PETRI NONII SALACIENSIS DE ARTE ATQVE RATIONE NAVIGANDI *LIBRI DVO.*

EIVSDEM in theoricas Planetarum Georgij Purbachij annotationes, & in Problema mechanicum Aristotelis de motu nauigij ex remis annotatio vna.

EIVSDEM de erratis Orontij Finœi Liber vnus.

EIVSDEM de Crepusculis Lib. I. Cum libello Allacen de causis Crepusculorum.

CONIMBRICÆ,
In ædibus Antonij à Marijs, Vniuersitatis Typographi. Anno 1573.

Cum facultate Inquisitoris.

SEBASTIANO PRIMO INVICTISSIMO REGI AC DOMINO NOSTRO, *ANTONIVS MARIS* TYPOGRAPHVS CONIMBRICENSIS, PERPETVAM OPTAT FOELICITATEM.

CVM in libros, de ratione nauigandi, præstãtissimi viri Petri Nonij, incidissem, planè admiratus sum, quantum licentiæ habeat nostra audacia in clarissimorum autorum opera. Erat sanè liber adeo deprauatus, vt certum naufragium facturus esset, qui ea ratione nauigaret. Deerant non pauca, alia fuerunt temere substituta, omnia ita ĩmutata, vt autor ipse partũ non agnosceret, imo iusto dolore, cõmotus librum mendis vndiq; scatentẽ, infamaret, ac exponeret. Quo circa ne cõtĩgat, viros (quos rarò natura gignit, ad opera reipublicæ salutaria facienda) deterreri ab studio edẽdi ea, quæ multis vigilijs & diuino prope cõsilio cõsecuti sunt, timentes librariorũ inscitia facilè corrũpi posse, & adulterari. In animũ induxi meũ, meis sumptibus, pręlo cõmittere idẽ opus, ab omnibus erroribus, vitijs, ac infamia vindicatũ & in pristinũ decorẽ restitutũ; & quo maior accessio fieret, addendũ putaui eiusdẽ autoris libros, de Erratis Orontij Finæi, & de crepusculis iam olim apud nos editos, & ob eorũdem vtilitatẽ ac doctrinam nũc maxime desyderatos. Qua in re nec diligentię, nec sumptibus, in deliniandis figuris Geometricis, peperci, sperãs fore, vt labor hic meus, bonis omnibus, non sit ingratus. Cũ verò opus absolutum viderẽ & magno patrono opus esse, intelligerem: non multum dubitaui, quin celsitudini tuæ consectarẽ: si enim aduersariorũ potentia esset formidanda, quem te fortiorem vlla vnquam vidit ætas? si periti artis eiusdem, de qua in libris agitur, audacia timenda est, quis te his artibus instructior? si deniq; merces aliqua huius laboris iure expectari debet, quis te magnificentior? Accessit autoris dignitas & excellentia inter omnes huius ætatis mathematicos. Cuius rei quando & admirabilis demonstrandi facilitas & plena eruditionis opera, fidem non facerent, efficax argumentum esset, quòd patrui tui, huius regni principes (quibus nihil non magnũ placuit) eo præceptore vsi sunt, & tu tandẽ, Rex inclyte, eiusdẽ doctrinã probes, ac mathematica præcepta libenter audias. Quare nec defensionẽ recusare, nec laborẽ hunc meũ frustra susceptũ arbitrari debes. Deus Optimus Maximus maiestatem tuam diù in columem seruet. Conimbricæ Pridie idus Augusti. anno à CHRISTO domino nato 1573.

PETRVS NONIVS SALACIENSIS AD LECTOREM.

PAVCVla quædam afferemus candide Lector de nauigandi ratione, quo facilius ea quæ in hoc Cõmentario continētur, percipere possis. Intelligamus igitur in sphæra cœlesti quatuor circulos maximos per punctum supra verticem venientes. Vnus eorum meridianus sit, alius verò verticalis, qui eum secat ad rectos angulos, & per puncta intersectionũ æquinoctialis & horizontis transit. His enim duobus circulis horizontis circumferentia in quadrantes diuiditur. Reliqui duo ij sunt, qui per medium secant ipsos quadrantes. Communes autem sectiones eorundem circulorum & plani horizontis, rectæ quædam lineæ sunt in centro coincidentes. Nautica verò arcus vbicunq; fuerit deportata cum sit horizonti æquidistās, huiusmodi rectas lineas virtute magnetis repræsentat: & proinde eas horizontis partes ad quas ipsę tendunt. Hispani porrò eas lineas cõmuni nomine rumbos appellant. Cęterùm medianam proprio nomine rumbum dicunt Septentrionis & Austri, eam verò quę hác secat ad rectos angulos super ipso centro rumbum Lestis & Oëstis: Subsolanum enim dicũt Lestem, Fauoniũ verò Oëstem. Reliquarum verò duarum quę quadrantem Orientalem Borealemque, atq; oppositum bifariam secat, rumbus est Nordestis & Sudoëstis. Nordestem enim dicunt punctum medium inter Septentrionem & ortum Solis æquinoctialem, Sudoëstem verò punctum ei oppositum: sed quæ denique Occidẽtalem quadrantem Borealẽq;, atq; ei oppositum in duas ęquales partes diuidit, rumbus Noroëstis & Suëstis appellatur. Pręterea attendẽdum nobis est, quòd nautæ cũ è portu soluunt, ita cursum instituunt, vt continuis profectionibus acus nauticę adminiculo ad easdem horizõtis partes nauis prorá perpetuo intendant: quando autem oportet, ad aliam positioné diuertũt. A Leste enim in Oëstem nauigare dicuntur, qui dum prora nauis intenta est in Oestem, spatiũ aliquod conficiunt: & de alijs quoq; nauigationibus idem habendum est iudicium. Regulares autem definimus, non irregulares. Nam si nauis prora defixa sit in Nordestem: ipsa tamen nauis propter aquarum decursus, aut ventorum impulsum, vel ob aliud quidpiam, per meridianum transuecta fuerit, neq; nauigasse dicetur ad Nordestem, neq; ad Septentrioné Eas porrò curuas lineas, quas naues ad eum modum currendo in superficie maris describunt, rūbos etiam appellát. Vt si (exempli gratia) sub meridiano ad alterum polorum nauigatum fuerit, descripta linea rūbus dicetur Septentrionis & Austri: sin autem ad punctum medium inter Septétrionem & ortum æquinoctialem, rūbus appellabitur Nordestis & Sudoestis: & similiter in cæteris. Quarū quidem linearū aliæ circulares sunt, aliæ ex circularibus compositæ. Nam si ad alterū polorum sub vno itur meridiano, vel ab ortu æquinoctiali ad Occasum sub ipso circulo ęquinoctiali: maximorum igitur circulorum circumferentias ita describi in terræ marisq; subiecto globo, negabit nemo: sed si aliter, descriptas lineas ex exiguis quibusdam segmentis maximorum quorundam circulorum cópositas esse necesse est. Nauis enim eo modo super ęquora constituta est, vt per dorsum carinamúe, centro mūdi suo pondere innitatur. Quare si per ipsum dorsum à prora in puppim secundum nauis longitudinem planū venire intellexeris, huius itaq; plani & marini globi communis sectio maximus erit circulus in horizontem incidens, quemadmodū ex primo libro Geometrię Theodosij manifestè liquet: & proinde nauis locus arculus quidam erit ipsius maximi circuli: nihil enim refert si in tanto circuitu latitudo aliqua reperiatur. Iam igitur si nauim vel véto, vel remis è loco pellas, quo prora spectat, situm variari necesse est: propterea quòd mutato loco impares fiát anguli positionū, triangulorum scientia id indicante. At qui supposuimus similem seruari situ inter nauigandum: igitur priusquam in ipsa positione inclinationeúe notabilis differétia fiat, diuertit nauis à priori circulo in alium maximū: quapropter descripta linea non erit vna circularis, sed ex circularibus composita. Quoniá verò nautis per difficile erat, similes harū lineas in globis ducere, opus etiá impeditum: planá igitur quandá orbis descriptionem Mathematici excogitauerunt, nauigandi arti quam exercent non solū conuenientem, sed facillimá quoq;. In ea enim quęcunq; rectæ lineę pro rumbis positę eiusdem nominis: quoniá ęquidistantes sunt, cū omni linea meridiana rumbo úe Septétriōis & Austri ęquos angulos efficiūt. Idcirco similis notabitur situs velut in globo, quanquam à legitima planisphęrij ratione haud parum deficere videatur, quemadmodū partim in hoc Cómentario, partim in alijs quos fortassè breui edemus, explicabitur à nobis

bis

bis. Igitur quotiescunq; inter nauigandum in altũ prouecti quo in loco sint cognoscere cupiunt, id statim ex inuéta altitudine poli, & qualitate itineris, idest ex cognito rumbo, quem sequuti sunt deprehendunt, vel ex sola itineris qualitate, & quantitate. Rumbũ enim acus nautica demonstrat: longitudinem verò confecti spatij quibusdam coniecturis expendunt. Interdũ etiam ignorata itineris qualitate, ex ipsius duntaxat quantitate deprehensa in primis altitudine poli, quo in loco sint cognoscunt. Enim verò in triangulo rectangulo præter angulum rectum quinq; sunt, tria videlicet latera cum duobus angulis acutis: ex ijs autem si duo quæuis cognita fuerint, reliqua tria innotescent: latitudiné porrò radicalis loci vnde soluerunt, cognitam semper supponimus. Et quia huiusmodi triangula in ipso planisphærio, quo vtuntur, vel explicata reperiuntur, vel facilè describi possũt ductione æquidistantium: nil propterea opus habent Geometricæ artis peritia, sed solo circino singula:, & quęcunq; ex his volunt, experiuntur. Iam verò si sub vno meridiano nauigatio fit, aut sub vno parallelo, facillimum est eis situm loci, in quo sunt inuenire. Nam si sub vno eunt meridiano, distantiam à circulo æquinoctiali in primis inuentam in eodem supputát meridiano versus mundi polum. At si sub vno parallelo versantur, confectum spatium æstimatione metiuntur: id ipsum deinde in eodem supputant parallelo ab eo loco vndè soluerunt, & ad eam mundi plagá aut Orientalem, aut Occidentalem versus quam nauigarunt: ad finem enim eiusmodi distantiæ se receptos esse affirmant. Cæterùm quia omnes æquidistantes æquales faciunt, consequés est vt idem spatium tot gradus comprehendat in maiore circulo, quot in minore, quod est absurdum. Sed de his alias.

PRAECIPVAE SENTENciæ prioris libri.

CIRCVLVS meridian⁹ via est Septētrionis & Austri, æquinoctialis verò via Lestis & Oestis. Reliquæ autē viæ quas Hispani rumbos appellant, circuli non sunt, sed exiguis maximorum circulorum segmentis constant in Præfatione.

Quamuis circulus ille verticalis, quem recta linea Lestis & Oestis in plano horizontis repræsentat, per puncta ortus & occasus æquinoctialis veniat: non est tamen ob id ipsum suspicandum, vt qui sub ipso circulo globū terræ marisq; circuiuerit, nauigasse dicatur ad Lestem, aut Oestem.

Quamuis nauis proram in ortum aut occasum æquinoctialem perpetuò dirigamus: fieri tamen non poterit, vt ad ipsa æquinoctialia pūcta vnquam perueniamus, sed potius eo modo nauigando, circulus quidam describatur æquinoctiali æquidistans.

Quando porrò ea arte nauigamus, per ambitus maximorum circulorum transuehimur, simul & currimus sub æquinoctialis parallelo: diuerticulis tamen quibusdam quæ sensum omnem effigiunt.

Præter æquinoctialem circulum, nullus alius ex æquidistantibus Lestis & Oestis via verè dici potest.

Quanta sit loci latitudo ostenditur, vbi Verticale sydus oritur ad Nordestem, occidit verò ad Noroestem.

Qui sub maximo circulo iter fecerit prçter meridianum & æquinoctialem, necesse est vt sæpissimè viarum inclinationes commutet, propter variam atque inconstantem angulorum situs inæqualitatem à nouis meridianis sub ortam. Aliter enim fieri non poterit, vt directo itinere progrediatur.

Nautæ igitur cum ad eandem mundi partem perpetuò tendunt, simili seruato situ, directas vias percurrere non possunt.

Cur orbis loca perperàm posita sint in nautarum planisphærio?

PRÆCIPVAE SENTENTIAE posterioris libri.

REctilineum illud planisphærium, quo nostri nautæ vtuntur, tametsi veram orbis imaginem præbere non possit: arti tamen nauigādi quam ipsi exercēt, valde conueniens est.

Vnum atque eundem Ptolemæum fuisse arbitror, qui vtrumque opus Astronomicum nēpe & Geographicum composuit.

Eadem ipsa arte, qua nostri nautæ vtuntur, ad inueniendum quanta sit differentia inter meridianos duorum locorum, olim Ptolemæus vsus fuit.

Modus ille examinatur quo Ptolemæus vsus fuit, vt longitudinis differentiam inueniret inter Coruram & Palurā in pelago Indico.

Quoniam Ptolemæus locorum distantias in quauis inclinatione contrahit ad rectitudinem capiendam, consultius & cautius id facit, quàm nostri nautæ. Hi enim spatium, quod nauigando multis ambagibus conficiunt, in rectum producunt.

Adaucta ea linea quæ rectum subtendit angulum,

Caput Arietis à quo in tabulis Alphonsi calculus motus astrorum initium sumit, sectionē Vernam esse.

Obseruatio à nobis facta Conimbricæ labente anno à Christo nato 1555. in æquinoctio Autumnali.

Deductio declinationis partium eclipticæ in vnum planum tradita à Vitruuio, & à nobis demonstrata.

Fabrica atque vsus cuiusdam circularis instrumenti, quo in plano horizontis iacente, Solis altitudines capiuntur.

Fabrica atque vsus Astronomici radij, & Ioannis Schoneri lapsus notatur.

Hieronymi Cardani error aperitur: qui putauit ex cognita proportione vmbræ ad gnomonem, cuiuscunque syderis, & quacunque hora altitudinem à centro terræ inueniri posse.

Hieronymus Cardan⁹ perperam Vitellionem reprehendit, in quo insigniter deceptus est: cum inquirit ad quantam altitudinem à terra vapores ascendere posśint.

Arcus occultationis Solis in circulo altitudinis arcui distantiæ ipsius à puncto exortiuo æqualis esse non potest, nisi in ijs locis quæ sub æquinoctiali posita sunt: & quando Sol sub ipso circulo æquinoctiali decurrit.

Expositio cuiusdam loci obscuri septimo capite primi libri Geographiæ Ptol.

Declinationem polaris stellæ tempore Hipparchi repertam non conuenire cum calculo Ptolemæi de Motu fixorum syderum

Augustini Ricij argumentatio soluitur, qui putauit errasse Ptolemæum gradu vno, minutis sex in locis Solis & Lunæ & stellarum fixarum.

Hieronymus Cardanus inconsideratè in libello de Temporum restitutione asserit, inter duas obseruationes Ptolemæi Autumnalis æquinoctij octo præcisè solares annos intercessisse.

Canones, quibus nautæ ad inueniendum altitudinem poli vtuntur, per altitudinem polaris stellæ extra meridianum existentis, generales esse non possunt ad omnia climata.

Ad inueniendum altitudinem poli per meridianas Solis altitudines & stellarum fixarum recens canon noster.

Petri Appiani modus examinatur, quo in Cosmographia vsus est ad inueniendum altitudinem poli per horam cognitam.

Iacobi Ziegleri modus ad inueniendum altitudinem poli per distantiam Solis horizontalem à meridiano examinatur.

In omni loco posito inter æquinoctialem & circulum Caneri, quando Sol vicinior est polo mundi Arctico, quàm verticale punctum, gnomonum vmbræ citra miraculum retrocedunt.

Ex cognita poli eleuatione duorum locorum, & situ quem eorum distantia seruat ad alterum meridianum, non potest in vniuersum cognosci, quanta sit ipsa distantia, neq́ue meridianorum differentia: quanquam hæc Ptolemæus iactet se inuenisse per organum Meteoroscopium, & Ioannes de Monteregio idem polliceatur problemate 46. tabulæ primi mobilis.

Cur per ea quæ vel Appianus cognita sumit, vel Zieglerus altitudo poli cognosci non posśit.

Propositionem decimamtertiam primi libri Menelai de Triangulis sphæricis veram nō esse in vniuersum: quemadmodum ea proposita est.

Posteriorem partem octauæ propositionis capitis 14. primi libri Reuolutionum Nicolai Copernici, in quo de triangulis sphaericis agit, veram non esse.

Et quod vndecima propositione docet, error est.

Et similiter lapsus est ipse Copernicus propositione sexta de rectilineis triangulis.

Neque minus lapsus est in duodecima.

De varia Solis habitudine ad verticale punctū in differentibus locis terræ, ante meridiem, & post.

Ioannis Stofleri error ostenditur, qui putauit eo die quo Sol per Zenith eorum hominum trāsit, qui inter tropicos positi sunt, vmbram matutinam eosdem habere rectam in occasum Solis eiusdem paralleli proiectam: pomeridianam verò rectam in ortum ad horizontis punctum extendi, super quo Sol oriebatur.

Quomo-

Quomodo inueniatur altitudo poli per radios Solis, quando meridiani situs datur cognitus.

Quomodo inueniatur altitudo poli per radios Solis, etiam si meridiani situs ignoretur.

Quomodo inueniatur altitudo poli per radios Solis, situ meridiani & solis declinatione ignoratis.

Rursus quomodo Solis declinatione & meridiani situ ignoratis, altitudo poli inueniatur, idq; in plano vnius circuli.

Fabrica horologij horizontalis quo vtræq; Solis distantiæ, à meridiano cognoscuntur, ea videlicet quæ per æquinoctialẽ, & illa quæ per horizontem.

Vmbram rectam, gnomonem & vmbram versam in continua proportione proportionales esse.

Romæ latitudo ex ratione vmbræ ad gnomonem, quam Vitruuius scribit, elicita, non conuenit cum ea quam per Astrolabiũ Ioãnes de Monteregio inuenit.

De radijs solaribus quinam eorum sint æquidistantes, & quinam concurrant, & quinam æquidistantes appareant.

Eratostenis obseruatio quam in Alexandria fecit ad inueniendum, quantus esset totus terreni globi circuitus examinatur.

Gnomonum vmbras æquidistantes non esse, sed apparere, & quorsum concurrant, ostenditur.

Data latitudine duorum locorum cum differẽtia lõgitudinis, eorum intercapedo quomodo inueniatur multiplex modus.

Quomodo in superficie globi eæ lineæ duci debeant, quas nostri nautæ rumbos appellant, similes ijs quas cum nauigamus, in superficie maris nauis suo cursu describit.

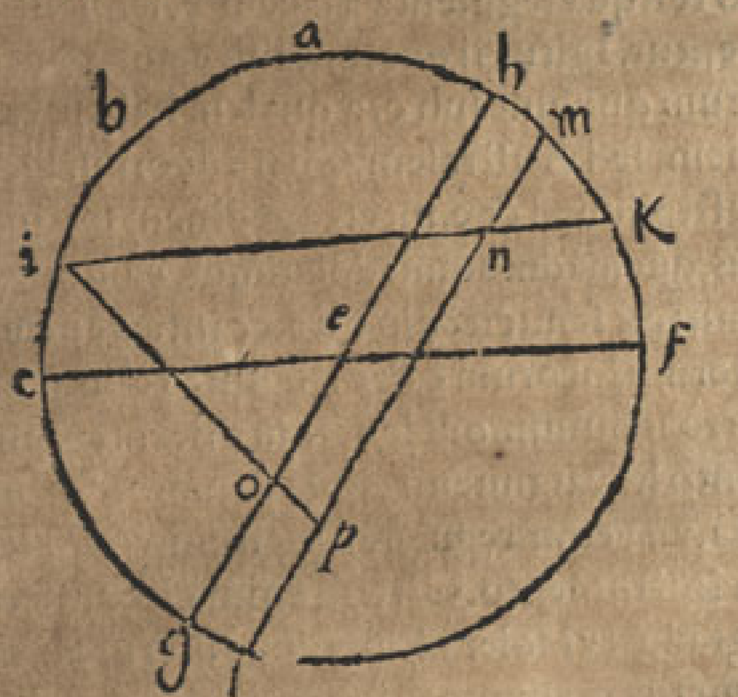
De habitudine ipsarum linearũ tum inter se, tum ad mundi polos.

Vnius atq; eiusdem rumbi segmenta quam habitudinem inter se habeant.

De vsu illius globi, in quo eiusmodi descriptio facta fuerit.

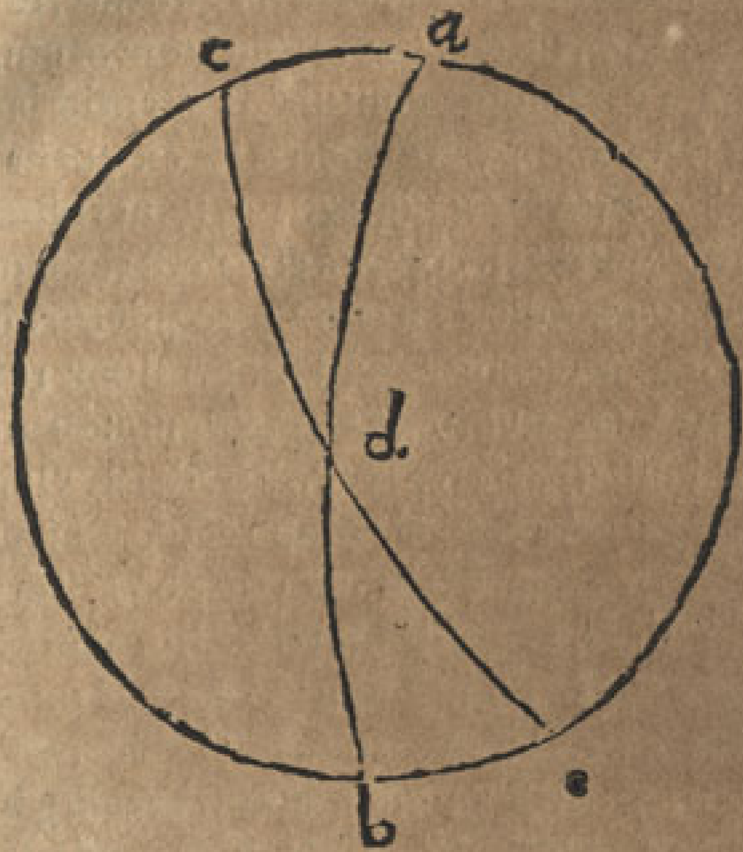
In plobema mechanicum Aristotelis de Motu nauigij ex remis Annotatio vna.

di loci descripti, super polo a: recta igitur i n, sinus versus erit differentiæ longitudinis datorũ locorum, in ipso eodem circulo cuius diameter est K i. In triangulo autem rectangulo p i n, acutus angulus i n p, æqualis est angulo f e h, complementi altitudinis poli primi loci: arcus autẽ c i, æqualis est latitudini secundi loci. Quare b i, differentia erit duarum latitudinum c b & c i: arcus igitur g i, complementum est differentiæ latitudinis datorum locorum, cuius sinus rectus erit o i. Quod si recta linea l m, meridianum secat inter b, & rectam g h vt in hac prima figura, recta idcirco i p, angulum subtẽdens i n p, quam quidem intercapedinis argumẽtum appellamus, minor reperta erit ipsa i o, differentia erit recta o p, æqualis sinui recto arcus g l, quadrantis verò complementum b l, æquum erit intercapedini datorum locorũ: quandoquidem punctum b, polus est circuli venientis per verticem secundi loci. Quæ quidem intercapedo ad hunc modum patefiet. Nam sicut sinus totus ad sinum rectum complementi latitudinis secundi loci, sic sinus versus differẽtiæ longitudinis eorundem locorum in æquinoctiali circulo, ad i n sinum versum differentiæ longitudinis in parallelo secundi loci. Etenim sinus rectus complementi latitudinis secũdi loci, paralleli eiusdem semidiameter est. Arcus verò circulorum æquidistãtium inter duos meridianos comprehensi, non solum sunt proportionales: sed & sinus rectos & versos proportionales habent eorundem æquidistantium semidiametris. Præterea in triangulo rectangulo n i p sicut sinus totus ad sinum rectum anguli i n p, complementiue latitudinis primi loci, sic recta i n ad rectam i p. Igitur sinus totus bis est antecedens. Et idcirco sicut quadratũ sinus totius ad rectangulum contentum sub sinibus rectis complementorum latitudinis datorum locorum, sic sinus versus differentiæ longitudinis eorundem in æquinoctiali, ad rectam i p: hæc enim ratio quam sinus versus differentiæ longitudinis datorum locorum ad ipsam habet i p, ex duabus constat rationibus. Quarum vna ea est, quam ipse sinus versus habet ad i n, altera verò quam eadem i n habet ad i p. Quatuor autem magnitudinum proportionalium quando tres dantur cognitæ, quarta ignorari nõ potest, cognita autem existit prima magnitudo, quadratum nempe sinus totius, cognita etiam secũda rectangulum cõtentum sub sinibus rectis cõplementorum latitudinis, cognita quoq; tertia, sinus videlicet versus differentiæ longitudinis. Igitur multiplicabimus secundam in tertiam, productum verò diuidemus per primam, quæ quidem partitio sola abiectione decem vltimarum figurarum fieri poterit, si sinum totum cẽtrum mille æquas partes habere subijcias, & nota prodibit in quotiente quarta magnitudo, recta videlicet i p, intercapedinis argumentum. Et quoniam g i, complementum differentiæ latitudinis nota relinquitur, detracta ex quadrãte latitudinis differentia: igitur i o, sinus rectus eiusdem complemẽti, cognita erit per tabulam sinus recti. Quapropter rectam i p, cognitam cũ cognita i o, conferemus. Quòd si i p, minor reperta fuerit ipsa i o, vt in descripta figura: earundem igitur differentia o p, cognita veniet. Quare & arcus g l, per tabulam sinus recti cognitus erit. Quem auferemus ex quadrante b g, & arcus denique b l, æqualis intercapedini datorũ locorum cognitus relinquetur. At si ipsa i p, maior reperta fuerit quam i o, hoc ideò erit: quoniã recta l m, meridianum secat inter rectã g h, & punctum oppositum ipsi b, vt in secunda figura. Quare arcum g l, adijciemus quadranti b g, & arcus b l, æqualis datorum locorum intercapedini notus prodibit. Quòd si eadem recta li-



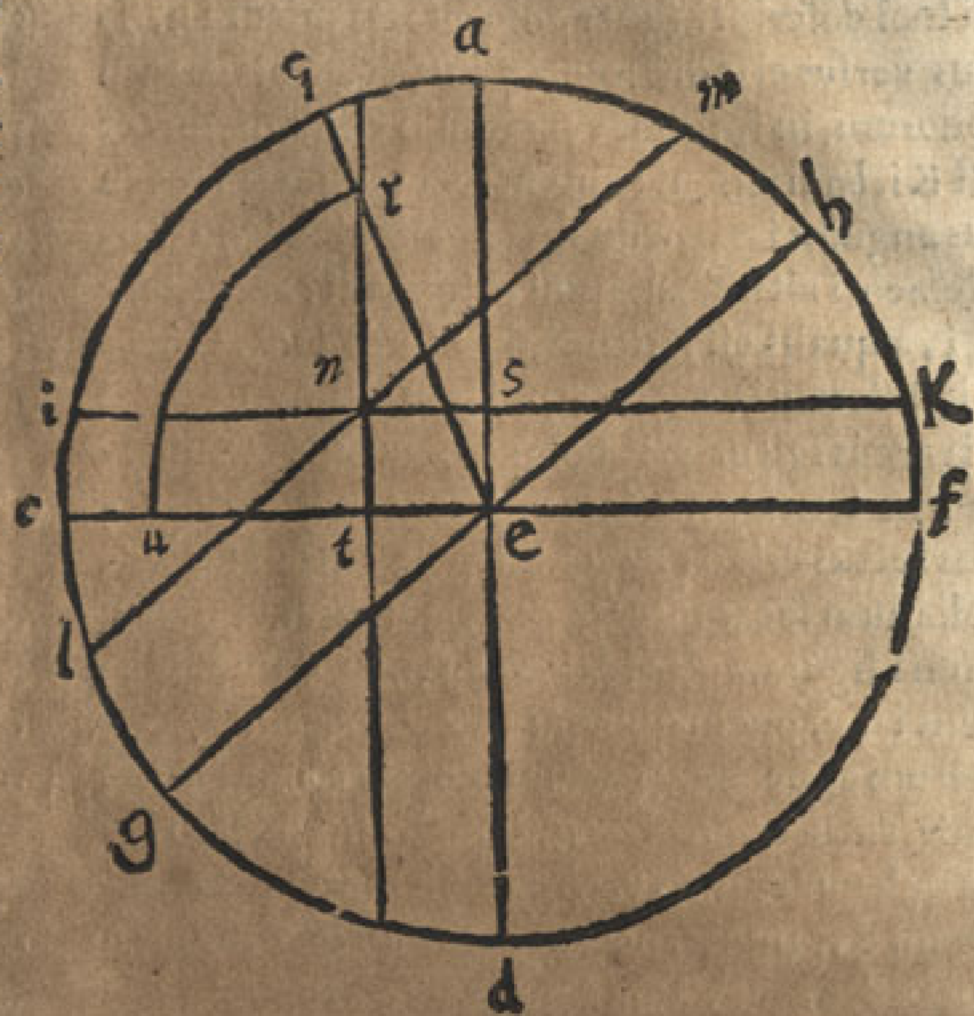
nea i p, æqualis inuenta fuerit rectæ i o: circulũ igitũr ductum per verticem secundi loci, cuius polus est b meridianum secare super recta g h, fateri necesse est. Quapropter quartus memoratæ proportionis termin[9] qui intercapedinis datorum locorum argumentum existit, sinus rect[9] erit arcus g i: & idcirco quadrans b g, eorundem locorum intercapedini æqualis erit.

Sed vt præsens problema omni ex parte absoluamus, punctum a in subiecta figura Borealem polum ponemus esse, b verò Australem. Primus locus verticem habeat ad c, in meridiano a c b, latitudinemq; Borealem. Secundus locus verticē habeat ad d in meridiano ad b, sub Australi latitudine. Ducto autem maximo circulo per c & d. qui meridianum primi loci secet in e, datorum locorum intercapedo erit c d. Et quoniā



duo semicirculi a c b & c b e æquales sunt ad inuicem: detracto igitur communi segmento c b, duo reliqua segmenta a c & b e, æqualia relinquentur. Igitur ij qui sunt sub e, antipodes sunt eorum qui sunt sub c, æqualem habentes latitudinem, sed Australem. Quare duorum locorum Australium d & e, intercapedinem d e inueniemus, quemadmodum docuimus, eamque auferemus ex semicirculo c d e, & intercapedo c d, datorum locorum c & d, cognita relinquetur.

Porrò si huiusmodi locorum distantias instrumento libeat inuenire, ipsa demonstrationis figura, vna cum regula atq; circino, tibi seruiet pro instrumento. Circuli enim circumferentia in gradus (vt solet) diuisa, supputetur ab c in a, numerus graduum differentiæ longitudinis datorum locorum, sitq; huiusmodi arcus exempli gratia c q, & ab e in q, rectam lineam occultam ducemus e q, ex qua sumemus e r, æqualem is semidiametro paralleli secundi loci, & ipsi r, puncto regulam coaptabimus, quæ super eodem pūcto tamdiu circumferatur, donec diametro a d æquidistet. Tunc autem æquidistabit, cum æquales arcus vtrinq; ex duobus quadrātibus resecauerit, eiusq; intersectionem cum i K notabimus quæ sit in n. Quare recta linea i n, sinus versus erit differentiæ longitudinis datorum locorum, in parallelo secundi loci. Coaptabimus



igitur regulam ipsi n, quam eo vsque circumducemus, donec diametro g h, æquidistet in situ l m, & detracto g l, ex quadrante, datorum locorum intercapedo nota relinquetur. Quòd autem recta linea i n, sinus versus sit differentiæ longitudinis in parallelo secundi loci, non erit difficile intelligere. Regula enim per r & n veniens, axi a d, parallela, rectam e c secet in t, & cētro e, interuallo verò e r, circulus describatur, semidiametrum e c secans in u. Et quoniam angulus r t u, rectus est: recta igitur t u, sinus versus erit arcus r u. At verò duæ rectæ e u & s i, æquales sunt: igitur detractis ab eis t e & s n, quæ sunt æquales, duæ rectæ t u & n i, æquales relinquentur per communem sententiam. Quapropter recta i n, sinus versus est differentiæ longitudinis in parallelo secundi loci. Quādo verò sinus versus maior fuerit semidiametro, multo facilius inueniri poterit, vt iam nosti. Præterea iuxta demonstrationem Ioannis Verneri datorum locorum intercapedo in vno plano inueniri poterit, si rectilineum quadrilaterum datorum laterum construxeris, cuius duo latera opposita atque æqualia sint rectæ subtendentes arcus meridianorum inter duos parallelos, duo verò reliqua quæ inuicem æquidistant, duæ rectæ sint subtendentes arcus parallelorum inter ipsos meridianos. Recta enim linea inter oppositos angulos arcum quæsitæ intercapedinis subtēdet. Item in lamina tabulaúe Astrolabij generali eadem intercapedo inueniri poterit, qua arte ex cognita distantia à meridiano astri declinationem

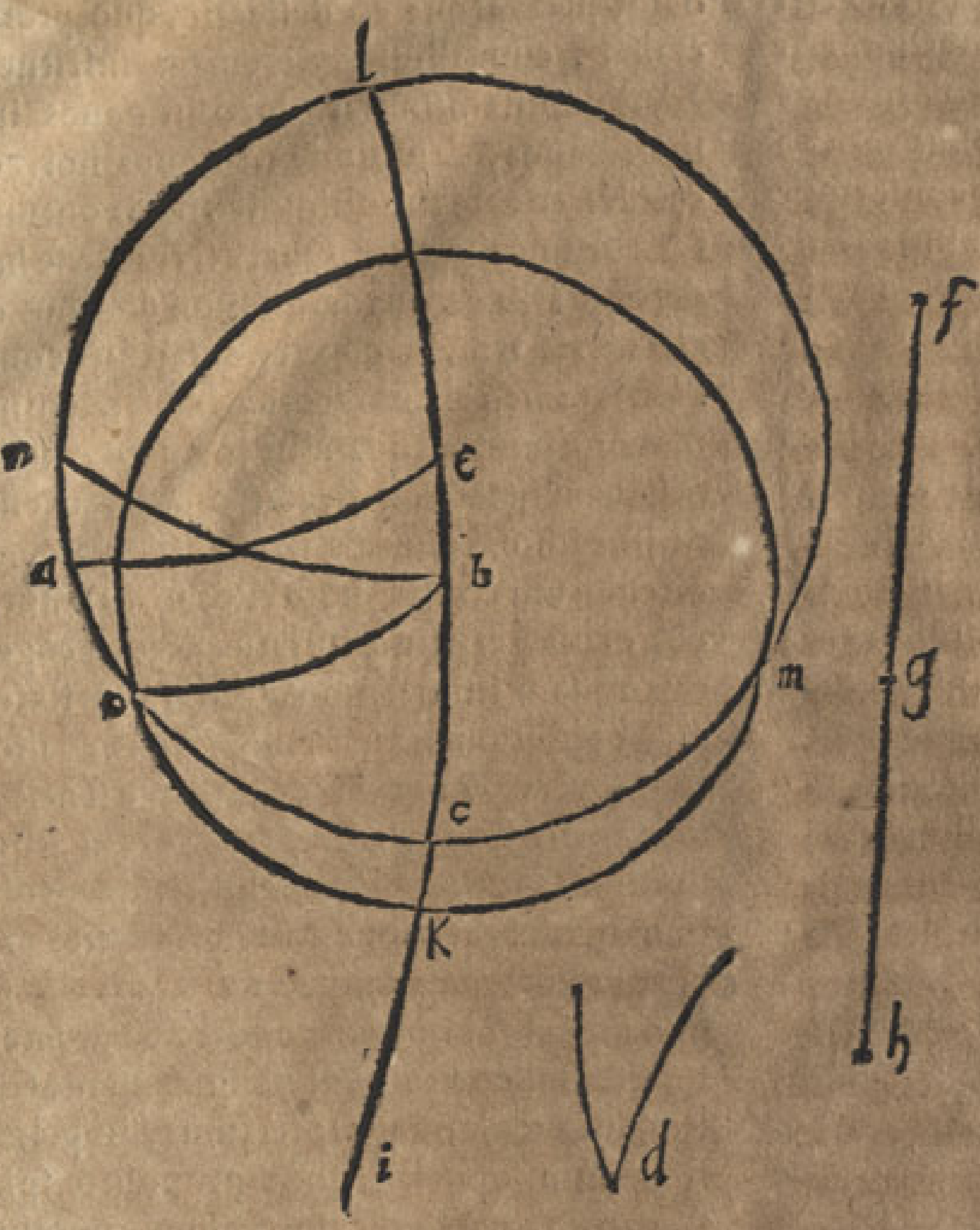
nem

ſtem habentis cognitam, diſtantia ipſius à verticali pũcto cognoſcitur. Sed operæ pretium erit eandem tabulã vltra tropicum Capricorni extẽdere, propter loca Auſtraliora. Ipſius verò generalis tabulæ fabricam atq; vſum conſcripſit olim, impreſsioniq; dedit Ioãnes Vaſurtus Salmanticenſis Aſtronomus. Nos autem poſteà vt ea citra ambiguitatem vteremur, fabricæ & vſus rationem demonſtratione inueſtigamus. Deinde verò poſt aliquot annos eandem tabulam exaratam reperimus in Arabicis Aſtrolabijs multis antè ſeculis conſtructis, quæ clariſsimus princeps Ludouicus Portugaliæ infans ex manubijs attulit Tunetis vrbis. Omnium verò facillimus modus erit, ſi in globo duo data loca ſecundum artis præcepta collocaueris, ipſorũ deinde diſtantiam inter circini pedes comprehenderis: mox enim eo tranſlato ad meridianum, vel æquinoctialem, quot gradus maximi circuli quæſitum interuallum habeat, deprehẽdes.

¶ *De ijs quæ præmitti debent ad ducendum eas lineas in globo, quas nautæ rumbos appellant. Cap. 21.*

INter initia prioris libri oſtẽdimus eam lineam, quam nauis ſuo curſu citra meridianum aut æquinoctialem deſcribit, circularem non eſſe, ſed ex exiguis quibuſdam maximorum circulorum ſegmentis conſtare. Quanquam aduertimus non ſine ratione dici poſſe inflexam quandam lineam eſſe alterius formæ inſtar helicæ duabus confectam motionibus. Nauis enim lationem dum citra meridianum aut æquinoctialem curſum tenet, ex duabus lationibus, à duobusúe motoribus prouenire, fortaſſe quiſpiam ſuſpicabitur. Vna latio eſt, qua nauis ipſa in illius maximi circuli plano ſecundum longitudinem poſita, qui in optatam horizontis partem ſpectat, vel flatu, vel remis impellentibus, in longum fertur. Altera verò in latus fit, ſiue obliquum, qua gubernator clauum tenens, nautica acu docente, nauem ipſam interim detorquet, atque eò deflectit, quo prora ſpectabat, cum illiuſmodi curſus inſtitueretur. Ideſt quoniam mutato loco in nouos incidit meridianos, & ſubinde in nouos horizontes: ea idcirco arte in conſimiles horizontum partes curſum dirigit. Quare ſi res ita ſe habeat, deſcripta linea quam rumbum dicimus, neque circularis erit, nec ex circularibus conflata. Nobis tamen aliter videtur. Nauem enim animaduertimus aliquandiu in longum ferri, antea quàm in latus deflectat: & idcirco eiuſmodi lineam ex exiguis ſegmentis maximorum circulorum conſtitutam eſſe, arbitramur. Nam cur nauis perpetuò in latus deferri cogetur, ſi quanquam in maximo circulo quo flatus ſpirat, breui tamen curriculo verſetur, alio proram ſpectare gubernator minime ſentit? Veruntamen Geometriæ peritus certa atque indubitata ratione deprehendit, quantulacunque facta mutatione, impares effici angulos cum nouis, quos ſubit, meridianis: & proinde nauis proram alio tendere, ſed latet ſenſui error ille. Cuius quidem cauſam atque rationem vt planè perſpiciamus, imprimis intelligamus oportet, quòd propoſito ſphærico triangulo a b c, ex ſegmentis maximorum circulorum conſtituto, in quo quidem angulus c rectus exiſtat, angulus verò à acutus, latus autem a b recto angulo ſubtenſum quadrante non maius. Propoſito etiam acuto angulo d, maiore ipſo a, non erit difficile à puncto b, in ſubiectum latus a c, ſegmentum maximi circuli deducere, quod ad aliquod punctum inter a & c, cum eodem a c, angulum æqualem efficiat propoſito angulo d. Ad punctum enim a terminum lateris a c, acutum angulum conſtituemus c a e, æqualem angulo d per primam propoſitionem primi libri Menelai, & producto latere b c, occurrat ſegmento a e, in puncto e. Præterea tribus propoſitis rectis lineis, quarum prima ſit ſinus rectus ſegmenti c e, ſecunda ſinus rectus a e, tertia ſinus rectus b c, quarta inueniatur proportionalis in plano circuli c b e, per 12. ſexti libri Euclidis, quæ quidem ſit f g. Hanc autem oſtendemus maiorem eſſe ſinu recto ſegmenti b c, minorem verò ſinu toto. Nam quoniam angulus b a c acutus proponitur, & latus a b, quadrante non maius: igitur latus b c, quadrante minus erit: latus verò a c quadrante non maius, per vndecimam propoſitionem

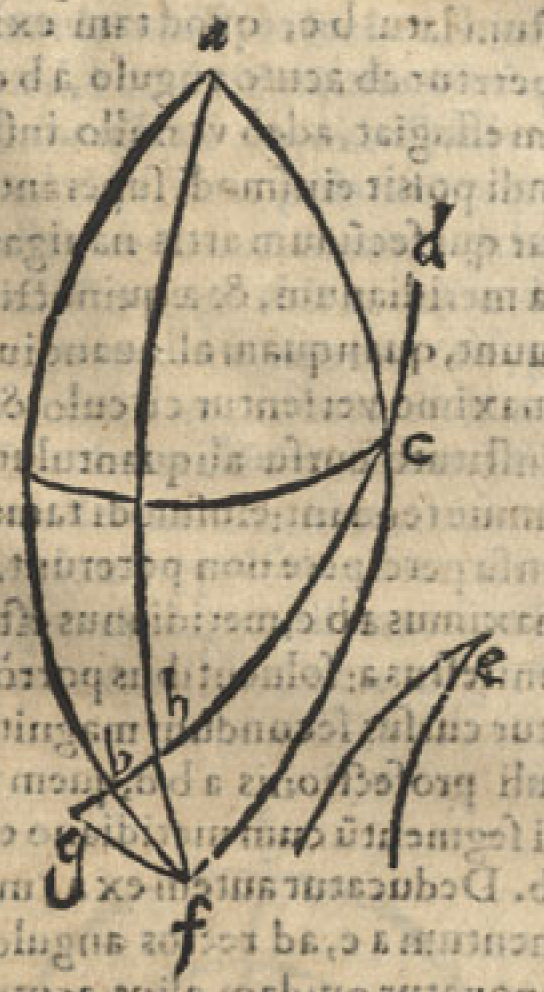
pri



primi libri Gebri. Rurſus in triangulo a e c, quoniam angulus c a e acutus eſt: ſubtenſum igitur latus minus erit quadrante, per ipſam vndecimam propoſitionem. Latus porrò a c, oſtẽſum eſt quadrãte non maius: igitur latus a e, non maius erit quadrante, per eandem 11. primi libri Gebri. Minus eſt autem c e ipſo a e, per ſeptimam propoſitionem primi libri Menelai, quia minori angulo ſubtenditur: igitur ſinus rectus ſegmenti c e, minor erit ſinu recto ſegmenti a e. At ſicut ſinus rectus c e, ad ſinum rectum a e, ſic poſuimus ſinum rectum b c, ad rectam lineam f g: igitur minor eſt ſinus rectus b c, ipſa recta f g. Sed quod eadem f g, minor ſit ſinu toto, facile erit demõſtrare. Quoniam enim ſicut ſinus rectus ſegmenti c e ad ſinum rectum a e, ſic ſe habet ſinus rectus b c, ad rectam f g: igitur ſicut ſinus c e, ad ſinum b c, ſic ſinus a e, ad rectam f g, per permutatam proportionem. Maior eſt autem ſinus c e ſinu b c: igitur maior erit ſinus rectus ſegmenti a e, ipſa recta f g. Sinus verò rect⁹ ſegmenti a e, ſinum totum non excedit: igitur minor erit recta f g ſinu toto. Rectam itaq; ſumemus f h, duplam ipſius f g, cui æqualẽ coaptabimus circulo e b c, in quo quidem circumferentiam ſubtendat b i, ſemicirculo minorem. Dimidium verò ipſius b i eſto b K: ſinus igitur rectus ipſius b K: æqualis erit rectæ f g, per definitionem ſinus recti, & communem ſententiam: & proinde ſegmentum b K maius erit ſegmento b c: circulum igitur deſcribemus ſuper polo b ipſo interuallo b K, quem neceſſe eſt ſecare maximum circulum a c l, duobus in locis. Sit igitur vna ſectio ante c, in puncto m. Dico quod alia ſectio erit inter c & a. Nam non in a: maiorem enim rationem habet ſinus rectus anguli acuti c a e, ad ſinum totũ, quàm ſinus rectus acuti anguli b a c, ad eundem ſinum totum. Atqui ſicut ſinus rectus anguli c a e, ad ſinum totum, ſic ſinus ſegmenti c e, ad ſinum ſegmenti a e, & ſicut ſinus anguli b a c, ad ſinum totũ, ſic ſinus ſegmenti b c, ad ſinum a b, per 13. propoſitionem primi libri Gebri. Igitur maiorem rationem habet ſinus c e, ad ſinum a e, quàm ſinus c b, ad ſinum a b. At ſicut ſinus c e ad ſinum a e, ſic ſinus c b ad ſinum b K: igitur maiorem habebit rationem ſinus c b ad ſinum b K, quàm ſinus eiuſdẽ c b ad ſinum a b: & idcirco minor eſt ſinus ſegmenti b K, ſinu ſegmenti a b. Et quoniã ſegmentum b k, oſtenſum fuit quadrãte minus, ſegmentum verò a b, poſitum fuit quadrãte nõ maius: igitur minus erit b K ipſo a b. Et proinde circulus deſcriptus per k, ſecare non poteſt maximum circulum a c in a. Si enim in a ſecaret, duo ſegmenta a b & b k, æqualia eſſent inter ſe, ſed maius eſt a b ipſo b k. Nec ſecare poteſt in alio puncto vltra a vt in n. Nam quoniã b c, minus eſt quadrante: in triangulo igitur n b c, angulus c n b acutus erit: at obtuſus eſt angulus b a n, igitur in triangulo a b n, maius erit latus b n latere a b, per 7. primi Menelai: & proinde multò maius ſegmẽto b K. Quapropter ſecare non poteſt deſcriptus circulus maximum circulum a c m, vltra a nec in ipſo a. Secet igitur in o, inter c & a. Igitur maximum circulũ deſcribemus per ipſa b & o puncta, qui ad o angulum efficiat b o c. Dico ipſum b o c acutum eſſe, æqualemq; propoſito angulo d. Nam ſicut ſinus rectus c e, ad ſinum rectum a e, ſic ſinus re

ctus

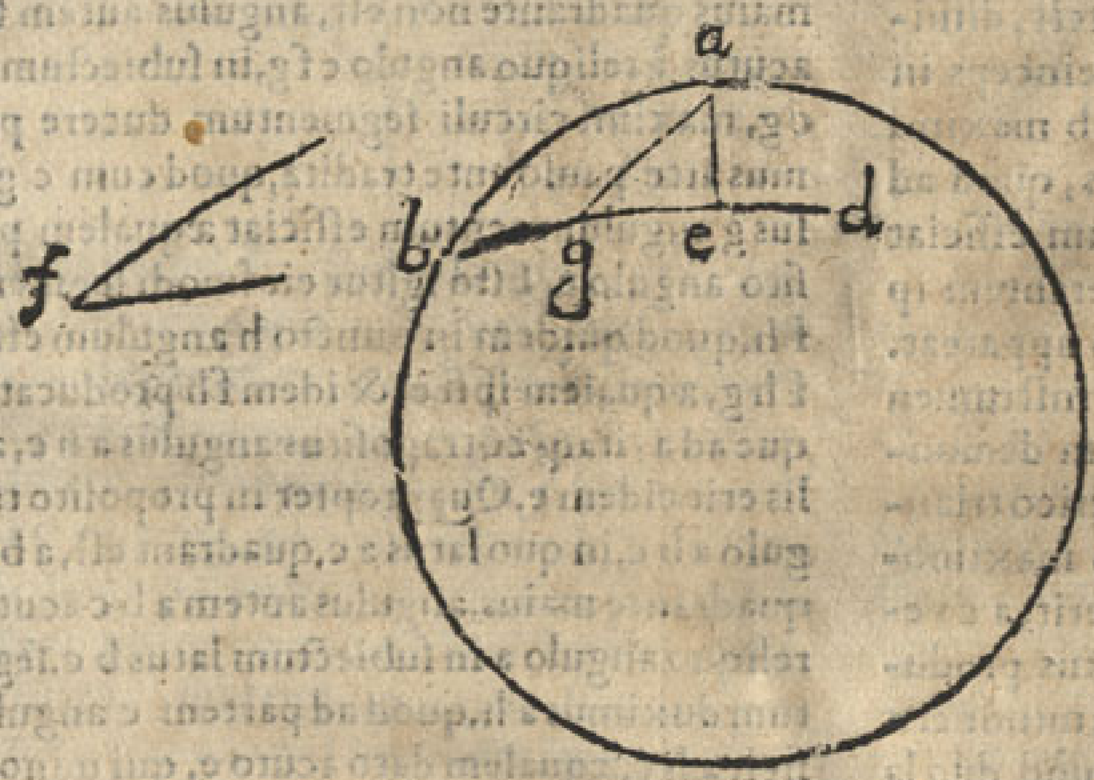
ctus b c, ad ſinum rectum b o. At ſicut ſinus rectus c e, ad ſinum rectum a e, ſic ſinus rectus arcus anguli c a c, ad ſinum totum. Et ſicut ſinus rectus b c, ad ſinum b o, ſic ſinus rectus anguli b o c, ad ſinum totum: igitur ſicut ſinus rectus anguli c a e, ad ſinum totum, ſic ſinus rectus anguli b o c, ad eundem ſinum totum. Et propterea æquales ſunt inter ſe duo ſinus recti angulorum c a e & b o c. At acutus eſt c a e, per hypoteſim, & b o c ſimiliter acutus, propterea quòd in rectangulo triangulo b c o, ſubiectum latus b c, minus eſt quadrante: igitur æquales erunt inter ſe ijdem anguli c a e & b o c. Ipſe verò c a e, æqualis eſt angulo d: æqualis igitur erit b o c, eidem d. Et proinde in triangulo a b c, ſegmentorum circulorum maximorum, in quo angulus c rectus eſt, angulus verò a acutus, minorq; propoſito angulo d, latus autem a b, quadrante non maius, à reliquo angulo b, in ſubiectum latus a c maximi circuli ſegmentum b o deduximus, quod ad punctum o angulum conſtituit b o c, æqualem eidem propoſito angulo d, quod feciſſe oportuit. Et quoniam acuti anguli a, & recti differentia in duo æqualia diuidi poteſt, dimidium rurſus in duo æqualia, & ita deinceps in infinitum: à reliquo igitur angulo b maximi circuli ſegmentum ducere poſſumus, quod ad aliquod punctum lateris a c, angulum efficiat acutum, tam exigua differentia ſuperantem ipſum a, vt iudicio ſenſus eidē æqualis appareat. Adeò vt ipſorum inæqualitas nullo inſtrumento internoſci valeat. Prædicta etiam demonſtrandi arte concludes, quòd in ſphærico triangulo a b c, ſegmentorum circulorum maximorum, ſi latus a b, maius quadrante fuerit, a c verò quadrans, angulus autem a b c acutus, producto latere b c, exterior angulus a c d, minor erit acuto, interioreq; a b c: propterea quòd duo latera a b & a c, coniuncta maiora ſunt ſemicirculo per hypotheſim. Igitur propoſito alio acuto angulo e, adhuc minore ipſo a b c, maiore tamen ipſo a c d, dico quod poſsibile eſt ab angulo a, in ſubiectum latus b c, ſegmentum maximi circuli ducere, quod cum eodem b c, æqualem angulum efficiat ipſi e, ad partem c. Latera enim a b & a c extendantur, cōcurrantq; in f, & ab ipſo f, maximi circuli ſegmentum deducatur f g ad rectos angulos ſuper b c, quod extra triangulum b f c, neceſſe eſt cadere: propterea quòd angulus c b f obtuſus eſt, ipſum verò f g, quadrante minus. Igitur quoniam a c f ſemicirculus eſt, & a c quadrans, ſegmentũ c f qua-



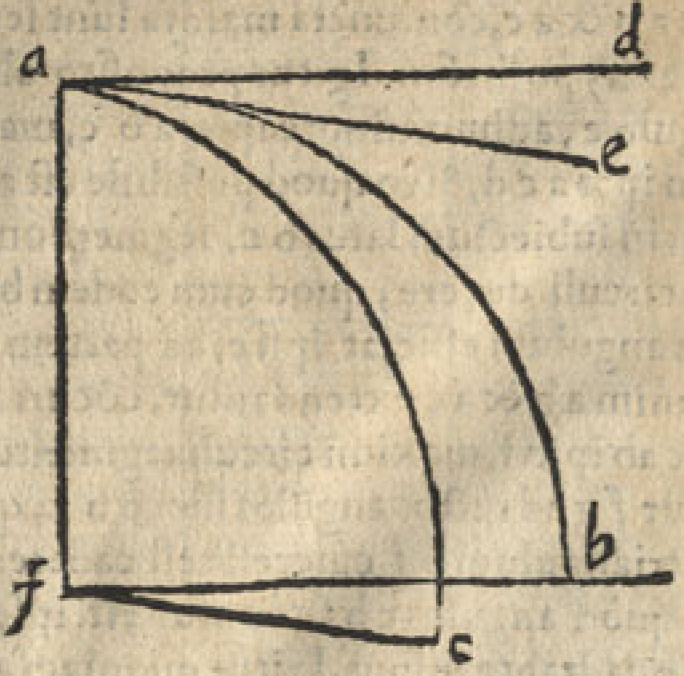
drans quoque erit. Angulus porrò b c f acutus eſt, æqualis contrapoſito a c d: idcirco in triangulo rectangulo c g f, in quo quidem latus c f, maius quadrante non eſt, angulus autem f c g, acutus, à reliquo angulo c f g, in ſubiectum latus c g, maximi circuli ſegmentum ducere poſſumus arte paulò ante tradita, quod cum c g verſus g angulum acutum efficiat æqualem propoſito angulo e. Eſto igitur eiuſmodi ſegmentum f h, quod quidem in puncto h angulum efficiat f h g, æqualem ipſi e, & idem f h producatur vſque ad a: itaq; cōtrapoſitus angulus a h c, æqualis erit eidem e. Quapropter in propoſito triangulo a b c, in quo latus a c, quadrans eſt, a b verò quadrante maius, angulus autem a b c acutus, à reliquo angulo a in ſubiectum latus b c, ſegmentum duximus a h, quod ad partem c angulũ efficit a h c, æqualem dato acuto e, qui minor propoſit⁹ fuit quàm acutus a b c, maior autē quàm exterior a c d: quod quidem faciendum propoſuimus. Non poteſt autem f h cadere in puncto b. Nam angulus a b c æqualis eſt contrapoſito f b g: & propterea ipſe angulus f b g, maior eſſet angulo e per hypoteſim, & communē ſententiam: igitur non æqualis. Neq; cadet inter b & g: maius enim eſſet b f ipſo f h, quia obtuſo angulo ſubtenſum, at f h acuto. Quare duo latera b f & f h, coniuncta ſemicirculo minora fierent: & proinde multò maior angulus f h g, eodem angulo a b c. Quapropter multo maior angulus e quàm a b c, rurſus contra hypotheſim. Ex quo item concludes, quòd à puncto a, du-

duci potest maximi circuli segmentum super
subiectum latus b c, quod tam exigua differen
tia superetur ab acuto angulo a b c, vt sensum
omnem effugiat, adeò vt nullo instrumēto de-
prehendi posit eiusmodi superantia.

Igitur qui secūdum artis nauigandi præcep-
ta citra meridianum, & æquinoctialem cursum
instituunt, quanquam aliquandiu in vno atq;
eodē maximo versentur circulo, & hac de cau-
sa de instituto cursu aliquantulum diuertant,
aliorsumúe tendant: eiusmodi tamen diverticu
lum sensu percipere non poterunt. Circulus e-
nim maximus a b c, meridianus esto loci b, po-
lus manifestus a: soluentibus porrò è loco b, in-
stituatur cursus secundum magnitudinem acu
ti anguli profectionis a b d, quem b d maximi
circuli segmentū cum meridiano efficit ad pū-
ctum b. Deducatur autem ex a, maximi circu
li segmentum a c, ad rectos angulos super b d,
& proponatur quidam alius acutus angulus f,
insensibili differentia excedens ipsum a b d, at-
que minore illa qua idem a b d, à recto angulo



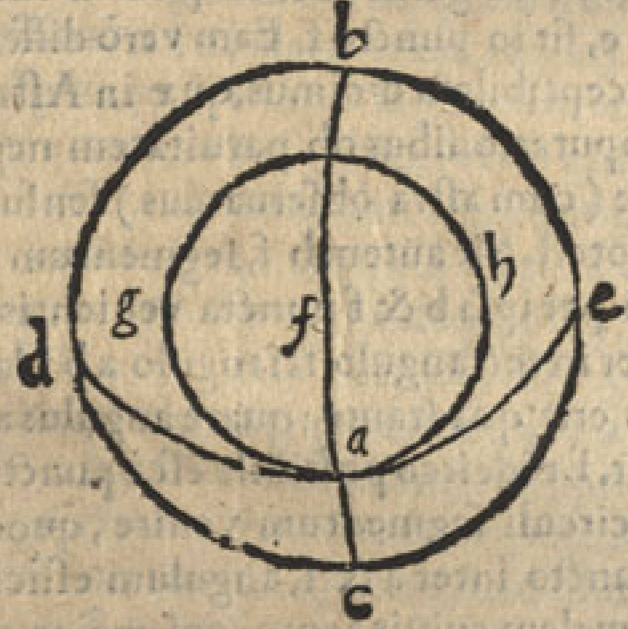
superatur. Et quoniam in sphærico triangulo a
b c latus a b quadrante maius non est, angulus
autem a b c acutus, minorq; angulo f: punctū
igitur inueniatur in latere b c, sitq; g, in quo
quidem maximi circuli segmentum a g, angu-
lum efficiat a g e, æqualem ipsi f. Quare insensi
bili differentia ipse angulus a g e, profectionis
angulum a b e superabit, eritq; a g meridianus
loci g. Et quoniam in quouis puncto inter b &
g. anguli efficiuntur cum circulis venientibus
a b a, adhuc minores quàm a g e, maiores verò
quam a b e: exterior enim angul⁹ ad basim triā
guli maior est interiore oppositoq;, quādo duo
latera iunctim semicirculo minora sunt: mino-
re idcirco differentia iidem anguli superabunt
ipsum angulum a b e. Proportionalis est autem
idem ipse profectionis angulus a b e, ei recti-
lineo quem in nautico instrumento rectiline⁹
rumbus cum recta meridiana efficit: igitur im-
perceptibili differentia discrepabunt iidē sphæ
rici anguli à magnitudine rectilinei. Et proinde
quamdiu nauis versatur in b g. maximi circuli
segmento, in diuersa perpetuò tendit, quanquā
diuerticulum illud sensu percipi non posit.
Prora enim eodem videbitur spectare quo re-
ctilineus rumbus tendit. Idem similiter osten-
des in nauigationibus quæ fiunt versus occul-
tum polum, si præcedenti figura vtaris. Meri-
dianos autem circulos dicimus & polos in sub-
iecto globo maris & terræ, similes iis qui in sphæ
ra cœlesti habentur. Profectionis porrò angu-
los curuilineum cum rectilineo proportionales
esse sumpsimus, quod quidem facili demonstra
tione ostendes, hoc videlicet modo. Esto in su-
perficie maris meridiani quadrans a b, pūctum
a, locus à quo discedimus: ipse igi-
tur quadrans a b, cum quadrante a
c, profectionis angulum efficiat b
a c curuilineum, recta autem a d,
cōtingat circulum a b in a item re-
cta a e contingat a c, in ipso a, cen-
trum globi sit f. & connectantur a
f, & b f & c f. Duæ itaq; rectæ li-
neæ a d, b f, æquidistantes erunt, si-
militer duæ a e, f c, æquidistantes
per 28. propositionem primi libri
Euclidis. Quapropter planum in
quo angulus d a e, æquidistans erit
plano in quo angulus b f c. Atqui
in plano horizontis est b f c: super
ficies igitur in qua angulus d a e,



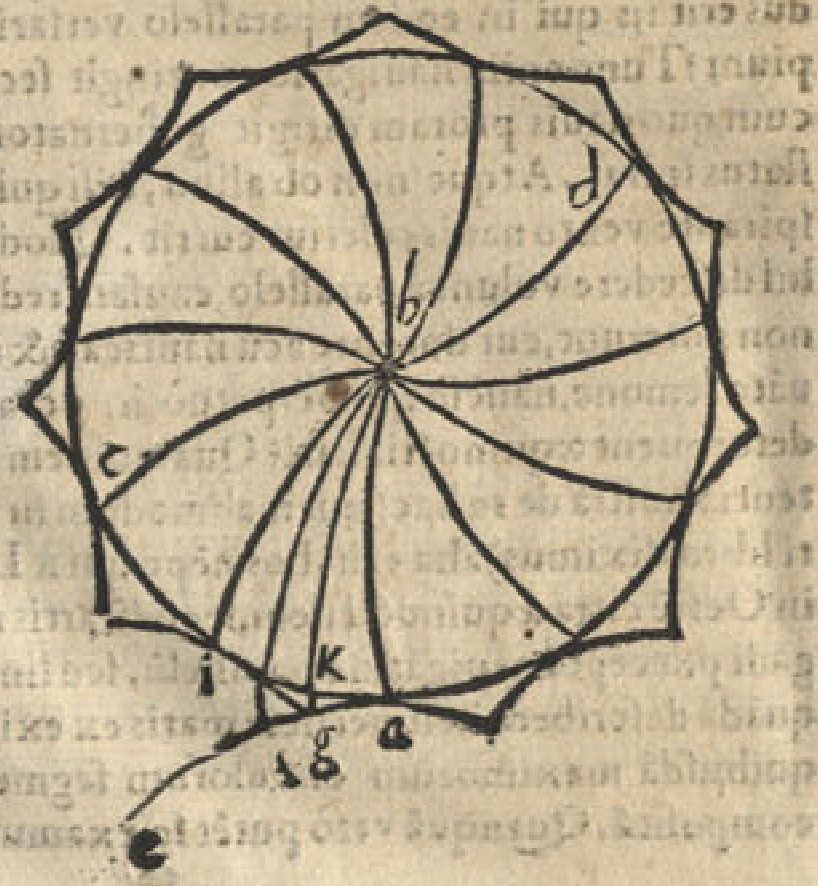
æqui-

æquidistans est horizonti, & a d recta meridiana, ipsa verò a e, rectilineus rumbus, qui cum eadem a d, acutum efficit angulum d a e, quem dico proportionalem esse similemúe sphærico b a c. Duo enim anguli d a e & b f c, æquales inuicē sunt per decimam propositionem vndecimi libri Euclidis: angulus autem b f c, quantitatem definit sphærici anguli b a c. Igitur proportionales sunt rectilineus d a e, & sphæricus b a c, idest sicut d a e, ad rectum angulum rectilineū, sic b a c ad rectum sphæricumq; maximorū circulorum circumferentijs contentum, quod quidem demonstrasse oportuit.

Igitur vt earum viarum qualitates secūdum quas ad alterum polorum mundi accedimus, recte intelligantur, hæc præmittenda censuimus. Cæterùm quoniam contingit nauigando eandem interdum seruari distantiam ab vno atque eodem polo: operæpretiū igitur erit huius quoque viæ qualitatē, quæ Aequatori parallela existit, inuestigare. Nam quòd itinerum profectiones nō solum fieri possint super maximis sphæræ circulis: sed etiā super minoribus, nemo vnquā dubitabit, si animaduerterit ex cētro sphæræ maris quod centrum mundi supponimus, ad singula puncta circumferentiæ minoris circuli rectas lineas ductas, si vlterius protendas, in cœlum abire, atq; secundum eas corpora grauia deorsum tendere. Quare si quispiam ita positus fuerit super minoris circuli circumferentia, vt pedes deorsum habeat, caput verò supra, secundū longitudinem conceptæ lineæ, poterit quidem sine vllo naturæ incommodo super eadem circumferentia progredi. Cæterùm Mathematici admonent itinerum profectiones fieri debere super circumferentijs maximorum circulorum: propterea quòd distantia, quæ ex maximo circulo sumitur, breuissima est. Quoniam enim vna atque eadem recta linea duas circumferentias subtendit, vnam maximi circuli, alteram minoris: idcirco si in vno plano ipsos circulos positos intellexeris, segmentum maximi intra minoris segmentum contineri demonstrabitur. Quapropter per postulatum illud Archimedis in primo libro de Sphæra & Cilindro cōtinens contento maius esse, breuior erit distantia quæ ex maximo circulo sumitur ea quæ ex minore. Quod tamen multo euidentius Ioānes Vernerus demonstrauit in annotationibus supra Geographiā Ptole. At vtrum beneficio acus nauticæ nauigando, circulum æquinoctiali examussim æquidistantem describamus, quemadmodum nautis videtur, non est facile definire. Nam si nauis constituatur in a, loco, proram dirigens in d, occasum æquinoctialem, & meridianum habeat b a c, æquinoctialis sit b d e, verticalis verò d a e, alter polorum mundi f, & ipse verticalis vnà cum naui motu primi cœli feratur, manifesto apparebit, puncta d & e, æquinoctialem percurrere, nauem verò parallelum a g h. Cæterum quanquam nauis eo motu perpetuo tēdat in occasum æquinoctialem, circulumq; parallelum describat, non tamen flatus, aut remigium impulsione, secundum artis nauigandi præcepta, acusúe nauticæ beneficio nauigasse dicetur. Nam non magis quàm



qui ad Borealem polum cum nauigare conarentur, propter flatus tamen vehementiam aliò nauem impellentem, per circulum æquidistantem æquinoctiali perducti sunt. Præterea cur eiusmodi nauigationem factam dicemus à Leste in Oestem, si nullus ad æquinoctialem progressus factus est? Curúe Solanus flatus expetendus erit ijs qui in eodem parallelo versari cupiunt? Tunc enim nauigatio contingit secūda, cum quo nauis proram dirigit gubernator, eo flatus spirat. Atque non ob aliud, nisi quia ita spirante vento nauis celerius currit. Quod si nihil discedere volunt à parallelo, causam reddere non poterunt, cur docente acu nautica, & adiuuāte temone, nauem ipsi perpetuò in occasum detorquent æquinoctialem? Quamobrem sententia nostra de re hac (quemadmodum in priori libro diximus) alia erit. Eos nēpe qui à Leste in Oestē citra æquinoctialem, secūdū artis nauigādi præcepta nauigāt, nō parallelū, sed lineam quādā describere in superficie maris ex exiguis quibusdā maximorum circulorum segmentis compositā. Quanquā verò putēt se examussim in Oestem perpetuò tendere, sæpissimè tamen diuertunt. Cæterùm diuerticulum illud à recti tudine, nec nõ recessus à parallelo, propter paruitatem sensu percipi non potest. Locus enim à quo discedimus esto a, qui polum mundi b, manifestum habeat, & in parallelo a c d, positus sit. Institutus verò cursus in data nauigatione sit à Leste in Oestem, idest ad occasum æquinoctialem. Igitur vt ostendamus qualem lineam, qui ad eum modum nauigant, in superficie maris describant, à puncto a termino meridiani a b, maximi circuli segmentum ducemus a e, ad rectos angulos super ipso a b, & super polo b, interuallo quodam quod ipsum a b, imperceptibili differentia superet, parallelus quidam descriptus intelligatur, cuius quidem intersectio cum a e, sit in puncto f. Eam verò differentiam imperceptibilem dicimus, quæ in Astronomicis supputationibus ob paruitatem negligitur, quæue (cùm astra obseruamus) sensu percipi non potest. Sit autem b f, segmentum maximi circuli per ipsa b & f puncta venientis. Quapropter in rectangulo triangulo a b f latus a b, minus erit quadrante: quare angulus a f b, acutus erit. Et idcirco possibile est à puncto b, maximi circuli segmentum venire, quod in aliquo puncto inter a & f, angulum efficiat cum a f, æqualem cuiuis acuto, qui maior est ipso a f b. Segmentum itaq; b g cum a g, angulum efficiat b g a, imperceptibili differentia recto angulo minorem, maiorem verò ipso a f b. Erit itaque b g, adhuc minus ipso b f. Et quoniam meridiani qui cadunt inter a & g, angulos efficiunt maiores ipso b g a, à quo qui distantior est propinquiore maior existit: idcirco qui sol



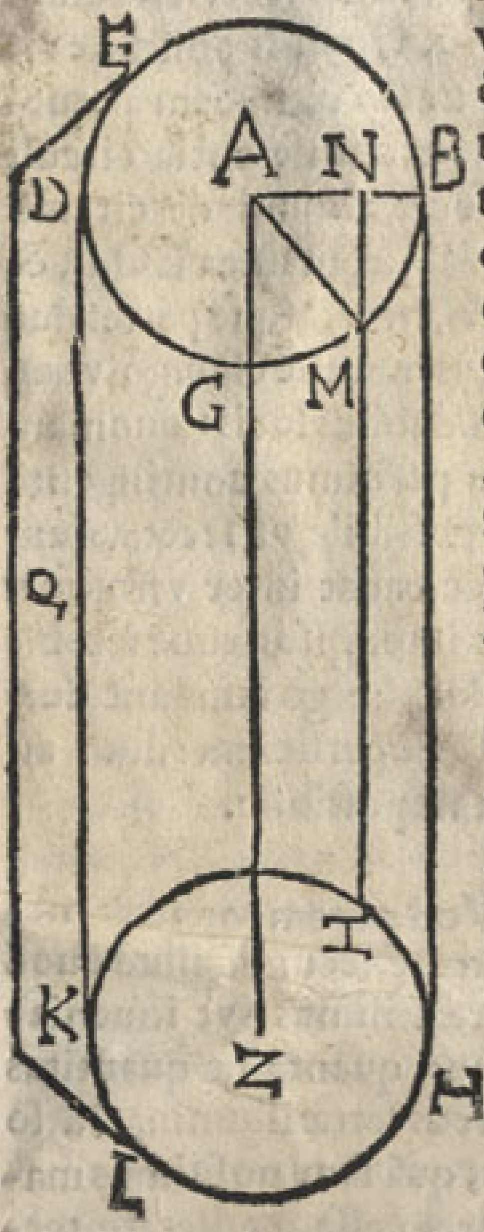
uunt è loco a, acuq; nautica cœli plagas indicante, in occasum æquinoctialem perpetuò tendere conatur, quamdiu fuerint in a g, nihil ab instituto cursu discrepare videbũtur. Et quia segmentum b g, insensibili differentia excedit a b: igitur quanquam reuera versati sint in a g, in parallelo tamen se delatos esse putabunt. Intersectio porrò segmenti b g, cum eodem parallelo esto K, & in ipso parallelo arcus sumatur K i, æqualis ipsi a K. Quapropter si per g & i maximus circulus scriptus fuerit, maximus item circulus per b & i: angulum igitur b i g, æqualem esse ostendes recto angulo b a g, segmentum itẽ a g, æquum segmento g i, per propositionem similem 4. primi Euclidis. Et idcirco circul⁹ maximus per g & i scriptus parallelum a c d, continget in ipso i. Quare si nauis delata fuerit super segmento g i, eundem cursum tenere videbitur, qui ab initio fuerat institutus, idest à Leste in Oestem, locorum etiam latitudines in vniuerso segmento æquales apparebunt latitudini loci a: quare quemadmodum priori ostendimus syllogismo, nihil à parallelo loci a recessisse putabitur. Et quia ad hunc modum circa reliquũ paralleli ambitum nauis cursum se habere consequens est, nihil verò referre siue reliqua segmenta æqualia ponamus ipsi a g, siue minora, dummodo ipsum contingant parallelum: patet igitur eam lineam quam nauis in superficie maris describit, cum à Leste in Oestẽ citra æquinoctialem nauigamus, parallelum nõ esse. Cæterùm ab eo insensibiliter discrepare, differentiam verò tanto esse minorem, quanto linea illa angulosior fuerit. Quamobrem rationi consentaneum est, vt pro huiusmodi lineis Aequatori æquidistantes in globo describãtur. Nam si ad eum modum fractas lineas sub quantouis, certo tamen angulorum numero ducerémus, quales naues à Leste in Oestem percurrere demonstrauimus, iuste obiurgandi essemus: cur non alias magis ad parallelũ accedentes, pluriũue angulorum describantur à nobis, vt recessus parallelo, & ab instituto cursu minor euadere possit. Ii porrò qui in loco sunt latitudine carẽte, & ad Lestem nauigant aut Oestem: idcirco super æquinoctiali circulo vehuntur, quoniam meridiani cum æquinoctiali rectos angulos vbique efficiunt.

¶ *Quod possibile sit datum globum rumbis deliniare.* Cap. 22.

Igi

vtrosq; simul. Et protraham similiter ex puncto H, lineam contingentem duos circulos similiter in parte Z, quæ sit linea H Z K: est ergo q̄d ex circulo A, maiore versa facie respicit circulum B, minorem portio D G K: & est minor medietate circuli, quoniam angulus H A D, est minor recto, quoniam ipse est in triangulo vno: & est triangulus D A H, cum angulo, A D H, recto: ergo est portio D G, minor quarta circuli, & similiter portio G K, æqualis ei: ergo portio D G K, est minor medietate circuli. Et quoniam linea B C, est æquidistans lineæ A D, est angulus C B H, æqualis angulo D A H: ergo erit portio C L, similis portioni D G: & tota portio C L Z, similis portioni D G k: ergo vnaquequc earum est minor medietate circuli: remanet ergo portio C E Z, maior medietate circuli: & illud est quod ex circulo minore versa facie respicit circulum maiorē: ergo duæ portiones C E Z, & D G K, sunt ex duobus circulis qui versa facie se respiciunt. Et significo quidē per hoc, quod aliquid portionis vnius non cooperitur ex circulo altero, & portio C E Z, est maior medietate circuli, & portio D G K, minor: & illud est q̄d voluimus declarare.

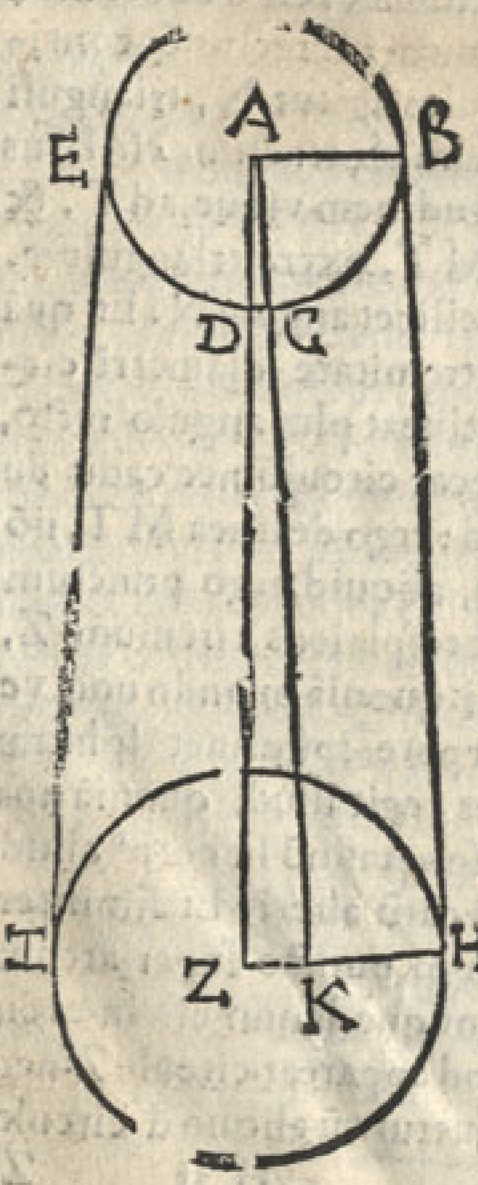
ET dico quod quando sunt duo circuli æquales, & ꝓtrahūtur duæ lineæ quarū vnaqueq; est cōtingēs duos circulos simul secundū formam quā præmisimus, tūc in vnaquaq; duarum portionum quarum vna versa facie respicit alteram, non est locus qui velet aliquid ex circulo vno circulo alteri: & quod in reliquis duabus portionibus duorum circulorum quæ non sunt facie ad faciē se respicientes, non est locus qui appareat circulo alteri. Cuius exemplum est, quod sint duo circuli A B G D E, & Z H T K L: & protrahantur duæ lineæ B H, & D K, contingentes duos circulos simul: ergo duæ portiones B G D, & H T K, sunt quæ se facie ad faciem respiciunt: earū portiones B E D, & H L K, sunt se non facie ad faciem respicientes. Dico ergo quod non est in portione B G D, punctum quod aliquid ex circulo Z H, velet circulo A B: & quod non est in portione B E D, punctum quod appareat penitus circulo Z H, & quod



tota ipsa portio est velata circulo Z H: & neque est in portione H L K, punctum quod appareat circulo A B. Cuius demonstratio est, q̄d ego continuabo A, cum Z, per lineam A G Z: & signabo super arcum B G D, punctum qualiter velim, quod sit pūctum M: si ergo fuerit pūctum M, à puncto G, ad partem B, tunc protrahā ex puncto M, lineam æquidistātem lineæ B H: & si fuerit punctum M, à puncto G, ad partem D, tunc protraham ex puncto M, lineam æquidistantē lineæ D k: sit ergo M T. Dico igitur quod linea M T, tota est extra circulum B M G D E, de qua non cadit aliquid in eo. Cuius demōstratio est, quod ego cōtinuabo A, cū B, & protrahā lineā M T, secundum rectitudinem donec concurrat cum linea B A, super punctum N: ergo duorum angulorum ad N, vnusquisq; est rectus: & continuabo M, cū A: angulus igitur N, trianguli A N M, est rectus, & iam protractum est latus N M, secundum rectitudinem vsque ad T, & prouenit angulus A M T, extra triangulum, qui est maior recto, scilicet angulo N. Et quā do protrahitur ab extremitate diametri circuli, quæ cū ipsa contineat plus angulo recto, tunc illa linea non secat circulū, nec cadit de ea intra ipsum aliquid: ergo de linea M T, nō cadit in circulo A M, aliquid, ergo punctum M, facie ad faciem est respiciens circulum Z, & non velat aliquid ei: quoniā quando non velat ei aliquid ex corpore ipsiusmet sphæræ A M, tūc nulla alia res tegit illud, quoniā nos posuim⁹ vt īter duas sphæras nō sit corp⁹ aliud ab eis, quod tegat vnā earū alteri. Et similiter ostendetur hoc in omni puncto super arcum H T K. Et dico iterum quod non est in arcu B E D, punctum quod appareat circulo Z: nec est possibile vt cōtinuetur cū aliquo d̄ circulo

Z,per lineam,niſi & linea illa ſecet circulum A B,& cadat intra ipſũ. Quod ſi poſsibile eſt tunc protrahemus à puncto E, lineam peruenientem ad aliquid de circunferentia circuli H T K L, & non ſecet aliquid de circulo A E D: & ſi fuerit poſsibile, ſit linea E Q L, & protraham lineam D K, in vtraſque partes duarum extremitatum eius: neceſſe eſt ergo vt occurrat lineæ E Q L in duobus locis: quoniam linea D K, quam iam poſuimus contingentẽ duos circulos non eſt poſsibile vt ſecet vnum duorum circulorũ, nec cadat inter vtroſque: & quoniam non cadit inter ipſos, tunc ſecabit lineã E L, in duobus locis: ergo iam ſunt duæ lineæ rectæ continentes ſuperficiem: illud autem eſt contrarium & impoſsibile.

QVod autem oportet nos facere,ſecundũ illud quod præmiſimus, vt inueniamus quanta ſit quantitas arcus terræ illuminati à ſole, quã iam poſuimus maiorem eſſe medietate terræ. Ponam ergo duos circulos ſolis & terræ, ſuper quos ſecat vtroſque vna ſuperficies plana, quales ſunt A B G D E,Z H T. Circulus ergo A, ſit terræ, & circulus Z, ſolis: & protraham duas lineas contingentes vnũquenque eorum, ſicut diximus,quæ ſint duæ lineæ B H,& E T,

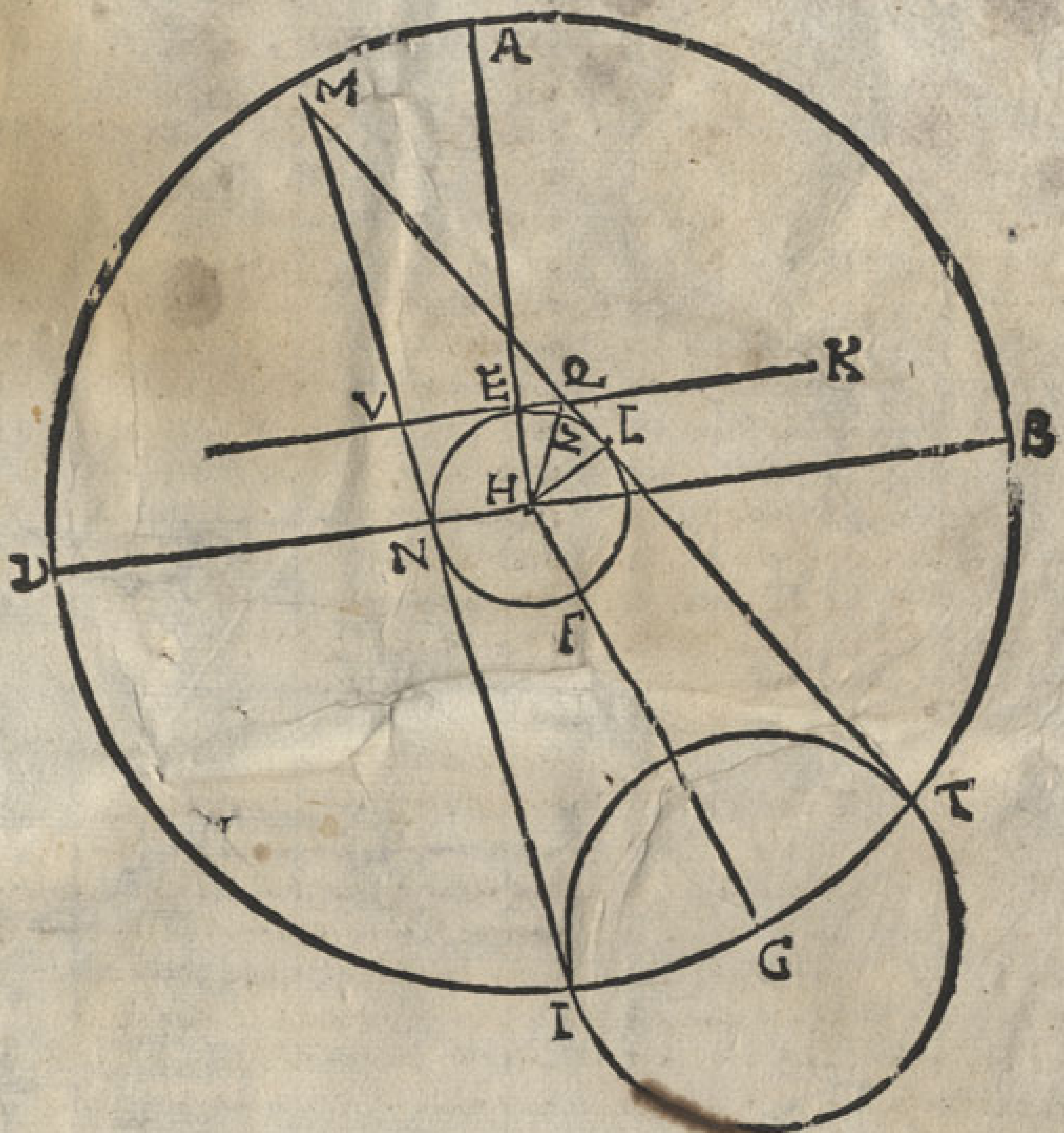


igitur portio B G D E, ex terra,eſt illuminata ſole, ſicut iã oſtendimus: & illud eſt plꝰ medietate circuli. Quãdo ergo volumus ſcire quantitatem eius tunc nos cõtinuabimus A, cum B,& cum Z,& Z, cũ H: ergo B A, & H Z, ſunt æquidiſtantes, quoniã vtræque ſunt perpendiculares ſuper lineam B H, contingentem duos circulos. Et ſecabo ex linea H Z,quod ſit æquale lineæ B A, & ſit linea H K: & continuabo A, cum K: ergo A K,eſt perpendicularis ſuper H Z,quoniam eſt æquidiſtans ipſi B H,cum contineat totum quod eſt inter extremitates duarum linearum B A, & H K, æqualium & æquidiſtantium: ergo angulus k, eſt rectus. Et propterea qd linea H Z,eſt quinque partes & medietas partis,per quantitatem qua linea B A,eſt pars vna,remanet linea k Z, quatuor partium & medietatis vnius partis ex illa quantitate: & per eandem inuenitur linea A Z: 1110. in medijs longitudinibus: ergo per quantitatem qua linea A Z, ſubtenſa angulo recto eſt 60.grad. eſt linea K Z,14.mi. & tres quintæ vnius minuti: ergo angulus K A Z, eſt 14.minu. excepta tertia parte quintæ partis vnius minuti, per quantitatem qua angulus rectus eſt 90.gra.& illud eſt quãtitas arcus G D: ſed arcus B G,eſt 90. grad. quoniam angulus B A G,eſt rectus: ergo arcus B D, eſt 90. gra. & 14.minu.excepta tertia parte quintæ partis vnius minuti: & arcus D E, eſt æqualis arcui B D, ergo totus arcus B G D E, illuminatus eſt 180. partes,& 27.minuta & quatuor quintæ & tertia quintæ vnius minuti cum propinquitate: & illud eſt quod voluimus declarare.

INcipiamus ergo nunc ex eo quod intendimus de cauſa apparitionis crepuſculi, & formæ apparitionis eius nobis,& figurationis ipſius in horizonte orientali. Ponam ergo circulum ſignatum ſuper ſphæram terræ,& ſuper quam abſcindit terram ſuperficies plana tranſiens per zenit capitum & per Z, centrum terræ & ſolis circulum A B, & locum viſus A: & faciã tranſire ſuper punctum A, lineam contingentem circulum: & prolongabo duas extremitates eius in duas partes,ſuper quam ſint G D. Manifeſtum eſt igitur quod ſuper totum quod cadit ſub linea G A D,ad partem B,non eſt cadens viſus, quoniam terra velat illud nobis: quia extenſio viſus non eſt niſi ſuper lineam rectam. Et Euclides quidem iam declarauit, quod non egreditur à puncto contactus linea inter lineam contingentem & inter circulum: viſus ergo non cadit ſub linea G A D: ſed cadit ſuper illud quod eleuatur ab ea. Et ponã formam piramidis tenebræ euenientis ex vmbra terræ, parum ante crepuſculum quando eſt depreſsio ſolis plus 19. gradibus per minutum vnum,verbi gratia aut circiter, ſuper quã ſint

BELR: totũ enim quod cadit in hac piramide designata cuius caput est L, & basis ipsius terra est tectum soli, non apparens ei, neque illuminatũ ab eo, & est in veritate tenebrosũ: & quod cadit exterius ab ea est apparens soli, & super ipsum sunt cadentes radij eius & lumen ei⁹. Verum tamen quod ex corporib⁹ est subtile valde non perducit ad visus nostros illud quod ex radio induit, propterea q̄d æquantur in visibus nostris illud quod ex aëre subtile est intra piramidem, & quod est extra ipsum: & videtur æther totus in forma luminis & tenebræ. Et nos quidem scimus quod illud quod continet nos ex aëre, & quod est propinquum nobis est tenebrosum non apparens soli, & quod procedit in incæssu in altum, aut dextrorsum: aut sinistrorsum, & anterius & posterius est luminosum apparens soli: & sunt ambo cum illo apud nos æqualiter in tota comprehensione visus: & non apparet aliquid visibus nostris ante solis ortum, & post solis occasum, nisi sit eleuatum à superficie horizontis, & nisi sit extra piramidem vmbrę, & nisi sit spisius aëre subtili. Manifestum est igitur quod non apparet aliquid visibus nostris in habitudine splendoris & illuminationis nisi per aggregationẽ trium conditionum in eo. Vna quarum est vt non sit sub linea G A D: quoniam si est sub ea, prohibet sphæra terræ inter ipsum & visum, quia nõ comprehendit ipsum visus luminosum neque tenebrosum. Et alia est vt non sit in piramide vmbræ: nam si est in ea, est tenebrosum, propterea quod priuatum facie solis, & illuminatione sua ab ea. Et alia est vt sit spisi⁹ aere subtili implente sphæram: quoniam iam sciuimus quod aêr altior extra piramidem est cadens super lineam G A D: & cum illo non apparet nobis in eo aliquid luminis propter tenuitatẽ & subtilitatem suam: & propterea quod videmus in hoc loco, & est parum ante crepusculũ illud quod comprehendimus de sphæra, tectũ non illuminatum: & non diuersificatur pars eius à parte. Et scimus quod non est in eo punctum neque locus vnus in quo agregentur istę conditiones tres. Sed pũctum E, est vbi occurrit vltimo statui piramidis linea G A D, & iã posuimus in eo duas conditiones: quoniam nõ est sub linea G A D, nec est intrans piramidẽ: ergo est cadens super ipsum radius solis. Non ergo facit necessariam tenebrositatem eius in oculis nostris tunc, nisi priuatio eius à conditione tertia, quæ est spisitudo. Iam ergo certificatur quod aër vbi est punctum E, in hoc loco est subtilis, & non perueniunt ad ipsum vapores spissi ascendentes de terra, qui sunt spissiores aëre. Deinde postquam eleuatur sol parum, & fit depresio eius ab horizonte 19. gradus tantum, & fit forma piramidis & figura ei⁹ sicut illa super quã sunt I T H K, & apparet in horizonte res luminosa, & non fuerit ante illic res luminosa, scimus quod ille est primus locorum & hospitiorum in quo agregantur cõditiones tres prædictæ: quoniam ante illud parum per illud cui non est quantitas, non fuit illic aliquid de lumine: & primus locorũ in quo agregatur vt non sit sub linea G A D, nec sit intrans piramidem tenebræ, est punctum T. Ergo punctum T, est primus locorum in quo inuenta est conditio tertia, & est illic spisitudo aeris: ergo punctum T, est vltimus status vaporum, & summa ascensio eorum: & non abreuiantur ab eo, neque pertranseũt ipsum. Quoniam si abreuiarentur ab eo, esset punctum T, in aere subtili, & non appareret nobis in eo aliquid de lumine, sicut non apparet in eo qui est post ipsum ad partem E: & si pertransirent ipsum, illuminaretur nobis pũctum E, ante hoc: quoniam non ponimus in eo quod est inter T, & E, in his duobus locis rem sensibilem. Ergo punctum T, est vltimus status ad quem perueniunt vapores ascendentes in altum, & occursus lineæ G A D, contingentis sphæram terræ cum linea H I. Quando ergo volumus scire lõgitudinem eius à facie terræ, tunc nos describemus altitudinis circulum transeuntem per centrum solis, quando eius depresio ab Horizonte est 19. gradus, & illud est apud ortũ crepusculi, super quem sint A B G D: secabit ergo sphæram terræ super circulum E Z N, & linea A E H, sit pertransiens per zenith capitũ & per centrum terræ, perpẽdicularis ad lineã

B H D: ergo linea B H D, secat terram in duo media, apparens & occultum. Apparens ergo est illud quod est supra ipsam ad partem A, & occultum quod est ad partem G: & non dicimus hoc nisi dilatando & apropinquando. Veritas vero est quod apparens non est nisi illud quod est super lineam V E Q k, protractam contingentem sphæram super punctum visus. Verumtamen non est apud hunc orbem terræ magna quantitas. Et ponam arcum B G, 19. graduum, qui sunt depresio solis apud ortum crepusculi: super punctum ergo G, est centrum solis: faciam igitur illic super ipsum punctum circulum, cum longitudine quincupli & medietatis eius quod est æquale lineæ E H, qui sit circulus T I: & super ipsum scilicet punctum G, secat solem, orbis A B G D, & continuabo lineam H G: deinde protraham duas lineas contingentes duos circulos solis & terræ continentes illuminatum terræ à sole, quæ sunt duæ lineæ quæ sunt T L M, & I N M, contingentes terram super duo puncta L, & N, & sunt termini piramidis vmbræ: ergo linea T L M, occurrit lineæ E K, super punctum Q. ergo punctum Q, secundum quod ostendimus in figura quæ est ante hanc, est locus luminosus apud ortum crepusculi: & est vltimus status ascensionis vaporum. Cum ergo volumus cognoscere longitudinem eius à superficie terræ, tunc continuabimus H, cum Q, per lineam H Z Q, & continuabo H, cum L: ergo portio L F N, est illuminata, quod facie ad faciem respicit solem. Iam ergo ostendimus quod ea est 180. gradus & 27. minuta & 52. secunda, & arcus F L, est medietas eius, & est gradus 90. & 13, minuta & 56, secunda: & illud est quantitas anguli L H F, & iam fuit angulus B H F, 19. gradus quoniam est depresio solis, ergo remanet angulus L H B, 71. gradus, 13. minuta, & 56. secunda. sed angulus E H B, est 90. quia rectus existit, ergo remanet angulus E H L, 18. grad. 46. minut. 4. secun. & quia linea Q H, diuidit eum in duo media, & illud est manifestum: angulus igitur Q H E, est 9. graduum, 23. mi. 2. secun. ergo angulus H Q E, est complementum recti, & illud est 80. graduum, 36. minut. 58. secun. corda ergo eius, quæ est linea E H, est 59. graduum 11. minu. 48. secundorum, per quã titatem qua est linea Q H, 60. graduum, verum tamen per quantitatem qua est linea H E 60. grad. erit Q Z H, 60. grad. & 48. minu. & quinque sextæ minuti. sed linea H Z, ex illis est 60. grad. ergo remanet Z Q, 48. mi. & 50. secun. & est illud ex milliaribus quibus circunferentia terræ continet 24000. milliaria 51. & 47. minu. & 34 secun. & 6. partes ex 11. partibus secundi. Et illud est vltimum ad quod eleuantur & perueniunt vapores ascendentes ex terra, & illud est quod volumus. Hic est finis eius quod intendit in hac epistola, quædam enim sequuntur in Arabico, quæ ego prætermisi, quia in illis nulla est vtilitas: non enim continentur in eis nisi quædam in quibus laudat deum modo sarracenorum, & reprehendit quosdam qui quærebant, quinam fructus esset in hoc quod ipse dixit in hac epistola. Dicit enim illos esse redarguendos qui non cõprehẽdũt insensibilia per sensibilia. & quia in eis quæ dicit nulla est vtilitas, ideo ea prætermisi.


A
M
K
V
E
L
B
H
D
N
F
T
G
I