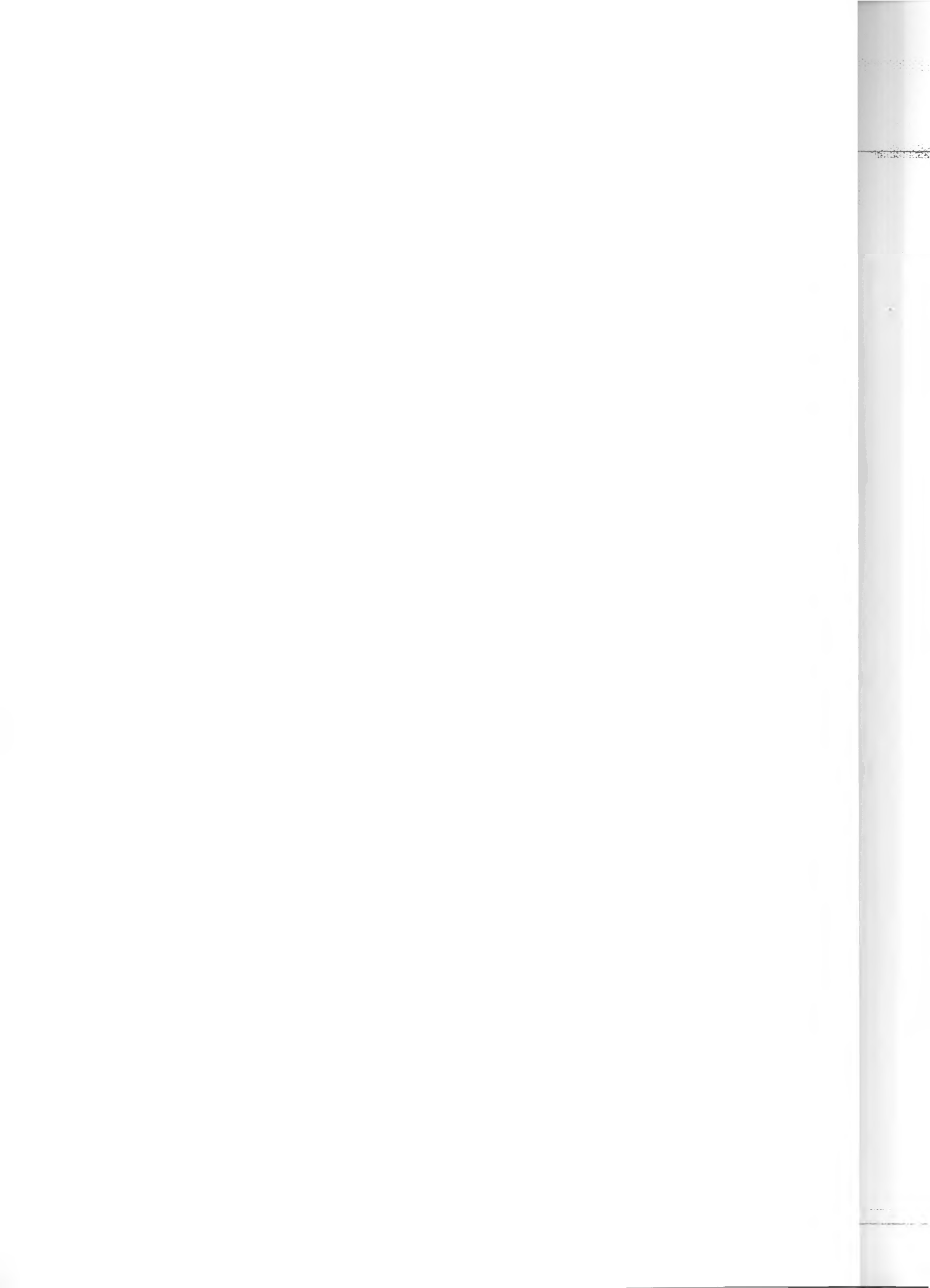


J. R. BOŠKOVIĆ

DE OBSERVATIONIBUS
ASTRONOMICIS

RIM, 1742.god.

I
-47, a
S



INV. br. 3068. / 94

INSTITUT ZA FILOZOFIJU
SVEUCILISIA ZAGREBU
ZAGREB — KNEZ VUKOVAR 54
Telefon: 511-841; 611-532; 611-984

DE OBSERVATIONIBUS
ASTRONOMICIS,

Et quo pertingat earundem certitudo

DISSERTATIO

HABITA IN SEMINARIO ROMANO

SOCIETATIS JESU

A

PETRO CANEVARI

ACADEMICO REDIVIVO

ANDREA GIOVANNELLI

BENEDICTO GIOVANNELLI

S. R. I. COMITIBUS

Ejusdem Seminarii Convictoribus

Anno MDCCXLII. mense Augusti die XXVIII.



ROMÆ, Typis Antonii de Rubeis in via Seminarii Romani.

SUPERIORUM PERMISSU.



DE OBSERVATIONIBUS ASTRONOMICIS,

Et quo pertingat earundem certitudo

DISSERTATIO.



i. **Q**uantum sit Recentioris Astronomiæ discrimen a Veteri satis patet. Aliæ jam Planetarum Orbite, aliæ distantie, aliæ magnitudines, alia universa systematis mundani compages. Multa, quæ a Veteribus pro demonstratis sunt habita, ridentur jam vulgo; multa, a quibus abhorrebant Veteres, pro certis atque indubitatis proponuntur. Unde tanta dissensio? Duplici profecto ex fonte. Primum quidem instrumentis utebantur olim crassioribus ad definiendos apparentes cælestium corporum motus; deinde vero præjudiciis quibusdam abrepti, multa vel minus certa, vel omnino falsa, per quæ ex apparentibus motibus veros colligerent, ita assumebant, ut de iis nihil prorsus dubitarent.

At fieri ne potest, ut quemadmodum veteres illi ridentur a nobis, ita hujusce quoque ætatis Astronomia a nostris olim Nepotibus rideatur? Videtur sane per hæc tempora id fastigium attingisse facultas nobilissima, ut nihil prorsus ejusmodi timeri possit. In instrumentis quidem, post divinum illud Telescopii, ac Horologii Oscillatorii inventum, quæ duo sunt potissima Recentioris Astronomiæ præsidia, videtur nihil jam ulterius superesse, quo eniti humana industria possit. A præjudiciis autem ita se abhorrere profitetur universa hujus ætatis Philosophia, ut nihil sæpius occurrat in omnium Recentiorum libris, quam illud: *Diligenter cavendum a præjudiciis. Hypotheses e Physicu eliminandas: Observanda dili-*

(IV)

diligenter natura phenomena, & ex iis tantum, nulla adhibita suppositione, eruendas generales quasdam naturæ leges, quas ab ipso auctore suo præscriptas sibi observas accuratissime, & causas deducendas.

Verum ea quidem magnificentius jactari, quam verius, ita nobis persuasum est, ut licet ingentes per hæc tempora in Astronomia potissimum progressus esse factos, non inficiemur; tamen quidquid tam ad apparentia cælestium corporum loca subtilius definienda spectat, quam ad vera ex apparentibus deducenda, censeamus id omne plurimis errorum periculis, quæ certo evitari non possint, obnoxium esse, & a minus certis pendere hypothesebus desumptis e Physica; quæ quidem quotiescunque Mathesi immiscet sese, semper ambiguitatem suam, atque obscuritatem inspergit nobilissimæ, ac intra suos limites certissimæ facultati.

Id ut innotescat; in ipsa, quæ jam adhiberi solent Astronomica instrumenta, & in ea Principia, quibus inniditur eorum usus, inquiremus diligentius hac dissertatione, qua studiorum nostrorum specimen exhibemus de more, parati quidquid objiciatur dissolvere. Constabit sane, quantum ex incomperta luminis potissimum & gravitatis natura, atque affectionibus utriusque, universa pendeat Astronomia; in qua si demas crassiora quædam, quæ ad apparentem motuum vicissitudinem, pertinent; vix quidquam, aut ne vix quidem invenies, quod erroris suspicionem aliquam, & vero etiam timorem non ingerat.

2. Tribus instrumentis omnes jam Astronomicæ observationes peraguntur: ea sunt *Horologium Hæscillatorium*, *Telescopium cum Micrometro*, & *Quadrans Astronomicus*, vel quivis Sector circularis cum *dioptris Telescopicis*.

3. Horologium dicitur Oscillatorium ab oscillationibus penduli dirigentis motum indicis minorum secundorum. Penduli simplicis applicationem ad horologia docuit omnium primus *Hugenius* opusculo edito anno 1658., tum detecto Cycloidis isochronismo in hypothese gravitatis constantis, edidit anno 1673. alterum opus de hoc argumento, in quo & dedit constructionem horologii, cujus oscillationes peragerentur in cycloide, advoluto per vices binis laminis cycloidalibus filo, quo virga penduli sustinetur. Licet tamen is multo accuratiora censuerit horologia posterioris hujusce constructionis; tamen præferuntur per hæc tempora ea, quæ constant virga penduli perpetua, oscillationibus peractis in arcibus circuli ad sensum æqualibus.

4. Usus omnis horologii est in determinando momento temporis, quo aliqua observatio fit, ut inde eruantur intervalla temporum inter binas, aut plures observationes, per quæ motus cælestium corporum, ac alia multa definiuntur. Satis nota est distinctio temporis apud Astronomos in *Verum* vel *Apparens*, quæ duo hic idem sonant, & *Medium*. Primum est inæquale, secundum est æquabile, si supponitur æquabilis motus diurnus; habetur enim ex divisa proportionaliter per dies veros inæqualitate inducta a motu Solis non æquabili per Eclipticam, & ab obliquitate Ecclipticæ, quam Astronomi dicunt æquationem temporis.

5. Inde

(V)

re vero, si æquabiliter moveantur. Nihilominus posita eorum æquabilitate, definiri potest hora Astronomica observationis cujuscunque, notando tempus utriusque meridiei ante & post observationem, & factis ut intervallum temporis inter utrumque Meridiem, ad intervallum inter primum meridiem & tempus observationis, ita horæ 24. ad horam Astronomicam quæsitam.

6. Satis celebris est usus horologii ad determinandas in mari longitudes Geographicas. Notato enim bis meridie in aliquo portu cognito, si motus diurnus bene sumitur ab Astronomis pro æquabili, & bene definitur æquatio temporis, horologium vero per totum navigationis tempus æquabilitatem servet, posset semper cognosci momentum temporis, quo in eodem illo portu Meridies contingit; ac observato vel meridie, vel alia hora Astronomica ejus loci, in quo est Navis, quacunque demum apta methodo; inveniretur differentia temporis, quo utriusque loco Meridies contingit, quæ redacta in partes Aequatoris exhiberet differentiam quæsitam longitudinis. In eam spem erectus *Hugenius* plurimum cogitavit de suspendendis ita horologiis, ut æquabilitas servaretur diu etiam inter jactationem navium; sed successu res caruit, ut patet ex usu horologiorum ad eam indaginem vel nunquam recepto, vel abrogato.

7. Imo jam Astronomi desperarunt de retinenda æquabilitate horologiorum etiam in ipsa quiete Astronomicarum specularum per longum tempus, inducta aliqua inæqualitate a pluribus causis, de quibus *infra*. *Grabamus* celeberrimus per hæc tempora instrumentorum Artifex testatur sua horologia perficere 25.; vel 30. oscillationes pauciores per æstatem, quam per hyemem *Londoni* intervallo unius revolutionis fixarum. Hinc nulla est spes demonstrandi per observationes eam æquabilitatem motus diurni, per quam singulæ revolutiones magno temporis intervallo inter se distatæ sint prorsus æquiditurnæ. At nec si ipsam rei naturam inspiciamus satis constabit ejusmodi æquabilitas, cum nec causa motus diurni certo constet. Quin immo in ipsa Hypothesi Terræ motus multa sunt, quæ inducant suspicionem aliquam inæqualitatis, ut actio Planetarum inæqualis in diversas Terræ partes, mutationes partium tam internarum, quam externarum, & alia ejusmodi; ac demum si nulla occurrat ratio dubitandi de inæqualitate, non iccirco constabit nullam esse. Sic motus centri Solis, vel Terræ in hypothesi *Copernicana*, tamdiu habitus est pro æquabili, quem jam Astronomi volunt accelerari perpetuo ab Apogeo ad Perigeum, & viceversa a Perigeo ad Apogeeum retardari.

8. Si autem ab observationibus non deducatur æquabilitas motus diurni, nec ulla ratione constet, imo si ea, seclusis omnibus præjudiciis, incerta sit; quam multa oportet incerta esse, quæ ab ea pendent? Incerta erit æqualitas dierum Astronomicorum etiam post adhibitam æquationem temporis petitam ex motu proprio Solis, adeoque incerta intervalla temporum inter observationes longo tempore inter se distatæ, incertæ rationes temporum, quibus Planetæ, vel totam revolutionem perficiunt, vel earum partes, & alia multa, quæ omnia pendent ex

(VI)

positione motus diurni æquabilis, cuius nec demonstratio ulla esse possit, & aliqua sit inæqualitatis suspicio.

9. Quamobrem ita jam adhibentur Horologia Oscillatoria ab Astronomis, ut supponatur eorum motus æquabilis intra singulas revolutiones. Huic suppositioni innititur methodus determinandi differentiam longitudinis duorum locorum, observando horam Astronomicam, qua cernitur idem aliquod phænomenum, quod utroque ex loco cernatur eodem momento temporis, ut immeritio alicujus maculæ Lunaræ in umbram Terræ, vel Ecclipsis alicujus satellitis Jovis, aut alia ejusmodi; ut innotescat quantum Meridies alterius loci præcedat Meridiem alterius. Huic pariter suppositioni innititur methodus determinandi differentiam Ascensionis rectæ duarum Fixarum vel Fixæ alicujus, & Planetæ observando appulsum utriusque ad Meridianum, vel ad eundem horarium, & reditum alterius ad ipsum post integram revolutionem, & faciendo ut tempus integræ revolutionis definitum ab horologio ad tempus inter appulsum utriusque, ita gradus 360. ad differentiam quæsitum Ascensionis rectæ. Quanquam in prima methodo præter eam luminis celeritatem, vi cuius eodem tempore lumen perveniat ad omnia Terræ loca ab eodem objecti puncto, supponitur etiam æquabilitas motus Solis compositi ex diurno & annuo intra singulos dies, & in secunda similis æquabilitas intra eandem diurnam revolutionem Fixarum.

10. In iis omnibus casibus constat, uni horæ correspondere vicissimam quartam partem totius circuli, sive gradus 15. Quare error singulorum secundorum in tempore trahit secum errorem 15. secundorum in differentia quæsitæ; & error 4. secundorum trahit secum errorem integri primi. Sunt autem in Astronomia, quæ pendeant ex observationibus tantam præcisionem requirentibus, ut is error maxime turbet totam indaginem. Contingit id in determinatione annuæ aberrationis Fixarum, in Ascensionem rectam, vel in methodo Cassiniana determinandi parallaxim Martis Perigei, de quibus iterum inferius incidet sermo, quæ continentur intra arctissimos limites paucorum secundorum.

11. Jam vero licet horologia ita affabre constructa sint, ut nullus sit error in constructione, licet appareant adeo accurata, ut plura inter se collata ne in uno quidem secundo discrepent; tamen affirmamus, non solum non posse demonstrari eorum æquabilitatem, ne intra eundem quidem diem, neque per experimenta, & ut ajunt, A posteriori, neque ex ipsorum theoria, & a priori, adeoque non solum eorum æquabilitatem, & quæ inde deducuntur pendere ab Hypothesibus; sed etiam esse, cur jure timeri possit error aliquis, quem non liceat certo deprehendere, ac corrigere.

12. In primis per experimenta non poterit comprobari æquabilitas motus horologiorum, nisi adsit alius motus, vel certo æquabilis, vel cujus variatio certo cognita sit, cum quo comparetur: Is autem motus nec adest hic in Terra: nam consensus plurium horologiorum solum evincit, siquæ sit variatio, eandem esse in omnibus, quod profecto contingeret, si inæqualitatis causa esset omnibus communis; nec vero in
Cælo

(VII)

Cælo est ejusmodi motus. Supponunt quidem Astronomi motum diurnum Fixarum esse æquabilem, tam si comparentur integræ revolutiones inter se diffusæ, de quo diximus n. 7., quam si comparentur partes ejusdem revolutionis. At 1. ejus ipsius suppositionis vel nulla adducitur demonstratio, vel petitur ab ipso consensu cum horologiis, quod videtur præstare *Wolfus in Elem. Astron. cap; 2.*, ubi in observatione 7. affirmat, si pluribus diebus notetur appulsus Fixæ cujuslibet ad eundem circuli cælestis arcum, intervalla temporum inveniri semper æqualia; quod tamen solum evinceret æquabilitatem respectu integrarum revolutionum, non respectu partium ejusdem revolutionis. 2. Licet assumatur æquabilitas motus vel Fixæ, vel horologii intra eandem revolutionem; alterius æquabilitas cum altera comparari non posset; cum loca, in quibus intra eandem revolutionem videmus Fixas turbentur per refractiones, & methodi omnes definiendi ipsas refractiones immediatè ab observationibus supponant æquabilitatem tam horologii, quam motus Fixæ ipsius.

13. At nec ex ipsa eorum theoria demonstrari, aut ullo modo probari potest æquabilitas, siue conferantur inter se binæ revolutiones integræ aliquo intervallo a se invicem disjunctæ, siue ejusdem revolutionis partes; immo erit, cur de inæqualitate suspicemur, licet nullum sit in constructione vitium. Æquabilitas Horologii Oscillatorii pendet ex eo, quod ejus oscillationes sint omnes æquidistantes: ad id autem requiritur 1. ut longitudo penduli maneat invariata: nam ea variata, & manente eadem gravitatis vi, quadratum numeri oscillationum, quæ absolvuntur dato tempore, est in ratione reciproca longitudinis penduli juxta *Galilei* leges. 2. ut gravitas sit semper constans: nam ea variata, & ceteris mente seclusis, est numerus idem ut gravitas ipsa: 3. ut resistentia aëris, & frictionis, ac impulsus, qui habetur a pondere appenso ad trahendas rotas, & vincendam resistentiam, vel minima prorsus sint, vel æquabiliter agant.

14. Minimum quidem est ex hoc tertio periculum, est tamen aliquod: nam perunctis oleo axibus, & dentibus rotarum, vel immutato pondere, quo ad resistentiam vincendam rotæ trahuntur, invenitur discrimen aliquot oscillationum spatio 24. horarum, cujus rei *Grabannus* ipsum testem adducit *Bradleyus in Transactionibus Anglicanis* ad annum 1734.; unde colligitur actionem ejus resistentiæ non esse nullam; licet cum exigua censeatur, multò fortasse minus periculi erit, ex ejus multo minore variatione intra modicum saltem tempus.

15. At quod ad penduli longitudinem pertinet, constat ejus virgam vi caloris produci, vi frigoris contrahi. Virga ferrea pedis unius hyberno tempore calefacta ad ignem excrevit quarta parte lineæ, observante *Pycardo*: & *Phil. Dela Hire* notavit, virgam ferream, quæ per hyemem fuerat pedum 6., calefactam ad Solem æstivum excrevisse $\frac{1}{4}$ lineæ. *Newtonus* autem concedit, debere in pendulis Horologiorum haberi incrementum ab hyeme ad æstatem non nihil majus quarta parte lineæ, quod secum trahit intervallo 24. horarum decrementum majus, quam 27. oscillationum. Differentia caloris per diem, & noctem est multo

minor, quam per hyemem, & æstatem: est tamen aliqua, & sæpe pluribus in locis non ita exigua. Quid ni igitur inde nonnihil celerius per noctem, quam per diem Horologia moveri suspicemur? Quid autem si aliqua adsit adhuc occulta causa, cujus vi major aliqua variatio habeatur? Quod ea non innotescat, id non evincit nullam esse: sed fortasse nostram incertitiam arguit.

16. Observari solent per hæc tempora annuæ evagationes Fixarum quamminimæ, tam in Declinationem, quam in Ascensionem rectam, quas memoravimus n. 10., & quarum theoriam exhibuit altera dissertatio in *Coll. Romano* nuper habita. Evagationes in Ascensionem rectam determinantur observando variationem differentiæ, temporis inter appulsus ad meridianum duplicis Fixæ. Quoniam ea differentia alio anni tempore est diurna, alio nocturna; an non aliquot secundorum variationem inducere poterit inæqualitas partium revolutionis Horologii, licet integræ revolutiones per plures dies exigantur ad motum diurnum Fixarum? Ea autem variatio posset efficere, ut vel apparenter dissentire observationes a theoria, dum consentiant, vel consentire, dum dissentiant.

17. Gravitatis quoque vim, ut & directionem, in eodem loco semper constantem esse, omnes Astronomi supponunt: verum ea quoque suppositio ita demonstrari non potest, ut oppositum jure timeri possit. Et quidem si vis ipsa ejus varietur; inducet variationem in motu penduli, ac proinde in Horologio; si autem directio vel mutetur, vel non sit perpendicularis ad illam proximam regularem curvam, ad quam reducitur irregularis figura Terræ, plurimum oberit usui quadrantis, ut inferius patebit: Hic interea in utranque simul mutationem inquiremus.

18. Primum quidem æquè olim infederat omnium animis persuasio de gravitate invariata in omnibus Terræ locis. Testatur id, inter cetera, tanto cum plausu exceptum inventum illud pedis horarii, cujus ope transmitterentur & ad exterarum nationes, ut ad Posterorū mensurarum longitudines nihil immutatæ; quod inventum pendebat ab æqualitate gravitatis, & motus diurni Fixarum, quorum utrunque pro indubitato habebatur. Detecta est inæqualitas gravitatis in diversis Terræ locis, per observationes, quæ supponunt æquabilitatem motus diurni Fixarum, vi cujus irritum evasit præclarissimum inventum. Quid ni eodem etiam in loco, & intra eundem diem, aliquam mutationem gravitati contingere, suspicemur? Adest exemplum in Magnete. Quam multi errores in Geographiam irreperant ex suppositione, quod ubique acus magnetica dirigeretur ad polos? Compertum jam est, eam declinare ita, ut & in diversis locis eodem tempore diversa sit declinatio, & pariter eodem in loco diversa diversis temporibus: imo intra eundem diem plusquam dimidio gradu variatur. Unde constabit vim quoque gravitatis eodem pacto non mutari, & post aliquod tempus, & intra eundem diem?

19. Directio quidem an perpetuo sit eadem, determinari posset, appendendo filum tenue cum pondere ex editissimo, & firmissimo loco ita, ut versus fundum radat paginam, in qua descripta sit scala exhibens par-

tes quamminimas, ut quatuor altitudo ipsa contineat
 etiam plures. Ibi appareret, si qua esset variatio directionis gravitatis,
 & accuratissimè definiretur: sed quoniam minimo aeris motu experimen-
 tum ipsum turbari posset, oporteret tubo perpetuo filum includere, &
 per fenestram crystallo munitam identidem introspicere ipsius positionem.
 Id autem experimentum nondum usquam novimus institutum. Huc for-
 tasse revocandum est ex parte saltem id quod *Bononia* contigit, quoties-
 cunque *Cassiniani* Gnomonis examen institutum est: fere semper, ut vide-
 re est apud *Manfredium*, qui rem gestam narrat in eo opere, quod de ipso
 gnomone scripsit, demisso pendulo ex centro foraminis, compertum est,
 nonnihil aberrare ab initio lineæ notato; & aliquando prorsus invariata
 altitudine. Semper tributus est is effectus motui laminæ, in qua foramen
 excavatum est: at fortasse aliquando vel is totus vel aliqua ejus pars pro-
 fluxit ex immutata directione gravitatis.

20. Si vero in ipsam gravitatis naturam inquiremus; erit pariter;
 cur timere liceat ejusmodi incommodum. Gravitatis causam alii repetunt
 a vi centrifuga materiæ subtilis, vel girantis in uno, aut in pluribus
 vorticibus simul compositis, ut *Cartesiani*, vel quaquaversus agitatæ,
 per arcus circuli maximi, ut *Hugenius*: alii, *Newtono* duce, ex attractio-
 ne, vel impulsu, vel tendentia, vel cujuscunque alterius generis sit vis
 quædam, qua singulæ partes materiæ in alias singulas trahantur in ratio-
 ne reciproca duplicata distantiarum a se invicem.

21. In prima sententia non est, cur celeritas, & directio materiæ
 illius subtilis multis de causis variari non possit, & immutare ipsius gravi-
 tatis vim, & directionem. Id ipsum fateantur oportet *Cartesiani* de vor-
 ticibus iis, per quos explicant vim directivam magnetis. Et quidem ubi
 materia vorticis per medios montium meatus, & solidorum corporum
 poros pervadere cogitur angustiore spatio, celerius moveri deberet,
 quam supra apertum mare: ac proinde etiam mutata locorum conditio-
 ne post longum tempus, ipsa vorticis celeritas mutaretur, quæ intra
 eundem quoque diem posset mutari nonnihil ex causis adhuc ignotis.

22. In hypothese autem *Newtoniana* cum gravitas coalescat ex at-
 tractione in singulas partes materiæ, quarum actio in majoribus distantis
 sit longe minor, pendebit & vis, & directio gravitatis ex densitate,
 & positione partium globi Terraquei, maximè earum, quæ proprio-
 res sunt. Ex inæquali densitate partium Terræ proximaram superficiæ expli-
 cata est superiore anno hoc ipso in loco diversitas gravitatis in diversis
 Terræ locis, stante Terra, dissertatione habita de ejusmodi inæqualitate;
 ut pariter tribus ab hinc annis in dissertatione de Figura Telluris demon-
 stratum est, montem, cujus actio æquivalet spheræ descriptæ radio
 unius milliarii, posse pendulum deflectere a positione lineæ verticalis plus-
 quam 50. secundis.

23. Hic autem quoniam de variatione agendum est, quæ eodem die,
 & eodem in loco possit contingere; satis patet variata positione, & di-
 stantia partium globi Terraquei a dato corpore, mutari debere attractio-
 nem in eas partes. Mutari positionem partium globi ipsius intra eundem

diem, constat inter cetera ex maris aestu, quo binae, ingentes Oceani undae sibi e diametro oppositae perpetuo feruntur in Occidentem, ac per vada, & freta, & sinus varios propagantur late, affluentibus undis ad littora, ac refluentibus per vices. In freto *Britanico* ascendit aqua aliquando ad altitudinem pedum 50. Investigabimus igitur hic, quem effectum praestare possit tam in augenda gravitate, quam in detorquendo in latus pendulo in ipso littore constituto moles aquae diffusae circa littus ipsum per 100. milliaria, & altae 50. pedes, posito quod globus Terraqueus sit ejusdem mediae densitatis cum aqua marina, compensato pondere partium solidarum per cavernas, & hiatus vacuos. Sed ad ejus problematis solutionem praemittemus brevem theoriam attractionum ipsarum, ac generaliter determinabimus constructione satis expedita, attractionem puncti collocati in data distantia a data materia disposita in quancunque figuram utcunque irregularem.

F. 1. 24. *Lemma* 1. Trahatur corpusculum *C* positum in centro sphaerae *AbB* aequaliter ab omnibus partibus *E* sitis intra curvam quancunque *QOVH* descriptam in superficie sphaerae ipsius, & vis absoluta secundum *CE* resolvatur in duas per *CD*, *ED* alteram normalem plano circuli maximi *AbB*, quae dicatur perpendicularis, alteram in ipso plano jacentem, quae dicatur lateralis. Demum curva *QOVH* projiciatur in planum ejusdem circuli in curvam *MRL* per rectas ipsi plano perpendiculares. Dico vim absolutam totius areae curvae projectae *QOVH* ad vim ipsius perpendicularem fore, ut est ipsa area ad aream curvae *MRL* genitae ex projectione.

Demonstratur. Dividatur area *QOVH* per quadrantes *PB*, *Pb*, infinite proximos inter se, ductos ex polo *P* circuli *AbB*, in spatia *QOVH*, quae iterum per arcus *EP*, *ef* circularum, quorum *P* polus, dividatur in spatiola *EFfe*, & demittantur ab omnibus eorum punctis perpendiculara *ED*, *ed*, *FG*, *fg*, projectis arcibus *Ee*, *Ff* in segmenta *Dd*, *Gg* radiorum *CB*, *Cb*, & arcibus *EP*, *ef*, in arcus *DG*, *dg* circularum ex centro *C* descriptorum: divideturque area curvae, *MRL* in totidem particulas, quarum una *DdgG*. Ducatur praeterea *CE*, & *eI* parallela & aequalis *Dd*, occurrens *DE* in *I*. Satis patet areolas *Ef*, *Dg* aequipollere rectangulis, quorum bases *EF*, *DG* aequales, & quorum altitudines *Ee*, *Dd*, Est autem ob similia triangula rectangula *CDE*, *EIe*, *Ee* ad *eI* aequalem *dD*, ut *CE* ad *ED*, sive ut vis absoluta ad perpendicularem. Erit igitur altitudo rectanguli *Ef* ad altitudinem rectanguli *Dg*, sive area primi ad aream secundi, ut vis absoluta ad normalem. Exprimatur vis absoluta singulorum punctorum areolae *Ef* per unitatem, & vis absoluta totius areolae exprimetur per ipsam areolam, ac proinde vis perpendicularis per areolam *Dg*. Cumque eadem sit demonstratio pro omnibus particulis curvarum *QOVH*, *MRL*, exprimet prima vim suam absolutam, & secunda vim ipsius perpendicularem. Quare erit ea vis absoluta ad perpendicularem, ut prima area ad secundam. *Q. E. D.*

25. *Cor. 1.* Si curva *QOVH* habeat in totam superficiem hemisphaerii,



(XI)

... abilit area MPT in circulum maximum. Cum igitur per Archimedes medem superficies hemisphærii sit dupla circuli maximi, erit vis absoluta superficies totius hemisphærii dupla vis normalis ejusdem. Vis autem lateralis elidetur tota actionibus contrariis.

26. Cor. 2. Variatis distantis, varietur vis absoluta singulorum punctorum, quæ dicatur u , distantia vero dicantur x , quæ concipiuntur augeri per elementa dx , sitque ratio diametri ad circumferentiam circuli 1. ad c , erit $c x x$ circulus maximus sphære, cujus radius x , $2 c x x$ superficies hemisphærii, $2 c x x dx$ elementum hemisphærii, sive orbis hemisphæricus, $2 c u x x dx$ ejus vis absoluta, $c u x x dx$ vis perpendicularis. Data u per x , & integrata formula, dabitur vis perpendicularis totius hemisphærii.

27. Cor. 3. Si in hypothefi Newtoniana vim absolutam singulorum punctorum exprimat x^{-2} fiet vis perpendicularis $\int c dx = cx$, quæ correctione non indiget, quoniam evanescente x evanescit & formula & vis; inde autem fluit hoc theorema. Si ad singula puncta hemisphærii trahatur corpusculum positum in ejus centro vi, quam exprimat unitas divisa per quadratum distantia, exprimetur vis qua trahitur ab omnibus conjunctim secundum axem hemisphærii per dimidiam circumferentiam circuli maximi ipsius.

28. Lemma 2. Si HO sit communis intersectio superficiem sphære F. 2. CH , cum pyramide CP , cujus basis Pp infinite parva, & supra arcem DR genitam ex projectione areæ HO erigatur cylindricum $RD M$, cujus altitudo æquetur segmento NP lateris ejus pyramidis, ac vim, absolutam, qua singule ejus particule trahunt corpusculum situm in C , exprimat in hypothefi Newtoniana unitas divisa per quadratum distantia, vim segmenti pyramidalis NP perpendiculararem exprimet cylindricum RM divisum per quadratum CH .

Demonstratur. Concipiatur dividi tota pyramis per superficies sphericæ æquali intervallo inter se distantes in particulas infinite parvas ut Hb , Nn , & cylindricum RM in particulas Dd planis eodem intervallo inter se distantibus. Vis absoluta cujuscunque particule Nn æquabitur vi absolutæ Hb ; nam erit solidum Hb ad solidum Nn , ut basis HO ad basim NE , quæ bases sunt ut quadrata laterum CH , CN ; adeoque erunt vires singulorum punctorum solidi Ob , ad vires punctorum En , ut numerus punctorum in En ad numerum in Ob , ac proinde summæ omnium æquales. Aequabuntur iccirco, & vires perpendiculares. Nam si ex singulis eorum punctis demittantur perpendiculara HD , NS ; erunt omnia triangula NCS , HCD , vel accuratè vel æquipolenter similia, ac proinde vis absoluta singulorum punctorum utriuslibet particule, & omnium simul, ad vim perpendiculararem in eadem constanti ratione CH ad HD vel CN ad NS , & alteruando vis perpendicularis totius primæ particule, ad vim perpendiculararem secundæ, ut absoluta primæ ad absolutam secundæ. Jam vero vim perpendiculararem particule Hb exprimet particula Dd divisa per CHq ; Nam vim absolutam particule Ob exprimet ipsa Ob divisa per CHq , eritque eadem

demonstratione Lemmatis 1. vis eius absoluta ad perpendicularem ut ipsa Ob ad particulam Rd . Igitur & vim perpendicularem singularum particularum En , exprimet quævis ex æqualibus particulis Rd divisa per CHq , & ob earum numerum æqualem in cylindrico DM , & in segmento NP , exprimet vim perpendicularem totius segmenti NP , totum cylindricum DM divisum per CHq . *Q. E. D.*

F. 3. 29. Ex hoc lemmate per constructionem expeditissimam inveniatur & directio, & mensuram vis, qua in Hypothesi *Newtoniana* corpusculum C positione datum attrahitur in solidum IEH utcumque irregulare. Describatur sphaera FAM radio quovis CP . In ejus superficiem incurrat in A recta quævis CEH incurrens in ipsum solidum in EH . Demissa AN normali ad planum cujusvis circuli maximi sphaerae, quod repræsentetur per diametrum FM , in ea sumatur NO æqualis segmento EH rectæ CH demerso intra solidum, vel si plura sint ejusmodi segmenta, æqualis simul omnibus. Solidum POQ inclusum superficie descripta ab omnibus punctis O , & plano circuli FM divisum per quadratum CF exhibebit attractionem totius solidi IEH perpendicularem ipsi plano FM . Si enim ex C intelligantur prodire infinitæ numero pyramides, quarum segmenta EH impleant totum solidum IEH ; totidem cylindrica NO descripta juxta lem. 2. implebunt totum solidum POQ .

F. 4. Prodeant jam ex C rectæ CR , CS , sibi invicem perpendiculares; & erigatur CT perpendicularis plano SCR , quarum quælibet exhibeat vim solidi IEH figuræ 3. sibi parallelam hac methodo definitam, & completo primum rectangulo $RCSV$, tum rectangulo $TCVX$ exprimet PX & directionem, & quantitatem vis ejus, qua punctum C attrahitur in datum solidum, compositam ex omnibus viribus, simul conjunctis: Nam vis puncti cujuslibet potest primo revolvi in duas alteram perpendicularem plano SCR , alteram lateralem secundum ipsum planum, & iterum hæc posterior in vires parallelas rectis SC , CR , quarum omnium summas expriment per constructionem rectæ, CS , CR , CT .

30. Si solidum IEH fuerit genitum ex revolutione curvæ cujuslibet IEG circa axem CI , satis erit invenire vim parallelam ipsi axi, reliquis ad hanc normalibus elisis per actiones contrarias, & satis erit descripto quadrante FV circuli FAM determinare curvam tantum POS , tum eam revolvare circa axem CS . Imo posset ipsa curva IEH transformari in curvam Ieb , factis Ne , Nb æqualibus ipsis CE , CH . Nam fieret semper eb æqualis EH , & eadem demonstratione numeri 29. solidum genitum a curva nova $IebG$ divisum per CFq exhiberet vim prioris solidi. Porro si ducta ER normali ad CF , detur ex æquatione ad primam curvam CR per RE , adeoque etiam CR per CE ; statim determinabitur æquatio ad curvam $IebG$. Est enim $CA . CN :: CE = Ne . CR$. Quare factis $CA = 1. CN = x$, $NE = y$, erit $CR = xy$, qui valor si ponatur æqualis valori ipsius CR dato per y , habebitur æquatio.

F. 5. 31. Si solidum $IEHG$ fuerit sphaera, cujus centrum D , corpusculo C sito extra ipsam, & radius FC fiat æqualis ipsi CD , recta vero NO fiat

fiat æqualis dimidiæ EH , solidum POQ æquum per CD exprimet dimidiam vim spheræ. Erit enim POQ æqualis. Ducta enim DL normali ad chordam EH , quæ ipsam bifariam secet, erit $EL = NO$; ob angulos vero alternos DCL, CAN , & bases CD, CA triangulorum rectangulorum CLD, CNA æquales, æqualia erunt ipsa triangula, ac proinde $DL = CN$, & in triangulis rectangulis CNO, DEL ob singula latera singulis lateribus æqualia, erit & basis CO æqualis basi DE , ac punctum O describet superficiem hemisphærii. Quare dimidiam vim spheræ D exprimet dimidium ipsius divisum per quadratum CD , & totam vim ipsa spheræ ita divisa.

32. Si omnis materia ipsius spheræ esset collecta in centro, pariter exprimeretur eodem modo ejus vis. Habetur igitur hoc theorema. Punctum positum extra spheram, trahetur ad ejus centrum eadem vi, ac si omnia ejus puncta essent in centro. Idemque contingit in orbibus omnibus spheris homogeneis, quoniam contingit in utraque spheræ interiore, & exteriori orbem terminantibus, ac proinde & in spheris constantibus materia utcumque heterogenea, dummodo homogenea sit paribus a centro distantibus. Si autem collocentur corpuscula in superficie diversarum spherarum homogenearum; erunt vires ut radii spherarum, quia erunt ut spheræ divisa per quadrata radiorum, sive ut cubi radiorum divisi per quadrata.

33. Si solidum fuerit orbis clausus superficiebus genitis a duabus semiellipsibus IHG, ibg , similibus quarum commune centrum D , sit autem C intra ejusmodi orbem; evanescet vis omnis destructa per actiones contrarias. Ducta enim quacunque chorda $EebH$ applicanda esset in NA differentia ipsarum Ee, Hb , quæ nulla est; cum enim communis diameter utranque EH, eb debeat secare bifariam, oportebit esse $Ee = Hb$. Possent autem per hanc theoriam demonstrari pariter omnia quæ vel demonstrat *Newtonus* de sua attractione *Principiorum lib. 1.*, vel inde deducuntur, licet ipse plerunque quærens tantum rationem, in qua augentur vires in accessu ad corpora, omittat constantes, quæ variato corpore variantur, & necessariae sunt ad comparandam vim diversorum corporum. Immo posset computari vis in pyramidem, cujus vertex in ipso corpusculo, & per eam computari vis in quodlibet corpus planis terminatum; unde etiam fluere solutio problematis, in cujus gratiam hæc præmissimus, sed eam ex primo lemmate sic habebimus multo expeditius per seriem celerrime convergentem.

34. *Problema.* Attrahatur vi *Newtoniana* corpusculum C collocatum in communi interfectione FM plani horizontalis FEM cum plano verticali FNQ a singulis punctis existentibus inter ea plana, & alterum planum horizontale NQ usque ad datam distantiam CV , data præterea distantia CA planorum horizontalium. Resolutis omnibus viribus in tres sibi invicem perpendiculares secundum directiones CM, CE, CA , & elisa prima actionibus contrariis, quærantur reliquæ duæ.

Centro C intervallo CF sit quadrans spheræ, qui occurrat planis horizontalibus in semicirculis quorum radii CF, AN . Positis $CF = x$, $CA = 1$, $CV = m$, erit $AN = \sqrt{x^2 - 1}$; & per notissimam circuli qua-

(XIV)

quadraturam orbis segmentum $F N Q M$ semicirculi verticalis $F T M = 2x - \frac{1}{3}x^{-1} - \frac{1}{20}x^{-3} - \frac{1}{56}x^{-5} - \frac{1}{576}x^{-7}$ &c. Jam vero attractio perpendicularis plano $F T M$ superficiei sphaericae clausae planis horizontalibus & verticali est per lemma 1. area $F N Q M$ divisa per $C F q$.; Quare si radius sphaerae $C F$ augeatur per elementum $d x$, ea vi ducta in ipsum $d x$, erit vis orbis sphaerici clausi iisdem planis, & earum sphaerarum superficibus $2x^{-1} d x - \frac{1}{3}x^{-3} d x - \frac{1}{20}x^{-5} d x - \frac{1}{56}x^{-7} d x - \frac{1}{576}x^{-9} d x$ &c. Ejus integrale est $2 l x + \frac{1}{6}x^{-2} + \frac{1}{80}x^{-4} + \frac{1}{336}x^{-6} + \frac{1}{3456}x^{-8}$ &c. + Q , addita Q constanti si opus sit.

35. Ponatur pro $C F = x$ primo $C V = m$, tum $C H = 1$, & formularum differentia exhibebit attractionem orbis sphaerici clausi planis horizontalibus, & superficibus sphaerarum, quarum radii $C V$, $C H$, quae erit $2 l m + \frac{1}{6}(m^{-2} - 1) + \frac{1}{80}(m^{-4} - 1)$ &c. Si m fuerit numerus nimis magnus, evanescunt m^{-2} , m^{-4} &c. his igitur omissis evadit vis =

$2 l m - \frac{1}{6} - \frac{1}{80} - \frac{1}{336} - \frac{1}{3456}$ &c. Huic si addatur vis in dimidium hemisphaerium $H A I$, quae per num. 27. evadit $= c = 3. 141.$, subducta summa, erit vis tota secundum $C E = 2 l m + 3. 141. - 181. = 2 l m + 2. 96.$

36. Ut vero inveniatur vis normalis ad planum horizontale Attractio superficiei $N T Q$ est semicirculus, in quem projicitur, cujus radius aequatur $A N = \sqrt{x x - 1}$ Ejus semicirculi area est $\frac{1}{2} c x x - \frac{1}{2} c$, & proinde attractio ejus superficiei $\frac{1}{2} c - \frac{1}{2} c x^{-2}$, ac attractio orbis $N I Q = \frac{1}{2} c d x - \frac{1}{2} c x^{-2} d x$, cujus integrale $\frac{1}{2} c x + c : 2 x + Q$. Facto primum $x = m$, tum $x = 1$, & sumpta differentia formularum, erit vis in segmentum quadrantis hemisphaerici radio $C V$ descripti jacens infra planum $N Q$, $\frac{1}{2} c m - \frac{1}{2} c + c : 2 m - \frac{1}{2} c = \frac{1}{2} c m + c : 2 m - c$. Vis totius quadrantis hemisphaerici est $\frac{1}{2} c m$: Igitur vis residua quaesita $= -c : 2 m + c$, & evanescente $c : 2 m$ ubi numerus m est nimis magnus, ea vis evadit $c = 3. 141.$

37. Sit jam $C A$ altitudo marium pedum 50. sive passuum 10. $F A M$ latus: $C V$ milliariorum 100., ut posita $C A = 1$, sit $C V = m = 10000$. Erit $l m$ in logistica cujus subtangens. 4333, sive in canone logarithmorum = 4., ac proinde in logistica cujus subtangens 1, erit 9. 231. Vis igitur horizontalis corpusculi C secundum directionem $C E = 2 l m + 2. 96.$, erit = 21. 422.; & vis verticalis 3. 141. septima circiter ejus pars.

38. Semidiameter Terrae est passuum circiter 4000000., & unitatum $C A$ 400000 ea posita = r , est sphaera $\frac{4}{3} c r^3$, & proinde vis ipsius per num. 31. erit $\frac{4}{3} c r = 1675516$. Ac proinde gravitas ad vim horizontalem in ea maria ut 1675516. ad 21. 422. sive ut 10000000. ad

(XV)

128. Ea est ratio radii ad tangentem $2'' . 38'''$, quæ esset aberratio pen-
vitas ipsa ad vim verticalem, qua gravitas augetur, nam altera hori-
zontalis eam ad sensum non auget, erit ut 10000000. ad 19., quæ proin-
de respectu illius est prorsus insensibilis.

39. Aucta etiam notabiliter, vel imminuta marium extensione, utraque
fere nihil variatur, nam l vix mutatur, multum mutato numero m , ubi is
est magnus. Mutata vero altitudine aquarum, sive mutata unitate, mutan-
tur attractiones fere in ipsius ratione dummodo m sit numerus satis magnus.

40. Patet hinc, nihil timendum esse horologiis ex maris æstu, ne
in ipso quidem littore ubi is est altissimus. Penduli autem directioni tan-
tillum quidem in eo ipso littore, sed nihil in majoribus distantis, vi mul-
tum imminuta. Posset eamen per experimentum expositum num. 19. in-
vestigari ibi ea attractio, & determinari per hanc theoriam ratio densi-
tatis marium ad mediam densitatem Terræ in hypothese *Newtoniana*. Nam
si major, aut minor attractio inveniretur, augenda, aut minuenda esset
densitas marium in eadem ratione. Haberetur igitur Massa totius Terræ,
eiusque pondus.

41. Licet ex maris æstu nihil metuendum sit variationis in vi, & di-
rectione gravitatis; tamen cum non constet nobis, multo majorem ali-
quam mutationem partium non fieri in ipsis Terræ visceribus; nec con-
stabit ex gravitatis natura, nullam in ipsa mutationem accidere. Et in
hisce quidem fusius immorari libuit, ut specimen aliquod exhiberemus
severioris disquisitionis. Cetera celerius percurramus.

42. Telescopium casu in *Hollandia* inventum, ut communior opinio
fert, mox a *Galileo* perfectum, ac directum in cælum mirum quanto Astro-
nomis præsidio fuit, & quam multa ejus ope detecta sint, eo quod ob-
jecta & distincta repræsentet, & aucta. Ejus theoriam & constructionem
videre est passim apud omnes Opticos. Theoria innititur duobus princi-
piis, quæ habentur ab experimentis: 1. Lumen per idem medium pro-
pagari per lineas rectas saltem exiguo tractu (quod unum experimenta
immediate evincunt): 2. In transitu a medio rariore ad densius refringi
ita, ut sinus anguli incidentiæ ad sinum anguli refracti sit in constanti ra-
tione. Sub initium fiebant tantum ex vitro obiettivo convexo, & oca-
lari cavo: tum ex 4. convexis. At Astronomi ea adhibent, quæ con-
stant binis tantum convexis licet objecta invertant. In iis in foco communi
lentis objectivæ & ocularis pingitur imago objecti distincta & objecto simi-
lis, ubi collocatur micrometrum, cujus ad Telescopium applicatio sum-
mum ipsi pretium adjecit. Longe autem utiliora erunt Catadioptrica vel
Newtoniana, vel recentiora, in quibus speculum majus perforatur, &
quæ brevissima vitreis longissimis æquipollent; si iis aptetur microme-
trum, & eorum usus evadat frequentior.

43. Constat micrometrum duplici quadro $ABCD$, & $GEFH$, F.8.
quorum alterum ope chochlæ IK promoveri possit intra alterum vel sub
ipso. Priori adnectuntur bina fila ML , NO sibi invicem perpendicula-
ria, posteriori filum PQ parallelum ipsi NO . Includitur instrumentum
thecæ,

thece, in cujus superficie exteriori duplici indice notantur tam integræ revolutiones, cochleæ, quam partes revolutionis cujuslibet ita, ut ubi fila PQ , NO congruunt, indices respondeant ipsis principiis divisionum. Inde fit ut minimæ partes distantie filorum, quæ ob augmentum Telescopii distinctius apparent, accuratissimè definiantur, ac minimæ mutationes ipsius distantie deprehendantur.

F. 9. 44. Si innotescat quem arcum celestem subtendat una aliqua distantia filorum: innotescet per regulam trium quæcunque alia, nam ob eorum arcuum parvitatem sunt arcus ipsi ut rectæ, quæ illos subtendunt. Id autem definitur pluribus methodis: Omnium optima hæc est. In magna aliqua & nota distantia CA a lente objectiva Telescopii C , cujus lentis crassities respectu distantie ipsius contemni possit, erigatur charta ipsi CA perpendicularis, in qua sint binæ rectæ parallelæ A & B in data distantia AB inter se. Dirigatur jam ita Telescopium ut fila micrometri tegant rectas ipsas A, B & notetur ex indicibus, distantia filorum inter se quot particulis constet. Tum in triangulo rectangulo CAB datis lateribus CA, AB inveniatur & angulus ACB , quem continent ii duo radii ACM, BCN , qui circa mediam lentem ita transeunt, ut ob æquales & contrarias refractiones in utraque superficie, directionem non mutant, ac contempta lentis crassitie haberi possunt pro rectis perpetuis se interfecantibus in C , ab objectis BA recta delatis ad eorum imagines NM : is enim angulus mensurat eum arcum celestem, quem interciperent rectæ CA, CB productæ, & quem distantia filorum MN in Cælo subtendit. Immo & pluribus ductis parallelis inter se distantibus dato intervallo appareret, an sit aliquod vitium in instrumento ex inequali spirarum crassitie; innotesceret enim, an partes notatæ ab indicibus pro varia filorum distantia sint proportionales arcibus in cælo subtensis.

45. Usus ejus instrumenti est primo in definiendis diametris apparentibus Planetarum ita admovendo ad se invicem fila parallela PQ , ut appareant contingere utrunque Planetæ limbum. Ex diametris autem apparentibus variatis definiuntur rationes distantiarum objecti ab oculo, quæ sumuntur reciproce proportionales ipsis diametris apparentibus ubi hæ exiguæ sint, ut in omnibus cælestibus corporibus contingit. 2. Definitur differentia declinationis & ascensionis rectæ duarum Fixarum, vel Fixæ & Planetæ, quando prima differentia ita exigua est ut campum Telescopii non excedat: ita enim disponuntur fila parallela NO, PQ , ut ea ab objectis percurrantur, quo casu fila ipsa respondent exiguis arcibus circulorum parallelorum, qui motu diurno percurruntur, & filum LM utrique perpendicularare denotat arcum circuli horarii transeuntis per polos. Hinc ex eorum filorum distantia RS definitur distantia parallelorum ipsorum, qui percurruntur motu diurno, quæ est differentia declinationis, & ex differentia temporis, quo appellunt ad filum MN definitur differentia Ascensionis rectæ juxta num. 9.

46. Errores in observationem possunt irrepere ex immutata positione filorum ob immutatam tensionem, ex crassitie filorum, ex tremore illo objectorum cælestium, qui ab aeris agitatione pendet, & aliis ejusmodi,

modi, quæ requirunt diligentiam vel Artificis vel Observatoris. Nos alia errorum pericula persequemur, quæ penitus evitari non possunt, & hypotheses non demonstratas, quibus innotuntur hi usus.

47. In primis ex diffractione celebri radiorum detecta a *P. Grimaldo*, qua radii lucis in transitu prope corporum margines in eos inflectuntur quasi attracti, accedunt radii ad fila micrometri ita, ut objectum lucidum in medio tenebroso videatur illis adhærere quando adhuc distat. Idem quoque contingit ex eo, quod, cum non omnes radii provenientes ab eodem objecti puncto, uniantur in foco lentis objectivæ, ac deinde in fundo oculi in unicum prorsus punctum; imago objecti lucidi in medio tenebroso augetur nonnihil. Ex utroque capite necesse est augeri diametros apparentes Planetarum, nec omnino definiri potest quantum sit id incrementum, cum pendeat magna ex parte ex ipsa structura lentium Telescopii, & multo magis ex dispositione oculorum, quorum alii minorem, alii majorem requirunt radiorum vim, quos percipiant.

48. Utraque causa obest nonnihil definitioni accuratæ differentie Declinationis, & Ascensionis rectæ; quanquam in iis sæpe utcumque corrigi potest error determinando crassa oculorum æstimatione tempus, quo centrum Fixæ vel Planetæ apparet in medio filo. Atque ea fortasse de causa saltem magna ex parte *Cassino Filio* observanti annuam evagationem *Sirii* in declinationem annis 1714. & 1715. ea obtigit tantum 11. secundorum, ut videre est in *Comment. Acad. Paris. ad an. 1717.*, cum ex plurimis observationibus circa ejus stellæ evagationem annuam, debuerit esse secundorum circiter 27. Direxit is Telescopium trium pedum immobile in plano Meridiani, notavitque Fixam jam per radere limbum inferiorem fili, jam superiorem, jam per centrum ferri, ita tamen, ut tota evagatio non excederet crassitiem fili, & diametrum apparentem Fixæ, quorum alterum definivit secundis 6. alterum 5. Debuit nimirum apparere Fixæ limbus adhærens limbo fili, cum ab eo distaret nonnihil errore circiter secundorum 16. Nisi forte & variatæ refractioni tribuendus est ex parte is error, cujus rei inter cetera indicium est, quod Fixa ter intra eum annum ad fili centrum redierit.

49. Hinc oritur etiam difficultas determinandi cum ea præcisione, qua aliquando opus esset, momentum temporis, quo Fixa ad filum appellit, cui diutius adhæreret, quam deberet, quæ difficultas ex tremore apparenti Fixarum adhuc augetur. Mirum sane *Cassinum* ipsum in ea observatione, quam instituit anno 1736. paterna methodo ad investigandam parallaxim Martis Perigæi, & quam in recentissimis Elementis Astronomiæ profert in præliminaribus ad Astronomiam num. 4. potuisse determinare appulsum vel Fixæ, vel Planetæ ad filum micrometri usque ad octantem secundi horarii. Profert enim differentiam ascensionis rectæ Martis & Fixæ in observatione matutina diei 13. Octobris 11. 37". $\frac{1}{4}$ ubi cum tota parallaxis vix excederet secundum horarium, ab ipso secundi octante pendebat consensus cum paterna determinatione parallaxeos horizontalis Solis secundorum 10. Illa nimirum tanti viri, tam diuturna exercitatione opus erat ad eos limites attingendos, ad quos ceteris aspirare non licet.

50. Quidquid autem sit de ejusmodi observatione, illud certe patet; quæ pertinent ad distantias & magnitudines Planetarum esse maxime incerta, cum repudiato & *Hipparchi* anagrammate, & Dicotomia Lunæ, omnia pendeant ex aliquot observationibus parallexeos in Ascensionem rectam Martis Perigei, quæ parallaxes commisso errore unius, vel alterius secundi horarii in appulsu vel Martis, vel Fixæ ab filum horarium, vel duplicantur vel evanescent.

51. Quanquam quod attinet ad parallexes, nihil etiam erui potest nisi ponatur refractione vel cognita intra pauca secunda in magnis etiam distantis a Zenith, vel prorsus æqualis in lumine Planetarum & Fixarum in iisdem altitudinibus. Primum nullo modo obtineri potest; nam nec semper constantes sunt intra pauca secunda ob mutationem Atmosphæræ: nec immediate definiri possunt per observationes, nisi supposito quod parallaxis sit nulla, vel cognita, & præterea supposita motus diurni æquabilitate, cum distantia a Polo invariata, supposita æquabilitate horologii, & supposito quod refractiones, non dimoveant objecta e plano verticali, ex quibus principiis potest determinari simul Altitudo Poli, distantia objecti vera a Polo, ejusque vera altitudo supra horizontem. Sed inde patet, eas immediate observari in Fixis solum ex pluribus principiis non demonstratis, inter quæ, ob figuram Atmosphæræ non sphericam, jure dubitari potest an sint aliquæ refractiones azimutales, quæ ab ipso plano verticali objecta dimoveant; in Planetis autem immediate observari non posse potissimum ob incognitas parallaxes.

52. Refractiones autem Fixarum, & Planetarum paribus altitudinibus æquales esse potissimum intra pauca secunda demonstrari omnino non potest. Diu Astronomi sensere oppositum. Hac ætate eorum sententia passim rejicitur, sed sine ulla demonstratione sive e natura luminis, sive ex observationibus. Sive enim refractione pendeat a celeritate luminis, & attractione in corpora, quod *Newtono* placet, sive ex quacunque alia causa, non demonstrabitur in utroque lumine omnia esse paria: cumque ejusdem radii partes aliæ magis refringantur, aliæ minus, juxta notissima *Newtoni* experimenta; non est cur diversi radii è diversis manantes fontibus, & post tam diversum iter delati diverso etiam fortasse temporis intervallo, nonnihil diversam non possint habere refractionem, in Atmosphæra. Atque hæc de natura luminis; nam quod pertinet ad observationes cum refractione elevet objectum in plano verticali, & parallaxis deprimat, si quidquid ex refractione detrahitur addatur paralaxi; omnes observationes necesse est eodem modo se habere.

53. Et quidem cum micrometri maxima utilitas censeatur esse, quod independenter a refractionibus determinet differentiam Ascensionis rectæ, & Declinationis, supposito nimirum, quod in altitudine eadem eadem sit refractione omnium caelestium corporum; patet etiam hujus instrumenti usum pendere ab hypothesebus non demonstratis. Quanquam pendet etiam a luminis propagatione usque ad Atmosphæram, cum supponat objecta, quæ comparantur vel videri in ea directione in qua sunt,

vel

vel æque omnia dimoveri loco, sed de ea, cum & quadrantis usui maximè oblit, agemus infra.

54. Vices micrometri supplebat ante ejus inventionem reticulum eodem in loco constitutum, & adhibetur etiam nunc aliud micrometri genus constans 4. filis se interfecantibus ad angulos semirectos, in quo disposito uno e filis ita ut ab altero objecto percurratur motu diurno, definitur differentia ascensionis rectæ ex appulsu utriusque objecti ad filum huic perpendiculare, & differentia declinationis ex mora alterius inter fila transversalia; vel inter perpendiculare, & alterum e transversalibus. Prodiit autem tribus ab hinc annis in *Collegio Romano* Dissertatio *De novo telescopii usu ad objecta cælestia determinanda* inserta etiam *Actis lipsiensibus* anni 1740. in qua traditur methodus adhibendi loco micrometri ipsum circulem Telescopii campum notato solum tempore ingressus in ipsum, & egressus. Cetera iisdem difficultatibus obnoxia sunt: postrema hæc methodus nihil sibi timet a diffractione luminis, & ab incremento objecti orto a radiis aberrantibus juxta num. 47.: nam ea augent tantum, sed æque quaquaversus, campum ipsum, ac proinde figuram ejus circulem non turbant, cui figuræ, ipsa methodus innititur. Quamquam ea ceteris micrometris præstat etiam, quod non indigeat lumine, quod illa cum requirant ad illustranda fila, fit, ut adhiberi non possint in minoribus Stellis, quæ ejusmodi lumine obruantur, dum earundem ingressus in campum obscurum Telescopii, vel egressus facile determinatur.

55. Quadrantis Astronomici, & dioptrarum Telescopiarum descriptionem accuratissimam adnexuit *Philippus Dela Hire* suis tabulis Astronomicis, ubi & plures methodos explicavit expendendi positionem dioptrarum; ex quo eam hausit *Volsius* aliique ita, ut jam ipsis Astronomis Tyronibus notissimum sit id instrumentum. Constat quadrante circuli F. 10. *AIC* cujus limbus divisus sit in gradus & saltem dena minuta, ita ut ope scalæ singula minuta prima obtineri possint; imo si pro integro quadrante adhibeatur sector pauciorum graduum, & longioris radii, etiam secundorum decades, vel singula secunda. E centro *I* pendet filum *IB* cum pondere, & lateri *AI* adnectitur Telescopium *DE*, in cujus foco duo fila alterum horizontale alterum verticale se interfecent ad angulos rectos, ita ut *Linea Fiduciæ* sit parallela lateri *AI*. *Linea autem Fiduciæ* dicitur ille radius, qui non mutata directione per lentem objectivam defertur ad ipsam intersectionem filorum.

56. Methodus, quæ censetur omnium ap'issima, ad expendendam positionem lineæ Fiduciæ, est hæc. Dirigitur Telescopium *DE* ad aliquod objectum vertici proximum prius facie observa e. g. in Occidentem, tum convertitur in Orientem, ita tamen, ut si distantia objecti non sit satis magna, vitrum objectivum Telescopii, eundem in locum redeat, & si in utraque observatione filum transeat per primum quadrantis, vel sectoris punctum, vel æque ab eo distet, censetur *Linea Fiduciæ* rectè constituta; sin minus; punctum medium inter utranque fili positionem habetur pro primo instrumenti puncto, quam ob causam di-

visio

visio continuatur nonnihil ultra punctum *A* versus telescopium, ut error deprehendi possit, & notari. Ea methodus facile demonstratur sed ex suppositione quod fili positio, & directio radii advenientis maneant. Quamobrem cum pro objecto verticali sumi soleat ab Astronomis Fixa aliqua, & observari ejus transitus per Meridianum binis diebus, si aut directio fili, ex variata directione gravitatis interea mutetur, aut radius a quacunque causa non eadem directione deveniat utroque die, errorem committi necesse est.

57. Usus omnis quadrantis est in capienda elevatione objecti supra horizontem vel distantia a Zenith. Directo enim Telescopio *DE* ad objectum *S* ita, ut id appareat in ipsa intersectione filorum, quæ se secant ad angulos rectos, vel in filo horizontali prope ipsam intersectionem; arcus *AH* definitus a filo penduli *IB* sumitur pro distantia *ZS* objecti *S* a Zenith *Z*, & ejus complementum *HC* pro altitudine *RS* supra horizontem. Cum enim concipiatur filum perpendiculi *BI* productum debere abire ad Zenith *Z*, & latus *AI* esse parallelam semitæ radii advenientis, evadunt anguli *AIB*, *ZES* æquales.

58. Quadrantes etiam a Veteribus adhibiti sunt cum pinnulis vel rimulis, per quas in objecta collimabatur. Hæc, quæ dioptras Telescopicas habent, iis præstant, tum quia ope Telescopii ab omnibus distinctè videntur objecta; tum quia, cum ea videantur aucta, evidentius determinatur eorum positio; tum quia etiam interdum videri possunt Planetæ, & Fixæ lucidiores: quanquam *Hewelius*, *Halleys* teste, tam accuratè observavit ope pinnularum, ut ejus observationes, cum observationibus institutis per dioptras telescopicas accuratè consentirent.

59. Solent etiam collocari quadrantes fixi in plano Meridiani vel alterius verticalis: in quibus non adhibetur pendulum, sed regula mobilis girans circa centrum instrumenti circumfert telescopium. Ejus regulæ motus posset ope rotarum ita multiplicari, ut minimæ ipsius mutationes satis evidenter perciperentur: sed ne is motus inæqualiter propagaretur, & celeritas rotæ velocissimæ ultimum indicem circumferentis evaderet inconstans, quod in communibus rotarum dentibus fieri necesse est; oporteret adhibere dentes vel Epicycloïdales, vel ab Epicycloïde derivatos juxta Theoriam *D. Dela Hire*, qui integro & elegantissimo opusculo explicavit applicationem hujus curvæ, ad conservandam æqualitatem in communicatione motus per rotarum dentes.

60. Omnium autem instrumentorum hujus generis censemus utilissimum quadrantem verticalem mobilem circa centrum circuli horizontalis, quod instrumentum *Tycho* appellavit *Azimuthale*. Nam neque ullam metueret variationem penduli, si qua est, ut nec quadrans constitutus in Plano Meridiani; & ut per quadrantem meridianum potest unica observatione definiri distantia a Zenith, & appulsus ad Meridianum ipsum, sic ejus instrumenti ope definiretur semper appulsus ad quemlibet verticalem circulum præter ipsam distantiam a Zenith: positio quoque Meridiani ejus ope facile definiretur per stellas circumpolares ex suppositione, quod refractione agat tantum in planis verticalibus, notando maximam

evagationem Fixæ circumpolaris in ortum, & in occasum, & sumendo positionem intermediam inter utrunque e verticalibus eas evagationes definiuntibus.

61. Cavendum diligenter, ne quis sit error in divisionibus; ne fila dioptræ, tensione mutata, punctum intersectionis mutant: cui malo occurrit *Grabamus* adhibendo fila argentea distenta ope laminæ, elasticæ; ne Instrumento per calorem dilatato, ac per frigus contracto, construuntur enim ex metallo, vel centrum loco moveatur, vel limbus distorqueatur; ne attractio lucis in fila errorem aliquem inducat, ut in micrometro; ex quibus omnibus, si de secundis agatur, erit semper periculum non contemnendum.

62. Adhuc tamen, iis etiam omissis, usus quadrantis pendet ab hypothesebus non demonstratis tam circa directionem gravitatis, quam circa propagationem luminis, ex quibus & maxime incerta sunt multa, quæ ipsius ope definiuntur, & jure timeri possunt errores aliquando etiam factis magni: tam in sententia Terræ quiescentis, quam in hypothese Terræ motæ.

63. In primis supponitur pendulum quadrantis congruere cum linea verticali. At id quam incertum sit demonstratum est n. 17. & sequentibus, ex quibus constat sive gravitas explicanda sit per Vortices, sive per Attractionem *Newtonianam*, posse pendulum deflectere a linea verticali, immo posse intra eundem diem variari. Et quidem in Hypothese *Newtoniana* non solum potest, sed debet pendulum deflectere ob montium irregularem positum, & ob inæqualem densitatem partium Terræ superficiæ proximarum. In dissertatione *De Figura Terræ* demonstratum est actionem in montem, cujus materia æqualeat actioni sphæræ habenti radium unius milliarii, prope ipsum montem deflectere pendulum a linea verticali plus quam 50. secundis, ut diximus num. 22. & cum idem præstet hiatus similis prope superficiem Terræ, demonstratum est iccirco maxime incertam esse inæqualitatem graduum Terræ tam decantatam per hæc tempora. Hic ex num. 38. colligitur in ipso littore *Anglicano* detorqueri pendulum in undam advenientis æstus per 2^o. 38^o. existente aquarum altitudine passuum 10. Et si ea altitudo augeatur aberrationem augeri fere in ratione ipsius, constat ex n. 39. Hinc in ea juga montium, quæ supra camporum, vel marium superficiem elevantur, & longissime protenduntur, si eorum altitudo sit passuum 600. aberratio erit 2^o. 38^o. sane magna.

64. Variatio directionis potest detegi juxta num. 19. At hæc aberratio non potest, quia lineæ verticalis positionem non habemus independenter a directione gravium, per quam ea investigatur, supponendo quod congruant. Quid vero, si præter Attractionem *Newtonianam* detorqueatur pendulum ab aliqua vi magnetica, vel ab attractione aliqua alterius generis in materiam latentem infra superficiem Terræ? Cum adeo multa Attractionum genera per hæc tempora detecta sint; non erit inanis is metus. Quadrantes Fixi, & Gnomones erecti ad caput lineæ Meridianæ nihil metuunt sibi a variatione directionis: est tamen, quod metuant ab
hac

hac aberratione in prima sui constructione, vel dum restituuntur. *Riccardus Uranoburgi* invenit lineam meridianam *Tybonis* aberrare a justa positione 18. minutis differentia sane enormi. Quis tantum errorem *Tyboni* adscribat? An non potius suspicari licebit, dum uterque Astronomus longo temporis intervallo determinat positionem gnomonis demisso pendulo, hoc alteri ad ortum aberrasse alteri ad occasum? Nam inde patet consequi mutationem lineæ meridianæ.

65. Jam vero, quod ad lumen pertinet norunt Astronomi altitudinem supra horizontem corrigendam esse, & eam corrigunt solum detracta refractione, quæ objecta elevat, & Parallaxi quæ deprimit. At in primis investigatio & refractionis, & parallaxeos pendet a suppositionibus non demonstratis, ut patet ex num. 51. Immo refractiones nondum censentur esse prorsus cognitæ, ne admittis quidem iis suppositionibus. De refractionibus diu Astronomi ne cogitarunt quidem, diu censuerunt esse nullas ultra quinquagesimam gradum; in qua sententia fuit & *Tycho*, & *Ricciolius*, diu eas investigarunt ex suppositione quod refractione fieret in unica superficie, & non perpetuo radius curvaretur; quæ postea rejecta sunt ut omnino falsa. Quid si eodem pacto falsum sit, quod pro certo habetur, nunc refractiones Planetarum, & Fixarum æquales esse?

66. At unde constat non aliam correctionem adhibendam esse altitudinibus præter eas duas? Lumen propagari per lineas rectas in modico intervallo per aerem, experimentis deprehendimus. Inde arguimus lumen a Fixis, & Planetis ad Athmosphæram recta devenire. Quid si vi quapiam nobis incognita in aliquam cæli partem certa lege detorqueatur? Putamus omnino id non contingere: sed ea hypothesis est, quam demonstrare non possumus. Si medium, per quod ii radii deveniunt non est uniforme; linea, per quam deferentur, non erit recta: At cujusmodi sit id medium non est satis compertum. Quid si per Athmosphæram solarem, quæ juxta sententiam *D. De Maïran* tam bene ab ipso comprobata, aliquando etiam ultra Terram extenditur, fiat aliqua lucis refractione? Quid si Vortices adsint, quales excogitavit *Bernoullius*, nimirum diversæ densitatis, ad concludendos vortices ipsos cum regulis *Kepleri*? An non, dum eos vortices lumen permeat, refringetur? Immo cum eos velit ejusdem densitatis cum Planetis, quantam lucis perturbationem oriri necesse est! Quanquam nobis tum propter plurima alia, tum hac ipsa de causa ii vortices non placeant. At illud sane constat propagationem luminis per lineas rectas esse suppositionem non demonstratam, immo de qua timeri possit. Quid ni ex aliqua ejus directionis mutatione pendeat, & exigua illa variatio inclinationis Ecclipticæ, de qua tam acriter disputatum est, & illa mutatio altitudinis Poli, quam *Manfredius* aiebat, sibi semper in Astronomia inexplicabilem esse visam?

67. Multo autem plura metuenda sunt a propagatione successiva luminis. Putant Astronomi lumen propagari ita successivè, ut semidiameter orbis Magni percurrat 8. minutis, idque erui censent ex phænomenis satellitum Jovis. Hinc a Jove ad Terram aliquando deveniret minutis 48., aliquando minutis 32. & a Saturno aliquando minutis 84. si bene

definitæ sunt distantie eorum Planetarum respectivæ a Sole : a Fixis autem, si admittatur illa immanis distantia, quæ nunc ab omnibus admittitur, post plures menses. Ea omnia ante constitutam Astronomiam, cujus constitutio supponi non potest ante demonstratum usum quadrantis, sunt prorsus ignota : & in hac ipsa Astronomiæ luce, suppositis omnibus, quæ Astronomi supponunt, non est demonstratum, imo nec potest satis probabiliter definiiri, an omne lumen equè celeriter propagetur, an aliquid resistentiæ patiatur a medio, quod pervadit, & alia ejusmodi. Quare incertum prorsus est tempus, quo a singulis objectis lux devenit, & incerta celeritas.

68. At in primis seclusa refractione, & admissa propagatione lucis per lineam rectam, directio radiorum non definiret loca, in quibus tunc objecta sunt, sed in quibus erant quando lumen emiserunt : ac proinde ad habendum locum verum addendus erit totus motus conveniens tempori, quod lumen impendit. In Hypothesi Terræ Motæ, in qua Fixæ semper sunt in eodem loco, & Planetæ solum moventur motu proprio satis lento circa Solem, ea correctio nihil turbat loca Fixarum visa, turbat autem nonnihil loca Planetarum, ita ut e.g. congressus & oppositiones non contingant eo tempore, quo observantur, nec eo, quo lumen discessit ab altero eorum, cum non eodem tempore ab utroque discesserit: Sed ob motum adeo lentum, non erit ita magna ea turbatio.

69. At in sententia Terræ quiescentis, ob tantam celeritatem motus diurni & in Fixis, & in Planetis mirum, quantum ex ea suppositione omnia perturbantur ! Si lumen a Fixa aliqua deveniat ad Terram tempore, cui correspondent aliquot revolutiones diurnæ accuratè; apparebunt, ubi sunt, regressæ nimirum unde discesserant, cum lumen emiserunt. Si tempus sit aliquanto majus, oportet eas progressas esse in suo parallelo per arcum, qui tali excessui correspondet, nimirum pro singulis horis per gradus 15. Quare si is excessus in aliis sit major, in aliis minor; aliæ magis, aliæ minus dimovebuntur loco, & facies cæli erit longe alia, quam quæ apparet : aliæ Ascensiones rectæ Fixarum, aliæ Longitudines, aliæ Latitudines, quam quæ apparent. Sic in Planetis si a Saturno lumen deveniat 84. minutis, & a Sole 8., distabit Saturnus a loco viso per gradus 21. Sol per 2.; adeoque, quando videbuntur esse in conjunctione, distabunt gradibus 19. Et is error erit major, aut minor pro diversa distantia, vel celeritate luminis.

70. Hinc duæ difficultates emergunt in sententia Terræ quiescentis.
 1. Sint duæ Fixæ in directum, sed prima ob propagationem successivam appareat occidentalior loco suo per quadrantem, secunda per 3. quadrantes. Apparebunt distare per diametrum sui paralleli. Quoniam autem ob Præcessionem Aquinoctiorum Fixæ aliæ ad polum accesserunt, aliæ recesserunt; oportet a temporibus *Hyparchi*, vel *Ptolomæi* mutatum esse circulum parallelum, & in stellis polo proximis maximè mutatum. Quare oporteret distantiam illam apparentem diametri ejus paralleli, in quo sunt, mutatam esse : Et tamen positio Fixarum ad se invicem est prorsus eadem. 2. Si phænomena Planetarum congruunt cum systemate Tychonis, sub-

substituta figura Elliptica pro circulari, & admissa propagatione lucis instantanea, ut reipsa congruunt; eadem omnino discrepabunt, admissa propagatione successiva: nam multo magis aut multo minus eorum loca turbabuntur, quam locus Solis pro majori, vel minori intervallo temporis, quo ab iis lux defertur in Terram.

72. Is difficultatibus occurri potest negando propagationem successivam. Sed ea admissa; prima dissolvi non potest, nisi dicendo excessum illum temporis supra integras revolutiones Fixarum esse in omnibus Fixis vel nullum, vel æqualem, cujus oppositum non evincitur; Secunda non dissolvitur, nisi dicendo Focum Orbitæ cujusvis Planetæ non esse in Sole, sed in eodem Parallelo procul ab ipso, per arcum, quem Sol percurrit motu diurno eo intervallo temporis, quod lux impendit in percurrenda differentia distantiarum Solis & Planetæ. Quare is Focus in Mercurio, Venere, & Marte, qui possunt accendere ad Terram propius, quam Sol, & longius recedere, jam erit Orientalior Sole jam Occidentalior: In reliquis semper Occidentalior; sed in omnibus nutabunt orbitæ pro accessu vel recessu Planetarum a Terra. Ea correctione adhibita systemati *Tychois* Sol, ut patet, adhuc semper appareret in communi Foco omnium orbitarum. At ea, utut durior, necessario admitti debet, nisi potius in hac sententia rejiciatur propagatio successiva luminis Planetarum, & phænomena Satelliticum Jovis aliunde repetantur. Utrumlibet autem dicatur, oppositum demonstrari non poterit.

73. Demum in Hypothesi Terræ motæ adhibenda est correctio ex aberratione luminis *Bradleyana*, quæ in sententia Terræ quiescentis nulla est. Sed de ea fusius actum est in altera dissertatione nuper habita in *Callegio Romano*.

74. Patet ex hisce omnibus, quam multa implexa, incerta errorum periculis obnoxia supponunt primæ ipsæ observationes, quibus innititur Astronomia; sunt autem multa graviora circa methodos definiendi orbitas Planetarum, & alia ejusmodi, quæ non sunt hujus loci. Quid igitur? Abjiciendum Astronomiæ studium? Desperandum de ejus progressu? Haud sane. Cautè admodum procedendum; Seligendæ hypotheses, quæ cum motibus apparentibus maximè consentiant: Si quæ sint verorum motuum determinationes, quæ cum principiis Mechanicis, & cum motibus apparentibus probe congruant, eæ non pro principiis immediatè demonstratis per observationes, sed pro felicissimis humani ingenii partibus habendæ sunt.

