Fabrica et usus instrumenti ad horologiorum descriptionem peropportuni

Clavius, Christoph

Romae, 1586

Caput XIX.

erit hæc, cõmunis sectio paralleli Solis & Horizontis, vt in Gnomonica ostẽdimus. Quare arcus diurnus erit XN Y, & nocturnus Y O X, ac proinde numerus horarũ in his arcubus inclusus quantitatẽ diei, ac noctis indicabit. Iã vero si ex puncto S, ducatur S V, ad N O, perdendicularis circumferentiam paralleli Solis secans in V, indicabunt horæ in arcu N V, contentę, quot horis Sol distet vel ante meridiem, vel post, prout obseruatio ante, vel post meridiem fit. Quòd si desideretur hora ab occasu Solis, more Italorum; si quidem obseruatio fit ante meridiem, inchoanda est diuisio circuli N X O Y, in 24. horas æquales à puncto Y, & per punctum O, continuanda. Illico enim arcus YOV, indicabit, quot horæ ab occasu sint elapsæ: Si vero obseruatio fit post meridiẽ, incipienda erit eadem diuisio à puncto X, & continuanda per punctum O. Arcus namque X O N V, monstrabit horas ab occasu præteritas. Eodẽ modo, si quæratur hora ab ortu Solis, more Babyloniorum, & insularum Balearium, incipienda erit diuisio circuli à puncto X, & per N, continuanda, si obseruatio fit ante meridiem, si vero post meridiem, à puncto Y. Non aliter horam inæqualem cognoscemus, si arcus semidiurnus N X, in sex partes æquales distribuatur, &c.

Altitudo Solis per Analemma, ex hora cognita, & declinatione Solis quo pacto inuestigetur.

VICISSIM ex hora cognita peruenire possumus in notitiam altitudinis Solis per Analemma, si eiusdem declinatio ignota non fuerit. Si namque pro declinationis quantitate describatur diameter paralleli Solis N O, & circa eã circulus N X O Y, descriptus secetur in horas, ducaturque ex V, hora cognita ad N O, perpendicularis V S, ac denique per S, recta P Q, Horizontis diametro G I, parallela agatur, erit tam G Q, quam I P, arcus altitudinis Solis supra Horizontem.

Altitudo Solis quo pacto in Analemmate ex longitudine vmbræ styli cuiusuis eliciatur.

NEQVE vero hoc omittẽdum est, nos altitudinem Solis ex sola gnomonis vmbra posse deprehendere, si forte instrumentum aliud, quo eam obseruemus, ad manum non habeamus, hunc in modum. In plano, quod Horizonti æquidistet, & in quo vmbram A B, supra excepimus, notetur tempore obseruationis quàm accuratissime extremum punctum eiusdem vmbræ: Deinde sumpta in Analemmate recta K e, quæ lateri normæ DH, siue stylo cuiuis (vt in figura factum est) sit æqualis, excitetur in e, ad F H, perpendicularis e f, longitudini vmbræ æqualis. Recta namq; ex f, per centrũ Analemmatis K, traiecta abscindet ex Meridiano arcũ altitudinis Solis I P, vt in Gnomonica demõstrauimus.

ALIA INVENTIO LINEAE MERIDIANAE per tres Solis obseruationes sine cognitione altitudinis poli, & declinationis, lociq; Solis in Zodiaco: vnà cum inuentione altitudinis poli, declinationis, lociq; Solis in Ecliptica, & amplitudine ortiua, occiduaq;.

CAPVT XIX.

QVANQVAM modus ille inueniendæ lineæ meridianæ ex Analemmate superiore cap. traditus, præstantissimus sit: quia tamen requirit & altitudinem poli cognitã, & locum Solis, vt Analemma ad datam poli altitudinem, atque in eo parallelus secundum declinationem loci Solis describi possit; placet subiungere hoc loco rationem aliam ex Petro Nonio Lusitano in lib. 2. de Nauigatione cap. 16. qua per tres tantum Solis obseruationes ex descriptione quorundam circulorum in Astrolabio communi elicere possimus & lineam meridianam in plano Horizonti æquidistante, & altitudinem poli eius loci, in quo obseruatio fit, vnà cum declinatione, locoque Solis in Zodiaco, atq; amplitudine ortiua, occiduaque.

Qua ex re facile intelligetur, quàm præclarum sit inuentum illud Ptolemæi, quo omnes circuli cælestes in plano describuntur ea forma, ac proportione, qua ex polo antarctico in Aequatoris plano conspiciuntur: cum non solum ea, quæ hic proponimus, verum pleraque etiam alia problemata Astronomica per illud possint expediri; quod non est huius loci explicare. Quo pacto autem quemuis circulum siue maximum, siue non maximum in planum proijcere possimus, perspicuum fiet ex nostro Astrolabio Geometricis demonstrationibus constructo, quod propediem, Deo annuente, in lucem edemus. Nunc ad rem propositam veniamus.

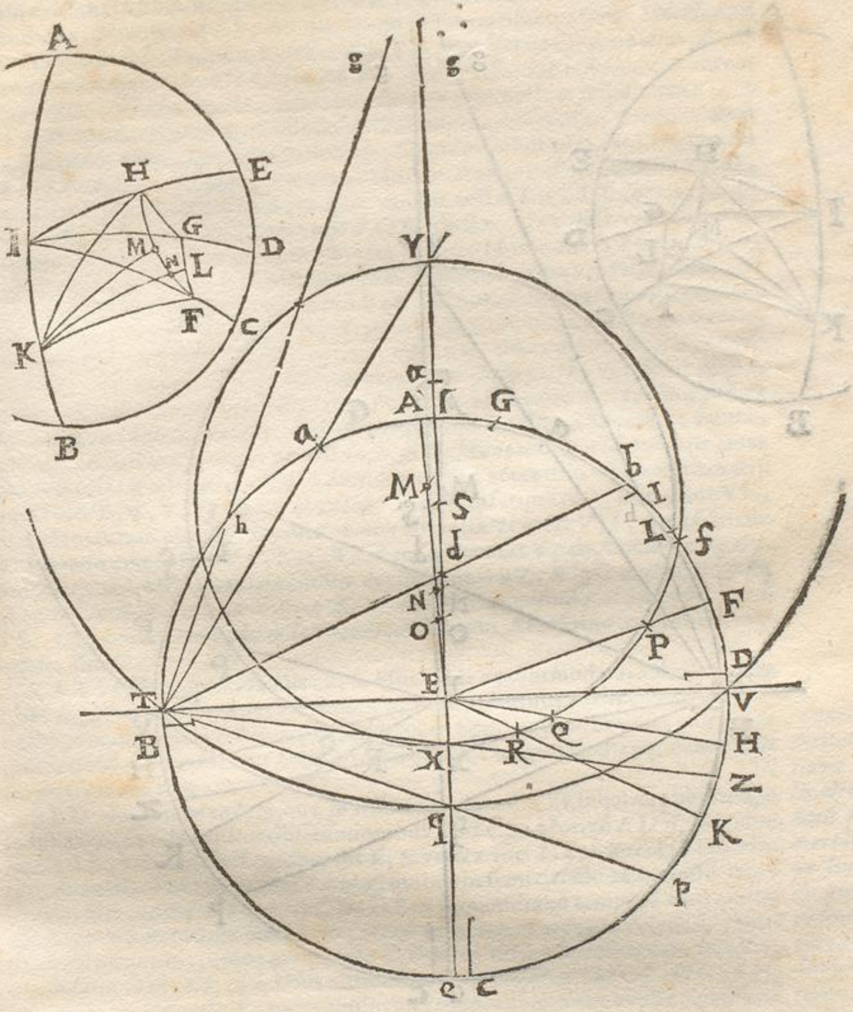
Inuẽtio lineæ meridianæ, altitudinis poli, declinationis Solis, & amplitudinis ortiuæ, occiduæq́; ex tribus obseruationibus, in Astrolabio vulgari.

SIT ergo in plano, quod Horizonti æquidistet, circulus A B C D, cuius centrum E, Horizontem referens, in quo duæ diametri occultæ A C, B D, sese in centro E, ad rectos secent angulos. Posito autem stylo in E, siue (quod magis probo) latere D H, superioris instrumenti in E, obseruetur matutino tempore vmbra E F, & eodem temporis momento altitudo Solis, quam metiatur arcus A G: Deinde post vnam, aut alteram horam, obseruetur rursus vmbra E H, & simul altitudo Solis A I: Ac tertiò post aliquod temporis spatium vmbra E K, & altitudo Solis A L. Ductis autem ex B, per puncta altitudinum G, I, L, tribus rectis occultis secantibus semidiametrum A E, in M, N, O, abscindatur ex prima vmbra E F, recta E P, rectæ E M, & ex secunda vmbra E H, recta E Q, rectæ E N, & tandem ex tertia vmbra E K, recta E R, rectæ E O, æqualis: & per tria puncta P, Q, R, ex scholio propos. 5. lib. 4. Eucl. circulus describatur P Q R, secans A B C D, in f, cuius centrum S. Recta enim E S, per puncta E, S, traiecta erit linea meridiana: & angulus l E F, erit ille, quem Verticalis per centrum Solis in prima obseruatione ductus cum Meridiano facit. Ductaq; per E, ad E S, perpendiculari T V, erit ea communis sectio plani propositi, & Verticalis primarij, & V F, V H, V K, latitudines vmbrarum temporibus obseruationum, hoc est, distantię Verticalium per centrum Solis ductorum à Verticali proprie dicto.

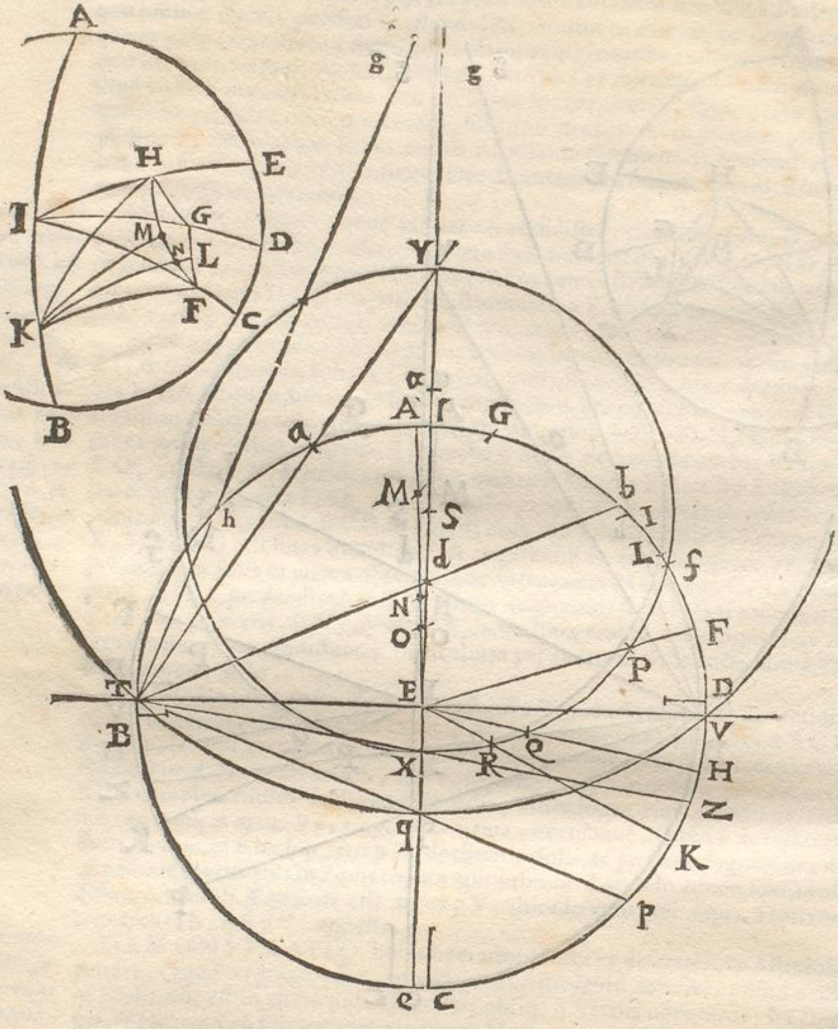
POST hæc ex puncto T, per puncta X, Y, vbi circulus P Q R, meridianam lineã secat, ductis duabus rectis T X, T Y, secantibus circulum A B C D, in Z, a, secetur arcus Z a, bifariam in b, ducaturque recta T b, secans meridianam in d. Nam arcus V b, erit complementum altitudinis poli, & arcus b Z, complementum declinationis Solis, altitudoque eius meridiana arcus e Z: ac tandem arcus V f, amplitudo ortiua, occiduaué. Quòd si accipiantur duo quadrantes b h, b p, erit p Z, declinatio Solis, ac proinde cognita hac declinatione, locus eius in Zodiaco non ignorabitur: Latitudo autem loci, id est, distantia eius ab Æquatore erit arcus p V; altitudo vero poli supra Horizontem arcus l b, ipsi p V, æqualis.

Demonstratio superiorum operationum.

DEMONSTRATIO huius operationis tota ex descriptione Astrolabij pendet. Quod vt planius fiat, concipiemus Astrolabiũ describi, posito oculo in Nadir, hoc est, in altero polo Horizõtis obliq., q. Vertici opponitur. Ita enim fiet, vt Horizon cũ suis parallelis in plano Horizontis describatur non aliter, q̃. Æquator cum suis parallelis, posito oculo in antarctico polo, à Ptolemæo in plano Æquatoris describitur; Æquator autem, & eius paralleli talẽ situm in nostra descriptione nanciscantur, & formam, qualem Horizon, eiusque paralleli ex Ptolemæi descriptione sortiuntur. Nam cum poli Horizontis tanto interuallo absint à polis Æquatoris, quãto poli Æquatoris à polis Horizontis distant, efficitur, vt ea forma conspiciatur Horizon cum suis parallelis in plano Horizontis ex altero Horizõtis polo, qua ex polo antarctico in plano Æquatoris Æquator ipse cum suis parallelis apparet; & ea forma ex eodem polo Horizontis appareat Æquator cum suis parallelis in eodem plano Horizontis, qua Horizon



cum ſuis parallelis ex eodem polo antarctico in plano eodem Æquatoris cõſpi-
citur. Quæ cum ita ſint, ſi circulus A B C D, in Aſtrolabio ponatur Horizon,
erit E, eius polus, nempe vertex capitis; ſicut poſito Æquatore A B C D, polus
mundi eſt E: Rectæ autem E F, E H, E K, erunt Verticales circuli per Solem
temporibus obſeruationum ducti, quemadmodum ſecundum Ptolemæum re-
ctæ omnes per centrum E, ductæ referunt Meridianos per polos mundi tran-
ſeuntes. Per puncta vero M, N, O, deſcribentur paralleli Horizontis, quorũ de
clinationes ab Hotizonte ſunt A G, A I, A L, hoc eſt, circuli altitudinum per
Solem incedentes, ex centro E, ſicut ex Ptolemæo paralleli Æquatoris earun-
dem



dem declinationum ex E, per eadem puncta M, N, O, deſcribuntur: qui quidem paralleli ſecabunt rectas E F, E H, E K, in P, Q, R, ob æqualitatem rectarum E M, E P; E N, E Q; E O, E R: adeo vt Sol temporibus obſeruationum in punctis P, Q, R, exiſtat, nempe in communibus ſectionibus Verticalium & parallelorum Horizontis per Solem ductorum. Et quoniã Sol in vno eodemque die vnum eundemque ponitur parallelum Æquatoris poſſidere, erit circulus P Q R, ex S, deſcriptus, parallelus Æquatoris, in quo Sol tunc exiſtit, inſtar paralleli Horizontis ex deſcriptione Ptolemæi, ſi Æquator eſſet Horizon, & Horizon Æquator. Cum ergo centra parallelorũ Horizõtis in Aſtrolabio

labio existant in linea meridiana Astrolabij, erit recta per E, S, traiecta, linea meridiana, & angulus I E F, erit ille, quem in prima obseruatione Meridianus cum Verticali E F, conficit. Recta autem T V, erit Verticalis primarius Meridianum ad angulos rectos secans, & V F, V H, V K, latitudines vmbrarum temporibus obseruationum, atque punctum V, vertici loci respondens.

IAM quemadmodum in Astrolabio Ptolemaei punctum b, diuidens arcū Z a, bifariam cadit in polum Horizontis, & eius parallelorum, ita vt d, sit vertex in Astrolabio (Semper enim polus Horizontis b, in Æquatore A B C D, aequaliter distat à punctis Z, a, in quae cadunt rectae T X, T Y, per extrema puncta diametri paralleli Horizontis P Q R, ductae, vt ex descriptione parallelorum Horizontis perspicuum est.) ita, posito Horizonte A B C D, & eius polo E, idem punctum b, cadet in polum Æquatoris & eius parallelorum, ita vt d, in Astrolabio nostro sit polus mūdi conspicuus: Et si quadrantes accipiantur b h, b p, secabunt rectae T h, T p, meridianam lineam E Y, in punctis extremis diametri Æquatoris g, q, ita vt recta g q, diuisa bifariam in α, circulus ex α, ad interuallum α q, descriptus, transiensque per T, V, referat Æquatorem, quemadmodum in Astrolabio Ptolemaei Horizontem exprimit, vt ex descriptione Horizontis in communi Astrolabio constat. In nostra figura, quoniam punctum g, nimis procul ab E, distat, ita vt notari non potuerit, non secta est recta g q, bifariam, sed in meridiana linea acceptum est α, centrum triū punctorū T, q, V, ex eoque Æquator T q V, descriptus est. Erit igitur V b, complementum altitudinis poli, nempe distantia Verticis V, à polo cōspicuo b; latitudo autem loci V p, hoc est, distantia Verticis V, ab Æquatore p; altitudo vero poli I b; complementum declinationis b Z, & ipsa declinatio p Z; altitudo vero meridiana Solis e Z. ac tandem amplitudo ortiua occiduaue V f. Quę omnia ex modo describendi circulos in Astrolabio communi manifesta sunt.

RATIO haec sicuti facilis est, & vsui valde accommodata, Sole in borealibus signis existente, si accuratè omnia, vt praecepimus, delineentur, ita difficilis & incommoda redditur, quando Sol in signis australibus moratur, propterea quod tunc parallelus Solis infra punctū q, cadit, immodicęq; quantitatis diametrum requirit.

Inuentio declinationis Solis, altitudinis poli, meridianae lineae, & amplitudinis ortiuae, occiduaeve ex tribus obseruationibus, per triangula sphaerica.

SED doceamus eadem, quae in Astrolabio inuenimus, inquirere per triāgula sphaerica ex eisdē tribus obseruationibus. Sit ergo Horizō A D B, Meridianus A I B, polus mundi conspicuus K, & vertex loci I. sint autem in Horizōte deprehensae duae latitudines vmbrae, quibus in semicirculo Horizontis occidentali sumantur arcus similes C D, D E, si pomeridiano tempore obseruationes fiant: si autem ante meridiem, accipiantur ijdem arcus in orientali Horizontis semicirculo; atque per puncta C, D, E, ex vertice I, descendant tres Verticales I C, I D, I E, in quibus altitudines Solis cognitae sint C F, D G, E H, quarum ea, quae polo K, propinquior est, omnium minima existit, qualis est C F, ita vt in tribus illis obseruationibus Sol in punctis F, G, H, extiterit, per quae omnino parallelus Solis, in quo tunc moratur, transibit. Describantur per bina puncta F, G; G, H; H, F, arcus circulorum maximorum F G, G H, H F, diuisisque F G, F H, bifariam in L, M, descendant ex polo K, quatuor arcus maximorum circulorum K F, K L, K M, K H, quorum K L, secet arcum F H, in N: Arcus autem K F, K H, [a] aequales erunt, propterea quòd rectae illis subtensae K F, K H, ex defin. poli, aequales sunt, cum ex polo K, ducantur ad parallelum vsque Solis. Anguli quoque ad M, recti erunt. Quoniam enim duo arcus M F, M K, duobus arcubus M H, M K, aequales sunt, & basis K F, basi K H, vt ostendimus, erunt anguli ad M, ex propos. 18. nostrorum

[a] 28. tertij.

ſtrorum triang. ſphær. æquales, ac proinde recti. Eadem ratione anguli au [illegible], recti erunt.

QVIA igitur in triangulo F G I, arcus I F, I G, noti ſunt, cum ſint complementa altitudinum Solis C F, D G, cognitarum, angulumque comprehendunt notum F I G, quòd eius arcus C D, notus ſit; (Ponimus enim latitudines vmbrarum C D, D E, atque adeo & C E, notas eſſe per obſeruationem. Et vt certior reddatur calculus, poſſunt ſumi dicti arcus in Horizonte quotuis graduum integrorum, & altitudines Solis obſeruari, quando vmbra ſtyli preciſe per puncta C, D, E, extenditur.) notus quoque efficietur arcus F G, ex praxi 19. noſtrorum triang. ſphær. præſertim ſi ſecundo modo illius praxis vtamur, quę facilior eſt. Placet enim hoc loco citare praxes illas, quas ad calcem triangulorum ſphær. ex propoſitionibus excerptas ſeorſum collegimus. Eodē modo cognoſcentur etiam arcus G H, F H; quòd & arcus I G, I H, noti ſint, vtpote complementa notarum altitudinum Solis D G, E H, angulumque comprehendant notum G I H, ob notum arcum D E; & arcus I F, I H, cogniti angulum notum contineant F I H, ob arcum C E, cognitum.

DEINDE ex tribus arcubus F G, F H, G H, cognitis cognoſcemus quoque angulum G F H, ex praxi 18. eorundem triang. ſphær. præſertim ſi ſecundam viam illius praxis adhibeamus, tanquam faciliorem.

IAM quia in triangulo rectangulo F L N, arcus F L, notus eſt, cum ſit dimidium arcus F G, cogniti, nec non & angulus adiacens L F N, factus eſt notus; notus etiam fiet angulus alter non rectus L N F, ex praxi 5. noſtrorum triang. ſphær. Atque hinc in eodem triangulo ex arcu noto F L, & angulo oppoſito L N F, cognito notus fiet quoque ex praxi 3. noſtrorum triang. ſphær. arcus F N, recto angulo oppoſitus: quo ablato ex arcu noto F M, nempe ex dimidio arcus cogniti F H, notus relinquetur arcus M N.

IGITVR quoniam in triangulo rectangulo K M N, arcus M N, notus factus eſt, vnà cum adiacente angulo M N K, quòd hic angulus æqualis ſit, ex propoſ. 6. noſtrorum triang. ſphær. angulo F N L, ad verticem iam cognito, notus efficietur ex praxi 5. noſtrorum triang. ſphær. alter angulus non rectus M K N. Atque hinc in eodem triangulo ex duobus angulis non rectis M N K, M K N, cognitis cognoſcetur quoque ex praxi 4. noſtrorum triang ſphær. arcus K M, angulo M N K, oppoſitus.

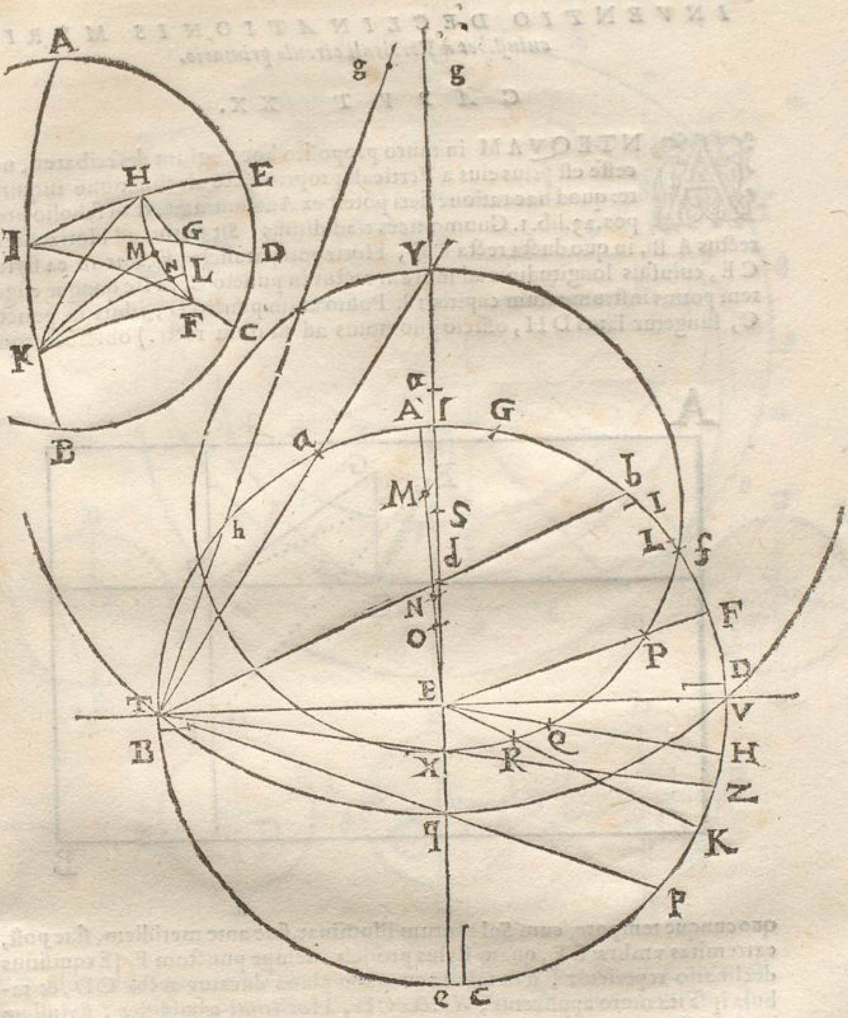
RVRSVS cum in triangulo rectangulo F K M, duo arcus F M, K M, circa rectum angulum noti ſint, notus etiam fiet, ex praxi 7. noſtrorum triang. ſphær. arcus F K, recto angulo oppoſitus, qui quidem complemento declinationis Solis æqualis eſt, vt ſupra diximus; ac proinde declinatio ipſa non latebit.

POST hæc, quoniam in triangulo rectangulo F K M, notus eſt arcus F K, recto angulo oppoſitus, nec non arcus K M, circa angulum rectum, inuenietur ex praxi 1. noſtrorū triang. ſphær. angulus quoq; K F M, arcui K M, oppoſitus.

IN triangulo quoque F H I, cum omnes tres arcus ſint cogniti, cognoſcetur quoque ex praxi 18. noſtrorum triang. ſphær. præſertim ex ſecunda via faciliori, angulus H F I: quo ablato ex angulo K F M, proximè cognito, notus quoque relinquetur angulus K F I.

QVARE cum in triangulo K F I, duo arcus F K, F I, cogniti ſint, contineantque angulum cognitum K F I, notus efficietur ex praxi 19. noſtrorum triang. ſphęr. prę ſertim ex via ſecunda faciliori, arcus quoque I K, nempe cōplementum altitudinis poli; atque adeo altitudo ipſa poli B K, non ignorabitur.

ITEM quia in eodē triangulo F I K, tres arcus cogniti ſunt, cognoſcemus quoque ex praxi 18. noſtrorū triang. ſphær. maxime ex via ſecūda faciliori, angulum F I K, quem cum Meridiano verſus polum conſpicuum conſtituit Verticalis



ticalis I C, per Solem ductus tempore obseruationis, in qua altitudo Solis deprehensa est C F. Quare si in plano Horizonti æquidistante cum linea vmbræ obseruationis illius efficiatur angulus rectilineus tot grad. quot in arcu B C, anguli inuenti F I K, continentur, erit linea illum angulũ constituens, Meridiana.

POSTREMO cognita iam declinatione Solis, & altitudine poli; si fiat, vt sinus complementi altitudinis poli ad sinum declinationis inuentæ, ita sinus totus ad aliud, producetur sinus amplitudinis ortiuæ, siue occiduæ, vt lib. 1. Gnomonices, propos. 34. demonstratum est à nobis.