexandriae; et sic Sol in 3° ♌, habuit duorum graduum, fortassis et plurium altitudinem; minorem igitur refractionem 30 minutis; nec omnis refractio simpliciter in longum porrigebatur. Itaque quam proxime pares quantitate fuerunt hae duae causae, se mutuo conficientes.

Numeros PTOLEMAEI in locis Fixarum non esse scrupulosos.

Etsi verbo dignam non putabit hanc decem minutorum differentiam, si quis in abaco Fixarum Ptolemaico est versatus. Verbi gratia: inter cor Leonis et spicam Virginis PTOLEMAEVS prodit intervallum 54°. 10′. quod est non majus 53°. 59′. in ipso coelo.

Constitutio motus medii.

Sequamur igitur quorsum nos vota rationesque ducunt, et sit, ut in casu primo, anno II Antonini, die XII Epiphi, hora VIII Alexandriae

in Aegypto motus medius Martis ab aequinoctio 11°. 18′. 30″ ♐. Tempus congruit anno Christi vulgari CXXXIX D. XXVII Maji. Differentia meridianorum inter Huennam et Alexandriam est horarum II fere, ex recentissimis tabulis Geographicis. Huennae igitur anno Christi CXXXIX die XXVII Maji H. VI fuit medius motus 8ˢ. 11°. 18′. 30″. Sed eo anno cor Leonis habuit longitudinem 2°. 30′ ♌, hoc est, 4ˢ. 2°. 30′. 0″. Ergo Martis motus medius abfuit a corde Leonis 4ˢ. 8°. 48′. 30″. Sed anno MDXCIX die XXVII Maji hora VI fuit motus medius Martis 333 0ˢ. 0°. 47′. 30″ ab aequino|ctio, cor vero Leonis ab eodem abfuit, 10 demonstrante BRAHEO 4ˢ. 24°. 15′. 45″. Ergo Mars abfuit a corde ♌ 7ˢ. 6°. 31′. 45″.

Epocha motus medii PTOLEMAEI saeculo.

Anno CXXXIX D. XXVII Maji Hora VI				4ˢ.	8°.	48′. 30″
MDXCIX D. XXVII Maji H. VI				7.	6.	31. 45
Intervallum	MCCCCLX Juliani	}	Prutenicae dant	2.	27.	43. 15
	MCCCCLXI Aegyptii			2.	28.	5. 56
			Differentia		22.	41

Annis singulis auferendum est unum fere secundum. Igitur in meridie 1 Januarii anni primi Christi Huennae, elongatur motu medio per 5ˢ. 8°. 52′. 45″ a corde Leonis.

20 Et haec de motu medio Martis a Fixis.

Motus aphelii paulo alius prodibit, quam supra capite XVII. Nam quia anno Christi CXXXIX D. XXVII Maji fuit in 0°. 41′ ♌. cor vero Leonis in 2°. 30′ ♌: antecessit igitur illud gr. 1°. 49′. hodie vero anno MDXCIX D. XXVII Maji in 28°. 58′. 50″ ♌. quando cor Leonis in 24°. 15′. 45″ ♌.

Sequitur ergo aphelium hodie . . 4°. 43′. 5″
Praecedebat vero Ptolemaeo . . . 1°. 49′. 0″

Intervallo annorum MCCCCLX Julian. 6. 32. 5 progressus; Et fit annuus paulo major 16 secundis. Radix Christi igitur ad 1 Januarii 30 meridiem habet aphelium hoc ante cor ♌ 2°. 27′ gradibus.

De motu medio Solis a Fixis, obiter in futûros usus.

Cum anno Christi CXXXIX D. IX Pharmuthi, hoc est XXIII Februarii, occidente Sole hora V M. XXX Huennae H. III M. XXX fuerit apparens Solis 3°. 3′ ♓ computatus; medius igitur 0°. 43′ ♓. Inventa vero fuit longitudo Cordis 2°. 30′ ♌. Solis igitur medius praecedebat cor Leonis 5ˢ. 1°. 47′. 0″. Sed anno MDXCIX D. XXIII Februarii

2) CXXX

H. III M. XXX Huennae fuit medius Solis 12°. 47′. 41″ ♈. cor Leonis 24°. 15′. 30″ ♌. Solis igitur medius praecedebat cor ♌ 5ˢ. 11°. 27′. 49″.

Annis MCCCCLX Aegyptiis, desunt 9°. 40′. 49″.

Colligimus in tot annis per 2′. 42″, minus quam ex Prutenicis, eritque epocha in radice Christi 1. Januarii in meridie 5ˢ. 7°. 14′. 36″ a corde Leonis.

Similiter progressus apogaei Solis invenitur 8°. 23′. et in radice Christi 1ˢ. 27°. 48′. 0″ ante cor Leonis.

CAPVT LXX

DVARVM RELIQVARVM PTOLEMAEI OBSERVATIONVM CONSIDERATIO, PRO EXPLORANDA LATITVDINE ET ORBIVM PROPORTIONE, TEMPORE PTOLEMAEI [1]

Verum est quod non semel monui, PTOLEMAEVM longe plures adhibuisse observationes, quam quae relatae sunt in ipsius Opus. Ecce enim ad tradendam doctrinam investigandae proportionis orbium, utitur observatione unica, eaque intra triduum vicina ipsi oppositioni. Dictum autem est cap. LIII, observationes tam vicinas, immane quippiam peccare, si vel unum scrupulum errent. Sequamur tamen ipsius vestigia, et hypothesi jam constituta, casusque primi fundamentis inaedificata, computemus et hunc quartum locum. 334

Epiphi XII hora VIII		— Anomalia . . .	130°. 37′. 30″.
XV hora IX			
dies III hora I		Motus medius	1°. 35′. 39″.
Coaequata .	123°. 43′. 34″.	Anomalia . . .	132. 13. 9.
Aphelium. .	120. 41. 0.		
Locus eccentri	4°. 24′. 34″ ♐.	Distantia	143660.

Locus Solis verus die XII. fuit 2°. 36′ ♊. Adde motum tridui, et horae circa apogaeum, ex hodierna experientia 2°. 53′. 40″. ut sit 5°. 29′. 40″ ♊, et usurpetur hodierna apogaea distantia 101800. Differunt igitur oppositus Solis et eccentricus Martis per 1°. 5′. 6″. Qui arcus apparet esse 3°. 43′. 14″. ut sit Mars visus in 1°. 46′. 26″ ♐.

Sin autem utamur eccentricitate Solis Ptolemaica: motus Solis tridui erit 1′ minuto minor, et Sol in 5 grad. 28 minut. 40 sec. ♊. Itaque dif-

23) horae 26) 14°. 24′. 34″ 31) 1′. 46′. 36″ ♐ 33) sec. ♊

ferentia 1 grad. 4 minut. 6 secund. Quae apparebit (per distantiam Solis et Terrae 102100 Ptolemaicam) 3 gra. 45 min. 45 sec. Igitur Planeta cadet in 1 grad. 43 minut. ♐. Dixit autem PTOLEMAEVS, visum esse in 1°. 36′ ♐. Plus igitur justo colligimus per 7′ vel 10′. At pars minima instrumenti Ptolemaici, quam semper in errore ponere cogitur, valet 10′.

Et nota, si in loco eccentrico erravimus II scrupulis, jam VII scrupulis errabimus in viso loco. Referatur enim Mars ratione eccentrici in 4°. 22′ ♐: jam videbitur in 1°. 36′ ♐.

Supra die XII epiphi abundaverat etiam 1½ scrupulis. Igitur haec consentiunt.

Per antiquiorem observationem examen proportionis orbium.

Et quia in tanta oppositionis propinquitate nihil notabile efficit diversa eccentricitas: age consulamus etiam observationem antiquiorem. Inter mane XVIII Januarii anni ante Christum CCLXXII currentis, et meridiem I Januarii anno I Christi, anni sunt Aegyptii CCLXXII dies LI et horae aliquot. Cum enim Alexandriae Sol in 25 grad. ♑ oriatur hora VII: observatio Martis matutini facta fuerit una hora ante, nimirum aurora surgente; hora igitur sexta, quae est Huennae hora quarta; a qua ad meridiem sunt horae octo. Per hoc intervallum temporis, ex fundamentis superioribus, invenitur medius motus Solis, superasse cor
331 Leonis 5ˢ. 25 gr. 32 min. 50 sec. cum ano|malia 234°. 54′. 34″. aequationem habens ex PTOLEMAEO 2 gr. 0 minut. 30 secund. ex BRAHEO 1°. 42′. 54″ adjectitiam: distantia Solis a Terra illic 98790. hic 98976. Medius vero motus Martis tunc superavit cor Leonis 2ˢ. 6°. 7′. 12″. Cum autem aphelium 3°. 40′. 20″ gradibus sit ante Cor, erit anomalia Martis 69°. 47′. 32″. coaequata 60°. 15′. 27″. distantia 158320.

Hinc gemina via perveniemus ad finem calculi. Primo per eccentricitatem et aequationem Ptolemaicam. Tunc longitudo Solis a corde Leonis est 5 sign. 27 grad. 33 minut. 20 secund. differens a longitudine Martis eccentrica 1ˢ. 26°. 35′. 7″ per 4ˢ. 0°. 58′. 13″. qua distantia arcuali, et distantiis Terrae et Martis a Sole, ostenditur apparens elongatio a Sole 82°. 43′. 46″. igitur et apparens elongatio Martis a corde Leonis 3ˢ. 4°. 49′. 34″.

At secundo per Braheanam eccentricitatem et aequationes, si eaedem et tunc fuisse ponantur, Solis locus apparens per 17′. 36″ erit anterior, seu 5ˢ. 27°. 15′. 44″. quare et angulus commutationis est 4ˢ. 0°. 40′. 37″. per quem et distantiam Solis a Terra nostram, quasi et tunc eadem fuerit, ostenditur apparens elongatio Martis a corde Leonis 3ˢ. 4°. 51′. 28″. Differentia inter utrumque calculum perexigua et nullius momenti.

An igitur

25) 3°. 48′. 20″

Mars videbatur quasi appositus seu adaptatus Boreali fronti Scorpii?

ut sonat observationis descriptum? Videamus. PTOLEMAEO est cor Leonis in 2°. 30′ ♌. Borealis Clara frontis Scorpii in 6°. 20′ ♏, elongata per 3ˢ. 3°. 50′. 0″. BRAHEO cor Leonis in 24°. 17′ ♌. Frons Scorpii in 27°. 36′ ♏. Elongatio 3ˢ. 3°. 20′. 0″. Elongatio vero Martis jam est computata 3ˢ. 4°. 51′. 28″. Differentia est sesquigradus.

PTOLEMAEVM, quod simulat se per aliam probasse, per hanc demonstrasse videri: erroneam proportionem orbium per erroneam observationem.

PTOLEMAEVS huic observationi confisus, quod ex iis, quibus inniti posset, antiquissima esset, constituit procul dubio proportionem illam orbium, quam adhuc invenimus in ejus numeris, et quantam requirere videbatur haec observatio. Nam in motu medio ad hoc tempus computato non ultra 20 scrupula a me dissidet. Residuum igitur est ex proportione orbium. Nam quod simulat se hanc proportionem investigare, per observationem, triduo distantem ab oppositione; fecit, ut videretur diversa diversis evincere observatis. Quia igitur haec antiqua, reservanda fuit inquirendis motibus mediis: illam igitur inquirendae proportioni orbium substituit, jam pridem per hanc inventae. Nam absurde tentari proportionem orbium, per observationem tam vicinam oppositioni, quam fuit illa, qua PTOLEMAEVS se hanc proportionem demonstrasse simulat, id jam est dictum. [1]

Ne quis igitur miretur, nos differre sesquigradu ab observatione, 336
quam ex antiquitate PTOLEMAEVS arcessivit: quin potius inspiciat ejus proportionem orbium, valde diversam ab ea, quam hodiernae probant observationes; et perpendat, ut ille hanc observationem tueretur, ita vitiasse suorum orbium proportionem.

PTOLEMAEVM non recte percepisse verba observationi adscripta.

Quod ipsam observationem attinet, cujus haec verba sunt: ἑῷος ὁ τοῦ Ἀρέως ἐδόκει προστεθεικέναι τῷ βορείῳ μετώπῳ τοῦ σκορπίου· existimo, errorem esse commissum a PTOLEMAEO, qui primam Scorpii intellexit, cum Observator quintam innueret. Id ex ipsis verbis probatur. Nam frons Scorpii sex stellas claras habet. Ex his insignes tres, tertiae vel potius secundae magnitudinis: reliquae tres quartae, vel potius, me aestimatore, tertiae sunt magnitudinis, quarum una altior est tribus claris, et Septentrionalior. Jam si observator Claram frontis, quam BRAHEVS recte secundae magnitudinis pronunciat, quamque PTOLEMAEVS subintellexit, Borealem frontem nuncupavit, nunquid ambigue locutus est, dum pro clarissima Borealium, simpliciter Borealem dixit, quae Borealissima non fuit? Multo igitur tutius ego Borealissimam, quae quinta numero est, ab observatore dictam subsumpsero.

Deinde consentit mea computata longitudo Martis cum hac, non cum Clara frontis; et hoc, manente hypothesi, quam hodiernae genu-

erunt observationes Braheanae. Nam BRAHEVS illam Borealissimam reponit in 29 grad. 3½ minut. ♏. Aufer cor Leonis in 24 gr. 17 minut. ♌. Restabit illi elongatio a corde 94 grad. 46½ minut. Noster calculus vero Martem refert in elongationem a corde Leonis 94 grad. 49½ minut. vel 94 grad. 51½ minut. Differentia 3′ vel 5′ minutorum, non major.

An Mars Fixam cooperire per latitudinem potuerit?

Non diffiteor negocium mihi exhibitum esse a latitudine, dum expendo verba, ἐδόκει προστεθεικέναι, quasi diceret: *Videbatur ita prope acceßisse, ut duae pro una quasi stella haberi possent, ut viderentur se mutuo tangere.* Etsi Arabs vertit *cooperuisse*, quasi scripsisset Graecus ἐπιπροστεθεικέναι. itaque in Opticis fol. 304. usus sum voce *superpositum*. Germani propriissime drangeſetzt. Ex hoc ratiocinabar ita: sive subtercurrerit centraliter, sive oram ejus Boream Austrinamve raserit; non potuisse ab ipsa distare in latitudine, magna aliqua portione. Minus namque incertas esse latitudines quam longitudines; quia constantior et simplicior est earum ratio, ut hoc libro demonstratum est. Jam scimus Nodum retrocedere a Fixis, spacio anni Cynici, per 4 grad. 15 minut. ut probatum cap. XVII. PTOLEMAEO fuit existimatus limes Boreus antecedere 3½ gradus cor Leonis. Nobis per intermedios CCCCX annos unum gradum retrocesserit; ut tempore observationis fuerit 2½° grad. ante cor Leonis. Ergo Nodus 87½ gradibus post cor Leonis. Sed Mars per 56 grad. 35 minut. est post cor Leonis. Ergo abest 31 gradibus a Nodo, inclinationem faciens 57½ minut. quae per parallaxin orbis efficitur 1°. 7′ justa latitudo. | Jam vero constat ex BRAHEO, latitudinem Clarae frontis esse 1°. 5′, Borealissimae vero frontis 1°. 42′. Itaque latitudo videbatur me convincere, de Clara frontis, ut crederem, hanc a Marte tectam fuisse, non illam.

337

Sed fortuita est ista conspiratio numerorum. Nam in latitudine Borealissimae frontis consentiunt BRAHEVS et PTOLEMAEVS, eam pronunciantes, ille 1°. 46′, hic 1°. 42′. In Splendidae latitudine differunt. PTOLEMAEVS habet 1°. 20′, BRAHEVS 1°. 5′. Sed illa numerorum aequalitas est de errore; haec vero differentia consensus potius est. Stellarum enim in ♏ ♐ ♑ ♒ Borealium latitudines hodie sunt minores quam olim circiter 16′. 20″ scrupula; Australium majores per tantundem; quippe ecliptica transposita, et declinationibus graduum eclipticae tantundem mutatis, ut BRAHEVS demonstravit, et nos cap. LXVIII. diximus. Itaque si verum est, ut est verissimum, hodie latitudinem Clarae in fronte Scorpii esse 1°. 5′: igitur tempore PTOLEMAEI et HIPPARCHI fuit, non minor 1°. 20′, potius major. Cum igitur Mars minorem obtinuerit latitudinem Borealem, quam utravis dictarum stellarum, et sub utraque transiverit (certum enim est, si in Nodo vel integro gradu abundemus, non ultra tria scrupula latitudinem in calculo vitiatam esse. Et jam supra

cap. LXIV. ostensum est, incertissimum esse, an olim Marti quoque Borea latitudo in signis Australibus major fuerit): Frustra itaque in voce προστεθεικέναι fui argutus. nec aliter illa explicanda est, quam de appositione stellarum in eandem longitudinem; quo nomine illa, quam ego dico, nihil impediente latitudine majore, aeque esse potuit ac ista Clara.

Observationis verba popularem habere sensum.

Vide num possit hic esse sensus, quod cum in Boreali parte frontis sint tres stellae in forma trianguli, Mars spectatus sit in medio earum, et sic *appositus fuerit Boreali fronti* Scorpii; factus nimirum fuerit una ex numero earum, quae sunt in Boreali parte frontis Scorpii.

Ad hanc enim interpretationem facit et hoc, quod non dixit Observator *Boreali frontis* sed *Boreali fronti*, quod non sonat de una singulari stella sed de parte constellationis integrae.

Nil igitur juvant nos hae duae antiquae observationes, ad aestimandam vel latitudinem vel orbium proportionem illius temporis. Itaque cum nihil nos impediant observationes contrariae, confirmet vero nos summa rei verisimilitudo: concludamus, eandem esse et hodie proportionem orbium, quae fuit olim, latitudines vero maximas nonnihil hodie esse immutatas.

NACHBERICHT

Die „Astronomia Nova“ ist durch das Urteil der Nachwelt zum Hauptwerk von Johannes Kepler erklärt worden. In der Tat stellt sie sich durch die neuen Fragen, die Kepler darin an die Natur richtet, durch die Methode, mit der er um die Lösung dieser Fragen ringt, sowie durch die Ergebnisse, die seine Bemühungen krönen, als eines der bedeutendsten Meisterwerke der Naturforschung aller Zeiten dar.

Die Entdeckung der beiden ersten nach Kepler benannten Planetengesetze ist die allgemein bekannte wichtigste Leistung, die unser Buch enthält, um von anderen neuen Erkenntnissen, die es zutage fördert, zu schweigen, wozu in erster Linie die von allen seinen großen Vorgängern vergeblich versuchte richtige Deutung der Änderungen der geozentrischen Breite eines Planeten gehört. In methodischer Hinsicht Neues bietet das Werk durch Anwendung des induktiven Verfahrens, das Kepler sogleich mit erstaunlicher Virtuosität und erfindungsreicher Geschicklichkeit anwendet. Und da die leitenden Ideen, die Kepler aus den vor ihm herrschenden Anschauungen herausführten, (im modernen Sinn) physikalischer Natur sind, und er dementsprechend, wie der Untertitel „Physica Coelestis“ besagt, die Himmelsbewegungen mechanisch zu erklären versucht, wird in diesem Buch die neue Wissenschaft der Himmelsmechanik grundgelegt. Es ist somit in Wahrheit ein Markstein in der Entwicklung der astronomischen Forschung.

ENTSTEHUNGSGESCHICHTE

Über die Entstehungsgeschichte des Werks sind wir aufs beste unterrichtet, sowohl was die äußeren Umstände anlangt, als auch den inneren Werdegang im Geiste des Verfassers. Es sind uns nicht nur zahlreiche Briefe aus jener Zeit erhalten, in denen sich Kepler hauptsächlich mit Mästlin, Magini, David Fabricius, Herwart von Hohenburg, Brengger in seiner mitteilsamen Art unterhält. Er bietet vielmehr in seinem Buche selber eine eingehende Geschichte seiner Entdeckungen, indem er nicht, wie es sonst meist üblich ist, fertige Ergebnisse in systematischer Darstellung liefert, sondern mit reizvoller Aufrichtigkeit die letzten Wurzeln seines Denkens bloßlegt, die Quellen, aus denen seine Erkenntnisse fließen, aufdeckt und den Leser durch alle Um- und Irrwege führt, die er selber durchlaufen mußte, bis er an dem ersehnten Ziel anlangte.

In seinem 1596 erschienenen Jugendwerk „Mysterium Cosmographicum“ hatte sich Kepler in kühnem Unterfangen die Aufgabe gestellt, das „Weltgeheimnis“ zu ergründen, indem er nach der Ursache für die Zahl, die Größe und die Bewegung der Planetenbahnen fragte. Nach langen vergeblichen Versuchen kam er auf den Gedanken, die Zwischenräume zwischen den 6 damals bekannten Planeten in Zusammenhang mit den 5 regulären Körpern zu bringen. Er schob zwischen die Sphären von Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn der Reihe nach das Oktaeder, Ikosaeder,

Dodekaeder, Tetraeder, Hexaeder, so daß eine Planetensphäre als umbeschriebene Kugel des vorausgehenden und als einbeschriebene Kugel des folgenden Polyeders erscheint. Indem er noch den Planetensphären eine den Exzentrizitäten entsprechende Dicke gab, brachte er eine leidliche Übereinstimmung zwischen den Abständen der Planeten von der Sonne und den Radien der ein- und umbeschriebenen Kugeln der Polyeder heraus. Er glaubte so, die Ursache für die Sechszahl der um die Sonne kreisenden Wandelsterne in der Fünfzahl der regulären Polyeder gefunden und den inneren Bau, das Gerüst des Planetensystems, erkannt zu haben.

Den Mangel an vollkommener Übereinstimmung zwischen den Planetenabständen und den Polyederhalbmessern glaubte Kepler der Ungenauigkeit seiner Bahnelemente zuschreiben zu müssen. Da diese nur durch bessere Beobachtungsdaten behoben werden konnte, hielt er Ausschau, wo solche zu bekommen wären. Sein Blick richtete sich auf den Mann, der sich damals in jahrzehntelanger Arbeit bereits den reichsten Schatz von Beobachtungen gesammelt hatte und als der Fürst unter den Astronomen galt, Tycho Brahe. „Danda est opera (quod et ego pro meâ parte, sed cum debita modestiâ feci) ut divitias illas illi extorqueamus, ut emendicemus, scilicet, ut vulget suas observationes sincerè, et omnes", schreibt er an seinen Lehrer Mästlin.[1] Kepler schickte sein Buch an den berühmten Mann, der die hervorragende Begabung des jungen Adepten der Himmelskunde sofort erkannte, ihm in freundlicher Weise, jedoch nicht ohne kritische Bemerkungen antwortete und ihn zu sich einlud. Damit war die für die Weiterentwicklung der Astronomie so bedeutsame Verbindung zwischen den beiden Männern, dem unermüdlichen Beobachter und dem genialen Theoretiker, eingeleitet. Bis aber diese Verbindung, die den äußeren Anlaß und die notwendigen Unterlagen für Keplers Marswerk schaffen sollte, sich soweit vertieft hatte, daß sie Früchte zeitigen konnte, waren durch bedeutsame Schicksalsänderungen und schwere Entschlüsse noch manche Hindernisse und Hemmungen zu beseitigen.

Tycho Brahe befand sich, als er Kepler zu sich einlud, in Wandsbek, wo er nach seinem unfreiwilligen Scheiden aus seiner dänischen Heimat zunächst eine Zuflucht gefunden hatte. Kepler selber aber war durch seine amtliche Stellung in Graz abgehalten, eine so weite Reise zu unternehmen. Während sich in Brahes Schicksal eine günstige Wendung vollzog, indem er, einem Rufe Kaiser Rudolphs II. folgend, im Sommer 1599 das Schloß Benatek bei Prag zur Fortsetzung seiner astronomischen Arbeiten beziehen konnte, sah sich Kepler durch die gegenreformatorischen Maßnahmen des Erzherzogs Ferdinand veranlaßt, sich nach einem neuen Wirkungskreis umzusehen. Da seine schwäbische Heimat und ihre Universität Tübingen seine Dienste verschmähten, folgte er der Einladung Tychos. Er arbeitete mit ihm zusammen von Februar bis Juni 1600, um sodann, nachdem seine Vertreibung aus Graz endgültig besiegelt war, im Oktober desselben Jahres mitsamt seiner Familie nach Prag zu übersiedeln. Das Zusammenarbeiten der beiden Männer, das infolge

[1] Brief an Mästlin vom 16./26. Febr. 1599.

der Verschiedenheit an Charakter, Lebensart und Denkweise mit erheblichen Spannungen belastet war, dauerte jedoch nicht lange, da Tycho Brahe am 24. Oktober 1601 starb.

Kepler blieb sich dessen, was er Tycho Brahe verdankte, in seiner pietätvollen Art stets bewußt und gab dem auch bei jeder Gelegenheit Ausdruck. Er sah in dem Zusammentreffen mit ihm eine Fügung des Himmels. „Si Deo curae est astronomia, quod credere pium est, jam ego spero me in eâ aliquid praestiturum: cum videam, quam fataliter me Tychoni Deus adjunxerit, nec gravissimis incommodis ab eo divelli passus sit."[1]

Freilich war er von dem, was er bei Tycho fand, zunächst enttäuscht; er glaubte fertige Werte für die Exzentrizitäten und die Abstandsverhältnisse der Planeten vorzufinden, um diese sogleich für die Verbesserung seines im Mysterium Cosmographicum dargestellten Weltbildes und für seine allgemeinen „harmonischen" Untersuchungen verwenden zu können. Dem war aber nicht so. Auch rückte Tycho dem neuen Mitarbeiter gegenüber nur zögernd mit seinen Beobachtungen heraus. „Tycho copiam proportionum eccentricitatum mihi non fecit, nisi quantum obiter et aliud agens inter caenandum jam de Apogaeo hujus, jam de illius Nodis meminit. Sed cum videret, esse mihi ingenium audax, rectissime fortasse mecum agere se existimabat, indultis ad meum lubitum Observationibus ipsis unius Planetae, Martis scilicet."[2] Immerhin schrieb Kepler auch später noch, Tycho sei mit seinen Beobachtungen recht karg. „Observationes quidem lectissimas porrigit, non tamen aliter, quam intra suos parietes. Labora, inquit, tu quoque."[3]

Kepler erkannte die Lage, in der sich Tycho befand, und die Aufgabe, die ihm hier zufiel, alsbald mit aller Klarheit. Er vergleicht seine Stellung zu Tycho mit der des Ptolemäus zu Hipparch.[4] Er weiß, was Tycho hat und was ihm fehlt. „Tycho observationes habet optimas, quae instar materiae sunt ad hoc aedificium extruendum, habet et operarios, et quicquid desiderari omnino potest. Unus illi deest architectus qui his omnibus juxta se utatur. Nam etsi ingenium in ipso foelicissimum et planè architectonicum est: ingens tamen varietas, et in singulis profundissimè latens veritas, hucusque diligentissimum Tychonem detinuit, cum jam senectus illi obrepat, ingenium et omnes vires enervans, aut non multos post annos enervatura, adeò ut difficulter solus omnia efficere possit."[5] Kepler fühlt sich zu einem solchen Baumeister berufen; er will sich eine Aufgabe stellen, die kaum irgend ein anderer in Deutschland ausführen möchte.

Es ist nun eine in der Geschichte der Himmelskunde für immer denkwürdige Fügung, daß Tycho Brahe und sein Gehilfe Longomontanus in der Zeit, da Kepler ankam, gerade mit der Marstheorie beschäftigt waren. Die Marsbahn

[1] Brief an Mästlin vom 10./20. Dez. 1601.

[2] Brief an Herwart vom 12. Juli 1600.

[3] Brief an Magini vom 1. Juni 1601.

[4] Brief an Mästlin vom 10./20. Dez. 1601: „Tycho, quod Hipparchus, fecit, a fundamentis aedificii est, laborem exantlavit maximum. Non omnia possumus omnes. Desiderat Hipparchus ille Ptolemaeum, qui reliquos 5 planetas superextruat."

[5] Manuskript Wien Nat.-Bibl. Cod. 10703. 131.

besitzt eine verhältnismäßig große Exzentrizität, und so konnte bei dem damaligen Stand der Beobachtungskunst nur an ihr eine Abweichung von der Kreisform zu Tage treten. Kepler legte gleich mit Hand an an das Werk und übernahm von Longomontanus, der sich keinen Rat mehr wußte, die weitere Bearbeitung der Marsbahn, während dieser mit der Mondbahn beschäftigt wurde. „Si alium planetam tractasset, in eundem et ego incidissem. Divina ergo dispositione accidisse puto, quod eodem tempore ego advenerim, quo tempore Marti ille erat intentus, ex cujus motibus omnino necesse est nos in cognitionem astronomiae arcanorum venire aut ea perpetuo nescire."[1]

So war die äußere Veranlassung zu den jahrelangen Untersuchungen gegeben, aus denen die Entdeckung der Gesetze des Planetenlaufs hervorgehen und damit eine neue Epoche der Himmelskunde eingeleitet werden sollte.

Kepler glaubte in jugendlichem Ungestüm, unter Anwendung seiner neuen Gedanken in 8 Tagen der Schwierigkeiten Herr zu werden, ja er machte sogar eine Wette,[2] dies zu leisten. Als es so schnell nicht ging, hoffte er doch immer wieder von Tag zu Tag an ein glückliches Ende zu gelangen. Aus 8 Tagen wurden aber mehrere Jahre. Er besaß nicht nur jugendliches Ungestüm; ihm eignete auch außer dem genialen Spürsinn, mit dem er die richtige Fährte witterte, jene zähe Ausdauer, die jede Schwierigkeit überwindet und durch eine neue Schwierigkeit zu neuer Kraftanstrengung herausgefordert wird. Er verbiß sich in seine Aufgabe, und diese ließ ihn nicht mehr los seit diesen ersten Tagen, bis er sie niedergezwungen hatte.

Zwei originelle Grundgedanken sind es, die Kepler bei der Bearbeitung der Marstheorie zunächst zur Anwendung brachte und die ihm einen Fingerzeig gaben, in welcher Richtung er den Grund dafür zu suchen hatte, daß Tycho und Longomontanus mit ihrer Theorie jenes Planeten stecken blieben. Aus der Anwendung und der eindringlichen Verfolgung dieser Gedanken heraus ist er schließlich zu seinem schönen Ziele durchgedrungen; mit ihnen hat er gleich von vornherein seinen Spürsinn erwiesen und die Erneuerung der Astronomie eingeleitet. Schon in seinem Mysterium Cosmographicum hatte er sie als Mutmaßung ausgesprochen; jetzt galt es, ihre Richtigkeit aus den Beobachtungen zu erweisen und zu untersuchen, ob sich nicht mit ihnen die bisherige Unvollkommenheit der Theorie beseitigen ließe.

Kopernikus hatte bekanntlich als Weltmittelpunkt den Mittelpunkt der Erdbahn, nicht den Mittelpunkt des Sonnenkörpers angenommen; er folgte dabei der von ihm so hoch geschätzten Autorität des Ptolemäus, der ja auch die Bewegung eines Planeten auf seinem Epizykel in Übereinstimmung mit der mittleren Sonne erfolgen ließ. Auch Tycho Brahe schloß sich hierin den früheren Meistern an, indem er wie sie die Planetenbahnen aus Oppositionen zur mittleren Sonne berechnete und die Exzentrizität auf den Ort dieser mittleren Sonne bezog. Hieran nahm Kepler Anstoß. Wenn die Sonne das Herz der Welt, die Königin und Fürstin unter den Sternen sein soll, so muß sie auch

[1] Aus Kap. VII der „Astronomia Nova" (S. 109 des vorliegenden Buches).

[2] Brief an Longomontanus s. d. [Anfang 1605].

wirklich in den Mittelpunkt der Welt gesetzt werden. Wie die Sonne die Quelle des Lichtes ist, so ist sie auch die Quelle der Bewegung; in ihr ist der Sitz der „bewegenden Seele", die die Planeten um so stärker antreibt, je näher sich diese bei ihr befinden (vgl. das 15. und 20. Kapitel des Mysterium Cosmographicum). Um zu einer richtigen Planetentheorie zu gelangen, müssen also die Oppositionen zur wahren Sonne in Rechnung gezogen, muß die Exzentrizität der Planetenbahnen auf den Sonnenmittelpunkt bezogen werden.

Der zweite Gedanke bezieht sich auf die Sonnen- bzw. Erdbahn. Da sich die Bahn der Erde in den scheinbaren Bewegungen der Planeten widerspiegelt, ist es von fundamentaler Wichtigkeit, diese genau zu kennen. Im Gegensatz zu den Bahnen der übrigen Planeten nahmen Ptolemäus, Kopernikus und Brahe bei der Erd- oder Sonnenbahn die einfache Exzentrizität an, d. h. sie ließen die Sonne oder Erde auf ihrer kreisförmigen Bahn gleichförmig umlaufen; Äquant und Exzenter fallen hier zusammen. Das ist der zweite Punkt, gegen den sich Keplers Kritik richtet. Warum soll die Ursache, so fragte er sich schon im Mysterium Cosmographicum (im 22. Kap.), die bei den anderen Wandelsternen in der Theorie eine Teilung der Exzentrizität und die Einführung eines bezüglich der Bahn exzentrisch liegenden Punctum aequans notwendig macht, nicht auch für die Erde gelten? Es war aber keineswegs nur ein reiner Analogieschluß, der ihm diesen Gedanken nahelegte. Er glaubte vielmehr bereits jene Ursache zu kennen; es ist derselbe Gedanke, der ihn vorhin veranlaßte, die wahre Sonne als Weltmittelpunkt anzunehmen, der Gedanke: die Sonne ist die Quelle der bewegenden Kraft, die um so stärker wirkt, je näher sich ein Planet bei ihr befindet. In der Tat bewegt sich der Planet langsam im Aphel und schnell im Perihel, wenn man ein exzentrisches Punctum aequans einführt, d. h. annimmt, die Bewegung scheine von einem Punkt aus gleichförmig, der auf der Apsidenlinie vom Bahnmittelpunkt aus auf der anderen Seite wie die Sonne liegt, während bei Annahme der einfachen Exzentrizität die Geschwindigkeit trotz wechselnder Abstände des Planeten von der Sonne die gleiche ist.

Man sieht, wie die beiden neuen Gedanken, die Keplers Arbeitshypothese ausmachen, aus derselben Vorstellung hervorgehen: In der Sonne ist der Sitz der bewegenden Kraft. Dies ist der große neue Leitgedanke, der ihm bei allen seinen Untersuchungen voranleuchtete und der ihn zur Entdeckung seiner Gesetze führte, das große Thema, das er in seinem Werk mannigfaltig variierte und mit der ganzen Virtuosität, mit der er das Beobachtungsmaterial auszunützen verstand, aus den Beobachtungstatsachen zu begründen suchte. „Trado enim unà philosophiam seu physicam Caelestem, pro Theologia caelesti, seu Metaphysica Aristotelis" schreibt er voll Stolz an den Arzt Brengger in Kaufbeuren.[1] In einem anderen Brief an Herwart von Hohenburg hatte er vorher schon das Ziel, das ihm vor Augen schwebte, mit folgenden bedeutsamen Worten ausgedrückt: „Scopus meus hic est, ut Caelestem machinam dicam non esse instar divini animalis, sed instar horologij (qui horologium

[1] Brief an Brengger vom 4. Okt. 1607.

credit esse animatum, is gloriam artificis tribuit operi), ut in qua penè omnis motuum varietas ab una simplicissima vi magnetica corporali, uti in horologio motus omnes a simplicissimo pondere. Et doceo hanc rationem physicam sub numeros et geometriam vocare."[1]

Bereits zu Brahes Lebzeiten hat er mit der Anwendung dieser Leitgedanken schöne Erfolge erzielt. Er berichtet davon in einem langen Brief an Magini vom 1. Juni 1601, daß ihm auf Grund der Beobachtungen (was er bei jeder Gelegenheit betont) bereits der sichere Nachweis gelungen sei, daß die Exzentrizität vom wahren, nicht vom mittleren Sonnenort aus zu rechnen sei. Ebenso habe er bereits aus der Marstheorie erkannt, daß bei der Sonnentheorie die Annahme einer einfachen Exzentrizität mit den Beobachtungen unverträglich sei (was er übrigens schon ein Jahr vorher an Herwart von Hohenburg hatte berichten können). Die Bahnen aller Planeten seien gleichartig, nämlich vollkommene Kreise, die im Apogäum langsam, im Perigäum schnell durchlaufen werden, und zwar nicht nur für den Augenschein, sondern in Wirklichkeit. Ein besonderes Augenmerk wandte er von Anfang an auf die Untersuchung der Breiten, weil für eine Reduktion der Planetenörter auf die Ekliptik die Kenntnis der Neigung der Bahn notwendig ist, und jene Reduktion wollte er mit aller Genauigkeit durchführen. Hier zeigte nun die kopernikanische Theorie wieder einen wunden Punkt: hatte sich doch Kopernikus durch sein zu großes Vertrauen auf Ptolemäus dazu verleiten lassen, eine mit der Umlaufsperiode der Erde zusammenhängende Schwankung der Planetenbahnen um die Knotenlinien anzunehmen. Nur so glaubte er den Breitenbeobachtungen genügen zu können. Trotz seines besseren Beobachtungsmaterials war auch Tycho nicht zur richtigen Erkenntnis durchgedrungen. Kepler erschien diese Schwankung von vornherein unwahrscheinlich und er machte sich daher bald daran, den wahren Sachverhalt aus den Beobachtungen zu ermitteln. In dem Brief an Magini weiß er nun bereits zu berichten, daß er aus solchen Beobachtungen, bei denen sich Mars an derselben Stelle seiner Bahn befand, die Konstanz der Neigung der Marsbahn erkannt habe; er hat damit die kopernikanische Lehre von einem arg entstellenden Fehler befreit. Der Gedanke, solche Beobachtungen ins Auge zu fassen, bei denen sich Mars an derselben Stelle seiner Bahn befand, ist ein neuer, ganz besonderer Kunstgriff Keplers, den er, zumal bei der Untersuchung der Erdbahn, aufs geschickteste handhabte. Er begegnet uns in dem Brief an Magini nicht nur bei den Breitenuntersuchungen; Kepler skizziert vielmehr bereits hier ein Verfahren, wie man aus solchen Beobachtungen die relativen Abstände des Mars bestimmen und damit die (noch kreisförmig gedachte) Bahn berechnen könne.

Damit ist aber der reiche Inhalt jenes Briefes noch nicht erschöpft. Kepler gibt weiter bereits hier sein Verfahren an, aus 4 Oppositionsbeobachtungen die Lage der Apsidenlinie und die Exzentrizität zu bestimmen, ein Verfahren, das sich als eine originelle Weiterentwicklung des approximativen Verfahrens der Alten erweist, diese Stücke aus drei Oppositionsbeobachtungen zu be-

[1] Brief an Herwart vom 10. Febr. 1605.

rechnen unter der Annahme, daß die Exzentrizität des Punctum aequans durch den Bahnmittelpunkt halbiert wird. Diese Annahme läßt Kepler fallen und sucht den Beobachtungen gerecht zu werden, indem er das Verhältnis der Exzentrizität des Weltmittelpunktes zu der des Äquanten zunächst offen läßt und unter Benützung einer vierten Oppositionsbeobachtung zu berechnen sucht. Es gelang ihm denn auch alsbald nach äußerst umfangreichen Rechnungen eine Marstheorie aufzustellen, bei der die Rechnung die Genauigkeitsgrenze der Beobachtungen erreichte. Freilich zeigte sich sogleich, daß die Teilung der ganzen Exzentrizität, wie sie diese Theorie ergab, durch andere Beobachtungen widerlegt wurde. Da ihm aber diese Theorie den jeweiligen Ort des Mars in seiner Bahn mit hinlänglicher Genauigkeit lieferte, so daß sie ihm für alle seine weiteren Annahmen und Berechnungen einen Prüfstein abgab, behielt er sie zu diesem Zweck bei und nannte sie die „hypothesis vicaria" (16. Kap.). Sie spielt naturgemäß in seinen weiteren Untersuchungen eine unentbehrliche Rolle.

Die Einsicht, daß in der stellvertretenden Hypothese ein Fehler steckt, obwohl sie die Marsörter richtig liefert, veranlaßte Kepler zu der entscheidenden Wendung in seinen Untersuchungen. Er sagte sich, da sich die Bewegung der Erde in den scheinbaren Bewegungen der Planeten widerspiegle, müsse zuerst die Erdbahn näher erforscht werden, d. h. er wandte sich von der bisher ergebnislosen Untersuchung der ersten Ungleichheit zu der der zweiten Ungleichheit, hoffend, von dieser aus dann hintendrein auch mit jener fertig zu werden. Er erblickte in der Kenntnis der wahren Erdbahn den „Schlüssel zu einer tiefer dringenden Astronomie". Diese Wendung vollzog sich schon kurz vor Brahes Tod. Von September 1601 an sehen wir Kepler eifrig mit der Untersuchung der Erdbahn beschäftigt. Wurden diese Arbeiten auch durch Brahes Tod im Oktober 1601 und die Sorgen, die er im Gefolge hatte, unterbrochen, so konnte Kepler doch schon im Dezember seinem Lehrer Mästlin als Ergebnis die Einsicht mitteilen, daß die Exzentrizität der Erde zu halbieren sei. Im gleichen Brief spricht er weiter bereits einen Satz aus, den er aus dieser Erkenntnis durch Spekulation ableitete und aus dem hernach trotz seiner Unrichtigkeit der Flächensatz herauswachsen sollte: Wie sich die Abstände eines Planeten zueinander verhalten, so verhalten sich auch die Zeiten, die der Planet zu den zugehörigen Bogenelementen braucht, d. h. die Geschwindigkeit ist den Abständen umgekehrt proportional. Den Flächensatz selber spricht er in jener Zeit in seinen Briefen nicht aus; es besteht aber gar kein Zweifel, daß er ihn bald hernach in der Form besaß, in der er ihn im 40. Kap. unseres Werkes ausspricht. Er setzt hier die Flächen einfach an Stelle der Abständesummen, die er bildet, um die Zeit zu berechnen, die der Planet braucht, um die Summe der kleinen Bögen vom Apogäum an zurückzulegen; in seiner Sprache heißt das: die Gleichung auf physikalischem Weg berechnen. Mit seiner Flächenrechnung stellte er um diese Zeit das für die Entwicklung der Mathematik so bedeutungsvolle „Keplersche Problem" auf. Im Sommer des folgenden Jahres 1602 wurde er durch den völlig neuen Ge-

danken, die Bahnform des Mars durch Lotung, d. h. durch Berechnung der früher ganz vernachlässigten Abstände zu bestimmen, zu der Erkenntnis geführt, daß die Bahn nicht vollkommen kreisförmig sein kann; sie sei vielmehr oval, die Abstände des Planeten von der Sonne seien in den „mittleren Längen", d. h. für die Anomalien 90° und 270°, kleiner als beim Kreis.

In der Folgezeit trat nun eine Stockung in der Vollendung des Werkes ein. Schuld waren teils verschiedene äußere Schwierigkeiten, die sich in seinem Leben einstellten, teils andere Arbeiten, die er aus innerem Drang oder in Ausübung der Pflichten, die ihm als kaiserlichem Mathematiker oblagen, in Angriff nahm. Da waren es vor allem optische Fragen (Refraktion), deren enge Verflechtung mit der Verbesserung der tychonischen Beobachtungen sich ihm aufdrängte, und die es zu lösen galt. Diesen Untersuchungen widmete er einen großen Teil des Jahres 1602 und das ganze Jahr 1603; sie wuchsen zu einem stattlichen Buch aus, das im Jahr 1604 unter dem Titel „Ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur" erschien.

Nach Fertigstellung dieses Manuskripts packte Kepler sofort mit neuer Kraft das Planetenproblem wieder an, das eine Weile in den Hintergrund gedrängt worden war. Schon war die Kunde von seinen neuartigen Untersuchungen und Ergebnissen in weitere Kreise gedrungen, und man wartete begierig darauf, wie die Erneuerung der Astronomie durch den kaiserlichen Mathematikus aussehen würde.

Seine Untersuchungen knüpfen an die Erkenntnis an, zu der er schon zwei Jahre vorher gelangt war, daß nämlich die Bahn nicht kreisförmig sein könne. Ehe er aber die elliptische Form als die wahre erkannte, machte er, durch physikalische Überlegungen veranlaßt, einen weiten, recht beschwerlichen Umweg. Jene Überlegungen verlangten eine eiförmige Bahnform. Um sich einen Begriff zu machen von den ungeheuer mühsamen Rechnungen, den peinvollen Überlegungen, den zahlreichen Versuchen, seine physikalischen Vorstellungen über die Ursachen der planetarischen Bewegungen auf mathematische Form zu bringen, muß man die Kap. 45–51 unseres Werkes durcharbeiten, in denen er das Wesentliche seiner Versuche darstellt. Er verlor viel Zeit damit; das ganze Jahr 1604 kann als das Jahr der Ovalhypothese bezeichnet werden. Um die durch die ovale Bahn umschlossene Fläche und ihre Teile seinem Flächensatz entsprechend zu quadrieren, d. h. auf physikalischem Weg die Gleichungen zu berechnen, rechnete er für alle einzelnen 180 Grade der exzentrischen Anomalie die Abstände Sonne–Mars aus, um ihre Summen bilden zu können; denn anders weiß er mit diesem Integrationsproblem nicht fertig zu werden. Wenn das Ergebnis mit der Erfahrung nicht stimmte, änderte er seinen Ansatz; mindestens 40mal kam es vor, daß er eine bestimmte Rechnung für alle 180° durchgeführt hat. Wenn es ihm nur gelänge, sein Oval auf geometrischem Weg, ohne daß es nötig wäre, immer wieder „in kleinsten Teilen" vom Apogäum aus zu rechnen, zu quadrieren! Ja, wenn die Bahn eine vollkommene Ellipse wäre, schreibt er an Fabricius,[1] so wäre die Aufgabe bereits von Archimedes

[1] Brief an Fabricius vom 4. Juli 1603.

und Apollonius gelöst. Allein seine physikalischen Vorstellungen, in die er sich verbohrt hatte, lassen eine solche nicht zu. Trotz alledem hält er aber unbedingt an der Vorstellung fest, daß von der Sonne die Kraft ausgeht, die die Planeten „herumreißt".

Am Ende des Jahres 1604 war er zur Erkenntnis gelangt, daß seine Ovalhypothese falsch ist; sie liefert in den mittleren Längen zu kleine Werte für die Abstände, d. h. sie weicht zu stark vom Kreis ab. Die Wahrheit liege in der Mitte zwischen Kreis und Oval, schreibt er an Fabricius,[1] „gerade wie wenn die Marsbahn eine vollkommene Ellipse wäre" (mit dem einen Brennpunkt in der Sonne), aber er habe noch nichts darüber erforscht. Der Inhalt seiner bisherigen Ergebnisse ist in den Kap. 1–51 niedergelegt. Zu Weihnachten 1604 übergab er diesen ersten Teil seines Werkes dem Kaiser. Kepler scheint in jener Zeit in gedrückter Stimmung gewesen zu sein. Sein Gesundheitszustand und persönliche Mißhelligkeiten machten ihm Sorgen. In einem solchen Augenblick gedrückter Stimmung faßte er den Plan, eine Abschrift seiner Marskommentare, soweit sie bisher gediehen waren, bei dem Senat der Tübinger Universität zu hinterlegen. Er wandte sich dieserhalb an Mästlin und an den Senat selber. An den letzteren schrieb er: „Versor jam in Commentarijs de motibus stellae Martis, in quod opus refero quae circa hoc sidus intra quinquennium continenti labore exploravi, manuducentibus Braheanis Observationibus et quod jam demum video, plura sunt exploranda. Quae sive inveniam, sive non; certò tot jam et talia inventa sunt, ut astronomia planè nova videri possit; quod si me de hac vita decedere contingat, non publicatis, et in discrimen adductis hisce meis laboribus ad illustrationem admirandae sapientiae divinae pertinentibus; id equidem mihi accidet acerbissimum. At occasionem edendi nondum video: In hoc casu cautionem hanc mihi suadet fiducia inventorum meorum; ut exemplum Commentariorum apud Academiam patriam deponam; quae, si me contingat mori, editionem eorum procuret."[2] Der Tübinger Rektor gab Kepler eine freundliche zusagende Antwort. Offenbar aber hat sich Keplers Arbeitskraft bald von dieser Depression erholt; er führte seinen Plan nicht aus und kam in seinen weiteren Briefen nicht mehr auf ihn zurück. Es nahte das Jahr 1605, das Jahr des Erfolgs.

Schon im Februar war es ihm gelungen, den wahren Zusammenhang zwischen den Abständen Sonne–Mars und der exzentrischen Anomalie aufzudecken. Ebenso kannte er den Zusammenhang zwischen der Zeit und der exzentrischen Anomalie, der ja durch die nach ihm benannte Gleichung zum Ausdruck gebracht wird. Allein es fehlte ihm noch die Einsicht, daß die diesen Zusammenhängen entsprechende Bahn eine Ellipse ist. Um Ostern kam er auf eine Zwischenlösung, eine via buccosa, eine pausbackige Bahn. Endlich — es geschah bald nach dem Osterfest — stand nach quälenden Überlegungen leuchtend die Wahrheit vor ihm: die Bahn ist eine Ellipse, die seitlich nur halb soviel vom Kreis abweicht wie das Oval. Er griff sich an den Kopf und

[1] Brief an Fabricius vom 18. Dez. 1604.

[2] Brief an den Tübinger Senat vom 12. Dez. 1604.

wunderte sich, daß er nicht eher darauf gekommen war. Die erste Erwähnung seiner Entdeckung findet sich in einem 40 Folioseiten langen Brief an Fabricius, der vom 11. Oktober 1605 datiert ist. Da der Brief aber nicht auf einmal, sondern im Lauf einiger Monate abgefaßt wurde — er gibt auf vielerlei Fragen des Fabricius Antwort —, läßt sich das genaue Datum der Entdeckung nicht feststellen; sonst pflegte Kepler gern solche Daten festzuhalten, so früher bei der Entdeckung des Grundgedankens zu seinem Mysterium Cosmographicum und später bei seiner Entdeckung des dritten Planetengesetzes.

Nach der Entdeckung der richtigen Planetenbahn war das Werk bald vollends fertiggestellt, jedenfalls noch im Lauf des Jahres 1605, wenn auch die weniger wichtigen letzten 10 Kapitel ihre endgültige Fassung erst im nächsten Jahr erhielten. Im August 1605 schrieb Kepler an seinen Gehilfen Odontius, seine Kommentare seien so weit gediehen, daß sie, sobald Tengnagel zustimme, oder der Kaiser die Kosten bewillige und den Befehl gäbe, neben dem Druck her ausgeführt und vollendet werden könnten.[1] In dieser Bemerkung sind die Gründe angegeben, die das Erscheinen des Werks bis zum Jahre 1609 verzögerten.

Die Erwähnung Tengnagels, eines westfälischen Edelmannes, des Schwiegersohns von Tycho Brahe, weist auf Streitigkeiten hin, die seit Brahes Tod Kepler viel Widerwärtigkeiten bereitet und ihn in seinem Schaffen nicht wenig behindert hatten. Nach Brahes Tod ging das Besitzrecht an dem Beobachtungsschatz auf seine Erben über, die möglichst viele Vorteile aus ihm schlagen wollten, Ruhm für ihren Meister und Kapital für sich selber; der Kaiser bezahlte ihnen denn auch jährlich fortlaufend eine stattliche Summe dafür, daß die auf das Beobachtungsmaterial sich gründenden Pläne sollten verwirklicht werden können. Andererseits war Kepler damit beauftragt, das tychonische Werk fortzusetzen, was er nur konnte, wenn er die Beobachtungen frei nach Belieben benützen konnte. Er stellt die Sachlage selber dar mit den Worten: „Non diffiteor, me Tychone mortuo, haeredibus vel absentibus vel parum peritis, Observationum relictarum tutelam mihi confidenter, et forsan arroganter usurpasse; adversis haeredum voluntatibus, non obscura tamen iussione Imperatoris; qui cum curam Instrumentorum mihi demandasset, ego, latè accepto mandato Observationes potissimum recepi curandas. Multa ex eo controversia me inter et haeredes dum ego publicum commodum respicio: ipsis de privato suo à Caesare praeter votum lente admodum satisfieret."[2] Zudem war Kepler Anhänger des Kopernikus und Gegner des tychonischen Weltsystems, und seine Untersuchungen führten ihn immer weiter von den theoretischen Anschauungen des Mannes weg, ohne dessen Beobachtungen er seine Untersuchungen nicht hätte erfolgreich durchführen können. Daraus entsprang von selbst der Vorwurf seitens Tychos Erben, er verwende die Beobachtungen nicht in dem Sinne des Mannes, der sie in jahrelangen Mühen erworben habe, und sei auf seinen eigenen Ruhm und Vorteil bedacht. Sein

[1] Brief an Odontius vom 5. Aug. 1605.

[2] Brief an Heydonus s. d. [Sommer 1605].

Hauptwiderpart war nun gerade Tengnagel, der, um seine Sache fest in der Hand zu behalten, immer mit dem Versprechen einer eigenen Publikation auf Grund der tychonischen Beobachtungen aufwartete, obschon er zu einer solchen gar nicht das Zeug besaß, wie er sich auch nicht gern einen Mathematiker nennen hörte. Die Art, wie er den Beobachtungsschatz hütete, kennzeichnet Kepler selber einmal durch den launigen Vergleich: „Canis in praesepi, nec foenum ipse comedit, nec alijs indulget."[1]

Man dachte nun daran, die Beobachtungen, die in der Tat einen toten Schatz darstellten, wenn sie nicht richtig benützt wurden, zu veröffentlichen. Kepler ist keineswegs dagegen, aber er weiß, daß sich nicht leicht jemand finden würde, diesen Schatz auszumünzen. Der Hauptplan, den es zu verwirklichen galt und den schon Tycho gefaßt hatte, war die Ausarbeitung eines Tafelwerkes, das den Namen des Kaisers Rudolph tragen sollte und an dessen Fertigstellung in engem Anschluß an die tychonischen Beobachtungen Tengnagel und den Seinigen viel gelegen war. Während sich diese aber der Schwierigkeiten dieser Aufgabe gar nicht bewußt waren, sah Kepler wohl ein, daß nur einer, der voll Anmaßung wäre und seinen wissenschaftlichen Ruf aufs Spiel setzen wollte, daran denken könnte, diese Aufgabe rasch zu lösen. Ihm war es klar, daß er zuerst die Aufgabe, in die er sich bereits verbissen hatte, lösen und die alten Planetentheorien von den ihnen anhaftenden Mängeln befreien, d. h. eine neue Astronomie begründen mußte, ehe an das Tafelwerk mit Aussicht auf Erfolg herangetreten werden konnte.

Im weiteren Verlauf des Streites kam es schließlich so weit, daß die Veröffentlichung der Marskommentare von der Zustimmung Tengnagels abhängig gemacht wurde. Kepler mußte, wie aus seinem Brief an den Tübinger Senat hervorgeht,[2] als Entgelt für die Überlassung der tychonischen Beobachtungen die Verpflichtung eingehen, so lange nichts ohne Tengnagels Genehmigung zu veröffentlichen, bis dieser die Rudolphinischen Tafeln vollendet hätte. Da Tengnagel, der die Fertigstellung dieser Aufgabe innerhalb vier Jahren versprach, mit dieser Arbeit keine Eile hatte, sie wohl überhaupt nicht ernstlich in Angriff nahm oder nehmen konnte, befand sich Kepler in einer fatalen Lage, die sich nicht verbesserte, als Tengnagel bald hernach zum kaiserlichen Appelationsrat ernannt wurde und zur katholischen Kirche übertrat, wodurch sich sein Einfluß bei Hof noch erhöhte. Tengnagel, der nach Übernahme dieses Amtes weniger als je an die Ausführung des von ihm versprochenen Werkes denken konnte, hatte somit Kepler in der Hand.

Diesem blieb also nach Fertigstellung des Manuskriptes seines Werkes nichts übrig, als zuzuwarten, zumal da auch die Geldfrage noch nicht gelöst war. Als er aber endlich im Sommer des Jahres 1607 Anstalten machte, mit dem Druck zu beginnen, drohte Tengnagel dies zu verhindern. Er scheine, schreibt Kepler an Fabricius,[3] geneigt zu sein, die Zustimmung zu geben, falls

[1] Brief an Fabricius vom 7. Febr. 1604.
[2] Brief an den Tübinger Senat vom 12. Dez. 1604.
[3] Brief an Fabricius vom 1. Aug. 1607.

Kepler ihn gewisse Änderungen an dem Werk anbringen ließe, worauf dieser aber nicht eingehen wollte. Zuletzt jedoch vereinbarten sich beide, indem Kepler erklärte, eine Vorrede Tengnagels in den Eingang des Werks aufzunehmen.

Einen weiteren Grund für die Verzögerung der Veröffentlichung bildete die Geldfrage. Da die kaiserliche Kasse säumte, schrieb Kepler im Juni 1606,[1] er wolle beim Kaiser um die Erlaubnis nachsuchen, sich nach einem anderen Patron für sein Werk umsehen zu dürfen. Freilich wisse er nicht, an wen er sich wenden solle. Im Dezember 1606 bewilligte der Kaiser 400 Gulden. Diese Summe hat Kepler freilich „in abgang der Hoffzallung zu guttem Thail anderst vnd auff Haussnotdurfften"[2] verwendet. Mit dem Rest setzte er aber endlich im Sommer 1607 die Drucklegung ins Werk. Er ließ in Prag die Druckstöcke in Holz schneiden und sandte sie im August nach Frankfurt; das ins reine geschriebene Werk schickte er im Dezember nach Leipzig an die Drukker Vögelin, die ihm von kundiger Seite empfohlen worden waren. Diese besaßen auch eine Druckerei in Heidelberg. Hier ist mit dem Druck im nächsten Jahr 1608 von Vögelin begonnen worden. Zunächst brauchte aber Kepler noch Geld vom Kaiser. „Venter meus famelicus respicit instar canis ad dominum a quo semel jam fuit pastus."[3] Als der Kaiser sodann im Sommer 1608 noch weitere 500 Gulden bewilligte, konnte es mit dem Druck vorangehen. Im Frühjahr 1609 reiste Kepler selber nach Heidelberg, um sich von dem Stand der Arbeiten zu überzeugen. Um die Mitte des Jahres 1609 war der Druck fertig. Die für den Geschmack der damaligen Zeit wie für Keplers Stil charakteristische Widmung an den Kaiser trägt das Datum vom 29. März 1609.

Das Werk wurde in Großfolio auf schönes Papier gedruckt. Das Faksimile des Titels am Anfang unserer Ausgabe mußte daher etwa auf $^6/_7$ verkleinert werden. Die Höhe der Auflage ist nicht bekannt. In der Einleitung zum 4. Buch seiner Epitome, das 1620 erschien, erwähnt Kepler, sein Werk sei nur „in wenigen Exemplaren" vervielfältigt worden. Im Titel fehlen Angaben des Druckers und Druckorts. Daß es in Heidelberg durch Vögelin gedruckt worden ist, berichtet Kepler selber in Briefen an seinen Freund Brengger und an Herwart.[4] Die Stadtbibliothek in Reutlingen enthält ein schönes Exemplar, das am Schluß das ganzseitige Signet der Drucker Vögelin besitzt. Ein solches Exemplar lag auch Kästner[5] vor. Ein Teil der Exemplare enthält als Frontispiz einen Stich Kaiser Rudolphs II. von der Hand des Ägidius Sadeler. Das Bild ist jedoch nicht als integrierender Bestandteil des Werkes anzusehen.

Der Kaiser hatte Kepler den Vertrieb des Werkes untersagt und verfügt, daß „Er one Unser vorwissen und bewilligung nymanden kain Exemplar davon gebe".[6] Er behielt sich das Eigentumsrecht an der ganzen Auflage vor,

[1] Brief an Herwart vom 5. Juni 1606.
[2] Brief an den Hofkammerpräsidenten des Kaisers vom August 1608.
[3] Brief an Herwart vom 24. Nov. 1607.
[4] Brief an Brengger vom 4. Okt. 1607. Brief an Herwart vom 24. Nov. 1607.
[5] A. G. Kästner, Geschichte der Mathematik. 4. Band. Göttingen 1800. S. 238.
[6] Erlaß des Kaisers an den Hofkammerpräsidenten vom 29. Dez. 1606.

offenbar, weil es von Kepler in Ausübung seines Amtes verfaßt und mit kaiserlichem Geld gedruckt wurde. Da aber die kaiserliche Kasse mit den Gehaltszahlungen an den kaiserlichen Mathematiker fortwährend im Rückstand blieb, suchte sich Kepler schadlos zu halten. In einem Brief an Magini, der sich mit der Bitte um ein Exemplar an Kepler gewandt hatte, heißt es: „Par erat, ut Caesar mihi mandaret, gratis donare exemplaria Mathematicis. At quia strenuè me patitur esurire, coactus sum vendere typographo sine exceptione. Pro tribus tamen florenis hic Pragae habere possum unum."[1]

Die Aufnahme die die Astronomia Nova fand, entsprach ihrer Bedeutung: sie wurde wenig verstanden und konnte sich, weil Kepler mit seinen neuen Gedanken seiner Zeit vorausgeeilt war, nur langsam Anerkennung verschaffen. Der erste, der die neuen Gesetze bei der Ephemeridenrechnung anwandte, war Magini. Um zu sehen, wie die neuen Gedanken auf die Zeitgenossen wirkten, vergleiche man den Briefwechsel, den der Danziger Astronom P. Crüger, der Lehrer von Hevelius, in den Jahren 1620—35 mit dem Leipziger Gelehrten Ph. Müller führte,[2] und in dem viel von Keplers Marswerk die Rede ist. Auffallend ist, daß Keplers großer Zeitgenosse Galilei über die Astronomia Nova vollständig schweigt und noch 23 Jahre nach ihrem Erscheinen in seinem „Dialogo sopra i due massimi Sistemi del Mondo" schreiben konnte: „Come ciascun pianeta si governi nel suo rivolgimento particolare e come stia precisamente la struttura dell' orbe suo, che è quella che vulgarmente si chiama la sua teorica, non possiamo noi per ancora indubitatamente risolvere: testimonio ce ne sia Marte, che tanto travaglia i moderni astronomi".[3] Da sich Kepler selber wohl bewußt war, daß sein Werk dem Verständnis sehr große Schwierigkeiten bereitete, und da dieses nur in wenigen Exemplaren verbreitet war, hat er seine neuen Gedanken im 4. und 5. Buch der Epitome Astronomiae Copernicanae 1620 noch einmal dargestellt und verständlicher zu machen versucht.

ANALYSE DES INHALTS

Der innere Aufbau des Werkes, der sich bei tieferem Eindringen enthüllt, ist trotz aller Irr- und Umwege von strenger Logik diktiert und vollzieht sich geradezu in dramatischer Stufenfolge. Um die Haupthandlung im II.–IV. Teil schlingt sich im I. und V. Teil ein Vor- und ein Nachspiel.

Die Untersuchungen im I. Teil (Kap. 1–6), die Kepler für die schwierigsten des ganzen Werkes hält und die nach seiner Meinung mit Recht bei einer ersten Lektüre übergangen werden können, sind aus den ersten Gesprächen, die Kepler mit Tycho Brahe über die Planetenbewegungen führte, herausgewachsen. Denn, abgesehen von dem Nachweis der Gleichwertigkeit der Hypothesen von Ptolemäus, Kopernikus und Tycho Brahe in mathematischer Hin-

[1] Brief an Magini vom 1. Febr. 1610.

[2] W. von Dyck und M. Caspar, Nova Kepleriana 4. Abh. der Bayer. Akad. d. Wiss. XXXI. 1927. S. 105 ff.

[3] Le Opere di Galileo Galilei. Ed. Naz. Vol. VII. Firenze 1897. p. 480.

sicht, untersucht Kepler hier, dem ersten der beiden oben genannten Grundgedanken folgend, die Änderungen, die sich für die heliozentrischen und geozentrischen Längen eines Planeten ergeben, wenn man den Weltmittelpunkt, den alle jene Vorgänger mit dem Mittelpunkt der Erd- bzw. Sonnenbahn zusammenfallen ließen, in den Mittelpunkt des Sonnenkörpers verlegt. Es mußte ihm daran liegen zu zeigen, daß er mit dieser Verlagerung den Beobachtungen ebensogut gerecht zu werden vermochte wie Tycho Brahe.

Nach diesem Vorspiel geht Kepler im II. Teil (Kap. 7–21) an seine Aufgabe die Frage der Marsbewegung zu lösen. „Ad imitationem veterum" macht er dabei die beiden Voraussetzungen, daß die Bahn kreisförmig ist und daß die Bewegung von einem Punkt der Apsidenlinie aus gleichförmig erscheint. Von der sogenannten gleichen Teilung der Exzentrizität sieht er jedoch ab, d. h. er läßt das Verhältnis offen, nach dem der Bahnmittelpunkt die Strecke zwischen dem Sonnenmittelpunkt und dem Mittelpunkt des Äquanten teilt.

Der Vorbereitung dieses ersten Versuches dienen die Kap. 8–15. Kepler zieht dazu eine Tafel von zehn Marsoppositionen aus den Jahren 1580–1600 heran, die Tycho Brahe aufgestellt hatte. Da dieser aber mittlere Oppositionen ins Auge gefaßt hatte, mußte Kepler zuerst durch Interpolation aus den Beobachtungsdaten die Zeitpunkte der wahren Oppositionen sowie die entsprechenden geozentrischen Örter des Mars bestimmen. Die Berücksichtigung der Breiten sowie der Refraktion hatten weitere wesentliche Korrekturen der Berechnungsunterlagen zur Folge. Das 14. Kapital enthält den bereits eingangs erwähnten wichtigen Nachweis, daß die Neigung der Planetenbahnen gegenüber der Ekliptik konstant ist. Im 15. Kapitel stellt Kepler das Ergebnis seiner vorbereitenden Arbeiten zusammen, wobei er zu den zehn Oppositionen Tychos noch zwei weitere aus den Jahren 1602 und 1604 hinzufügte.

Die Aufgabe, unter den beiden oben genannten Voraussetzungen die Lage der Apsidenlinie, die Exzentrizität und deren Teilungsverhältnis zu berechnen, erfordert vier Oppositionsbeobachtungen. Die Lösung der Aufgabe kann nur indirekt durch fortgesetzte Approximation erfolgen. In dem umfangreichen 16. Kapitel, das nicht nur im II. Teil eine zentrale Stellung einnimmt, sondern für das ganze Werk von größter Bedeutung ist, stellt Kepler die Methode seiner Lösung, die ihm unendliche Rechenarbeit bereitete, sowie seine Ergebnisse dar.

Auf die Lösung folgt die kritische Prüfung und Verwerfung (Kap. 17–21). Zwar vermag seine Kreishypothese die acht übrigen Oppositionen recht gut darzustellen. Die Abweichungen der berechneten Örter von den Beobachtungen hielten sich innerhalb der Genauigkeitsgrenze von zwei Minuten. Kepler hatte damit geleistet, was noch keinem seiner Vorgänger gelungen war; er hätte sich damit zufrieden geben können. Allein eine weitere originelle Prüfung seiner Hypothese an Breitenbeobachtungen deckte den Irrtum in ihren Voraussetzungen auf. Diese Beobachtungen ergaben für die Entfernung des Bahnmittelpunktes von der Sonne einen durchaus abweichenden Wert und schienen zudem auf gleiche Teilung der Exzentrizität hinzuweisen. Verteilte

man aber die ganze Exzentrizität, die die erste Rechnung geliefert hatte, zu gleichen Teilen auf die Sonne und das Punctum aequans, so zeigten in den Oktanten die Anomalien eine Differenz von acht Minuten gegenüber den beobachteten Werten. „Haec octo minuta viam praeiverunt ad totam Astronomiam reformandam" (S. 114 der Originalausgabe). Kepler drückt selber die Folgerung aus den bisherigen Untersuchungen in klarer Weise aus. „Assumptum erat: orbitam, qua Planeta transiret, esse perfectum circulum: esse in linea apsidum punctum aliquod unicum in certo et constante intervallo a centro eccentrici, circa quod punctum aequalibus temporibus Mars aequales angulos conficiat. Horum igitur alterutrum aut forte utrumque falsum est" (S. 112). Da jedoch die Kreishypothese die heliozentrischen Örter des Mars mit wünschenswerter Genauigkeit lieferte, bildete sie für alle späteren Versuche einen unentbehrlichen Prüfstein. Kepler gab ihr daher den Namen „Hypothesis vicaria".

In dem Neuland, das Kepler mit dem III. Teil (Kap. 22–40) betrat, zeigte ihm der zweite der oben angeführten Grundgedanken einen Weg zu tieferer Erkenntnis und positiven Erfolgen. Statt mit der Marsbahn beschäftigte sich Kepler hier mit der Erdbahn, d. h. statt der sogenannten ersten Ungleichheit suchte er zuerst die zweite richtigzustellen. Spiegelt sich doch in den scheinbaren Bewegungen des Mars die Bewegung der Erde wider, so daß Fehler in der Darstellung der Erdbewegung sich auch in die Theorie der Marsbahn einschleichen. Was Kepler an der kopernikanischen Theorie der Erdbahn beanstandete, war die Annahme, daß sich die Erde gleichförmig auf ihrem exzentrischen Kreis bewegen soll. Dies widersprach seiner physikalischen Grundeinstellung, wonach sich die Bewegung eines Planeten um so langsamer vollzieht, je weiter er von dem Kraftzentrum Sonne entfernt ist. So bemüht er sich in der ersten Hälfte des III. Teils (Kap. 22–31) um den Nachweis, daß auch für die Erdbahn ein Äquant einzuführen ist, dessen Mittelpunkt gleich weit von dem Bahnmittelpunkt entfernt ist wie der Sonnenmittelpunkt. Das Verfahren, das er hierbei anwandte, ist höchst originell. Indem er solche Zeitpunkte ins Auge faßt, an denen der Mars denselben heliozentrischen Ort einnahm, was bei der bekannten siderischen Umlaufszeit leicht auszuführen war, versetzte er gewissermaßen sein Auge an eine bestimmte Stelle der Marsbahn. Da die entsprechenden geozentrischen Örter des Mars aus den Beobachtungen oder der stellvertretenden Hypothese bekannt waren und die bisherige Theorie die heliozentrischen Längenunterschiede der Erde genau genug lieferte, konnte er für jene Zeitpunkte „wie von einer Warte aus" die relativen Werte für die entsprechenden Abstände Sonne – Erde berechnen. Aus solchen Berechnungen führte er den Nachweis für die Richtigkeit seiner Vermutung. Die Erde bewegt sich also wie auch der Mars nicht nur für den Augenschein, sondern in Wirklichkeit im Perihel schneller, im Aphel langsamer.

Diese aus den Beobachtungen erhärtete physikalische Erkenntnis vertieft und verwertet Kepler in der 2. Hälfte des III. Teils (Kap. 32–40). Die erste Folgerung, die er zieht, ist der Nachweis, daß bei der Erdbewegung die Ge-

schwindigkeit in den Apsiden umgekehrt proportional dem Abstand Erde – Sonne ist, eine Einsicht, die er induktiv verallgemeinert, womit er freilich bewußt die Hypothese des Äquanten wieder preisgibt (Kap. 32). Der Satz, die Geschwindigkeit eines Planeten in seiner Bahn ist seinem Abstand von der Sonne umgekehrt proportional, der „Radiensatz", wie er im folgenden genannt werden mag, beherrscht hinfort sein weiteres Denken. Er bildet seine Arbeitshypothese. Er sucht auf Grund dieses Satzes in ausführlichen Erörterungen ein Bild von dem Bewegungsmechanismus zu gewinnen. Im 40. Kapitel sucht er diesen Satz rechnerisch zur Bestimmung der wahren Anomalie der Erde bei gegebener Zeit zu verwerten. Die Rechnung bereitet ihm jedoch große Mühe. Das Integrationsproblem, das ihm sein Satz auferlegt, kann er nur lösen, indem er die Kreisbahn in einzelne Elemente — er nimmt sie je gleich einem Grad an — zerlegt und für jedes dieser Elemente den Abstand von der Sonne berechnet. Die Summe dieser Abstände gibt ihm das Maß für die Zeit an, die die Erde braucht, um den entsprechenden Bogen ihrer Bahn zu durchlaufen. Da erinnerte er sich, wie Archimedes das Verhältnis des Kreisumfangs zum Durchmesser dadurch bekommen habe, daß er den Kreis in unendlich viele Dreiecke zerlegte. „Cum scirem infinita esse puncta eccentrici, et distantias earum infinitas; subiit, in plano eccentrici has distantias omnes inesse." So gelangte Kepler zu seinem Flächensatz. Das Verhältnis des „Radiensatzes" zum Flächensatz zu durchschauen, bereitete ihm mangels der hierzu erforderlichen mathematischen Hilfsmittel hier und bei seinen folgenden Untersuchungen erhebliche Schwierigkeiten. Daß ein Unterschied zwischen beiden besteht, weist er in feinsinnigen mathematischen Überlegungen noch im gleichen 40. Kapitel selber ausdrücklich nach. Den Flächensatz benutzt er praktisch als bequemen Ersatz des für die Rechnung allzu umständlichen „Radiensatzes".

Nachdem Kepler die Frage der zweiten Ungleichheit durch seine Untersuchungen über die Erdbahn geklärt hatte, konnte er sich nun wieder mit mehr Aussicht auf Erfolg an die Bestimmung der Marsbahn machen und dort anknüpfen, wo er am Ende des II. Teils die Untersuchungen hierüber abgebrochen hatte. Er war jetzt besser ausgerüstet als zuvor. Seine in der ersten Hälfte des III. Teils angewandte Methode zur näheren Bestimmung der Erdbahn hatte ihm nicht nur zur Lösung dieser Aufgabe verholfen, sondern ihm auch eine ganze Anzahl von Abständen des Mars von der Sonne (den Erdbahnhalbmesser gleich 1 gesetzt) für verschiedene Örter seiner Bahn geliefert. Außerdem hatte er sich im Flächensatz ein bequemes, wenn auch nach seiner Ansicht noch unvollkommenes Hilfsmittel zur Berechnung der wahren Anomalie für einen gegebenen Zeitpunkt geschaffen. Er war damit seinem Ziel, das nicht nur in der Erforschung der wahren Bahn, sondern auch in einer physikalischen Begründung der Bewegungserscheinungen bestand, um ein gutes Stück näher gekommen.

Der Aufstieg zum letzten Erfolg vollzieht sich nun im IV. Teil (Kap. 41–60) in drei Stufen. Dieser Teil bildet den Höhepunkt des ganzen Werkes. Im ersten

Abschnitt (Kap. 41–44) zeigt Kepler, daß die Bahn des Mars unmöglich kreisförmig sein kann und bestätigt damit die Vermutung, die er schon am Ende des II. Teils ausgesprochen hatte. Der Beweis ist einfach. Wählt man aus den bekannten Abständen Sonne – Mars an Örtern in seiner Bahn, deren Längenunterschiede bekannt sind, drei aus, so ist damit bei kreisförmiger Bahn die Lage der Apsidenlinie sowie die Exzentrizität bestimmt. Es kommen aber für jedes Wertetripel jeweils andere Größen hierfür heraus, womit die Voraussetzung bezüglich der Bahnform sofort als irrig erwiesen ist. Aus der Vergleichung der Abstände zeigte es sich, daß die Bahn seitlich nach einwärts vom Kreise abweicht, also kein Kreis, sondern (allgemein gesprochen) ein Oval ist (Kap. 44).

Statt nun aber auf empirischem Weg durch Berechnung weiterer Abstände die Bahn auszuloten, bildete sich Kepler sofort eine Vorstellung von einem Bewegungsmechanismus, der die ovale Bahn erzeugen könnte. Sein Gedanke war der: die Sonne reißt den Planeten im Kreis herum. Wie kommt dabei der Wechsel der Abstände zustande, durch den der Planet jeweils der von der Sonne ausgehenden Kraft in periodisch wechselndem Maß unterworfen wird und sich daher bald schneller bald langsamer bewegt? Das „Natürlichste" wäre es, den Planeten als eigene Leistung einen kleinen Kreis beschreiben zu lassen. Die rechnerische Bewältigung dieser Aufgabe erfüllt den zweiten Abschnitt des IV. Teils (Kap. 45–50). Seine Ovalhypothese hält Kepler, wie wir gesehen haben, ein ganzes Jahr lang auf und schafft ihm schwerste Pein. Waren doch auch die mathematischen Hilfsmittel seiner Zeit noch in keiner Weise so weit entwickelt, um einer solchen neuartigen Aufgabe gewachsen zu sein. Als alle Versuche erschöpft waren und die berechneten wahren Anomalien mit der Erfahrung immer nicht übereinstimmen wollten, wurde es Kepler endlich klar, daß ein Fehler in seinem Ansatz stecken müßte.

Der letzte Abschnitt des IV. Teils (Kap. 51–60) bringt endlich den vollen Erfolg. Kepler knüpfte dort an, wo er vor seiner Ovalhypothese gestanden war, und tat das, was er, wie er selber einsah, gleich damals hätte tun sollen. Er berechnete eine Menge weiterer relativer Abstände Sonne – Mars. Diese ließen erkennen, daß die Abstände beim Oval in den mittleren Längen zu klein sind, dieses also zu schmal ist. Näherhin findet Kepler in vollkommen richtiger Weise, daß die Ovalabstände seitlich gegenüber den richtigen um ebensoviel zu klein als die aus der Kreishypothese berechneten gegenüber den wahren zu groß sind, so daß „die Wahrheit in der Mitte liegt" (Kap. 55).

Doch wie nun weiter? Kepler hatte eine große Menge Punkte auf der Bahn abgesteckt; er hatte die Teile in der Hand, aber es fehlte ihm die verbindende mathematische Formel. Er spähte aufgeregt nach einer Lösung. Da brachte ihn sein guter Genius auf die richtige Spur. Die Breite des Möndchens, das das Oval vom Kreis ausschneidet, hatte er gleich 0,00858 gefunden, wenn die halbe große Achse gleich 1 gesetzt wird. Vorher war es ihm klar geworden, daß sie in Wirklichkeit nur halb so groß, also gleich 0,00429 sein kann. Diese Zahl steckte ihm im Kopf. Da kam er von ungefähr auf die Sekante der maximalen

optischen Gleichung, d. i. der Differenz der wahren und der exzentrischen Anomalie. Diese ergab sich für die bereits bekannte Exzentrizität gleich 1,00429. Da war es ihm, wie er sagt, wie wenn er aus dem Schlaf erwachte und ein neues Licht erblickte (Kap. 56). Der Betrag, um den in den mittleren Längen der Abstand zu verkürzen ist, ist gerade gleich dem Überschuß der Sekante der maximalen optischen Gleichung über 1. Durch Verallgemeinerung dieser Erkenntnis gelangt Kepler sofort zum richtigen Abstandsgesetz. Die Prüfung an der Erfahrung lieferte die Bestätigung.

Diesmal folgte die physikalische Spekulation über die Begründung dieses Gesetzes hintendrein. In dem langen für seine Denkweise äußerst aufschlußreichen Kapitel 57 sucht Kepler aus physikalischen Prinzipien das Abstandsgesetz zu deduzieren.

Doch welche Form hat die Bahn? Das Abstandsgesetz lieferte Kepler den richtigen Abstand für eine gegebene exzentrische Anomalie. Der Flächensatz verband die Zeit und die exzentrische Anomalie miteinander. Nach einem Umweg über eine „via buccosa" fand Kepler nach quälenden Überlegungen, daß gerade die Ellipse, bei der die Differenz zwischen der großen und der kleinen Halbachse gleich dem Wert 0,00429 ist, mit Hilfe des Flächensatzes für einen bestimmten Zeitpunkt die richtige, wahre Anomalie liefert und daß schließlich auch sein Abstandsgesetz gerade mit der Ellipse in Einklang steht (Kap. 58). Den Schluß des ganzen Teils bilden Anweisungen wie man mit den beiden neugewonnenen Planetengesetzen die wahre Anomalie zu einem gegebenen Zeitpunkt berechnen kann, wobei in aller Klarheit das sog. „Keplersche Problem" aufgestellt wird.

Der V. Teil (Kap. 61–70) beschäftigt sich zunächst hauptsächlich mit den Breiten des Mars, nachdem die vorausgehenden Untersuchungen die Längenbewegung klargestellt hatten; die Lage der Knoten, der Neigungswinkel der Marsbahn gegenüber der Ekliptik, sowie die Parallaxen des Mars werden neuerdings untersucht. Auch eine physikalische Begründung der Breitenänderung sucht Kepler in seinem Sinn zu geben. Den Schluß bilden Untersuchungen über die Änderungen der Bahnelemente seit Ptolemäus' Zeiten, wobei die Marsbeobachtungen der Alten kritisch gewürdigt werden. Auffallenderweise fehlt jegliche Peroration, womit sonst Kepler gerne seine Werke zu beschließen pflegte.

EINSCHLÄGIGE MANUSKRIPTE

Das Manuskript der Astronomia Nova ist uns nicht erhalten. Es findet sich aber in dem auf der Sternwarte in Pulkowo befindlichen Nachlaß von Kepler ein stattlicher Band — der XIV. in der jetzigen Ordnung, die jener Nachlaß durch M. G. Hansch zu Anfang des 18. Jahrhunderts erhalten hat —, der von Hansch's Hand den Titel trägt: Commentaria in Theoriam Martis. Bereits in der ersten Aufzählung der Bestände jenes Nachlasses[1] wird von He-

[1] Philosophical Transactions. Vol. IX. 1674. p. 29–31.

velius angeführt: Fasc. 9 habet Commentarium in Martem Manuscriptum, diversum ab edito, cum multis Schematibus, magnum Volumen: Item Explanationem eorum quae restant ad Commentarium.

Schon der Umfang jenes Foliobandes, der durchgehends von Bl. 1 – 447 signiert ist und sich zum allergrößten Teil auf das Marswerk bezieht, läßt die gewaltige Arbeit erkennen, die Kepler im Ringen um die Erforschung der Planetenbewegungen geleistet hat. Blatt um Blatt folgen auf den 900 Folioseiten Rechnungen, Entwürfe, Versuche, Tabellen aufeinander, die davon zeugen, wie sich die schöpferische Kraft des Genies mit ungeheurem Fleiß verbinden mußte, um zum Ziele durchzudringen.

Eine Durchmusterung des Bandes läßt alsbald erkennen, daß die von Hansch getroffene Anordnung des Materials ziemlich verworren ist. Da der größte Teil der Blätter eine Seitenzählung von der Hand Keplers aufweist, läßt sich das Material übersichtlicher gliedern. Danach lassen sich folgende Teile unterscheiden:

I. Der Hauptteil der Sammlung, von Keplers Hand paginiert von [1] bis 538, nach Hansch Bl. 66–360.

II. Ein weiterer Faszikel, von Kepler paginiert von 1–24, nach Hansch Bl. 49–52, 28–31, 18–21.

III. Ein Faszikel, von Kepler paginiert von 1–81, nach Hansch Bl. 408–447.

IV. Dazu kommen die von Kepler nicht paginierten Blätter, die nach Hansch die Signatur 3–17, 22–26, 32–48, 53–65, 361–407 tragen.

Der I. Teil enthält hauptsächlich die rechnerischen Versuche, die Kepler sogleich von seinem Eintreffen bei Tycho Brahe an angestellt hat. Einen ganz breiten Raum nehmen darunter die Rechnungen ein, die die Fragestellungen der Kapitel 16, 27 f. und 42 nötig machten, sowie die Untersuchungen über die Breiten. Der ganze über 500 Folioseiten umfassende Teil ist jedenfalls den Jahren 1600–01 zuzurechnen. Für den Zustand, in dem sich die Manuskripte erhalten haben, ist es bezeichnend, daß dieser Teil mitten in einem Satz abbricht.

Der II. Faszikel enthält Rechnungen zur Ovalhypothese, d. h. zum 45. und den folgenden Kapiteln. Wenn es in der Überschrift zu diesem Faszikel heißt: Ad Caput 35, so weist dies auf eine frühere, der endgültigen vorausgehende Disposition hin, die sich auf Bl. 6 und 7 des Bandes noch erhalten hat. Das Manuskript ist jedenfalls den Jahren 1603 und 1604 zuzuweisen.

Der III. Faszikel enthält keine zusammenhängenden Konzepte, stellt vielmehr eine Sammlung verschiedener fragmentarischer Entwürfe und Notizen dar aus ganz verschiedenen Jahren (gelegentlich finden sich Datumsangaben aus 1624 oder 1614) und ganz verschiedenen Inhalts. Es ist daher anzunehmen, daß diese Sammlung erst in späteren Jahren von Kepler paginiert wurde. Aus dem Inhalt sind zu erwähnen: Tafeln zur Bewegung des Mars; Untersuchungen über die Aphelbewegung des Mars; Berechnung von Marsörtern für die Daten der ptolemäischen Beobachtungen usw.

Der IV. Teil enthält ebenfalls Entwürfe und Rechnungen aus verschiedenen Zeiten und verschiedenen Inhalts. Auf die Astronomia Nova bezieht sich vor allem der Dispositionsentwurf (Bl. 6 und 7), ferner Berechnungen im Anschluß an einzelne Fragen des I. Teils, teilweise mit ausdrücklicher Bezugnahme auf einzelne Seiten dieses Teils, Text und Rechnungen zum 42. Kapitel usw. Andere Blätter stehen nicht in Zusammenhang mit der Astronomia Nova; so Konzepte zur Berechnung der Marsephemeride für die Jahre 1619–23.

Diese kurze Inhaltsangabe muß an dieser Stelle genügen. Für die Veröffentlichung kommt, wie diese Inhaltsangabe erkennen läßt, das allermeiste nicht in Frage. Das Material, das dieser XIV. Band enthält, ist sozusagen ausgebraucht. Da Kepler selber in seinem Werk, wie bereits bemerkt wurde, ja nicht fertige Ergebnisse, sondern die Entdeckungsgeschichte seiner neuen Erkenntnisse darbietet, und zwar auf breitester Grundlage, geht es nicht an, das Werk durch Aufnahme von Konzepten noch mehr in die Breite zu dehnen. Für den Nachdruck kann nur in Betracht kommen, was zur Verbesserung des gedruckten Textes dient, was irgendwelche Gedankengänge etwa von einer neuen Seite her beleuchtet oder was geeignet ist, die Entstehungsgeschichte des vorliegenden Werkes weiter aufzuhellen. In jeder Hinsicht ist jedoch die Ausbeute gering. Die wenigen Abschnitte, die nach diesen Gesichtspunkten von Bedeutung erscheinen, sollen in den Anmerkungen wiedergegeben werden.

In den Handschriften der Nationalbibliothek in Wien finden sich ebenfalls einige Faszikel, die sich auf die Astronomia Nova beziehen. Cod. 10686^{21} Bl. 1–10 enthält Teile des gedruckten Textes in sauberer Abschrift. Diese Teile gehören den Kapiteln 3–9 an; da aber immer wieder einzelne Blätter fehlen, treten in dem fortlaufenden Text jener Kapitel starke Lücken auf. Cod. 10686^{2} enthält ferner auf Bl. 3a–12b „Epochae mediorum motuum Martis a. 1400–1800 in Tabulis demonstratae" und ganz besonders von Bl. 28a–113a einen wohl für den Druck bestimmten, sorgfältig ausgearbeiteten Faszikel mit dem Titel: Ephemeris motuum stellae martis ad Annum 1605. Ex Tabulis hoc anno jam finito constructis secundum doctrinam commentariorum de motibus Martis per observationes Tychonicas restitutis à Johanne Kepplero, S^{ae} C^{ae} M^{tis} V^{ae} humilimo Mathematico. Dies ist die erste Ephemeride, die Kepler auf Grund der neuen Planetengesetze berechnet hat, gleichsam als Probe auf das Exempel. Ihre Veröffentlichung gehört jedoch nicht hierher.

Schließlich soll im folgenden noch ein Verzeichnis der Briefe und Dokumente mitgeteilt werden, die in Zusammenhang mit der Astronomia Nova stehen und der Zeit ihres Entstehens vom ersten Anfang an bis zum Erscheinen des fertigen Werks zugehören (von 1600–1609). Den schriftlichen Zeugnissen sind genaue Quellenangaben beigegeben sowie kurze Angaben bezüglich des Inhalts, soweit er sich auf die Astronomia Nova bezieht.

Kepler an Erzherzog Ferdinand. *[Graz, Juli 1600].*

Mss. Pulk. XV. 240—246. Eigenhändig. Konzept.

Erste Mitteilung über die physikalischen Ursachen der Planetenbewegungen.

Kepler an Herwart. *Graz, 12. Juli 1600.*

München, Univ.-Bibl. Cod. 693. 375—390. Eigenhändig.

Die Exzentrizitäten sind von der wahren Sonne aus zu rechnen. Die einfache Exzentrizität bei der Erdbahn genügt nicht.

Kepler an Mästlin. *Prag, 8. Februar 1601.*

Stuttgart, Landesbibl. Math. 4a. 104—106. Eigenhändig.

Verhältnis zu Tycho.

Kepler an Magini. *Graz, 1. Juni 1601.*

Ms. unbekannt. Erster Druck in Supplementum Ephemeridum ac Tabularum secundorum Mobilium Jo. Antonii Magini. Venetiis 1614. p. 241—253.

Ausführlicher Bericht über den Stand seiner Marsuntersuchungen. Erste Mitteilung von der Verwendung solcher Marsbeobachtungen, bei denen dieser Planet gleiche heliozentrische Länge besitzt, um relative Entfernungen Sonne -Mars zu berechnen. Richtige Vorstellung von der Breite. Das Problem (des 16. Kapitels), aus 4 Marsbeobachtungen Lage der Apsidenlinie, die Exzentrizität des Exzenters und die Exzentrizität des Punctum aequans zu bestimmen.

Kepler an Mästlin. *Prag, 10 / 20. Dezember 1601.*

Stuttgart, Landesbibl. Math. 4a. 107–111. Eigenhändig.

Zusammenfassender Bericht über die Fortschritte in den Marsuntersuchungen. Die Theorie der Erdbahn bedarf eines Äquanten. Die Ursache hierfür ist physikalischer Natur. Das Zusammenarbeiten mit Tycho in der Zeit vor dessen Tod.

David Fabricius an Kepler. *Resterhaave, 13. März 1602 [a. St.].*

Mss. Pulk. X. 2–3. Eigenhändig.

Bericht über seine eigenen Marsbeobachtungen und -berechnungen.

David Fabricius an Kepler. *[Resterhaave], 28. April 1602 [a. St.].*

Mss. Pulk. X. 4–9. Eigenhändig.

Bitte um Beantwortung verschiedener Anfragen über die Planetenbewegungen.

David Fabricius an Kepler. *Resterhaave, 1. August 1602 [a. St.].*

Mss. Pulk. X. 10–18. Eigenhändig.

Einwände gegen verschiedene Ergebnisse, die ihm Kepler (in einem verlorengegangenen Brief) mitgeteilt hatte. Weitere Anfragen.

Herwart an Kepler. *München, 24. September 1602.*

Mss. Pulk. IX. 107–112. Eigenhändig.

Besorgnis wegen Keplers Verhältnis zu Tychos Erben.

Kepler an David Fabricius. *[Prag], 1. Oktober 1602.*
Mss. Pulk. X. 19–29. Abschrift.
Rechtfertigung seiner bisher erzielten Ergebnisse. Seine „stellvertretende Hypothese" liefert zwar richtige geozentrische Längen, ist aber falsch. Reduktion der Planetenörter auf die Ekliptik. Die Bahn des Mars ist oval. Versuch einer physikalischen Begründung hierfür. Die Geschwindigkeit des Planeten ändert sich „pro ratione exigentiae circuli, aequalibus Temporibus aequalia spatia describendi".

Kepler an Herwart. *[Prag], 7. Oktober 1602.*
Mss. Pulk. IX. 113–118. Abschrift.
Zuversichtlicher kurzer Bericht über die bisherigen Ergebnisse. „Solem in Theoria Martis tanquam in specula sum contemplatus." Streit mit Tengnagel.

Kepler an Herwart. *[Prag, 12. November 1602].*
Mss. Pulk. IX. 123–127. Abschrift.
Mit dem Marswerk geht es gut voran.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 4. November 1602 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 33–34. Eigenhändig.
Zurückweisung von Keplers Forderung, daß die Exzentrizität der Erdbahn zu teilen ist.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 8. November 1602 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 35–37. Eigenhändig.
Die Einwände im letzten Brief werden zurückgenommen.

Kepler an David Fabricius. *[Prag], 2. Dezember 1602.*
Mss. Pulk. X. 38–47. Abschrift.
Zurückweisung einzelner Einwände und Erläuterungen zu seinen bisher angewandten Methoden.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 8. Dezember 1602 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 48–50. Eigenhändig.
Einwände und Anfragen. „Tu Martem Soli nimis arcto vinculo alligas."

Kepler an Herwart. *[Prag], 12. Januar 1603.*
Mss. Pulk. IX. 137–143. Abschrift.
Die magnetischen Erscheinungen als Hilfsmittel zur Erklärung der Planetenbewegungen.

Kepler an Anonymus. *S. l. s. d.*
Mss. Pulk. XIV. 3. Eigenhändig.
Über die Verwendung von magnetischen und animalischen Kräften zur Erklärung der Planetenbewegungen.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 30. Januar 1603 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 51. Eigenhändig.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 1. Februar 1603 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 52–59. Eigenhändig.

Immer wieder neue Einwände und Fragen, ohne jedoch irgendwie die Sache Keplers damit zu fördern.

Herwart an Kepler. *München, 18. Februar 1603.*
Mss. Pulk. IX. 145–146. Eigenhändig.

Ermunterung zu erfolgreicher Fortsetzung des Marswerks.

Herwart an Kepler. *München, 24. Februar 1603.*
Mss. Pulk. IX. 148–151. Eigenhändig.

Über eine Bemerkung Keplers zu Gilberts Buch über den Magnetismus. Besorgnis betreffs der Instrumente Tychos.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 7. Mai 1603 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 62–63. Eigenhändig.

Ratschläge, wie Kepler seine Sache besser machen könnte.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 18. Juni 1603 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 64. Eigenhändig.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 24. Juni 1603 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 79–82. Eigenhändig.

Immer wieder neue Einzelfragen. Die eigenen Versuche zur Theorie der Marsbahn.

Kepler an David Fabricius. *[Prag], 4. Juli 1603.*
Mss. Pulk. X. 65–77. Abschrift.

Nähere Ausführungen über die Ovalhypothese. Mathematische Schwierigkeiten bei ihrer Anwendung (Erwähnung des Flächensatzes). Rechtfertigung seiner induktiven Methode. Rechnerische Einzelheiten.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 11. August 1603 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 83–84. Eigenhändig.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 22. Dezember 1603 [a. St.]*
Mss. Pulk. X. 85–88. Eigenhändig.

David Fabricius an Kepler. *Esens, 26. Dezember 1603 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 89–90. Eigenhändig.

Alte Einwände werden erneuert. Verschiedene Einzelfragen.

Kepler an David Fabricius. *Prag, 7. Februar 1604.*
Mss. Pulk. X. 91–97. Abschrift.

Erläuterungen zur Ovalhypothese und zum Flächensatz. Beantwortung einer Reihe von Anfragen. Verhältnis zu Tengnagel.

Longomontanus an Kepler. *Rostock, 6. Mai 1604 [a. St.].*
Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10703. 237–239. Eigenhändig.

Heftige und unverschämte Vorwürfe wegen angeblichen Mißbrauchs der tychonischen Beobachtungen durch Kepler. Verspottung der Ovalhypothese.

Vertrag zwischen Kepler und Tengnagel. *Prag, 8. Juli 1604.*
Wien, Nat.-Bibl. Cod. 9737d. 2 und 22. Abschrift.

Kepler verpflichtet sich, nichts auf Grund der tychonischen Beobachtungen ohne Zustimmung Tengnagels zu veröffentlichen, bis die Rudolphinischen Tafeln erschienen sind.

David Fabricius an Kepler. *Osteel, 27. Oktober 1604 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 98–99. Eigenhändig.

Die Nachprüfung der Keplerschen Theorie an den eigenen Beobachtungen hat negatives Ergebnis. Die Abstände Sonne–Mars, die die Ovalhypothese liefert, sind falsch.

Kepler an Rektor und Senat der Univ. Tübingen. *Prag, 12. Dezember 1604.*
Tübingen, Acta Univ. V, 23. 15–16. Eigenhändig.

Plan, eine Abschrift der Marskommentare, soweit sie bisher gediehen sind, in Tübingen zu hinterlegen.

Kepler an Mästlin. *Prag, 14. Dezember 1604.*
Stuttgart, Landesbibl. Math. 4a. 116. Eigenhändig.

Zusammenfassender Bericht über den Stand seiner Marsuntersuchungen.

Kepler an David Fabricius. *[Prag], 18. Dezember 1604.*
Mss. Pulk. X. 100–101. Abschrift.

Die Ovalhypothese ist falsch; sie liefert zu kleine Abstände. „Omnino quasi via Martis esset perfecta ellipsis."

David Fabricius an Kepler. *Osteel, 4. Januar 1605 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 102–107. Eigenhändig.

Hoffnungsvolle Wünsche zur glücklichen Vollendung des Marswerks.

Kepler an Longomontanus. *[Prag, Anfang 1605].*
Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10703. 240–242. Abschrift.

Widerlegung der gegen ihn erhobenen Vorwürfe. Ausführlicher Bericht über die Arbeiten am Marswerk in den vorausgehenden Jahren seit Tychos Tod. Zusammenfassende Darstellung der bisherigen Ergebnisse. Physik und Astronomie gehören zusammen. Verhältnis zu Tengnagel und den anderen Erben Tychos.

Rektor und Senat der Univ. Tübingen an Kepler.
Tübingen, 26. Januar 1605 [a. St.].
Tübingen, Acta Univ. V, 23. 17. Eigenhändig.

Wohlwollende Antwort auf Keplers Brief vom 12. Dezember 1604.

Mästlin an Kepler. *Tübingen, 28. Januar 1605 [a. St.].*
Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10702. 35. Eigenhändig.

Kurzer Glückwunsch zu den mitgeteilten Ergebnissen. Diese sind schwer zu verstehen.

Kepler an Herwart. *[Prag], 10. Februar 1605.*

München, Staatsbibl. Cod. lat. 1608. 610–613. Eigenhändig.

Eine Abschrift der bisher fertiggestellten Marskommentare vor kurzem dem Kaiser überreicht. 51 Kapitel sind fertig. Klare Formulierung des Ziels bei seinen physikalischen Untersuchungen. Verhältnis zu Tengnagel.

Kepler an Mästlin. *[Prag], 5. März 1605.*

Stuttgart, Landesbibl. Math. 4a. 117–119. Eigenhändig.

Die richtige Theorie zur Berechnung der Abstände Sonne–Mars ist gefunden. Aber wie sollen aus diesen Abständen die wahren Anomalien berechnet werden? Der Planetenkörper ein Magnet.

Herwart an Kepler. *München, 8. März 1605.*

Mss. Pulk. IX. 172–173. Eigenhändig.

Falls das Marswerk nicht gedruckt werden könnte, möchte Herwart es gerne auf seine Kosten abschreiben lassen.

Kepler an Herwart. *Prag, 28. März 1605.*

München, Staatsbibl. Cod. lat. 1608. 578–589. Eigenhändig.

Über die Schwere gegen Aristoteles. Begründung der kopernikanischen Lehre. In der Sonne ist die Kraft, die die Planeten bewegt.

David Fabricius an Kepler. *Osteel, 2. April 1605 [a. St.].*

Mss. Pulk. X. 117–120. Eigenhändig.

Über seine eigenen Studien zur Theorie des Mars.

Kepler an Heydonus. *[Prag, Mai 1605].*

Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10703. 309–314. Abschrift.

Differenzen mit Tychos Erben betreffs der Beobachtungen. Das Marswerk ein „clavis astronomiae penitioris". Einfluß W. Gilberts auf seine physikalischen Vorstellungen bezüglich der Planetenbewegungen.

Kepler an Odontius. *Graz, 5. August 1605.*

Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10703. 316–317. Eigenhändig.

Mit der Drucklegung kann begonnen werden, sobald der Kaiser Geld bewilligt und Tengnagel seine Zustimmung gibt.

Kepler an David Fabricius. *[Prag], 11. Oktober 1605.*

Mss. Pulk. X. 121–140. Abschrift.

Triumphierender Bericht über die abschließende Entdeckung: „Martis via est ellipsis." „Prius hoc ex causis physicis conclusum est." Wichtige, lange Ausführungen über die Schwere: Wenn ein Stein eine merkliche Masse hätte gegenüber der Masse der Erde, so würde sich nicht nur der Stein auf die Erde, sondern auch diese auf den Stein zu bewegen.

Kepler an Herwart. *Prag, 13. Januar 1606.*

Mss. Pulk. IX. 199–202. Abschrift.

Das Marswerk wartet auf jemand, der den Druck bezahlt.

David Fabricius an Kepler. *S. l., 11. Januar 1606 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 144–145. Eigenhändig.
Kurzer Bericht über eigene Studien zu den Planetenbewegungen.

Kepler an Herwart. *Prag, 5. Juni 1606.*
Mss. Pulk. IX. 207–208. Abschrift.
Kepler hält Ausschau nach einem anderen Patron für sein Werk.

Kepler an Samuel Hafenreffer. *Prag, 16. November 1606.*
Mss. Pulk. XI. 297–299. Abschrift.
Kurze, zusammenfassende Darstellung seiner Lehre von den Planetenbewegungen.

Kepler an Kaiser Rudolph. *[Prag, 4. Dezember 1606].*
Wien, Staatsarchiv. Böhmen Kart. 3. 1–2. Eigenhändig.
Bitte um Geld zur Drucklegung.

Kaiser Rudolph an den Hofkammerpräsidenten. *Brandeis, 29. Dezember 1606.*
Wien, Hof-Finanz-Akten des Finanz-Minist.-Archivs.
(Wien, Staatsarchiv. Böhmen Kart. 3. 1a. Konzept.)
Der Kaiser bewilligt 400 Gulden zum Druck des Marswerks, behält sich aber die Verteilung der gedruckten Exemplare vor.

David Fabricius an Kepler. *Osteel, 20. Januar 1607 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 146–150. Eigenhändig.
Fabricius will von einer elliptischen Bahn nichts wissen.

Kepler an Mästlin. *Prag, 7. April 1607.*
Mss. Wolfenbüttel Cod. Aug. 15, 3 (Nr. 2174). 238–239. Eigenhändig.
Der Tübinger Drucker Cellius soll einen Kostenvoranschlag für den Druck des Marswerkes machen.

David Fabricius an Kepler. *Osteel, Osterfest 1607 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 153–161. Eigenhändig.
Freudige Anerkennung, daß die nach Keplers Methode berechneten Marsörter mit den Beobachtungen übereinstimmen. Viele Anfragen.

David Fabricius an Kepler. *Osteel, 13. April 1607 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 151–152. Eigenhändig.

David Fabricius an Kepler. *S. l., 1. Juni 1607 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 162–166. Eigenhändig.
Bitte um Aufklärung über etliche Einzelfragen.

Kepler an Pistorius. *[Prag, Juni 1607].*
Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10703. 396–397. Abschrift.
Über den Stand der Druckangelegenheit.

Kepler an David Fabricius. *[Prag], 1. August 1607.*
Mss. Pulk. X. 167–180. Abschrift.

Temperamentvolle Zurückweisung einer Reihe von Einwänden gegen seine Planetengesetze.

Kepler an Brengger. *[Prag], 4. Oktober 1607.*
Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10703. 304. Abschrift.

Der Druck soll in Heidelberg erfolgen. Kurze, treffende Formulierung seines physikalischen Grundgedankens.

Brengger an Kepler. *Kaufbeuren, 30. Oktober 1607.*
Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10703. 284. Eigenhändig.

Brengger begrüßt die neue Himmelsphysik, wenn er sie auch noch nicht versteht. Er wünscht ein Exemplar des Marswerks zu bekommen, wenn es fertig ist.

Kepler an Herwart. *[Prag], 24. November 1607.*
Mss. Pulk. IX. 262–265. Abschrift.

Stand der Druckangelegenheit.

Kepler an Brengger. *[Heidelberg], 30. November 1607.*
Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10703. 285–288. Abschrift.

Einzelheiten über die Druckangelegenheit. Wenn nur Brengger das Marswerk vor der Drucklegung lesen könnte.

David Fabricius an Kepler. *Osteel, 27. Februar 1608 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 181–185. Eigenhändig.

Bericht über seine eigene Marstheorie.

Kepler an den Hofkammerpräsidenten des Kaisers. *[Prag, August 1608].*
Wien, Hof-Finanz-Akten des Finanz.-Minist.-Archivs.

Bitte um Geld zur Drucklegung. (Laut einer beigefügten Bemerkung der kaiserlichen Kanzlei erhielt Kepler 500 Gulden ausbezahlt.)

David Fabricius an Kepler. *Osteel, 2. Oktober 1608 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 187–194. Eigenhändig.

Fabricius übersendet das Manuskript seiner kleinen Schrift „Hypothesis Martis nova a D. Fabricio inventa" und möchte gern, daß Kepler diese seinem Marswerk beifüge.

Kepler an David Fabricius. *[Prag], 10. November 1608.*
Mss. Pulk. X. 195–202. 195–198v Abschrift, 198v–202 Eigenhändig.

Verteidigung seiner Planetentheorie. Fabricius möge es doch unterlassen, nach einer neuen zu suchen. Widerlegung von Einwänden gegen die Achsendrehung der Erde; der fallende Stein nimmt an dieser Bewegung teil.

David Fabricius an Kepler. *Osteel, 12. März 1609 [a. St.].*
Mss. Pulk. X. 205–207. Eigenhändig.

Wiederholte Bitte, sein eigenes Libell über die Marsbewegung dem Marswerk Keplers beizufügen.

Kepler an Anonymus. *S. l. s. d.*

Mss. Pulk. XIV. 422–426. Abschrift (Fragment).

Darstellung seiner Methode, die einzelnen Anomalien zu berechnen. Vergleich mit dem Verfahren des Fabricius.

Rektor und Senat der Univ. Tübingen an Kepler.
Tübingen, 25. September 1609 [a. St.].

Tübingen, Acta Senatus V, 5. Konzept.

Anerkennung und Dank für das übersandte Exemplar des Marswerks. Kepler erhält ein Honorar von 5 Dukaten.

Die Originalausgabe enthält auf S. (****) 6r und v einen ziemlich umfangreichen Catalogus Erratorum. Diese Fehler sind in dem vorliegenden Nachdruck selbstverständlich berichtigt worden. Bei anderen Korrekturen, die sich als notwendig erwiesen, ist der Keplersche Text in Fußnoten angegeben. Soweit es sich bei diesen Korrekturen um Zahlen handelt, ergeben sie sich häufig aus dem Kontext. In zweifelhaften Fällen wurden die im vorausgehenden aufgeführten Konzepthandschriften, sowie die tychonischen Beobachtungen herangezogen, die zum erstenmal vollständig veröffentlicht wurden in: J. L. E. Dreyer, Tychonis Brahe Dani Opera omnia. Vol. 10–13. Hauniae 1923–26. Die Rechnungen, die Kepler in mehreren Kapiteln in großer Ausführlichkeit wiedergibt, enthalten meist eine Reihe von Druck- und Rechenfehlern. Die beiden Fehlerarten wurden getrennt, die Druckfehler ausgemerzt und die Rechenfehler, mit denen Kepler weiterrechnete, sind als solche vermerkt. Im übrigen wurde die Schreibweise Keplers belassen, auch wo sie inkonsequent ist. Die Figuren sind nachgezeichnet worden, da die Original-Holzschnitte teilweise sehr undeutlich ausgefallen sind. Einige der wichtigsten Figuren sind im Original durch bildlichen Schmuck ausgezeichnet.

Die Astronomia Nova wurde bisher zum ersten und einzigen Mal nachgedruckt in: Joannis Kepleri opera omnia. Ed. Ch. Frisch. Vol. III. Frankofurti et Erlangae 1860. An deutschen Übersetzungen sind zu vermerken: Keplers Neue Astronomie im Auszug und in Übersetzung der wichtigsten Abschnitte von Georg Baldauf. Jahresberichte des Gymnasium Albertinum zu Freiberg. Freiberg. I. Tl. 1905. S. 1–40. II. T. 1908. S. 41–82. III. Tl. 1911. S. 83–124. Sowie die vollständige deutsche Ausgabe: Johannes Kepler, Neue Astronomie, übersetzt und eingeleitet von Max Caspar. München-Berlin 1929. Die vorausgehenden Ausführungen über die Entstehungsgeschichte und den Aufbau der Astronomia Nova, sowie die folgenden Anmerkungen, schließen sich an die umfänglichere Darstellung in dieser Ausgabe an. Es finden sich daselbst auch neben einer Einführung in die alten Theorien der Planetenbewegungen die mathematischen Formulierungen der Ansätze Keplers, die für die Vorgeschichte der Infinitesimalrechnung von größter Bedeutung sind.

ANMERKUNGEN

6. 32. Diese Stelle ist berühmt geworden, weil hier Kepler als erster der Öffentlichkeit den Verfasser der Vorrede zu der Editio princeps der Revolutiones des Kopernikus mitteilt. Der Theologe *Andreas Osiander* (1498–1552), der den Druck dieses Werkes in Nürnberg betreute, hatte aus theologischen Bedenken an der Lehre von der Erdbewegung Anstoß genommen und eine Vorrede unterschoben, in der er die neue Lehre nur als geeignete Rechenhypothese hinstellte. Da er seinen Namen völlig verschwieg, wurde diese Vorrede lange Zeit für eine Äußerung des Kopernikus gehalten. Näheres hierüber findet man in *L. Prowe*, Nicolaus Coppernicus. 1. Bd. 2. Tl. Berlin 1883. S. 520 ff. Kepler hatte den wahren Sachverhalt schon früher in ausführlicherer Weise in seiner Schrift: „Apologia Tychonis contra Nicolaum Ursum" dargestellt, die er aber nicht veröffentlicht hat. Sie befindet sich in ihrer unvollendeten Form in den Pulkowoer Manuskripten Bd. v Bl. 264–299 und wurde erst von *Ch. Frisch* herausgegeben (J. Kepleri Opera Omnia, Vol. 1. 1858). Daselbst führt Kepler auch einen Passus aus dem an der vorliegenden Stelle zitierten Brief Osianders an Kopernikus an. Keplers Ausführungen an den beiden Stellen sind in methodologischer Hinsicht sehr aufschlußreich. Sein Handexemplar der Revolutiones, das hier erwähnt wird, war früher Eigentum des gelehrten Nürnberger Patriziers *Hieronymus Schreiber*, dem es der Drucker des Werkes, *Joh. Petrejus*, selber gewidmet hatte, so daß diesem Vorbesitzer der wahre Sachverhalt sehr wohl bekannt sein mußte. Heute befindet sich dieses Exemplar im Besitz der Universitäts-Bibliothek Leipzig.

8. 28. *Plinius*, Hist. Nat. II, 17.

10. 4. Im Herbst 1604 erschien eine Nova im Ophiuchus, über die Kepler das ausführliche Werk verfaßte: De *Stella Nova* in pede Serpentarii, 1606. Mit dem Drachen ist der Komet gemeint, der im Herbst 1607 erschien. Kepler schrieb hierüber: Außführlicher Bericht von dem newlich im Monat Septembri vnd Octobri diß 1607. Jahrs erschienenen *Haarstern* oder Cometen vnd seinen Bedeutungen, 1608.

17. 3. Vgl. die diesbezüglichen Ausführungen in dem Nachbericht S. 436 ff.

20. 11. Ausführliche Angaben über die Abweichungen der berechneten Marsörter findet man bei *Jo. Bapt. Ricciolus*, Almagestum Novum. Bononiae 1651. Tom. 1. Pars 1. p. XIV.

25. 19 ff. In diesen knappen Sätzen entwickelt Kepler seine von Grund aus *neue Lehre von der Schwere*, welche die aristotelischen Vorstellungen völlig über den Haufen wirft und ihrem Hauptinhalt nach zu den Grundlagen der klassischen Mechanik gehört. Daß diese programmatischen Sätze, die größte Beachtung verdienen, in Keplers physikalischem Denken eine fundamentale Rolle spielen, geht schon daraus hervor, daß er wiederholt in späteren Werken auf sie hinweist. An anderen Stellen führt er seine Gedanken weiter aus, beson-

ders in der Epitome Astronomiae Copernicanae Lib. I. Pars IV. Von besonderer Bedeutung sind auch seine Darlegungen in den Briefen an *David Fabricius* vom 11. Oktober 1605 und 10. November 1608. Im ersteren Brief sagt Kepler in aller Klarheit: „Aliter ego definio gravitatem, seu illam vim, quae intrinsece movet lapidem, vim magneticam coagmentantem similia, quae eadem numero est in magno et parvo corpore, et dividitur per moles corporum accipitque dimensiones easdem cum corpore. Itaque si lapis aliquis esset pone Terram positus in notabili aliqua proportione magnitudinis ad molem Telluris, et casus daretur, utrumque liberum esse ab omni alio motu: tunc ego dico futurum, ut *non tantum lapis ad Terram eat, sed etiam Terra ad lapidem, dividantque spatium interjectum in eversa proportione ponderum.*" Delambre bemerkt zu den Ausführungen Keplers an der vorliegenden Stelle: „Voilà qui était neuf, vraiment beau, et qui n'avait besoin que de quelques développements et que de quelques explications. Voilà les fondements de la Physique moderne, céleste et terrestre." (Histoire de l'Astronomie moderne. Tom. I. p. 394.)

Betreffs der neuen Gezeitenlehre, die Kepler als erster aus seiner Vorstellung einer *allgemeinen Massenanziehung* heraus entwickelt, bemerkt er am Ende seines Lebens mit Recht: „Modum, quomodo Luna causetur fluxum et refluxum maris, primus, quod sciam, detexi in prolegomenis Commentariorum de motibus Martis." (Somnium seu Opus posthumum de Astronomia Lunari. 1634. p. 165.) Weitere Ausführungen über diesen Gegenstand finden sich besonders in einem Brief Keplers an *Herwart* vom Januar 1607 (Mss. Pulk. IX. 235–247).

26. 32. Der Sinn dieser Stelle legt die Annahme nahe, daß in dem Wort „opprimunt" ein Druckfehler steckt. Es ist wohl „approbant" oder „confirmant" zu lesen.

28. 26. Die Ausführungen Keplers über die Verträglichkeit der kopernikanischen Lehre mit der Hl. Schrift wurden vom 17. Jahrhundert an oft nachgedruckt. Vgl. *M. Caspar*, Bibliographia Kepleriana. München 1936. S. 111.

28. 34. *Verg.* Aen. 3, 72. Der angeführte Vers wird auch von Kopernikus in Revolutiones Lib. I cap. 8 angeführt.

28. 38. *Luk.* 5, 4.

29. 26. *Verg.* Aen. 4, 585.

29. 33. *Jos.* 10, 12 ff.

30. 32. *Jes. Sir.* 1, 2.

31. 15. *Prediger* 1, 4 ff.

33. 40. Die Erwähnung des Kirchenschriftstellers *Lactantius* an dieser Stelle geht zurück auf einen Passus in der an Papst Paul III. gerichteten Vorrede des Kopernikus zu seinen Revolutiones; es heißt daselbst: „Non enim obscurum est, Lactantium, celebrem alioqui scriptorem, sed mathematicum parum, admodum pueriliter de forma terrae loqui, cum deridet eos, qui terram globi for-

mam habere prodiderunt." Siehe *Lactantius*, Instit. divin., Lib. III cap. 24 und *Augustinus*, De Civitate Dei, Lib. XVI cap. 9.

36. 33. In der vorliegenden Ausgabe wurde die Kursivschrift in genauer Übereinstimmung mit der Originalausgabe angewandt.

36. 35. In den Pulkowoer Manuskripten Bd. XIV Bl. 6–7 findet sich folgende frühere Disposition, die Kepler für sein Werk angelegt hat.

PRAEPARATIO AD COMMENTARIA IN THEORIAM MARTIS

1. Brevis excusatio, cur veritas historiae minutatim consectanda.
2. Occasio adventus mei in Bohemiam et suscipiendi hunc laborem.
3. Tabulae Solis Tychonicae, cum distantijs Solaribus ex Progymnasmatibus.
4. Tabula oppositionum mediarum Martis et Solis.
5. Tabulae Martis inde extructae.
6. Quae in alijs locis occurrunt conceptiones de Marte. Ut exemplum in Genesi Rudolphi. Relatio in Mechanicis. In libro Epistolarum ad Landgravium, in epistolis ad Maginum, quia is prior mentionem injecerat, in epistola ad me. Item ex libro de Cometa anni 77, quod pendeant omnes orbes a medio motu Solis.
7. Examinatio reductionum ex certis observationibus ad momenta oppositionum.
8. Examinatio motuum mediorum ♂ et ☉, competentium annotatis temporibus oppositionum mediarum ♂ et ☉.
9. Examinatio prosthaphaereseon, seu locorum verorum Eccentricorum ♂tis.
10. Demonstratio quibus angulis usi sint in reductione ad Eclipticam.
11. Demonstratio quibus angulis uti debuerint, et quanta hinc existat differentia.
12. Physica demonstratio, quod reducenda sit haec tabula ad veras oppositiones Solis et ♂ ex meo Mysterio.
13. Causae cur in computandis locis eccentricis Tycho a vero non recesserit longius, hoc est aequipollentia hypothesium.
14. Demonstratio quod intolerabiliter peccetur in prosthaphaeresibus orbis annui, si altera oppositio pro alterâ, vera pro mediâ vel contra arripiatur.
15. Reductio tabulae ad veras oppositiones.
16. Ex datis Tychonicis circa oppositiones medias inventio Aphelij et Eccentricitatis ad suppositionem verarum oppositionum. Quod sit crassa minerva. Idem ex datis Ptolemaicis, et motus Aphelij hinc.

17. Ex quatuor oppositionibus ακρονυχιοις inventio Aphelij et Eccentricitatis viâ laboriosâ et difficili, indeque computatio aliorum etiam locorum in tabula. Hic compendium pro aequationibus Ptolemaicis, et aequipollentia hypotheseos Copernicanae et Ptolemaicae.
18. Demonstratio per observationes, hoc est per investigationem proportionis orbium in Aphelio et Perihelio, quod inventa Numero 17 Eccentricitas veritati non sit consona, sed tantum faciat ad moderandas aequationes. Addetur suffragium Tychonis circa latitudines. In hac demonstratione assumi debet Terra in longitudine media sui circuli: et prodibit Ecc. media aequantis eccentricitatis.
19. Ut autem et terra ubivis accipi possit, et simul speculatio circa aequantem tanto rectius procedat: suspensa consideratione stellae ♂, redeundum ad examinationem distantiarum Solis et Terrae. Primum alleganda Tychonis animadversio, qui aliquando novum circellum, aliquando ampliationem orbis annui suspicatus fuit, et in tabulis Martis peculiares numeros adhibuit. Nos id ex vitiosè omisso aequante terrae prodire dicemus.
20. Idem Ptolemaeo in Theoria ♀ et ☿ accidisse obiter probabimus.
21. Rem ex ipsis Tychonis observationibus propius probabimus, ubi primo omnium catalogus et dispositio observationum Martis in Tychone, unde necessitas harum observationum luculentissime probabitur.
22. Primum ergo propositum crassè ex binis observationibus aequali commutatione evincemus, ubi et methodus inveniendi haec momenta.
23. Idem ex observatione acronychia collata cum aliquot observationibus parallacticis, ubi dimensio simul habebitur, quod scil. aequans hic quoque duplum habeat Eccentrici.
24. Ex hoc fundamento trademus correctas distantias ☉ ⊕ ad gradus singulos, cum aequatione Eccentri, simul et artificium construendi ista faciliter ad gradus coaequatos anomaliae Eccentri.
25. Demonstrabimus, usi hypothesi Ptolemaica quod prosthaphaereses Tychonis nuspiam ultra 1 scrupulum turbentur.
26. Ad ulteriorem probationem eccentricitatis dimidiae in Sole, et simul ne aequationi Martis in hoc negocio subtili credere cogamur, quam supra Numero 18 suspectam reddideramus, aliquot alijs exemplis idem probare aggrediemur. Ubi, quia observationibus cum latitudine nobis opus est, dupliciter illas cavere docebimus, vel per correctionem anguli vel per conum scalenum et correctionem, in fine, distantiae inventae.

27. Ergo adhibitis distantijs Solaribus jam constitutis vice versa probabimus parallaxes observatas, in eodem Eccentrici loco, addito, quantum fuisset erratum, si vel tota Eccentricitas Solis vel pars notabiliter major fuisset accepta.

28. Alio exemplo quasi per regulam falsi, aut demonstrative ut in ☿, rursum eliciemus eccentricitatem Terrae.

29. Hinc jam ex consideratione duorum exemplorum concordium in ♂, et ♀, et assertione Ptolemaica de caeteris Planetis ingrediemur speculationem physicam aequantis demonstrantes, ita esse motus, ut sunt distantiae.

30. Tentabimus imperfecta demonstratione compendium tradere investigandi.

31. Idem hoc experientiâ iterum refutabimus, et computatione locorum in tabula ♂. An autem hoc rejectitium consentiat, cum axiomate: „ita motus, ut distantiae", ex distantijs 45 in ⊕ collectis facile probabitur.

32. Quia ergò Aphelium ♂ hactenus suspectum est, consulemus aliquot observationes circa aphelium, cum aliquot circa perielium, et tamdiu operabimur, donec Martem invenerimus in dimidio tempore restitutionis cadere in loca opposita, ea linea indubiè linea erit augium. Inde apogaea et perigaea distantia et Eccentricitas confirmabitur.

33. Idem praestabimus circa longitudinem mediam in ♉, nam in ♏ desunt observationes, ubi et in quartâ temporis, ex aequatione, et in loco quadrato ex tempore de aequatione maxima judicium feremus, indeque de Eccentricitate utraque, consultis etiam quas inveneramus distantijs tribus. Plus autem acuto angulo tribuetur in inquisitione loci, minus acuto in ☊ distantia.

[*Randbemerkung:*] Hoc capite nihil forte aliud, quam, ut probemus, distantias intermedias non esse in circulo, et quae consulantur in anomalia coaequata, utiles esse in anomalia Eccentri.

34. Hinc extruemus distantias ♂ ad gradus coaequatos cum aequatione Eccentri, ut in ☉, et quia simul innotuit proportio orbium, conjiciemus eas in numeros distantijs terrae respondentes.

35. Aequationes verò aequantis seu physicas ita moderabimur, uti opus esse viderimus vel ex distantijs operantes, vel ex triangulo, et conjiciemus in tempora, unâ cum Solaribus.

[*Randbemerkung:*] Hic ratio reddenda, quare physica cum experientia non consentiat, et quatenus consentiat, et quomodo ex physica verè computare possimus, quomodoque ex vicaria veram eliciamus.

36. Quod latitudines attinet, ostendemus, quo pacto nodos invenerit Tycho.

37. Correctionem nonnullam addemus ejus demonstrationis.

38. Nostro modo nodos ambos ex observationibus inveniemus, una cum motu nodorum ex Ptolemaeo.

39. Vel ex latitudine borea et austrina maxima, vel ex ortu et occasu ♂ heliaco inquiremus inclinationem planorum.

40. Diameter nodorum per Solem transit.

41. Inclinatio est ατταλαντος.

42. Inclinationum tabula.

56. In dem Index sind eine Reihe von Druckfehlern ohne Vermerk ausgemerzt worden.

67. 7. *Georg Peurbachs* Werk, um das es sich hier handelt, sind seine „Theoricae novae planetarum", die erstmals sein Schüler *Regiomontanus* um 1472 in eigener Presse herausgegeben hat.

68. 23. *Julii Cæsaris Scaligeri* Exotericarum Exercitationum Liber quintus decimus, de Subtilitate, ad Hieronymum Cardanum. Lutetiae 1557. Exercit. CCCLIX. 8. De officio Intelligentiarum.

76. 8. Statt 3° 4′ 52″ muß es heißen 3° 3′ 52″. Die Rechnung liefert daher für den Unterschied der beiden Hypothesen nicht 1′ 33″, sondern nur 36″.

82. 30. In der Berechnung von ∠ δγα = 5° 27′ 47″ steckt ein Fehler, wenn man mit den gegebenen Zahlen rechnet. Es kommt 5° 29′ heraus, so daß sich das Apogäum in 29° 1′ 16″ ♌ befindet. Entsprechend ist γα nicht gleich 27971, sondern gleich 27 867. Gleich bei der folgenden Berechnung von δγ tritt ein zweiter leichter Rechenfehler auf. Es kommen daher in der abschließenden Rechnung Keplers etwas andere Werte heraus; die Abweichung ist aber nicht von Bedeutung.

89. 11. *P. Gassendi* schildert in seiner Vita Tychonis Brahei (Ed. sec. Hagae-Comitum 1655. p. 179) die letzten Augenblicke des großen Astronomen und läßt diesen auf dem Sterbebett zu Kepler sagen: „Quaeso te, mi Joannes, ut quandò quod tu Soli pellicienti, ego ipsis Planetis ultrò affectantibus, et quasi adulantibus tribuo, velis eadem omnia in mea demonstrare Hypothesi, quae in Copernicana declarare tibi est cordi." Wenn Kepler im folgenden seine Überlegungen bis zum 26. Kapitel immer in dreifacher Form nach dem kopernikanischen, ptolemäischen und tychonischen System darstellt, so beruht das auf einer Abmachung, die er mit Tycho getroffen hatte, wie aus seinem Brief an Fabricius vom 4. Februar 1604 hervorgeht. Es heißt daselbst: „Dabitur opera, jamque cum Tychone conventum est: ut omnes demonstrationes in tribus hypothesium formis expediantur." (Mss. Pulk. x Bl. 92 r.)

94. 4. Da Kepler hier mit den in der Anmerkung zu S. 82 Z. 30 als ungenau festgestellten Werten weiterrechnet und dazu bei der Berechnung von $\delta\rho$ einen weiteren leichten Rechenfehler begeht, ist das Ergebnis der vorliegenden Rechnung ebenfalls ungenau.

95. 13. Die Gleichung, die Kepler hier in der umständlichen Weise seiner Zeit auflöst, läßt sich auf die Form bringen:

$$\sqrt{[\sqrt{x^2 + \overline{o\varepsilon}^2} + \overline{\beta\nu}]^2 - \overline{\beta\alpha}^2} = x - \alpha o.$$

℞ und ℨ bedeuten Radix und Census (Zenz), nach der heutigen Bezeichnung x und x^2.

108. 30. *Mästlin*, der den Druck des „Mysterium Cosmographicum" in Tübingen betreute, fügte dem Text Keplers ohne dessen Wissen und Zustimmung die „Narratio prima" des Rheticus der besseren Verständlichkeit halber hinzu. Die Vorrede, die er der „Narratio" vorausschickte, findet sich in der Originalausgabe S. 86–90.

109. 2. Brief Keplers an *Tycho Brahe* vom 13. Dezember 1597. Ms. Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10 702 Bl. 59.

109. 14. Der hier genannte Mitarbeiter von Tycho Brahe, *Christianus Severini*, ist der sonst unter dem Namen *Longomontanus* bekannte Astronom.

117. 19. Die Angabe, daß die Reduktion bei 45° am größten ist und den Betrag von 1′ nicht übersteigt, hat Kepler empirisch gefunden, indem er für die Oppositionen in der Tabelle des VIII. Kap. diese Reduktion wirklich ausgeführt hat (Mss. Pulk. XIV Bl. 144). Keplers Angaben stimmen. Bezeichnet man den Bogen der Bahn vom Knoten bis zum Planetenort mit u, die Differenz der heliozentrischen Längen des Planeten und des Knotens mit w, sowie die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik mit i, so ist $\operatorname{tg} u = \frac{\operatorname{tg} w}{\cos i}$. Die Differenz u—w wird ein Maximum für $\operatorname{tg} w = \sqrt{\cos i}$, also wegen der Kleinheit von i ganz nahe bei 45°. Für i = 1° 50′ wird der maximale Wert von u—w = 52″.

118. 3. *M. Mästlin*, Ephemerides ab A. 1577 ad A. 1590. Tubingae 1580. *Joa. Stadius*, Ephemerides ab A. 1554 ad A. 1606. Coloniae 1556–1581.

119. 36. Betreffs der Bezeichnungen der Fixsterne hier und im ganzen Buch vergleiche man das Fixsternverzeichnis in den Tabulae Rudolphinae Pars IV. p. 105 ss.

121. 28. Die Parallaxen wurden bis zu Keplers Zeit stets viel zu groß angenommen. So nahm auch *Tycho* in Übereinstimmung mit allen früheren Astronomen seit Hipparch die Horizontalparallaxe der Sonne gleich 3′ an. Wenn Kepler an der vorliegenden Stelle versucht, die Aussage Brahes, die Oppositionsbeobachtungen des Mars im Dezember 1582 hätten für diesen Planeten eine noch größere Parallaxe ergeben, durch ein Mißverständnis der Gehilfen Brahes zu

erklären, so tritt dem *J. L. E. Dreyer* entgegen. Dieser weist darauf hin, daß sich in den Wiener Mss. die betreffenden Rechnungen von Brahes Hand geschrieben befinden und daß der Anteil der Gehilfen an diesen Rechnungen ein untergeordneter war (Tychonis Brahe Opera Omnia. Tom. I. 1913. p. XL).

122. 20. *Tycho Brahe*, der die Refraktion aus den Beobachtungen zu bestimmen und zur Verbesserung der Beobachtungsergebnisse zu verwerten suchte, stellte für Sonne, Mond und Fixsterne je verschiedene Tabellen auf. Man findet diese bei *J. L. E. Dreyer*, Tychonis Brahe Opera Omnia. Tom. II. 1915. p. 64, 136 und 287. Während die Werte für die Sonne und den Mond nahe miteinander übereinstimmen, zeigen die Werte für die Fixsterne eine bedeutende Abweichung. Der Grund, warum Tycho für die Sonne aus den Beobachtungen andere Werte erschloß als für die Fixsterne, ist in der viel zu groß angenommenen Parallaxe zu suchen.

122. 29. Die Korrektur in dieser Zeile stützt sich auf Mss. Pulk. XIV Bl. 60.

123. 16. Siehe *J. L. E. Dreyer*, Tychonis Brahe Opera Omnia. Tom. X. 1923. p. 244.

123. 20. Die Korrektur in dieser Zeile stützt sich auf die Angaben, die sich an der in der vorigen Anmerkung zitierten Stelle finden.

124. 9. Der Gang der vorstehenden Rechnung ist folgender. Es bedeuten in der nebenstehenden Figur O und W Ost- und Westpunkt, OQW den Äquator, ≏ AM ♈ die Ekliptik.

Aus dem gegebenen Ort der Sonne in der Ekliptik erhält man mit Hilfe der Ekliptikschiefe ihre Ascensio recta und durch Addition des Stundenwinkels die Ascensio medii coeli (d. i. des augenblicklichen Schnittpunktes von Meridian und Ekliptik), d. h. den Bogen ♈ Q. (Hierbei ist Kepler ein Rechenfehler unterlaufen, da er $5^h\ 20^m$ gleich 79° setzt.) Wiederum mit Hilfe der Ekliptikschiefe erhält man den Gradus medii coeli, d. h. den Bogen ♈ M und dessen Deklination MQ. Die Ascensio obliqua ortus, d. i. der Bogen ♈ O ist um 90° größer als ♈ Q. Im Dreieck A ≏ O kennt man nun 3 Stücke: ∠ O = Komplement der geographischen Breite (diese ist für Brahes Sternwarte auf der Insel Hven = 55° 55′), die Seite ≏ O = Supplement der Ascensio obliqua ortus ♈ O, den Winkel bei ≏ = Ekliptikschiefe. Daraus erhält man die Seite A ≏ und damit den Gradus oriens und den Nonagesimus ab ortu sowie ∠ A und als dessen Supplement die Altitudo Nonagesimi. Aus der Zenitdistanz des Nonagesimus und dem Abstand des Mars vom Nonagesimus auf der

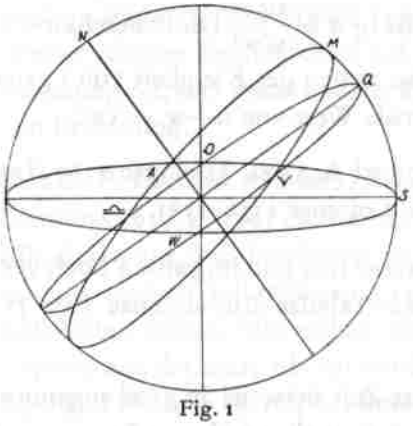


Fig. 1

Ekliptik erhält man nach der auf der gleichen Seite 124 unten beschriebenen „Tabula parallactica" die gesuchte Längenparallaxe.

124. 27. Das hier in Aussicht gestellte Werk „*Hipparch*", dessen Plan Kepler sein Leben lang beschäftigte, ist nicht erschienen.

124. 36. Im 9. Kap. seiner „Astronomia optica" (p. 318 ss. der Originalausgabe) beweist Kepler folgendes. Bezeichnet man mit p_o die Horizontalparallaxe eines Planeten auf der Ekliptik (d. h. unter Vernachlässigung seiner Breite), mit h und z die Höhe und die Zenitdistanz des Nonagesimus (d. h. des Punktes der Ekliptik, der in dem in Betracht kommenden Zeitpunkt um 90° von den Schnittpunkten der Ekliptik mit dem Horizont entfernt ist) und mit l die Längendifferenz des Nonagesimus und des Planeten, so hat man für die augenblicklichen Parallaxen p_l und p_b in Länge und Breite die Beziehungen:

$$p_l = p_o \sin h \cdot \sin l$$
$$p_b = p_o \sin z.$$

(Eine einfache Herleitung dieser Formeln findet man in *W. v. Dyck*, Nova Kepleriana Heft 9, bearbeitet von *F. Hammer*. Abh. d. Bay. Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Abt. N. F. Heft 39. 1936. S. 57.)

Zur praktischen Verwendung dieser Formeln hat sich Kepler in seiner Optik l. c. eine Tafel mit doppeltem Eingang berechnet, auf die er sich oft beruft. An der Spitze der Kolumnen stehen die Winkel p_o, die von 1′ bis 66′ laufen, vorn herunter die Winkelgrade von 1° bis 90°. Die Tafel liefert dann die Produkte der an der Spitze stehenden kleinen Winkel mit den Sinus der seitlich angegebenen Grade. Bei Benützung der Formel für p_l wendet er seine Tafel in entsprechender Weise zweimal an.

125. 37. Die kleine Rechnung, die Kepler hier ausführt, verläuft folgendermaßen. In dem rechtwinkligen Dreieck, das von dem Deklinationskreis, dem Breitenkreis und der Ekliptik gebildet wird, kennt man das Stück des Deklinationskreises gleich 3° 0′ 30″ und den Winkel zwischen diesem und der Ekliptik gleich 68° 59′. Es ist daher der Sinus der Breite gleich dem Produkt aus sin 3° 0′ 30″ und sin 68° 59′. Kepler bestimmt dieses Produkt aus der in der vorigen Anmerkung beschriebenen Parallaxentafel, indem er für sin 3° 0′ 30″ den Winkel selber setzt.

127. 2. „Palilicium" oder „Parilicium" ist eine alte Bezeichnung für Aldebaran bzw. die Hyaden. Vgl. *Ludewig Ideler*, Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen. Berlin 1809. S. 142.

128. 25. Die Korrektur in dieser Zeile stützt sich auf Mss. Pulk. XIV Bl. 59v. Übrigens steckt in den folgenden Angaben ein Fehler. In der Tabula Parallactica ist in der Kolumne 9′ die Differenz für 32⅔ und 69⅔ nicht 4¼, sondern 3′ 33″. Es käme daher noch mehr als 9′ heraus.

135. 4. Hier liegt ein Versehen Keplers vor. Statt: „in 24⅓ ♐ (Sole per AB in 16 gr. ♎)" muß es heißen: „in 4⅓ ♉ (Sole per AB in 26 gr. ♎)".

140. 6. Die Korrektur ergibt sich aus der Tabelle S. 110.

142. 2. *Peter Apian* (Bienewitz) zeigte in seinem Werk: Astronomicum Caesareum. Ingolstadii 1540, Modelle auf, durch die die trigonometrischen und astronomischen Tafeln und Rechnungen erspart werden sollten.

142. 34. *Philipp van Lansberge*, Triangulorum Geometriae Libri IV. Lugd. Bat. 1591.

145. 4. Die Korrektur stützt sich auf die Beobachtungen bei *J. L. E. Dreyer*, Tychonis Brahe Opera Omnia. Tom. XII. 1925. p. 142.

146. 14. Hier liegt ein offenkundiger Druckfehler vor, wie man durch Nachrechnen leicht feststellen kann.

150. 33. Die Korrektur ergibt sich aus den Angaben für dieses Jahr S. 146.

153. 8. Von seinem „Mysterium Cosmographicum" hat Kepler im Jahre 1621 eine zweite Auflage mit ausführlichen Anmerkungen herausgegeben.

155. 24. Hier fehlt ein Satz. Das „Qui" bezieht sich auf Winkel BAG, der im Dreieck AGB zu berechnen ist.

156. 11. In der Schrift: *Francisci Vietae* Apollonius Gallus seu Exsuscitata Apollonii Pergaei περὶ Ἐπαφῶν Geometria. Parisiis 1600, findet sich auf Bl. 11 eine Appendicula: De Problematis quorum factionem geometricam non tradunt Astronomi, itaque infeliciter resoluunt. Daselbst urteilt Vieta über Ptolemäus und Kopernikus folgendermaßen:

Ptolemaeus ipse, et Ptolemaei paraphrastes Copernicus, cum ex tribus Epochis mediis, et totidem adparentibus exquirunt summarum absidum loca, et Eccentrotetas vel Epicyclorum semidiametros, Geometras non se produnt, adsumentes opus tanquam confectum, quod ideò resoluunt infeliciter. Immo verò Copernicus ἀτεχνίαν non solum profitetur, sed docet capite nono libri tertij reuolutionum, cum ex Timocharis, Ptolemaei et Albategnij obseruatis studet adsequi maximam prosthaphaeresim Aequinoctiorum, et Epochas anomaliae à limite tarditatis. Jubet enim non iam artis, sed aleae magister, circulum tandiu reuolui, donec error, quem ex sua ἀγεωμετρησίᾳ nasci adgnoscit, tandem si sors dederit compensetur.

156. 20. Das Rechenbeispiel, das Kepler im folgenden in aller Ausführlichkeit mitteilt, enthält eine Anzahl von Fehlern, teils Druckfehler, teils Rechenfehler. Diese sind in den Fußnoten berichtigt, wobei zwischen Druckfehlern und Rechenfehlern genau unterschieden wurde. Die Rechenfehler mußten stehen bleiben, weil Kepler mit seinen fehlerhaften Ergebnissen weiterrechnete und auf den so erhaltenen Werten seine weiteren Schlüsse aufbaute.

157. 13. Es ist auffallend, daß Kepler für D, wie nachher für G und E (Zeile 17 und 21) die unberichtigten Werte für die Längen einsetzt, statt der berichtigten Werte in Zeile 7 und 8. Weiter unten (Zeile 25 und 28) verwendet er dagegen

diese berichtigten Werte, so daß also für die Lagen von CD, CG, CE je zwei um 3′ 16″ verschiedene Werte in die Rechnung eingehen.

168. 1. *Delambre* hat mit den richtigen Anfangswerten die ganze Rechnung Keplers wiederholt (Histoire de l'Astronomie moderne. Tom. 1. p. 410–417). Sein Ergebnis ist:

Ganze Exzentrizität	18570
Exzentrizität des Exzenters	11387
Exzentrizität des Äquanten	7183

Die Abweichung dieser Zahlen von denen Keplers ist gering; sie wäre aber größer, wenn Kepler bei seiner letzten Division nicht einen Rechenfehler gemacht hätte.

171. 36. Der scheinbare Marsdurchmesser ist viel zu groß angenommen. Er beträgt durchschnittlich in der Opposition nur 18″.

172 f. In den Tabellen wurden ohne weiteren Vermerk eine Reihe Druckfehler ausgemerzt.

174. 7. Durch Reihenentwicklungen läßt sich feststellen, daß die Hypothesis vicaria die wahre Anomalie des Mars bis auf 1′ genau darzustellen vermochte.

177. 31. Der Unterschied in den wahren Anomalien nach der Hypothesis vicaria und nach der Hypothese mit gleicher Teilung der Exzentrizität ist, wie Kepler richtig bemerkt, bei 45° am größten und erreicht hier, wie man durch Reihenentwicklungen feststellen kann, den Betrag von $6\frac{1}{2}'$.

180. 14. Statt 15371 kommt 15231 heraus, wodurch sich die folgende Zahl 10106 in unerheblicher Weise ändert.

191. 28. Brief Brahes an Kepler vom 1. April 1598 (a. St.). Ms. Wien, Nat.-Bibl. Cod. 10702 Bl. 152–154.

191. 34. Im J. 1598 gab Tycho seine „*Astronomiae instauratae Mechanica*" heraus, worin er eine illustrierte Beschreibung seiner Instrumente darbietet. Die betreffende Stelle findet sich in *J. L. E. Dreyer*, Tychonis Brahe Opera Omnia. Tom. v. 1923 p. 115.

Auf Veranlassung von Tychos Freunden erschien i. J. 1596 der erste Band (weitere Bände folgten nicht) seines umfangreichen Briefwechsels unter dem Titel: Tychonis Brahe Dani *Epistolarum* Astronomicarum Libri 1. Quorum primus hic illustriss: et laudatiss: principis Gulielmi Hassiae Landtgravii ac ipsius Mathematici Literas, unaque responsa ad singulas complectitur. Uraniburgi Anno 1596. Die betreffende Stelle findet sich bei *J. L. E. Dreyer* l. c. Tom. VI. 1919. p. 239.

206. 18. In dem Wert 67220 steckt ein leichter Rechenfehler; es kommt $\eta\alpha =$ 67171 heraus. Führt man die weitere Rechnung für diesen richtigen Wert

durch, so erhält man auf S. 208 Z. 29 für die Exzentrizität αγ den Wert 2401 (*Delambre*, Hist. de l'Astr. mod. Tom. 1. p. 433).

209. 34. Die Korrektur ergibt sich nach S. 210 Z. 9.

212. 20. Der Buchstabe λ wird von Kepler für zwei Punkte verwendet. Zunächst liegt der Punkt λ auf dem Kreis ιχμ. Da nun der Buchstabe λ nahe bei dem Kreis ρσυ steht, verwendet ihn Kepler auch für den Schnittpunkt dieses Kreises mit der Parallelen durch ι zu ρκ.

216. 11. Die Korrekturen in dieser Tabelle sowie in der Tabelle S. 218 stützen sich auf die Angaben in Mss. Pulk. XIV Bl. 54 und 56.

220. 8. In der folgenden Rechnung sind außer den Druckfehlern einige Rechenfehler vermerkt, die aber für das Schlußergebnis von unerheblicher Bedeutung sind.

225. 11. D. h. bei Halbierung der Exzentrizität wird die Dicke der Erdsphäre entsprechend dem kleineren Abstand von Sonne und Erdbahnmittelpunkt verringert. (Vgl. was S. 427 f. des Nachberichts über den Grundgedanken im Mysterium Cosmographicum gesagt ist.) Dadurch werden Mars und Venus näher an die Erde herangerückt, so daß die Winkel, unter denen von diesen aus die Abstände Erde – Sonne erscheinen, den tatsächlichen Größenverhältnissen entsprechend größer werden.

226. 6. Die Beobachtungen des Landgrafen *Wilhelm von Hessen*, die Kepler durch Tycho bekannt waren, wurden einige Jahre später von *W. Snellius* herausgegeben unter dem Titel: Coeli et siderum in eo errantium Observationes Hassiacae Illustrissimi Principis Wilhelmi Hassiae Lantgravii auspiciis quondam institutae et Spicilegium biennale ex Observationibus Bohemicis V. N. Tychonis Brahe. Lugd. Bat. 1618.

226. 38. Die Rechnung, die Kepler im folgenden umständlich darlegt, ist in der Formelsprache sehr einfach. In der Figur 2 bedeute S die Sonne, O den Mittelpunkt der kreisförmig angenommenen Erdbahn, Q das Punctum aequans, ferner α die mittlere, β die exzentrische, υ die wahre oder ausgeglichene Anomalie, ψ die physische und φ die optische Gleichung, e die Exzentrizität. Der Radius des Kreises sei 1. Die Formel, die Kepler anwendet, um für eine bestimmte wahre Anomalie υ den Abstand r von der Sonne zu berechnen, ist: $r = \cos \varphi + e \cdot \cos \upsilon$, wo $\sin \varphi = e \cdot \sin \upsilon$ ist.

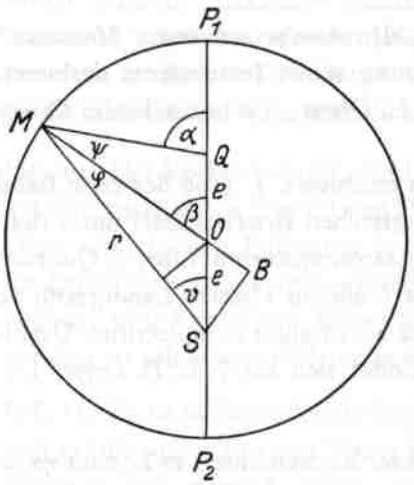


Fig. 2

227. 31. *Erasmus Reinhold* gab die „Theoricae planetarum" des *G. Peurbach* mit ausführlichen Scholien versehen 1542 in Wittenberg heraus; die Ausgabe wurde später nachgedruckt. Der zitierte Beweis findet sich in dem Scholion zur Theorica Solis, Pars III. Prop. IV.

229. 6. Nach dem Vorausgehenden hätte man erwarten sollen, daß Kepler seine Tabelle nach fortlaufenden ganzen Graden der wahren Anomalie aufgestellt hätte. Um aber die Brauchbarkeit seiner Tafel zu erhöhen, macht Kepler vorgreifend von späteren Entdeckungen Gebrauch, und zwar in folgender Weise. Da die optische und die physische Gleichung wegen der Kleinheit der Exzentrizität nicht sehr verschieden sind, so wäre die jeweilige mittlere Anomalie gleich der wahren Anomalie minus der doppelten optischen Gleichung (siehe Figur 2). Nun aber weist Kepler den für eine bestimmte wahre Anomalie mit einer ganzen Anzahl von Graden errechneten Abstand r einer wahren Anomalie zu, die um die optische Gleichung kleiner ist. Dieser neuen wahren Anomalie läßt er in der ersten Kolumne eine mittlere Anomalie entsprechen, die gleich der ursprünglichen wahrenAnomalie plus der optischen Gleichung, d. h. gleich der ursprünglichen exzentrischen Anomalie ist. Mit anderen Worten, er läßt die Erde eine von einem Kreis abweichende Bahn beschreiben. Man kann leicht zeigen, daß die nach dieser Vorschrift erzeugte Bahn eine Ellipse ist.

230 f. In der Tafel sind eine Anzahl von Ungenauigkeiten und Druckfehlern unter Benützung von Keplers handschriftlicher Tafel (Mss. Pulk. XIV Bl. 276) verbessert worden.

232. 31. Hier liegt ein Versehen Keplers vor. $\sphericalangle$ BEC ergibt sich gleich $44' 52''$, nicht gleich $43' 38''$. Der Unterschied der ganzen Gleichungen im Fall der einfachen Exzentrizität und im Fall der gleichen Teilung beträgt daher $1'7''$, in naher Übereinstimmung mit dem Betrag $1\frac{1}{8}'$ in dem Appendix zu Tychos Progymnasmata. (*J. L. E. Dreyer*, Tychonis Brahe Opera Omnia. Tom. III. 1916. p. 322.) *Maginus* hat später Kepler auf diesen Rechenfehler hingewiesen (Briefe vom 15. Jan. 1610 und vom 23. Febr. 1610). In seiner Antwort an Maginus vom 1. Febr. 1610 bezeugt übrigens Kepler, daß er selber jenen Appendix verfaßt habe. Daß der maximale Unterschied der ganzen Gleichungen in den beiden Fällen und entsprechend auch der maximale Unterschied der physischen und der optischen Gleichung gleich $1' 17''$ ist, läßt sich unschwer durch Reihenentwicklungen feststellen.

235. 18. In der mathematischen Formelsprache läßt sich Keplers umständlicher Beweis so darstellen. $\delta\psi$ und $\varepsilon\omega$ sind zwei beliebige kleine Wegbögen in der Nähe der Apsiden. Die Zeiten, die der Planet zu diesen Wegen braucht, werden durch die entsprechenden Bögen $\upsilon\chi$ und $\varphi\tau$ des Äquanten, die man erhält, wenn man ψ und ω mit γ verbindet, gemessen. Nun ist, wenn die Wegbögen klein sind, $\frac{\upsilon\chi}{\delta\psi} = \frac{\upsilon\gamma}{\delta\gamma}$ und $\frac{\varepsilon\omega}{\varphi\tau} = \frac{\varepsilon\gamma}{\varphi\gamma}$. Durch Multiplikation erhält man

$\frac{\upsilon\chi \cdot \varepsilon\omega}{\varphi\tau \cdot \delta\psi} = \frac{\upsilon\gamma \cdot \varepsilon\gamma}{\varphi\gamma \cdot \delta\gamma}$. Wenn man nun die Wegbögen $\delta\psi$ und $\varepsilon\omega$ einander gleich macht und berücksichtigt, daß $\upsilon\gamma = \varphi\gamma =$ dem Radius, sowie $\varepsilon\gamma = \alpha\delta$ und $\delta\gamma = \alpha\varepsilon$ ist, so erhält man sofort $\frac{\upsilon\chi}{\varphi\tau} = \frac{\alpha\delta}{\alpha\varepsilon}$, d. h. die Zeiten, in denen in den Apsiden gleiche Bögen durchlaufen werden, sind den Abständen dieser Bögen vom Weltmittelpunkt α proportional.

Mit der Einführung dieses Satzes, von dem aus Kepler im 40. Kapitel zur Einführung des Flächensatzes weiterschreitet, vollzieht sich eine Wendung in unserem Werk, insofern von hier ab an Stelle der *geometrischen* Auffassung der Planetenbewegungen eine *physikalische* Auffassung tritt. Daß hierbei der Äquant der alten Theorie verschwindet, war sich Kepler wohl bewußt, wie er ja am Ende dieses Kapitels sagt, daß außerhalb der Apsiden eine „tenuissima diversitas" auftrete, die leicht zu beweisen, jedoch in der Wirkung unerheblich sei. Auf den ersten Anblick scheint ein Mangel an Folgerichtigkeit darin zu liegen, daß Kepler in den vorausgehenden Kapiteln mit größtem Aufwand das Auftreten eines Äquanten bei der Erdbahn nachwies, um sogleich nach Durchführung dieses Beweises den Äquant bei der Darstellung der Planetenbewegungen fallen zu lassen. Allein jener Nachweis hatte nur den Zweck zu zeigen, daß die alte Hypothese der einfachen Exzentrizität bei der Erdbahn den Beobachtungen nicht gerecht wird, die Erde vielmehr ihre Bahngeschwindigkeit so ändert, wie es der im vorliegenden Kapitel aus der Theorie des Äquanten mit gleicher Teilung gewonnene Satz verlangt.

239. 3. Astromomiae pars Optica, p. 229.

242. 23. *Hieronymus Fracastorius*, Homocentrica. Venet. 1538. Sect. 3. cap. 8. Fracastorius beruft sich in diesem Kapitel, das den Titel „Cur solis declinatio minuatur" trägt, zur Begründung seiner merkwürdigen Ansicht auf Mitteilungen, die Herodot und Pomponius Mela von den Ägyptern erhalten hätten.

246. 21. *W. Gilbert* begründete die Lehre vom Erdmagnetismus in seinem berühmten Werk: De Magnete magneticisque Corporibus et de magno Magnete Tellure Physiologia nova. Londini 1600.

246. 39. Kepler schwankt später in der Darstellung der von der Sonne ausgehenden Kraft, indem er bald diese mit einer magnetischen Kraft identifiziert, bald die Erscheinungen des Magnetismus nur vergleichsweise heranzieht. So schreibt er später i. J. 1607 mit Bezug auf seine Darstellung in der Astronomia Nova von dieser Kraft: „Eam intelligentiae et similitudinis causa dico magneticam, debuit coelestem dicere." (Brief an Herwart vom April 1607. Mss. Pulk. IX Bl. 221.) Vgl. *S. Günther*, Johannes Kepler und der tellurisch-kosmische Magnetismus. Geograph. Abhdlg., herausgeg. von A. Penck in Wien, Bd. III. Heft 2, 1888.

252. 21. Es handelt sich hier um die von *Brahe* entdeckte Variation. Die vorher erwähnte, schon dem Ptolemäus bekannte, monatliche Ungleichheit ist die Evektion.

260. 38. Die Zahlen sind zweimal zu groß; es muß statt Durchmesser Halbmesser heißen.

263. 39. Die Aufgabe, die sich Kepler hier stellt, läßt sich mit den Hilfsmitteln der heutigen Mathematik so formulieren: Kepler nimmt nach seinem „Radiensatz" an, daß die Geschwindigkeit der Erde auf ihrer kreisförmig angenommenen Bahn dem Radius Vector umgekehrt proportional ist, so daß also in der Fig. 2 der Winkel P_1QM nicht mehr die mittlere Anomalie α darstellt. Da die Geschwindigkeit der Erde gleich $\frac{d\beta}{d\alpha}$ ist (der Radius des Kreises sei gleich 1 gesetzt), ergibt sich als neue Beziehung zwischen β und α nach dem Radiensatz $\frac{d\beta}{d\alpha} = \frac{c}{r}$ oder $\alpha = \frac{1}{c}\int_0^\beta r\, d\beta$, wo $r = \sqrt{1 + 2e\cos\beta + e^2}$ ist und c so bestimmt werden muß, daß für $\beta = \pi$ auch $\alpha = \pi$ wird, d. h. es ist $c = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi r\, d\beta$. Kepler kann dieses elliptische Integral nicht anders auswerten, als daß er das Wegelement gleich 1° annimmt, für jeden Grad den zugehörigen Abstand r berechnet und diese Abstände addiert. Er deutet weiter unten im vorliegenden Kapitel (S. 268 Z. 12 ff.) seine Aufgabe in ganz moderner Weise als Berechnung einer Fläche und fordert hier die Geometer auf, ihm bei der Berechnung dieser Fläche behilflich zu sein. Er stellt damit die Mathematik vor eine ganz neue, bisher unerhörte Aufgabe.

266. 21. *Adriaen van Roomen* berechnete i. J. 1593 die Zahl π mit Hilfe des 2^{30}-Ecks bis auf 15 Dezimalstellen.

266. 38. Kepler setzt hier (Fig. 2) die physische Gleichung $\psi = e \sin\beta$. Die optische Gleichung erhält man aus $\operatorname{tg}\varphi = \frac{e\sin\beta}{1 + e\cos\beta}$. Durch Reihenentwicklung erhält man für $e = 0{,}018$ den maximalen Unterschied der beiden Gleichungen für $\beta = 45°$ im Betrag von $34''$.

268. 11. Die vorausgehenden Ausführungen zeigen, wie Kepler den Flächensatz als bequemen Ersatz für seinen als richtig gehaltenen „Radiensatz" einführt. Der Unterschied der beiden Sätze läßt sich am besten in der mathematischen Formelsprache ausdrücken. Da (Fig. 2) der Sektor $P_1OM = \frac{\beta}{2}$ und der Inhalt des Dreiecks $OSM = \frac{1}{2} e \sin\beta$ ist, ergibt sich nach dem Flächensatz für die mittlere Anomalie $\alpha = \beta + e\sin\beta$. Diese Beziehung zwischen α und β tritt an die Stelle der in der Anmerkung zu S. 263 angegebenen Beziehung.

Das „miraculum", von dem Kepler hier spricht, löst sich später auf folgende Weise. Es gelingt Kepler, aus der Erfahrung zu zeigen, daß der Abstand der

Erde von der Sonne, der zu einer beliebigen exzentrischen Anomalie β gehört, gleich $1 + e \cos \beta$ ist und daß dieses Abstandsgesetz gerade für die Ellipse gilt (s. Anmerkungen zu S. 346 und 370). Setzt man nun statt dem früheren r diesen neuen Wert $r_1 = 1 + e \cos \beta$ in $\alpha = \frac{1}{c} \int_0^\beta r_1 \, d\beta$ ein, so liefert dieser Ansatz gerade die Formel $\alpha = \beta + e \sin \beta$, die bei Kepler als Ausdruck für den Flächensatz gilt.

Man beachte, daß sich Kepler des Unterschieds zwischen den beiden Sätzen wohl bewußt war; im folgenden untersucht er ihn in aller Klarheit. Die Rechnung zeigt ihm aber, daß er mit der Erfahrung durchaus in Übereinstimmung ist, wenn er seine Gleichungen bei der Erde mit Hilfe des Flächensatzes berechnet.

269. 9. Mit anderen Worten: Projiziert man (in Fig. 2) den Abstand r von S aus auf den durch M gehenden Durchmesser, so ist die Projektion $MB = r \cos \varphi = 1 + e \cos \beta$. Es ist also $\int_0^\pi r \cos \varphi \, d\beta = \int_0^\pi (1 + e \cos \beta) \, d\beta = \pi$. D. h. in der Sprache Keplers, die Gesamtheit der Projektionen der Abstände ist gleich der Kreisfläche.

269. 26. Die Überlegungen im vorstehenden Absatz bekunden die Eindringlichkeit, mit der Kepler seine geometrisch anschauliche Methode anwendet; er braucht diese Überlegungen im folgenden nicht mehr, hat aber seine Freude an ihnen. In der Tat zeigt eine einfache Rechnung, daß die kleinen Strecken RA und SA verschieden sind. (Vgl. die Anmerkung zu S. 285.) Sie stimmen jedoch überein bis auf die 2. Potenz der Exzentrizität e; erst bei Berücksichtigung der höheren Potenzen von e zeigt sich der Unterschied. Entsprechend offenbart sich der Unterschied der beiden Teile, in die der „konchoidische" Streifen durch EA zerlegt wird, erst bei Berücksichtigung der 3. Potenz von e.

270. 10. *Ov.* Ars amat. 1, 771 s.

275. 35. Korrektur (in Übereinstimmung mit S. 135 Z. 14) nach Mss. Pulk. XIV Bl. 368.

279. 4. Die Korrektur stützt sich auf den folgenden Absatz; vgl. auch Zeile 31 und 32.

283. 24. Daß der an sich richtige Flächensatz Ergebnisse liefert, die mit den von den Beobachtungen bestätigten Werten der Hypothesis vicaria nicht übereinstimmen, erklärt sich so: Der Flächensatz stellt eine Beziehung dar zwischen der mittleren Anomalie und der exzentrischen Anomalie; er liefert den Unterschied der beiden, d. i. die physische Gleichung, richtig. Die Annahme aber, die Planetenbahn sei ein Kreis, fälscht die Beziehung zwischen der exzentrischen Anomalie und der wahren Anomalie. Für die Exzentrizität 9264

ergibt sich hier durch Reihenentwicklungen ein maximaler Unterschied von $7' 22''$.

285. 7. Um zu beweisen, daß der bemerkte Fehler nicht daher rührt, daß an Stelle der Abständesummen die ihnen nicht völlig äquivalenten Flächen treten, sucht Kepler hier den schmalen Streifen zwischen den beiden Konchoiden zu berechnen. Für diese Fläche (mit den Bezeichnungen von Fig. 2) hat man $F = \int_0^\pi (r - r_1)\, d\beta$, wo $r = \sqrt{1 + 2e\cos\beta + e^2}$ und $r_1 = r \cdot \cos\varphi = 1 + e\cos\beta$ ist. Bis auf die 2. Potenz von e ist die Differenz $r - r_1 = \frac{e^2}{2} \cdot \sin^2\beta$. Daher erhält man $F = \frac{1}{4} e^2 \pi$.

Kepler verfährt nun bei seiner Rechnung so. Er möchte für alle ganzzahligen Grade von β die Differenzen $r - r_1$ berechnen und addieren. Geleitet durch ein bestimmtes Beispiel, das er sich zurechtlegt, vermutet er, daß für ein beliebiges β die Differenz $r - r_1$ zu $\sin^2\beta$ proportional ist. Daß diese Vermutung richtig ist, zeigt obige Rechnung. Für die größte dieser Differenzen bei $\beta = 90°$ erhält man $\sqrt{1 + e^2} - 1 = \frac{e^2}{2}$. Um die Summen dieser Differenzen zu bilden, hat Kepler also zu addieren

$$432\,(\sin^2 1° + \sin^2 2° + \sin^2 3° + \ldots + \sin^2 180°).$$

Dieser Ausdruck entspricht bei Kepler dem vorhin angesetzten Integral $\frac{e^2}{2} \cdot \int_0^\pi \sin^2\beta\, d\beta$. Kepler kann aber seine Reihe nicht addieren. Es steht ihm nur die Summe

$$\sin 1° + \sin 2° + \sin 3° + \ldots + \sin 180° = \sec 89° + \operatorname{tg} 89°$$

zur Verfügung. Nun glaubt er gefunden zu haben, daß die Summe der Quadrate der einzelnen Glieder dieser Reihe den 7. Teil der Summe der ersten Potenzen ausmacht, und gibt so als Ergebnis 7000 an. Diese Abschätzung ist jedoch falsch. Im Anfang des 48. Kapitels (S. 304) hat Kepler die Summe der 180 den einzelnen ganzen Graden von β entsprechenden Abstände direkt ermittelt. Der Überschuß dieser Abständesumme beträgt demnach nicht 7000, sondern 37781, und dieser Wert stimmt mit dem oben berechneten Wert $\frac{1}{4} e^2 \pi$ gut überein, wenn man im Maßstab Keplers $e = 9165$ und statt π den Wert 180 setzt und fünf Stellen abschneidet.

Der angeführte Ausdruck für die Summe der Sinus ergibt sich aus einem Satz, den *Cardanus* in seinem Werk: De Subtilitate Libri XXI. Norimbergae 1550, anführt (Lib. XVI De Scientiis p. 303). Über den Beweis von *Jost Bürgi* ist nichts bekannt.

288. 31. Die Aufgabe, die sich Kepler bei seiner Ovalhypothese stellt, und deren Behandlung sich vom 45.–50. Kapitel hinzieht, läßt sich folgendermaßen

formulieren: Von der Sonne S aus (Fig. 3) geht der Strahl SA = 1. Man lasse den Planeten auf einem Kreis um A mit dem Radius e in negativem Drehungssinn gleichförmig sich bewegen, während gleichzeitig der Strahl SA sich in positivem Sinn um A so bewegt, daß die Geschwindigkeit des Planeten in der durch die zusammengesetzte Bewegung erzeugten Bahn umgekehrt proportional dem Radius vector ist, bzw. der Radius vector in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume beschreibt. Dabei soll der Planet seinen Epizykel in der gleichen Zeit durchlaufen, in der der Strahl SA einen vollen Umlauf ausführt. Mathematisch läßt sich das Problem ausdrücken durch die Formel

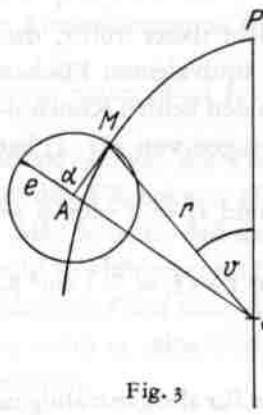


Fig. 3

$$\frac{ds}{d\alpha} = \frac{c}{r} \quad \text{bzw.} \quad \frac{d\upsilon}{d\alpha} = \frac{c}{r^2}, \quad \text{wobei } r = \sqrt{1 + 2e\cos\alpha + e^2} \text{ ist.}$$

Die Konstanten c sind so zu bestimmen, daß für $\alpha = \pi$ auch $\upsilon = \pi$ wird. Natürlich liefern die beiden Ansätze verschiedene Bahnen, die sich jedoch wegen der Kleinheit von e wenig unterscheiden.

Die Lösung dieser Integrationsaufgaben bereitete Kepler mit seinen einfachen Hilfsmitteln unendliche Schwierigkeiten. Man muß sagen, daß seine Ausführungen in den folgenden Kapiteln eben wegen des Mangels der erforderlichen analytischen Hilfsmittel vielfach einen verworrenen Eindruck machen. Im 46. Kapitel wird die Eiform der Bahn untersucht. Im 47. Kapitel wird der Flächeninhalt des Ovals und seiner Teile durch Substitution einer Ellipse berechnet. Das 48. Kapitel bringt einen Versuch mit dem „Radiensatz" und eine näherungsweise Umfangsberechnung des Ovals. Auch im 49. Kapitel wird ein durchsichtiger aber verfehlter Versuch mit dem „Radiensatz" gemacht. Im 50. Kapitel schließlich werden sechs weitere Versuche dargestellt, mit denen Keplers mathematischer Instinkt seine Aufgabe abgetastet hat, um mit den Beobachtungen übereinstimmende Ergebnisse zu erzielen. Bei den Versuchen kamen aber immer für die wahre Anomalie im ersten Quadranten zu kleine Werte heraus. Man vergleiche die ausführlichen Inhaltsangaben Keplers zu diesen Kapiteln S. 47ff., und besonders seine Mahnung, die er daselbst beim 45. Kapitel gibt.

296. 9. Eine analytische Untersuchung des Ovals von Kepler bestätigt seinen Befund, daß dieses im Aphel ein stumpfes, im Perihel ein spitzes Ende besitzt.

297. 5. Der Flächeninhalt des Ovals läßt sich folgendermaßen berechnen. Mit den Bezeichnungen der Fig. 3 ist das Oval (bei Anwendung des Flächensatzes) definiert durch die Gleichungen

$$\frac{d\upsilon}{d\alpha} = \frac{c}{r^2} \text{ und } r^2 = 1 + 2e\cos\alpha + e^2,$$

wo c so zu bestimmen ist, daß für $\alpha = \pi$ auch $\upsilon = \pi$ wird. Es muß also sein:

$$c \int_0^{\pi} \frac{d\alpha}{r^2} = c \int_0^{\pi} \frac{d\alpha}{1 + 2e\cos\alpha + e^2} = \pi.$$

Daraus folgt $c = 1 - e^2$. Daher ist der Inhalt des Ovals

$$\frac{1}{2} \int_0^{2\pi} r^2 \, d\upsilon = \frac{1 - e^2}{2} \int_0^{2\pi} d\alpha = \pi (1 - e^2).$$

Kepler ersetzt bei seiner Berechnung des Flächeninhalts das Oval durch eine Ellipse, deren Achsen so groß sind wie die aufeinander senkrechten Ovaldurchmesser. Die größte Breite der „Möndchen" zwischen dieser Ellipse und dem Kreis über der großen Achse sucht er zu bestimmen, indem er sich in geschickter Weise eine Strecke zurechtlegt, die er elementar berechnen kann und die nur „unmerklich" verschieden von jener Breite ist. Er findet so für diese Breite den Wert e^2, so daß die kleine Halbachse der Ellipse gleich $1 - e^2$ und der Ellipseninhalt in Übereinstimmung mit dem obigen Ergebnis gleich $\pi (1 - e^2)$ wird. (Dabei ist wohl zu beachten, daß für diese Ellipse die Sonne, deren Abstand vom Mittelpunkt mit e bezeichnet ist, nicht in einem Brennpunkt steht.) Bei der richtigen Bahnellipse, die Kepler später findet, ist die Exzentrizität gleich dem Abstand e der Sonne vom Mittelpunkt; die kleine Halbachse ist daher gleich $\sqrt{1 - e^2} = 1 - \frac{e^2}{2}$. Die Breite der Möndchen bei der wahren Ellipse ist somit nur halb so groß wie bei der vorliegenden Ellipse, ein Umstand der im weiteren Verlauf der Untersuchungen eine bedeutende Rolle spielen wird.

Durch Reihenentwicklungen findet man, daß der maximale Fehler in der wahren Anomalie bei $\alpha = 45°$ ungefähr $7\frac{1}{2}'$ beträgt.

301. 29. Hier tritt zum erstenmal das „Keplersche Problem" auf. Kepler rechnet hier und im folgenden mit der falschen Ersatzellipse genau so, wie später bei der wahren Ellipse aus der mittleren Anomalie die wahre zu berechnen ist. Die folgenden Rechnungen gehen so (s. Fig. 4 S. 481): Zuerst wird aus $\alpha = \beta + e \sin\beta$ für gegebenes α durch Probieren die exzentrische Anomalie β bestimmt. Daraus erhält man $NA = \sin\beta$ und $MA = (1 - e^2) \sin\beta$, da ja hier die kleine Halbachse gleich $1 - e^2$ ist. Daraus folgt

$$\operatorname{tg} \upsilon = \frac{MA}{SA} = \frac{(1 - e^2) \sin\beta}{e + \cos\beta}.$$

304. 38. Hier liegt ein Fehlschluß vor, wie auch S. 308 Z. 9ff. Denn bezeichnet man die Elementarbögen mit $s_1, s_2, s_3 \ldots$ und die entsprechenden Abstände mit $r_1, r_2, r_3 \ldots$, so folgt aus $s_1 : s_2 : s_3 \ldots = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2} : \frac{1}{r_3} \ldots$ nicht $\Sigma s_i : \Sigma r_i = r_1 : s_1$.

307. 8. Diese Proportion ist unrichtig. Aus $HB : BO = BO : BD$ folgt nicht $HO : OD = HB : BD$. Aus $HB < BD$ folgt aber richtig $HO < OD$, und diese Ungleichung ist es, was Kepler braucht.

307. 35. Die Rektifikation ist richtig, wie man findet, wenn man in $\frac{ds}{d\alpha} = \frac{c}{r}$ die Konstante c wieder so bestimmt, daß für $\alpha = \pi$ (Fig. 3) auch $\upsilon = \pi$ wird, und integriert.

309. 26. Die Korrektur stützt sich auf die Angabe S. 307 Z. 35.

313. 31. Zur Korrektur vergleiche man 309. Z. 37.

315. 5. Man kann dieses Ergebnis, das Kepler so sehr überrascht, folgendermaßen beweisen. Es sei in der Fig. S. 315 der Radius BC = 1, AB = e, AC = r, $\sphericalangle$ CAB = γ, die von Kepler eingeführte 3. Proportionale AF zu BC und AC gleich x. Dann ist $r^2 - 2\,e\,r\cos\gamma + e^2 = 1$, also

$$r = e\cos\gamma + \sqrt{1 - e^2\sin^2\gamma} \text{ und } x = r^2.$$

Kepler, der als Elementarbogen stets 1° benützt, bildet die Summe der 360 Proportionalen. In unserer Sprache ist diese Summe, die er bilden will, gleich

$$\frac{360}{\pi}\int_0^{\pi} r^2\,d\gamma = \frac{360}{\pi}\int_0^{\pi}(1 + e^2\cos 2\gamma + 2e\cos\gamma\sqrt{1 - e^2\sin^2\gamma})\,d\gamma.$$

Der Wert dieses Ausdrucks ist in der Tat exakt gleich 360.

In entsprechender Weise läßt sich auch die von Kepler berechnete Summe der Abstände verifizieren.

Wenn Kepler hier und bei einigen folgenden Versuchen, von denen der 6. am meisten beachtenswert ist, mit den 3. Proportionalen zum Bahnradius 1 und zum Abstand r operiert, so steckt dahinter ein besonderer Kunstgriff: Setzt man die Geschwindigkeit des Planeten den 3. Proportionalen x umgekehrt proportional, so wird sie, da $x = r^2$ ist, gleich $\frac{c}{r^2}$. Kepler versucht also durch Summierung der 3. Proportionalen den durch den Flächensatz geforderten Ausdruck $c\int\frac{d\alpha}{r^2}$ auszuwerten.

324. 3. Korrektur nach Mss. Pulk. XIV Bl. 39v.

327. 36. Zur Korrektur vergleiche man die Tafel S. 341.

333. 27. Für die Korrektur wurden Keplers Konzepte in Mss. Pulk. XIV Bl. 61, 62 herangezogen.

334. 22. Korrektur nach Mss. Pulk. XIV Bl. 62 v.

339. 23. Bei der Berechnung der Zahl 161 363 liegt ein Fehler vor, insofern Kepler hier 336 zur Hälfte von 322 054 addiert hat.

345. 9. *David Fabricius* schrieb Kepler am 27. Oktober 1604 (a. St.), daß die Ovalhypothese auf Grund seiner Beobachtungen die Abstände zu kurz macht. Kepler gab in seiner Antwort vom 18. Dezember 1604 seiner Freude darüber Ausdruck, daß sich hier die Ergebnisse des Fabricius mit seinen eigenen decken. Wenn er aber an der vorliegenden Stelle sagt, Fabricius wäre ihm in der Ent-

deckung der wahren Planetenbahn fast zuvorgekommen, so geht er in der Anerkennung der Leistung des Freundes zu weit. Fabricius wollte von einer elliptischen Bahnform nichts wissen. Schrieb er doch noch am 20. Januar 1607 (a. St.), als er längst über Keplers Entdeckungen im einzelnen unterrichtet war, an diesen: „Per oualitatem vel ellipsin tuam, tollis circularitatem et aequalitatem motuum, quod mihi imprimis penitius consideranti absurdum videtur. Coelum vt rotundum est, ita circulares et maximè circa suum centrum regulares et aequales motus habet. Corpora coelestia sunt perfecte rotunda, vt ex Sole et Luna liquet. Ergo non dubium est omnes omnium motus per circulum perfectum, non ellipsin aut excessum etiam fieri, item aequaliter moueri super suis centris."

346. 13. Das heißt: Der Abstand, der zu der exzentrischen Anomalie β (Fig. 2) gehört, ist nicht $MS = r$, sondern $MB = r_1 = r \cos \varphi = 1 + e \cos \beta$. Da nach dem Flächensatz $\alpha = \beta + e \sin \beta$ ist, weiß man, wie groß der Abstand für eine bestimmte mittlere Anomalie, d. h. zu einem gegebenen Zeitpunkt ist.

352. 31. Die „Magia Naturalis" des Neapolitaners *Jo. Bapt. Porta* war in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts in einer sehr großen Anzahl von Ausgaben in verschiedenen Sprachen verbreitet. Während die in vier Bücher gegliederte erste Ausgabe (Neapoli 1558) die magnetischen Erscheinungen kaum erwähnt, handelt das ganze VII. Buch der 20 Bücher umfassenden Ausgabe, die erstmals 1589 in Neapel erschien, vom Magnetismus. Für die vorliegende Stelle kommt hauptsächlich das 5. Kapitel in Betracht.

W. Gilbert, dessen Werk bereits oben in der Anmerkung zu S. 246 Z. 21 zitiert wurde, hat die Erscheinungen, die bei der Teilung eines Magnets auftreten, in Lib. I. cap. 5 behandelt.

353. 24. Kepler zieht hier das Beispiel der Waage heran, um den Planetenbewegungen eine „natürliche" Begründung zu geben, d. h. sie mechanisch zu erklären. Wenn er sagt, da die Stärke des Winkels eine natürliche sei, werde sie dem Gesetz der Waage folgen, so heißt das: Da die von der Größe des Winkels abhängige Kraftwirkung etwas mechanisch Gesetzmäßiges ist, wird für diese Abhängigkeit dieselbe Beziehung gelten, die er bei der Waage glaubt gefunden zu haben, weil hier ein ähnliches Kräftespiel auftritt, wie er es sich beim Zustandekommen der Planetenbewegungen denkt. Die vorliegenden Ausführungen bilden nicht etwa einen gelegentlichen Gedankeneinfall, sondern vielmehr eine Grundvorstellung von Keplers Himmelsmechanik. So verfehlt auch diese Vorstellung ist, so müssen wir doch hierin den ersten Versuch erblicken, aus physikalischen Prinzipien auf mathematischem Weg die Planetenbewegungen zu deduzieren.

Seine Theorie der Waage hatte Kepler bereits in seiner Optik ausgeführt (p. 17ss). In der Epitome Astronomiae Copernicanae (p. 651 ss.) wiederholte er seine Theorie und ihre Anwendung zur Erklärung der Planetenbewegungen. Diese Theorie der Waage ist freilich falsch. Kepler weiß, daß der Ausschlag der Waage um so größer ist, je größer der Unterschied in der Belastung der beiden

Waagschalen ist. Allein dieser Ausschlag ist auch von anderen physikalischen Größen abhängig, und das berücksichtigt Kepler nicht. So kommt er zu der Annahme, daß, wenn P_1 und P_2 ($P_2 > P_1$) die Gewichte in den beiden Waagschalen bedeuten und α den Ausschlagswinkel bezeichnet, dann Gleichgewicht besteht, wenn $\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 - \sin\alpha}{1 + \sin\alpha}$ ist.

354. 19. Nachdem Kepler gezeigt hat, daß seine anziehende Kraft, die der Planet erleidet, in jedem Augenblick proportional dem Sinus der wahren Anomalie α ist, sieht er sich veranlaßt, nachzuweisen, daß die Kraftwirkung, die der Kraft entsprechend ebenfalls diesem Sinus proportional gesetzt wird, der aus den Beobachtungen festgestellten *Libratio* entspricht. Da der Abstand des Planeten von der Sonne im Aphel gleich $1 + e$, für die exzentrische Anomalie β aber gleich $1 + e \cos\beta$ ist, so ist diese Schwankung gleich $e\,(1 - \cos\beta)$, sie ist also dem Sinus Versus von β proportional. So sieht sich Kepler veranlaßt zu untersuchen, ob nicht etwa die Summe der einzelnen Kraftwirkungen, d. i. die Summe der für die einzelnen Elementarbögen von 0 bis $\beta°$ berechneten Sinus dem Sinus Versus von β gleichkommt (wobei er zunächst unberücksichtigt läßt, daß bei der Bestimmung der anziehenden Kraft die wahre Anomalie, bei derSchwankung dagegen die exzentrische auftritt). In der Tat ist $\int_0^\beta \sin\beta\,d\beta = 1 - \cos\beta$ = Sinus Versus von β. Kepler leitet diese Formel nicht her, er verifiziert sie vielmehr, indem er als Bogenelement 1° annimmt und für einige Beispiele die entsprechende Sinussumme mit dem Sinus Versus vergleicht. In seiner Epitome Astronomiae Copernicanae (p. 655 ss. der Originalausgabe) macht Kepler im Anschluß an einen Satz von Pappus einen freilich nicht einwandfreien Versuch, die Formel zu beweisen. Daselbst bemerkt er richtig, daß die Unstimmigkeit, die sich für kleine β hier ergibt, daher rühre, daß er den Elementarbogen zu groß (gleich 1°) angenommen habe.

Die vorliegende Stelle ist viel bemerkt worden und hat zu einer Kontroverse Anlaß gegeben. *S. Günther* hat behauptet (Über eine merkwürdige Beziehung zwischen Pappus und Kepler. Bibliotheca Mathematica (2) Bd. 2. 1888. S. 81–87), Kepler habe an dieser Stelle eine Integration durchgeführt, was hauptsächlich von *G. Eneström* bestritten wurde (Über die angebliche Integration einer trigonometrischen Funktion bei Kepler. Bibliotheca Mathematica (3) 13. Bd. 1912/13. S. 229–241). Die Kritik Enestroms entspricht jedoch nicht in allem dem logischen Sachverhalt.

358. 9. Daß die Änderung des scheinbaren Sonnendurchmessers dem Sinus Versus der wahren Anomalie α in erster Annäherung proportional ist, wie Kepler hier aussagt und für drei besondere Werte von α dartut, läßt sich leicht allgemein beweisen.

364. 16. Zur Ergänzung der vorausgehenden Ausführungen über die physikalischen Prinzipien der Planetenbewegungen möge im folgenden wiedergegeben werden, was sich in Keplers Konzepten (Mss. Pulk. XIV Bl. 4 und 5) hierüber findet.

AXIOMATA PHYSICA DE MOTIBUS STELLARUM

1. Consentaneum astra circumagi aut vi motrice, aut nutu. Ex 3. et 11.
2. Coeli solidi nulli sunt.
3. Astrorum σχῆσις nulla. Ex 2.
4. Aura aetheria ponitur undique aequabilis.
5. Ubi est ἀντισπᾶσις illis circumagendis nutus non sufficit. Ex 7.
6. Ubi est intentio et remissio continua vi naturali consentanea, nutus solitarius non est verisimilis. Ex 10.
7. Vis naturalis mensuratur primariò ἀντισπάσει ponderum, aut vi motrice contraria, ἀνθέλξει.
8. Vim motricem necesse est niti corpore ceu fonte.
9. Vis motrix opus habet propagatione a fonte seu effluxu.
10. Huic effluxui naturalis est intentio et remissio per elongationem.
11. Antispasis aequalis in quiete consistit, inaequalis in motu. Ex 7.
12. In motu spectatur praeter vim et mobile, etiam temporis ad spacium proportio.
13. Item in motu consideranda est et amplitudinis mobilis proportio ad medii densitatem.

Fons. Vis affluens ..... pondus, seu ἀντισπᾶσις.
Medium ..... Amplitudo terminorum.
Spacium ..... Tempus.

14. Cum de uno planeta agitur, nulla est consideratio Medii et temporis. Ex 4. et 15.
15. Corpora planetarum sunt undique aequabilia, sc. rotunda.
16. Nutus signis opus habet, quibus dirigatur.
17. Ubi nulla continua signa, nullus continuus motus per nutum. Ex 16.
18. Ponatur, quod observata testantur, angulos anomaliae coaequatae esse in eversa proportione distantiarum, vel directa discorum.
19. Epicycli arcus esse in proportione diametrorum.
20. Librationem contingere in Epicycli diametro.
21. Epicyclus non movetur vi eadem qua Eccentricus. Ex 20. et 12. et 10.
22. Ubi nulla antispasis et nulla medii densitas, tralatio potest esse in momento per nutum.
23. Motus a spacio dependet.
24. Quaelibet vis naturalis habet definitam celeritatem.
25. Effluxus imitatur celeritatem fontis.
26. Ubi nulla antispasis vel medii densitas, mobile imitabitur celeritatem fontis.

27. Intentio et remissio effluxus non est sine vel antispasi vel densitate medii.
28. Planetarum corpora habent vel antispasin vel proportionem amplitudinis ad densitatem medii. Ex 27. et 18. 19.
29. Punctum mobile tollit considerationem omnis densitatis medii.
30. Antispasis non est, nisi in corpore. Ex 31.
31. Quo majus corpus hoc majus pondus.
32. Punctum tollit considerationem vis motricis. Ex 30. 31. 7. 5.
33. Puncti tralatio nulla est, nisi per nutum. Ex 32. 29.
34. Planetae aguntur vi naturali in Eccentricis. Ex 28. 18.
35. Epicyclus non incitatur solo nutu. Ex 17. 19. 6.
36. Epicyclus incitatur vi. Ex 5. et 28. 12. 20.
37. Epicycli vis incenditur a vi Solis. Ex 36. 21. 19.
38. Epicyclo vis aliâs est alia. Ex 37. 10.
39. Sol convolvitur in Zodiaci longum.
40. Sol non attrahit planetam in descendente semicirculo, pellit in ascendente, ut Magnes.
41. Magnes non pellit ferrum, sed semper in situ unit, at non omni parte pollet hac vi.
42. Epicyclus agitur mixta vi propria et nutu.
43. Vis naturalis continua est.
44. Epicycli motus non est ex nuda vi naturali. Ex 43. et 20.

Mirum, quantum angulum facit apud centrum Eccentrici, tantum etiam facere apud centrum Epicycli, et tamen circumferentiam Epicycli non permeare sed diametrum. Itaque non manuducitur tempore, quia non admetitur spacia. At neque signis manuducitur, quia spacium non potest intelligere, quod in Eccentrico est emensus.

Intendit virtutem suam etiam Epicyclicam accessu ad solem, at ea non utitur quatenus eam intendit, scilicet ad conficienda spacia.

Si conjunctionem ☉ cum fixis spectaret, nutus esset non intentio virtutis. At non spectat hanc, quia antequam ad coaequatae quadrantem veniat, jam est in centro Epicycli.

An igitur dicemus illum scire portionem Eccentrici confectam? quomodo verò? Non applicatione ☉ ad fixas, hoc enim jam negatum, neque tempore, quia hoc itidem jam negatum, neque applicatione centri eccentrici ad fixas, quia invisibile et incorporeum. Sed et uno minuto et 20″ variabit aequatio si dirigat diametrum non ad ☉ sed ad centrum Eccentrici.

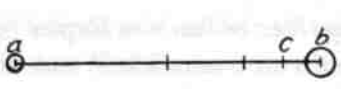
Dicas, Epicyclum spectare easdem fixas, at quomodo? Sed et falsum: alias maneret perfectus eccentricus.

Omnino in diametro tendit ad ☉. Non est Epicyclus rectus ad Eclipticae planum, alias non contingeret decurtatio.

Imo appetit augmentationem diametri ☉ analogam anomaliae coaequatae, hinc res eodem redit.

Ut aliquid nutu fiat requiruntur haec. Primo facultas applicandi signum effectui, citra signi operationem aliam. Ergo mens est, et imaginativa. 2. Facultas effectu producendi ut libratio in diametro. 3. Signum ipsum quod hic est planetae contemplatio fortitudinis anguli solem inter et Apheliam vel Periheliam fixam. 4. Opus simile signo, quod est augmentatio juxta diametri Solis. 5. Instrumentum quo perficitur opus, ut accessu et recessu libero.

Ut corpus aliquod actionem aliquam seipso perficiat: Opus est illi principio actionis seu ὁρμῇ, quae est opus Animi. Nam demonstravit Aristoteles, in materia et forma corporum non inesse principium ullius motus praeter rectum. Verius diceretur, substantiam corpore[a]m seipsa quidem aptam natam esse ad quiescendum, in quocunque loco ponitur: habere tamen virtutem naturalem, per corpus sparsam, uniendi motu rectilineo partes divulsas, eamque proprietatem obtinere, non quatenus substantia nuda, sed quatenus totum aliquid naturale et integrale est. Atque hic est motus gravitatis. In hoc unitionis motu regnat lex staterae; nam in qua proportione sunt partes ejusdem totius in duas partes divisi, in eadem sed eversa proportione dividunt spacium suae distantiae. Sit A 1 in diametro et corpulentia. B in diametro 2, plano 4, corpore 8.



Spacium igitur AB dividatur in partes AC 8 et CB 1. Conjungentur igitur haec duo corpora non impedita in C. Atque hic est motus corporalis rectus et finitus.

Animalis, est recto partium saepe contrarius, et utplurimum. Quieti verò totorum ἀντιφατικός. Primum igitur Animi impetus et ὁρμὴ requiritur. Sed in corpore humano subdividitur in Naturalem et animalem propriè. Naturalem dicunt, non quod anima opus non habeat, nam vitae non est superstes: sed quod consilio quae praecipuà vis est animae, non gubernetur, sed potius dispositione et filamentis corporum. (*Randbemerkung:* Principium motus Epicyclici debet esse animale, quia hic motus ipsi soli planetae tribuitur. Et si distinctum erit opus, et ὁρμὴ distincta requiritur, ut si circulus, ὁρμὴ pollens gubernare facultatem continuè ad effectum circuli.)

Attamen aliquo sensu (qui est animi soboles; ad minimum tactus sensu) incitatur: et habet principium animale seu ὁρμήν. Unde quidam ventriculum dicunt esse animal peculiare in homine. Sic ventriculus, uterus, intestina, renes, cor, cerebrum, quin imo universa caro cor-

poris carens etiam capite seu origine sensuum, movetur, viscera molestata repletione aut mordaci materia liquida vel halituosa: Caro musculorum flatibus aut humore, cutis punctu movetur. (*Randbemerkung:* Motus planetae proprius efficitur per animalem facultatem. Objectum hujus motus Solis a certis fixis inclinatio angularis. Per lucem Sol et fixae sese planetae communicant, aut per alium talem effluxum virtuosum. Planeta aut videt aut tangit etc.)

Deinde et facultas naturalis requiritur pollens in corporis contradictoriam quietem. Tertio ὁρμὴ debet excitari ab extra, ut intestina non seipsis sed propter orientem in ipsis flatum. Quartò si objectum ὁρμὴν excitans distat causa loci, oportet effluere usque ad corpus planetae, quinto in planeta esse sensum hujus effluxus, sexto et applicatio partialis erit objecti ad ὁρμὴν per sensum communem, quo dijudicetur tempus et distantiae variantis objecti, differentiaeque agendorum. Septimo oportet et sentire quid agat et efficiat, ut ampliationem diametri ☉. (*Randbemerkung:* Sensus rei geometricae.) Octavo hoc quoque effluere ad planetam.

364. 23. *Verg.* Eclogae carm. 3, 64.

365. 27. Als maximaler Fehler dieser Hypothese kommt bei $\alpha = 45°$ ein Betrag von 7′ heraus.

367. 19. *F. Commandinus,* Commentarii in Opera nonnulla Archimedis. Venetiis 1558. p. 31–33.

368. 20. Das arithmetische Mittel der Umfänge der beiden von Kepler genannten Kreise ist (wenn man bis zur 4. Potenz von e entwickelt) nur um $\frac{1}{32}\, e^4 \pi$ größer als der Ellipsenumfang.

368. 27. *Gnomon* heißt nach Euklid (II, Def. 2) die Restfigur, die entsteht, wenn man in einem Parallelogramm durch einen Punkt einer Diagonale zu den Seiten Parallelen zieht und eines der beiden kleineren Parallelogramme, durch die die Diagonale geht, von dem ganzen gegebenen Parallelogramm abzieht.

368. 40. Kepler beweist hier, daß bei der Ellipse $a^2 - b^2 = e^2$ ist.

369. 31. Hier will Kepler zeigen, daß die Projektionen $MB = r \cos \varphi$ (Fig. 2) der Abstände $MS = r$ auf die entsprechenden Durchmesser MO zusammen der Summe der Radien gleichwertig sind, d. h. er will zeigen, daß

$$\int_0^\beta r \cos \varphi \, d\beta = \int_0^\beta (1 + e \cos \beta) \, d\beta = \beta + e \sin \beta$$

ist. Die Projektionen $r \cos \varphi$ nennt er die „distantiae diametrales". Für gegebenes β ist der richtige Abstand des Planeten von der Sonne eben gleich der entsprechenden „distantia diametralis".

370. 13. Nachdem sich Kepler in den vorausgehenden Sätzen alles, was er nachher von der Ellipse braucht, zurechtgelegt hatte, kommt hier der fundamentale, freilich ohne Formelsprache recht umständliche Nachweis, daß gerade bei Annahme einer elliptischen Bahnform für die exzentrische Anomalie β der Abstand des Planeten von der in einem Brennpunkt stehenden Sonne gleich $1 + e \cos \beta$ wird. Nach Fig. 4 ist

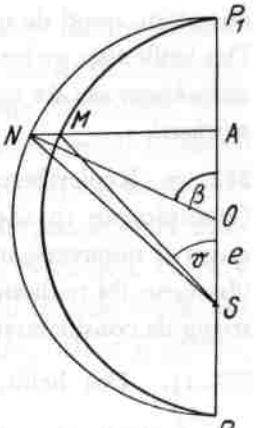


Fig. 4

$$r^2 = \overline{MA}^2 + \overline{AS}^2 = (1 - e^2) \sin^2 \beta + (e + \cos \beta)^2 = 1 + e^2 \cos^2 \beta + 2e \cos \beta,$$

daher $r = 1 + e \cos \beta$.

371. 35. Mit diesen Ausführungen ist eigentlich die Theorie abgeschlossen. Denn es ist bewiesen, daß für eine gegebene exzentrische Anomalie die Ellipse den richtigen Abstand und die richtige wahre Anomalie (58. Kap.) liefert, sowie daß die dieser exzentrischen Anomalie entsprechende mittlere Anomalie, d. h. der Zeitpunkt, zu dem jener Abstand und jene wahre Anomalie gehören, durch das entsprechende Flächenstück der Ellipse bestimmt ist. Kepler hätte also hier das Kapitel beschließen und vorher auch schon einige der vorausgeschickten Sätze über die Ellipse, so die unter Ziffer IV und X, weglassen können.

Wenn er nun aber glaubt, noch nicht fertig zu sein, und sich in weiteren verworrenen und unklaren Ausführungen ergeht, so rührt das daher, daß er sich in dem Verhältnis seines „Radiensatzes" zum Flächensatz nicht klar war; d. h. er meinte, den Flächensatz, der mit der Erfahrung aufs beste übereinstimmte, mit seiner Vorstellung, daß die Geschwindigkeit des Planeten umgekehrt proportional seinem Abstand von der Sonne ist, vereinbaren zu müssen und zu können, obwohl er sich doch im 40. Kap. über den Unterschied der beiden Sätze genauestens Rechenschaft abgelegt hatte. Erst später in seiner Epitome Astronomiae Copernicanae ist er zu einer klaren Erkenntnis durchgedrungen. Daselbst finden sich im 5. Buch zwei sehr bemerkenswerte Äußerungen. In der ersten (p. 669), die sich auf die vorliegende Stelle bezieht, stellt er fest, daß die Unklarheit in ihr daher rühre, „quod distantiae ibi non ut triangula consideratae sunt, sed ut numeri et lineae", d. h. er setzt jetzt an Stelle der *Abstände* die *Flächenelemente*. Zweitens (p. 668) spricht er sich über die Proportionalität der Abstände und der Zeiten, die der Planet zum Durchlaufen eines Wegelements braucht, in folgender Weise aus: „Dictum est in superioribus, divisa orbita in particulas minutissimas aequales, accrescere iis moras planetae per eas in proportione intervallorum inter eas et Solem. Id vero intelligendum est non de omnimoda portionum aequalitate, sed de iis potissimum, quae recta objiciuntur Soli; . . . in ceteris vero oblique objectis intelligendum est hoc de

eo solum, quod de qualibet illarum portionum competit motui circa Solem." Das heißt aber nichts anderes als: *Die Zeitelemente sind den Produkten aus den Radienvektoren und den auf diesen senkrecht stehenden Komponenten der Wegelemente proportional.*

372. 17. Kepler bemerkt später zu dieser Zeile in der Epitome Astronomiae Copernicanae (p. 669): „Unica vocula *erit* obscuritatem magnam induxit; quam si mutaveris in *computaretur*, omnia erunt planiora. Quamquam fateor, obscurius ibi traditam plusque operae natum ex eo, quod distantiae ibi non ut triangula consideratae sunt, sed ut numeri et lineae."

375. 23. Das heißt, Kepler rechnet einmal die Zeit α nach der Formel $\alpha = \int_0^\beta r d\beta$, und sodann nach der Formel $\alpha = \beta + e \sin \beta$. Beide Formeln stimmen natürlich überein, da die wahren Abstände $r = 1 + e\cos \beta$ sind.

377. 27. Kepler berechnet hier die wahre Anomalie υ und die mittlere Anomalie α für einen gegebenen Wert β der exzentrischen Anomalie (Fig. 4) nach den Formeln $\alpha = \beta + e \sin \beta$ und $\cos \upsilon = \frac{e + \cos \beta}{1 + e \cos \beta}$.

377. 30. Bei der Aufgabe, die exzentrische Anomalie β zu berechnen, wenn die wahre Anomalie υ gegeben ist, verfährt Kepler recht umständlich. Das einfachste wäre gewesen, die Formel in der vorausgehenden Anmerkung nach $\cos \beta$ aufzulösen, so daß $\cos \beta = \frac{\cos \upsilon - e}{1 - e \cos \upsilon}$ wäre. Diese analytische Auflösung liefert Kepler aber erst an zweiter Stelle. An erster Stelle gibt er ein umständliches, aber originelles geometrisches Verfahren an, dessen Richtigkeit sich auf analytischem Weg unschwer nachweisen läßt. — Die Rechenfehler des Textes sind in den Fußnoten verbessert.

381. 30. Hier wird in aller Klarheit das „*Keplersche Problem*" formuliert. — In den Pulkowoer Manuskripten findet sich das Fragment eines Briefes (in Abschrift) an einen unbekannten Adressaten, worin sich Kepler über die Berechnung der wahren Anomalie aus der mittleren folgendermaßen ausspricht (XIV Bl. 422):

Jam aliquid ex Astronomia mea. Sunt enim cap. LIX et LX crebra vitia in literis, nec omnia in vestro exemplari correcta. Tres mihi sunt Anomaliae: Media, per tempus data, quam numero in area AKN. Eccentri, quae est impropriè vel area Circuli AKH, vel arcus AK, vel angulus AHK: vel denique propriè arcus Eclipseos AM. Coaequata vero MNA angulus. Data media AKN, non habeo modum inveniendi Eccentri anomaliam AK aliter quam per falsi. Pono enim arcum AK, et eius sinum KL, multiplico in valorem areae maximae EHN, qui est 19110″ secunda (prodit hic valor ex multiplicatione EH in dimidiamHN Eccentricitatem, et comparatione facta ad aream circuli, quam pono valere technicè 360°). Hoc pacto mihi prodit area KHN in scrupulis secundis, quae addo ad positum arcum AK, seu aream AHK (quia

eadem iam est mensura), ut prodat AKN: quae si aequat datam anomaliam mediam, tunc bene posui AK. Tabulis constructis, ut quidem ego iam construxi; iam nulla est amplius in hac positione difficultas. Statim enim excerpitur. Sed ego iam versor in traditione modi computandi aequationem unicam aliquam. Dato arcu AK et LH, cui addo HN Eccentricitatem, prodit LN. Ducta KH, eiusque perpendiculari NT. Erit KT mensura distantiae M planetae ab N sole. Nam KT et MN sunt aequales. Hoc in commentarijs dixi quidem, sed in hoc schemate cap. LIX et LX non explicavi. Jam igitur habetur MN, NL et L rectus, datur igitur MNL anomalia coaequata.

387. 19. *Philipp van Lansberge*, Triangulorum Geometriae Libri IV. Lugd. Bat. 1591.

388. 37. Kepler gibt hier aus Versehen die Zenitdistanz des Pols statt der Polhöhe an.

390. 15. Unter *iter regium* ist hier die Ekliptik gemeint. Weiter unten im 68. Kap. gebraucht Kepler diesen Ausdruck in besonderem Sinn. Da es sich gezeigt hatte, daß die Ekliptik ihre Lage in Bezug auf die Fixsterne im Laufe der Zeiten geändert hatte, führte Kepler, um ein festes Bezugsystem zu bekommen, als *Königsbahn* eine mittlere Ekliptik ein. Als solche nahm er die Äquatorebene der rotierend gedachten Sonne an.

397. 38. *J. L. E. Dreyer*, Tychonis Brahe Opera Omnia. Tom. XII. 1925. p. 291.

408. 11. Almagest Lib. XIII. cap. 3 und 5.

409. 3. Da Aristoteles im Jahre 384 v. Chr. geboren wurde, liegt in der Altersangabe ein Versehen vor. In den Pulkowoer Mss. (XIV Bl. 295 v) finden sich zu der vorliegenden Stelle folgende Ausführungen:

Extat observatio Martis in Aristotele

Vidit is aliquando Lunam subter Martem currere. Verba ejus lib. 2 de caelo. Cap. 12: Lunam enim vidimus, cum bifariam ita divisa esset, ut altera ex parte obscuraretur, ex altera luceret, sensim congredi cum stella quae Martis dicitur, et eam quidem, cum obscurâ illius parte abdita fuisset, tandem ex parte illius lucida emergere.

Proderit latitudinibus Martis

Aristoteles tempus aut locum nullum expressit. Quaeritur tempus.

Primo Lunam dichotomon fuisse dicit, Mars igitur fuit circa quadratum Solis.

Deinde obscura parte prius ad Martem appulit, quare observatio fuit vespertina.

Tertiò Mars visus est. Fuit ergò horâ unâ aut potius duabus post occasum Solis, ut Mars juxta Lunam accuratè cerni potuerit. Ergò post duas horas ab occasu initium hujus observationis fieri potuit, finiri debuit ante mediam noctem, scilicet ante occasum Lunae.

Quarto natus est Aristoteles anno Nabonassari 365. Ponamus natum annos 15, jam aptum fuisse ad hanc observationem. Ergo post annum Nabonassari 380 quaerendum nostrum tempus. Vixit annos 63. In Chalcidem abiit ad Nabonassari 426. Mortuusque paulo post. Quaerenda observatio intra hos annos 50.

Auf Bl. 296v findet sich die Liste seiner Rechenergebnisse für die 50 Jahre. Für das Jahr 393 Nabonassari, d. i. 357 v. Chr., lautet seine Angabe:

☉ in 2 facie ♐, visus ♂ ☽ in ♊, est ♂ in 25 ♋ lat. bor. maxim. ☊ in 18 ♈, ☽ in ♊ borealis multum, et per parallaxin demissior. Haec magnam habet verisimilitudinem.

409. 9. Die Chaldäische Beobachtung, die Kepler unten S. 421 ff. ausführlich erörtert, ist von Ptolemäus überliefert in Almagest Lib. x. cap. 9. Drei weitere Beobachtungen, die Kepler im vorliegenden Kapitel auswertet, finden sich in Almagest Lib. x. cap. 7, und die letzte, die Kepler zu Anfang des 70. Kap. verwendet, in Almagest Lib. x. cap. 8.

414. 18. Tybi, Pharmuthi, Epiphi sind der 5., 8. und 11. Monat des 365 Tage zählenden ägyptischen Jahres.

414. 35. Beim zweiten Marsort fehlen im Text Keplers die Minutenangaben.

423. 10. Kepler gebraucht an der zitierten Stelle nicht *superpositum*, sondern *suppositum*.

423. 16. Da die Ägypter ihre Jahre zu 365 Tagen berechneten, verschoben sich in ihrer Zeitrechnung die Jahreszeiten. Sie fanden, daß nach 1461 solchen Jahren, d. i. nach 1460 tropischen Jahren, das für sie bedeutsame erste Erscheinen des Sirius wieder auf dieselbe Jahreszeit fiel. Daher heißt dieser Zeitraum ein *Annus cynicus*. Eine solche Hundsternperiode liegt gerade zwischen der Abfassungszeit des Almagest und der Astronomia Nova.

PERSONENREGISTER

Da die Namen Brahe, Kopernikus, Ptolemäus naturgemäß sehr häufig, in manchen Teilen Seite für Seite, wiederkehren, sind für sie die Hauptstellen ausgewählt und durch Inhaltsangaben ausgezeichnet worden.

Adrianus Romanus (Adriaen van Roomen) 266
Albategnius 409, 411
Apianus, Petrus (Bienewitz) 142
Apollonius 18, 367, 376, 398
Archimedes 249, 264, 267, 268, 297, 299, 300, 306, 367, 368
Aristarch 15, 19, 63, 88
Aristoteles 6, 20, 24, 67, 68, 97, 258, 360, 408 f.
Arminius 9
Arzachel 411
Augustinus 33
Augustus 9
Avicenna 70

Brahe, Tycho. Lob seiner Leistungen für die Erneuerung der Astronomie 9, 178. Sein astronomisches Gedicht aus den Progymnasmata 12. Keplers poetische Darstellung seines Verhältnisses zu B. 13 ff. Keplers Eintrag in B.s Stammbuch 15 f. Keplers schicksalhaftes Zusammentreffen mit B. 109, 153, 178. B.s astronomisches Weltbild 19. Prüfung seiner Planetentheorie nach physikalischen Gesichtspunkten 21 f., 238. Bedingte Empfehlung des Tychonischen Weltsystems durch Kepler 33. Hält sich zur Erklärung der ersten Ungleichheit an Kopernikus 75. Geometrische Gleichwertigkeit der Hypothesen, durch die Ptolemäus, Kopernikus und B. die zweite Ungleichheit der Planeten erklären 87 ff. Benützt zur Erklärung der zweiten Ungleichheit die mittlere Sonnenbewegung 20, 65, 109. Folgerungen, die sich für seine Theorie ergeben, wenn man statt der mittleren Sonnenbewegung die wahre einführt 102 ff. B.s Tafel der Marsoppositionen 110 f., 150. Seine Reduktion der ekliptischen Örter auf die Bahn, Kritik an dieser Methode 115 ff. Benützt die Sonnenparallaxen zur Verbesserung der Marsörter 120. Verfehlter Versuch zur Bestimmung der Marsparallaxe 121. Sein Verfahren, die Knoten der Marsbahn zu bestimmen 130. Seine Refraktionstabellen 122, 220. Verläßt die gleiche Teilung der Exzentrizität bei der Marsbahn 152, 174. Seine Bemerkungen betreffs der Breiten des Mars 397 f. Entdeckt die Variation des Mondes 252. Beweist, daß die Breiten der Fixsterne sich im Laufe der Jahrhunderte änderten 403. Setzt die jährliche Präzession der Äquinoktien gleich 51 Sekunden 156. Ein Teil seiner Instrumente kommt nach Böhmen 120. Nach B.s Tod wurden seine Instrumente nur noch selten benützt 148. Beseitigt durch seine Kometenbeobachtungen die Vorstellung fester Planetenbahnen 34, 69, 97, 238
Byrgius, Justus (Jost Bürgi) 284

Calippus 6, 67
Cardanus, Hieronymus 284
Christian, König von Dänemark 9
Christianus Severini s. Longomotanus
Commandinus 367, 368

Diogenes Laërtius 409
Dürer, Albrecht 295

Eudoxus 6, 67, 409
Euklid 94, 96, 180, 217, 250, 266, 267, 305, 306, 307, 335, 357, 358, 369

Fabricius, David 146, 148, 345, 389
Fracastorius, Hieronymus 242
Friedrich, Herzog von Württemberg 108
Friedrich II., König von Dänemark 9

Gellius Sascerides 110
Gilbert, Wilhelm 246, 350, 351, 352

Hipparch 409, 410, 411
Hoffmann, Joh. Friedrich Baron 124, 149

Keplersche Gesetze (erste Erwähnung): Ellipsensatz 366. Flächensatz 265
Keplersches Problem 381
Kopernikus. Die unterschobene Vorrede zu den Revolutiones 6. Bewegung der Erde Ursache für die Rückläufigkeit der Planeten 19, 88. Nimmt fälschlicherweise den Mittelpunkt der Erdbahn als Weltmittelpunkt an 20, 65, 109. Was ergibt sich, wenn statt dessen der Sonnenmittelpunkt als Weltmittelpunkt angenommen wird? 77ff. 89ff. Gleichwertigkeit des Exzenters und des Konzenterepizykels 66 ff. Führt, um die Gleichförmigkeit der Kreisbewegungen zu retten, einen doppelten Epizykel auf dem Konzenter ein; geometrische Gleichwertigkeit dieser Hypothese mit der ptolemäischen Annahme eines Exzenters mit Äquant 73 ff. Geometrische Gleichwertigkeit der Hypothesen, durch die Ptolemäus, K. und Brahe die zweite Ungleichheit der Planeten erklären 87 ff. Seine falsche Erklärung der Breitenänderungen der Planeten 141. Begründung der kopernikanischen Lehre durch physikalische Überlegungen 22 ff., 350. Widerlegung der Einwände aus der Hl. Schrift 28 ff. Behält (nach Kepler) feste Bahnen für die Planeten bei 73. Ist sich seines Reichtums nicht bewußt 141. Bestrebt sich in Übereinstimmung mit Ptolemäus zu bleiben 141, 152, 174, 233. Wird von Vieta getadelt 156. Benützt nur sehr wenige Beobachtungen 174. Kepler nimmt K. in Schutz gegenüber den Dialektikern mit ihrem Axiom, aus Falschem folge Wahres 183. Gilbert ein Anhänger des K. 246. Ansicht über die Fixsterne 403

Lactantius 33
Landsberg (Philipp van Lansberge) 142, 387
Longomontanus, Christian Severini 109, 120

Maginus, Joh. Anton 110, 119, 140, 195, 205, 219, 277, 279, 329
Mästlin, Michael 79, 108, 118, 140, 152

Nicostratus 268

Osiander, Andreas 6
Ovid 270

Patritius (Francesco Patrizio) 62
Peurbach, Georg 67, 68, 296
Plinius 8
Porta, Joh. Bapt. 352
Ptolemäus. Benützt zur Erklärung der zweiten Ungleichheit die mittlere Sonnenbewegung statt der wahren 20, 65, 109. Folgerungen, die sich für seine Theorie ergeben, wenn man statt der mittleren Sonnenbewegung die wahre einführt 79 ff. 96 ff. Nimmt fälschlicherweise

bei der Theorie der Sonnenbahn einfache Exzentrizität an 21. Setzt in seiner Theorie von Venus und Merkur Halbierung der Exzentrizität der Sonne voraus 272. Fordert in seiner Planetentheorie gleiche Teilung der Exzentrizität 174, 233. Sein Exzenter mit einfacher Exzentrizität ist dem Konzenterepizykel gleichwertig 66 ff. Sein Exzenter mit Äquant ist dem Konzenter mit doppeltem Epizykel gleichwertig 73 ff. Geometrische Gleichwertigkeit der Hypothesen, durch die P., Kopernikus und Brahe die zweite Ungleichheit der Planeten erklären 87 ff. Seine Lehre ist unhaltbar 22 f., 213. Vernachlässigt die Reduktion des ekliptischen Ortes auf die Bahn 115. Seine falsche Lehre über die Breiten der Planeten 140 f., 399. Seine Breitenbeobachtungen 408. Seine Marstheorie 151 ff. Wird von Vieta getadelt 156. Die Bedeutung seiner Beobachtungen für die Ermittlung der Bewegung der Apsiden und der Knoten 169 ff. Die Genauigkeitsgrenze seiner Beobachtungen beträgt 10 Minuten 177. Kritische Untersuchung der vier von P. angestellten und überlieferten Marsbeobachtungen 408 ff. Kritische Untersuchung der von P. überlieferten chaldäischen Marsbeobachtung vom Jahre 272 v. Chr. 421 ff. Kepler ist überzeugt, daß P. viel mehr Beobachtungen angestellt hat als er überliefert 420. Kennt die Evektion des Mondes 252 f.

Pythagoreer 24, 62, 88

Ramus, Petrus (Pierre de la Ramée) 6
Regiomontanus 156
Reinhold, Erasmus 227, 296
Rheticus, Georg Joachim 8, 9, 108, 141
Rudolph II. 7

Saxirupius 11
Scaliger, Julius Cäsar 68
Schreiber, Hieronymus 6
Schuler, Johannes 149
Seiffart, Matthias 146
Seussius, Johannes 11
Stadius, Johannes 118

Tengnagel, Franz Gansneb 17
Theodosius 114

Varus, Quintilius 9
Vergil 28, 29, 364
Vieta, Franciscus 156

Wilhelm, Landgraf von Hessen 226

INHALTSVERZEICHNIS

Astronomia Nova 5
Nachbericht 425
Entstehungsgeschichte 427
Analyse des Inhalts 439
Einschlägige Manuskripte 444
Anmerkungen 455
Personenregister 485