COLLEZIONE DI TESTI E MANUALI PER L'APPRENDIMENTO DELLE LINGUE CLASSICHE

N. 4

CLAUDIO TOLEMEO

ALMAGESTO

Edizioni Gratuite Audacter.it

2021

(Raffigurazione di Tolemeo, tratta da *Cosmographia universalis Lib. VI, Autore Sebast. Munstero, Basileae apud Henrichum Petri, Anno Salutis 1554,* p. 1140)

CLAUDIO TOLEMEO

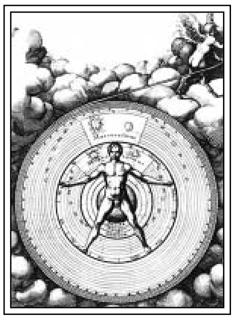
ALMAGESTO

OSSIA

TRATTATO DI MATEMATICA CELESTE

LIBRO PRIMO

recato per la prima volta in italiano,
con annotazioni e due Appendici,
a cura di
Franco Luigi Viero



Edizioni Gratuite Audacter.it
2021

ed.www.audacter.it.12

NOTA DELL'EDITORE. – Dacché le Edizioni Gratuite Audacter.it*, essendo virtuali, consentono correzioni e modifiche migliorative a mano a mano che imperfezioni e/o refusi vengono per segnalazione, o direttamente, rilevati, indichiamo qui di seguito la data dell'ultimo intervento: luglio 2024.*

In copertina: particolare del frontespizio della *Utriusque Cosmi Maioris scilicet et Minoris Metaphysica, Physica atque Technica Historia* di Robert Fludd (Oppenheim 1617).

ed.www.audacter.it.12

Prefazione

Qualche tempo fa, un giovane di rara intelligenza, ma sprovvisto di cultura umanistica, ci telefonò per chiederci se esistesse una traduzione italiana dell'Almagesto. Rimanemmo francamente sorpresi. "No – rispondemmo –, in italiano non esiste alcuna traduzione." Ed egli prontamente: "Potresti tradurmelo?" "Ma – ribattemmo –, hai la minima idea di quello che mi stai chiedendo? È un'opera grandiosa, di estrema difficoltà: occorrerebbero anni per portare a compimento un lavoro simile." Mi parve d'avvertire una certa delusione, e la conversazione si concluse lì.

Quella richiesta, tuttavia, s'insinuò nella nostra mente come un tarlo che non aveva alcuna intenzione d'abbandonare la sua nuova dimora. Alla fine, per liberarcene, pensammo: "Tutto l'Almagesto, no; ma forse il primo libro..." E così cominciammo ad accarezzare l'idea, che si trova ora realizzata nelle pagine che seguono. Dobbiamo ammettere che l'impegno profuso è stato superiore a quello preventivato, ma dobbiamo altresì confessare che, a dispetto dei contenuti, la lettura non frammentaria s'è ben presto rivelata non solo estremamente interessante, bensì coinvolgente.

Ci auguriamo che, a dispetto dei tristissimi tempi, nei quali si sta perpetrando l'annientamento della cultura, questo lavoro possa essere gradito a coloro che si guardano dall'essere trascinati dalla corrente mediatica di quel fosso, *ove si vede, per dirla con Dante,* gente attuffata in uno sterco / che da li uman privadi parea mosso.

Come sempre, saremo grati a coloro i quali vorranno segnalarci imprecisioni, errori o altro.

Franco Luigi Viero

Dorno, marzo 2021.

Introduzione.

Le considerazioni con cui Tolemeo inizia la sua *Sintassi*, ancorché espresse con la massima prudenza, lasciano trasparire una convinzione ben precisa: la pratica è indispensabile e la teoria, se non trova applicazione nella pratica, serve a ben poco; infatti, dei tre rami in cui Aristotele suddivide la speculazione, vale a dire fisica, matematica e teologia, quest'ultima è più che altro un'εἰκασία, un intuire immaginifico, mentre la prima s'applica ad una materia che è per sua natura instabile e poco chiara; è la matematica, la sola a procurare una conoscenza certa.

Perché Tolemeo esordisca con quanto detto, appare manifesto dalla lettura del capitolo 7, ove egli si propone di negare che la terra compia un qualsivoglia movimento; capitolo, contro il quale si sono scagliati tutti i moderni studiosi, e non solo i moderni, per denigrare l'astronomo alessandrino e addossargli per intero la colpa d'aver impedito l'evoluzione dell'astronomia. Sarebbe arduo concepire un comportamento più ingenuo, per non dire altro. Ebbene, nel cap. 7, parlando di coloro che sostengono la rotazione della Terra intorno al proprio asse, Tolemeo dice: «A costoro sfugge che, seppur a cagione dei fenomeni relativi agli astri, nulla impedirebbe forse, nel divisamento più semplice, che le cose stessero così,...»; ecco, nell'inciso κατά γε τὴν ἁπλουστέραν ἐπιβολήν, *nel divisamento più semplice*, è condensato il vero nocciolo del problema; esso inciso sottende il seguente pensiero: "Va bene! Ammettiamo pure che la terra giri sul proprio asse, come dite voi – ed invero non è affatto impossibile che la realtà sia questa –, ma... coi pianeti, con la Luna... come la mettiamo? Dove li collochiamo? Ruotano, non ruotano? Come ruotano? Non siete in grado di rispondere? Non avete una soluzione provata? Allora, ragazzi miei, lasciamo tutto com'è, altrimenti non ce la caviamo più!". Probabilmente Tolemeo, con la sua calma, col suo tratto signorile, si sarebbe espresso in modo diverso, ma il senso è proprio quello. Dopo detto inciso Tolemeo ha gioco facile nel ricorrere alle teorie fisiche dell'epoca per chiudere la questione.

Un altro punto importante sta nell'affermazione, alla fine della *Premessa*, che quanto ai contributi dei predecessori, purché ancora validi, essi saranno compendiati nel modo più conciso possibile, per evitare inutili lungaggini, ma salvaguardando la completezza della trattazione. I soliti detrattori inclini alla calunnia rimproverano a Tolemeo di dare notizie insufficienti sulle sue fonti – allora, dicono, è un plagiario; di non riferire nei dettagli le sue osservazioni – non le ha mai fatte, insinuano (eppure l'Astronomo le definisce ἀδίστακτοι, *da non mettere in dubbio*!). Ma avete letto, chiediamo noi, la *Premessa*? Sì, è vero, manca una completa bibliografia, di quelle tanto chilometriche quanto infestanti, che vanno così di moda nella cultura contemporanea. Certo, avremmo gradito in talune occasioni informazioni più generose, ma non è quello lo scopo del trattato. Tolemeo vuole fornire tutti i mezzi necessari per far ben comprendere la sua interpretazione o rappresentazione geometrica delle apparenze, affinché possa essere impiegata con profitto da chi, nello svolgere il suo lavoro, può averne bisogno, a cominciare dai naviganti. Tutto il resto è d'importanza assolutamente secondaria. Può essere un atteggiamento criticabile; tutto è criticabile. Sta di fatto, però, che la sua *Sintassi matematica*, con tutte le sue imperfezioni, gli errori, i presunti plagi, le fantomatiche osservazioni, ecc. ecc., ha svolto il suo servizio per oltre un millennio. Quale altro trattato, quale altro manuale in qualsiasi campo dello scibile è mai stato più longevo?!

Vale la pena di ricordare qui le parole d'una studiosa che non ha bisogno di alcuna presentazione, Germaine Aujac, la quale, riferendosi al periodo che «dal sec. V si prolunga fino al sec. I av. Cr.», scrive: «In questo periodo di straordinario fervore intellettuale, in cui le idee si diffondevano dappertutto ed in ogni campo, con un'esuberanza ed una libertà di spirito che a fatica sapremmo immaginare, la Terra era certamente al centro del mondo secondo un'ipotesi, ma secondo *una* ipotesi soltanto fra le tre o quattro che erano state formulate dagli astronomi come atte a rendere conto delle apparenze celesti. Tali ipotesi avevano lo scopo, in effetti, non tanto di delineare la realtà fisica, bensì quello di scoprire il sistema matematico più semplice che potesse riprodurre i movimenti apparenti: se l'ipotesi geocentrica fu largamente adottata, è perché la sua messa in opera riusciva, meglio di altre, considerato lo stato della tecnica, a "salvare i fenomeni". Soprattutto il modello geocentrico della Terra e del cielo ha permesso di far fare progressi spettacolari alla geografia scientifica, ed è senza dubbio ciò che alla fine gli è valso il sostegno incondizionato d'un Tolemeo, geografo tanto quanto astronomo».[1]

* * *

Prima dell'era moderna, il *Trattato di matematica* tolemaico era stato tradotto in arabo, persiano, siriano e latino,[2] ed altresì commentato, oltre che da commentatori arabi, dai matematici greci Teone e Pappo[3]. Il testo di riferimento è ancora quello stabilito da Heiberg e lo resterà per chissà quanti decenni..., [4] dacché la preparazione e la competenza necessarie per intraprendere un lavoro siffatto ha da tempo abbandonato le facoltà umanistiche delle università. Heiberg dopo aver affermato non solo di non aver potuto utilizzare le traduzioni ed i commentari arabi ma anche di non aver voluto consultare quelli latini, conclude la sua prefazione con l'ammettere di non aver osato, a causa della difficoltà obiettiva (*in tanta rerum difficultate)*, aggiungere una sua traduzione, in latino o in una lingua moderna: se gli astronomi volevano una traduzione, che s'arrangiassero (*de ea re videant astronomi, si interpretationem desideraverint*).

La prima delle traduzioni moderne, insieme col testo greco, è quella dell'abate Nicolas Halma (1755-1828)[5], che lo Heiberg giudica non abbastanza competente come filologo, e scarso conoscitore della lingua greca come traduttore: giudizio iniquo per molte ragioni. Quanto al testo, l'Halma lesse direttamente i codici, la qual cosa i filologi moderni tendono ad evitare confidando nelle collazioni altrui; fino ad allora il solo testo greco disponibile era quello dell'edizione di Basilea del 1538! Quanto alla traduzione, poi, essa è agile e non annoia, redatta, tenuto conto della materia, in un francese eccellente: «Ho sempre tradotto letteralmente – scrive l'abate – nella misura in cui il genio di ciascuna delle due lingue ha potuto permettermelo. Ho perfino conservato le denominazioni di *cerchio mediano dello zodiaco* per l'eclittica, che ho nominato così solo in quei luoghi dove la perifrasi di Tolemeo sarebbe stata troppo lunga; di *dodecatemorio*, per un dodicesimo dello zodiaco. [...]. [...] alla mia traduzione ho aggiunto il testo greco, come testimone che deporrà contro di essa, se è infedele, o che la confermerà, se è esatta».[6] Se un editore volesse avere in catalogo l'*Almagesto*,

---

[1] *Cf.* G. Aujac, *La sphère, instrument au service de la découverte du monde*, Caen (Paradigme) 1993, p. 23.

[2] Il primo importante lavoro, lo si deve a Francis J. Carmody, *Arabic astronomical and astrological sciences in Latin translation. A critical bibliography*, Berkeley and Los Angeles (University of California Press) 1956. Ulteriori informazioni e materiali sono disponibili sull'ottimo sito PAL, "Ptolemaeus Arabus et Latinus" (*www.ptolemaeus.badw.de*).

[3] *Commentaires de Pappus et de Théon d'Alexandrie sur l'Almageste*. Texte établi et annoté par A. Rome, Tome I, Roma (Biblioteca Apostolica Vaticana) 1931; Tome II, Città del Vaticano (Biblioteca Apostolica Vaticana) 1936; Tome III, Città del Vaticano (Biblioteca Apostolica Vaticana) 1943.

[4] *Claudii Ptolemaei Syntaxis Mathematica*, edidit J. L. Heiberg, I, Lipsiae (Teubner) 1898; II, 1903.

[5] *Composition mathématique de Claude Ptolémée*, traduite pour la première fois du grec en français, sur les manuscrits originaux de la Bibliothèque Impériale de Paris, par M. Halma; et suivie de notes de M. Delambre, I, Paris (Henri Grand) 1813; II, 1816.

[6] *Cf. op. cit.*, I, p. XLIX.

senza dover andare alla ricerca di un esperto grecista appassionato di geometria ed astronomia, potrebbe tranquillamente tradurre l'Halma, inserire disegni adeguati e sintetizzare le formule in nota: il risultato non sarebbe per nulla inferiore alle molte traduzioni che circolano col testo a fronte.

La seconda è quella del Manitius,[7] un esperto grecista e traduttore. È un lavoro scrupoloso e curato nel dettaglio: la traduzione cerca di mantenere il periodare tolemaico, ma, per dare al tedesco una certa qual armonia, vi si trovano ampliamenti che non sono nell'originale greco. Rimane comunque un importante sussidio, che ogni studioso dell'Alessandrino non può permettersi d'ignorare.

La terza venne alla luce nel 1952[8] insieme con il trattato *Sulle rivoluzioni delle sfere celesti* di Copernico ed il IV e V libro dell'*Epitome* di Keplero; chiudono il volume *Le armonie del mondo*, sempre di Keplero. Anche Catesby Taliaferro aggiunge qua e là delle note. Il Toomer afferma che questa traduzione inglese, «oltre ad essere di difficile reperimento, è tale che il silenzio è il più garbato commento che si possa fare».[9] Un'affermazione decisamente snob. Noi non condividiamo punto un siffatto atteggiamento: se uno studioso o, in questo caso, un traduttore fa male il suo lavoro, va segnalato in modo circostanziato, non vago; non si pretende la recensione di tutti gli errori – il che sarebbe una frustranea perdita di tempo –, ma segnalare, ove se ne presenti l'occasione, le grossolanità più vistose è un dovere verso l'eventuale ignaro Lettore.

Da ultimo, la seconda traduzione inglese.[10] È un lavoro degno di ogni lode; l'autore vi ha profuso energia e dottrina: dalla consultazione, ove necessario, dei manoscritti alla disposizione del testo nella pagina; dai disegni belli e chiari alle note esplicative ove opportuno; dalla cura della terminologia alle questioni più specificamente tecniche. Oltretutto, il testo dello Heiberg ne risulta decisamente migliorato: «La mia traduzione – precisa il Toomer – si basa sul testo greco stabilito da Heiberg. Tuttavia ho trovato necessario apportare al suo testo svariate centinaia di correzioni».[11] Certo è che la lingua inglese poco si adatta al periodare del greco tolemaico, onde il Toomer si vede costretto – diversamente dal Manitius – a frammentare i lunghi periodi, sopprimendo così la concatenazione caratterizzante l'argomentare tolemaico. In ogni caso, al Lettore viene offerto ogni possibile sussidio affinché non si perda e ceda alla noia o allo sconforto, e defezioni. Insomma, una fatica che dev'essere costata anni ed anni. *Chapeau bas!*

Si badi, tuttavia, che nessuna delle traduzioni citate è esente, grazie al cielo!, da errori o fraintendimenti, che – ne siamo convinti – sono il lievito della conoscenza, e la semplice ammissione dei quali ne è il sale.

* * *

E veniamo al nostro primo libro. Come l'Halma, abbiamo deciso di stampare il testo greco a fianco della traduzione. Il testo è quello dello Heiberg, da cui ci siamo a volte discostati, spiegando in nota le ragioni.

La lettera H seguita da un numero a sinistra del testo greco indica la pagina dell'edizione teubneriana.

In accordo con la scelta del Manitius, abbiamo cercato di conformarci pedissequamente al testo greco fino al limite sopportabile dalla sintassi italiana. In sostanza, diversamente dall'Halma, abbiamo privilegiato il greco a scapito dell'italiano. Questo

---

[7] *Des Claudius Ptolemäus Handbuch der Astronomie*, aus dem Griechischen übersetzt und mit erklärenden Anmerkungen versehen von Karl Manitius, I, Leipzig (Teubner) 1912; II, 1913.

[8] *Ptolemy, The Almagest*, translated by R. Catesby Taliaferro, Chicago-London-Toronto-Geneva (William Benton) 1952, pp. VII÷XIV, 1÷478. La traduzione delle altre opere sono curate da Charles Glenn Wallis.

[9] *Cf.* p. XV.

[10] *Ptolemy's Almagest*, translated and annotated by G. J. Toomer, London (Duckworth) 1984.

[11] *Cf. op. cit.*, p. 3.

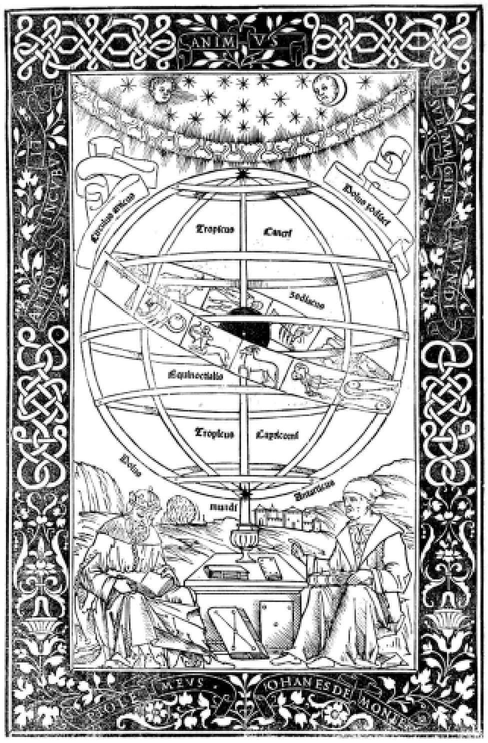
perché, trattandosi di un manuale tecnico, è necessario rispettare la formulazione dei concetti, a partire dal lessico, affinché il Lettore ne possa avere contezza. Ad esempio, in greco un nome per la nostra ‘eclittica’ – che pure è una parola greca (ἐκλειπτικός, *attinente alle eclissi*) – non esiste; per definirla s’usa una perifrasi, ὁ λοξὸς καὶ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων κύκλος o, più comunemente, ὁ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων κύκλος, *il cerchio o circolo mediano dei segni*; lo stesso dicasi per ‘corda’, per la quale il greco non ha un termine corrispondente, e infatti la chiama ἡ ἐν τῷ κύκλῳ εὐθεῖα, *la retta (inscritta) nel cerchio*; o, ancora, ‘raggio’, che il greco denomina ἡ ἐκ τοῦ κέντρου, *la retta dal centro*; e l’equatore, ὁ (μέγιστος) κύκλος ἰσημερινός, *il cerchio (massimo) equinoziale*. Ebbene è nostra convinzione che la formulazione linguistica di un concetto tecnico vada rispettata.

Tolemeo, soprattutto nei brani in cui espone una teoria, non già un teorema, costruisce periodi che a suon di contrapposizioni (μὲν... δέ), di genitivi assoluti e di participi che s’intrecciano come gli anelli d’una catena, mettono a dura prova l’abilità del traduttore che vorrebbe riproporre nella propria lingua detto intreccio. E si tratta di periodi messi a punto a tavolino: sono cioè studiatissimi nella loro architettura. Qua e là, nelle note, abbiamo cercato di mettere in evidenza questo vezzo sintattico tolemaico; esso, da un lato, conferma che il greco non era la sua lingua madre, dall’altro che, leggendo i classici, ne aveva a tal punto assimilato il genio, da voler e poter ripassare ogni frase, ogni periodo, finché non ne fosse pienamente sodisfatto, cioè finché non gli apparisse come se fosse stato scritto da un greco autoctono. Qualche cosa, però, di tanto in tanto gli sfuggiva...

La nostra traduzione sta al testo greco come il testo greco sta alla traduzione: insomma l’uno dovrebbe supportare l’altra e viceversa. Qua e là, al fine di rendere meno affaticante la lettura, ci siamo permessi d’inserire fra parentesi tonde integrazioni lubrificanti. Da sola potrebbe apparire un po’ greve; ed è per questo ch’essa è dedicata soprattutto agli studenti e alle persone cólte; gli astronomi, infatti, alla conoscenza delle proprie radici culturali prediligono le fantasticherie di cui fanno pompa i loro colleghi più *à la page*.

Seguono due Appendici: la prima riproponente il testo di Proclo ov’è descritta in dettaglio la meridiana armillare, di cui Tolemeo, invero, fa una descrizione davvero insufficiente (ecco un esempio del criterio da lui applicato a proposito dei contributi dei predecessori: con ogni probabilità riteneva la meridiana armillare, non di sua invenzione, troppo complicata da realizzare e da utilizzare, ma d’altro canto, non voleva nascondere l’esistenza d’uno strumento acconcio e figurare, di conseguenza, come geloso custode di segreti marchingegni).

La seconda Appendice è dedicata alle polemiche sull’obliquità dell’eclittica.



(Raffigurazione di sfera armillare tratta da
Epytoma Joannis de monte regio In almagestum ptolomei.
Opera quoque et arte impressionis mirifica viri solertis Johannis hammam de Landoia.
Anno salutis 1496 currente: Pridie Calend. Septembris Venetiis)

Α΄

Τάδε ἔνεστιν ἐν τῷ πρώτῳ τῆς Πτολεμαίου μαθηματικῆς συντάξεως.

α΄. προοίμιον.[a]
β΄. περὶ τῆς τάξεως τῶν θεωρημάτων.
γ΄. ὅτι σφαιροειδῶς ὁ οὐρανὸς φέρεται.
δ΄. ὅτι καὶ ἡ γῆ σφαιροειδής ἐστιν πρὸς αἴσθησιν ὡς καθ᾽ ὅλα μέρη.[b]
ε΄. ὅτι μέση τοῦ οὐρανοῦ ἐστιν ἡ γῆ.
ϛ΄. ὅτι σημείου λόγον ἔχει πρὸς τὰ οὐράνια ἡ γῆ.
ζ΄. ὅτι οὐδὲ κίνησίν τινα μεταβατικὴν ποιεῖται ἡ γῆ.
η΄. ὅτι δύο διαφοραὶ τῶν πρώτων κινήσεών εἰσιν ἐν τῷ οὐρανῷ.
θ΄. περὶ τῶν κατὰ μέρος καταλήψεων.[c]
ι΄. περὶ τῆς πηλικότητος τῶν ἐν τῷ κύκλῳ εὐθειῶν.[d]
ια΄. κανόνιον τῶν ἐν τῷ κύκλῳ εὐθειῶν.
H4 ιβ΄. περὶ τῆς μεταξὺ τῶν τροπικῶν περιφερείας.
ιγ΄. προλαμβανόμενα εἰς τὰς σφαιρικὰς δείξεις.
ιδ΄. περὶ τῶν μεταξὺ τοῦ ἰσημερινοῦ κύκλου περιφερειῶν.
ιε΄. κανόνιον λοξώσεως.
ιϛ΄. περὶ τῶν ἐπ᾽ ὀρθῆς τῆς σφαίρας ἀναφορῶν.

1°

Sono questi i contenuti del primo libro della Sintassi Matematica di Tolemeo.

1. *Premessa.*[a]
2. *Dell'ordine dei teoremi.*
3. *Che il cielo si muove come una sfera.*
4. *Che ai sensi anche la terra è sferoidale in ogni sua parte.*[b]
5. *Che la terra è in mezzo al cielo.*
6. *Che rispetto ai cieli la terra è come un punto.*
7. *Che la terra non compie alcun movimento traslatorio.*
8. *Che nel cielo vi sono due diversi generi dei moti primi.*
9. *Delle singole nozioni.*[c]
10. *Dell'ampiezza delle rette (inscritte) in un cerchio.*[d]
11. *Tavola delle rette (inscritte) in un cerchio.*
12. *Dell'arco fra i tropici (= solstizi).*
13. *Premesse alle dimostrazioni sferiche.*
14. *Degli archi fra il cerchio equatoriale (e quello obliquo = eclittica).*
15. *Tavola dell'inclinazione.*
16. *Delle anafore sulla sfera retta.*

α΄. Προοίμιον.[1]

Πάνυ καλῶς οἱ γνησίως φιλοσοφήσαντες, ὦ Σύρε,[2] δοκοῦσί μοι κεχωρικέναι τὸ θεωρητικὸν τῆς φιλοσοφίας ἀπὸ τοῦ πρακτικοῦ. καὶ

1. *Premessa.*[1]

Mi pare ottima cosa, o Siro,[2] *che coloro i quali attendono con serietà alla speculazione, separino la teoria dalla pratica. In effetti, anche*

---

[a] Con buone ma non decisive deduzioni Toomer ritiene che tale suddivisione in capitoli, premessa ad ogni libro, sia una tarda aggiunta. [b] La locuzione καθ᾽ ὅλα μέρη, davvero poco greca, ricorre solo in Tolemeo (7 volte: 5 nel 1 libro della *Sintassi*, di cui 2 nei titolini; 1 volta nel *Quadr.*, ed 1 nella ***Geogr.***) ed in Teone, laddove cita l'espressione tolemaica, così commentandola: «E siccome dice καθ᾽ ὅλα μέρη λαμβανομένην, vuole significare che anche la superficie del mare e d'ogni specchio d'acqua ferma è all'apparenza sferica». L'Halma traduce "dans l'ensemble de toutes ses parties"; il Toomer "as a whole", seguendo il Manitius che intende «als Ganzes betrachtet». In 4,1, della luna che appare eclissata *dappertutto*, s'usa l'espressione κατὰ πάντα τὰ μέρη τῆς γῆς; ed in 6,6, ove si afferma che nell'intervallo del quinquemestre maggiore il sole si può eclissare due volte *dappertutto*, troviamo κατὰ πάντα τὰ μέρη τῆς καθ᾽ ὑμᾶς οἰκουμένης. Dunque, come dice Teone, con quest'espressione bislacca Tolemeo vuol comprendere tutto, anche i mari.

[c] Cicerone (*fin.* 3,17) a κατάληψις accosta *cognitio, comprehensio* e *perceptio*. [d] In greco non vi è un termine specifico equivalente al nostro "corda"; Tolemeo la chiama *retta inscritta in un cerchio*, e così traduciamo.

[1] In questa premessa Tolemeo vuole esaltare in generale la matematica ed in particolare l'astronomia, conferendo a quest'ultima il primato su tutte le altre branche del sapere. La teologia, dice Tolemeo, si occupa di cose inaccessibili ai sensi e, quindi, opinabili; d'altro canto, la fisica verte sulla materia corruttibile che, perciò, muta costantemente; l'astronomia, invece, osserva i corpi celesti che sono, da un lato, accessibili ai sensi in quanto visibili, dall'altro essendo eterni ed immutabili nei loro moti partecipano della realtà divina; dunque l'astronomia è la sola vera scienza, i cui teoremi permangono immutabili. Non solo: l'ordine armonico dei corpi celesti hanno financo una virtù morale, inducendo l'uomo ad agire in modo armonico ed ordinato. Tale, in sintesi, il senso di questa premessa. — Nonostante egli si sia impegnato nella stesura del testo, curando ogni periodo, ogni frase, attentissimo alla scelta delle parole, in qualche espressione (v. qui sopra n. b) e volúta sintattica traspare che la lingua greca, di cui padroneggia con consumata abilità sia il lessico sia la grammatica, non è la sua madre lingua. D'altro canto, che il greco alessandrino mostri aspetti caratteristici, è cosa nota (si veda, ad es., la prefazione di G. Warning al suo *de Vettii Valentis sermone*, Anklam 1909). Tolemeo procede per gradi, iniziando col giudicare positivamente la distinzione operata da οἱ γνησίως φιλοσοφήσαντες (che sono i professionisti della speculazione, gli studiosi di filosofia, gl'insegnanti di etica, *et sim.*) tra pratica e teoria. Attraverso concatenazioni svolte in un periodare complesso, ove la correlazione μὲν… δὲ tiene il lettore in tensione fino alla fine di ogni periodo, giunge – quasi si trattasse di dimostrare un teorema matematico – alla conclusione detta.

[2] Molti si son chiesti chi fosse questo Siro. Siccome all'inizio del *Quadripartitum* un anonimo scoliasta afferma che secondo alcuni quel nome Tolemeo se l'era inventato (πέπλασται αὐτῷ), mentre altri asserivano ch'era un medico,

γὰρ εἰ συμβέβηκε καὶ τῷ πρακτικῷ πρότερον αὐτοῦ τούτου θεωρητικῷ τυγχάνειν,[3] *οὐδὲν ἧττον ἄν τις εὕροι μεγάλην οὖσαν ἐν αὐτοῖς διαφοράν, οὐ μόνον διὰ τὸ τῶν μὲν ἠθικῶν ἀρετῶν ἐνίας ὑπάρξαι δύνασθαι πολλοῖς καὶ χωρὶς μαθήσεως, τῆς δὲ τῶν ὅλων θεωρίας ἀδύνατον εἶναι τυχεῖν ἄνευ διδασκαλίας, ἀλλὰ καὶ τῷ τὴν πλείστην ὠφέλειαν ἐκεῖ μὲν ἐκ τῆς ἐν αὐτοῖς τοῖς πράγμασι συνεχοῦς ἐνεργείας, ἐνθάδε δ' ἐκ τῆς ἐν τοῖς θεωρήμασι προκοπῆς παραγίγνεσθαι. ἔνθεν*
H5 *ἡγησάμεθα προσήκειν ἑαυτοῖς τὰς μὲν πράξεις ἐν ταῖς αὐτῶν τῶν φαντασιῶν ἐπιβολαῖς ῥυθμίζειν, ὅπως μηδ' ἐν τοῖς τυχοῦσιν ἐπιλανθανώμεθα τῆς πρὸς τὴν καλὴν καὶ εὔτακτον κατάστασιν ἐπισκέψεως, τῇ δὲ σχολῇ χαρίζεσθαι τὸ πλεῖστον εἰς τὴν τῶν θεωρημάτων πολλῶν καὶ καλῶν ὄντων διδασκαλίαν, ἐξαιρέτως δὲ εἰς τὴν τῶν ἰδίως καλουμένων μαθηματικῶν.*

καὶ γὰρ αὖ καὶ τὸ θεωρητικὸν ὁ Ἀριστοτέλης πάνυ ἐμμελῶς εἰς τρία τὰ πρῶτα γένη διαιρεῖ τό τε φυσικὸν καὶ τὸ μαθηματικὸν καὶ τὸ θεολογικόν.[4] *πάντων γὰρ τῶν ὄντων τὴν ὕπαρξιν ἐχόντων ἔκ τε ὕλης καὶ εἴδους καὶ κινήσεως χωρὶς μὲν ἑκάστου τούτων κατὰ τὸ ὑποκείμενον θεωρεῖσθαι μὴ δυναμένου, νοεῖσθαι δὲ μόνον, καὶ ἄνευ τῶν λοιπῶν, τὸ μὲν τῆς τῶν ὅλων πρώτης κινήσεως πρῶτον αἴτιον, εἴ τις κατὰ τὸ ἁπλοῦν ἐκλαμβάνοι, θεὸν ἀόρατον καὶ ἀκίνητον ἂν ἡγήσαιτο καὶ τὸ τούτου ζητητικὸν εἶδος θεολογικὸν ἄνω που περὶ τὰ μετεωρότατα τοῦ κόσμου τῆς τοιαύτης ἐνεργείας νοηθείσης ἂν μόνον καὶ καθάπαξ κεχωρισμένης τῶν αἰσθητῶν οὐσιῶν· τὸ δὲ τῆς ὑλικῆς καὶ αἰεὶ κινουμένης*

quando si dà il caso che la pratica si combini con la teoria, prima che siano distinte,[3] *non meno evidente dovrebbe risultare la loro differenza, non solo, da un lato, per il poter sussistere in molti alcune delle virtù morali anche senza studio, e, dall'altro, per l'essere impossibile acquisire la cognizione teorica d'ogni cosa senza insegnamento, ma anche per il concomitante grandissimo profitto derivante, nel primo caso, dalla costante attività nelle opere stesse, nel secondo, dal progredire nell'acquisizione dei teoremi. Di qui, abbiamo ritenuto doveroso, nell'affastellarsi delle idee stesse, imprimere alle nostre azioni un procedere ben scandito, affinché nemmeno nelle cose di minor conto ci sfuggisse di vegliare sulla conformità e il buon ordine della disposizione, e d'indulgere con piacere, per la più parte, nell'insegnamento dei teoremi, che sono molti e belli, in particolare di quelli più propriamente chiamati matematici.*

E d'altro canto Aristotele molto coerentemente divide la speculazione in tre rami principali: fisica, matematica e teologia.[4] *Traendo infatti tutte le cose la (loro) esistenza da materia, forma e movimento, né potendosi ciascuna di queste osservare nell'oggetto separatamente, cioè senza le altre, ma solo pensata, la causa prima del primo moto di tutte le cose, se uno la cogliesse nella sua semplicità, la riterrebbe un dio invisibile ed immoto, e (definirebbe) teologica la forma indagatrice di questa (causa), (che porrebbe) in alto da qualche parte intorno alle supreme altezze del cosmo, essendo una tale energia solo pensabile e affatto separata dalle sostanze*

Toomer conclude che già nella tarda antichità s'ignorava chi fosse. Molto più verosimilmente, "o Siro" equivale al nostro "Al benevolo lettore".

[3] Questa frase ha messo a dura prova i quattro traduttori. Confrontiamoli. Halma (1813, ma legge θεωρητικόν in luogo di θεωρητικῷ): «Car s'il est arrivé que la pratique soit précédée de la théorie,... (*Infatti, se è capitato che la pratica sia preceduta dalla teoria*)»; Manitius (1912): «Denn wenn füglich auch vor dieser Scheidung Theorie und Praxis einträchtig Hand in Hand gegangen sind,... (*Perché se a buon diritto, anche prima di questa divisione, teoria e prassi sono andate in armonia mano nella mano*)»; Catesby Taliaferro (1952): «For even if it happens that the practical turns out to be theoretical prior to its being practical,... (*Poiché se capita che il pratico risulta essere teorico prima del suo essere pratico*)»; Toomer (1982): «For even if practical philosophy, before it is practical, turns out to be theoretical,... (*Poiché anche se la filosofia pratica, prima che sia pratica, risulta essere teorica*)». Sembra creare imbarazzo l'inciso *πρότερον αὐτοῦ τούτου*, il cui significato letterale è «giusto prima di questo (di cui stiamo parlando)», cioè della distinzione tra pratica e teoria. Il miglior parallelo sintattico che siamo riusciti a trovare è in Arist. *rh.* 1,1369*a*: *εἰ γὰρ συμβέβηκεν τοῖς νέοις ὀργίλοις εἶναι ἢ ἐπιθυμητικοῖς*, ove il dat. è retto da *συμβέβηκεν* ed il predicato *ὀργίλοις* è attratto, come in Tolemeo, nello stesso caso; dunque *πρότερον αὐτοῦ τούτου* sta per *πρότερον αὐτοῦ τοῦ κεχωρικέναι*, *vor dieser Scheidung*, come traduce il Manitius. Il Toomer giustifica la sua traduzione – che ricalca quella di Taliaferro, nonostante egli affermi nella Prefazione che di essa «il silenzio è il più garbato commento che uno possa fare» –, col citare – parzialmente – Teone, il quale afferma (Rome II 320,13 s.): *φησὶ δὲ ὁ Πτολεμαῖος συμβεβηκέναι "τῷ πρακτικῷ τὸ πρότερον αὐτοῦ τοῦ θεωρητικοῦ τυγχάνειν"* (*dice Tolemeo che "alla pratica capita il sussistere prima della stessa teoria"*); ma la citazione è errata, tant'è che per Toomer trattasi piuttosto d'una parafrasi (?!), e, per di più, Tolemeo non dice questo; da quel che segue, tuttavia, Teone sembra aver inteso correttamente le parole dell'astronomo: *διὰ τὸ ἴσως δεῖν πρότερον τὸν πράξοντά τι, καὶ ὅτι αἱρετὸν τὸ πραχθησόμενον κατειληφέναι, καὶ ὅτι διὰ τόνδε ἂν γένοιτο, καὶ τόνδε τὸν τρόπον ἂν γένοιτο, ἅπερ ἐστὶν ἀληθευτικῆς καὶ θεωρητικῆς ἕξεως* (*per l'essere parimenti necessario che colui che intende compiere un'azione, prima capisca e che l'azione sia da compiere, e che [...] e in un certo preciso modo; le quali cose sono proprie d'una disposizione sincera e speculativa*). Di qui, l'errata banalizzazione di *πρότερον αὐτοῦ τούτου θεωρητικῷ* in *πρότερον αὐτοῦ τοῦ θεωρητικοῦ* è opera di un copista che non ha capito il testo. Che il luogo sia corrotto è dimostrato anche da *διὰ τόνδε ἂν γένοιτο*, corretto in modo poco convincente dall'Halma in *διὰ τῶνδε ἂν γένοιτο*. Il Rome, il quale pure rimanda al luogo tolemaico, tace, ma il *consensus codicum* non è una buona ragione per accogliere un testo che non ha senso.

[4] Cf. Arist. *metaph.* 1064*b*: *τρία γένη τῶν θεωρητικῶν ἐπιστημῶν ἔστι, φυσική, μαθηματική, θεολογική*. In *ibid.* 1026*a* le *θεωρητικαὶ ἐπιστήμαι*, son chiamate da Aristotele *φιλοσοφίαι θεωρητικαί*.

*ποιότητος διερευνητικὸν εἶδος περί τε τὸ λευκὸν
καὶ τὸ θερμὸν καὶ τὸ γλυκὺ καὶ τὸ ἁπαλὸν καὶ
τὰ τοιαῦτα καταγιγνόμενον φυσικὸν ἂν καλέσειε
τῆς τοιαύτης οὐσίας ἐν τοῖς φθαρτοῖς ὡς ἐπὶ τὸ
πολὺ καὶ ὑποκάτω τῆς σεληνιακῆς σφαίρας
ἀναστρεφομένης· τὸ δὲ τῆς κατὰ τὰ εἴδη καὶ τὰς*
H6 *μεταβατικὰς κινήσεις ποιότητος ἐμφανιστικὸν*[5]
*εἶδος σχήματός τε καὶ ποσότητος καὶ πηλικότητος
ἔτι τε τόπου καὶ χρόνου καὶ τῶν ὁμοίων ζητητικὸν
ὑπάρχον ὡς μαθηματικὸν ἂν ἀφορίσειε τῆς
τοιαύτης οὐσίας μεταξὺ ὥσπερ ἐκείνων τῶν δύο
πιπτούσης οὐ μόνον τῷ καὶ δι᾽ αἰσθήσεως καὶ
χωρὶς αἰσθήσεως δύνασθαι νοεῖσθαι, ἀλλὰ καὶ τῷ
πᾶσιν ἁπλῶς τοῖς οὖσι συμβεβηκέναι καὶ θνητοῖς
καὶ ἀθανάτοις τοῖς μὲν αἰεὶ μεταβάλλουσι κατὰ τὸ
εἶδος τὸ ἀχώριστον συμμεταβαλλομένην, τοῖς δὲ
ἀιδίοις καὶ τῆς αἰθερώδους φύσεως συντηροῦσαν
ἀκίνητον τὸ τοῦ εἴδους ἀμετάβλητον.*

*ἐξ ὧν διανοηθέντες, ὅτι τὰ μὲν ἄλλα δύο
γένη τοῦ θεωρητικοῦ μᾶλλον ἄν τις εἰκασίαν ἢ κα-
τάληψιν ἐπιστημονικὴν εἴποι, τὸ μὲν θεολογικὸν
διὰ τὸ παντελῶς ἀφανὲς αὐτοῦ καὶ ἀνεπίληπτον,
τὸ δὲ φυσικὸν διὰ τὸ τῆς ὕλης ἄστατον καὶ ἄδη-
λον, ὡς διὰ τοῦτο μηδέποτε ἂν ἐλπίσαι περὶ
αὐτῶν ὁμονοῆσαι τοὺς φιλοσοφοῦντας, μόνον
δὲ τὸ μαθηματικόν, εἴ τις ἐξεταστικῶς αὐτῷ
προσέρχοιτο, βεβαίαν καὶ ἀμετάπιστον τοῖς
μεταχειριζομένοις τὴν εἴδησιν παράσχοι ὡς ἂν
τῆς ἀποδείξεως δι᾽ ἀναμφισβητήτων ὁδῶν γι-
γνομένης, ἀριθμητικῆς τε καὶ γεωμετρίας, προ-
ήχθημεν ἐπιμεληθῆναι μάλιστα πάσης μὲν
κατὰ δύναμιν τῆς τοιαύτης θεωρίας, ἐξαιρέτως
δὲ τῆς περὶ τὰ θεῖα καὶ οὐράνια κατανοουμένης,
ὡς μόνης ταύτης περὶ τὴν τῶν αἰεὶ καὶ ὡσαύτως*
H7 *ἐχόντων ἐπίσκεψιν ἀναστρεφομένης, διὰ τοῦτό
γε*[6] *δυνατῆς οὔσης καὶ αὐτῆς περὶ μὲν τὴν οἰκείαν
κατάληψιν*[7] *οὔτε ἄδηλον οὔτε ἄτακτον οὖσαν αἰεὶ
καὶ ὡσαύτως ἔχειν, ὅπερ ἐστὶν ἴδιον ἐπιστήμης,
πρὸς δὲ τὰς ἄλλας οὐχ ἧττον αὐτῶν ἐκείνων
συνεργεῖν.*[8]

sensibili; mentre la forma scrutatrice della qualità sempre moventesi della materia, come la qualità del bianco, del caldo, del dolce, del tenero e simili, la chiamerebbe fisica, trovandosi tale modo d'essere per lo più nelle cose corruttibili e sotto la sfera lunare; la forma, poi, chiarificatrice[5] *della qualità correlata alle forme e ai moti traslatorii, essendo indagatrice di figura, quantità, dimensione ed altresì di luogo, tempo e simili, (uno) la circoscriverebbe entro la matematica, cadendo un tale modo d'essere, per così dire, tra quelle due, non solo per il poter essere pensata coi sensi e senza i sensi, ma anche per il trovarsi proprio in tutti gli esseri sia mortali che immortali, commutandosi coi primi sempre mutevoli nella forma da cui sono inseparabili, e preservando immota ai secondi, eterni e di natura eterea, l'immutabilità della forma.*

Da quanto sopra, meditando che gli altri due rami della speculazione li si direbbero più congetturali che scientifici, per essere la teologia del tutto invisibile ed inafferrabile, e la fisica per l'instabile e non chiara natura della materia, cosicché per questo non si potrebbe mai sperare che i loro seguaci si accorderebbero su quelle congetture, e dunque solo la matematica, se uno vi si accosta con spirito indagatore, procurerebbe la conoscenza certa e inalterabile a chi la pratica, avvenendone la prova per vie incontrovertibili, (cioè) l'aritmetica e la geometria, ci inducemmo a rivolgere la nostra attenzione, secondo le (nostre) forze, a tutta questa parte dello scibile, ma segnatamente a quella che studia le cose divine e celesti, in quanto essa sola si rivolge all'osservazione delle cose che permangono sempre tali e quali, (e) giustappunto per questo[6] *potendo essa sola, riguardo alla sua intima comprensione*[7] *che non è né oscura né confusa, restare sempre tale e quale – il che è proprio della scienza –, e giovare alle altre non meno di quanto esse giovino a sé stesse.*[8]

---

[5] Si noti l'accurata aggettivazione delle forme di ricerca correlante *ζητητικὸν εἶδος* con *θεολογικόν*, *διερευνητικὸν εἶδος* con *φυσικόν*, *ἐμφανιστικὸν εἶδος* con *μαθηματικόν*.

[6] Il testo dello Heiberg ha *διὰ τοῦτό τε*, nesso rarissimo: due (su 75 *διὰ τοῦτο*) in Galeno, ove il testo del Kuhn non garantisce nulla, mentre le altre ricorrenze sono molto tarde e sintatticamente poco chiare; solo in Zosimo (1,66) esso è giustificabile. Qui, invece, l'estrema vicinanza di *καὶ αὐτῆς* imporrebbe un'inaccettabile correlazione ove *αὐτῆς* dovrebbe dipendere da *διά*! L'argomentazione di Tolemeo pare chiara: solo l'astronomia può occuparsi dei corpi celesti eterni ed immutabili, per essere essa stessa *sempiterna ed immutabile*; non già il contrario! Teone non porta lumi: dopo aver ripreso quasi le stesse parole dell'astronomo, il quale, dice Teone, ha privilegiato soprattutto l'astronomia «per l'occuparsi essa sola delle cose sempiterne ed immutabili (*διὰ τὸ ταύτην μόνην περὶ τὰ ἀεὶ καὶ ὡσαύτως ἔχοντα ἀναστρέφεσθαι*)», conclude la parafrasi nel modo seguente: «Soprattutto perché (essa) può essere utile alle altre parti della filosofia (*ἄλλως τε καὶ ὅτι δυνατὴ εἰς τὰ ἕτερα μέρη τῆς φιλοσοφίας ὠφελῆσαι*)», salta cioè a piè pari il testo tolemaico compreso tra *διὰ τοῦτό τε* ed *ἐπιστήμης*. Vi intravedeva forse un'inutile ripetizione? Certo è che nel testo tolemaico non vi è traccia della chiara locuzione *ἄλλως τε καί* che Teone utilizza a proposito del *giovare alle altre parti*. Non solo: se *δυνατῆς οὔσης… συνεργεῖν* è accettabile, *δυνατῆς οὔσης… αἰεὶ καὶ ὡσαύτως ἔχειν* è decisamente ridondante; infine, la correlazione *περὶ μὲν… πρὸς δὲ* è a dir poco forzata. Concludendo, ancorché il testo trádito non convinca del tutto, la nostra correzione pare la soluzione meno invasiva.

[7] L'apprendimento dei calcoli matematici richiesti dall'astronomia – questo sembra voler significare il testo – non è uno studio che procede nell'oscurità o in modo disordinato.

[8] Letteralmente: *non meno di quelle*. Toomer traduce: «… no less than they do», ricalcando quella del Manitius: «… die nicht weniger leistet als diese selbst». Entrambe le traduzioni si discostano dalla pindarica parafrasi dell'Halma:

τό τε γὰρ θεολογικὸν εἶδος αὕτη[9] μάλιστ' ἂν προοδοποιήσειε μόνη γε δυναμένη καλῶς καταστοχάζεσθαι τῆς ἀκινήτου καὶ χωριστῆς ἐνεργείας ἀπὸ τῆς ἐγγύτητος τῶν περὶ τὰς αἰσθητὰς μὲν καὶ κινούσας τε καὶ κινουμένας, ἀιδίους δὲ καὶ ἀπαθεῖς οὐσίας[10] συμβεβηκότων περί τε τὰς φορὰς καὶ τὰς τάξεις τῶν κινήσεων·[11] πρός τε τὸ φυσικὸν οὐ τὸ τυχὸν ἂν συμβάλλοιτο· σχεδὸν γὰρ τὸ καθόλου τῆς ὑλικῆς οὐσίας ἴδιον ἀπὸ τῆς κατὰ τὴν μεταβατικὴν κίνησιν ἰδιοτροπίας καταφαίνεται, ὡς τὸ μὲν φθαρτὸν αὐτὸ καὶ τὸ ἄφθαρτον ἀπὸ τῆς εὐθείας καὶ τῆς ἐγκυκλίου,[12] τὸ δὲ βαρὺ καὶ τὸ κοῦφον[13] ἢ τὸ παθητικὸν καὶ τὸ ποιητικὸν ἀπὸ τῆς ἐπὶ τὸ μέσον καὶ τῆς ἀπὸ τοῦ μέσον. πρός γε μὴν τὴν κατὰ τὰς πράξεις καὶ τὸ ἦθος καλοκαγαθίαν πάντων ἂν αὕτη μάλιστα διορατικοὺς κατασκευάσειεν[14] ἀπὸ τῆς περὶ τὰ θεῖα θεωρουμένης ὁμοιότητος καὶ εὐταξίας καὶ συμμετρίας καὶ ἀτυφίας ἐραστὰς μὲν ποιοῦσα τοὺς παρακολουθοῦντας τοῦ θείου τούτου κάλλους, ἐνεθίζουσα δὲ καὶ ὥσπερ φυσιοῦσα πρὸς τὴν ὁμοίαν τῆς ψυχῆς κατάστασιν.

τοῦτον δὴ καὶ αὐτοὶ τὸν ἔρωτα τῆς τῶν αἰεὶ καὶ ὡσαύτως ἐχόντων θεωρίας κατὰ τὸ συνεχὲς
H8 *αὔξειν πειρώμεθα μανθάνοντες μὲν τὰ ἤδη κατειλημμένα τῶν τοιούτων μαθημάτων ὑπὸ τῶν γνησίως καὶ ζητητικῶς αὐτοῖς προσελθόντων, προαιρούμενοι δὲ καὶ αὐτοὶ τοσαύτην προσθήκην συνεισενεγκεῖν, ὅσην σχεδὸν ὁ προσγεγονὼς ἀπ' ἐκείνων χρόνος μέχρι τοῦ καθ' ἡμᾶς δύναιτ' ἂν περιποιῆσαι. καὶ ὅσα γε δὴ νομίζομεν ἐπὶ τοῦ παρόντος[15] εἰς φῶς ἡμῖν ἐληλυθέναι, πειρασόμεθα διὰ βραχέων ὡς ἔνι μάλιστα, καὶ ὡς ἂν οἱ ἤδη καὶ ἐπὶ ποσὸν προκεκοφότες δύναιντο παρακολουθεῖν, ὑπομνηματίσασθαι τοῦ μὲν τελείου τῆς πραγματείας ἕνεκεν ἅπαντα τὰ χρήσιμα πρὸς τὴν τῶν οὐρανίων θεωρίαν κατὰ τὴν οἰκείαν τάξιν ἐκτιθέμενοι, διὰ δὲ τὸ μὴ μακρὸν ποιεῖν τὸν λόγον τὰ μὲν ὑπὸ τῶν παλαιῶν ἠκριβωμένα διερχόμενοι μόνον, τὰ δὲ ἢ μηδ' ὅλως καταληφθέντα ἢ μὴ ὡς ἐνῆν εὐχρήστως, ταῦτα δὲ κατὰ δύναμιν ἐπεξεργαζόμενοι.*

Ed in effetti questa[9] di certo saprebbe aprire la via alla ricerca teologica, potendo essa sola mirare con successo alla forza immota ed a sé stante, grazie alla (sua) prossimità con gli eventi involgenti le entità[10] che, muovendo e muovendosi, sono percettibili ma eterne e imperturbabili nei trascinamenti e nei corsi ordinati dei (loro) moti.[11] E alla fisica non vi contribuirebbe a caso: infatti quasi tutto ciò che è proprio della sostanza materiale, si manifesta dalla peculiarità del moto traslatorio, come il corruttibile stesso e l'incorruttibile (lo sono) dal moto rettilineo e circolare,[12] mentre il pesante e il leggero[13] o il passivo e l'attivo dal moto centripeto e centrifugo. E proprio quanto alla nobiltà nelle azioni e alla condotta morale, fra tutte, questa potrebbe far sommamente perspicaci nel rilevare l'affinità che si osserva intorno alle cose celesti, l'ordine, la simmetria, la modestia, rendendo coloro che la seguono dappresso bramosi di questa bellezza divina ed avvezzando(li) al conforme stato d'animo e quasi connaturandolo.

E noi stessi cerchiamo costantemente di coltivare quest'amore per l'osservazione delle cose che restano tali e quali, sia studiando la lezione impartita da coloro che con vero spirito di ricerca se ne sono già occupati, sia proponendoci di apportare un contributo tale quanto, più o meno, il tempo che s'è aggiunto da quelli fino al nostro, dovrebbe poter consentire. E giustappunto le scoperte che ancora[15] richiamano la nostra attenzione, cercheremo di compendiare nel modo più semplice possibile e sì che quelli già abbastanza preparati possano seguire, esponendo, a vantaggio della completezza della trattazione, tutte le cose utili all'osservazione dei corpi celesti nell'ordine che si conviene, senza però allungare il discorso, limitandoci soltanto a richiamare i problemi perfettamente trattati dai (nostri) predecessori, e rielaborando secondo le nostre forze quelli o non del tutto compresi o non utilmente argomentati nella misura in cui era possibile.

«Elle ne contribuera pas moins que les autres, à nous instruire de ce qu'elles sont». Nella nostra traduzione abbiamo cercato di rendere la sottile ironia dell'astronomo, il quale, tra le righe, vuol dire che il calcolo matematico può certamente essere utile sia alla fisica che alla teologia, ma né l'una né l'altra possono giovare alla matematica! Il che pare chiaro da quel che segue.

[9] La matematica.

[10] I corpi celesti.

[11] Teone fa notare che τάξις δὲ θεῶν οἰκεῖον: *l'ordine è proprio degli dèi.*

[12] Che il moto eterno, ossia incorruttibile, debba essere circolare, è un concetto aristotelico, *cf.* Arist. *de cael.* 286*a*: θεοῦ δ' ἐνέργεια ἀθανασία· τοῦτο δ' ἐστὶ ζωὴ ἀΐδιος. ὥστ' ἀνάγκη τῷ θεῷ κίνησιν ἀΐδιον ὑπάρχειν. ἐπεὶ δ' ὁ οὐρανὸς τοιοῦτος (σῶμα γάρ τι θεῖον), διὰ τοῦτο ἔχει τὸ ἐγκύκλιον σῶμα, ὃ φύσει κινεῖται κύκλῳ ἀεί (*effetto dell'attività di dio è l'immortalità; ciò significa vita eterna; di qui, è necessario che da dio dipenda un moto eterno. Ora, siccome il cielo è tale – è infatti un corpo divino –, ne consegue che abbia un corpo circolare, che per natura si muove eternamente in circolo*).

[13] *Cf.* Arist. *de cael.* 269*b*: βαρὺ μὲν οὖν ἔστω τὸ φέρεσθαι πεφυκὸς ἐπὶ τὸ μέσον, κοῦφον δὲ τὸ ἀπὸ τοῦ μέσου (*per 'pesante' s'intenda che si porta per natura verso il centro [*moto centripeto*], per 'leggero' dal centro [*moto centrifugo*]*).

[14] διορατικοὺς κατασκευάσειεν chi? Manca l'oggetto, dacché διορατικούς non può che essere un predicato; il senso vorrebbe quale oggetto τοὺς παρακολουθοῦντας che, però, lontananza a parte, è sintatticamente già impegnato. Forse, nel continuo limare il testo, Tolemeo non s'è accorto dell'incongruenza.

[15] Tradurre «up to the present time» (Toomer) è errato ed urta coll'infinito perfetto. *Cf.* Archim. III 82,6 [Mugler].

βʹ. Περὶ τῆς τάξεως τῶν θεωρημάτων.

Τῆς δὴ προκειμένης ἡμῖν συντάξεως προηγεῖται μὲν τὸ τὴν καθόλου σχέσιν ἰδεῖν ὅλης τῆς γῆς πρὸς ὅλον τὸν οὐρανόν,[1] τῶν δὲ κατὰ μέρος ἤδη καὶ ἐφεξῆς[2] πρῶτον μὲν ἂν εἴη τὸ διεξελθεῖν τὸν λόγον τὸν περὶ τῆς θέσεως τοῦ λοξοῦ κύκλου[3] καὶ τῶν τόπων τῆς καθ᾽ ἡμᾶς οἰκουμένης[4] ἔτι τε τῆς πρὸς ἀλλήλους αὐτῶν καθ᾽ ἕκαστον ὁρίζοντα παρὰ
H9 τὰς ἐγκλίσεις γινομένης ἐν ταῖς τάξεσιν[5] διαφορᾶς·[6] προλαμβανομένη γὰρ ἡ τούτων θεωρία τὴν τῶν λοιπῶν ἐπίσκεψιν εὐοδωτέραν παρέχει· δεύτερον δὲ τὸ[7] περὶ τῆς ἡλιακῆς κινήσεως καὶ τῆς σεληνιακῆς καὶ τῶν ταύταις ἐπισυμβαινόντων διεξελθεῖν·[8] χωρὶς γὰρ τῆς τούτων προκαταλήψεως οὐδὲ τὰ περὶ τοὺς ἀστέρας οἷόν τε ἂν γένοιτο διεξοδικῶς θεωρῆσαι. τελευταίου δ᾽ ὄντος ὡς πρὸς αὐτὴν τὴν ἔφοδον τοῦ περὶ τῶν ἀστέρων λόγου προτάσσοιτο μὲν ἂν εἰκότως καὶ ἐνταῦθα τὰ περὶ τῆς τῶν ἀπλανῶν καλουμένων[9] σφαίρας, ἕποιτο δὲ τὰ περὶ τῶν πέντε πλανήτων προσαγορευομένων.[10] ἕκαστα δὲ τούτων πειρασόμεθα δεικνύειν ἀρχαῖς μὲν καὶ ὥσπερ θεμελίοις εἰς τὴν ἀνεύρεσιν[11] χρώμενοι τοῖς ἐναργέσι φαινομένοις καὶ ταῖς ἀδιστάκτοις τῶν τε παλαιῶν[12] καὶ τῶν καθ᾽ ἡμᾶς τηρήσεων, τὰς δ᾽ ἐφεξῆς τῶν καταλήψεων[13] ἐφαρμόζοντες διὰ τῶν ἐν ταῖς γραμμικαῖς ἐφόδοις[14] ἀποδείξεων.

τὸ μὲν οὖν καθόλου τοιοῦτον ἂν εἴη προλαβεῖν, ὅτι τε σφαιροειδής ἐστιν ὁ οὐρανὸς καὶ φέρεται σφαιροειδῶς, καὶ ὅτι ἡ γῆ τῷ μὲν σχήματι καὶ

2. *Dell'ordine dei teoremi.*

Nella sintassi qui presente va fatto precedere uno sguardo generale sulla relazione della terra tutta con il cielo tutto,[1] *dopodiché, e in sequenza, il primo dei singoli argomenti sarà quello di esaminare compiutamente la posizione del cerchio obliquo*[3] *e dei luoghi della nostra terra abitata*[4] *ed, ancora, della differenza che si crea, nell'ordine dei tracciati,*[5] *tra un luogo e l'altro rispetto a ciascun orizzonte a seconda delle inclinazioni;*[6] *il preventivo apprendimento teorico di queste cose rende più scorrevole lo studio del resto. Il secondo argomento (sarà) quello*[7] *di esaminare il moto solare, lunare e tutti gli accidenti correlati;*[8] *infatti, senza aver anticipatamente afferrato queste cose non sarebbe possibile considerare nel dettaglio ciò che concerne gli astri. Seguendo per ultima, lungo la via intrapresa, la trattazione degli astri, precederanno, com'è naturale, le cose relative alla sfera delle (stelle) dette inerranti,*[9] *quindi quelle relative alle cinque che chiamiamo erranti.*[10] *Cercheremo di mostrare ciascuna di queste cose servendoci, quali elementi primi e come base per il (loro) rilevamento, dei fenomeni perspicui e delle osservazioni incontestabili sia dei predecessori*[12] *sia dei tempi nostri, e affidando il resto delle cognizioni*[13] *alle dimostrazioni (già) insite nei tracciati lineari.*[14]

Detto sguardo generale è opportuno che tratti prima di tutto sia che il cielo è sferoidale e si muove come una sfera, sia che la terra, quanto

---

[1] I,3÷8. [2] ἤδη καὶ ἐφεξῆς: altra espressione stravagante, attestata solo qui. Manitius la rende con *hierauf*; gli altri traduttori considerano solo ἐφεξῆς. Il senso è press'a poco: *di lì e in sequenza*, vale a dire *uno di seguito all'altro*. [3] I,12÷16. Il Toomer fa osservare che Tolemeo soprassiede qui alla sezione matematica di I,10÷11. [4] ἡ καθ᾽ ἡμᾶς οἰκουμένη: il Toomer attende il secondo libro (p. 75 n. 1) per definire *implausible* la traduzione di quest'espressione da parte del Manitius, il quale sembra intendere καθ᾽ ἡμᾶς come temporale, «zurzeit». Che ἡ καθ᾽ ἡμᾶς οἰκουμένη alluda all'emisfero nord – come del resto intese l'Halma –, risulta dagli autori che l'hanno impiegata prima di Tolemeo; quanto alla sua traduzione, si veda la n. 2 a II,1

[5] ἐν ταῖς τάξεσιν: quest'espressione ricorre forse quattro volte prima di Tolemeo, che l'usa solo qui; Halma e Manitius la evitano; Taliaferro traduce «in order» tra due virgole, mentre Toomer, riferendola all'orizzonte, la rende con «taken in order», il cui senso sfugge. L'espressione sembra far parte del lessico militare, ove significa *tra le file*, *nei ranghi* (Aristofane, Senofonte), *sulle schiere* (Plutarco); qui, a nostro parere, si allude ai cardini ed ai paralleli che suddividono i climi, che, pur restando ordinatamente i medesimi, cambiano di posizione rispetto sia all'orizzonte (moto diurno) sia all'inclinazione (latitudine). [6] L'intero libro II. [7] Heiberg non accoglie il τὸ… (διεξελθεῖν) del cod. A, affatto necessario. [8] Libri III÷VI. [9] Libri VII÷VIII. [10] Libri IX÷XIII.

[11] Manca qui un genitivo oggettivo da riferire ad ἕκαστα, quindi, stando all'uso tolemaico, εἰς τὴν τούτων ἀνεύρεσιν oppure εἰς τὴν ἀνεύρεσιν αὐτῶν. Sembra, invero, poco probabile che εἰς τὴν ἀνεύρεσιν possa significare «for our search» (Toomer) o «de ce que nous voulons trouver» (Halma). Teone pare alludere a quest'espressione – si badi che ἀνεύρεσις nel Nostro ricorre solo qui – con προσχρώμενος τοῖς διὰ τῆς τῶν ὀργάνων παρατηρήσεως καταλαμβανομένοις, cioè «utilizzando i dati rilevati dall'osservazione degli strumenti».

[12] Va osservato che παλαιοί non è proprio sinonimo di ἀρχαῖοι; quindi, tradurlo con «ancients», ossia *antichi*, è improprio; παλαιός, diversamente da ἀρχαῖος, non implica alcuna valutazione morale, tant'è che s'applica anche al vino: πίθοι οἴνοιο παλαιοῦ (Hom. *Od.* 2,340). Nel *Quadripartitum* (3,11,1) con ἀρχαῖος Tolemeo allude a Nechepso Petosiride. Qui, dunque, egli non sta riferendosi alle osservazioni fatte in origine; perciò, abbiamo in questo caso ritenuto più prossimo al senso voluto rendere παλαιοί con *predecessori*.

[13] Che τὰς δ᾽ ἐφεξῆς τῶν καταλήψεων siano «leurs conséquences», come traduce l'Halma, è poco probabile; decisamente meglio il *subsequent* del Toomer. L'avv. ἐφεξῆς allude a quello che verrà dopo, non a ciò che ne consegue.

[14] ἐν ταῖς γραμμικαῖς ἐφόδοις: altra espressione bizzarra, che si trova solo qui (e in Porfirio che cita l'intera frase, *cf. in*

αὐτὴ σφαιροειδής ἐστιν πρὸς αἴσθησιν ὡς καθ᾽ ὅλα μέρη λαμβανομένη, τῇ δὲ θέσει μέση τοῦ παντὸς οὐρανοῦ κεῖται κέντρῳ παραπλησίως, τῷ δὲ μεγέθει καὶ τῷ ἀποστήματι σημείου λόγον ἔχει πρὸς τὴν τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων σφαῖραν
H10 *αὐτὴ μηδεμίαν μεταβατικὴν κίνησιν ποιουμένη. περὶ τούτων δ᾽ ἑκάστου τῆς ὑπομνήσεως ἕνεκεν βραχέα διελευσόμεθα.*

alla forma, è anch'essa sferoidale ai sensi, considerata da tutte le parti, e, quanto alla posizione, è mediana rispetto a tutto il cielo, come se fosse al centro; quanto alla grandezza e alla distanza, ha il rapporto di un punto rispetto alla sfera delle stelle inerranti, senza fare alcun movimento traslatorio. Passeremo brevemente in rassegna ciascuno di questi punti affinché resti in memoria.

γ΄. Ὅτι σφαιροειδῶς ὁ οὐρανὸς φέρεται.

3. *Che il cielo si muove come una sfera.*

Τὰς μὲν οὖν πρώτας ἐννοίας περὶ τούτων ἀπὸ τοιαύτης τινὸς παρατηρήσεως τοῖς παλαιοῖς εὔλογον παραγεγονέναι· ἑώρων γὰρ τόν τε ἥλιον καὶ τὴν σελήνην καὶ τοὺς ἄλλους ἀστέρας φερομένους ἀπὸ ἀνατολῶν ἐπὶ δυσμὰς αἰεὶ κατὰ παραλλήλων κύκλων ἀλλήλοις καὶ ἀρχομένους μὲν ἀναφέρεσθαι κάτωθεν ἀπὸ τοῦ ταπεινοῦ καὶ ὥσπερ ἐξ αὐτῆς τῆς γῆς, μετεωριζομένους δὲ κατὰ μικρὸν εἰς ὕψος, ἔπειτα πάλιν κατὰ τὸ ἀνάλογον περιερχομένους τε καὶ ἐν ταπεινώσει γιγνομένους, ἕως ἂν τέλεον ὥσπερ ἐμπεσόντες εἰς τὴν γῆν ἀφανισθῶσιν, εἶτ᾽ αὖ πάλιν χρόνον τινὰ μείναντας ἐν τῷ ἀφανισμῷ ὥσπερ ἀπ᾽ ἄλλης ἀρχῆς[I] ἀνατέλλοντάς τε καὶ δύνοντας, τοὺς δὲ χρόνους τούτους καὶ ἔτι τοὺς τῶν ἀνατολῶν καὶ δύσεων τόπους τεταγμένως τε καὶ ὁμοίως ὡς ἐπίπαν ἀνταποδιδομένους.

μάλιστα δὲ αὐτοὺς ἦγεν εἰς τὴν σφαιρικὴν ἔννοιαν ἡ τῶν αἰεὶ φανερῶν ἀστέρων περιστροφὴ κυκλοτερὴς θεωρουμένη καὶ περὶ κέντρον ἓν καὶ τὸ αὐτὸ περιπολουμένη· πόλος γὰρ ἀναγκαίως ἐκεῖνο
H11 *τὸ σημεῖον ἐγίνετο τῆς οὐρανίου σφαίρας τῶν μὲν μᾶλλον αὐτῷ πλησιαζόντων κατὰ μικροτέρων κύκλων ἑλισσομένων, τῶν δ᾽ ἀπωτέρω πρὸς τὴν τῆς διαστάσεως ἀναλογίαν μείζονας κύκλους ἐν τῇ περιγραφῇ ποιούντων, ἕως ἂν ἡ ἀπόστασις καὶ μέχρι τῶν ἀφανιζομένων φθάσῃ, καὶ τούτων δὲ τὰ μὲν ἐγγὺς τῶν αἰεὶ φανερῶν ἄστρων ἑώρων ἐπ᾽ ὀλίγον χρόνον ἐν τῷ ἀφανισμῷ μένοντα, τὰ δ᾽ ἄπωθεν ἀναλόγως πάλιν ἐπὶ πλείονα· ὡς τὴν μὲν ἀρχὴν διὰ μόνα τὰ τοιαῦτα τὴν προειρημένην ἔννοιαν αὐτοὺς λαβεῖν, ἤδη δὲ κατὰ τὴν ἐφεξῆς θεωρίαν καὶ τὰ λοιπὰ τούτοις ἀκόλουθα κατανοῆσαι πάντων ἁπλῶς τῶν φαινομένων ταῖς ἑτεροδόξοις ἐννοίαις ἀντιμαρτυρούντων.*

È ragionevole che le prime opinioni su questi argomenti siano state stimolate ai nostri antenati da una siffatta osservazione: vedevano, cioè, il sole e la luna e gli altri astri muoversi da oriente ad occidente costantemente lungo circoli tra loro paralleli, ed iniziare a salire dal di sotto, dall'imo e come (se uscissero) dalla terra stessa, e levarsi a poco a poco al sommo, indi ripiegare in modo proporzionale e ritrovarsi in basso, finché alla fine, come (se fossero) caduti nella terra, non scomparissero; poi di nuovo, rimasti un certo tempo nell'invisibilità, (li scorgevano) risorgere da un altro punto[I] e tramontare, e (constatavano che) questi tempi ed altresì i luoghi del sorgere e dei tramonti si corrispondevano nell'insieme con regolarità e con le stesse modalità.

Ad intuire la sfericità li indusse di certo la rotazione delle stelle sempre visibili, che si appalesava circolare e volventesi intorno ad un centro e sempre il medesimo; il polo, dunque, divenne necessariamente il segno dimostrativo della sfera del cielo, dacché le stelle ad esso più prossime giravano lungo circoli minori, mentre quelle più distanziate descrivevano nel volgersi circoli maggiori in rapporto proporzionale alla lontananza, finché la distanza non raggiungeva quelle che scomparivano, e, di queste, quelle vicine alle sempre visibili, le vedevano sostare nell'invisibilità per poco tempo, mentre quelle lontane – secondo proporzione – per un tempo, all'opposto, maggiore. All'inizio, fu per tali sole constatazioni che accolsero l'idea predetta, ma già nel susseguirsi dell'indagine compresero che il resto era conforme, dacché tutti i fenomeni senza eccezione contraddicevano le opinioni eterodosse.

---

harm. 24,20 [Düring]); in Teone leggiamo διὰ τῶν ἐν ταῖς γραμμικαῖς δείξεσιν ἐφόδων. L'attributo γραμμική/γραμμικαί ad ἔφοδος/ἔφοδοι è solo, oltre ai già citati autori, in Aristide Quintiliano (διὰ γραμμικῆς ἐφόδου) e Proclo; in Galeno, Posidonio, Cleomede, Temistio, Eusebio ed Origene esso è sempre abbinato ad ἀπόδειξις. Forse con ἐν Tolemeo voleva significare che l'ἀπόδειξις è già nel tracciato, ossia che il grafico stesso è la dimostrazione del teorema.

[I] Si veda la n. 3.

φέρε γάρ, εἴ τις ὑπόθοιτο τὴν τῶν ἀστέρων φορὰν ἐπ᾽ εὐθείας γινομένην ἐπ᾽ ἄπειρον φέρεσθαι, καθάπερ τισὶν ἔδοξεν,[2] τίς ἂν ἐπινοηθείη τρόπος, καθ᾽ ὃν ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς ἕκαστα[3] καθ᾽ ἡμέραν φερόμενα θεωρηθήσεται; πῶς γὰρ ἀνακάμπτειν ἐδύνατο τὰ ἄστρα ἐπ᾽ ἄπειρον ὁρμώμενα; ἢ πῶς ἀνακάμπτοντα οὐκ ἐφαίνετο; ἢ πῶς οὐχὶ κατ᾽ ὀλίγον μειουμένων τῶν μεγεθῶν ἠφανίζετο, τοὐναντίον δὲ μείζονα μὲν ὁρώμενα πρὸς αὐτοῖς τοῖς ἀφανισμοῖς, κατὰ μικρὸν δὲ ἐπιπροσθούμενα καὶ ὥσπερ ἀποτεμνόμενα τῇ τῆς γῆς ἐπιφανείᾳ; ἀλλὰ μὴν καὶ τὸ ἀνάπτεσθαί τε αὐτὰ ἐκ τῆς γῆς καὶ πάλιν εἰς ταύτην ἀποσβέννυσθαι τῶν ἀλογωτάτων ἂν φανείη παντε-
H12 λῶς. ἵνα γάρ τις συγχωρήσῃ τὴν τοσαύτην τάξιν ἔν τε τοῖς μεγέθεσιν καὶ ταῖς ποσότησιν αὐτῶν, ἔτι δὲ διαστήμασιν καὶ τόποις καὶ χρόνοις οὕτως εἰκῇ καὶ ὡς ἔτυχεν ἀποτελεῖσθαι, καὶ τόδε μὲν πᾶν τὸ μέρος τῆς γῆς ἀναπτικὴν ἔχειν φύσιν, τόδε δὲ σβεστικήν, μᾶλλον δὲ τὸ αὐτὸ τοῖς μὲν ἀνάπτειν, τοῖς δὲ σβεννύναι, καὶ τῶν ἄστρων τὰ αὐτὰ τοῖς μὲν ἤδη ἀνημμένα ἢ ἐσβεσμένα τυγχάνειν, τοῖς δὲ μηδέπω, εἴ τις, φημί, ταῦτα πάντα συγχωρήσειεν οὕτως ὄντα γελοῖα, τί ἂν περὶ τῶν αἰεὶ φανερῶν ἔχοιμεν εἰπεῖν τῶν μήτε ἀνατελλόντων μήτε δυνόντων; ἢ διὰ ποίαν αἰτίαν οὐχὶ τὰ μὲν ἀναπτόμενα καὶ σβεννύμενα πανταχῇ καὶ ἀνατέλλει καὶ δύνει, τὰ δὲ μὴ πάσχοντα τοῦτο πανταχῇ ἐστιν αἰεὶ ὑπὲρ γῆς; οὐ γὰρ δή γε τὰ αὐτὰ τοῖς μὲν αἰεὶ ἀναφθήσεται καὶ σβεσθήσεται, τοῖς δὲ οὐδὲν οὐδέποτε τούτων πείσεται, παντάπασιν ἐναργοῦς ὄντος τοῦ τοὺς αὐτοὺς ἀστέρας παρὰ μέν τισιν ἀνατέλλειν τε καὶ δύνειν, παρ᾽ ἄλλοις δὲ μηδέτερον.[4]

Suvvia, dunque, se uno ipotizzasse che il moto degli astri procedesse verso l'infinito lungo una retta, com'è parso a qualcuno,[2] *qual modo dovrebbe essere escogitato, in virtù del quale ciascuna costellazione*[3] *sarà vista ogni giorno muoversi dallo stesso punto? Come potrebbero infatti le costellazioni dirette verso l'infinito tornare indietro? O, pur tornando indietro, come (ciò) non sarebbe manifesto? O come potrebbero scomparire non già a poco a poco rimpicciolendosi le grandezze, ma al contrario apparendo più grandi proprio in prossimità del loro scomparire ed anzi venir a poco a poco oscurate e quasi recise dalla superficie della terra? Sostenere poi che esse s'accendano fuori dalla terra e si spengano rientrandovi, apparirebbe assolutamente insensato. Se uno, infatti, ammettesse che un tale ordine e nelle grandezze e nelle quantità loro, ed ancora in distanze, luoghi e tempi va ad effetto così senza disegno e come capita, e quell'intera parte della terra ha natura accenditrice e quell'altra spegnitrice, e a dirittura che la stessa (parte) accende per gli uni ma spegne per gli altri, e le medesime costellazioni sono per gli uni già accese o spente, ma per gli altri mai; se uno, dico, ammettesse tutte queste cose così ridicole, che cosa dovremmo dire di quelle sempre visibili che non sorgono né tramontano? O per quale ragione quelle che si accendono e si spengono non sorgono affatto né tramontano dappertutto, mentre quelle che non subiscono questo processo, sono sempre dappertutto sopra la terra? No, non è proprio possibile che le stesse (costellazioni) per taluni sempre si accendano e si spengano, ma per altri ciò non si possa mai verificare, dacché è del tutto manifesto che le medesime stelle sorgano e tramontino in alcuni luoghi, mentre in altri non fanno né l'una né l'altra cosa.*[4]

συνελόντι δ᾽ εἰπεῖν, κἂν ὁποῖόν τις ἄλλο σχῆμα τῆς τῶν οὐρανίων φορᾶς ὑπόθηται πλὴν τοῦ σφαιροειδοῦς, ἀνίσους ἀνάγκη γίγνεσθαι τὰς ἀπὸ τῆς γῆς ἐπὶ τὰ μέρη τῶν μετεώρων[5]

Per dirla in breve, qualunque altra figura del movimento dei cieli uno ipotizzi diversa da quella sferica, è necessario che le distanze dalla terra verso le parti elevate[5] *siano ineguali, do-*

[2] Lo pseudo-Plutarco nei *placita philosophorum* (891*b*) riporta che secondo Senofane τὸν ἥλιον εἰς ἄπειρον μὲν προϊέναι, δοκεῖν δὲ κυκλεῖσθαι διὰ τὴν ἀπόστασιν (*il sole procede all'infinito, ma a causa della distanza sembra girare in circolo*).

[3] Il neutro plur. ἕκαστα e la precisazione ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς (diversamente da ἀπ᾽ ἄλλης ἀρχῆς, *v. supra*) dimostrano che è sottinteso ἄστρα nel senso di *costellazioni*, anche se l'ipotesi riguarda τὴν τῶν ἀστέρων φοράν, richiesto dalla probabile allusione a Senofane, il quale parla del Sole, non di costellazioni. Quanto al significato di ἄστρον, che in Tolemeo ricorre molto raramente (17 volte, contro le parecchie centinaia di ἀστήρ), nelle raccolte, come ad es. quella di Ammonio (I-II sec. d. Cr.), si legge (83): <ἄστρον> καὶ <ἀστὴρ> διαφέρει. ἄστρον μὲν γάρ ἐστι τὸ ἐκ πολλῶν ἀστέρων μεμορφωμένον ζῴδιον, οἷον ὁ Ὠρίων, ἡ Ἄρκτος. ἀστὴρ δὲ ὁ εἷς (*ástron e astír differiscono: ástron infatti è la figura formata da molti astéres, come Orione e l'Orsa; astír invece è il singolo astro*). Tuttavia, Stobeo (1,24,5) riferisce che secondo Posidonio (II-I sec. av. Cr.) ἰδίως δὲ τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην ἄστρα λέγεσθαι· διαφέρειν δὲ ἀστέρα ἄστρου· εἰ μὲν γάρ τίς ἐστιν ἀστήρ, καὶ ἄστρον ὀνομασθήσεται δεόντως, οὐ μὴν ἀνάπαλιν (*propriamente il sole e la luna son detti ástra; ma astír differisce da ástron, cosicché un astír potrà essere convenientemente denominato ástron, ma non il contrario*); come dire che ἄστρον significa *costellazione*, come del resto prova lo stesso Tolemeo che in *tetr.* 2,11,4 cita la Κυνὸς ἄστρου ἐπιτολήν. Ma perché mai l'astronomo, per dimostrare l'assurdità di chi la pensa come Senofane, utilizza fenomeni propri delle stelle fisse, non già degli astri erranti? Semplice: perché le apparenze delle stelle fisse offrono esempi più facili da capire.

[4] Tolemeo spiegherà in dettaglio le condizioni per cui ciò accade in 8.4,2.

[5] Anche τὰ μέρη τῶν μετεώρων è un'espressione insolita: ricorre solo qui e in Teone che la cita. In *tetr.* 1,2,19 si parla

ἀποστάσεις, ὅπου ἂν αὐτὴ καὶ ὡς ἂν ὑποκέηται, ὥστε ὀφείλειν καὶ τά τε μεγέθη καὶ τὰ πρὸς
H13 ἀλλήλους διαστήματα τῶν ἀστέρων ἄνισα φαίνεσθαι τοῖς αὐτοῖς καθ᾽ ἑκάστην περιφορὰν ὡς ἂν ποτὲ μὲν ἐπὶ μείζονος, ποτὲ δ᾽ ἐπὶ ἥττονος γιγνόμενα διαστήματος, ὅπερ οὐχ ὁρᾶται συμβαῖνον. ἀλλὰ γὰρ καὶ τὸ πρὸς τοῖς ὁρίζουσιν μείζονα τὰ μεγέθη φαίνεσθαι οὐχ ἡ ἀπόστασις ἐλάττων οὖσα ποιεῖ, ἀλλ᾽ ἡ τοῦ ὑγροῦ τοῦ περιέχοντος τὴν γῆν ἀναθυμίασις μεταξὺ τῆς τε ὄψεως ἡμῶν καὶ αὐτῶν γιγνομένη, καθάπερ καὶ τὰ εἰς ὕδωρ ἐμβληθέντα μείζονα φαίνεται, καὶ ὅσῳ ἂν κατωτέρω χωρῇ, τοσούτῳ μείζονα.

προσάγει δ᾽ εἰς τὴν σφαιρικὴν ἔννοιαν καὶ τὰ τοιαῦτα τό τε μὴ δύνασθαι κατ᾽ ἄλλην ὑπόθεσιν τὰς τῶν ὡροσκοπίων κατασκευὰς συμφωνεῖν ἢ μόνην ταύτην, καὶ ὅτι τῆς τῶν οὐρανίων φορᾶς ἀκωλύτου τε καὶ εὐκινητοτάτης ἁπασῶν οὔσης καὶ τῶν σχημάτων εὐκινητότατον ὑπάρχει τῶν μὲν ἐπιπέδων τὸ κυκλικόν, τῶν δὲ στερεῶν τὸ σφαιρικόν,[6] ὡσαύτως δ᾽ ὅτι, τῶν ἴσην περίμετρον ἐχόντων σχημάτων διαφόρων ἐπειδὴ μείζονά ἐστιν τὰ πολυγωνιώτερα, τῶν μὲν ἐπιπέδων ὁ κύκλος γίνεται μείζων, τῶν δὲ στερεῶν ἡ σφαῖρα, μείζων δὲ καὶ ὁ οὐρανὸς τῶν ἄλλων σωμάτων.[7]

οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ ἀπὸ φυσικῶν τινων ἔστιν ὁρμηθῆναι πρὸς τὴν τοιαύτην ἐπιβολήν· οἷον ὅτι
H14 τῶν σωμάτων πάντων λεπτομερέστερος καὶ ὁμοιομερέστερός ἐστιν ὁ αἰθήρ, τῶν δὲ ὁμοιομερῶν ὁμοιομερεῖς αἱ ἐπιφάνειαι, ὁμοιομερεῖς δὲ ἐπιφάνειαι μόναι ἥ τε κυκλοτερὴς ἐν τοῖς ἐπιπέδοις καὶ ἐν τοῖς στερεοῖς ἡ σφαιρική· τοῦ δὲ αἰθέρος μὴ ὄντος ἐπιπέδου, ἀλλὰ στερεοῦ, καταλείπεται αὐτὸν εἶναι σφαιροειδῆ. καὶ ὁμοίως, ὅτι ἡ φύσις τὰ σώματα πάντα τὰ μὲν ἐπίγεια καὶ φθαρτὰ ὅλως ἐκ περιφερῶν, ἀνομοιομερῶν μέντοι σχημάτων συνεστήσατο, τὰ δ᾽ ἐν τῷ αἰθέρι καὶ θεῖα πάντα πάλιν ἐξ ὁμοιομερῶν καὶ σφαιρικῶν, ἐπείπερ ἐπίπεδα ὄντα ἢ δισκοειδῆ[8] οὐκ ἂν πᾶσι τοῖς ἐκ διαφόρων τῆς γῆς τόπων ὑπὸ τὸν αὐτὸν χρόνον ὁρῶσι κυκλικὸν ἐνεφαίνετο σχῆμα· διὰ

vunque e comunque essa sia sottesa, cosicché e le grandezze e le distanze degli astri fra loro dovrebbero per forza apparire ineguali ai medesimi (osservatori) ad ogni rivoluzione, trovandosi ad una distanza ora maggiore, ora minore; il che proprio non si vede accadere. Ma di certo non è la minor distanza a far apparire maggiori le grandezze in prossimità dell'orizzonte, bensì l'esalazione d'umido che avvolge la terra generantesi fra la nostra vista e gli astri, come gli oggetti gettati in acqua sembrano più grandi, e tanto più grandi quanto più affondano.

Portano, poi, all'idea della forma sferica le seguenti considerazioni: che gli strumenti oroscopici non s'accordano con un'altra ipotesi che non sia questa sola; e che, essendo il movimento dei corpi celesti inostacolato e il più fluido di tutti, la più fluida delle figure piane è la circonferenza, mentre di quelle solide è la sfera;[6] *e parimenti che, essendo più ampie le poligonali tra le svariate figure aventi ugual perimetro, delle figure piane risulta più ampio il cerchio, mentre di quelle solide lo è la sfera; e il cielo è più ampio di tutti gli altri corpi.*[7]

Da alcune ragioni fisiche non si è meno spinti ad una tale concezione: ad esempio, che di tutti i corpi l'etere è quello costituito dalle parti più sottili e più omogenee, ma dei (corpi) omogenei sono omogenee le superfici, e le sole superfici omogenee sono quella circolare fra i piani e quella sferica fra i solidi; ora, non essendo l'etere un piano, ma un solido, ne consegue che sia sferoidale. E ancora, che la natura ha costituito i corpi tutti, gli uni, terrestri e corruttibili, di forme sì rotonde ma non omogenei, gli altri invece, nell'etere e divini, tutti sempre, di forma sferica ed omogenei, giacché appunto, se fossero piani o discoidali,[8] *a tutti coloro che li vedono nello stesso momento da diversi punti della terra la loro forma non apparirebbe circolare. Per*

---

di τῶν μετεώρων κίνησις, tradotto dal Robbins «motion of the heavenly bodies», e così intendono qui il Manitius («bewegende Gestirne») e il Toomer («for the heavenly bodies»), ma τὰ μέρη mal si accorda ai corpi celesti; meglio fa l'Halma: «les distances de la terre au ciel et à ses parties». Τὰ μετέωρα, che in Platone (*apol.* 23*d*6) troviamo contrapposto a τὰ ὑπὸ γῆς, non sono semplicemente i corpi celesti, bensì genericamente tutto quello che si vede in alto, nei cieli, sinonimo quasi di τὰ οὐράνια.

[6] *Cf.* Arist. *cael.* 286*b*25: ὡς γὰρ ἔχει ὁ κύκλος ἐν τοῖς ἐπιπέδοις, οὕτως ἡ σφαῖρα ἐν τοῖς στερεοῖς (*come il cerchio sta alle figure piane, così la sfera a quelle solide*).

[7] Per dimostrare una tale proposizione Teone cita il περὶ ἰσοπεριμέτρων σχημάτων di Zenodoro, da cui citiamo il passaggio che chiude sulle figure piane ed apre sulle solide (Rome 374,10): Πάντων ἄρα τῶν ἰσοπεριμέτρων ἐπιπέδων σχημάτων μείζων ἐστὶν ὁ κύκλος. Λέγω δὴ ὅτι καὶ ἡ σφαῖρα μείζων ἐστὶν πάντων τῶν ἴσην ἐπιφάνειαν ἐχόντων στερεῶν σχημάτων, προσχρησάμενος τοῖς ὑπὸ Ἀρχιμήδους δεδειγμένοις ἐν τῷ Περὶ σφαίρας καὶ κυλίνδρου (*Dunque, di tutte le figure piane isoperimetre il cerchio è quella più ampia. Ed affermo, col supporto delle dimostrazioni fatte da Archimede nel suo Della sfera e del cilindro, che anche la sfera è più ampia di tutte le figure solide aventi uguale superficie*). Secondo G. Loria (*cf. Le scienze esatte nell'antica Grecia*, Milano [Hoepli] 1914, p. 420) «la dimostrazione di questo importante teorema ha raggiunto la massima perfezione soltanto in tempi a noi vicinissimi». Sull'opera di Zenodoro si possono utilmente consultare sia l'ed. di Pappus curata da Fr. Hultsch (III, Berolini [Weidmann] 1878, pp. 1189÷1211), sia l'agile esposizione di Th. Heath (*cf. A History of Greek Mathematics*, II, Oxford [Clarendon Press] 1921, pp. 206÷213).

[8] A proposito della forma della luna lo pseudo-Plutarco nei *placita philosophorum* (891C) dice: Οἱ Στωικοὶ σφαιροειδῆ

τοῦτο δ᾽ εὔλογον εἶναι καὶ τὸν περιέχοντα αὐτὰ αἰθέρα τῆς ὁμοίας ὄντα φύσεως σφαιροειδῆ[9] τε εἶναι καὶ διὰ τὴν ὁμοιομέρειαν ἐγκυκλίως τε φέρεσθαι καὶ ὁμαλῶς.

questo motivo è ragionevole che l'etere che li avvolge, essendo di natura simile, sia sferoidale[9] e si muova, a motivo dell'omogeneità (delle sue parti), circolarmente ed uniformemente.

δʹ. Ὅτι καὶ ἡ γῆ σφαιροειδής ἐστιν πρὸς αἴσθησιν ὡς καθ᾽ ὅλα μέρη.

4. *Che ai sensi anche la terra è sferoidale in ogni sua parte.*

Ὅτι δὲ καὶ ἡ γῆ σφαιροειδής ἐστιν πρὸς αἴσθησιν ὡς καθ᾽ ὅλα μέρη λαμβανομένη, μάλιστ᾽ ἂν οὕτως κατανοήσαιμεν· τὸν ἥλιον γὰρ πάλιν καὶ τὴν σελήνην καὶ τοὺς ἄλλους ἀστέρας ἔστιν ἰδεῖν οὐ κατὰ τὸ αὐτὸ πᾶσιν τοῖς ἐπὶ τῆς γῆς
H15 ἀνατέλλοντάς τε καὶ δύνοντας, ἀλλὰ προτέροις μὲν αἰεὶ τοῖς πρὸς ἀνατολὰς οἰκοῦσιν, ὑστέροις δὲ τοῖς πρὸς δυσμάς. τὰς γὰρ ὑπὸ τὸν αὐτὸν χρόνον ἀποτελουμένας ἐκλειπτικὰς φαντασίας καὶ μάλιστα τὰς σεληνιακὰς εὑρίσκομεν οὐκ ἐν ταῖς αὐταῖς ὥραις, τουτέστιν ταῖς τὸ ἴσον ἀπεχούσαις τῆς μεσημβρίας, παρὰ πᾶσιν ἀναγραφομένας, ἀλλὰ πάντοτε τὰς παρὰ τοῖς ἀνατολικωτέροις τῶν τηρησάντων ἀναγεγραμμένας ὥρας ὑστεριζούσας τῶν παρὰ τοῖς δυτικωτέροις.[1] καὶ τῆς διαφορᾶς δὲ τῶν ὡρῶν ἀναλόγου τοῖς διαστήμασι τῶν χωρῶν εὑρισκομένης σφαιρικὴν ἄν τις εἰκότως τὴν τῆς γῆς ἐπιφάνειαν ὑπολάβοι τῆς κατὰ τὴν κυρτότητα καθ᾽ ὅλα μέρη λαμβανομένης ὁμοιομερείας ἀναλόγως αἰεὶ τὰς ἐπιπροσθήσεις τοῖς ἐφεξῆς ποιουμένης· εἰ δέ γε ἦν τὸ σχῆμα ἕτερον, οὐκ ἂν τοῦτο συνέβαινεν, ὡς ἴδοι τις ἂν καὶ ἐκ τούτων.

κοίλης μὲν γὰρ αὐτῆς ὑπαρχούσης προτέροις ἂν ἐφαίνετο ἀνατέλλοντα τὰ ἄστρα τοῖς δυσμικωτέροις, ἐπιπέδου δὲ πᾶσιν ἅμα καὶ κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον τοῖς ἐπὶ τῆς γῆς ἀνέτελλέν τε καὶ ἔδυνεν, τριγώνου δὲ ἢ τετραγώνου ἢ τινος ἄλλου σχήματος τῶν πολυγώνων πᾶσιν ἂν πάλιν ὁμοίως καὶ κατὰ τὸ αὐτὸ τοῖς ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας οἰκοῦσιν, ὅπερ οὐδαμῶς φαίνεται γινόμενον. ὅτι δὲ οὐδὲ κυλινδροειδὴς[2] ἂν εἴη, ἵνα ἡ μὲν περιφερὴς ἐπιφάνεια πρὸς τὰς ἀνατολὰς καὶ τὰς δύσεις ᾖ τετραμμένη, τῶν δὲ

Che anche la terra sia sferoidale ai sensi, considerata in ogni sua parte, può ben essere compreso da quanto segue: dal vedere che ogni volta il sole, la luna e gli altri astri non sorgono né tramontano nello stesso tempo per tutti gli abitanti della terra, ma prima per coloro che abitano verso oriente, e dopo per quelli che (risiedono) verso occidente. E troviamo altresì che la visione delle eclissi, soprattutto quelle lunari, pur compiendosi nello stesso momento, non si ha nelle stesse ore, vale a dire egualmente distanti dal mezzogiorno, da tutti rilevate, ma sempre le ore rilevate da coloro che le osservano più da oriente tardano rispetto a quelle rilevate dagli osservatori più ad occidente.[1] E dalla differenza delle ore che si rinviene analoga a quella delle distanze tra le regioni, uno può naturalmente inferire come sferica la superficie della terra che, considerata secondo la curvatura in ogni sua parte, rende sempre analogamente omogenee le occultazioni che si susseguono. Se dunque la forma fosse diversa, ciò non accadrebbe, come si evince da questi (altri) argomenti.

Se, infatti, fosse cava, gli astri, li vedrebbero sorgere per primi gli osservatori più occidentali, e, se fosse piatta, per tutti gli abitanti della terra essi sorgerebbero e tramonterebbero insieme e nello stesso momento; e ancora, se fosse un triangolo o un quadrato o avesse la forma di un qualunque altro poligono, di nuovo essi apparirebbero agli abitanti sul medesimo piano allo stesso modo e nello stesso tempo, il che proprio non si vede accadere. Che non sia nemmeno cilindroide,[2] con la superficie curva rivol-

εἶναι ὡς τὸν ἥλιον. Ἐμπεδοκλῆς δισκοειδῆ. Ἡράκλειτος σκαφοειδῆ. Ἄλλοι κυλινδροειδῆ (*Gli Stoici dicono che è sferoidale come il sole. Empedocle discoidale. Eraclito concava. Altri cilindroide*).

[9] *Cf.* Arist. *cael.* 287a7: τὰ γὰρ ὑπὸ τοῦ σφαιροειδοῦς περιεχόμενα καὶ ἁπτόμενα ὅλα σφαιροειδῆ ἀνάγκη εἶναι· τὰ δὲ κάτω τῆς [τῶν πλανήτων] ἅπτεται τῆς ἐπάνω σφαίρας. ὥστε σφαιροειδὴς ἂν εἴη πᾶσα· πάντα γὰρ ἅπτεται καὶ συνεχῆ ἐστι ταῖς σφαίραις (*i corpi che sono abbracciati da un corpo sferico e vi aderiscono in ogni punto sono di necessità sferici; ma le sfere inferiori aderiscono alla sfera superiore; sicché [la volta celeste] sarà tutta sferica: in ogni rispetto, infatti, essa aderisce ed è contigua alle sfere*).

[1] Secondo il Manitius (I, Anhang, p. 414) le «ore egualmente distanti dal mezzogiorno» sarebbero quelle equinoziali. Ma qualunque osservatore, allora come oggi, non ha alcuna contezza delle ore equinoziali, bensì di quel che vede. Se consideriamo, ad es., le ore 10.00 spostandoci ad ogni 15° di longitudine Est, noteremo che il mezzogiorno si sposta sull'eclittica in senso orario; se invece, in uno stesso momento vogliamo rilevare l'ora ad ogni 15° della medesima longitudine Est, osserveremo che l'ora aumenta costantemente procedendo verso Est – basta pensare ai moderni fusi orari. Che poi si tratti di ore equinoziali (due volte all'anno) o di ore stagionali, è del tutto irrilevante, dacché le proporzionalità reciproche dei fenomeni, vincolanti le ore alla longitudine a dimostrazione della sfericità, permangono costanti.

[2] *V. supra* n. 8.

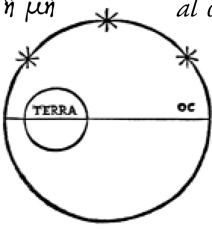
H16 *ἐπιπέδων βάσεων αἱ πλευραὶ πρὸς τοὺς τοῦ κόσμου πόλους, ὅπερ ἄν τινες ὑπολάβοιεν ὡς πιθανώτερον, ἐκεῖθεν δῆλον· †οὐδενὶ γὰρ ἂν οὐδὲν αἰεὶ φανερὸν ἐγίγνετο τῶν ἄστρων τῶν ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας οἰκούντων, ἀλλ' ἢ πάντα πᾶσιν καὶ ἀνέτελλεν καὶ ἔδυνεν, ἢ τὰ αὐτὰ καὶ τὸ ἴσον ἀφεστῶτα τῶν πόλων ἑκατέρου πᾶσιν ἀεὶ ἀφανῆ καθίστατο†·[3] νῦν δ' ὅσῳ ἂν μᾶλλον πρὸς τὰς ἄρκτους παροδεύωμεν, τοσούτῳ τῶν μὲν νοτιωτέρων ἄστρων ἀποκρύπτονται πλείονα,[4] τῶν δὲ βορειοτέρων ἀναφαίνεται, ὡς δῆλον εἶναι, διότι καὶ ἐνταῦθα ἡ κυρτότης τῆς γῆς καὶ τὰς ἐπὶ τὰ πλάγια μέρη ἐπιπροσθήσεις ἀναλόγως ποιουμένη πανταχόθεν τὸ σχῆμα τὸ σφαιροειδὲς ἀποδείκνυσιν,[5] μετὰ τοῦ, κἂν προσπλέωμεν ὄρεσιν ἤ τισιν ὑψηλοῖς χωρίοις ἀφ' ἡσδήποτε γωνίας καὶ πρὸς ἥνδήποτε, κατὰ μικρὸν αὐτῶν αὐξόμενα τὰ μεγέθη θεωρεῖσθαι καθάπερ ἐξ αὐτῆς τῆς θαλάττης ἀνακυπτόντων, πρότερον δὲ καταδεδυκότων διὰ τὴν κυρτότητα τῆς τοῦ ὕδατος ἐπιφανείας.*

ta verso oriente ed occidente e le facce delle basi piane verso i poli del mondo – la qual cosa taluni reputerebbero più convincente –, è chiaro da ciò: a nessuno degli abitanti sulla superficie convessa, infatti, alcuno degli astri sarebbe sempre visibile, ma o tutti per tutti sorgerebbero e tramonterebbero, oppure i medesimi astri, egualmente distanziati dall'uno e dall'altro dei poli, risulterebbero a tutti sempre invisibili:[3] ora, quanto più procediamo verso settentrione, tanto più numerose[4] s'occultano le costellazioni più australi, mentre quelle più boreali appaiono, sicché è chiaro che anche qui la curvatura della terra producente proporzionalmente anche le (progressive) occultazioni lungo le zone laterali (del cielo), dimostra che la figura è dappertutto quella sferoidale.[5] Oltre a ciò, se navighiamo verso delle montagne o un qualche luogo elevato da qualsivoglia punto e quale che sia la direzione, si vedono le (loro) grandezze crescere a poco a poco come se davvero emergessero dal mare, essendo prima sommerse a causa della curvatura della superficie dell'acqua.

ε'. ὅτι μέση τοῦ οὐρανοῦ ἐστιν ἡ γῆ.

5. *Che la terra è in mezzo al cielo.*

Τούτου δὲ θεωρηθέντος, εἴ τις ἐφεξῆς καὶ περὶ τῆς θέσεως τῆς γῆς διαλάβοι, κατανοήσειεν ἂν
H17 *οὕτως μόνως συντελεσθησόμενα τὰ φαινόμενα περὶ αὐτήν, εἰ μέσην τοῦ οὐρανοῦ καθάπερ κέντρον σφαίρας ὑποστησαίμεθα. τούτου γὰρ δὴ μὴ οὕτως ἔχοντος ἔδει ἤτοι τοῦ μὲν ἄξονος ἐκτὸς εἶναι τὴν γῆν, ἑκατέρου δὲ τῶν πόλων ἴσον ἀπέχειν, ἢ ἐπὶ τοῦ ἄξονος οὖσαν πρὸς τὸν ἕτερον τῶν πόλων[I] παρακεχωρηκέναι ἢ μήτε ἐπὶ τοῦ ἄξονος εἶναι μήτε ἑκατέρου τῶν πόλων ἴσον ἀπέχειν.*



Fatte queste considerazioni, se uno di seguito considerasse a fondo la posizione della terra, capirebbe così che i fenomeni che la riguardano, si compirebbero solo se la supponessimo in mezzo al cielo quale centro della sfera. Se, infatti, così non fosse occorrerebbe o che la terra fosse fuori asse ma ugualmente distante dai poli, o in asse spostata verso uno dei poli,[I] oppure non in asse e neppure ugualmente distante da entrambi i poli.

[3] Prima d'inoltrarsi in una dimostrazione piuttosto intricata, Teone parafrasa il testo tolemaico come segue: *ἐάν τε οὖν, φησίν, αὗται ὡς πρὸ ἄρκτους καὶ μεσημβρίαν ὦσιν τετραμμέναι, ὅπερ ἄν τις ὡς ἀκόλουθον μᾶλλον ἡγήσαιτο, συμβήσεται καὶ οὕτως ἤτοι πάσαις ταῖς οἰκήσεσιν πάντα τὰ ἄστρα ἀνατέλλειν καὶ δύνειν καὶ μηδεμίαν διαφορὰν παρὰ τὰς ὥρας γίνεσθαι, ἤ τισιν πάλιν ἔνια καὶ τὰ αὐτὰ καὶ ἀνατέλλειν καὶ δύνειν καὶ ἕτερα τὰ αὐτὰ καὶ ἴσον ἀφεστῶτα τῶν πόλων ἀφανῆ ἀεὶ καθίστασθαι, καὶ ἔτι τισὶν πάλιν οἰκήσεσιν οὐδὲν οὔτε δύεσθαι οὔτε ἀνατέλλειν, ἀλλὰ πάντοτε τὰ αὐτὰ αὐταῖς ἀεὶ φανερὰ τυγχάνειν* (*se, dunque, dice [Tolemeo], esse [superfici piane] fossero rivolte a nord e a sud – la qual cosa uno stimerebbe più logica –, accadrà così: o per tutte le zone della terra tutti gli astri sorgono e tramontano, senza che vi sia alcuna differenza nelle ore, oppure, all'opposto, che taluni [astri], e i medesimi, sorgono e tramontano, mentre altri, e i medesimi, egualmente distanziati dai poli restano sempre invisibili, e, ancora, per certe zone nessuno [di essi] sorge, né tramonta, ma in ogni momento i medesimi [astri] sono sempre visibili*). Ebbene, è di tutta evidenza – basta comparare le ipotesi – che i due testi non concordano, cosicché il testo tolemaico appare mutilo e corrotto, come sostiene il Manitius nella sua nota 2 (1, Anhang, p. 414s.). Purtroppo, però, la soluzione da lui proposta – cioè correggere *ἀλλ' ἤ* (che non ricorre mai in Tolemeo) in *ἀλλά* ed integrare *ἀεὶ φανερὰ καί* dopo *πᾶσιν*, non risolve le discrepanze. Il Toomer tace. Quindi, piuttosto che riscrivere il passo, abbiamo preferito segnalarne la corruzione ponendolo fra due *cruces*.

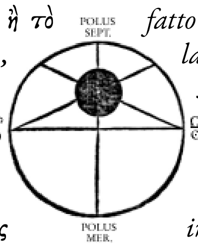
[4] Heiberg legge *τὰ πλείονα* con i codd. tranne D, ma è un errore: *cf.*, ad es. Plat. *Theaet.* 171a2÷3:... *ὅσῳ πλείους... τοσούτῳ μᾶλλον...*

[5] *Cf.* Arist. *cael.* 297b32ss.: *ἔτι δὲ διὰ τῆς τῶν ἄστρων φαντασίας οὐ μόνον φανερὸν ὅτι περιφερής, ἀλλὰ καὶ τὸ μέγεθος οὐκ οὖσα μεγάλη· μικρᾶς γὰρ γιγνομένης μεταστάσεως ἡμῖν πρὸς μεσημβρίαν καὶ ἄρκτον ἐπιδήλως ἕτερος γίγνεται ὁ ὁρίζων κύκλος, ὥστε τὰ ὑπὲρ κεφαλῆς ἄστρα μεγάλην ἔχειν τὴν μεταβολήν, καὶ μὴ ταὐτὰ φαίνεσθαι πρὸς ἄρκτον τε καὶ μεσημβρίαν μεταβαίνουσιν* (*dalla contemplazione degli astri, non solo è chiaro che [la terra] è sferica, ma altresì che, quanto alle dimensioni, non è grande; nel caso, infatti, d'un lieve spostamento verso sud o verso nord il nostro orizzonte diviene un altro, cosicché gli astri sopra la [nostra] testa subiscono un notevole cambiamento e a coloro che si spostano sia verso nord sia verso sud, non sembrano gli stessi*).

[I] I due disegni proposti ad illustrazione delle due prime tesi sono tratti dall'edizione latina curata da Georgius Tra-

πρὸς μὲν οὖν τὴν πρώτην τῶν τριῶν θέσιν ἐκεῖνα μάχεται, ὅτι, εἰ μὲν εἰς τὸ ἄνω ἢ τὸ κάτω[2] *τινῶν παρακεχωρηκυῖα νοηθείη, τούτοις ἂν συμπίπτοι ἐπὶ μὲν ὀρθῆς τῆς σφαίρας τὸ μηδέποτε ἰσημερίαν γίνεσθαι εἰς ἄνισα πάντοτε διαιρουμένων ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος τοῦ τε ὑπὲρ γῆν καὶ τοῦ ὑπὸ γῆν, ἐπὶ δὲ τῆς ἐγκεκλιμένης τὸ ἢ μὴ γίνεσθαι πάλιν ὅλως ἰσημερίαν ἢ μὴ ἐν τῇ μεταξὺ παρόδῳ τῆς τε θερινῆς τροπῆς*[3] *καὶ τῆς χειμερινῆς ἀνίσων τῶν διαστημάτων τούτων ἐξ ἀνάγκης γινομένων διὰ τὸ μηκέτι τὸν ἰσημερινὸν καὶ μέγιστον τῶν παραλλήλων τῶν τοῖς πόλοις τῆς περιφορᾶς γραφομένων κύκλων διχοτομεῖσθαι ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος, ἀλλ᾽ ἕνα τῶν παραλλήλων αὐτῷ καὶ ἤτοι βορειοτέρων ἢ νοτιωτέρων. ὡμολόγηται δέ γε ὑπὸ πάντων ἁπλῶς, ὅτι τὰ διαστήματα*
H18 *ταῦτα ἴσα τυγχάνει πανταχῇ, τῷ καὶ τὰς παρὰ τὴν ἰσημερίαν αὐξήσεις τῆς μεγίστης ἡμέρας ἐν ταῖς θεριναῖς τροπαῖς ἴσας εἶναι ταῖς μειώσεσι τῶν ἐλαχίστων ἡμερῶν ἐν ταῖς χειμεριναῖς τροπαῖς. εἰ δὲ εἰς τὰ πρὸς ἀνατολὰς ἢ δυσμὰς μέρη*[4] *τινῶν πάλιν ἡ παραχώρησις ὑποτεθείη, καὶ τούτοις ἂν συμβαίνοι τὸ μήτε τὰ μεγέθη καὶ τὰ διαστήματα τῶν ἄστρων ἴσα καὶ τὰ αὐτὰ κατά τε τὸν ἑῷον καὶ τὸν ἑσπέριον ὁρίζοντα φαίνεσθαι μήτε τὸν ἀπ᾽ ἀνατολῆς μέχρι μεσουρανήσεως χρόνον ἴσον ἀποτελεῖσθαι τῷ ἀπὸ μεσουρανήσεως ἐπὶ δύσιν, ἅπερ ἐναργῶς παντάπασιν ἀντίκειται τοῖς φαινομένοις.*

πρὸς δὲ τὴν δευτέραν τῶν θέσεων, καθ᾽ ἣν ἐπὶ τοῦ ἄξονος οὖσα πρὸς τὸν ἕτερον τῶν πόλων παρακεχωρηκυῖα νοηθήσεται, πάλιν ἄν τις ὑπαντήσειεν, ὅτι, εἰ τοῦθ᾽ οὕτως εἶχεν, καθ᾽ ἕκαστον ἂν τῶν κλιμάτων τὸ τοῦ ὁρίζοντος ἐπίπεδον ἄνισα διαφόρως ἐποίει πάντοτε τό τε ὑπὲρ γῆν καὶ τὸ ὑπὸ γῆν τοῦ οὐρανοῦ κατ᾽ ἄλλην καὶ ἄλλην παραχώρησιν[5] *καὶ πρὸς ἑαυτὰ καὶ πρὸς ἄλληλα,*[6] *ἐπὶ μὲν μόνης τῆς ὀρθῆς σφαίρας διχοτομεῖν αὐτὴν δυναμένου τοῦ ὁρίζοντος, ἐπὶ δὲ τῆς ἐγκλίσεως τῆς ποιούσης τὸν ἐγγύτερον*



Contro la prima delle tre tesi si oppone il fatto che, se la si immaginasse spostata di lato, verso l'alto o verso il basso[2] *di un osservatore qualunque, a questi non capiterebbe mai, nella sfera retta, il verificarsi dell'equinozio, trovandosi (in un emisfero) diviso dall'orizzonte in parti ineguali e sopra e sotto la terra; nella sfera obliqua o, di nuovo, non vi sarebbe alcun equinozio, oppure, (qualora si verificasse,) non (avverrebbe) a metà del tragitto dalla conversione*[3] *estiva a quella invernale, risultando queste distanze di necessità disuguali, perché non sarebbe più il cerchio equinoziale, ed il più grande dei cerchi paralleli descritti dai poli della rotazione, ad essere diviso dall'orizzonte, bensì uno ad esso parallelo, sia boreale o meridionale. Ma si conviene proprio da tutti che queste distanze sono uguali dappertutto, dacché, rispetto all'equinozio, le crescenze (temporali) del giorno più lungo nelle conversioni estive sono uguali alle decrescenze dei giorni più corti in quelle invernali. Se poi lo spostamento fosse ipotizzato verso l'oriente o verso l'occidente*[4] *di un qualunque osservatore, a costui le grandezze e le distanze degli astri non apparirebbero affatto uguali e le medesime all'orizzonte mattutino e al vespertino, né il tempo dal sorgere al medio cielo eguaglierebbe quello dal medio cielo al tramonto, la qual cosa si contrappone ai fenomeni in modo del tutto manifesto.*

Contro la seconda delle tesi, secondo cui (la terra), pur essendo in asse, sarebbe spostata verso uno o l'altro dei poli, uno potrebbe controbattere che, se così fosse, in ciascun clima il piano dell'orizzonte farebbe la parte del cielo sopra la terra e quella sotto la terra sempre diversamente disuguali – quale che sia lo spostamento[5] *– sia rispetto a sé medesime, sia tra loro,*[6] *potendo l'orizzonte dividere in due (il cielo) nella sola sfera retta, mentre nella sfera obliqua, che renderebbe sempre visibile il polo*

---

pezuntius (*Γεώργιος Τραπεζούντιος*) e pubblicata a Venezia nel 1528.

[2] Sorprende la traduzione del Toomer. che, seguendo il suggerimento del Manitius, intende "if we imagined [the earth] removed towards the zenith or the nadir of some observer". Infatti, affinché la Terra resti equidistante dai poli, essa può essere posizionata soltanto lungo uno dei diametri giacenti sul piano dell'equatore, vale a dire dal centro verso destra o sinistra. Se la si allogasse verso lo zenit o il nadir di un osservatore qualunque, l'equidistanza dai poli non sarebbe più rispettata, a meno che quei due punti non si trovassero sull'equatore. Tolemeo allude ai due emisferi tagliati dall'orizzonte locale che, a causa dei due moti (v. cap. 8), varia continuamente. Di qui, *verso l'alto o verso il basso* va inteso come restringimento, verso l'alto (zenit) o verso il basso (nadir), dell'orizzonte locale, non già della Terra! Tolemeo, invero, contrae eccessivamente l'esposizione: avrebbe dovuto dire che lo spostamento della Terra verso destra o sinistra lungo il diametro della sfera celeste – come ben disegnato dal Trapezuntio – comporta il restringimento dell'orizzonte locale verso l'alto o verso il basso o viceversa a seconda dell'emisfero in cui trovasi l'osservatore. Teone, nel suo commento (Rome 401 ss.), ne dà una dimostrazione geometrica. [3] Vale a dire il *solstizio.*

[4] In questo caso, s'intende che lo spostamento a destra o a sinistra non sarebbe più lungo il diametro della sfera retta, ossia dell'equatore (cf. n. 2), bensì lungo il diametro della sfera obliqua, cioè dell'orizzonte.

[5] L'eccentricità.

[6] Questo infelice passaggio, con la singolare espressione, più latina che greca, *κατ᾽ ἄλλην καὶ ἄλλην παραχώρησιν*,

τῶν πόλων ἀεὶ φανερὸν τὸ μὲν ὑπὲρ γῆν πάντοτε μειοῦντος, τὸ δὲ ὑπὸ γῆν αὔξοντος, ὥστε συμβαίνειν τὸ καὶ τὸν διὰ μέσων τῶν ζῳδίων κύκλον μέγιστον εἰς ἄνισα διαιρεῖσθαι ὑπὸ τοῦ
H19 *τοῦ ὁρίζοντος ἐπιπέδου, ὅπερ οὐδαμῶς οὕτως ἔχον θεωρεῖται, ἓξ μὲν ἀεὶ καὶ πᾶσι φαινομένων ὑπὲρ γῆς δωδεκατημορίων, ἓξ δὲ τῶν λοιπῶν ἀφανῶν ὄντων, εἶτ' αὖ πάλιν ἐκείνων μὲν ὅλων κατὰ τὸ αὐτὸ φαινομένων ὑπὲρ γῆς, τῶν δὲ λοιπῶν ἅμα μὴ φαινομένων· ὡς δῆλον τυγχάνειν, ὅτι καὶ τὰ τμήματα τοῦ ζῳδιακοῦ διχοτομεῖται ὑπὸ τοῦ ὁρίζοντος ἐκ τοῦ τὰ αὐτὰ ἡμικύκλια ὅλα ποτὲ μὲν ὑπὲρ γῆν, ποτὲ δὲ ὑπὸ γῆν ἀπολαμβάνεσθαι.*

καὶ καθόλου δ' ἂν συνέβαινεν, εἴπερ μὴ ὑπ' αὐτὸν τὸν ἰσημερινὸν εἶχε τὴν θέσιν ἡ γῆ, πρὸς ἄρκτους δὲ ἢ πρὸς μεσημβρίαν ἀπέκλινεν πρὸς τὸν ἕτερον τῶν πόλων, τὸ μηκέτι μηδὲ πρὸς αἴσθησιν[7] *ἐν ταῖς ἰσημερίαις τὰς ἀνατολικὰς τῶν γνωμόνων σκιὰς ταῖς δυτικαῖς ἐπ' εὐθείας γίγνεσθαι κατὰ τῶν παραλλήλων τῷ ὁρίζοντι ἐπιπέδων, ὅπερ ἄντικρυς πανταχῇ θεωρεῖται παρακολουθοῦν. φανερὸν δ' αὐτόθεν, ὅτι μηδὲ τὴν τρίτην τῶν θέσεων οἷόν τε προχωρεῖν ἑκατέρων τῶν ἐν ταῖς πρώταις ἐναντιωμάτων ἐπ' αὐτῆς συμβησομένων.*

συνελόντι δ' εἰπεῖν πᾶσα ἂν συγχυθείη τέλεον ἡ τάξις ἡ περὶ τὰς αὐξομειώσεις τῶν νυχθημέρων θεωρουμένη μὴ μέσης ὑποκειμένης τῆς γῆς μετὰ τοῦ μηδὲ τὰς τῆς σελήνης ἐκλείψεις κατὰ πάντα τὰ μέρη τοῦ οὐρανοῦ πρὸς τὴν κατὰ διάμετρον τῷ ἡλίῳ στάσιν ἀποτελεῖσθαι δύνασθαι τῆς γῆς
H20 *πολλάκις μὴ ἐν ταῖς διαμετρούσαις παρόδοις ἐπιπροσθούσης αὐτοῖς, ἀλλὰ ἐν τοῖς ἐλάττοσι τοῦ ἡμικυκλίου διαστήμασιν.*

più vicino, (l'orizzonte) restringerebbe la parte sopra la terra, ed allargherebbe quella sotto, cosicché accadrebbe che il circolo massimo passante per i segni zodiacali sarebbe diviso in parti disuguali dal piano dell'orizzonte, il che proprio non si osserva affatto, dacché sei segni sono visibili sopra la terra sempre e dappertutto, mentre i restanti sei sono invisibili, e poi ancora, quando questi ultimi sono tutti visibili in uno stesso luogo, contemporaneamente gli altri non lo sono. Appare chiaro che le sezioni dello zodiaco sono divise in due dall'orizzonte che ripartisce nella loro interezza i medesimi emicicli sopra la terra e sotto la terra.

E di certo accadrebbe che, se la posizione della terra non dipendesse proprio dall'equinoziale, ma inclinasse verso nord o verso sud in direzione dell'uno o dell'altro polo, nemmeno ai sensi,[7] *nel giorno degli equinozi, le ombre orientali degli gnomoni sarebbero più in linea retta, sui piani paralleli all'orizzonte, con quelle occidentali; eppure in ogni parte si rileva il verificarsi del contrario. Di qui, è palese che la terza delle tesi non avrebbe alcuna possibilità di successo se le opponessimo le obiezioni fatte alle prime (due).*

Per dirla in breve, l'ordine tutto che si osserva nelle crescenze e decrescenze dei giorni e delle notti sarebbe completamente stravolto se la terra non fosse al centro, oltre al fatto che in ogni parte del cielo nemmeno le eclissi di luna potrebbero compiersi nell'opposizione diametrale al sole, dacché la terra spesso si frapporrebbe loro non già nei passaggi diametrali, bensì in distanze inferiori al semicerchio.

---

cioè *a seconda del grado di eccentricità*, è così inteso da Teone (Rome 407,3÷11): *ἐπὶ δὲ τῆς δευτέρας θέσεως καθ' ἣν ἐπὶ τοῦ ἄξονος οὖσα πρὸς τὸν ἕτερον τῶν πόλων παρακεχωρηκυῖα ὑπετίθετο, συμβήσεται καθ' ἑκάστην τῶν ἐγκλίσεων ἄνισα γίνεσθαι τό τε ὑπὲρ γῆν καὶ τὸ ὑπὸ γῆν τοῦ οὐρανοῦ διαφόρως, ὥστε τὸ ὑπὲρ γῆν λόγου ἕνεκεν τοῦ τρίτου κλίματος ἔλαττον εἶναι τοῦ ὑπὸ γῆν τοῦ αὐτοῦ κλίματος, καὶ τὸ ὑπὲρ γῆν τοῦ τετάρτου κλίματος ἔλαττον πάλιν εἶναι τοῦ ὑπὸ γῆν τοῦ αὐτοῦ κλίματος, καὶ τὸ ὑπὲρ γῆν τοῦ τρίτου κλίματος μεῖζον εἶναι τοῦ ὑπὲρ γῆν τοῦ τετάρτου κλίματος, καὶ τὸ ὑπὸ γῆν τοῦ ὑπὸ γῆν ἔλαττον, τοῦτο γάρ ἐστιν ὃ λέγει «καὶ πρὸς ἑαυτὰ καὶ πρὸς ἄλληλα»* (*quanto alla seconda tesi per cui, pur essendo in asse, la si supponesse spostata verso l'uno o l'altro dei poli, accadrebbe ad ogni inclinazione che la parte del cielo sopra la terra e la parte sotto la terra risulterebbero ineguali in modo diverso, cosicché, per esempio, la parte sopra la terra del terzo clima sarebbe minore della parte sotto la terra dello stesso clima, e la parte sopra la terra del quarto clima sarebbe, di nuovo, minore della parte sotto la terra dello stesso clima, e la parte sopra la terra del terzo clima sarebbe maggiore della parte sopra la terra del quarto clima, e la parte sotto la terra minore di quella sotto la terra: è questo in effetti quel che vuol dire con «sia rispetto a sé medesime, sia tra loro»*).

[7] Commenta Teone (Rome 411,11 ss.): *… ἐπειδήπερ τοῦ ἡλίου ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ τυγχάνοντος, καὶ τῆς γῆς ἐν τῷ μέσῳ κειμένης, τό τε ἀνατολικὸν καὶ δυτικὸν σημεῖον καὶ τὸ κέντρον τῆς γῆς τουτέστιν ἡ τοῦ γνώμονος κορυφὴ ἐπ' εὐθείας εἰσίν, ἐπὶ γὰρ τῆς κοινῆς εἰσι τομῆς τοῦ τε ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ὁρίζοντος. μὴ γὰρ οὔσης τῆς γῆς ἐν τῷ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπιπέδῳ ἀλλ' ἐκτός, οὐκέτι ἐπὶ τῇ ἰσημερίᾳ ἡ ἀνατολικὴ σκιὰ ἐπ' εὐθείας γίνεται τῇ δυτικῇ* (*… dacché, quando il sole si trova sull'equinoziale e la terra sta al centro, il punto orientale, quello occidentale e il centro della terra, cioè la punta dello gnomone, sono in linea retta, poiché si trovano sull'intersezione comune all'equinoziale e all'orizzonte. Ora, se la terra non si trovasse sul piano dell'equinoziale, ma fuori, in nessun caso all'equinozio l'ombra orientale* [= da oriente, al sorgere] *sarebbe in linea retta con quella occidentale* [= da occidente, al tramonto]). Il Toomer (p. 42 n. 33), dal canto suo, annota: «L'avvertimento 'ai sensi' è inserito perché l'equinozio è solo un momento di tempo. Perciò nel giorno dell'equinozio il sole non sorge esattamente ad est e tramonta esattamente ad ovest (com'è sottinteso dalle ombre al sorgere e al tramonto, che giacciono sulla stessa linea retta). Tuttavia, la differenza sarebbe 'impercettibile ai sensi'».

ϛʹ. ὅτι σημείου λόγον ἔχει πρὸς τὰ οὐράνια ἡ γῆ.

Ἀλλὰ μὴν ὅτι καὶ σημείου λόγον ἔχει πρὸς αἴσθησιν ἡ γῆ πρὸς τὸ μέχρι τῆς τῶν ἀπλανῶν καλουμένων σφαίρας ἀπόστημα, μέγα μὲν τεκμήριον τὸ ἀπὸ πάντων αὐτῆς τῶν μερῶν τά τε μεγέθη καὶ τὰ διαστήματα τῶν ἄστρων κατὰ τοὺς αὐτοὺς χρόνους ἴσα καὶ ὅμοια φαίνεσθαι πανταχῆ, καθάπερ αἱ ἀπὸ διαφόρων κλιμάτων ἐπὶ τῶν αὐτῶν τηρήσεις οὐδὲ τὸ ἐλάχιστον εὑρίσκονται διαφωνοῦσαι. οὐ μὴν ἀλλὰ κἀκεῖνο παραληπτέον τὸ τοὺς γνώμονας τοὺς ἐν ᾡδήποτε μέρει τῆς γῆς τιθεμένους, ἔτι δὲ τὰ τῶν κρικωτῶν σφαιρῶν κέντρα τὸ αὐτὸ δύνασθαι τῷ κατὰ ἀλήθειαν τῆς γῆς κέντρῳ καὶ διασῴζειν τὰς διοπτεύσεις καὶ τὰς τῶν σκιῶν περιαγωγὰς οὕτως ὁμολόγους ταῖς ὑποθέσεσι τῶν φαινομένων, ὡς ἂν εἰ δι' αὐτοῦ τοῦ τῆς γῆς μέσου σημείου γινόμεναι ἐτύγχανον.

ἐναργὲς δὲ σημεῖον τοῦ ταῦθ' οὕτως ἔχειν καὶ τὸ πανταχῆ τὰ διὰ τῶν ὄψεων ἐκβαλλόμενα ἐπίπεδα, ἃ καλοῦμεν ὁρίζοντας, διχοτομεῖν πάντοτε τὴν ὅλην σφαῖραν τοῦ οὐρανοῦ, ὅπερ οὐκ ἂν
H21 συνέβαινεν, εἰ τὸ μέγεθος τῆς γῆς αἰσθητὸν ἦν πρὸς τὴν τῶν οὐρανίων ἀπόστασιν, ἀλλὰ μόνον μὲν ἂν τὸ διὰ τοῦ κατὰ τὸ κέντρον τῆς γῆς σημείου διεκβαλλόμενον ἐπίπεδον διχοτομεῖν ἠδύνατο τὴν σφαῖραν, τὰ δὲ δι' ἡσδηποτοῦν ἐπιφανείας τῆς γῆς μείζονα ἂν πάντοτε τὰ ὑπὸ γῆν ἐποίει τμήματα τῶν ὑπὲρ γῆν.[1]

6. *Che rispetto ai cieli la terra è come un punto.*

Ma non solo: che la terra, quanto ai sensi, abbia il rapporto di un punto rispetto alla distanza che la separa dalla sfera dei cosiddetti inerranti, ne è una grande prova il fatto che da tutti i suoi luoghi sia le grandezze che le distanze degli astri nei medesimi istanti appaiono uguali e simili da per tutto, come per altro le osservazioni delle stesse, fatte da diversi climi, non rilevano la minima discordanza. Nondimeno è da considerare che gli gnomoni posti in qualsivoglia parte della terra, come pure i centri delle sfere armillari, dànno il medesimo risultato come se fossero per vero al centro della terra, e i rilevamenti con la diottra e le rotazioni delle ombre risultano così concordi alle ipotesi (esplicative) dei fenomeni, come se (gli strumenti) si trovassero nel punto centrale stesso della terra.

Un chiaro segno che le cose stiano così, è che dappertutto i piani passanti attraverso gli occhi e che chiamiamo orizzonti, sempre dimezzano l'intera sfera del cielo, il che non potrebbe accadere se la grandezza della terra rispetto alla distanza dei corpi celesti fosse apprezzabile: in tal caso solo il piano attraversante il punto del centro della terra potrebbe dimezzare la sfera, mentre il piano (orizzontale) di un qualunque punto della terra farebbe i settori sotto la terra sempre maggiori di quelli sopra la terra.[1]

ζʹ. Ὅτι οὐδὲ κίνησίν τινα μεταβατικὴν ποιεῖται ἡ γῆ.*

Κατὰ τὰ αὐτὰ δὲ τοῖς ἔμπροσθεν δειχθήσεται, διότι μηδ' ἡντινοῦν κίνησιν εἰς τὰ προειρημένα πλάγια μέρη τὴν γῆν οἷόν τε ποιεῖσθαι ἢ ὅλως μεθίστασθαί ποτε τοῦ κατὰ τὸ κέντρον τόπου· τὰ αὐτὰ γὰρ συνέβαινεν ἄν, ἅπερ εἰ καὶ τὴν θέσιν ἄλλην παρὰ τὸ μέσον ἔχουσα ἐτύγχανεν. ὥστ' ἔμοιγε δοκεῖ, περισσῶς ἄν τις καὶ τῆς ἐπὶ τὸ μέσον φορᾶς τὰς αἰτίας ἐπιζητήσειε ἅπαξ γε τοῦ, ὅτι ἥ τε γῆ τὸν μέσον ἐπέχει τόπον τοῦ

7. *Che la terra non compie alcun movimento traslatorio.**

Secondo le medesime (argomentazioni) di prima si dimostrerà perché la terra non possa fare alcun movimento verso le predette zone laterali né spostarsi in nessun modo dal punto centrale: si verificherebbero infatti le stesse (anomalie) che capiterebbero, se avesse una posizione altra dal centro. Sicché mi pare che si cercherebbero invano anche le cause del trascinamento (dei corpi) verso il centro, una volta (stabilito) questo, (cioè) che

[1] Poco più sopra Tolemeo parla dei piani che passano attraverso gli occhi; Teone (Rome 421,14÷15) ben chiarisce l'espressione: τὰ διὰ τῆς ὄψεως ἡμῶν ἐκβαλλόμενα ἐπίπεδα, ἅ ἐστιν δηλαδὴ διὰ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἃ καὶ καλοῦμεν ὁρίζοντας (*i piani che passano per i nostri occhi – vale a dire rasenti la superficie della terra –, che chiamiamo orizzonti*). In quest'ultima frase il soggetto è, ovviamente, sempre τὸ ἐπίπεδον, precisamente l'ἐπίπεδον com'è chiarito da Teone, cioè l'orizzonte. In breve, Tolemeo dice che, affinché un piano tangente alla superficie della terra possa coincidere, come appare, al piano parallelo che passa per il suo centro, essa terra dev'essere come un punto; diversamente, se cioè la terra non fosse più equiparabile a un punto, il piano tangente alla superficie, non coincidendo più con quello passante per il suo centro, dividerebbe la sfera celeste in due parti, di cui quella inferiore sarebbe sempre maggiore di quella superiore.

* Una nota generale si rende qui necessaria. Gli studiosi che si sono occupati con competenza e profondità dell'*Almagesto*, paiono averlo fatto alla spasmodica ricerca del più piccolo dettaglio atto a screditarlo. Pedersen e Jones, ad es. (*A Survey of the* Almagest, *With Annotations and New Commentary by Al. Jones*, New York [Springer] 2011, p. 42), cui il Toomer costantemente rinvia i suoi lettori, a proposito della forma della terra scrivono: «Molto prima di Tolemeo

κόσμου καὶ τὰ βάρη πάντα ἐπ᾽ αὐτὴν φέρεται,
οὕτως ὄντος ἐναργοῦς ἐξ αὐτῶν τῶν φαινομένων.[1]
κἀκεῖνο δὲ μόνον προχειρότατον ἂν εἰς τὴν τοι-
αύτην κατάληψιν γίνοιτο τὸ σφαιροειδοῦς καὶ
μέσης τοῦ παντός, ὡς ἔφαμεν, ἀποδεδειγμένης
H22 *τῆς γῆς ἐν ἅπασιν ἁπλῶς τοῖς μέρεσιν αὐτῆς*
τάς τε προσνεύσεις καὶ τὰς τῶν βάρος ἐχόντων
σωμάτων φοράς, λέγω δὲ τὰς ἰδίας αὐτῶν,
πρὸς ὀρθὰς γωνίας πάντοτε καὶ πανταχῇ γίνε-
σθαι τῷ διὰ τῆς κατὰ τὴν ἔμπτωσιν ἐπαφῆς
διεκβαλλομένῳ ἀκλινεῖ[2] *ἐπιπέδῳ· δῆλον γὰρ διὰ*
τὸ τοῦθ᾽ οὕτως ἔχειν, ὅτι καί, εἰ μὴ ἀντεκόπτοντο
ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, πάντως ἂν ἐπ᾽ αὐτὸ
τὸ κέντρον κατήντων, ἐπεὶ καὶ ἡ ἐπὶ τὸ κέντρον
ἄγουσα εὐθεῖα πρὸς ὀρθὰς γωνίας ἀεὶ γίνεται τῷ
διὰ τῆς κατὰ τὴν ἐπαφὴν τομῆς ἐφαπτομένῳ
τῆς σφαίρας ἐπιπέδῳ.
ὅσοι δὲ παράδοξον οἴονται τὸ μήτε βεβηκέναι
που μήτε φέρεσθαι τὸ τηλικοῦτο βάρος τῆς γῆς,
δοκοῦσί μοι πρὸς τὰ καθ᾽ ἑαυτοὺς πάθη καὶ
οὐ πρὸς τὸ τοῦ ὅλου ἴδιον ἀποβλέποντες τὴν
σύγκρισιν ποιούμενοι διαμαρτάνειν.[3] *οὐ γὰρ ἂν*
οἶμαι θαυμαστὸν αὐτοῖς ἔτι φανείη τὸ τοιοῦτον,
εἰ ἐπιστήσαιεν, ὅτι τοῦτο τὸ τῆς γῆς μέγεθος
συγκρινόμενον ὅλῳ τῷ περιέχοντι σώματι ση-
μείου πρὸς αὐτὸ λόγον ἔχει· δυνατὸν γὰρ οὕτω
δόξει τὸ κατὰ λόγον ἐλάχιστον ὑπὸ τοῦ παντελῶς
μεγίστου καὶ ὁμοιομεροῦς διακρατεῖσθαί τε καὶ
ἀντερείδεσθαι πανταχόθεν ἴσως καὶ ὁμοιοκλινῶς[4]
H23 *τοῦ μὲν κάτω ἢ ἄνω μηδενὸς ὄντος ἐν τῷ κόσμῳ*
πρὸς αὐτόν,[5] *καθάπερ οὐδὲ ἐν σφαίρᾳ· τίς ἂν τὸ*

la terra occupa il punto mediano del cosmo e che i corpi gravi son trascinati verso di essa, essendo evidente dai fenomeni stessi.[1] *Faciliterebbe massimamente una tale cognizione il solo fatto che, avendo dimostrato che la terra è sferica e che sta, come dicemmo, al centro del tutto in ogni sua parte, gli avvicinamenti e i trascinamenti dei corpi dotati di peso – intendo quelli propri a ciascuno – avvengono sempre e dappertutto per angoli retti al piano non inclinato*[2] *passante per il punto di contatto; è in effetti evidente che sia così, perché, se non fossero contrastati dalla superficie della terra, s'incontrerebbero comunque proprio al centro, dacché la retta che si porta al centro risulta sempre ad angolo retto con il piano tangente alla sfera (passante) per il punto d'intersezione col punto di contatto.*

Quanti reputano inaccettabile che una tal massa come la terra non si trovi appoggiata da qualche parte e che non si muova, sbagliano, mi pare, in quanto si rapportano alla propria condizione e non mirano a ciò che è proprio del tutto.[3] *Credo in effetti che la cosa non parrebbe più loro incredibile, se si soffermassero sul fatto che questa grandezza della terra raffrontata all'intero corpo che la contiene ha, rispetto ad esso, il rapporto di un punto; apparirà allora possibile che il corpo (della terra), piccolissimo in proporzione, sia dal più grande in assoluto e d'ugual natura trattenuto e controspinto da ogni parte, ad ogni inclinazione,*[4] *non essendovi alcun 'sotto' o 'so-*

l'indiscutibile forma della Terra era stata determinata con un notevole grado d'accuratezza da Eratostene (275-194 ca. av.Cr.) e Posidonio (135-50 ca. av.Cr.). I loro risultati non sono menzionati nell'Almagesto. Forse Tolemeo non ne era al corrente, cosa questa difficile da credere.» E poco oltre: «L'assenza della parallasse giornaliera nelle stelle fisse avrebbe reso libero Tolemeo di adottare l'ipotesi della rotazione terrestre come possibile spiegazione del moto diurno del cielo. Benché questa ipotesi fosse nota agli astronomi greci, per esempio, Iceta, Ecfanto, Filolao, Eraclide ed Aristarco, Tolemeo vi si riferisce nell'Almagesto solo per respingerla.» Nella pag. successiva, sull'immobilità della terra, i citati autori affermano che la prova dell'immobilità «abbisogna in ogni caso di un'ulteriore delucidazione che viene omessa, mentre Tolemeo cerca di sbrigarsela con una serie di prove basate su considerazioni fisiche, comparabili a quelle date da Aristotele, il quale, guarda caso, liquida la prova astronomica tanto rapidamente quanto Tolemeo (*De caelo* 2, 14, 296 a).» Orbene, questi ed altri autorevoli, e meno autorevoli, studiosi hanno completamente perso di vista lo scopo tolemaico ben dichiarato nella premessa: quello di compilare un manuale pratico, fatto di teoremi di pronto utilizzo, svincolato da trattazioni teoriche più o meno plausibili. Già il progetto di redigere un trattato esplicativo dei fenomeni per mezzo dei soli teoremi matematico-geometrici, tenendo la terra immobile al centro dell'universo, si presentava d'una complessità quasi insormontabile; se, poi, si fosse aggiunto anche un qualunque movimento della terra, un tale progetto avrebbe presentato difficoltà di tali proporzioni da renderne impossibile, sotto ogni rispetto, la realizzazione. In altre parole, Tolemeo era ben consapevole, che ogni ipotesi diversa non gli avrebbe consentito la stesura di nessun manuale astronomico; si avventurò, quindi, con coraggio nel dare ai fenomeni una descrizione geometricamente comprensibile, affinché fosse di pratica applicazione. Ed ebbe ragione, poiché il suo sistema – che non voleva essere in alcun modo assoluto – venne impiegato con profitto per oltre un millennio! Si veda più sopra l'Introduzione.

[1] I traduttori sembrano unire *δοκεῖ* a *περισσῶς* (Halma: *il me paroît... superflu*; Toomer: *I think it is idle*), ma questo non è accettabile. L'equivoco è determinato dal testo dello Heiberg il quale legge *ἐπιζητήσειν*, respingendo la correzione di D[3] *ἐπιζητήσειεν*, che è la lezione corretta, ma suggerendo inutilmente *ἐπιζητῆσαι*. Un buon parallelo è offerto dallo stesso Tolemeo (4,11): *τούτων οὕτως ἀποδεδειγμένων εἰκότως ἄν τις ἐπιζητήσειε*, che è anche il testo di Teone, e Rome, opportunamente, pone una virgola dopo *δοκεῖ*. Dunque *περισσῶς* determina *ἐπιζητήσειε*, non *δοκεῖ*.

[2] Pappo (8,9 prop. 8) definisce *ἀκλινής: τουτέστιν παράλληλος τῷ ὁρίζοντι*.

[3] Tolemeo vuol dire che costoro proiettano la propria condizione sul tutto senza riflettere.

[4] Letteralmente significherebbe 'in modo similmente inclinato'. L'aggettivo *ὁμοιοκλινής* pare ricorrere solo in uno scolio a Giamblico (*cf. Iamblichi de communi mathematica scientia liber*, ed. N. Festa, Lipsiae [Teubner] 1891, p. 102,26), ove significa inequivocabilmente 'ad una latitudine (geografica) consimile'. Teone non lo richiama, ma ne illustra in qualche modo il significato attraverso più esempi; i traduttori lo evitano (solo Catesby Taliaferro ne tiene conto: «at the same angle»). Tolemeo sembra voler dire che le forze di spinta e controspinta – presumibilmente esercitate sui

τοιοῦτον ἐπινοήσειεν;[6] τῶν δὲ ἐν αὐτῷ συγκριμάτων τὸ ὅσον ἐπὶ τῇ ἰδίᾳ καὶ κατὰ φύσιν ἑαυτῶν φορᾷ τῶν μὲν κούφων[7] καὶ λεπτομερῶν εἰς τὸ ἔξω καὶ ὡς πρὸς τὴν περιφέρειαν ἀναριπιζομένων, δοκούντων δὲ εἰς τὸ παρ᾽ ἑκάστοις ἄνω τὴν ὁρμὴν ποιεῖσθαι διὰ τὸ καὶ πάντων ἡμῶν τὸ ὑπὲρ κεφαλῆς, ἄνω δὲ καλούμενον, καὶ αὐτὸ νεύειν ὡς πρὸς τὴν περιέχουσαν ἐπιφάνειαν, τῶν δὲ βαρέων καὶ παχυμερῶν ἐπὶ τὸ μέσον καὶ ὡς πρὸς τὸ κέντρον φερομένων, δοκούντων δὲ εἰς τὸ κάτω πίπτειν διὰ τὸ καὶ πάντων πάλιν ἡμῶν τὸ πρὸς τοὺς πόδας, καλούμενον δὲ κάτω, καὶ αὐτὸ νεύειν πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς συνίζησίν τε εἰκότως περὶ τὸ μέσον λαμβανόντων ὑπὸ τῆς πρὸς ἄλληλα πανταχόθεν ἴσης καὶ ὁμοίας ἀντικοπῆς τε καὶ ἀντερείσεως.[8] τοιγάρτοι καὶ εἰκότως καταλαμβάνεται τὸ ὅλον στερέωμα τῆς γῆς μέγιστον οὕτως ὂν ὡς πρὸς τὰ φερόμενα ἐπ᾽ αὐτήν, καὶ ὑπὸ τῆς τῶν πάνυ ἐλαχίστων βαρῶν ὁρμῆς ἅτε δὴ πανταχόθεν ἀτρεμοῦσα καὶ ὥσπερ τὰ συμπίπτοντα ἐκδεχομένη. εἰ δέ γε καὶ αὐτῆς ἦν τις φορὰ κοινὴ καὶ μία καὶ ἡ αὐτὴ τοῖς ἄλλοις βάρεσιν, ἔφθανεν ἂν πάντα δηλονότι διὰ τὴν τοσαύτην τοῦ μεγέθους ὑπερβολὴν καταφερομένη, καὶ ὑπελείπετο μὲν τά τε ζῷα καὶ τὰ
H24 κατὰ μέρος τῶν βαρῶν ὀχούμενα ἐπὶ τοῦ ἀέρος, αὐτὴ δὲ τάχιστα τέλεον ἂν ἐκπεπτώκει καὶ αὐτοῦ τοῦ οὐρανοῦ. ἀλλὰ τὰ τοιαῦτα μὲν καὶ μόνον ἐπινοηθέντα πάντων ἂν φανείη γελοιότατα.

ἤδη δέ τινες, ὡς γ᾽ οἴονται πιθανώτερον, τούτοις μὲν οὐκ ἔχοντες, ὅ, τι ἀντείποιεν, συγκατατίθενται,[9] δοκοῦσι δὲ οὐδὲν αὐτοῖς ἀν-

pra' nel cosmo rispetto ad esso,[5] *come neppure in una sfera: chi farebbe una tal pensata?*[6] *Dei corpi aggregati contenutivi, nei limiti della forza trascinante che secondo natura è loro propria, quelli leggeri*[7] *e sottili, quando son propulsati al difuori, dunque verso la circonferenza, sembrano fare irruzione ciascuno nel suo disopra per il fatto che il punto sopra la testa anche di noi tutti, chiamato appunto 'sopra', anch'esso inclina rispetto alla superficie che lo contiene; di contro, quelli pesanti e densi, trascinati nel mezzo, dunque verso il centro, sembrano cadere di sotto per il fatto che il punto verso i piedi, di nuovo anche di tutti noi, chiamato 'sotto', anch'esso inclina verso il centro della terra; ed essi si tengono verisimilmente compatti nel mezzo a causa della reciproca forza d'urto e di resistenza, uguale dappertutto ed uniforme.*[8] *Di conseguenza, ben si comprende che l'intera massa della terra è talmente enorme rispetto ai corpi che le cadono sopra, da restare immobile sotto la gragnuola di questi davvero insignificanti pesi, provenienti da ogni parte, come se li accogliesse. Se poi avesse una forza trascinante comune agli altri corpi pesanti, e la medesima, nel precipitare li precederebbe tutti a causa della spropositata grandezza, e lascerebbe gli animali e i singoli corpi pesanti sostenuti dall'aria, mentre essa presto cadrebbe del tutto fuori dal cielo. Ma tali conseguenze, anche solo a pensarle, paiono proprio le più risibili di tutte.*

Orbene, alcuni, siccome credono (di porsi) in modo più credibile, non avendo modo di confutare queste argomentazioni, (le) approvano,[9]

punti similmente inclinati dell'intera superficie sferica della terra-punto dai due diversi moti ἐν τῷ οὐρανῷ – sono in grado di far sì che la terra, come dice Teone, μετέωρον μένειν, cioè *resti sospesa*.

[5] Lo Heiberg legge πρὸς αὐτήν, *rispetto ad essa (terra)*, come pure traduce il Manitius; vi si oppone il Toomer che richiama la correzione di D^3. Invero, anche Teone legge πρὸς αὐτόν (*scil.* κόσμον), che pare preferibile: infatti il 'sopra' e il 'sotto' sono inconcepibili in una sfera, quale è il *cosmo*: in assoluto, non già rispetto a qualcos'altro.

[6] Quel τις che secondo lo Heiberg (καθάπερ οὐδὲ ἐν σφαίρᾳ τις ἂν τὸ τοιοῦτον ἐπινοήσειεν,) ed i traduttori è un'enclitica, è a nostro parere un pronome interrogativo.

[7] *Cf.* Arist. *cael.* 269*b*20÷24: δεῖ δὲ ὑποθέσθαι τί λέγομεν τὸ βαρὺ καὶ τὸ κοῦφον,… Βαρὺ μὲν οὖν ἔστω τὸ φέρεσθαι πεφυκὸς ἐπὶ τὸ μέσον, κοῦφον δὲ τὸ ἀπὸ τοῦ μέσου (*dobbiamo stabilire che cosa intendiamo con 'pesante' e con 'leggero'… 'Pesante' è ciò che per natura è portato verso il mezzo, 'leggero' ciò che è portato via dal mezzo*).

[8] Questo singolare periodo parte da τῶν δὲ ἐν αὐτῷ συγκριμάτων ed è interamente costituito di genitivi assoluti con valore causale epesegetico retti, non sintatticamente, bensì *ad sensum*, da una principale ricavabile dal precedente periodo. L'Halma, afferrato più o meno il senso, preferisce non affaticare il lettore… Anche Catesby Taliaferro semplifica, forse per evitare le difficoltà. Il Manitius cerca di aderire al testo tolemaico, ma con molte integrazioni non tutte condivisibili; il Toomer, che di fatto segue il Manitius, frantuma il periodo. Tradurre διὰ τὸ κλπ. «poiché… il punto sopra la testa… determina generalmente la direzione della perpendicolare alla rispettiva superficie piana», come fa il Manitius, non corrisponde a νεύειν, che allude all'*inclinare*, cioè al continuo variare: dovunque uno si sposti, *inclina* la verticale rispetto al piano tangente, sia dalla testa allo zenit, sia dai piedi al centro; la περιέχουσαν ἐπιφάνεια è la superficie, il piano tangente, che περιέχει, *contiene*, termine tecnico, la sua perpendicolare. — È questo un tipico esempio del periodare tolemaico, costruito con geometrica precisione e limato a tavolino; né vi mancano singolarità semasiologiche. Abbiamo cercato di aderire quanto più possibile al greco che appare così strutturato: dopo la citata introduzione, si hanno due sezioni coordinate (μὲν… δὲ…), la prima introdotta da τῶν μὲν κούφων καὶ λεπτομερῶν, la seconda da τῶν δὲ βαρέων καὶ παχυμερῶν; con συνίζησίν τε… si chiude il periodo. All'interno è precisata la direzione delle forze trascinanti: καὶ ὡς πρὸς τὴν περιφέρειαν ἀναριπιζομένων e καὶ ὡς πρὸς τὸ κέντρον φερομένων. Quindi, con δοκούντων δὲ Tolemeo descrive le due diverse forze trascinanti verso il 'sopra' e verso il 'sotto', ed è qui che sembra presentarsi la difficoltà maggiore, testimoniata nello Heiberg da una ingiustificata diversa punteggiatura: in 23,8 la virgola sta dopo καὶ αὐτό; in 23,13 prima. In realtà, in entrambe le sezioni διὰ τό regge νεύειν, e καὶ αὐτό va inteso come ripresa enfatica del soggetto di νεύειν, che nel primo caso è τὸ ὑπὲρ κεφαλῆς, nel secondo τὸ πρὸς τοὺς πόδας.

[9] Anche da questa frase, a dispetto delle cure profuse, si evince che il greco non è la madre lingua di Tolemeo: ne dànno

τιμαρτυρήσειν, εἰ τὸν μὲν οὐρανὸν ἀκίνητον ὑποστήσαιντο λόγου χάριν, τὴν δὲ γῆν περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα στρεφομένην ἀπὸ δυσμῶν ἐπ᾽ ἀνατολὰς ἑκάστης ἡμέρας μίαν ἔγγιστα περιστροφήν, ἢ καὶ ἀμφότερα κινοῖεν ὁσονδήποτε, μόνον περί τε τὸν αὐτὸν ἄξονα, ὡς ἔφαμεν, καὶ συμμέτρως τῇ πρὸς ἄλληλα περικαταλήψει.

ma pensano che nulla potrebbe smentirli, se supponessero, per esempio, che il cielo fosse immobile e la terra ruotasse intorno al proprio asse da occidente ad oriente, press'a poco un giro al giorno, oppure, quand'anche in qualche modo si muovessero entrambi, sarebbe solo intorno al medesimo asse, come abbiamo detto, e senza che l'un moto sopravanzasse sull'altro.

λέληθε δὲ αὐτούς, ὅτι τῶν μὲν περὶ τὰ ἄστρα φαινομένων ἕνεκεν οὐδὲν ἂν ἴσως κωλύοι κατά γε τὴν ἁπλουστέραν ἐπιβολήν[10] *τοῦθ᾽ οὕτως ἔχειν, ἀπὸ δὲ τῶν περὶ ἡμᾶς αὐτοὺς καὶ τῶν ἐν ἀέρι συμπτωμάτων καὶ πάνυ ἂν γελοιότατον ὀφθείη τὸ τοιοῦτον. ἵνα γὰρ συγχωρήσωμεν αὐτοῖς τὸ παρὰ φύσιν οὕτως τὰ μὲν λεπτομερέστατα καὶ κουφότατα ἢ μηδ᾽ ὅλως κινεῖσθαι ἢ ἀδιαφόρως τοῖς τῆς ἐναντίας φύσεως τῶν γε περὶ τὸν ἀέρα καὶ ἧττον λεπτομερῶν ἐναργῶς οὕτως ταχυτέρας τῶν γεωδεστέρων πάντων φορὰς ποιουμένων,* H25 *τὰ δὲ παχυμερέστατα καὶ βαρύτατα κίνησιν ἰδίαν ὀξεῖαν οὕτως καὶ ὁμαλὴν ποιεῖσθαι τῶν γεωδῶν πάλιν ὁμολογουμένως μηδὲ πρὸς τὴν ὑπ᾽ ἄλλων κίνησιν ἐπιτηδείως ἐνίοτε ἐχόντων, ἀλλ᾽ οὖν ὁμολογήσαιεν ἂν σφοδροτάτην τὴν στροφὴν τῆς γῆς γίγνεσθαι ἁπασῶν ἁπλῶς τῶν περὶ αὐτὴν κινήσεων ὡς ἂν τοσαύτην ἐν βραχεῖ χρόνῳ ποιουμένην ἀποκατάστασιν, ὥστε πάντα ἂν τὰ μὴ βεβηκότα ἐπ᾽ αὐτῆς μίαν ἀεὶ τὴν ἐναντίαν τῇ γῇ κίνησιν ἐφαίνετο ποιούμενα, καὶ οὔτ᾽ ἂν νέφος ποτὲ ἐδείκνυτο παροδεῦον*

A costoro sfugge che, seppur a cagione dei fenomeni relativi agli astri nulla impedirebbe forse, nel divisamento più semplice,[10] *che le cose stessero così, tale concezione, da quel che accadrebbe intorno a noi e nell'aria, apparirebbe massimamente ridicola. Infatti, per concedere loro tal condizione contro natura ove, da un lato, le sostanze più sottili e leggere o non si muoverebbero punto o non diversamente da quelle di natura contraria – mentre quelle nell'aria e meno sottili compiono moti palesemente tanto più veloci di quelle più terrestri –, e, dall'altro, le più dense e pesanti avrebbero un moto proprio affatto rapido e costante – mentre, di nuovo, quelle terrestri, per unanime consenso, nemmeno spinte da altre si muovono talvolta in modo conseguente –, essi dovrebbero allora ammettere che il volgersi della terra diverrebbe di tutti i moti intorno ad essa il più violento, completando un tale ritorno in così breve tempo, che i corpi non posati su di essa parrebbero compiere un moto sempre contrario a quello della terra, e né una nube mostrerebbe*

---

prova i traduttori che propongono interpretazioni divergenti: le date permettono di stabilire l'eventuale dipendenza. Il Trapezuntio (1528) intende: «nonnulli autem (quum nihil verisimilius obiici istis arbitremur [*errore di lettura dello stampatore per* arbitrentur]) haec quidem concedunt (*alcuni – reputando che nulla di più verisimile si possa opporre a codeste argomentazioni – ne convengono*)»; Halma (1813): «Il y a des gens qui, tout en se rendant à ces raisons, parce qu'il n'y a rien à y opposer... (*Vi sono persone che, arrendendosi del tutto a queste ragioni, poiché non v'è nulla da contrapporvi...*)»; Manitius (1912): «Nun stellen sich manche Philosophen, ohne gegen die hier entwickelten Ansichten etwas einwenden zu können, ein nach ihrer Meinung glaubwürdigeres System zusammen (*Ora alcuni filosofi, senza poter obiettare alcunché alle opinioni qui sviluppate, costruiscono un sistema, a loro giudizio, più credibile*)»; Taliaferro (1952): «Now some people, although they have nothing to oppose to these arguments, agree on something, as they think, more plausible (*Ora alcuni, benché non abbiano nulla da opporre a questi argomenti, s'accordano su qualcosa, come pensano, di più plausibile*)». Infine Toomer (1984): «But certain people, [propounding] what they consider a more persuasive view, agree with the above, since they have no argument to bring against it (*Ma certe persone, [proponendo] quel che considerano una visione più plausibile, concordano con quanto sopra, dacché non hanno nessun argomento da opporre*)». Orbene, il Trapezuntio arditamente riunisce in una sola frase, che mette fra parentesi, il testo che va da ὡς ad ἀντείποιεν – ὡς γ᾽ οἴονται [*quum arbitrentur*] πιθανώτερον [*verisimilius*] τούτοις [*istis*] μὲν οὐκ ἔχοντες, ὅ, τι ἀντείποιεν [*nihil obiici*], συγκατατίθενται [*haec quidem* (di nuovo τούτοις μὲν?) *concedunt*] –, cosicché, intendendo che *alcuni, non avendo nulla di più credibile da obiettare a queste argomentazioni, vi acconsentono*, infila πιθανώτερον dopo ὅ, τι, e fa dipendere τούτοις sia da ἀντείποιεν che da συγκατατίθενται! L'Halma, pur salvaguardando il senso del contesto, tralascia ὡς γ᾽ οἴονται πιθανώτερον e connette τούτοις μὲν con συγκατατίθενται (*tout en se rendant à ces raisons*). Il Manitius, invece, cambia direzione, suggerita forse dalla punteggiatura dello Heiberg che mette una virgola sia dopo οἴονται sia dopo πιθανώτερον: egli connette il comparativo (cui dà valore di sostantivo, *un sistema più credibile*) con συγκατατίθενται (*stellen... zusammen*, cioè *mettono insieme*, *costruiscono*); lo seguono Catesby Taliaferro e il Toomer. Ma Teone, come l'intende? Il suo testo tolemaico non differisce dal nostro, ma la parafrasi suona un po' diversa (Rome 427,16 ss.): Ἤδη δέ φησίν τινες συναγόμενοι ἐκ τῶν εἰρημένων καὶ ἀδυνάτως ἔχοντες ἐνστάσεις κομίζειν, τοῦ [τῷ Pb] μὴ μεθίστασθαι τοῦ μέσου τὴν γῆν συγκατατίθενται, ὑπολαμβάνουσιν δὲ... Ὃ δὲ λέγει τοιοῦτόν ἐστιν (*Orbene, dicono alcuni, indottivi dalle cose dette e non potendo addurre obiezioni, di convenire che la terra non si sposti dal centro, ma sostengono... È questo quello che dice*). Dunque, anche Teone, imbarazzato dall' ὡς γ᾽ οἴονται πιθανώτερον, passa oltre. Concludendo: qual è il senso di quest'inciso? Siccome non possiamo mettere in dubbio l'intelligenza di Tolemeo e, d'altro canto, l'idea di un *sistema più credibile* è piuttosto bizzarra, dobbiamo giocoforza dedurre che l'astronomo abbia voluto significare che alcuni, per apparire più credibili, quasi una *captatio benevolentiae*, si dichiarino d'accordo con le argomentazioni date a dimostrazione che la terra non si sposti dal centro, ma poi...

[10] Teone spiega (Rome 432,12 s.): τουτέστιν ἄνευ τῆς κατανοήσεως τῶν κινήσεων ἡλίου καὶ σελήνης καὶ τῶν ε πλανωμένων. (*senza considerare i movimenti del sole, della luna e dei cinque erranti*).

πρὸς ἀνατολὰς οὔτε ἄλλο τι τῶν ἱπταμένων ἢ βαλλομένων φθανούσης ἀεὶ πάντα τῆς γῆς καὶ προλαμβανούσης τὴν πρὸς ἀνατολὰς κίνησιν, ὥστε τὰ λοιπὰ πάντα εἰς τὰ πρὸς δυσμὰς καὶ ὑπολειπόμενα δοκεῖν παραχωρεῖν.

di procedere verso oriente né uno qualunque dei corpi che volano o si lanciano, dacché la terra li raggiungerebbe sempre tutti e li supererebbe nel suo moto verso oriente, tanto che gli altri parrebbero tutti cedere verso quelli lasciati indietro verso occidente.

εἰ γὰρ καὶ τὸν ἀέρα φήσαιεν αὐτῇ συμπεριάγεσθαι κατὰ τὰ αὐτὰ καὶ ἰσοταχῶς, οὐδὲν ἧττον τὰ κατ᾽ αὐτὸν γινόμενα συγκρίματα πάντοτε ἂν ἐδόκει τῆς συναμφοτέρων κινήσεως ὑπολείπεσθαι, ἢ εἴπερ καὶ αὐτὰ ὥσπερ ἡνωμένα τῷ ἀέρι συμπεριήγετο, οὐκέτ᾽ ἂν οὐδέτερον οὔτε προηγούμενα οὔτε ὑπολειπόμενα ἐφαίνετο, μένοντα δὲ ἀεὶ καὶ μήτε ἐν ταῖς πτήσεσιν μήτε ἐν ταῖς βολαῖς ποιούμενά τινα πλάνην ἢ με-
H26 τάβασιν, ἅπερ ἅπαντα οὕτως ἐναργῶς ὁρῶμεν ἀποτελούμενα ὡς μηδὲ βραδυτῆτός τινος ὅλως ἢ ταχυτῆτος αὐτοῖς ἀπὸ τοῦ μὴ ἑστάναι τὴν γῆν παρακολουθούσης.

Se dunque dicessero che anche l'aria ruota attorno ad essa (terra) e alla medesima velocità, i corpi aggregati che si formano in essa parrebbero sempre lasciati indietro dal moto di entrambe, o, se anche essi stessi ruotassero attorno come conglobati all'aria, non li si vedrebbe né precedere né restare indietro, bensì sempre stazionari, e né nei voli né nei lanci compirebbero una qualche voluta o spostamento, le quali cose tutte ben vediamo compiersi, come se proprio nessun tipo di rallentamento o di accelerazione, dovuti al fatto che la terra non starebbe ferma, li coinvolgesse.

η΄. Ὅτι δύο διαφοραὶ τῶν πρώτων κινήσεών εἰσιν ἐν τῷ οὐρανῷ.

8. *Che nel cielo vi sono due diversi generi dei moti primi.*

Ταύτας μὲν δὴ τὰς ὑποθέσεις ἀναγκαίως προλαμβανομένας εἰς τὰς κατὰ μέρος παραδόσεις καὶ τὰς ταύταις ἀκολουθούσας ἀρκέσει καὶ μέχρι τῶν τοσούτων ὡς ἐν κεφαλαίοις ὑποτετυπῶσθαι βεβαιωθησομένας τε καὶ ἐπιμαρτυρηθησομένας τέλεον ἐξ αὐτῆς τῆς τῶν ἀκολούθως καὶ ἐφεξῆς ἀποδειχθησομένων πρὸς τὰ φαινόμενα συμφωνίας. πρὸς δὲ τούτοις ἔτι κἀκεῖνο τῶν καθόλου τις ἂν ἡγήσαιτο δικαίως προλαβεῖν, ὅτι δύο διαφοραὶ τῶν πρώτων κινήσεών εἰσιν ἐν τῷ οὐρανῷ, μία μὲν ὑφ᾽ ἧς φέρεται πάντα ἀπὸ ἀνατολῶν ἐπὶ δυσμὰς ἀεὶ ὡσαύτως καὶ ἰσοταχῶς ποιουμένης τὴν περιαγωγὴν κατὰ παραλλήλων ἀλλήλοις κύκλων τῶν γραφομένων δηλονότι τοῖς ταύτης τῆς πάντα ὁμαλῶς περιαγούσης σφαίρας πόλοις, ὧν ὁ μέγιστος κύκλος ἰσημερινὸς[1] καλεῖται διὰ τὸ μόνον αὐτὸν ὑπὸ μεγίστου ὄντος τοῦ ὁρίζοντος δίχα πάντοτε διαιρεῖσθαι καὶ τὴν κατ᾽ αὐτὸν γιγνομένην τοῦ ἡλίου περιστροφὴν ἰσημερίαν πρὸς αἴσθησιν πανταχοῦ ποιεῖν, ἡ δὲ
H27 ἑτέρα, καθ᾽ ἣν αἱ τῶν ἀστέρων σφαῖραι κατὰ τὰ ἐναντία τῇ προειρημένῃ φορᾷ ποιοῦνταί τινας μετακινήσεις περὶ πόλους ἑτέρους καὶ οὐ τοὺς αὐτοὺς τοῖς τῆς πρώτης περιαγωγῆς. καὶ ταῦτα δὲ οὕτως ἔχειν ὑποτιθέμεθα διὰ τὸ ἐκ μὲν τῆς κατὰ μίαν ἑκάστην ἡμέραν θεωρίας πάντα ἁπαξαπλῶς τὰ ἐν τῷ οὐρανῷ κατὰ τῶν ὁμοειδῶν καὶ παραλλήλων τῷ ἰσημερινῷ κύκλῳ τόπων πρὸς αἴσθησιν ὁρᾶσθαι ποιούμενα τάς τε

Queste proposizioni che sono (state) necessariamente premesse agl'insegnamenti dettagliati che ne conseguono, basterà che siano delineate fino a tanto per sommi capi, venendo confermate e pienamente provate dall'accordo stesso delle conseguenti dimostrazioni, che saranno esposte in appresso, con i fenomeni. Oltre ad esse, però, uno potrebbe reputare giusto toccare anche di quella (proposizione) fra le generali, secondo cui nel cielo sono due e diversi generi dei moti primi: l'uno è quello onde tutte le cose si muovono da oriente ad occidente sempre allo stesso modo ed a velocità uniforme compiendo il giro lungo cerchi tra loro paralleli, ovviamente quelli descritti intorno ai poli di questa sfera che fa ruotare tutto ad un modo; dei quali cerchi il maggiore si chiama equinoziale[1] per essere esso solo sempre diviso in due dall'orizzonte, che è (un cerchio) massimo, e per il fatto che il rivolgimento del sole dappertutto produce ai sensi, quando vi è sopra, un equinozio; l'altro è quello onde le sfere degli astri fanno taluni spostamenti in senso contrario al moto sopra riferito intorno a poli altri e non gli stessi di quelli della prima roteazione. Noi presumiamo che le cose stiano così poiché dall'osservazione quotidiana tutte le cose in cielo, senza eccezione, ai sensi si vedono compiere le levate, le culminazioni e i tramonti lungo i luoghi che sono conformi e paralleli al cerchio

---

[1] Tolemeo chiama l'equatore 'il cerchio massimo *equinoziale* (ἰσημερινός)'.

ἀνατολὰς καὶ τὰς μεσουρανήσεις καὶ τὰς δύσεις ἰδίου ὄντος τοῦ τοιούτου τῆς πρώτης φορᾶς, ἐκ δὲ τῆς ἐφεξῆς καὶ συνεχεστέρας παρατηρήσεως τὰ μὲν ἄλλα πάντα τῶν ἄστρων διατηροῦντα[2] φαίνεσθαι καὶ τὰ πρὸς ἄλληλα διαστήματα καὶ τὰ πρὸς τοὺς οἰκείους τῇ πρώτῃ φορᾷ τόπους ἐπὶ πλεῖστον ἰδιώματα, τὸν δὲ ἥλιον καὶ τὴν σελήνην καὶ τοὺς πλανωμένους ἀστέρας[3] μεταβάσεις τινὰς ποιεῖσθαι ποικίλας μὲν καὶ ἀνίσους ἀλλήλαις, πάσας δὲ ὡς πρὸς τὴν καθόλου κίνησιν εἰς τὰ πρὸς ἀνατολὰς καὶ ὑπολειπόμενα μέρη[4] τῶν συντηρούντων τὰ πρὸς ἄλληλα διαστήματα καὶ ὥσπερ ὑπὸ μιᾶς σφαίρας περιαγομένων ἄστρων.

εἰ μὲν οὖν καὶ ἡ τοιαύτη μετάβασις τῶν πλανωμένων κατὰ παραλλήλων κύκλων ἐγίνετο τῷ ἰσημερινῷ, τουτέστιν περὶ πόλους τοὺς τὴν πρώτην ποιοῦντας περιαγωγήν, αὔταρκες ἂν
H28 *ἐγίνετο μίαν ἡγεῖσθαι καὶ τὴν αὐτὴν πάντων περιφορὰν ἀκόλουθον τῇ πρώτῃ· πιθανὸν γὰρ ἂν οὕτως ἐφάνη καὶ τὸ τὴν γινομένην αὐτῶν μετάβασιν καθ᾽ ὑπολείψεις διαφόρους καὶ μὴ κατὰ ἀντικειμένην κίνησιν ἀποτελεῖσθαι. νῦν δὲ ἅμα ταῖς πρὸς τὰς ἀνατολὰς μεταβάσεσιν παραχωροῦντες ἀεὶ φαίνονται πρός τε ἄρκτους καὶ πρὸς μεσημβρίαν μηδὲ ὁμαλοῦ θεωρουμένου τοῦ μεγέθους τῆς τοιαύτης παραχωρήσεως, ὥστε δόξαι δι᾽ ἐξωθήσεών τινων τοῦτο τὸ σύμπτωμα γίγνεσθαι περὶ αὐτούς, ἀλλ᾽ ἀνωμάλου μὲν ὡς πρὸς τὴν τοιαύτην ὑπόνοιαν, τεταγμένης δὲ ὡς ὑπὸ κύκλου λοξοῦ πρὸς τὸν ἰσημερινὸν ἀποτελουμένης· ὅθεν καὶ ὁ τοιοῦτος κύκλος εἷς τε καὶ ὁ αὐτὸς καὶ τῶν πλανωμένων ἴδιος καταλαμβάνεται ἀκριβούμενος μὲν καὶ ὥσπερ γραφόμενος ὑπὸ τῆς τοῦ ἡλίου κινήσεως, περιοδευόμενος δὲ καὶ ὑπό τε τῆς σελήνης καὶ τῶν πλανωμένων πάντοτε περὶ αὐτὸν ἀναστρεφομένων καὶ μηδὲ κατὰ τὸ τυχὸν ἐκπιπτόντων τῆς ἀποτεμνομένης αὐτοῦ καθ᾽ ἕκαστον ἐφ᾽ ἑκάτερα τὰ μέρη παραχωρήσεως. ἐπεὶ δὲ καὶ μέγιστος οὗτος ὁ κύκλος θεωρεῖται διὰ τὸ τῷ ἴσῳ καὶ βορειότερον καὶ νοτιώτερον τοῦ ἰσημερινοῦ γίγνεσθαι τὸν ἥλιον, καὶ περὶ ἕνα καὶ τὸν αὐτόν, ὡς ἔφαμεν, αἱ τῶν πλανωμένων πάντων πρὸς τὰς ἀνατολὰς μεταβάσεις ἀποτελοῦνται, δευτέραν ταύτην διαφορὰν τῆς καθόλου κινήσεως*
H29 *ἀναγκαῖον ἦν ὑποστήσασθαι τὴν περὶ πόλους τοῦ κατειλημμένου λοξοῦ κύκλου καὶ εἰς τὰ ἐναντία τῆς πρώτης φορᾶς ἀποτελουμένην.*

equinoziale, il che è proprio del primo moto; ma dalla consecutiva e continuata osservazione, mentre gli altri astri appaiono tutti mantenere[2] sia le reciproche distanze sia soprattutto le (loro) peculiarità rispetto ai punti familiari al primo moto, di contro il sole, la luna e gli astri[3] erranti compiono taluni spostamenti complessi e tra loro diseguali, ma tutti, rispetto al moto generale, (diretti) verso le parti ad oriente, parti che, (ove costituiscano il luogo) degli astri osservanti le reciproche distanze e come roteanti sotto una (sola) sfera, vengono lasciate indietro.[4]

Orbene, se un tale moto traslatorio degli erranti avvenisse lungo circoli paralleli a quello equinoziale, cioè intorno ai poli efficienti la prima rotazione, sarebbe bastevole considerare una sola e la medesima roteazione per tutti conseguente alla prima: ed in effetti potrebbe sembrare credibile anche il compiersi della loro traslazione per effetto di svariati ritardi e non per un movimento contrario. Ora, però, oltre alle traslazioni verso oriente (essi) sembrano deviare verso nord e verso sud, né una siffatta deviazione è visibilmente uguale (per tutti), cosicché questo accadimento parrebbe addivenire loro a causa di spinte laterali, ma se essa (deviazione) è disuguale rispetto ad una tale presunzione, si compie ben ordinata (se pensata come provocata) da un cerchio obliquo rispetto a quello equinoziale: di qui, siffatto cerchio va inteso come uno solo e il medesimo, specifico dei pianeti, precisato e quasi tracciato dal movimento del sole, ma percorso tutt'attorno anche dalla luna e dagli erranti sempre circolanti intorno ad esso e non (mai) debordanti a caso oltre la deviazione nettamente determinata per ciascun (errante) da una parte e dall'altra. Giacché dal trovarsi il sole ad egual distanza sia più a nord che più a sud del cerchio equinoziale si vede che anche questo è un cerchio massimo, e che le traslazioni degli erranti si compiono tutte verso oriente intorno, come abbiamo detto, ad un solo ed il medesimo circolo, era inevitabile ammettere questa secondo genere nel moto generale, il quale si compie intorno ai poli del presupposto cerchio obliquo ed in direzione contraria al primo corso.

---

[2] L'Halma traduce *διατηροῦντα*, *ne varient jamais*, mentre il Toomer, seguendo il Manitius (*... behalten... auf eine lange Zeit hinaus... bei*), traduce: *retain... (for a long time) the particular characteristics...*, ed annota: «These characteristic of the fixed stars are e. g. dates of first and last visibility. They are unchanged 'for a long time' because the effect of precession is very slow». Tuttavia, *διατηρῶ* non significa 'conservo/mantengo per lungo tempo', bensì solo 'conservo/mantengo'. Se l'Halma ha un po' esagerato aggiungendo *jamais*, Manitius e Tommer hanno introdotto un ampliamento del tutto arbitrario, sicché il richiamo alla precessione degli equinozi è qui senza fondamento.

[3] Si noti l'uso differenziato di *ἄστρα* e *ἀστέρες*.

[4] A parte la sintassi un poco ostica, Tolemeo vuol dire che il sole, la luna ed i pianeti, muovendosi lungo lo zodiaco in direzione contraria, cioè verso est, quando incontrano una stella fissa, la sorpassano, lasciandola indietro.

ἐὰν δὴ νοήσωμεν τὸν διὰ τῶν πόλων ἀμφοτέρων τῶν προειρημένων κύκλων γραφόμενον μέγιστον κύκλον, ὃς ἐξ ἀνάγκης ἑκάτερον ἐκείνων, τουτέστιν τόν τε ἰσημερινὸν καὶ τὸν πρὸς αὐτὸν ἐγκεκλιμένον, δίχα τε καὶ πρὸς ὀρθὰς γωνίας τέμνει, τέσσαρα μὲν ἔσται σημεῖα[6] τοῦ λοξοῦ κύκλου, δύο μὲν τὰ ὑπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ διάμετρον ἀλλήλοις γινόμενα, καλούμενα δὲ ἰσημερινά, ὧν τὸ μὲν ἀπὸ μεσημβρίας πρὸς ἄρκτους ἔχον τὴν πάροδον ἐαρινὸν λέγεται, τὸ δὲ ἐναντίον μετοπωρινόν, δύο δὲ τὰ γινόμενα ὑπὸ τοῦ δι' ἀμφοτέρων τῶν πόλων γραφομένου κύκλου, καὶ αὐτὰ δηλονότι κατὰ διάμετρον ἀλλήλοις, καλούμενα δὲ τροπικά, ὧν τὸ μὲν ἀπὸ μεσημβρίας τοῦ ἰσημερινοῦ χειμερινὸν λέγεται, τὸ δὲ ἀπ' ἄρκτων θερινόν.

νοηθήσεται δὲ ἡ μὲν μία καὶ πρώτη φορὰ καὶ περιέχουσα τὰς ἄλλας πάσας περιγραφομένη καὶ ὥσπερ ἀφοριζομένη ὑπὸ τοῦ δι' ἀμφοτέρων τῶν πόλων γραφομένου μεγίστου κύκλου περιαγομένου τε καὶ τὰ λοιπὰ πάντα συμπεριάγοντος ἀπὸ ἀνατολῶν ἐπὶ δυσμὰς περὶ τοὺς τοῦ ἰσημερινοῦ πόλους βεβηκότας ὥσπερ ἐπὶ τοῦ καλουμένου μεσημβρινοῦ, ὃς τούτῳ μόνῳ τοῦ
H30 προειρημένου διαφέρων τῷ μὴ καὶ διὰ τῶν τοῦ λοξοῦ κύκλου πόλων πάντοτε γράφεσθαι ἔτι καὶ διὰ τὸ πρὸς ὀρθὰς γωνίας τῷ ὁρίζοντι συνεχῶς νοεῖσθαι καλεῖται μεσημβρινός, ἐπεὶ ἡ τοιαύτη θέσις ἑκάτερον τό τε ὑπὲρ γῆν καὶ τὸ ὑπὸ γῆν ἡμισφαίριον διχοτομοῦσα καὶ τῶν νυχθημέρων τοὺς μέσους χρόνους περιέχει. ἡ δὲ δευτέρα καὶ πολυμερὴς περιεχομένη μὲν ὑπὸ τῆς πρώτης, περιέχουσα δὲ τὰς τῶν πλανωμένων πάντων σφαίρας, φερομένη μὲν ὑπὸ τῆς προειρημένης, ὡς ἔφαμεν, ἀντιπεριαγομένη δὲ εἰς τὰ ἐναντία περὶ τοὺς τοῦ λοξοῦ κύκλου πόλους, οἳ καὶ αὐτοὶ βεβηκότες ἀεὶ κατὰ τοῦ τὴν πρώτην περιγραφὴν ποιοῦντος κύκλου, τουτέστι τοῦ δι' ἀμφοτέρων τῶν πόλων, περιάγονταί τε εἰκότως σὺν αὐτῷ καὶ κατὰ τὴν εἰς τὰ ἐναντία τῆς δευτέρας φορᾶς κίνησιν τὴν αὐτὴν θέσιν ἀεὶ συντηροῦσιν τοῦ γραφομένου δι' αὐτῆς μεγίστου καὶ λοξοῦ κύκλου πρὸς τὸν ἰσημερινόν.

Ebbene, se immaginiamo un cerchio massimo descritto attraverso i poli di entrambi detti cerchi,[5] *il quale necessariamente tagli in due l'uno e l'altro, cioè l'equinoziale e quello inclinato su di esso, secondo angoli retti, saranno quattro i punti d'intersezione*[6] *del cerchio obliquo: due, tra loro diametralmente opposti, generati dall'(intersezione con l')equinoziale, detti (punti) equinoziali, di cui quello che detiene il passaggio da sud a nord è detto 'di primavera', quello opposto 'd'autunno'; due risultanti dal cerchio descritto attraverso entrambi i poli, ed anch'essi ovviamente tra loro diametralmente opposti, chiamati tropicali, di cui quello a sud dell'equinoziale è detto 'd'inverno', quello a nord 'd'estate'.*

Si riconoscerà dunque che il solo e primo trascinamento, contenente altresì gli altri tutti, è circoscritto e come determinato dal cerchio massimo passante per entrambi i poli, che rotea ed insieme fa roteare tutto il resto da oriente ad occidente intorno ai poli dell'equinoziale, ben saldi entro il cerchio detto meridiano che, differendo dal predetto in questo solo, (cioè) nel non essere in nessun caso tracciato attraverso i poli del cerchio obliquo, ed anche per essere inteso come incrociante costantemente l'orizzonte con angoli retti, è chiamato meridiano, dacché tale posizione, dividendo in due ciascun emisfero, quello sopra la terra e quello sotto la terra, contiene le metà dei tempi (di durata) di notti e dì. Il secondo multiforme (trascinamento), contenuto dal primo, contenente (a sua volta) le sfere degli erranti tutti, è trascinato dal precitato, come abbiamo detto, ma roteante in senso contrario intorno ai poli del cerchio obliquo, i quali anch'essi, sempre ben saldi al cerchio producente la prima circonvoluzione, cioè quello passante per entrambi i poli, non solo ruotano naturalmente con esso, ma, lungo il moto in senso contrario del secondo trascinamento, conservano sempre la medesima posizione del descritto cerchio massimo e obliquo rispetto al (cerchio) equinoziale.

θ'. Περὶ τῶν κατὰ μέρος καταλήψεων.

Ἡ μὲν οὖν ὁλοσχερὴς προδιάληψις ὡς ἐν κεφαλαίοις τοιαύτην ἂν ἔχοι τὴν ἔκθεσιν τῶν ὀφειλόντων προυποκεῖσθαι· μέλλοντες δὲ ἄρχεσθαι τῶν κατὰ μέρος ἀποδείξεων, ὧν πρώτην
H31 ὑπάρχειν ἡγούμεθα, δι' ἧς ἡ μεταξὺ τῶν προειρημένων πόλων περιφέρεια τοῦ δι' αὐτῶν

9. *Delle singole nozioni.*

Se, dunque, la prenozione, ancorché per sommi capi, dei principi generali presumeva l'esposizione fatta di quanto dovuto, accingendoci ora a trattare delle singole dimostrazioni, la prima delle quali reputiamo quella, con cui si coglie quanto sia ampio l'arco compreso

[5] Il cerchio massimo passante per i due poli è quello che genera la seconda coppia di punti d'intersezione, dacché la prima è data dall'intersezione tra il circolo equinoziale, cioè l'equatore, e quello obliquo, vale a dire l'eclittica.
[6] Qui σημεῖα vale σημεῖα τῆς τομῆς.

γραφομένου μεγίστου κύκλου πηλίκη τις οὖσα τυγχάνει καταλαμβάνεται, ἀναγκαῖον ὁρῶμεν προεκθέσθαι τὴν πραγματείαν τῆς πηλικότητος τῶν ἐν τῷ κύκλῳ εὐθειῶν ἅπαξ γε μελλήσοντες ἕκαστα γραμμικῶς ἀποδεικνύειν.

fra i predetti poli del cerchio massimo da essi tracciato, riconosciamo necessario far precedere il procedimento del calcolo delle rette inscritte nel cerchio, anzi, una volta per tutte, esponiamo subito ogni cosa in modo geometrico.

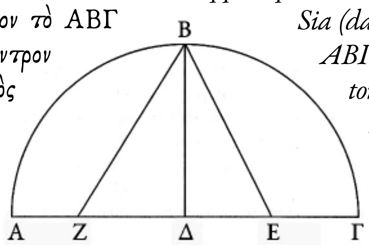
ι′. Περὶ τῆς πηλικότητος τῶν ἐν τῷ κύκλῳ εὐθειῶν.

10. *Dell'ampiezza delle rette (inscritte) in un cerchio.*

Πρὸς μὲν οὖν τὴν ἐξ ἑτοίμου χρῆσιν κανονικήν τινα μετὰ ταῦτα ἔκθεσιν ποιησόμεθα τῆς πηλικότητος αὐτῶν τὴν μὲν περίμετρον εἰς τξ′ τμήματα[1] διελόντες, παρατιθέντες δὲ τὰς ὑπὸ τὰς καθ᾽ ἡμιμοίριον παραυξήσεις τῶν περιφερειῶν ὑποτεινομένας εὐθείας, τουτέστι πόσων εἰσὶν τμημάτων ὡς τῆς διαμέτρου διὰ τὸ ἐξ αὐτῶν τῶν ἐπιλογισμῶν φανησόμενον ἐν τοῖς ἀριθμοῖς εὔχρηστον εἰς ρκ′ τμήματα διῃρημένης. πρότερον δὲ δείξομεν, πῶς ἂν ὡς ἔνι μάλιστα δι᾽ ὀλίγων καὶ τῶν αὐτῶν θεωρημάτων εὐμεθόδευτον καὶ ταχεῖαν τὴν ἐπιβολὴν τὴν πρὸς τὰς πηλικότητας αὐτῶν ποιοίμεθα, ὅπως μὴ
H32 μόνον ἐκτεθειμένα τὰ μεγέθη τῶν εὐθειῶν ἔχωμεν ἀνεπιστάτως, ἀλλὰ καὶ διὰ τῆς ἐκ τῶν γραμμῶν μεθοδικῆς αὐτῶν συστάσεως τὸν ἔλεγχον ἐξ εὐχεροῦς μεταχειριζώμεθα. καθόλου μέντοι χρησόμεθα ταῖς τῶν ἀριθμῶν ἐφόδοις κατὰ τὸν τῆς ἑξηκοντάδος τρόπον διὰ τὸ δύσχρηστον τῶν μοριασμῶν ἔτι τε τοῖς πολυπλασιασμοῖς καὶ μερισμοῖς ἀκολουθήσομεν τοῦ συνεγγίζοντος ἀεὶ καταστοχαζόμενοι, καὶ καθ᾽ ὅσον ἂν τὸ παραλειπόμενον μηδενὶ ἀξιολόγῳ διαφέρῃ τοῦ πρὸς αἴσθησιν ἀκριβοῦς.

Per il pronto utilizzo, dunque, faremo poi una qualche esposizione tabellare della loro ampiezza, dopo aver diviso la circonferenza in 360 parti,[1] *e ponendo le rette sottese a fianco degli archi corrispondenti secondo un incremento di mezzo grado, cioè di quante parti (esse rette) sono (costituite), tenendo conto che, a motivo della maggior utilità dei computi numerici, il diametro è diviso in 120 parti. Primamente mostreremo come, in virtù, quanto più sarà possibile, di pochi e i medesimi teoremi, possiamo rendere efficace e veloce il cogliere le loro ampiezze, affinché non solo le loro grandezze siano indicate senza (bisogno di ulteriori) calcoli, ma altresì con la loro sistematica risoluzione grazie alla geometria ne forniamo la prova con poca fatica. In generale faremo uso delle operazioni aritmetiche secondo il modo per sessantine a causa del difficoltoso utilizzo delle divisioni in frazioni, ed altresì terremo dietro alle moltiplicazioni e alle divisioni sempre attenendoci al risultato più approssimato, e nella misura in cui quel che è tralasciato non comporti alcuna differenza apprezzabile rispetto a quel che appare preciso ai sensi.*

Ἔστω δὴ πρῶτον ἡμικύκλιον τὸ ΑΒΓ ἐπὶ διαμέτρου τῆς ΑΔΓ περὶ κέντρον τὸ Δ, καὶ ἀπὸ τοῦ Δ τῇ ΑΓ πρὸς ὀρθὰς γωνίας ἤχθω ἡ ΔΒ, καὶ τετμήσθω δίχα ἡ ΔΓ κατὰ τὸ Ε, καὶ ἐπεζεύχθω ἡ ΕΒ, καὶ κείσθω αὐτῇ ἴση ἡ ΕΖ, καὶ ἐπεζεύχθω ἡ ΖΒ.



Sia (dato) in primo luogo un semicerchio ΑΒΓ (descritto) sul diametro ΑΔΓ intorno al centro Δ, e da Δ (insistente) su ΑΓ sia condotta (la retta) ΔΒ, e ΔΓ sia tagliata in due in Ε, e sia congiunta la (retta) ΕΒ, e giaccia (sul diametro) un'uguale (retta) ΕΖ, e sia congiunta la (retta) ΖΒ.

λέγω, ὅτι ἡ μὲν ΖΔ δεκαγώνου ἐστὶν πλευρά, ἡ δὲ ΒΖ πενταγώνου.

(Ebbene,) dico che ΖΔ è il lato di un decagono, ΒΖ (quello) di un pentagono.

ἐπεὶ γὰρ εὐθεῖα γραμμὴ ἡ ΔΓ τέτμηται δίχα κατὰ τὸ Ε, καὶ πρόσκειταί τις αὐτῇ εὐθεῖα ἡ ΔΖ, τὸ ὑπὸ τῶν ΓΖ καὶ ΖΔ περιεχόμενον ὀρθογώνιον
H33 μετὰ τοῦ ἀπὸ τῆς ΕΔ τετραγώνου ἴσον ἐστὶν τῷ ἀπὸ τῆς ΕΖ τετραγώνῳ, τουτέστιν τῷ ἀπὸ τῆς ΒΕ, ἐπεὶ ἴση ἐστὶν ἡ ΕΒ τῇ ΖΕ.[2]

Poiché la linea retta ΔΓ è tagliata in due in Ε, e le giace accanto una retta ΔΖ, il rettangolo compreso dalle rette ΓΖ e ΖΔ (sommato insieme) con il quadrato di ΕΔ è uguale al quadrato di ΕΖ, come dire a quello di ΒΕ, dacché ΕΒ è uguale a ΖΕ.[2]

---

[1] Si noti che Tolemeo, pur conoscendo il termine μοῖρα, *grado*, utilizza τμῆμα; la distinzione va rilevata se si vuol comprendere quel che segue.

[2] Ossia: $\Gamma Z \cdot Z\Delta + E\Delta^2 = EZ^2$ (secondo la *Proposizione* 6 del II Libro di Euclide: «Se si divide in due una linea retta e le si aggiunge una retta lungo la retta medesima (ἐπ᾽ εὐθείας), il rettangolo compreso da tutta la retta con quella aggiunta, insieme col quadrato della metà (della prima), è uguale al quadrato della retta composta dalla (prima) metà e dalla retta aggiunta». Ma $EZ^2 = BE^2$, essendo EB = ZE.

ἀλλὰ τῷ ἀπὸ τῆς ΕΒ τετραγώνῳ ἴσα ἐστὶ τὰ ἀπὸ τῶν ΕΔ καὶ ΔΒ τετράγωνα· τὸ ἄρα ὑπὸ τῶν ΓΖ καὶ ΖΔ περιεχόμενον ὀρθογώνιον μετὰ τοῦ ἀπὸ τῆς ΔΕ τετραγώνου ἴσον ἐστὶν τοῖς ἀπὸ τῶν ΕΔ, ΔΒ τετραγώνοις. καὶ κοινοῦ ἀφαιρεθέντος τοῦ ἀπὸ τῆς ΕΔ τετραγώνου, λοιπὸν τὸ ὑπὸ τῶν ΓΖ καὶ ΖΔ ἴσον ἐστὶν τῷ ἀπὸ τῆς ΔΒ, τουτέστιν τῷ ἀπὸ τῆς ΔΓ· ἡ ΖΓ ἄρα ἄκρον καὶ μέσον λόγον τέτμηται κατὰ τὸ Δ.[3]

ἐπεὶ οὖν ἡ τοῦ ἑξαγώνου καὶ ἡ τοῦ δεκαγώνου πλευρὰ τῶν εἰς τὸν αὐτὸν κύκλον ἐγγραφομένων ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας ἄκρον καὶ μέσον λόγον τέμνονται, ἡ δὲ ΓΔ ἐκ τοῦ κέντρου οὖσα[4] *τὴν τοῦ ἑξαγώνου περιέχει πλευράν,*[5] *ἡ ΔΖ ἄρα ἐστὶν ἴση τῇ τοῦ δεκαγώνου πλευρᾷ. ὁμοίως δέ, ἐπεὶ ἡ τοῦ πενταγώνου πλευρὰ δύναται*[6] *τήν τε τοῦ ἑξαγώνου καὶ τὴν τοῦ δεκαγώνου τῶν εἰς τὸν αὐτὸν κύκλον ἐγγραφομένων,*[7] *τοῦ δὲ ΒΔΖ ὀρθογωνίου τὸ ἀπὸ τῆς ΒΖ τετράγωνον ἴσον ἐστὶν τῷ τε ἀπὸ*
H34 *τῆς ΒΔ, ἥτις ἐστὶν ἑξαγώνου πλευρά, καὶ τῷ ἀπὸ τῆς ΔΖ, ἥτις ἐστὶν δεκαγώνου πλευρά, ἡ ΒΖ ἄρα ἴση ἐστὶν τῇ τοῦ πενταγώνου πλευρᾷ.*

ἐπεὶ οὖν, ὡς ἔφην, ὑποτιθέμεθα τὴν τοῦ κύκλου διάμετρον τμημάτων ρκʹ, γίνεται διὰ τὰ προκείμενα

ἡ μὲν ΔΕ ἡμίσεια οὖσα τῆς ἐκ τοῦ κέντρου τμημάτων λʹ καὶ τὸ ἀπ' αὐτῆς ϡʹ,

ἡ δὲ ΒΔ ἐκ τοῦ κέντρου οὖσα τμημάτων ξʹ καὶ τὸ ἀπὸ αὐτῆς ͵γχʹ,

τὸ δὲ ἀπὸ τῆς ΕΒ, τουτέστιν τὸ ἀπὸ τῆς ΕΖ, τῶν ἐπὶ τὸ αὐτὸ ͵δφʹ·

μήκει ἄρα ἔσται ἡ ΕΖ τμημάτων ξζʹ δʹ νεʹ ἔγγιστα,

καὶ λοιπὴ ἡ ΔΖ τῶν αὐτῶν λζʹ δʹ νεʹ. ἡ ἄρα τοῦ δεκαγώνου πλευρά, ὑποτείνουσα δὲ περιφέρειαν τοιούτων λϛʹ, οἵων ἐστὶν ὁ κύκλος τξʹ, τοιούτων ἔσται λζʹ δʹ νεʹ, οἵων ἡ διάμετρος ρκʹ.

πάλιν ἐπεὶ ἡ μὲν ΔΖ τμημάτων ἐστὶ λζʹ δʹ νεʹ, τὸ δὲ ἀπὸ αὐτῆς ͵ατοεʹ δʹ ιδʹ,[8] *ἔστι δὲ καὶ τὸ ἀπὸ τῆς ΔΒ τῶν αὐτῶν ͵γχʹ, ἃ συντεθέντα ποιεῖ τὸ ἀπὸ τῆς ΒΖ τετράγωνον ͵δϡοεʹ δʹ ιδʹ, μήκει*
H35 *ἄρα ἔσται ἡ ΒΖ τμημάτων οʹ λβʹ γʹ ἔγγιστα. καὶ ἡ τοῦ πενταγώνου ἄρα πλευρά, ὑποτείνουσα δὲ μοίρας*[9] *οβʹ, οἵων ἐστὶν ὁ κύκλος τξʹ, τοιούτων*

Ma al quadrato di EB sono uguali i quadrati di EΔ e ΔB; dunque il rettangolo compreso da ΓZ e ZΔ (sommato insieme) con il quadrato di ΔE è uguale ai quadrati di EΔ e ΔB. E sottratto il quadrato comune EΔ, il restante (rettangolo compreso da) ΓZ e ZΔ è uguale a quello di ΔB, cioè a quello di ΔΓ; dunque la (retta) ZΓ è tagliata in estrema e media ragione in Δ.[3]

Poiché dunque il lato dell'esagono e quello del decagono inscritti nello stesso cerchio sono tagliati sulla stessa retta in estrema e media ragione, e ΓΔ, partendo dal centro,[4] *comprende il lato dell'esagono,*[5] *allora ΔZ è uguale al lato del decagono. E similmente, poiché il lato del pentagono equivale in potenza*[6] *a quello dell'esagono e a quello del decagono inscritti nello stesso cerchio,*[7] *e nel (triangolo) rettangolo BZΔ il quadrato su BZ è uguale a quello su BΔ, che è il lato dell'esagono, sommato a quello su ΔZ, che è il lato del decagono, allora la (retta) BZ è uguale al lato del pentagono.*

Dacché, dunque, come ho detto, ipotizziamo il diametro del cerchio di 120 parti, si ha da quanto posto che:

la linea ΔE, essendo la metà della retta dal centro, è di 30^p e il (suo) quadrato di 900^p;

la retta dal centro BΔ di 60^p e il (suo) quadrato di 3600^p,

il quadrato su EB, cioè quello su EZ, è di 4500^p;

in lunghezza EZ sarà proprio, con la massima approssimazione, di 67^p 4′ 55″,

e ΔZ, che resta, delle medesime 37^p 4′ 55″. Dunque, il lato del decagono, sottendente un arco di tali 36° quali i 360° del cerchio, sarà proprio di tali 37^p 4′ 55″ quali le 120^p del diametro.

Ancora, poiché la linea ΔZ è di 37^p 4′ 55″ ed il suo quadrato di 1375^p 4′ 14″,[8] *e il quadrato di ΔB è delle stesse 3600^p, che insieme fanno il quadrato di BZ, 4975^p 4′ 14″, ne consegue che in lunghezza BZ sarà, con la massima approssimazione, di 70^p 32′ 3″. E dunque il lato del pentagono, sottendente 72°*[9] *quali i 360° del*

[3] La *Definizione* terza all'inizio del VI Libro di Euclide dice che «una retta è tagliata in estrema e media ragione quando: come l'intera (retta) sta alla parte maggiore (di essa), così la parte maggiore (sta) a quella minore». L'espressione *ἄκρον καὶ μέσον λόγον τεμεῖν* significa tagliare (una retta) secondo quella proporzione che poi si sarebbe chiamata *aurea*.

[4] Cioè: essendo il raggio. Ricordiamo che in greco non esiste un termine specifico per 'raggio' (di un cerchio): lo si denomina, infatti, 'retta dal centro'.

[5] Nel corollario (*πόρισμα*) di Eucl. IV,15 si constata che «il lato di un esagono (inscritto) è uguale alla retta dal centro del cerchio».

[6] *δύναται* ha qui il valore tecnico di 'equivale in potenza a', ossia 'equivale al quadrato di'.

[7] Eucl. 13,10: «Se si inscrive in un cerchio un pentagono equilatero, il lato del pentagono *δύναται* [= *eguaglia in potenza*, cioè elevato al quadrato] il lato dell'esagono e [= *sommato a*] quello del decagono inscritti nello stesso cerchio».

[8] Sia Halma che Heiberg accolgono la lezione con ε, cioè 15″, poiché δ del cod. D è una correzione successiva, ancorché antica. Tuttavia, siccome Tolemeo fa il quadrato di 37^p *4′ 55″*, una moltiplicazione, ed è preciso, non vi è alcuna ragione sensata per attribuirgli un errore ancorché irrilevante ai fini del calcolo.

[9] Si noti che ora l'astronomo utilizza *μοῖρα*, non *τμῆμα*.

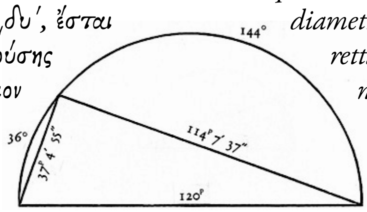
ἐστὶν ο′ λβ′ γ′, οἵων ἡ διάμετρος ρκ′.

φανερὸν δὲ αὐτόθεν, ὅτι καὶ ἡ τοῦ ἑξαγώνου πλευρά, ὑποτείνουσα δὲ μοίρας ξ′, καὶ ἴση οὖσα τῇ ἐκ τοῦ κέντρου τμημάτων ἐστὶν ξ′.

ὁμοίως δέ, ἐπεὶ ἡ μὲν τοῦ τετραγώνου πλευρά, ὑποτείνουσα δὲ μοίρας ϙ′, δυνάμει διπλασία ἐστὶν τῆς ἐκ τοῦ κέντρου, ἡ δὲ τοῦ τριγώνου πλευρά, ὑποτείνουσα δὲ μοίρας ρκ′, δυνάμει τῆς αὐτῆς ἐστιν τριπλασίων, τὸ δὲ ἀπὸ τῆς ἐκ τοῦ κέντρου τμημάτων ἐστὶν ͵γχ′, συναχθήσεται τὸ μὲν ἀπὸ τῆς τοῦ τετραγώνου πλευρᾶς ͵ζσ′, τὸ δὲ ἀπὸ τῆς τοῦ τριγώνου $\overset{\alpha}{\mathrm{M}}$ω′.

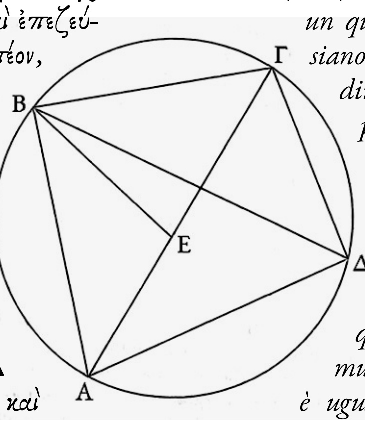
ὥστε καὶ μήκει ἡ μὲν τὰς ϙ′ μοίρας ὑποτείνουσα εὐθεῖα τοιούτων ἔσται πδ′ να′ ι′ ἔγγιστα, οἵων ἡ διάμετρος ρκ′, ἡ δὲ τὰς ρκ′ τῶν αὐτῶν ργ′ νε′ κγ′.

αἵδε μὲν οὕτως ἡμῖν ἐκ προχείρου καὶ καθ᾽ αὑτὰς[10] εἰλήφθωσαν, καὶ ἔσται φανερὸν ἐντεῦθεν, ὅτι τῶν διδομένων εὐθειῶν ἐξ εὐχεροῦς δίδονται καὶ αἱ ὑπὸ τὰς λειπούσας[11] εἰς τὸ
H36 ἡμικύκλιον περιφερείας ὑποτείνουσαι διὰ τὸ τὰ ἀπ᾽ αὐτῶν συντιθέμενα ποιεῖν τὸ ἀπὸ τῆς διαμέτρου τετράγωνον· οἷον, ἐπειδὴ ἡ ὑπὸ τὰς λϛ′ μοίρας εὐθεῖα τμημάτων ἐδείχθη λζ′ δ′ νε′ καὶ τὸ ἀπ᾽ αὐτῆς ͵ατοε′ δ′ ιδ′, τὸ δὲ ἀπὸ τῆς διαμέτρου τμημάτων ἐστὶν $\overset{\alpha}{\mathrm{M}}$ ͵δυ′, ἔσται καὶ τὸ μὲν ἀπὸ τῆς ὑποτεινούσης τὰς λειπούσας εἰς τὸ ἡμικύκλιον μοίρας ρμδ′ τῶν λοιπῶν $\overset{\alpha}{\mathrm{M}}$ ͵γκδ′ νε′ μϛ′, αὐτὴ δὲ μήκει τῶν αὐτῶν ριδ′ ζ′ λζ′ ἔγγιστα, καὶ ἐπὶ τῶν ἄλλων ὁμοίως.



ὃν δὲ τρόπον ἀπὸ τούτων καὶ αἱ λοιπαὶ τῶν κατὰ μέρος δοθήσονται, δείξομεν ἐφεξῆς προεκθέμενοι λημμάτιον εὔχρηστον πάνυ πρὸς τὴν παροῦσαν πραγματείαν.

ἔστω γὰρ κύκλος ἐγγεγραμμένον ἔχων τετράπλευρον τυχὸν τὸ ΑΒΓΔ, καὶ ἐπεζεύχθωσαν αἱ ΑΓ καὶ ΒΔ. δεικτέον, ὅτι τὸ ὑπὸ τῶν ΑΓ καὶ ΒΔ περιεχόμενον ὀρθογώνιον ἴσον ἐστὶ συναμφοτέροις τῷ τε ὑπὸ τῶν ΑΒ, ΔΓ καὶ τῷ ὑπὸ τῶν ΑΔ, ΒΓ.[12]



κείσθω γὰρ τῇ ὑπὸ τῶν ΔΒΓ γωνίᾳ ἴση ἡ ὑπὸ ΑΒΕ. ἐὰν οὖν κοινὴν προσθῶμεν τὴν ὑπὸ ΕΒΔ, ἔσται καὶ ἡ ὑπὸ ΑΒΔ γωνία ἴση τῇ ὑπὸ ΕΒΓ. ἔστιν δὲ καὶ

cerchio, è di tali $70^{p}\ 32'\ 3''$ *quali le* 120^{p} *del diametro.*

Di qui è chiaro altresì che il lato dell'esagono sottendente 60°, essendo uguale alla retta dal centro, è di 60^{p}.

Similmente, poiché il lato di un quadrato, sottendente 90°, è in potenza [= al quadrato] il doppio (di quello) della retta dal centro, e il lato del triangolo, sottendente 120°, è in potenza il triplo della medesima (retta), e il quadrato della retta dal centro è di 3600^{p}, *si concluderà che: il quadrato del lato del quadrato è di* $7200^{(p)}$, *quello del (lato del) triangolo di* $10800^{(p)}$.

Cosicché in lunghezza la retta sottendente 90° sarà, con la massima approssimazione, di tali $84^{p}\ 51'\ 10''$ *quali le* 120^{p} *del diametro, e quella (sottendente) 120° delle medesime* $103^{p}\ 55'\ 23''$.

Queste (rette) sono state così da noi trovate con facilità e tramite esse stesse,[10] *e dopo di ciò sarà chiaro che delle rette date si deducono con poca fatica anche quelle che sottendono i restanti*[11] *archi nel semicerchio, per la ragione che i loro quadrati sommati (insieme) fanno il quadrato del diametro: per esempio, dacché la retta sottendente (l'angolo di) 36° si è visto essere di* $37^{p}\ 4'\ 55''$ *ed il suo quadrato di* $1375^{p}\ 4'\ 14''$ *e il quadrato del diametro di* 14400^{p}, *il quadrato della retta sottendente i rimanenti 144° nel semicerchio sarà delle restanti* $13024^{p}\ 55'\ 46''$, *e in lunghezza essa (sarà), con la massima approssimazione, di* $114^{p}\ 7'\ 37''$. *E similmente delle altre.*

Il modo con cui saranno dedotte da queste anche le rimanenti (rette), ad una ad una, mostreremo nel seguito, premettendo un piccolo lemma davvero utile al presente lavoro.

Sia (dato) un cerchio che abbia inscritto un quadrilatero a caso ΑΒΓΔ, e vi siano stati uniti ΑΓ e ΒΔ. Bisogna dimostrare che il rettangolo compreso da(lle rette) ΑΓ e ΒΔ è uguale alla somma dei rettangoli compresi da(lle rette) ΑΒ, ΔΓ e ΑΔ, ΒΓ.[12]

Ebbene si ponga l'angolo ΑΒΕ uguale a ΔΒΓ. Se dunque vi aggiungiamo l'angolo comune ΕΒΔ, sarà che l'angolo ΑΒΔ è uguale all'angolo ΕΒΓ. Ma anche

[10] Con *καθ' αὑτάς* si vuol significare che l'una è servita per trovare la successiva. [11] Cioè *supplementari*.
[12] Questo «piccolo lemma (*λημμάτιον*)», come lo chiama Tolemeo, è noto col nome di "teorema di Tolemeo", dacché egli è il primo ad esporlo. Alcuni studiosi, però, sono incerti sulla paternità tolemaica di detto teorema: il nostro Gino Loria (*Le scienze esatte nell'antica Grecia*, Milano 1914, p. 531, n. 1) riteneva poco probabile che si trattasse di una scoperta di Tolemeo (chissà perché!...); O. Neugebauer si mostra più incerto (*cf. A History of Ancient Mathematical Astronomy*, Berlin 1975, p. 24).

H37 ἡ ὑπὸ ΒΔΑ τῇ ὑπὸ ΒΓΕ ἴση· τὸ γὰρ αὐτὸ τμῆμα ὑποτείνουσιν· ἰσογώνιον ἄρα ἐστὶν τὸ ΑΒΔ τρίγωνον τῷ ΒΓΕ τριγώνῳ. ὥστε καὶ ἀνάλογόν ἐστιν, ὡς ἡ ΒΓ πρὸς τὴν ΓΕ, οὕτως ἡ ΒΔ πρὸς τὴν ΔΑ· τὸ ἄρα ὑπὸ ΒΓ, ΑΔ ἴσον ἐστὶν τῷ ὑπὸ ΒΔ, ΓΕ.

(l'angolo) ΒΔΑ è uguale a ΒΓΕ: sottendono infatti lo stesso segmento; ne consegue che il triangolo ΑΒΔ è equiangolo al triangolo ΒΓΕ. Cosicché si ha anche, secondo proporzione, che, come ΒΓ sta a ΓΕ, così ΒΔ sta a ΔΑ; dunque il (rettangolo compreso) da ΒΓ, ΑΔ è uguale a quello (compreso) da ΒΔ, ΓΕ.

πάλιν ἐπεὶ ἴση ἐστὶν ἡ ὑπὸ ΑΒΕ γωνία τῇ ὑπὸ ΔΒΓ γωνίᾳ, ἔστιν δὲ καὶ ἡ ὑπὸ ΒΑΕ ἴση τῇ ὑπὸ ΒΔΓ, ἰσογώνιον ἄρα ἐστὶν τὸ ΑΒΕ τρίγωνον τῷ ΒΓΔ τριγώνῳ· ἀνάλογον ἄρα ἐστίν, ὡς ἡ ΒΑ πρὸς ΑΕ, ἡ ΒΔ πρὸς ΔΓ· τὸ ἄρα ὑπὸ ΒΑ, ΔΓ ἴσον ἐστὶν τῷ ὑπὸ ΒΔ, ΑΕ.

Ancora, dacché l'angolo ΑΒΕ è uguale all'angolo ΔΒΓ, e l'angolo ΒΑΕ è uguale a Β ΔΓ, ne consegue che il triangolo ΑΒΕ è equiangolo al triangolo ΒΓΔ; donde secondo proporzione si ha che, come ΒΑ sta ad ΑΕ, (così) ΒΔ (sta) a ΔΓ; ed altresì il (rettangolo compreso da) ΒΑ, ΔΓ è uguale a quello (compreso da) ΒΔ, ΑΕ.

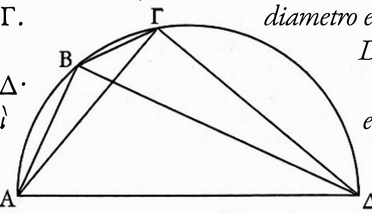
ἐδείχθη δὲ καὶ τὸ ὑπὸ ΒΓ, ΑΔ ἴσον τῷ ὑπὸ ΒΔ, ΓΕ· καὶ ὅλον ἄρα τὸ ὑπὸ ΑΓ, ΒΔ ἴσον ἐστὶν συναμφοτέροις τῷ τε ὑπὸ ΑΒ, ΔΓ καὶ τῷ ὑπὸ ΑΔ, ΒΓ· ὅπερ ἔδει δεῖξαι.

È stato dimostrato che il rettangolo ΒΓ, ΑΔ è uguale a quello (compreso) da ΒΔ, ΓΕ; pertanto l'intero (rettangolo compreso da) ΑΓ, ΒΔ è uguale alla somma del (rettangolo compreso da) ΑΒ, ΔΓ insieme con quello (compreso) da ΑΔ, ΒΓ: il che, appunto, bisognava dimostrare.

τούτου προεκτεθέντος ἔστω ἡμικύκλιον τὸ ΑΒΓΔ ἐπὶ διαμέτρου τῆς ΑΔ, καὶ ἀπὸ τοῦ Α
H38 δύο διήχθωσαν αἱ ΑΒ, ΑΓ, καὶ ἔστω ἑκατέρα αὐτῶν δοθεῖσα τῷ μεγέθει, οἵων ἡ διάμετρος δοθεῖσα ρκʹ, καὶ ἐπεζεύχθω ἡ ΒΓ.

λέγω, ὅτι καὶ αὕτη δέδοται.

ἐπεζεύχθωσαν γὰρ αἱ ΒΔ, ΓΔ· δεδομέναι ἄρα εἰσὶν δηλονότι καὶ αὗται διὰ τὸ λείπειν ἐκείνων εἰς τὸ ἡμικύκλιον.[13] ἐπεὶ οὖν ἐν κύκλῳ τετράπλευρόν ἐστιν τὸ ΑΒΓΔ, τὸ ἄρα ὑπὸ ΑΒ, ΓΔ μετὰ τοῦ ὑπὸ τῶν ΑΔ, ΒΓ ἴσον ἐστὶν τῷ ὑπὸ ΑΓ, ΒΔ. καί ἐστιν τό τε ὑπὸ τῶν ΑΓ, ΒΔ δοθὲν καὶ τὸ ὑπὸ ΑΒ, ΓΔ· καὶ λοιπὸν ἄρα τὸ ὑπὸ ΑΔ, ΒΓ δοθέν ἐστιν. καί ἐστιν ἡ ΑΔ διάμετρος· δοθεῖσα ἄρα ἐστὶν καὶ ἡ ΒΓ εὐθεῖα.[14]



Ciò premesso, sia (dato) un semicerchio ΑΒΓΔ (descritto) sul diametro ΑΔ, e da Α siano condotte due rette ΑΒ, ΑΓ, e ciascuna di esse sia espressa quanto a grandezza in parti quali le 120ᵖ del diametro e si congiunga la retta ΒΓ.

Dico che anche ΒΓ è data.

Siano congiunte le rette ΒΔ, ΓΔ; ebbene, sono manifestamente date anche queste per l'essere la parte restante di quelle (sopra dette) nell'emiciclo.[13] Poiché dunque il quadrilatero ΑΒΓΔ è (inscritto) nel cerchio, ne consegue che il rettangolo ΑΒ, ΓΔ insieme con quello ΑΔ, ΒΓ è uguale a quello (compreso) da ΑΓ, ΒΔ. Così è dato sia quello (compreso) da ΑΓ, ΒΔ che da ΑΒ, ΓΔ; e per differenza è dato anche quello (compreso) da ΑΔ, ΒΓ; e lo è anche il diametro ΑΔ: è data perciò anche la retta ΒΓ.[14]

καὶ φανερὸν ἡμῖν γέγονεν, ὅτι, ἐὰν δοθῶσιν δύο περιφέρειαι καὶ αἱ ὑπ᾽ αὐτὰς εὐθεῖαι, δοθεῖσα ἔσται καὶ ἡ τὴν ὑπεροχὴν τῶν δύο περιφερειῶν ὑποτείνουσα εὐθεῖα. δῆλον δέ, ὅτι διὰ τούτου τοῦ θεωρήματος ἄλλας τε οὐκ ὀλίγας εὐθείας ἐγγράψομεν ἀπὸ τῶν ἐν ταῖς καθ᾽ αὑτὰς
H39 δεδομένων ὑπεροχῶν καὶ δὴ καὶ τὴν ὑπὸ τὰς δώδεκα μοίρας, ἐπειδήπερ ἔχομεν τήν τε ὑπὸ τὰς ξʹ καὶ τὴν ὑπὸ τὰς οβʹ.

E ci è ora chiaro che, se sono dati due archi e le rette (sottese), è data anche la retta che sottende l'(arco) eccedente i due archi. È dunque evidente che per mezzo di questo teorema inseriremo (nella tavola) non poche altre rette (derivanti) da quelle date fra loto eccedenti, ed è proprio questo il caso della retta (sottesa) da 12 gradi, dacché abbiamo appunto sia quella (sottesa) da 60 sia quella (sottesa) da 72.

πάλιν προκείσθω δοθείσης τινὸς εὐθείας ἐν κύκλῳ τὴν ὑπὸ τὸ ἥμισυ τῆς ὑποτεινομένης περιφερείας εὐθεῖαν εὑρεῖν.[15]

Ancora, essendo data una retta in un cerchio, ci si proponga di trovare la retta dell'arco sotteso dalla metà.[15]

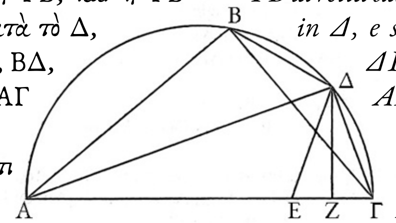
---

[13] Tolemeo qui è piuttosto serrato: egli vuol dire... "per l'essere sottendenti gli angoli supplementari degli angoli sottesi dalle rette sopra dette".

[14] Dunque: ΒΓ = [(ΑΓ • ΒΔ) – (ΑΒ • ΓΔ)]/120.

[15] Toomer fa osservare che, «sebbene la formula di Tolemeo per la corda di mezzo angolo possa essere facilmente tratta dal suo teorema generale [...], egli introduce, invece, un altro teorema che risale ad Archimede [...]. È plausibile inferire che ciò sia dovuto al fatto che quest'altro teorema fosse l'unica base delle precedenti tavole delle corde, in particolare di Ipparco» (*cf.* p. 52 n. 60).

ἔστω ἡμικύκλιον τὸ ΑΒΓ ἐπὶ διαμέτρου τῆς ΑΓ καὶ δοθεῖσα εὐθεῖα ἡ ΓΒ, καὶ ἡ ΓΒ περιφέρεια δίχα τετμήσθω κατὰ τὸ Δ, καὶ ἐπεζεύχθωσαν αἱ ΑΒ, ΑΔ, ΒΔ, ΔΓ, καὶ ἀπὸ τοῦ Δ ἐπὶ τὴν ΑΓ κάθετος ἤχθω ἡ ΔΖ.



λέγω, ὅτι ἡ ΖΓ ἡμίσειά ἐστι τῆς τῶν ΑΒ καὶ ΑΓ ὑπεροχῆς.

κείσθω γὰρ τῇ ΑΒ ἴση ἡ ΑΕ, καὶ ἐπεζεύχθω ἡ ΔΕ. ἐπεὶ ἴση ἐστὶν ἡ ΑΒ τῇ ΑΕ, κοινὴ δὲ ἡ ΑΔ, δύο δὴ αἱ ΑΒ, ΑΔ δύο ταῖς ΑΕ, ΑΔ ἴσαι εἰσὶν ἑκατέρα ἑκατέρᾳ. καὶ γωνία ἡ ὑπὸ ΒΑΔ γωνίᾳ τῇ ὑπὸ ΕΑΔ ἴση ἐστίν· καὶ βάσις ἄρα ἡ ΒΔ βάσει τῇ ΔΕ ἴση ἐστίν.

ἀλλὰ ἡ ΒΔ τῇ ΔΓ ἴση ἐστίν· καὶ ἡ ΔΓ ἄρα τῇ ΔΕ ἴση ἐστίν. ἐπεὶ οὖν ἰσοσκελοῦς ὄντος τριγώνου τοῦ ΔΕΓ ἀπὸ τῆς κορυφῆς ἐπὶ τὴν βάσιν κάθετος
H40 *ἧκται ἡ ΔΖ, ἴση ἐστὶν ἡ ΕΖ τῇ ΖΓ. ἀλλ' ἡ ΕΓ ὅλη ἡ ὑπεροχή ἐστιν τῶν ΑΒ καὶ ΑΓ εὐθειῶν· ἡ ἄρα ΖΓ ἡμίσειά ἐστιν τῆς τῶν αὐτῶν ὑπεροχῆς. ὥστε, ἐπεὶ τῆς ὑπὸ τὴν ΒΓ περιφέρειαν εὐθείας ὑποκειμένης αὐτόθεν δέδοται καὶ ἡ λείπουσα εἰς τὸ ἡμικύκλιον ἡ ΑΒ, δοθήσεται καὶ ἡ ΖΓ ἡμίσεια οὖσα τῆς τῶν ΑΓ καὶ ΑΒ ὑπεροχῆς. ἀλλ' ἐπεὶ ἐν ὀρθογωνίῳ τῷ ΑΓΔ καθέτου ἀχθείσης τῆς ΔΖ ἰσογώνιον γίνεται τὸ ΑΔΓ ὀρθογώνιον τῷ ΔΓΖ,*[16] *καί ἐστιν, ὡς ἡ ΑΓ πρὸς ΓΔ, ἡ ΓΔ πρὸς ΓΖ, τὸ ἄρα ὑπὸ τῶν ΑΓ, ΓΖ περιεχόμενον ὀρθογώνιον ἴσον ἐστὶν τῷ ἀπὸ τῆς ΓΔ τετραγώνῳ. δοθὲν δὲ τὸ ὑπὸ τῶν ΑΓ, ΓΖ· δοθὲν ἄρα ἐστὶν καὶ τὸ ἀπὸ τῆς ΓΔ τετράγωνον. ὥστε καὶ μήκει ἡ ΓΔ εὐθεῖα δοθήσεται τὴν ἡμίσειαν ὑποτείνουσα τῆς ΒΓ περιφερείας.*[17]

καὶ διὰ τούτου δὴ πάλιν τοῦ θεωρήματος ἄλλαι τε ληφθήσονται πλεῖσται κατὰ τὰς ἡμισείας τῶν προεκτεθειμένων, καὶ δὴ καὶ ἀπὸ τῆς τὰς ιβʹ μοίρας ὑποτεινούσης εὐθείας ἥ τε ὑπὸ τὰς ϛʹ καὶ ἡ ὑπὸ τὰς γʹ καὶ ἡ ὑπὸ τὴν μίαν ἥμισυ καὶ ἡ ὑπὸ τὸ ἥμισυ τέταρτον τῆς μιᾶς μοίρας.
H41 *εὑρίσκομεν δὲ ἐκ τῶν ἐπιλογισμῶν τὴν μὲν ὑπὸ τὴν μίαν ἥμισυ μοῖραν τοιούτων αʹ λδʹ ιεʹ ἔγγιστα, οἵων ἐστὶν ἡ διάμετρος ρκʹ, τὴν δὲ ὑπὸ τὸ ∟ʹ δʹ τῶν αὐτῶν ο μζʹ ηʹ.*[18]

πάλιν ἔστω κύκλος ὁ ΑΒΓΔ περὶ διάμετρον μὲν τὴν ΑΔ, κέντρον δὲ τὸ Ζ, καὶ ἀπὸ τοῦ Α ἀπειλήφθωσαν δύο περιφέρειαι δοθεῖσαι κατὰ τὸ ἑξῆς αἱ ΑΒ, ΒΓ, καὶ ἐπεζεύχθωσαν αἱ ΑΒ, ΒΓ ὑπ' αὐτὰς εὐθεῖαι καὶ αὐταὶ δεδομέναι.

λέγω, ὅτι, ἐὰν ἐπιζεύξωμεν τὴν ΑΓ, δοθήσεται καὶ αὐτή.

διήχθω γὰρ διὰ τοῦ Β διάμετρος τοῦ κύκλου ἡ ΒΖΕ, καὶ ἐπεζεύχθωσαν αἱ ΒΔ, ΔΓ, ΓΕ,

Sia ΑΒΓ il semicerchio sul diametro ΑΓ e ΓΒ la retta data, e l'arco ΓΒ sia diviso a metà in Δ, e si congiungano ΑΒ, ΑΔ, ΒΔ, ΔΓ, e dal punto Δ si conduca su ΑΓ il cateto ΔΖ.

Dico che ΖΓ è la metà della parte eccedente tra ΑΒ e ΑΓ.

Si ponga infatti la (retta) ΑΕ uguale ad ΑΒ e si congiunga la (retta) ΔΕ. Dacché ΑΒ è uguale ad ΑΕ, hanno in comune ΑΔ, e le due rette ΑΒ, ΑΔ sono uguali, l'una all'altra, ad ΑΕ, ΑΔ. E l'angolo (compreso) da ΒΑΔ è uguale all'angolo (compreso) da ΕΑΔ; e pertanto la base ΒΔ è uguale alla base ΔΕ.

Ma ΒΔ è uguale a ΔΓ, e giustappunto ΔΓ è uguale a ΔΕ. Siccome dunque, essendo ΔΕΓ un triangolo isoscele, è stato condotto il cateto ΔΖ dal vertice alla base, ΕΖ è uguale a ΖΓ. Ma ΕΓ è l'intera eccedenza tra le rette ΑΒ e ΑΓ; ed ecco che ΖΓ è la metà della loro differenza. Di qui, poiché, essendo la retta sottesa all'arco ΒΓ, se ne deduce anche la parte restante nell'emiciclo ΑΒ, sarà data anche la (retta) ΖΓ che è la metà della parte eccedente tra ΑΓ e ΑΒ. Ma siccome nel triangolo rettangolo ΑΓΔ, essendo stato condotto il cateto ΔΖ, il triangolo rettangolo ΑΔΓ diviene simile al (triangolo) ΔΓΖ,[16] *ne viene che ΑΓ sta a ΓΔ come ΓΔ a ΓΖ, cioè il rettangolo compreso da ΑΓ, ΓΖ è uguale al quadrato di ΓΔ. Ma il (rettangolo) ΑΓ, ΓΖ è dato, perciò è dato anche il quadrato di ΓΔ. Cosicché la retta sottendente la metà dell'arco ΒΓ sarà data.*[17]

E proprio in virtù di questo nuovo teorema si troverà il maggior numero delle altre rette secondo le metà degli (archi) dati, e così dalla retta sottendente 12 gradi (si deduce) quella sottesa da 6 gradi, e da 3 gradi, e da 1 grado e mezzo, e da ½ grado e un quarto. Dai calcoli troviamo che la (retta) sottesa da un grado e mezzo è, con la massima approssimazione, di $1^p\ 34'\ 15''$ *di quelle parti quali le 120 del diametro, e quella sottesa da ½ grado e ¼ (è) di* $0^p\ 47'\ 8''$ *delle stesse (parti).*[18]

Ancora, sia (dato) il cerchio ΑΒΓΔ intorno al diametro ΑΔ di centro Ζ, e da Α si prendano di seguito due archi dati ΑΒ, ΒΓ, e si congiungano le rette sottese, anch'esse date.

Dico che, se congiungiamo la (retta) ΑΓ, sarà data anch'essa.

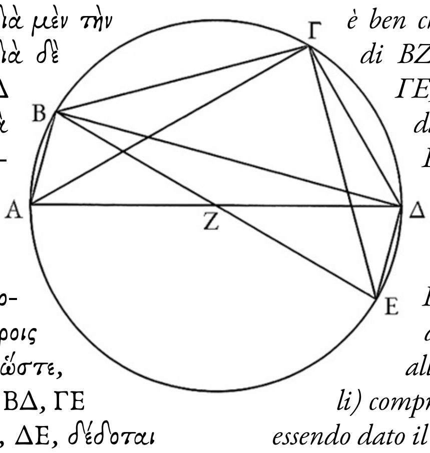
Si conduca infatti per Β il diametro del cerchio ΒΖΕ e si congiungano ΒΔ, ΔΓ, ΓΕ e ΔΕ;

---

[16] *Cf.* Eucl. 6,8.

[17] Dunque: $\Gamma\Delta = \sqrt{\mathrm{A}\Gamma \cdot \tfrac{1}{2}(\mathrm{A}\Gamma - \mathrm{AB})}$.

[18] L'approssimazione è per eccesso, poiché i secondi dovrebbero essere 7″ non 8″.



ΔΕ· δῆλον δὴ αὐτόθεν, ὅτι διὰ μὲν τὴν ΒΓ δοθήσεται καὶ ἡ ΓΕ, διὰ δὲ τὴν ΑΒ δοθήσεται ἥ τε ΒΔ καὶ ἡ ΔΕ. καὶ διὰ τὰ αὐτὰ τοῖς ἔμπροσθεν, ἐπεὶ ἐν κύκλῳ τετράπλευρόν ἐστιν τὸ ΒΓΔΕ, καὶ διηγμέναι εἰσὶν αἱ ΒΔ, ΓΕ, τὸ ὑπὸ τῶν διηγμένων περιεχόμενον ὀρθογώνιον ἴσον ἐστὶν συναμφοτέροις τοῖς ὑπὸ τῶν ἀπεναντίον· ὥστε, ἐπεὶ δεδομένου τοῦ ὑπὸ τῶν ΒΔ, ΓΕ δέδοται καὶ τὸ ὑπὸ τῶν ΒΓ, ΔΕ, δέδοται
H42 ἄρα καὶ τὸ ὑπὸ ΒΕ, ΓΔ. δέδοται δὲ καὶ ἡ ΒΕ διάμετρος, καὶ λοιπὴ ἡ ΓΔ ἔσται δεδομένη, καὶ διὰ τοῦτο καὶ ἡ λείπουσα εἰς τὸ ἡμικύκλιον ἡ ΓΑ· ὥστε, ἐὰν δοθῶσιν δύο περιφέρειαι καὶ αἱ ὑπ' αὐτὰς εὐθεῖαι, δοθήσεται καὶ ἡ συναμφοτέρας τὰς περιφερείας κατὰ σύνθεσιν ὑποτείνουσα εὐθεῖα διὰ τούτου τοῦ θεωρήματος.[19]

φανερὸν δέ, ὅτι συντιθέντες ἀεὶ μετὰ τῶν προεκτεθειμένων πασῶν τὴν ὑπὸ τὴν α' L' μοῖραν καὶ τὰς συναπτομένας ἐπιλογιζόμενοι πάσας ἁπλῶς ἐγγράψομεν, ὅσαι δὶς γινόμεναι τρίτον μέρος ἕξουσιν,[20] καὶ μόναι ἔτι περιλειφθήσονται αἱ μεταξὺ τῶν ἀνὰ α' L' μοῖραν διαστημάτων δύο καθ' ἕκαστον ἐσόμεναι, ἐπειδήπερ καθ' ἡμιμοίριον ποιούμεθα τὴν ἐγγραφήν. ὥστε, ἐὰν τὴν ὑπὸ τὸ ἡμιμοίριον εὐθεῖαν εὕρωμεν, αὕτη κατά τε τὴν σύνθεσιν καὶ τὴν ὑπεροχὴν τὴν πρὸς τὰς τὰ διαστήματα περιεχούσας καὶ δεδομένας εὐθείας καὶ τὰς λοιπὰς τὰς μεταξὺ πάσας ἡμῖν συναναπληρώσει.

ἐπεὶ δὲ δοθείσης τινὸς εὐθείας ὡς τῆς ὑπὸ τὴν α' L' μοῖραν ἡ τὸ τρίτον τῆς αὐτῆς περιφερείας ὑποτείνουσα διὰ τῶν γραμμῶν οὐ δίδοταί πως· εἰ δέ γε δυνατὸν ἦν, εἴχομεν ἂν αὐτόθεν καὶ τὴν
H43 ὑπὸ τὸ ἡμιμοίριον. πρότερον μεθοδεύσομεν τὴν ὑπὸ τὴν α' μοῖραν ἀπό τε τῆς ὑπὸ τὴν α' L' μοῖραν καὶ τῆς ὑπὸ L' δ' ὑποθέμενοι λημμάτιον, ὅ, κἂν μὴ πρὸς τὸ καθόλου δύνηται τὰς πηλικότητας ὁρίζειν, ἐπί γε τῶν οὕτως ἐλαχίστων τὸ πρὸς τὰς ὡρισμένας ἀπαράλλακτον δύναιτ' ἂν συντηρεῖν.[21]

λέγω γάρ, ὅτι, ἐὰν ἐν κύκλῳ διαχθῶσιν ἄνισοι δύο εὐθεῖαι, ἡ μείζων πρὸς τὴν ἐλάσσονα ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ἡ ἐπὶ τῆς μείζονος εὐθείας περιφέρεια πρὸς τὴν ἐπὶ τῆς ἐλάσσονος.

ἔστω γὰρ κύκλος ὁ ΑΒΓΔ, καὶ διήχθωσαν ἐν αὐτῷ δύο εὐθεῖαι ἄνισοι ἐλάσσων μὲν ἡ ΑΒ, μείζων δὲ ἡ ΒΓ.

è ben chiaro, di qui, che per mezzo di BZ sarà data anche la (retta) ΓE; e per mezzo di AB saranno date anche sia BΔ sia ΔE. E a motivo di quanto detto sopra, dacché il quadrilatero BΓΔE è (iscritto) nel cerchio e vi sono condotte le (rette) BΔ, ΓE, il rettangolo contenuto dalle (rette) condotte è uguale all'uno e all'altro (dei rettangoli) compresi dai lati opposti, cosicché, essendo dato il (rettangolo) compreso da BΔ, ΓE, è dato anche quello compreso da BΓ, ΔE, perciò è dato pure quello compreso da BE, ΓΔ. Ma è dato anche il diametro BE, e perciò la rimanente ΓΔ sarà data, e per questo anche ΓA, che è supplementare nell'emiciclo; cosicché, se due archi sono dati ed altresì le rette sottese, sarà data, con questo teorema, anche la retta che sottende per addizione entrambi gli archi.[19]

È palese che, aggiungendo sempre a tutte le rette precedentemente considerate quella di 1° ½, e calcolando le (rette) combinate, iscriveremo facilmente tutte quelle che, raddoppiate, otterranno la terza parte,[20] *e sole rimarranno ancora quelle che si troveranno tra gli intervalli di 1 ½°, due per ciascun (intervallo), dal momento che la tavola è stabilita per (ogni) mezzo grado. Cosicché, se troviamo la retta sottesa da ½°, questa, sia per addizione sia per eccedenza rispetto alle corde date e comprendenti gli intervalli, ci completerà nello stesso tempo tutte le restanti intermedie.*

Per il solo fatto che la retta sottesa da 1½° sia data, quella sottendente il terzo dell'arco non può essere comunque data per procedimento aritmetico; se fosse possibile, avremmo di lì anche quella sottesa da ½°. Per prima cosa ci occuperemo della retta sottesa da 1° ricavandola in modo razionale sia da quella di 1½° sia da quella di ½° (+) ¼° in base a un teoremino che, se non può determinare le grandezze in tutti i casi, per valori così piccoli può offrire[21] *un risultato praticamente uguale alle rette calcolate con precisione.*

Dico dunque che, se in un cerchio si conducono due rette disuguali, la maggiore rispetto alla minore ha un rapporto minore che l'arco insistente sulla maggiore ha rispetto a quello sulla minore.

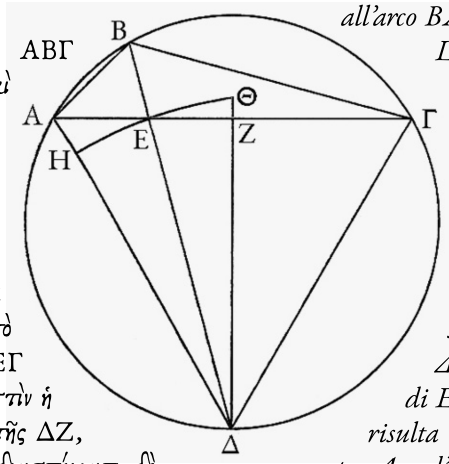
Ebbene, si dia il cerchio ABΓΔ e si conducano in esso due rette ineguali, una minore AB, ed una maggiore BΓ.

---

[19] Siccome, dunque, $ΓΔ = [(BΔ \cdot ΓE) - (BΓ \cdot ΔE)]/120$, ne viene che $ΓA = \sqrt{120^2 - ΓΔ^2}$.
[20] Cioè, saranno divisibili per 3 (1 ½° · 2 = 3°).
[21] L'uso di συντηρεῖν, della tarda grecità ed ancor oggi in uso, va notato: dal significato di *conservare* si passa a quello di *mantenere*, che si rispecchia in *offrire il necessario*.

λέγω, ὅτι ἡ ΓΒ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΒΑ εὐθεῖαν ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ἡ ΒΓ περιφέρεια πρὸς τὴν ΒΑ περιφέρειαν.

τετμήσθω γὰρ ἡ ὑπὸ ΑΒΓ γωνία δίχα ὑπὸ τῆς ΒΔ, καὶ ἐπεζεύχθωσαν ἥ τε ΑΕΓ καὶ ἡ ΑΔ καὶ ἡ ΓΔ. καὶ ἐπεὶ ἡ ὑπὸ ΑΒΓ γωνία δίχα τέτμηται ὑπὸ τῆς ΒΕΔ εὐθείας, ἴση μέν ἐστιν ἡ ΓΔ
H44 εὐθεῖα τῇ ΑΔ,[22] μείζων δὲ ἡ ΓΕ τῆς ΕΑ. ἤχθω δὴ ἀπὸ τοῦ Δ κάθετος[23] ἐπὶ τὴν ΑΕΓ ἡ ΔΖ. ἐπεὶ τοίνυν μείζων ἐστὶν ἡ μὲν ΑΔ τῆς ΕΔ, ἡ δὲ ΕΔ τῆς ΔΖ, ὁ ἄρα κέντρῳ μὲν τῷ Δ, διαστήματι δὲ τῷ ΔΕ γραφόμενος κύκλος τὴν μὲν ΑΔ τεμεῖ, ὑπερπεσεῖται δὲ τὴν ΔΖ. γεγράφθω δὴ ὁ ΗΕΘ, καὶ ἐκβεβλήσθω ἡ ΔΖΘ. καὶ ἐπεὶ ὁ μὲν ΔΕΘ τομεὺς μείζων ἐστὶν τοῦ ΔΕΖ τριγώνου, τὸ δὲ ΔΕΑ τρίγωνον μεῖζον τοῦ ΔΕΗ τομέως, τὸ ἄρα ΔΕΖ τρίγωνον πρὸς τὸ ΔΕΑ τρίγωνον ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ὁ ΔΕΘ τομεὺς πρὸς τὸν ΔΕΗ. ἀλλ' ὡς μὲν τὸ ΔΕΖ τρίγωνον πρὸς τὸ ΔΕΑ τρίγωνον, οὕτως ἡ ΕΖ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΕΑ,[24] ὡς δὲ ὁ ΔΕΘ τομεὺς πρὸς τὸν ΔΕΗ τομέα, οὕτως ἡ ὑπὸ ΖΔΕ γωνία πρὸς τὴν ὑπὸ ΕΔΑ· ἡ ἄρα ΖΕ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΕΑ ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ἡ ὑπὸ ΖΔΕ γωνία πρὸς τὴν ὑπὸ ΕΔΑ.



καὶ συνθέντι ἄρα ἡ ΖΑ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΕΑ ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ἡ ὑπὸ ΖΔΑ γωνία πρὸς τὴν ὑπὸ ΑΔΕ· καὶ τῶν ἡγουμένων τὰ διπλάσια, ἡ ΓΑ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΑΕ ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ἡ ὑπὸ ΓΔΑ γωνία πρὸς τὴν ὑπὸ ΕΔΑ· καὶ διελόντι ἡ ΓΕ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΕΑ ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ἡ ὑπὸ ΓΔΕ γωνία πρὸς τὴν ὑπὸ ΕΔΑ. ἀλλ' ὡς μὲν ἡ ΓΕ εὐθεῖα
H45 πρὸς τὴν ΕΑ, οὕτως ἡ ΓΒ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΒΑ,[25] ὡς δὲ ἡ ὑπὸ ΓΔΒ γωνία πρὸς τὴν ὑπὸ ΒΔΑ, οὕτως ἡ ΓΒ περιφέρεια πρὸς τὴν ΒΑ· ἡ ΓΒ ἄρα εὐθεῖα πρὸς τὴν ΒΑ ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ἡ ΓΒ περι φέρεια πρὸς τὴν ΒΑ περιφέρειαν.

τούτου δὴ οὖν ὑποκειμένου ἔστω κύκλος ὁ ΑΒΓ, καὶ διήχθωσαν ἐν αὐτῷ δύο εὐθεῖαι ἥ τε ΑΒ καὶ ἡ ΑΓ, ὑποκείσθω δὲ πρῶτον ἡ μὲν ΑΒ ὑποτείνουσα μιᾶς μοίρας L′δ′, ἡ δὲ ΑΓ μοῖραν α′. ἐπεὶ ἡ ΑΓ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΒΑ εὐθεῖαν ἐλάσσονα λόγον ἔχει ἤπερ ἡ ΑΓ περιφέρεια πρὸς τὴν ΑΒ, ἡ δὲ ΑΓ περιφέρεια ἐπίτριτός ἐστιν τῆς ΑΒ, ἡ

Dico che la retta ΓΒ rispetto alla (retta) ΒΑ ha un rapporto minore dell'arco ΒΓ rispetto all'arco ΒΑ.

L'angolo ΑΒΓ sia diviso in due dalla retta ΒΔ, e si congiungano ΑΕΓ, ΑΔ e ΓΔ. Siccome l'angolo ΑΒΓ è diviso in due dalla retta ΒΕΔ, da un lato la retta ΓΔ è uguale ad ΑΔ,[22] dall'altro ΓΕ è maggiore di ΕΑ. Dal punto Δ si conduca un cateto[23] su ΑΕΓ: ΔΖ. Dacché ΑΔ è maggiore di ΕΔ ed ΕΔ è maggiore di ΔΖ, risulta evidente che il cerchio di centro Δ e d'intervallo ΔΕ taglia la retta ΑΔ e cade oltre ΔΖ. Si tracci allora ΗΕΘ e si prolunghi la retta ΔΖΘ. E siccome il settore ΔΕΘ è maggiore del triangolo ΔΕΖ, ed il triangolo ΔΕΑ è maggiore del settore ΔΕΗ, ne viene che il triangolo ΔΕΖ rispetto al triangolo ΔΕΑ ha una rapporto minore del settore ΔΕΘ rispetto a DEH. Ma, come il triangolo ΔΕΖ sta al triangolo ΔΕΑ e così pure la retta ΕΖ sta ad ΕΑ,[24] del pari, come il settore ΔΕΘ sta al settore ΔΕΗ, così l'angolo compreso da ΖΔΕ sta a quello compreso da ΕΔΑ; perciò la retta ΖΕ rispetto ad ΕΑ ha un rapporto minore dell'angolo compreso da ΖΔΕ rispetto a quello compreso da ΕΔΑ.

Per addizione, perciò, la retta ΖΑ rispetto ad ΕΑ ha un rapporto minore dell'angolo compreso da ΖΔΑ rispetto a quello compreso da ΑΔΕ; e (considerando) il doppio dei primi termini, la retta ΓΑ ha un rapporto minore rispetto ad ΑΕ di quanto l'abbia l'angolo compreso da ΓΔΑ rispetto a quello compreso da ΕΔΑ; e per separazione la retta ΓΕ ha un rapporto minore rispetta ad ΕΑ di quanto l'abbia l'angolo compreso da ΓΔΕ di quello compreso da ΕΔΑ. Ma, come la retta ΓΕ sta ad ΕΑ, così la retta ΓΒ sta a ΒΑ[25] ed, altresì, come l'angolo compreso da ΓΔΒ sta a quello compreso da ΒΔΑ, così l'arco ΓΒ rispetto a ΒΑ. Come dire che la retta ΓΒ rispetto a ΒΑ ha un rapporto minore di quanto l'abbia l'arco ΓΒ rispetto all'arco ΒΑ.

Ciò posto, sia ΑΒΓ il cerchio e si conducano in esso due rette: ΑΒ e ΑΓ; si supponga in primo luogo ΑΒ sottendente ½ + ¼ di grado, ed ΑΓ (sottendente) 1°. Dacché la retta ΑΓ rispetto alla retta ΒΑ ha un rapporto minore di quanto l'abbia l'arco ΑΓ rispetto all'(arco) ΑΒ, l'arco ΑΓ è uguale ad ΑΒ + 1/3; perciò la retta ΓΑ

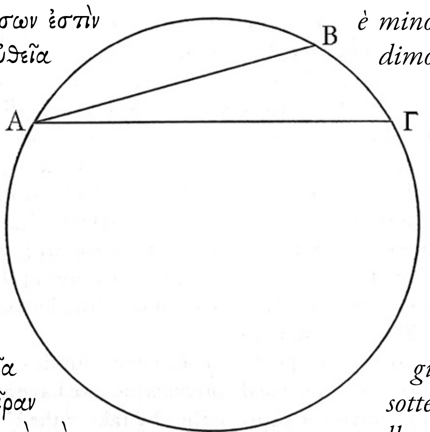
[22] Infatti, (in cerchi uguali) angoli uguali, al centro o alla circonferenza, insistono su archi eguali (Eucl. 3,26) e archi uguali sottendono corde uguali (Id. 3,29).

[23] Vale a dire, una retta perpendicolare.

[24] *Cf.* Eucl. 6,1.

[25] *Cf.* Eucl. 6,3.

ΓΑ ἄρα εὐθεῖα τῆς ΒΑ ἐλάσσων ἐστὶν ἢ ἐπίτριτος.[26] ἀλλὰ ἡ ΑΒ εὐθεῖα ἐδείχθη τοιούτων ο μζ′ η′, οἵων ἐστὶν ἡ διάμετρος ρκ′· ἡ ἄρα ΓΑ εὐθεῖα ἐλάσσων ἐστὶν τῶν αὐτῶν α′ β′ ν′· ταῦτα γὰρ ἐπίτριτά ἐστιν ἔγγιστα τῶν ο μζ′ η′.



H46 Πάλιν ἐπὶ τῆς αὐτῆς καταγραφῆς ἡ μὲν ΑΒ εὐθεῖα ὑποκείσθω ὑποτείνουσα μοῖραν α′, ἡ δὲ ΑΓ μοῖραν α′ L′. κατὰ τὰ αὐτὰ δή, ἐπεὶ ἡ ΑΓ περιφέρεια τῆς ΑΒ ἐστιν ἡμιολία,[27] ἡ ΓΑ ἄρα εὐθεῖα τῆς ΒΑ ἐλάσσων ἐστὶν ἢ ἡμιόλιος.[28] ἀλλὰ τὴν ΑΓ ἀπεδείξαμεν τοιούτων οὖσαν α′ λδ″ ιε′, οἵων ἐστὶν ἡ διάμετρος ρκ′· ἡ ἄρα ΑΒ εὐθεῖα μείζων ἐστὶν τῶν αὐτῶν α′ β′ ν′· τούτων γὰρ ἡμιόλιά ἐστιν τὰ προκείμενα α′ λδ″ ιε′.[29]

ὥστε, ἐπεὶ τῶν αὐτῶν ἐδείχθη καὶ μείζων καὶ ἐλάσσων ἡ τὴν μίαν μοῖραν ὑποτείνουσα εὐθεῖα, καὶ ταύτην δηλονότι ἕξομεν τοιούτων α′ β′ ν′ ἔγγιστα, οἵων ἐστὶν ἡ διάμετρος ρκ′, καὶ διὰ τὰ προδεδειγμένα καὶ τὴν ὑπὸ τὸ ἡμιμοίριον, ἥτις εὑρίσκεται τῶν αὐτῶν ο λα′ κε′ ἔγγιστα. καὶ συναναπληρωθήσεται τὰ λοιπά, ὡς ἔφαμεν, διαστήματα ἐκ μὲν τῆς πρὸς τὴν μίαν ἥμισυ μοῖραν λόγου ἕνεκεν ὡς ἐπὶ τοῦ πρώτου διαστήματος συνθέσεως τοῦ ἡμιμοιρίου δεικνυμένης τῆς ὑπὸ τὰς β′ μοίρας, ἐκ δὲ τῆς ὑπεροχῆς τῆς πρὸς τὰς γ′ μοίρας καὶ τῆς ὑπὸ τὰς β′ L′ διδομένης· ὡσαύτως δὲ καὶ ἐπὶ τῶν λοιπῶν.

ἡ μὲν οὖν πραγματεία τῶν ἐν τῷ κύκλῳ εὐθειῶν οὕτως ἂν οἶμαι ῥᾷστα μεταχειρισθείη.
H47 ἵνα δέ, ὡς ἔφην, ἐφ᾽ ἑκάστης τῶν χρειῶν ἐξ ἑτοίμου τὰς πηλικότητας ἔχωμεν τῶν εὐθειῶν ἐκκειμένας, κανόνια ὑποτάξομεν ἀνὰ στίχους με′ διὰ τὸ σύμμετρον, ὧν τὰ μὲν πρῶτα μέρη περιέξει τὰς πηλικότητας τῶν περιφερειῶν καθ᾽ ἡμιμοίριον παρηυξημένας, τὰ δὲ δεύτερα τὰς τῶν παρακειμένων ταῖς περιφερείαις εὐθειῶν πηλικότητας ὡς τῆς διαμέτρου τῶν ρκ′ τμημάτων ὑποκειμένης, τὰ δὲ τρίτα τὸ λ′ μέρος τῆς καθ᾽ ἕκαστον ἡμιμοίριον τῶν εὐθειῶν παραυξήσεως, ἵνα, ἔχοντες καὶ τὴν τοῦ ἑνὸς ἑξηκοστοῦ μέσην ἐπιβολὴν ἀδιαφοροῦσαν πρὸς αἴσθησιν τῆς ἀκριβοῦς, καὶ τῶν μεταξὺ τοῦ

è minore di 1/3 di ΒΑ.[26] *Ma si è dimostrato che la retta ΑΒ è di* 0^p *47′ 8″ di quelle parti quali le 120 del diametro; dunque la retta ΓΑ è minore di* 1^p *2′ 50″ di quelle stesse parti; infatti queste, con la maggiore approssimazione sono i 4/3 di* 0^p *47′ 8″.*

E ancora, nella stessa figura, si supponga la retta ΑΒ sottendente (l'arco di) 1° ed ΑΓ quello di 1½°. Per le medesime ragioni, poiché l'arco ΑΓ è sesquialtero[27] *di ΑΒ, ne consegue che la retta ΓΑ è minore d'un rapporto sesquialtero di ΒΑ.*[28] *Ma abbiamo dimostrato che ΑΓ è di* 1^p *34′ 15″ di quelle parti quali le 120 del diametro; donde la retta ΑΒ è maggiore di* 1^p *2′ 50″ delle stesse (parti); infatti, le predette* 1^p *34′ 15″ parti sono sesquialtere di queste.*[29]

Indi, poiché è stato dimostrato che la retta sottendente un grado è maggiore e minore di quelle (parti), proprio questa, ovviamente, la riterremo con la massima approssimazione di 1^p *2′ 50″ di quelle parti quali le 120 del diametro. E grazie a quanto è stato dimostrato, (avremo) anche quella sottesa da ½°, che si trova (essere) con la massima approssimazione di* 0^p *31′ 25″ delle medesime (parti). E i rimanenti intervalli saranno completati, come abbiamo detto, sia dalla retta (sottesa dall'angolo) di 2 gradi messa in evidenza – giusto per fare un esempio – per somma del primo intervallo di mezzo grado con la retta (sottesa dall'arco) di un grado e mezzo, sia dalla (retta sottesa dall'arco) di 2 ½° data dall'eccedenza (di ½°) su quella di 3 gradi. E del pari per le restanti rette.*

Il procedimento, dunque, per ricavare le rette inscritte in un cerchio sarebbe così il più facile da seguire. D'altro canto, come ho detto, al fine d'avere subito pronti per ogni utilizzo i valori delle rette, porremo qui sotto delle tavole di 45 in 45 righe, perché siano della stessa lunghezza, la cui prima casella conterrà i valori degli archi crescenti di mezzo grado, la seconda i valori delle rette affiancate agli archi secondo le 120 parti del diametro sotteso, la terza la trentesima parte dell'incremento delle rette di mezzo grado in mezzo grado, affinché, avendo altresì l'aumento medio di un sessantesimo, indifferente per i sensi rispetto a (quello) esatto, possiamo calcolare prontamente anche i valori

[26] Cioè, siccome ΑΓ/ΒΑ < arcΑΓ/arcΒΑ, ne consegue che ΓΑ è < 4ΒΑ/3. [27] Una volta e mezzo.
[28] Cioè ΓΑ < 3ΒΑ/2. [29] Vale a dire: $1^p\ 34'\ 15'' = 3/2 \cdot 1^p\ 2'\ 50''$ ($= 1^p\ 2'\ 50'' \cdot 1{,}5$).

ἡμίσους μερῶν ἐξ ἑτοίμου τὰς ἐπιβαλλούσας πηλικότητας ἐπιλογίζεσθαι δυνώμεθα.

εὐκατανόητον δ᾽, ὅτι διὰ τῶν αὐτῶν καὶ προκειμένων θεωρημάτων, κἂν ἐν δισταγμῷ γενώμεθα γραφικῆς ἁμαρτίας περί τινα τῶν ἐν τῷ κανονίῳ παρακειμένων εὐθειῶν, ῥᾳδίαν ποιησόμεθα τήν τε ἐξέτασιν καὶ τὴν ἐπανόρθωσιν ἤτοι ἀπὸ τῆς ὑπὸ τὴν διπλασίονα τῆς ἐπιζητουμένης ἢ τῆς πρὸς ἄλλας τινὰς τῶν δεδομένων ὑπεροχῆς ἢ τῆς τὴν λείπουσαν εἰς τὸ ἡμικύκλιον περιφέρειαν ὑποτεινούσης εὐθείας. καί ἔστιν ἡ τοῦ κανονίου καταγραφὴ τοιαύτη.[30]

delle parti che cadono nel mezzo.

Ben si capisce che per mezzo degli stessi teoremi sopra esposti, se sorge il dubbio di un errore di scrittura relativo ad una qualunque delle rette presenti nelle tavole, ci sarà facile sia la verifica sia la correzione vuoi dalla retta sottesa dal doppio dell'arco cercato, vuoi dall'eccedenza delle rette date rispetto ad altre o, ancora, dalla retta che sottende l'arco supplementare nel semicerchio. Ecco, qui di seguito, come appare la tavola:[30]

[30] Alla tavola delle corde si sono dedicati in molti, fra cui O. Neugebauer (*A History of Ancient Mathematical Astronomy*, I, Berlin [Springer] 1975, pp. 21÷24) e O. Pedersen (*A Survey of the* Almagest, revised edition, New York [Springer] 2011, pp. 56÷65); di un opuscolo dedicato esclusivamente al calcolo, così com'era stato fatto da Tolemeo, sono autori E. Glowatzki e H. Göttsche, *Die Sehnentafel des Klaudios Ptolemaios*, München (R. Oldenbourg Verlag) 1975. Sono, queste, trattazioni puramente matematiche, che disorientano chi è inesperto o, comunque, lontano dagli anni del liceo. L'opuscolo di Glowatzki-Göttsche dà a dirittura il testo del programma per i calcoli necessari. Insomma, lo studente che volesse provare da sé a computare le corde, come fece Tolemeo, vi rinuncia sconsolato. Riproporre le formule, pur bell'e pronte, per confrontare i risultati con quelli di Tolemeo, si può, ma sarebbe troppo lungo, tenuto conto che le corde da calcolare sono 360! Quindi vogliamo qui suggerire all'intrepido studente il modo più semplice per effettuare il calcolo delle corde, servendoci semplicemente di un Foglio del programma Excel che abbiamo tutti nel nostro elaboratore domestico. Innanzitutto, va tenuto presente che Excel non esegue calcoli sui valori sessagesimali; quindi occorre convertire i gradi sessagesimali in gradi decimali e viceversa: ad es. 1° 30′ diverrà 1,5. Online si trova il testo di entrambe le funzioni, "convert_decimal" e "convert_degree", che va semplicemente copiato premendo ALT+F11, indi "Inserisci Modulo". Un foglio Excel intesta le colonne con le lettere dell'alfabeto e le righe con i numeri. — 1. Ebbene, nella cella A1 scriviamo "0,5" (= 0° 30′); nella cella A2 "= A1+0,5"; quindi, con COPIA-INCOLLA possiamo riempire in pochi secondi le prime 360 celle della colonna A, che rappresentano i gradi decimali da 0° a 180°, ogni mezzo grado. — 2. Siccome, per semplificare, la corda tolemaica è uguale al doppio del seno della metà dell'arco sotteso, nella casella B1 scriviamo "= A1/2"; quindi, con COPIA-INCOLLA riempiamo le celle da B2 fino a B360, ed avremo in gradi decimali la metà dell'arco corrispondente in A. — 3. Nella cella C1 inseriamo la seguente formuletta: "=((SEN((B1)*PI.GRECO()/180))*2)*60", e con COPIA-INCOLLA riempiamo le celle da C2 fino a C360, in cui leggeremo il valore in gradi decimali delle singole corde, compreso tra 0^p e 120^p, secondo l'ipotesi del diametro di 120^p. — 4. Per un confronto rapido con i valori tolemaici, nella cella D1 inseriamo la funzione "convert_degree(C1)", procedendo, come sopra, al COPIA-INCOLLA: otterremo così il valore delle corde in gradi/parti, primi e secondi. Dunque in pochi minuti avremo la nostra tavola delle corde, senza troppe complicazioni.

Per calcolare i *sessantesimi*, ossia «la trentesima parte dell'incremento delle rette di mezzo grado in mezzo grado», occorre un ulteriore piccolo sforzo. — Nella cella E inseriamo "(C2-C1)/30", quindi riempiamo come sopra le celle E2÷E360, che restituiranno in gradi/parti decimali l'incremento detto. A questo punto, convertire i gradi/parti decimali in gradi sessagesimali non servirebbe, perché Ecxel tronca i decimali approssimandoli al secondo, vanificando il nostro scopo: quindi occorre procedere alla conversione dei valori decimali in modo, per così dire, manuale (viene sottintesa la funzione COPIA-INCOLLA). — 1. Nella cella F1 scriviamo "=ARROTONDA.PER.DIF(E1;0)". — 2. Nella cella G1 "ARROTONDA.PER.DIF((E1-F1)*60;0)". — 3. Nella cella H1 "=ARROTONDA.PER.DIF((((E1-F1)*60)-G1)*60;0)". — 4. Nella cella I1 "=ARROTONDA.PER.DIF((((((E1-F1)*60)-G1)*60)-H1)*60;0)". — 5. Da ultimo, nella cella J1 "(((((((E1-F1)*60)-G1)*60)-H1)*60)-I1)*60". Per concludere, nelle colonne G, H ed I avremo i primi, i secondi e i terzi dell'incremento, mentre i quarti, con i loro decimali, della colonna J permetteranno di valutare l'arrotondamento effettuato sui terzi.

H48 *ιαʹ. κανόνιον τῶν ἐν τῷ κύκλῳ εὐθειῶν.*

II. *Tavola delle rette (inscritte) in un cerchio.*

	περιφεριῶν	εὐθειῶν			ἑξηκοστῶν				*archi*	*rette*			*sessantesimi*			
	L′	ο	λα	κε	ο	α	β	ν	½°	0ᵖ	31′	25″	0ᵖ	1′	2″	50‴
	α	α	β	ν	ο	α	β	ν	1	1	2	50	0	1	2	50
	αL′	α	λδ	ιε	ο	α	β	ν	1½	1	34	15	0	1	2	50
	β	β	ε	μ	ο	α	β	ν	2	2	5	40	0	1	2	50
	βL′	β	λζ	δ	ο	α	β	μη	2½	2	37	4	0	1	2	48
	γ	γ	η	κη	ο	α	β	μη	3	3	8	28	0	1	2	48
	γL′	γ	λθ	νβ	ο	α	β	μη	3½	3	39	52	0	1	2	48
	δ	δ	ια	ιϛ	ο	α	β	μζ	4	4	11	16	0	1	2	47
	δL′	δ	μβ	μ	ο	α	β	μζ	4½	4	42	40	0	1	2	47
	ε	ε	ιδ	δ	ο	α	β	μϛ	5	5	14	4	0	1	2	46
	εL′	ε	με	κζ	ο	α	β	με	5½	5	45	27	0	1	2	45
	ϛ	ϛ	ιϛ	μθ	ο	α	β	μδ	6	6	16	49	0	1	2	44
	ϛL′	ϛ	μη	ια	ο	α	β	μγ	6½	6	48	11	0	1	2	43
	ζ	ζ	ιθ	λγ	ο	α	β	μβ	7	7	19	33	0	1	2	42
	ζL′	ζ	ν	νδ	ο	α	β	μα	7½	7	50	54	0	1	2	41
	η	η	κβ	ιε	ο	α	β	μ	8	8	22	15	0	1	2	40
	ηL′	η	νγ	λε	ο	α	β	λθ	8½	8	53	35	0	1	2	39
	θ	θ	κδ	νδ*	ο	α	β	λη	9	9	24	54*	0	1	2	38
	θL′	θ	νϛ	ιγ	ο	α	β	λζ	9½	9	56	13	0	1	2	37
	ι	ι	κζ	λβ	ο	α	β	λε	10	10	27	32	0	1	2	35
	ιL′	ι	νη	μθ	ο	α	β	λγ	10½	10	58	49	0	1	2	33
	ια	ια	λ	ε	ο	α	β	λβ	11	11	30	5	0	1	2	32
	ιαL′	ιβ	α	κα	ο	α	β	λ	11½	12	1	21	0	1	2	30
	ιβ	ιβ	λβ	λϛ	ο	α	β	κη	12	12	32	36	0	1	2	28
H49	ιβL′	ιγ	γ	ν	ο	α	β	κζ	12½	13	3	50	0	1	2	27
	ιγ	ιγ	λε	δ	ο	α	β	κε	13	13	35	4	0	1	2	25
	ιγL′	ιδ	ϛ	ιϛ	ο	α	β	κγ	13½	14	6	16	0	1	2	23
	ιδ	ιδ	λζ	κζ	ο	α	β	κα	14	14	37	27	0	1	2	21
	ιδL′	ιε	η	λη	ο	α	β	ιθ	14½	15	8	38	0	1	2	19
	ιε	ιε	λθ	μζ	ο	α	β	ιζ	15	15	39	47	0	1	2	17
	ιεL′	ιϛ	ι	νϛ	ο	α	β	ιε	15½	16	10	56	0	1	2	15
	ιϛ	ιϛ	μβ	γ	ο	α	β	ιγ	16	16	42	3	0	1	2	13
	ιϛL′	ιζ	ιγ	θ	ο	α	β	ι	16½	17	13	9	0	1	2	10
	ιζ	ιζ	μδ	ιδ	ο	α	β	ζ	17	17	44	14	0	1	2	7
	ιζL′	ιη	ιε	ιζ	ο	α	β	ε	17½	18	15	17	0	1	2	5
	ιη	ιη	μϛ	ιθ	ο	α	β	β	18	18	46	19	0	1	2	2
	ιηL′	ιθ	ιζ	κα	ο	α	β	ο	18½	19	17	21	0	1	2	0
	ιθ	ιθ	μη	κα	ο	α	α	νζ	19	19	48	21	0	1	1	57
	ιθL′	κ	ιθ	ιθ	ο	α	α	νδ	19½	20	19	19	0	1	1	54
	κ	κ	ν	ιϛ	ο	α	α	να	20	20	50	16	0	1	1	51
	κL′	κα	κα	ια	ο	α	α	μη	20½	21	21	11	0	1	1	48
	κα	κα	νβ	ϛ	ο	α	α	με	21	21	52	6	0	1	1	45
	καL′	κβ	κβ	νη	ο	α	α	μβ	21½	22	22	58	0	1	1	42
	κβ	κβ	νγ	μθ	ο	α	α	λθ	22	22	53	49	0	1	1	39
	κβL′	κγ	κδ	λθ	ο	α	α	λϛ	22½	23	24	39	0	1	1	36

* Heiberg legge *να* anziché seguire il cod. D che dà la corretta lezione *νδ*: è un palese errore dello scriba o del copista.

(κανόνιον τῶν εὐθειῶν) *(Tavola delle rette)*

	περιφεριῶν	εὐθειῶν			ἑξηκοστῶν				*archi*	*rette*			*sessantesimi*			
H50	κγ	κγ	νε	κζ	ο	α	α	λγ	23°	23^p	55′	27″	0^p	1′	1″	33‴
	κγL′	κδ	κϛ	ιγ	ο	α	α	λ	23½	24	26	13	0	1	1	30
	κδ	κδ	νϛ	νη	ο	α	α	κϛ	24	24	56	58	0	1	1	26
	κδL′	κε	κζ	μα	ο	α	α	κβ	24½	25	27	41	0	1	1	22
	κε	κε	νη	κβ	ο	α	α	ιϑ	25	25	58	22	0	1	1	19
	κεL′	κϛ	κϑ	α	ο	α	α	ιε	25½	26	29	1	0	1	1	15
	κϛ	κϛ	νϑ	λη	ο	α	α	ια	26	26	59	38	0	1	1	11
	κϛL′	κζ	λ	ιδ	ο	α	α	η	26½	27	30	14	0	1	1	8
	κζ	κη	ο	μη	ο	α	α	δ	27	28	0	48	0	1	1	4
	κζL′	κη	λα	κ	ο	α	α	ο	27½	28	31	20	0	1	1	0
	κη	κϑ	α	λ	ο	α	ο	νϛ	28	29	1	50	0	1	0	56
	κηL′	κϑ	λβ	ιη	ο	α	ο	νβ	28½	29	32	18	0	1	0	52
	κϑ	λ	β	μδ	ο	α	ο	μη	29	30	2	44	0	1	0	48
	κϑL′	λ	λγ	η	ο	α	ο	μδ	29½	30	33	8	0	1	0	44
	λ	λα	γ	λ	ο	α	ο	μ	30	31	3	30	0	1	0	40
	λL′	λα	λγ	ν	ο	α	ο	λε	30½	31	33	50	0	1	0	35
	λα	λβ	δ	η	ο	α	ο	λα	31	32	4	8	0	1	0	31
	λαL′	λβ	λδ	κβ	ο	α	ο	κζ	31½	32	34	22	0	1	0	27
	λβ	λγ	δ	λε	ο	α	ο	κβ	32	33	4	35	0	1	0	22
	λβL′	λγ	λδ	μϛ	ο	α	ο	ιζ	32½	33	34	46	0	1	0	17
	λγ	λδ	δ	νε	ο	α	ο	ιβ	33	34	4	55	0	1	0	12
	λγL′	λδ	λε	α	ο	α	ο	η	33½	34	35	1	0	1	0	8
	λδ	λε	ε	ε	ο	α	ο	γ	34	35	5	5	0	1	0	3
	λδL′	λε	λε	ϛ	ο	ο	νϑ	νζ	34½	35	35	6	0	0	59	57
H51	λε	λϛ	ε	ε	ο	ο	νϑ	νβ	35	36	5	5	0	0	59	52
	λεL′	λϛ	λε	α	ο	ο	νϑ	μη	35½	36	35	1	0	0	59	48
	λϛ	λζ	δ	εε	ο	ο	νϑ	μγ	36	37	4	55	0	0	59	43
	λϛL′	λζ	λδ	μζ	ο	ο	νϑ	λη	36½	37	34	47	0	0	59	38
	λζ	λη	δ	λϛ	ο	ο	νϑ	λβ	37	38	4	36	0	0	59	32
	λζL′	λη	λδ	κβ	ο	ο	νϑ	κζ	37½	38	34	22	0	0	59	27
	λη	λϑ	δ	ε	ο	ο	νϑ	κβ	38	39	4	5	0	0	59	22
	ληL′	λϑ	λγ	μϛ	ο	ο	νϑ	ιϛ	38½	39	33	46	0	0	59	16
	λϑ	μ	γ	κε	ο	ο	νϑ	ια	39	40	3	25	0	0	59	11
	λϑL′	μ	λγ	ο	ο	ο	νϑ	ε	39½	40	33	0	0	0	59	5
	μ	μα	β	λγ	ο	ο	νϑ	ο	40	41	2	33	0	0	59	0
	μL′	μα	λβ	γ	ο	ο	νη	νδ	40½	41	32	3	0	0	58	54
	μα	μβ	α	λ	ο	ο	νη	μη	41	42	1	30	0	0	58	48
	μαL′	μβ	λ	νδ	ο	ο	νη	μβ	41½	42	30	54	0	0	58	42
	μβ	μγ	ο	ιε	ο	ο	νη	λϛ	42	43	0	15	0	0	58	36
	μβL′	μγ	κϑ	λγ	ο	ο	νη	λα	42½	43	29	33	0	0	58	31
	μγ	μγ	νη	μϑ	ο	ο	νη	κε	43	43	58	49	0	0	58	25
	μγL′	μδ	κη	α	ο	ο	νη	ιη	43½	44	28	1	0	0	58	18
	μδ	μδ	νζ	ι	ο	ο	νη	ιβ	44	44	57	10	0	0	58	12
	μδL′	με	κϛ	ιϛ	ο	ο	νη	ϛ	44½	45	26	16	0	0	58	6
	με	με	νε	ιϑ	ο	ο	νη	ο	45	45	55	19	0	0	58	0

(κανόνιον τῶν εὐθειῶν) *(Tavola delle rette)*

	περιφεριῶν	εὐθειῶν			ἑξηκοστῶν				*archi*	*rette*			*sessantesimi*			
H52	μεL′	μϛ	κδ	ιθ	ο	ο	νζ	νδ	45½°	46^{p}	$24'$	$19''$	0^{p}	$0'$	$57''$	$54'''$
	μϛ	μϛ	νγ	ιϛ	ο	ο	νζ	μζ	46	46	53	16	0	0	57	47
	μϛL′	μζ	κβ	θ	ο	ο	νζ	μα	46½	47	22	9	0	0	57	41
	μζ	μζ	να	ο	ο	ο	νζ	λδ	47	47	51	0	0	0	57	34
	μζL′	μη	ιθ	μζ	ο	ο	νζ	κζ	47½	48	19	47	0	0	57	27
	μη	μη	μη	λ	ο	ο	νζ	κα	48	48	48	30	0	0	57	21
	μηL′	μθ	ιζ	ια	ο	ο	νζ	ιδ	48½	49	17	11	0	0	57	14
	μθ	μθ	με	μη	ο	ο	νζ	ζ	49	49	45	48	0	0	57	7
	μθL′	ν	ιδ	κα	ο	ο	νζ	ο	49½	50	14	21	0	0	57	0
	ν	ν	μβ	να	ο	ο	νϛ	νγ	50	50	42	51	0	0	56	53
	νL′	να	ια	ιη	ο	ο	νϛ	μϛ	50½	51	11	18	0	0	56	46
	να	να	λθ	μβ	ο	ο	νϛ	λθ	51	51	39	42	0	0	56	39
	ναL′	νβ	η	ο	ο	ο	νϛ	λβ	51½	52	8	0	0	0	56	32
	νβ	νβ	λϛ	ιϛ	ο	ο	νϛ	κε	52	52	36	16	0	0	56	25
	νβL′	νγ	δ	κθ	ο	ο	νϛ	ιη	52½	53	4	29	0	0	56	18
	νγ	νγ	λβ	λη	ο	ο	νϛ	ι	53	53	32	38	0	0	56	10
	νγL′	νδ	ο	μγ	ο	ο	νϛ	γ	53½	54	0	43	0	0	56	3
	νδ	νδ	κη	μδ	ο	ο	νε	νε	54	54	28	44	0	0	55	55
	νδL′	νδ	νϛ	μβ	ο	ο	νε	μη	54½	54	56	42	0	0	55	48
	νε	νε	κδ	λϛ	ο	ο	νε	μ	55	55	24	36	0	0	55	40
	νεL′	νε	νβ	κϛ	ο	ο	νε	λγ	55½	55	52	26	0	0	55	33
	νϛ	νϛ	κ	ιβ	ο	ο	νε	κε	56	56	20	12	0	0	55	25
	νϛL′	νϛ	μζ	νδ	ο	ο	νε	ιζ	56½	56	47	54	0	0	55	17
	νζ	νζ	ιε	λγ	ο	ο	νε	θ	57	57	15	33	0	0	55	9
H53	νζL′	νζ	μγ	ζ	ο	ο	νε	α	57½	57	43	7	0	0	55	1
	νη	νη	ι	λη	ο	ο	νδ	νγ	58	58	10	38	0	0	54	53
	νηL′	νη	λη	ε	ο	ο	νδ	με	58½	58	38	5	0	0	54	45
	νθ	νθ	ε	κζ	ο	ο	νδ	λζ	59	59	5	27	0	0	54	37
	νθL′	νθ	λβ	με	ο	ο	νδ	κθ	59½	59	32	45	0	0	54	29
	ξ	ξ	ο	ο	ο	ο	νδ	κα	60	60	0	0	0	0	54	21
	ξL′	ξ	κζ	ια	ο	ο	νδ	ιβ	60½	60	27	11	0	0	54	12
	ξα	ξ	νδ	ιζ	ο	ο	νδ	δ	61	60	54	17	0	0	54	4
	ξαL′	ξα	κα	ιθ	ο	ο	νγ	νϛ	61½	61	21	19	0	0	53	56
	ξβ	ξα	μη	ιζ	ο	ο	νγ	μζ	62	61	48	17	0	0	53	47
	ξβL′	ξβ	ιε	ι	ο	ο	νγ	λθ	62½	62	15	10	0	0	53	39
	ξγ	ξβ	μβ	ο	ο	ο	νγ	λ	63	62	42	0	0	0	53	30
	ξγL′	ξγ	η	με	ο	ο	νγ	κβ	63½	63	8	45	0	0	53	22
	ξδ	ξγ	λε	κε	ο	ο	νγ	ιγ	64	63	35	25	0	0	53	13
	ξδL′	ξδ	β	β	ο	ο	νγ	δ	64½	64	2	2	0	0	53	4
	ξε	ξδ	κη	λδ	ο	ο	νβ	νε	65	64	28	34	0	0	52	55
	ξεL′	ξδ	νε	α	ο	ο	νβ	μϛ	65½	64	55	1	0	0	52	46
	ξϛ	ξε	κα	κδ	ο	ο	νβ	λζ	66	65	21	24	0	0	52	37
	ξϛL′	ξε	μζ	μγ	ο	ο	νβ	κη	66½	65	47	43	0	0	52	28
	ξζ	ξϛ	ιγ	νζ	ο	ο	νβ	ιθ	67	66	13	57	0	0	52	19
	ξζL′	ξϛ	μ	ζ	ο	ο	νβ	ι	67½	66	40	7	0	0	52	10

(κανόνιον τῶν εὐθειῶν) *(Tavola delle rette)*

	περιφεριῶν	εὐθειῶν			ἑξηκοστῶν				*archi*	*rette*			*sessantesimi*			
H54	ξη	ξζ	ς	ιβ	ο	ο	νβ	α	68°	67^p	6′	12″	0^p	0′	52″	1‴
	ξηL′	ξζ	λβ	ιβ	ο	ο	να	νβ	68½	67	32	12	0	0	51	52
	ξθ	ξζ	νη	η	ο	ο	να	μγ	69	67	58	8	0	0	51	43
	ξθL′	ξη	κγ	νθ	ο	ο	να	λγ	69½°	68	23	59	0	0	51	33
	ο	ξη	μθ	με	ο	ο	να	κγ	70	68	49	45	0	0	51	23
	οL′	ξθ	ιε	κζ	ο	ο	να	ιδ	70½	69	15	27	0	0	51	14
	οα	ξθ	μα	δ	ο	ο	να	δ	71	69	41	4	0	0	51	4
	οαL′	ο	ς	λς	ο	ο	ν	νε	71½	70	6	36	0	0	50	55
	οβ	ο	λβ	δ	ο	ο	ν	με	72	70	32	3	0	0	50	45
	οβL′	ο	νζ	κς	ο	ο	ν	λε	72½	70	57	26	0	0	50	35
	ογ	οα	κβ	μδ	ο	ο	ν	κς	73	71	22	44	0	0	50	26
	ογL′	οα	μζ	νς	ο	ο	ν	ις	73½	71	47	56	0	0	50	16
	οδ	οβ	ιγ	δ	ο	ο	ν	ς	74	72	13	4	0	0	50	6
	οδL′	οβ	λη	ζ	ο	ο	μθ	νς	74½	72	38	7	0	0	49	56
	οε	ογ	γ	ε	ο	ο	μθ	μς	75	73	3	5	0	0	49	46
	οεL′	ογ	κζ	νη	ο	ο	μθ	λς	75½	73	27	58	0	0	49	36
	ος	ογ	νβ	μς	ο	ο	μθ	κς	76	73	52	46	0	0	49	26
	οςL′	οδ	ιζ	κθ	ο	ο	μθ	ις	76½	74	17	29	0	0	49	16
	οζ	οδ	μβ	ζ	ο	ο	μθ	ς	77	74	42	7	0	0	49	6
	οζL′	οε	ς	λθ	ο	ο	μη	νε	77½	75	6	39	0	0	48	55
	οη	οε	λα	ζ	ο	ο	μη	με	78	75	31	7	0	0	48	45
	οηL′	οε	νε	κθ	ο	ο	μη	λδ	78½	75	55	29	0	0	48	34
	οθ	ος	ιθ	μς	ο	ο	μη	κδ	79	76	19	46	0	0	48	24
	οθL′	ος	μγ	νη	ο	ο	μη	ιγ	79½	76	43	58	0	0	48	13
H55	π	οζ	η	ε	ο	ο	μη	γ	80	77	8	5	0	0	48	3
	πL′	οζ	λβ	ς	ο	ο	μζ	νβ	80½	77	32	6	0	0	47	52
	πα	οζ	νς	β	ο	ο	μζ	μα	81	77	56	2	0	0	47	41
	παL′	οη	ιθ	νβ	ο	ο	μζ	λα	81½	78	19	52	0	0	47	31
	πβ	οη	μγ	λη	ο	ο	μζ	κ	82	78	43	38	0	0	47	20
	πβL′	οθ	ζ	ιη	ο	ο	μζ	θ	82½	79	7	18	0	0	47	9
	πγ	οθ	λ	νβ	ο	ο	μς	νη	83	79	30	52	0	0	46	58
	πγL′	οθ	νδ	κα	ο	ο	μς	μζ	83½	79	54	21	0	0	46	47
	πδ	π	ιζ	με	ο	ο	μς	λς	84	80	17	45	0	0	46	36
	πδL′	π	μα	γ	ο	ο	μς	κε	84½	80	41	3	0	0	46	25
	πε	πα	δ	ιε	ο	ο	μς	ιδ	85	81	4	15	0	0	46	14
	πεL′	πα	κζ	κβ	ο	ο	μς	γ	85½	81	27	22	0	0	46	3
	πς	πα	ν	κδ	ο	ο	με	νβ	86	81	50	24	0	0	45	52
	πςL′	πβ	ιγ	ιθ	ο	ο	με	μ	86½	82	13	19	0	0	45	40
	πζ	πβ	λς	θ	ο	ο	με	κθ	87	82	36	9	0	0	45	29
	πζL′	πβ	νη	νδ	ο	ο	με	ιη	87½	82	58	54	0	0	45	18
	πη	πγ	κα	λγ	ο	ο	με	ς	88	83	21	33	0	0	45	6
	πηL′	πγ	μδ*	δ	ο	ο	μδ	νε	88½	83	44*	4	0	0	44	55
	πθ	πδ	ς	λβ	ο	ο	μδ	μγ	89	84	6	32	0	0	44	43
	πθL′	πδ	κη	νδ	ο	ο	μδ	λα	89½	84	28	54	0	0	44	31
	ϙ	πδ	να	ι	ο	ο	μδ	κ	90	84	51	10	0	0	44	20

* Heiberg accoglie μα, ma si tratta del medesimo palese errore dello scriba o del copista segnalato più sopra (*v.* 9°).

(κανόνιον τῶν εὐθειῶν) *(Tavola delle rette)*

	περιφεριῶν	εὐθειῶν			ἑξηκοστῶν				archi	rette			sessantesimi			
H56	ϙ∠′	πε	ιγ	κ	ο	ο	μδ	η	90½°	85^{p}	13′	20″	0^{p}	0′	44″	8‴
	ϙα	πε	λε	κδ	ο	ο	μγ	νζ	91	85	35	24	0	0	43	57
	ϙα∠′	πε	νζ	κγ	ο	ο	μγ	με	91½	85	57	23	0	0	43	45
	ϙβ	πϛ	ιθ	ιε	ο	ο	μγ	λγ	92	86	19	15	0	0	43	33
	ϙβ∠′	πϛ	μα	β	ο	ο	μγ	κα	92½	86	41	2	0	0	43	21
	ϙγ	πζ	β	μβ	ο	ο	μγ	θ	93	87	2	42	0	0	43	9
	ϙγ∠′	πζ	κδ	ιζ	ο	ο	μβ	νζ	93½	87	24	17	0	0	42	57
	ϙδ	πζ	με	με	ο	ο	μβ	με	94	87	45	45	0	0	42	45
	ϙδ∠′	πη	ζ	ζ	ο	ο	μβ	λγ	94½	88	7	7	0	0	42	33
	ϙε	πη	κη	κδ	ο	ο	μβ	κα	95	88	28	24	0	0	42	21
	ϙε∠′	πη	μθ	λδ	ο	ο	μβ	θ	95½	88	49	34	0	0	42	9
	ϙϛ	πθ	ι	λθ	ο	ο	μα	νζ	96	89	10	39	0	0	41	57
	ϙϛ∠′	πθ	λα	λζ	ο	ο	μα	με	96½	89	31	37	0	0	41	45
	ϙζ	πθ	νβ	κθ*	ο	ο	μα	λγ	97	89	52	29*	0	0	41	33
	ϙζ∠′	ϙ	ιγ	ιε	ο	ο	μα	κα	97½	90	13	15	0	0	41	21
	ϙη	ϙ	λγ	νε	ο	ο	μα	η	98	90	33	55	0	0	41	8
	ϙη∠′	ϙ	νδ	κθ	ο	ο	μ	νε	98½	90	54	29	0	0	40	55
	ϙθ	ϙα	ιδ	νϛ	ο	ο	μ	μβ	99	91	14	56	0	0	40	42
	ϙθ∠′	ϙα	λε	ιζ	ο	ο	μ	λ	99½	91	35	17	0	0	40	30
	ρ	ϙα	νε	λβ	ο	ο	μ	ιζ	100	91	55	32	0	0	40	17
	ρ∠′	ϙβ	ιε	μ	ο	ο	μ	δ	100½	92	15	40	0	0	40	4
	ρα	ϙβ	λε	μβ	ο	ο	λθ	νβ	101	92	35	42	0	0	39	52
	ρα∠′	ϙβ	νε	λη	ο	ο	λθ	λθ	101½	92	55	38	0	0	39	39
	ρβ	ϙγ	ιε	κζ	ο	ο	λθ	κϛ	102	93	15	27	0	0	39	26
H57	ρβ∠′	ϙγ	λε	ια	ο	ο	λθ	ιγ	102½	93	35	11	0	0	39	13
	ργ	ϙγ	νδ	μζ	ο	ο	λθ	ο	103	93	54	47	0	0	39	0
	ργ∠′	ϙδ	ιδ	ιζ	ο	ο	λη	μζ	103½	94	14	17	0	0	38	47
	ρδ	ϙδ	λγ	μα	ο	ο	λη	λδ	104	94	33	21	0	0	38	34
	ρδ∠′	ϙδ	νβ	νη	ο	ο	λη	κα	104½	94	52	58	0	0	38	21
	ρε	ϙε	ιβ	θ	ο	ο	λη	η	105	95	12	9	0	0	38	8
	ρε∠′	ϙε	λα	ιγ	ο	ο	λζ	νε	105½	95	31	13	0	0	37	55
	ρϛ	ϙε	ν	ια	ο	ο	λζ	μβ	106	95	50	11	0	0	37	42
	ρϛ∠′	ϙϛ	θ	β	ο	ο	λζ	κθ	106½	96	9	2	0	0	37	29
	ρζ	ϙϛ	κζ	μζ	ο	ο	λζ	ιϛ	107	96	27	47	0	0	37	16
	ρζ∠′	ϙϛ	μϛ	κδ	ο	ο	λζ	γ	107½	96	46	24	0	0	37	3
	ρη	ϙζ	δ	νϛ†	ο	ο	λϛ	ν	108	97	4	56†	0	0	36	50
	ρη∠′	ϙζ	κγ	κ	ο	ο	λϛ	λϛ	108½	97	23	20	0	0	36	36
	ρθ	ϙζ	μα	λη	ο	ο	λϛ	κγ	109	97	41	38	0	0	36	23
	ρθ∠′	ϙζ	νθ	μθ	ο	ο	λϛ	θ	109½	97	59	49	0	0	36	9
	ρι	ϙη	ιζ	νδ	ο	ο	λε	νϛ	110	98	17	54	0	0	35	56
	ρι∠′	ϙη	λε	νβ	ο	ο	λε	μβ	110½	98	35	52	0	0	35	42
	ρια	ϙη	νγ	μγ	ο	ο	λε	κθ	111	98	53	43	0	0	35	29
	ρια∠′	ϙθ	ια	κζ	ο	ο	λε	ιε	111½	99	11	27	0	0	35	15
	ριβ	ϙθ	κθ	ε	ο	ο	λε	α	112	99	29	5	0	0	35	1
	ριβ∠′	ϙθ	μϛ	λε	ο	ο	λδ	μη	112½	99	46	35	0	0	34	48

* Heiberg accoglie κζ degli altri codd. piuttosto che la corretta lezione di D.
† Il cod. D legge νε in luogo di νϛ, lezione che, pur essendo meno corretta, non è un vero e proprio errore, bensì un'approssimazione per eccesso, non proprio ἔγγιστα. Finché non sarà chiaro per quale ragione le approssimazioni non siano sempre quelle che ci attenderemmo, la loro correzione ubbidirebbe più all'aritmetica che non alla filologia.

(κανόνιον τῶν εὐθειῶν) *(Tavola delle rette)*

	περιφεριῶν	εὐθειῶν			ἑξηκοστῶν				archi	rette			sessantesimi			
H58	ριγ	ρ	γ	νθ	ο	ο	λδ	λδ	113°	100^{p}	$3'$	$59''$	0^{p}	$0'$	$34''$	$34'''$
	ριγL′	ρ	κα	ιϛ	ο	ο	λδ	κ	113½	100	21	16	0	0	34	20
	ριδ	ρ	λη	κϛ	ο	ο	λδ	ϛ	114	100	38	26	0	0	34	6
	ριδL′	ρ	νε	κη	ο	ο	λγ	νβ	114½	100	55	28	0	0	33	52
	ριε	ρα	ιβ	κε	ο	ο	λγ	λθ	115	101	12	25	0	0	33	39
	ριεL′	ρα	κθ	ιε	ο	ο	λγ	κε	115½	101	29	15	0	0	33	25
	ριϛ	ρα	με	νζ	ο	ο	λγ	ια	116	101	45	57	0	0	33	11
	ριϛL′	ρβ	β	λγ	ο	ο	λβ	νζ	116½	102	2	33	0	0	32	57
	ριζ	ρβ	ιθ	α	ο	ο	λβ	μγ	117	102	19	1	0	0	32	43
	ριζL′	ρβ	λε	κβ	ο	ο	λβ	κθ	117½	102	35	22	0	0	32	29
	ριη	ρβ	να	λζ	ο	ο	λβ	ιε	118	102	51	37	0	0	32	15
	ριηL′	ργ	ζ	μδ*	ο	ο	λβ	ο	118½	103	7	44*	0	0	32	0
	ριθ	ργ	κγ	μδ	ο	ο	λα	μϛ	119	103	23	44	0	0	31	46
	ριθL′	ργ	λθ	λζ	ο	ο	λα	λβ	119½	103	39	37	0	0	31	32
	ρκ	ργ	νε	κγ	ο	ο	λα	ιη	120	103	55	23	0	0	31	18
	ρκL′	ρδ	ια	β	ο	ο	λα	δ	120½	104	11	2	0	0	31	4
	ρκα	ρδ	κϛ	λδ	ο	ο	λ	μθ	121	104	26	34	0	0	30	49
	ρκαL′	ρδ	μα	νθ	ο	ο	λ	λε	121½	104	41	59	0	0	30	35
	ρκβ	ρδ	νζ	ιϛ	ο	ο	λ	κα	122	104	57	16	0	0	30	21
	ρκβL′	ρε	ιβ	κϛ	ο	ο	λ	ζ	122½	105	12	26	0	0	30	7
	ρκγ	ρε	κζ	λ	ο	ο	κθ	νβ	123	105	27	30	0	0	29	52
	ρκγL′	ρε	μβ	κϛ	ο	ο	κθ	λζ	123½	105	42	26	0	0	29	37
	ρκδ	ρε	νζ	ιδ	ο	ο	κθ	κγ	124	105	57	14	0	0	29	23
	ρκδL′	ρϛ	ια	νε	ο	ο	κθ	η	124½	106	11	55	0	0	29	8
H59	ρκε	ρϛ	κϛ	κθ	ο	ο	κη	νδ	125	106	26	29	0	0	28	54
	ρκεL′	ρϛ	μ	νϛ	ο	ο	κη	λθ	125½	106	40	56	0	0	28	39
	ρκϛ	ρϛ	νε	ιε	ο	ο	κη	κδ	126	106	55	15	0	0	28	24
	ρκϛL′	ρζ	θ	κζ	ο	ο	κη	ι	126½	107	9	27	0	0	28	10
	ρκζ	ρζ	κγ	λβ	ο	ο	κζ	νϛ	127	107	23	32	0	0	27	26
	ρκζL′	ρζ	λζ	λ	ο	ο	κζ	μ	127½	107	37	30	0	0	27	40
	ρκη	ρζ	να	κ	ο	ο	κζ	κε	128	107	51	20	0	0	27	25
	ρκηL′	ρη	ε	β	ο	ο	κζ	ι	128½	108	5	2	0	0	27	10
	ρκθ	ρη	ιη	λζ	ο	ο	κϛ	νϛ	129	108	18	37	0	0	26	56
	ρκθL′	ρη	λβ	ε	ο	ο	κϛ	μα	129½	108	32	5	0	0	26	41
	ρλ	ρη	με	κε	ο	ο	κϛ	κϛ	130	108	45	25	0	0	26	26
	ρλL′	ρη	νη	λη	ο	ο	κϛ	ια	130½	108	58	38	0	0	26	11
	ρλα	ρθ	ια	μδ	ο	ο	κε	νϛ	131	109	11	44	0	0	25	56
	ρλαL′	ρθ	κδ	μβ	ο	ο	κε	μα	131½	109	24	42	0	0	25	41
	ρλβ	ρθ	λζ	λβ	ο	ο	κε	κϛ	132	109	37	32	0	0	25	26
	ρλβL′	ρθ	ν	ιε	ο	ο	κε	ια	132½	109	50	15	0	0	25	11
	ρλγ	ρι	β	ν	ο	ο	κδ	νϛ	133	110	2	50	0	0	24	56
	ρλγL′	ρι	ιε	ιη	ο	ο	κδ	μα	133½	110	15	18	0	0	24	41
	ρλδ	ρι	κζ	λθ	ο	ο	κδ	κϛ	134	110	27	39	0	0	24	26
	ρλδL′	ρι	λθ	νβ	ο	ο	κδ	ι	134½	110	39	52	0	0	24	10
	ρλε	ρι	να	νζ	ο	ο	κγ	νε	135	110	51	57	0	0	23	55

* Si ripete qui l'errore già segnalato più sopra (*v.* la nota agli archi di 9° e 88½°) causato dalla confusione tra α e δ.

(κανόνιον τῶν εὐθειῶν) *(Tavola delle rette)*

	περιφεριῶν	εὐθειῶν			ἑξηκοστῶν				*archi*	*rette*			*sessantesimi*			
H60	ρλεL′	ρια	γ	νδ	ο	ο	κγ	μ	135½°	111ᵖ	3′	54″	0ᵖ	0′	23″	40‴
	ρλϛ	ρια	ιε	μδ	ο	ο	κγ	κε	136	111	15	44	0	0	23	25
	ρλϛL′	ρια	κζ	κϛ	ο	ο	κγ	θ	136½	111	27	26	0	0	23	9
	ρλζ	ρια	λθ	α	ο	ο	κβ	νδ	137	111	39	1	0	0	22	54
	ρλζL′	ρια	ν	κη	ο	ο	κβ	λθ	137½	111	50	28	0	0	22	39
	ρλη	ριβ	α	μζ	ο	ο	κβ	κδ	138	112	1	47	0	0	22	24
	ρληL′	ριβ	ιβ	νθ	ο	ο	κβ	η	138½	112	12	59	0	0	22	8
	ρλθ	ριβ	κδ	γ	ο	ο	κα	νγ	139	112	24	3	0	0	21	53
	ρλθL′	ριβ	λε	ο	ο	ο	κα	λζ	139½	112	35	0	0	0	21	37
	ρμ	ριβ	με	μη	ο	ο	κα	κβ	140	112	45	48	0	0	21	22
	ρμL′	ριβ	νϛ	κθ	ο	ο	κα	ζ	140½	112	56	29	0	0	21	7
	ρμα	ριγ	ζ	β	ο	ο	κ	να	141	113	7	2	0	0	20	51
	ρμαL′	ριγ	ιζ	κε	ο	ο	κ	λϛ	141½	113	17	25	0	0	20	36
	ρμβ	ριγ	κζ	μδ	ο	ο	κ	κ	142	113	27	44	0	0	20	20
	ρμβL′	ριγ	λζ	νδ	ο	ο	κ	δ	142½	113	37	54	0	0	20	4
	ρμγ	ριγ	μζ	νϛ*	ο	ο	ιθ	μθ	143	113	47	56*	0	0	19	49
	ρμγL′	ριγ	νζ	ν	ο	ο	ιθ	λγ	143½	113	57	50	0	0	19	33
	ρμδ	ριδ	ζ	λζ	ο	ο	ιθ	ιζ	144	114	7	37	0	0	19	17
	ρμδL′	ριδ	ιζ	ιε	ο	ο	ιθ	β	144½	114	17	15	0	0	19	2
	ρμε	ριδ	κϛ	μϛ	ο	ο	ιη	μϛ	145	114	26	46	0	0	18	46
	ρμεL′	ριδ	λϛ	θ	ο	ο	ιη	λ	145½	114	36	9	0	0	18	30
	ρμϛ	ριδ	με	κδ	ο	ο	ιη	ιδ	146	114	45	24	0	0	18	14
	ρμϛL′	ριδ	νδ	λα	ο	ο	ιζ	νθ	146½	114	54	31	0	0	17	59
	ρμζ	ριε	γ	λ	ο	ο	ιζ	μγ	147	115	3	30	0	0	17	43
H61	ρμζL′	ριε	ιβ	κβ	ο	ο	ιζ	κζ	147½	115	12	22	0	0	17	27
	ρμη	ριε	κα	ϛ	ο	ο	ιζ	ια	148	115	21	6	0	0	17	11
	ρμηL′	ριε	κθ	μα	ο	ο	ιϛ	νε	148½	115	29	41	0	0	16	55
	ρμθ	ριε	λη	θ	ο	ο	ιϛ	μ	149	115	38	9	0	0	16	40
	ρμθL′	ριε	μϛ	κθ	ο	ο	ιϛ	κδ	149½	115	46	29	0	0	16	24
	ρν	ριε	νδ	μ	ο	ο	ιϛ	η	150	115	54	40	0	0	16	8
	ρνL′	ριϛ	β	μδ	ο	ο	ιε	νβ	150½	116	2	44	0	0	15	52
	ρνα	ριϛ	ι	μ	ο	ο	ιε	λϛ	151	116	10	40	0	0	15	36
	ρναL′	ριϛ	ιη	κη	ο	ο	ιε	κ	151½	116	18	28	0	0	15	20
	ρνβ	ριϛ	κϛ	η	ο	ο	ιε	δ	152	116	26	8	0	0	15	4
	ρνβL′	ριϛ	λγ	μ	ο	ο	ιδ	μη	152½	116	33	40	0	0	14	48
	ρνγ	ριϛ	μα	δ	ο	ο	ιδ	λβ	153	116	41	4	0	0	14	32
	ρνγL′	ριϛ	μη	κ	ο	ο	ιδ	ιϛ	153½	116	48	20	0	0	14	16
	ρνδ	ριϛ	νε	κη	ο	ο	ιδ	ο	154	116	55	28	0	0	14	0
	ρνδL′	ριζ	β	κη	ο	ο	ιγ	μδ	154½	117	2	28	0	0	13	44
	ρνε	ριζ	θ	κ	ο	ο	ιγ	κη	155	117	9	20	0	0	13	28
	ρνεL′	ριζ	ιϛ	δ	ο	ο	ιγ	ιβ	155½	117	16	4	0	0	13	12
	ρνϛ	ριζ	κβ	μ	ο	ο	ιβ	νϛ	156	117	22	40	0	0	12	56
	ρνϛL′	ριζ	κθ	η	ο	ο	ιβ	μ	156½	117	29	8	0	0	12	40
	ρνζ	ριζ	λε	κη	ο	ο	ιβ	κδ	157	117	35	28	0	0	12	24
	ρνζL′	ριζ	μα	μ	ο	ο	ιβ	ζ	157½	117	41	40	0	0	12	7

* Heiberg respinge la corretta lezione di D ed accoglie κϛ, un grossolano errore di lettura che non può certo essere attribuito a Tolemeo.

(κανόνιον τῶν εὐθειῶν) *(Tavola delle rette)*

	περιφεριῶν	εὐθειῶν			ἑξηκοστῶν				*archi*	*rette*			*sessantesimi*			
H62	ρνη	ριζ	μζ	μγ	ο	ο	ια	να	158°	117^p	47′	43″	0^p	0′	11″	51‴
	ρνηL′	ριζ	νγ	λθ	ο	ο	ια	λε	158½	117	53	39	0	0	11	35
	ρνθ	ριζ	νθ	κζ	ο	ο	ια	ιθ	159	117	59	27	0	0	11	19
	ρνθL′	ριη	ε	ζ	ο	ο	ια	γ	159½	118	5	7	0	0	11	3
	ρξ	ριη	ι	λζ	ο	ο	ι	μζ	160	118	10	37	0	0	10	47
	ρξL′	ριη	ιϛ	α	ο	ο	ι	λα	160½	118	16	1	0	0	10	31
	ρξα	ριη	κα	ιϛ	ο	ο	ι	ιδ	161	118	21	16	0	0	10	14
	ρξαL′	ριη	κϛ	κγ	ο	ο	θ	νη	161½	118	26	23	0	0	9	58
	ρξβ	ριη	λα	κβ	ο	ο	θ	μβ	162	118	31	22	0	0	9	42
	ρξβL′	ριη	λϛ	ιγ	ο	ο	θ	κε	162½	118	36	13	0	0	9	25
	ρξγ	ριη	μ	νε	ο	ο	θ	θ	163	118	40	55	0	0	9	9
	ρξγL′	ριη	με	λ	ο	ο	η	νγ	163½	118	45	30	0	0	8	53
	ρξδ	ριη	μθ	νϛ	ο	ο	η	λζ	164	118	49	56	0	0	8	37
	ρξδL′	ριη	νδ	ιε	ο	ο	η	κ	164½	118	54	15	0	0	8	20
	ρξε	ριη	νη	κε	ο	ο	η	δ	165	118	58	25	0	0	8	4
	ρξεL′	ριθ	β	κϛ	ο	ο	ζ	μη	165½	119	2	26	0	0	7	48
	ρξϛ	ριθ	ϛ	κ	ο	ο	ζ	λα	166	119	6	20	0	0	7	31
	ρξϛL′	ριθ	ι	ϛ	ο	ο	ζ	ιε	166½	119	10	6	0	0	7	15
	ρξζ	ριθ	ιγ	μδ	ο	ο	ϛ	νθ	167	119	13	44	0	0	6	59
	ρξζL′	ριθ	ιζ	ιγ	ο	ο	ϛ	μβ	167½	119	17	13	0	0	6	42
	ρξη	ριθ	κ	λδ	ο	ο	ϛ	κϛ	168	119	20	34	0	0	6	26
	ρξηL′	ριθ	κγ	μζ	ο	ο	ϛ	ι	168½	119	23	47	0	0	6	10
	ρξθ	ριθ	κϛ	νβ	ο	ο	ε	νγ	169	119	26	52	0	0	5	53
	ρξθL′	ριθ	κθ	μθ	ο	ο	ε	λζ	169½	119	29	49	0	0	5	37
H63	ρο	ριθ	λβ	λζ	ο	ο	ε	κ	170	119	32	37	0	0	5	20
	ροL′	ριθ	λε	ιζ	ο	ο	ε	δ	170½	119	35	17	0	0	5	4
	ροα	ριθ	λζ	μθ	ο	ο	δ	μη	171	119	37	49	0	0	4	48
	ροαL′	ριθ	μ	ιγ	ο	ο	δ	λα	171½	119	40	13	0	0	4	31
	ροβ	ριθ	μβ	κη	ο	ο	δ	ιδ	172	119	42	28	0	0	4	14
	ροβL′	ριθ	μδ	λε	ο	ο	γ	νη	172½	119	44	35	0	0	3	58
	ρογ	ριθ	μϛ	λε	ο	ο	γ	μβ	173	119	46	35	0	0	3	42
	ρογL′	ριθ	μη	κϛ	ο	ο	γ	κϛ	173½	119	48	26	0	0	3	26
	ροδ	ριθ	ν	η	ο	ο	γ	θ	174	119	50	8	0	0	3	9
	ροδL′	ριθ	να	μγ	ο	ο	β	νγ	174½	119	51	43	0	0	2	53
	ροε	ριθ	νγ	ι	ο	ο	β	λϛ	175	119	53	10	0	0	2	36
	ροεL′	ριθ	νδ	κζ	ο	ο	β	κ	175½	119	54	27	0	0	2	20
	ροϛ	ριθ	νε	λη	ο	ο	β	γ	176	119	55	38	0	0	2	3
	ροϛL′	ριθ	νϛ	λθ	ο	ο	α	μζ	176½	119	56	39	0	0	1	47
	ροζ	ριθ	νζ	λβ	ο	ο	α	λ	177	119	57	32	0	0	1	30
	ροζL′	ριθ	νη	ιη	ο	ο	α	ιδ	177½	119	58	18	0	0	1	14
	ροη	ριθ	νη	νε	ο	ο	ο	νζ	178	119	58	55	0	0	0	57
	ροηL′	ριθ	νθ	κδ	ο	ο	ο	μα	178½	119	59	24	0	0	0	41
	ροθ	ριθ	νθ	μδ	ο	ο	ο	κε	179	119	59	44	0	0	0	25
	ροθL′	ριθ	νθ	νϛ	ο	ο	ο	θ	179½	119	59	56	0	0	0	9
	ρπ	ρκ	ο	ο	ο	ο	ο	ο	180	120	0	0	0	0	0	0

H64 ιβʹ. Περὶ τῆς μεταξὺ τῶν τροπικῶν περιφερείας.

Ἐκτεθειμένης δὴ τῆς πηλικότητος τῶν ἐν τῷ κύκλῳ εὐθειῶν πρῶτον ἂν εἴη, καθάπερ εἴπομεν, δεῖξαι, πόσον ὁ λοξὸς καὶ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων κύκλος ἐγκέκλιται πρὸς τὸν ἰσημερινόν, τουτέστιν τίνα λόγον ἔχει ὁ δι' ἀμφοτέρων τῶν ἐκκειμένων πόλων μέγιστος κύκλος πρὸς τὴν ἀπολαμβανομένην αὐτοῦ μεταξὺ τῶν πόλων περιφέρειαν, ᾗ ἴσην ἀπέχει δηλονότι καὶ τῶν τροπικῶν ἑκατέρου σημείων τὸ κατὰ τὸν ἰσημερινόν.[1] αὐτόθεν δ' ἡμῖν τὸ τοιοῦτον ὀργανικῶς καταλαμβάνεται διὰ τοιαύτης τινὸς ἁπλῆς κατασκευῆς.

ποιήσομεν γὰρ κύκλον χάλκεον[2] σύμμετρον τῷ μεγέθει τετορνευμένον ἀκριβῶς τετράγωνον τὴν ἐπιφάνειαν, ᾧ χρησόμεθα μεσημβρινῷ διελόντες αὐτὸν εἰς τὰ ὑποκείμενα τοῦ μεγίστου[3] κύκλου τμήματα τξʹ καὶ τούτων ἕκαστον, εἰς ὅσα ἐγχωρεῖ μέρη· ἔπειτα ἕτερον κυκλίσκον λεπτότερον ὑπὸ τὸν εἰρημένον ἐναρμόσαντες οὕτως, ὥστε τὰς μὲν πλευρὰς αὐτῶν ἐπὶ μιᾶς μένειν ἐπιφανείας, περιάγεσθαι δὲ ἀκωλύτως ὑπὸ τὸν μείζονα δύνασθαι τὸν ἐλάσσονα κύκλον ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ πρὸς ἄρκτους τε καὶ μεσημβρίαν, προσθήσομεν ἐπὶ δύο τινῶν κατὰ διάμετρον τμημάτων τοῦ ἐλάσσονος κύκλου κατὰ τῆς ἑτέρας[4] τῶν πλευρῶν πρισμάτια μικρὰ
H65 ἴσα νεύοντα πρὸς ἄλληλά τε καὶ τὸ κέντρον τῶν κύκλων ἀκριβῶς παραθέντες κατὰ μέσου τοῦ πλάτους αὐτῶν γνωμόνια λεπτὰ συνάπτοντα τῇ τοῦ μείζονος καὶ διῃρημένου κύκλου πλευρᾷ. ὃν δὴ καὶ ἐναρμόσαντες ἀσφαλῶς ἐπὶ τῶν παρ' ἕκαστα χρειῶν ἐπὶ στυλίσκου συμμέτρου καὶ καταστήσαντες ἐν ὑπαίθρῳ τὴν τοῦ στυλίσκου βάσιν ἐν ἀκλινεῖ πρὸς τὸ τοῦ ὁρίζοντος ἐπίπεδον ἐδάφει παραφυλάξομεν, ὅπως τὸ ἐπίπεδον τῶν κύκλων πρὸς μὲν τὸ τοῦ ὁρίζοντος ὀρθὸν ᾖ, τῷ δὲ τοῦ μεσημβρινοῦ παράλληλον· τούτων δὲ τὸ μὲν πρότερον διὰ καθετίου μεθοδεύεται κρημναμένου μὲν ἀπὸ τοῦ κατὰ κορυφὴν ἐσομένου σημείου, τηρουμένου δέ, ἕως ἂν ἐκ τῆς τῶν ὑποθεματίων[5] διορθώσεως ἐπὶ τὸ κατὰ διάμετρον ποιήσηται τὴν

12. *Dell'arco fra i tropici (= solstizi).*

Stabilita l'ampiezza delle rette (iscritte) nel cerchio, dovremmo innanzi tutto, come dicemmo, mostrare quanto il cerchio obliquo attraversante i segni dello zodiaco s'inclini su quello equinoziale, cioè che rapporto ha il cerchio massimo passante per la coppia di entrambi i poli rispetto all'arco risultante fra i poli, al quale (è) ovviamente uguale quello che separa il punto equinoziale dai punti di entrambi i tropici.[1] *Orbene, una tale ampiezza è da noi còlta strumentalmente per mezzo del seguente semplice apparecchio.*

Faremo dunque un cerchio di bronzo[2] *di grandezza adeguata, perfettamente tornito ad angolo retto sul bordo, che utilizzeremo come meridiano, dividendo il cerchio massimo*[3] *in 360 parti e ciascuna di queste in tante (sotto)sezioni quante è possibile (segnare). Poi, adattando un cerchio minore più leggero all'interno di quello detto così che le facce laterali di entrambi permangano allo stesso livello ed il cerchio minore possa altresì ruotare senza impedimenti dentro quello maggiore sullo stesso piano sia verso nord che verso sud, applicheremo in due punti qualunque del cerchio minore, diametralmente opposti, sul lato affiancato*[4] *(al lato graduato) piccoli prismi uguali rivolti sia l'un verso l'altro sia verso il centro dei cerchi, apponendo con precisione a metà della loro larghezza piccole lancette che raggiungano il lato graduato del cerchio maggiore. Dopo aver fermamente adattato detto cerchio, per ogni volta che serve, ad un piedistallo adeguato, ed aver posato in campo aperto la base del piedistallo su un fondo non inclinato rispetto al piano dell'orizzonte, porremo attenzione affinché il piano dei cerchi sia perpendicolare al piano dell'orizzonte e parallelo a quello del meridiano. La prima di queste condizioni si attua con un filo a piombo pendente dal punto che sarà alla sommità (del cerchio) e controllandolo finché grazie alla correzione delle biette*[5] *la sua caduta*

[1] Sintatticamente il soggetto di questa relativa è τὸ (σημεῖον τὸ) κατὰ τὸν ἰσημερινόν, cioè il punto d'intersezione tra il cerchio massimo passante per entrambi i poli e l'equatore; il quale punto dista (ἀπέχει) dai punti solstiziali, nord e sud, d'un arco uguale (ἴσην) al quale (ᾗ)... Qui l'intreccio sintattico è decisamente greco.

[2] Qui Tolemeo dà una descrizione piuttosto sommaria, e un poco diversa da quella particolareggiata fatta da Proclo (*cf. Hypotyposis astronomicarum positionum*, ed. C. Manitius, Lipsiae [Teubner] 1909, pp. 42÷53, con traduzione tedesca), d'uno strumento, che descriviamo nell'Appendice I.

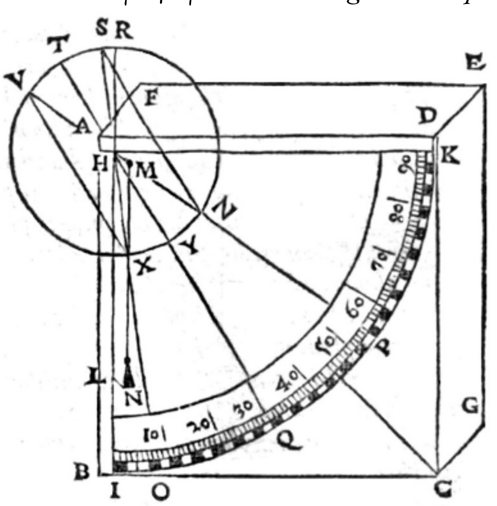
[3] Trattandosi giocoforza di un anello di sezione rettangolare, con gli spigoli non arrotondati, bensì ad angolo retto, per 'cerchio massimo' s'intende la circonferenza esterna della faccia laterale della sezione detta.

[4] Stando al testo così com'è, l'*altro* lato *del cerchio minore* dovrebbe essere quello opposto al lato graduato del cerchio maggiore; il che sarebbe assurdo. Il ribadire τοῦ ἐλάσσονος κύκλου, mentre si sta parlando proprio del cerchio minore, non si giustifica, a meno che non si tratti di una glossa. L'*altra*, o seconda, faccia, non può che essere quella del cerchio minore affiancata a quella graduata, la prima, del cerchio maggiore. Forse, per chiarire a che cosa si riferisse ἑτέρας, qualcuno ha aggiunto la glossa che però, confluita nel testo, lo ha peggiorato.

[5] Col Toomer leggiamo ὑποθεματίων (codd. BD) in luogo di ὑποθεμάτων (Heiberg); entrambe le lezioni sono anche nei mss. dell'*Hyp.* di Proclo. Il diminutivo ricorre altresì più sotto, verso la fine della descrizione del quadrante.

πρόσνευσιν, τὸ δὲ δεύτερον μεσημβρινῆς γραμμῆς εὐσήμως εἰλημμένης ἐν τῷ ὑπὸ τὸν στυλίσκον[6] *ἐπιπέδῳ καὶ παραφερομένων εἰς τὰ πλάγια τῶν κύκλων, ἕως ἂν παράλληλον τῇ γραμμῇ τὸ ἐπίπεδον αὐτῶν διοπτεύηται. τοιαύτης δὴ τῆς θέσεως γινομένης ἐτηροῦμεν τὴν πρὸς ἄρκτους καὶ μεσημβρίαν τοῦ ἡλίου παραχώρησιν παραφέροντες ἐν ταῖς μεσημβρίαις τὸν ἐντὸς κυκλίσκον, ἕως ἂν τὸ ὑποκάτω πρισμάτιον ὅλον ὑφ᾽ ὅλου*
H66 *τοῦ ὑπεράνω σκιασθῇ. καὶ τούτου γινομένου διεσήμαινεν ἡμῖν τὰ τῶν γνωμονίων ἄκρα, πόσα τμήματα τοῦ κατὰ κορυφὴν ἑκάστοτε τὸ τοῦ ἡλίου κέντρον ἀφέστηκεν ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ.*

ἔτι δὲ εὐχρηστότερον ἐποιούμεθα τὴν τοιαύτην παρατήρησιν κατασκευάσαντες ἀντὶ τῶν κύκλων λιθίνην ἢ ξυλίνην πλινθίδα τετράγωνον καὶ ἀδιάστροφον, ὁμαλὴν μέντοι καὶ ἀποτεταμένην ἔχουσαν ἀκριβῶς τὴν ἑτέραν τῶν πλευρῶν,[7] *ἐφ᾽ ἧς κέντρῳ χρησάμενοι σημείῳ τινὶ πρὸς τῇ μιᾷ τῶν γωνιῶν ἐγράψαμεν κύκλου τεταρτημόριον, ἐπιζεύξαντες ἀπὸ τοῦ κατὰ τὸ κέντρον σημείου μέχρι τῆς γεγραμμένης περιφερείας τὰς τὴν ὑπὸ τὸ τεταρτημόριον ὀρθὴν γωνίαν περιεχούσας εὐθείας καὶ διελόντες ὁμοίως τὴν περιφέρειαν εἰς τὰς ϙ´ μοίρας καὶ τὰ τούτων μέρη. μετὰ δὲ ταῦτα ἐπὶ μιᾶς τῶν εὐθειῶν τῆς μελλούσης ὀρθῆς τε ἔσεσθαι πρὸς τὸ τοῦ ὁρίζοντος ἐπίπεδον καὶ πρὸς μεσημβρίαν τὴν θέσιν ἕξειν ἐμπολίσαντες ὀρθὰ καὶ ἴσα πάντοθεν δύο κυλίνδρια μικρὰ κατὰ τὸ ὅμοιον τετορνευμένα, τὸ μὲν ἐπ᾽ αὐτοῦ τοῦ κατὰ τὸ κέντρον σημείου*



non combaci col punto diametralmente opposto; la seconda condizione (si attua) una volta segnata distintamente la linea meridiana sul piano sotto il piedistallo[6] *e spostando lateralmente i cerchi, finché il loro piano non si riscontri parallelo a quella linea. È con un tale assetto che potevamo osservare lo spostamento del sole verso nord e verso sud, facendo ruotare nei (vari) mezzodì il cerchio minore interno, finché il piccolo prisma di sotto non venisse ombreggiato per intero da quello di sopra per intero. A questo punto, le estremità delle lancette ci indicavano quante parti sul meridiano il centro del sole distava dal vertice.*

Ma ancor più agevolmente facevamo detta osservazione, avendo approntato, in luogo dei cerchi, un parallelepipedo petrigno o ligneo quadrato e non sbilenco, con una delle facce liscia e ben ritagliata,[7] *eletto come suo centro un punto qualunque in prossimità di uno degli angoli, abbiamo disegnato un quadrante, avendo congiunto per mezzo di (due) linee rette delimitanti l'angolo retto del quadrante il punto del centro con l'arco descritto ed avendo suddiviso l'arco allo stesso modo (dei cerchi) in 90 gradi e loro suddivisioni. Dopo di ciò, su una delle (due) rette – che non solo dev'essere perpendicolare al piano dell'orizzonte ma dev'essere anche posizionata in linea col mezzogiorno – avendo ficcato due piuoli perpendicolari (alla loro base) e in tutto uguali, similmente torniti, l'uno nel punto del centro, (sporgente) esattamente per*

[6] Abbiamo tradotto *στυλίσκος*, qui, e nei luoghi precedenti, *piedistallo*, anziché *colonnina* – *στυλίσκος*, in effetti, insieme con *στυλίς* e *στυλάριον*, è diminutivo di *στῦλος*, *colonna* –, poiché, dovendo avere una sezione quadrata (*cf.* in appendice la descrizione di Proclo), meglio s'applica alla descrizione dello strumento.

[7] Proponiamo di questo quadrante il disegno tratto da *Ptolemaei mathematicae constructionis Liber primus graecae et latinae editus. Additae explicationes aliquot ab Erasmo Rheinholt Salueldensi.* Wittebergae. Ex Officina Iohannis Lufft. Anno 1549, f. 100. Esso è chiaro, come lo è la descrizione che qui di seguito riportiamo: «Sia la mattonella ACE costituita di sei lati o superfici, di cui quelle tra loro opposte siano a due a due parallele, cosicché la mattonella risulti un solido parallelepipedo. Di queste superfici, però, due sono quadrate. [...] Uno di questi due lati accuratamente spianato è ABCD, la cui altezza AB è uguale alla larghezza BC. Lo spessore dunque, o profondità, di questa mattonella è AF, o DE, o CG, discretamente inferiore alla larghezza, ma così che essa resti saldamente posata. Le rimanenti quattro superfici sono parallelogrammi bislunghi, eguali e tra loro simili. Orbene, sul lato quadrato ABCD è descritto un quadrante di circonferenza IK di centro H, in cui le linee HI e HK comprendono l'angolo retto IHK. E questo quadrante è diviso in 90 parti e loro *scrupoli* [= minuti]. Due piccoli cilindri HM e LN, uguali, ed inseriti ad angolo retto rispetto al piano ABCD, (sono posti) sulla linea HI, la quale linea, affinché combaci con la linea perpendicolare che dal vertice del capo [= zenit] scende al centro della terra, è necessario che il filo a piombo sospeso nel punto M, cioè all'estremità del cilindro superiore infisso nel punto H, combaci perfettamente col punto N del cilindro inferiore. Per questa accurata collocazione della mattonella occorre servirsi di zeppe [...]. Così di fatto il piano ABCD di questo strumento è eretto sul piano dell'orizzonte. Ma, affinché questo stesso piano ABCD concordi col piano del cerchio meridiano, è necessario che la retta BC, o HK, concordi con la linea meridiana, o (almeno) sia posta parallela ad essa. Posizionato lo strumento in questo modo, IK sarà il quadrante del cerchio meridiano descritto di centro H, il quale ai sensi non differisce dal centro della terra, per il fatto che l'osservazione è pienamente congruente, come se H, centro del quadrante descritto, fosse di fatto collocato al centro del mondo. Orbene, supponiamo che

περὶ αὐτὸ τὸ μέσον ἀκριβῶς, τὸ δὲ πρὸς τῷ κάτω
H67 *πέρατι τῆς εὐθείας, ἔπειτα ἱστάντες ταύτην τὴν*
καταγεγραμμένην τῆς πλινθίδος πλευρὰν παρὰ τὴν
ἐν τῷ ὑποκειμένῳ ἐπιπέδῳ διηγμένην μεσημβρι-
νὴν γραμμήν, ὥστε καὶ αὐτὴν παράλληλον ἔχειν
τὴν θέσιν τῷ τοῦ μεσημβρινοῦ ἐπιπέδῳ, καὶ
καθετίῳ διὰ τῶν κυλινδρίων ἀκλινῆ τε καὶ ὀρθὴν
πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ ὁρίζοντος τὴν δι᾽ αὐτῶν εὐθεῖαν
ἀκριβοῦντες ὑποθεματίων πάλιν τινῶν λεπτῶν
τὸ ἐνδέον διορθουμένων ἐτηροῦμεν ὡσαύτως ἐν
ταῖς μεσημβρίαις τὴν ἀπὸ τοῦ πρὸς τῷ κέντρῳ
κυλινδρίου γινομένην σκιὰν παρατιθέντες τι πρὸς
τῇ καταγεγραμμένῃ περιφερείᾳ πρὸς τὸ κατα-
δηλότερον αὐτῆς τὸν τόπον φαίνεσθαι καὶ ταύτης
τὸ μέσον σημειούμενοι τὸ κατ᾽ αὐτοῦ τμῆμα τῆς
τοῦ τεταρτημορίου περιφερείας ἐλαμβάνομεν δια-
σημαῖνον δηλονότι τὴν κατὰ πλάτος ἐπὶ τοῦ με-
σημβρινοῦ πάροδον τοῦ ἡλίου.

ἐκ δὴ τῶν τοιούτων παρατηρήσεων καὶ μάλιστα
τῶν περὶ τὰς τροπὰς[8] *αὐτὰς ἡμῖν ἀνακρινομένων*
ἐπὶ πλείονας περιόδους τὰ ἴσα καὶ τὰ αὐτὰ τμή-
ματα τοῦ μεσημβρινοῦ κύκλου καὶ κατὰ τὰς
θερινὰς τροπὰς καὶ κατὰ τὰς χειμερινὰς τῆς
σημειώσεως ὡς ἐπίπαν ἀπὸ τοῦ κατὰ κορυφὴν
ἀπολαμβανούσης σημείου κατελαβόμεθα τὴν
ἀπὸ τοῦ βορειοτάτου πέρατος ἐπὶ τὸ νοτιώτατον
περιφέρειαν, ἥτις ἐστὶν ἡ μεταξὺ τῶν τροπικῶν
H68 *τμημάτων, πάντοτε γινομένην μζʹ καὶ μείζονος*
μὲν ἢ διμοίρου τμήματος,[9] *ἐλάσσονος δὲ ἡμίσους*
τετάρτου, δι᾽ οὗ συνάγεται σχεδὸν ὁ αὐτὸς λόγος τῷ
τοῦ Ἐρατοσθένους, ᾧ καὶ ὁ Ἵππαρχος συνεχρήσα-
το· γίνεται γὰρ τοιούτων ἡ μεταξὺ τῶν τροπικῶν ιαʹ
ἔγγιστα, οἵων ἐστὶν ὁ μεσημβρινὸς πγʹ.[10]

εὔληπτα δὲ αὐτόθεν ἐκ τῆς προκειμένης παρα-
τηρήσεως γίνεται καὶ τὰ τῶν οἰκήσεων, ἐν αἷς ἂν ποι-
ώμεθα τὰς τηρήσεις, ἐγκλίματα λαμβανομένων
τοῦ τε μεταξὺ σημείου τῶν δύο περάτων, ὃ γίνεται
κατὰ τὸν ἰσημερινόν, καὶ τῆς μεταξὺ τούτου τε καὶ
τοῦ κατὰ κορυφὴν σημείου περιφερείας, ᾗ ἴσην
δηλονότι καὶ οἱ πόλοι τοῦ ὁρίζοντος ἀφεστήκασιν.

metà, l'altro all'estremità inferiore della retta, e poi, avendo collocato questa faccia disegnata del parallelepipedo lungo la linea meridiana (che avevamo) tracciata sul piano sottostante, cosicché avesse una posizione affatto parallela al piano del meridiano e al filo a piombo (passante) per i due piuoli, badando scrupolosamente che la retta tra loro non inclinasse e fosse perpendicolare al piano dell'orizzonte, di nuovo raddrizzando con alcune biette ove occorreva, osservavamo allo stesso modo nei mezzodì l'ombra gettata dal piuolo ficcato al centro ponendo qualcosa sull'arco disegnato per far apparire più evidente il luogo (in cui cadeva) e, segnando il punto mediano di quest'ombra, rilevavamo la parte dell'arco del quadrante indicante sul meridiano il discostamento del sole in latitudine (= in linea verticale).

Da siffatte osservazioni e massimamente da quelle da noi perscrutate durante le conversioni[8] *stesse in svariati anni, dappoiché l'indicatore, come per lo più a partire dal punto al vertice, intercettava parti uguali e le stesse del cerchio meridiano, nelle conversioni sia estive che invernali, rilevavamo che l'arco (compreso) tra il limite più a nord e quello più a sud, quello cioè che si trova fra i tropici, era sempre di 47 parti più una porzione maggiore di due parti (di tre),*[9] *ma minore della metà e un quarto; donde si raccoglie un risultato pressoché uguale a quello di Eratostene, e di cui anche Ipparco si servì. In effetti l'arco fra detti tropici consiste con la massima approssimazione di 11 parti di cui il meridiano ne ha 83.*[10]

Divengon, quindi, facili (da trovare), con l'osservazione proposta, anche i climi dei luoghi abitati, nei quali vogliamo fare i rilievi, prendendo sia il punto mediano tra i due limiti, che si trova sull'equinoziale, sia l'arco compreso tra questo punto e quello al vertice, che è uguale ovviamente alla distanza dei poli dall'orizzonte.

---

ad Alessandria al tempo di Tolemeo l'estremità dell'ombra, mentre il sole meridiano si trovava al solstizio d'estate, e similmente nel punto P durante il solstizio invernale, cadesse nel punto O, cosicché l'arco OP risultasse di 47 parti, 42 minuti più circa 2/3 di uno scrupolo [= minuto]; ebbene questa sarebbe la distanza nella sfera fra i due tropici. Suddiviso, poi, quest'arco OP in parti uguali nel punto Q, la linea QH segnerà sia la divisione comune all'equatore e al meridiano, sia l'ombra del cilindro superiore gettata nel giorno dell'equinozio. Dunque l'arco OQ, o QP, è anche l'inclinazione equinoziale dello Zodiaco, e similmente l'arco IOQ (è) la distanza del circolo equinoziale [= equatore] dal vertice del capo [=zenit], ossia (è) la latitudine di Alessandria, eguale all'elevazione del polo, come diremo fra poco. Per meglio chiarire, sia RSTV l'integro circolo meridiano di centro H sul piano spesso citato ABCD, secante l'ombra del solstizio estivo in X, quella equinoziale in Y e quella del solstizio invernale in Z; siano i punti R, S, T, V il prolungamento delle rette IH, XH, YH, ZH e si congiungano le rette SZ, VX. Il punto R sarà *κατὰ κορυφήν* [= allo zenit]; SZ il diametro del circolo tropico estivo, e VX di quello invernale. È palese che il sole da S in direzione del piccolo cilindro HM lanci il raggio SHX in O distando dal vertice R dell'arco RS, cioè IO, e del pari da V lanci il raggio VZ in P, discostatosi dal vertice dell'arco RV, cioè dell'arco IOP. Poiché questi strumenti d'osservazione sono da collocare su un pavimento non declinante dal piano dell'orizzonte, sarà necessario verificare con accurati livellamenti, se il piano declini o meno. I modi per livellare, in particolare quello per mezzo del corobaste [= livellatore ad acqua], li ha ben descritti Vitruvio nel libro 8,6».

[8] Le *conversioni*, *τροπαί*, sono ovviamente i solstizi.

[9] Ricordiamo che in greco, quando il denominatore d'una frazione supera il numeratore di una unità, si esprime solo il numeratore: quindi, due parti (*δίμοιρος*) equivale a ⅔. L'arco era dunque compreso tra 47° 40′ e 47° 45′.

[10] Per non appesantire le note, all'obliquità dell'eclittica abbiamo dedicato l'Appendice II.

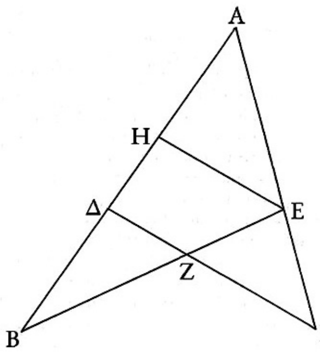
ιγʹ. Προλαμβανόμενα εἰς τὰς σφαιρικὰς δείξεις.

Ἀκολούθου δʼ ὄντος ἀποδεῖξαι καὶ τὰς κατὰ μέρος γινομένας πηλικότητας τῶν ἀπολαμβανομένων περιφερειῶν μεταξὺ τοῦ τε ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων κύκλου τῶν γραφομένων μεγίστων κύκλων διὰ τῶν τοῦ ἰσημερινοῦ πόλων προεκθησόμεθα λημμάτια βραχέα καὶ εὔχρηστα, διʼ ὧν τὰς πλείστας σχεδὸν δείξεις τῶν σφαιρικῶς θεωρουμένων, ὡς ἔνι μάλιστα, ἁπλούστερον καὶ μεθοδικώτερον ποιησόμεθα.

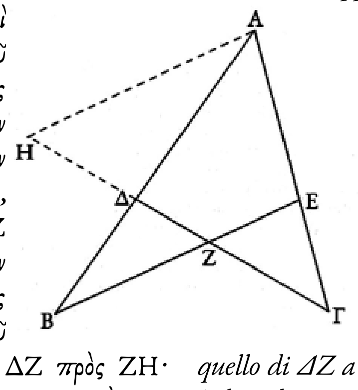
εἰς δύο δὴ εὐθείας τὰς ΑΒ καὶ ΑΓ διαχθεῖσαι
H69 δύο εὐθεῖαι ἥ τε ΒΕ καὶ ἡ ΓΔ τεμνέτωσαν ἀλλήλας κατὰ τὸ Ζ σημεῖον.

λέγω, ὅτι ὁ τῆς ΓΑ πρὸς ΑΕ λόγος συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΔ πρὸς ΔΖ καὶ τοῦ τῆς ΖΒ πρὸς ΒΕ.[1]

ἤχθω γὰρ διὰ τοῦ Ε τῇ ΓΔ παράλληλος ἡ ΕΗ. ἐπεὶ παράλληλοί εἰσιν αἱ ΓΔ καὶ ΕΗ, ὁ τῆς ΓΑ πρὸς ΕΑ λόγος ὁ αὐτός ἐστιν τῷ τῆς ΓΔ πρὸς ΕΗ.[2] ἔξωθεν δὲ ἡ ΖΔ· ὁ ἄρα τῆς ΓΔ πρὸς ΕΗ λόγος συγκείμενος ἔσται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΔ πρὸς ΔΖ καὶ τοῦ τῆς ΔΖ πρὸς ΗΕ· ὥστε καὶ ὁ τῆς ΓΑ πρὸς ΑΕ λόγος σύγκειται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΔ πρὸς ΔΖ καὶ τοῦ τῆς ΔΖ πρὸς ΗΕ. ἔστιν δὲ καὶ ὁ τῆς ΔΖ πρὸς ΗΕ λόγος ὁ αὐτὸς τῷ τῆς ΖΒ πρὸς ΒΕ διὰ τὸ παραλλήλους πάλιν εἶναι τὰς ΕΗ καὶ ΖΔ·[3] ὁ ἄρα τῆς ΓΑ πρὸς ΑΕ λόγος σύγκειται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΔ πρὸς ΔΖ καὶ τοῦ τῆς ΖΒ πρὸς ΒΕ· ὅπερ προέκειτο δεῖξαι.



κατὰ τὰ αὐτὰ δὲ δειχθήσεται, ὅτι καὶ κατὰ διαίρεσιν ὁ τῆς ΓΕ πρὸς ΕΑ λόγος συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΖ πρὸς ΔΖ καὶ τοῦ τῆς ΔΒ πρὸς ΒΑ, διὰ τοῦ Α τῇ ΕΒ παραλλήλου ἀχθείσης καὶ προσεκβληθείσης ἐπʼ αὐτὴν τῆς ΓΔΗ. ἐπεὶ γὰρ πάλιν
H70 παράλληλός ἐστιν ἡ ΑΗ τῇ ΕΖ, ἔστιν, ὡς ἡ ΓΕ πρὸς ΕΑ, ἡ ΓΖ πρὸς ΖΗ. ἀλλὰ τῆς ΖΔ ἔξωθεν λαμβανομένης ὁ τῆς ΓΖ πρὸς ΖΗ λόγος σύγκειται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΖ πρὸς ΖΔ καὶ τοῦ τῆς ΔΖ πρὸς ΖΗ· ἔστιν δὲ ὁ τῆς ΔΖ πρὸς ΖΗ λόγος ὁ αὐτὸς τῷ τῆς ΔΒ πρὸς ΒΑ διὰ τὸ εἰς παραλλήλους τὰς ΑΗ καὶ ΖΒ διῆχθαι τὰς ΒΑ καὶ ΖΗ· ὁ ἄρα τῆς



13. *Premesse alle dimostrazioni sferiche.*

Essendo conseguitante dimostrare le singole ampiezze degli archi tra l'equinoziale e il circolo mediano dei segni, presi sui cerchi massimi passanti per i poli dell'equinoziale, premetteremo l'esposizione di semplici lemmi, brevi e davvero utili, in virtù dei quali renderemo cosa più semplice e più ordinata, con tutto l'impegno possibile, la maggior parte, se non tutte, delle dimostrazioni relative ai teoremi riguardanti la sfera.

Tra le due rette, AB e AΓ, le due rette (loro annesse) BE e ΓΔ s'intersechino l'un l'altra nel punto Z.

Dico che il rapporto di ΓA ad AE è combinato dal rapporto di ΓΔ a ΔZ e da quello di ZB a BE.[1]

Si conduca infatti per E una retta EH parallela a ΓΔ; poiché ΓΔ ed EH sono parallele, il rapporto di ΓA ad AE è il medesimo di quello di ΓΔ ad EH.[2] *Si tagli fuori la retta ZΔ; perciò il rapporto di ΓΔ ad EH sarà il combinato del rapporto di ΓΔ a ΔZ e di quello di ΔZ ad HE. cosicché anche il rapporto di ΓA ad AE sarà il combinato del rapporto di ΓΔ a ΔZ e di quello di ΔZ ad HE. Ma il rapporto di ΔZ ad HE è il medesimo di quello di ZB a BE per essere EH e ZΔ a loro volta paralleli;*[3] *perciò il rapporto di ΓA ad AE è il combinato dal rapporto di ΓΔ a ΔZ e da quello di ZB a BE: il che appunto s'era deliberato di dimostrare.*

Allo stesso modo si dimostrerà che anche per divisione il rapporto di ΓE ad EA è il combinato del rapporto di ΓZ a ΔZ e di quello di ΔB a BA, in virtù della parallela ad EB condotta da A e di ΓΔH prolungata fino ad essa. Infatti, poiché AH è a sua volta parallela ad EZ, la retta ΓZ sta a ZH come ΓE sta a EA. Ma, prendendo fuori la retta ZΔ, il rapporto di ΓZ a ZH è il combinato di quello di ΓZ a ZΔ e di quello di ΔZ a ZH; ma il rapporto di ΔZ a ZH è il medesimo di quello di ΔB a BA in virtù dell'essere BA e ZH condotte attraverso le parallele AH e ZB; perciò il rapporto di ΓZ a ZH è il

---

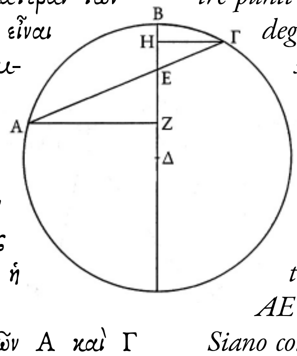
[1] Cioè ΓΑ : ΑΕ = (ΓΔ : ΔΖ) • (ΖΒ : ΒΕ). Il verbo *συνάπτω* che – diversamente dal sinonimo *σύγκειμαι*, si trova in tal contesto solo al perfetto m.-p. – è impiegato per significare una proporzione composta. Si ha qui «la relazione tanto spesso adoperata dai matematici posteriori al Rinascimento sotto il nome di *regula sex quantitatum* e che oggi è uno dei capisaldi della teoria delle trasversali, ove vien chiamata "teorema di Menelao".» (*cf.* G. Loria, *op. cit.*, p. 541).

[2] Essendo simili i triangoli ΑΓΔ e ΑΕΗ.

[3] Ed essendo, dunque, simili anche i triangoli ΒΔΖ e ΒΗΕ.

ΓΖ πρὸς ΖΗ λόγος συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΖ πρὸς ΔΖ καὶ τοῦ τῆς ΔΒ πρὸς ΒΑ. ἀλλὰ τῷ τῆς ΓΖ πρὸς ΖΗ λόγῳ ὁ αὐτός ἐστιν ὁ τῆς ΓΕ πρὸς ΕΑ· καὶ ὁ τῆς ΓΕ ἄρα πρὸς ΕΑ λόγος σύγκειται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΖ πρὸς ΔΖ καὶ τοῦ τῆς ΔΒ πρὸς ΒΑ· ὅπερ ἔδει δεῖξαι.

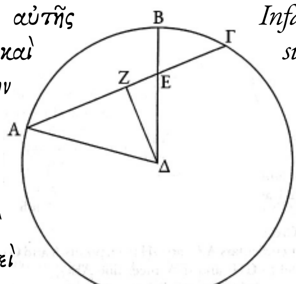
πάλιν ἔστω κύκλος ὁ ΑΒΓ, οὗ κέντρον τὸ Δ, καὶ εἰλήφθω ἐπὶ τῆς περιφερείας αὐτοῦ τυχόντα τρία σημεῖα τὰ Α, Β, Γ, ὥστε ἑκατέραν τῶν ΑΒ, ΒΓ περιφερειῶν ἐλάσσονα εἶναι ἡμικυκλίου· καὶ ἐπὶ τῶν ἑξῆς δὲ λαμβανομένων περιφερειῶν τὸ ὅμοιον ὑπακουέσθω· καὶ ἐπεζεύχθωσαν αἱ ΑΓ καὶ ΔΕΒ.



H71 λέγω, ὅτι ἐστίν, ὡς ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ περιφερείας πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΓ, οὕτως ἡ ΑΕ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΕΓ εὐθεῖαν.

ἤχθωσαν γὰρ κάθετοι ἀπὸ τῶν Α καὶ Γ σημείων ἐπὶ τὴν ΔΒ ἥ τε ΑΖ καὶ ἡ ΓΗ. ἐπεὶ παράλληλός ἐστιν ἡ ΑΖ τῇ ΓΗ, καὶ διῆκται εἰς αὐτὰς εὐθεῖα ἡ ΑΕΓ, ἔστιν, ὡς ἡ ΑΖ πρὸς τὴν ΓΗ, οὕτως ἡ ΑΕ πρὸς ΕΓ. ἀλλ' ὁ αὐτός ἐστιν λόγος ὁ τῆς ΑΖ πρὸς ΓΗ καὶ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ περιφερείας πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΓ· ἡμίσεια γὰρ ἑκατέρα ἑκατέρας· καὶ ὁ τῆς ΑΕ ἄρα πρὸς ΕΓ λόγος ὁ αὐτός ἐστιν τῷ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΓ· ὅπερ ἔδει δεῖξαι.

παρακολουθεῖ δ' αὐτόθεν, ὅτι, κἂν δοθῶσιν ἥ τε ΑΓ ὅλη περιφέρεια καὶ ὁ λόγος ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΓ, δοθήσεται καὶ ἑκατέρα τῶν ΑΒ καὶ ΒΓ περιφερειῶν. ἐκτεθείσης γὰρ τῆς αὐτῆς καταγραφῆς ἐπεζεύχθω ἡ ΑΔ, καὶ ἤχθω ἀπὸ τοῦ Δ κάθετος ἐπὶ τὴν ΑΕΓ ἡ ΔΖ. ὅτι μὲν οὖν τῆς ΑΓ περιφερείας δοθείσης ἥ τε ὑπὸ



H72 ΑΔΖ γωνία τὴν ἡμίσειαν αὐτῆς ὑποτείνουσα δεδομένη ἔσται καὶ ὅλον τὸ ΑΔΖ τρίγωνον, δῆλον· ἐπεὶ δὲ τῆς ΑΓ εὐθείας ὅλης δεδομένης ὑπόκειται καὶ ὁ τῆς ΑΕ πρὸς ΕΓ λόγος ὁ αὐτὸς ὢν τῷ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΓ, ἥ τε ΑΕ[4] ἔσται δοθεῖσα καὶ λοιπὴ ἡ ΖΕ.[5] καὶ διὰ τοῦτο καὶ τῆς ΔΖ δεδομένης δοθήσεται καὶ ἥ τε ὑπὸ ΕΔΖ γωνία τοῦ ΕΔΖ ὀρθογωνίου καὶ ὅλη ἡ ὑπὸ ΑΔΒ· ὥστε καὶ ἥ τε ΑΒ περιφέρεια δοθήσεται καὶ λοιπὴ ἡ ΒΓ· ὅπερ ἔδει δεῖξαι.

πάλιν ἔστω κύκλος ὁ ΑΒΓ περὶ κέντρον τὸ Δ, καὶ ἐπὶ τῆς περιφερείας αὐτοῦ εἰλήφθω

combinato del rapporto di ΓZ a ΔZ e di quello di ΔB a BA. Ma al rapporto di ΓE ad EA è il medesimo quello di ΓZ a ZH; perciò il rapporto di ΓE ad EA è il combinato del rapporto di ΓZ a ΔZ e di quello di ΔB a BA; il che appunto si doveva dimostrare.

Ancora, sia dato il cerchio ABΓ, il cui centro sia Δ, e sulla circonferenza siano presi a caso tre punti A, B e Γ, in modo tale che ciascuno degli archi AB e BΓ siano minori della semicirconferenza – e una simile condizione sia intesa anche per gli archi che si prenderanno nel seguito –, e si congiungano AΓ e ΔEB.

Dico che, come la retta sotto il doppio dell'arco AB sta a quella sotto il doppio dell'arco BΓ, così la retta AE sta alla retta EΓ.

Siano condotte a perpendicolo dai punti A e Γ sulla retta ΔB, sia AZ che ΓH. Siccome AZ è parallela a ΓH, ed AEΓ le attraversa diretta, si ha che, come AZ sta a ΓH, così AE sta a EΓ. Ma il rapporto di AZ a ΓH è il medesimo della retta sotto il doppio dell'arco AB rispetto a quella sotto il doppio di BΓ; sono infatti entrambe la metà di quelle sotto il doppio degli archi. Dunque il rapporto di AE ad EΓ è lo stesso della retta sotto il doppio dell'arco AB rispetto a quella sotto il doppio di BΓ: il che appunto si doveva dimostrare.

Di qui consegue che, se sono dati e l'intero arco AΓ e il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco AB rispetto a quella sotto il doppio dell'arco BΓ, sarà dato anche ciascuno degli archi AB e BΓ.

Infatti, richiamata la medesima figura, si tracci la retta AΔ, e si conduca a perpendicolo su AEΓ la retta ΔZ. Che, dunque, essendo dato l'arco AΓ, sarà dato e l'angolo AΔZ sottendente la sua metà, e l'intero triangolo AΔZ, è del tutto palese. Ma poiché, essendo data l'intera retta AΓ, s'è stabilito altresì che il rapporto di AE ad EΓ è il medesimo del rapporto della retta sotto il doppio dell'arco AB rispetto a quella sotto il doppio dell'arco BΓ, sarà data sia AE[4] sia la rimanente ZE.[5] E perciò, essendo data anche ΔZ, sarà anche dato e l'angolo EΔZ del triangolo rettangolo EΔZ e l'intero angolo AΔB. Sicché sarà anche dato e l'arco AB e il rimanente BΓ; il che appunto dovevasi dimostrare.

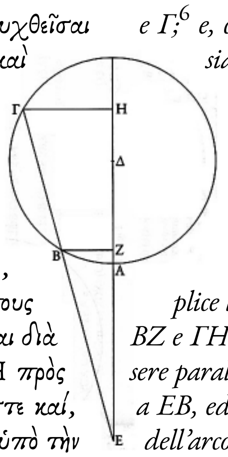
Ancora, sia dato il cerchio ABΓ di centro Δ e sulla sua circonferenza siano presi tre punti A, B

---

[4] Cf. Eucl. *data* 7: ἐὰν δεδομένον μέγεθος εἰς δεδομένον λόγον διαιρεθῇ, ἑκάτερον τῶν τμημάτων δεδομένον ἐστίν (*se una grandezza data è divisa secondo un rapporto dato, l'una e l'altra delle (sue) parti è data*).

[5] Per sottrazione di AZ da AE la *restante* (λοιπή) è ZE.

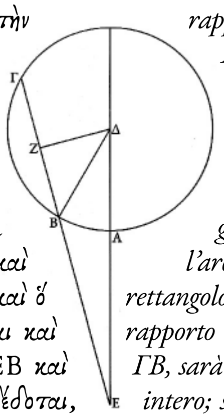
τρία σημεῖα τὰ Α, Β, Γ·[6] καὶ ἐπιζευχθεῖσαι ἥ τε ΔΑ αἱ ἡ ΓΒ ἐκβεβλήσθωσαν καὶ συμπιπτέτωσαν κατὰ τὸ Ε σημεῖον.



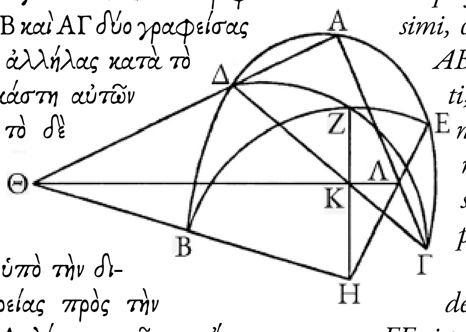
H73 λέγω, ὅτι ἐστίν, ὡς ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΑ περιφερείας πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ, οὕτως ἡ ΓΕ εὐθεῖα πρὸς τὴν ΒΕ.

ὁμοίως γὰρ τῷ προτέρῳ λημματίῳ, ἐὰν ἀπὸ τῶν Β καὶ Γ ἀγάγωμεν καθέτους ἐπὶ τὴν ΔΑ τήν τε ΒΖ καὶ τὴν ΓΗ, ἔσται διὰ τὸ παραλλήλους αὐτὰς εἶναι, ὡς ἡ ΓΗ πρὸς τὴν ΒΖ, οὕτως ἡ ΓΕ πρὸς τὴν ΕΒ· ὥστε καί, ὡς ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΑ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ, οὕτως ἡ ΓΕ πρὸς τὴν ΕΒ· ὅπερ ἔδει δεῖξαι.

καὶ ἐνταῦθα δὲ αὐτόθεν παρακολουθεῖ, διότι, κἂν ἡ ΓΒ περιφέρεια μόνη δοθῇ, καὶ ὁ λόγος ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΑ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ δοθῇ, καὶ ἡ ΑΒ περιφέρεια δοθήσεται. πάλιν γὰρ ἐπὶ τῆς ὁμοίας καταγραφῆς ἐπιζευχθείσης τῆς ΔΒ καὶ καθέτου
H74 ἀχθείσης ἐπὶ τὴν ΒΓ τῆς ΔΖ ἡ μὲν ὑπὸ ΒΔΖ γωνία τὴν ἡμίσειαν ὑποτείνουσα τῆς ΒΓ περιφερείας ἔσται δεδομένη· καὶ ὅλον ἄρα τὸ ΒΔΖ ὀρθογώνιον. ἐπεὶ δὲ καὶ ὅ τε τῆς ΓΕ πρὸς τὴν ΕΒ λόγος δέδοται καὶ ἔτι ἡ ΓΒ εὐθεῖα, δοθήσεται καὶ ἥ τε ΕΒ καὶ ἔτι ὅλη ἡ ΕΒΖ· ὥστε καί, ἐπεὶ ἡ ΔΖ δέδοται, δοθήσεται καὶ ἥ τε ὑπὸ ΕΔΖ γωνία τοῦ αὐτοῦ ὀρθογωνίου καὶ λοιπὴ ἡ ὑπὸ ΕΔΒ. ὥστε καὶ ἡ ΑΒ περιφέρεια ἔσται δεδομένη.



τούτων προληφθέντων γεγράφθωσαν[7] ἐπὶ σφαιρικῆς ἐπιφανείας μεγίστων κύκλων περιφέρειαι, ὥστε εἰς δύο τὰς ΑΒ καὶ ΑΓ δύο γραφείσας τὰς ΒΕ καὶ ΓΔ τέμνειν ἀλλήλας κατὰ τὸ Ζ σημεῖον· ἔστω δὲ ἑκάστη αὐτῶν ἐλάσσων ἡμικυκλίου· τὸ δὲ αὐτὸ καὶ ἐπὶ πασῶν τῶν καταγραφῶν ὑπακουέσθω.



λέγω δή, ὅτι ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΕ περιφερείας πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΕΑ λόγος συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΖ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΖΔ καὶ τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΔΒ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΑ.

εἰλήφθω γὰρ τὸ κέντρον τῆς σφαίρας καὶ ἔστω τὸ Η, καὶ ἤχθωσαν ἀπὸ τοῦ Η ἐπὶ τὰς Β,

e Γ;[6] e, condotte a congiungersi, sia la retta ΔA sia la retta ΓB si prolunghino e s'incontrino nel punto E.

Dico che, come la retta sotto il doppio dell'arco ΓA sta a quella sotto il doppio dell'arco AB, così la retta ΓE sta alla retta BE.

Infatti, conformemente al primo semplice lemma, se dai punti B e Γ conduciamo e BZ e ΓH a perpendicolo su ΔA, si avrà, per l'essere parallele, che, come ΓH sta a BZ, così ΓE sta a EB, ed altresì che, come la retta sotto il doppio dell'arco ΓA sta a quella sotto il doppio dell'arco AB, così ΓE sta ad EB; il che appunto dovevasi dimostrare.

Ma di qui ne consegue ancora che, quand'anche sia dato solo l'arco ΓB, e lo sia altresì il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ΓA rispetto a quella sotto il doppio dell'arco AB, sarà dato anche l'arco AB. Infatti, sempre nella stessa figura, una volta congiunta la retta ΔB e condotta a perpendicolo su BΓ la retta ΔZ, l'angolo sotto BΔZ sottendente la metà dell'arco BΓ sarà dato; e perciò anche triangolo rettangolo BΔZ per intero. Ma, dacché anche il rapporto di ΓE ad EB è dato ed altresì la retta ΓB, sarà anche data sia EB sia la retta EBZ per intero; sicché, essendo data ΔZ, sarà dato anche l'angolo sotto EΔZ del medesimo triangolo e quello rimanente sotto EΔB. Di qui, anche l'arco AB sarà dato.

Assunte queste premesse, siano descritti[7] su una superficie sferica archi di circoli massimi, così che all'interno dei due archi AB ed AΓ (altri) due archi tracciati, BE e ΓΔ, si taglino l'un l'altro nel punto Z – ciascuno di loro sia minore di un semicerchio; questa stessa condizione sia anche intesa per tutte le figure.

Ebbene, dico che il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ΓE rispetto a quella sotto il doppio dell'arco EA è il combinato del rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ΓZ rispetto a quella sotto il doppio di ZΔ e del rapporto della retta sotto il doppio di ΔB rispetto a quella sotto il doppio di BA.

Si prenda infatti il centro della sfera e sia H, quindi da H si conducano ai punti d'intersezione

[6] In accordo col cod. D il Toomer, non a torto, ritiene di espungere come «oziosa ripetizione» ὥστε ἑκατέραν τῶν ΑΒ, ΑΓ περιφερειῶν ἐλάσσονα εἶναι ἡμικυκλίου· καὶ ἐπὶ τῶν ἑξῆς δὲ λαμβανομένων περιφερειῶν τὸ ὅμοιον ὑπακουέσθω, già detto poco sopra. In effetti la precisazione ἐπὶ τῶν ἑξῆς δὲ λαμβανομένων περιφερειῶν non lascia spazio a dubbi. Proprio perché Tolemeo è un preciso, una tale ripetizione non sarebbe solo ozioso, bensì ridondante. E Tolemeo ridondante non lo è mai.

[7] La figura proposta è la medesima data da Heiberg nella sua edizione e che verosimilmente si trova nei codici, ancorché l'editore non dica nulla in proposito.

Ζ, Ε τομὰς τῶν κύκλων ἥ τε ΗΒ καὶ ἡ ΗΖ καὶ ἡ ΗΕ, καὶ ἐπιζευχθεῖσα ἡ ΑΔ ἐκβεβλήσθω καὶ συμπιπτέτω τῇ ΗΒ ἐκβληθείσῃ καὶ αὐτῇ κατὰ
H75 τὸ Θ σημεῖον, ὁμοίως δὲ ἐπιζευχθεῖσαι αἱ ΔΓ καὶ ΑΓ τεμνέτωσαν τὰς ΗΖ καὶ ΗΕ κατὰ τὸ Κ καὶ Λ σημεῖον· ἐπὶ μιᾶς δὴ γίνεται εὐθείας τὰ Θ, Κ, Λ σημεῖα διὰ τὸ ἐν δυσὶν ἅμα εἶναι ἐπιπέδοις τῷ τε τοῦ ΑΓΔ τριγώνου καὶ τῷ τοῦ ΒΖΕ κύκλου, ἥτις ἐπιζευχθεῖσα ποιεῖ εἰς δύο εὐθείας τὰς ΘΑ καὶ ΓΑ διηγμένας τὰς ΘΛ καὶ ΓΔ τεμνούσας ἀλλήλας κατὰ τὸ Κ σημεῖον· ὁ ἄρα τῆς ΓΛ πρὸς ΛΑ λόγος συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ΓΚ πρὸς ΚΔ καὶ τοῦ τῆς ΔΘ πρὸς ΘΑ. ἀλλ᾽ ὡς μὲν ἡ ΓΛ πρὸς ΛΑ, οὕτως ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΕ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΕΑ περιφερείας, ὡς δὲ ἡ ΓΚ πρὸς ΚΔ, οὕτως ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΖ περιφερείας πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΖΔ, ὡς δὲ ἡ ΘΔ πρὸς ΘΑ, οὕτως ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΔΒ περιφερείας πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΑ· καὶ ὁ λόγος ἄρα ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΕ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΕΑ συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΖ
H76 πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΖΔ καὶ τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΔΒ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΑ.

κατὰ τὰ αὐτὰ δὴ καὶ ὥσπερ ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου καταγραφῆς τῶν εὐθειῶν[8] δείκνυται, ὅτι καὶ ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΑ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΕΑ λόγος συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΓΔ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΔΖ καὶ τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΖΒ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΒΕ· ἅπερ προέκειτο δεῖξαι.

dei circoli, ossia B, Z ed E, le rette HB, HZ ed HE, e, congiunta la retta AΔ, la si prolunghi e s'incontri con HB, (anch'essa) prolungata, in Θ; similmente le rette congiunte ΔΓ e AΓ intersechino le rette HZ e HE (rispettivamente) nel punto K e in Λ. Ovviamente i punti Θ, K e Λ si trovano su una sola retta, poiché giacciono contemporaneamente su due piani, quello del triangolo AΓΔ e quello del cerchio BZE; la quale retta, congiunta, fa che le rette ΘΛ e ΓΔ, condotte alle due rette ΘA e ΓA s'intersechino l'un l'altra nel punto K. Di qui, il rapporto di ΓΛ a ΛA è il combinato di quello di ΓK a KΔ e di ΔΘ a ΘA. Ma come ΓΛ sta a ΛA, così la retta sotto il doppio dell'arco ΓE sta a quella sotto il doppio di EA; e come ΓK sta a KΔ, così la retta sotto il doppio dell'arco ΓZ sta a quella sotto il doppio di ZΔ; e come ΘΔ sta a ΘA, così la retta sotto il doppio dell'arco ΔB sta a quella sotto il doppio di BA. Dunque, il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ΓE rispetto a quella sotto il doppio di EA è il combinato del rapporto della retta sotto il doppio di ΓZ rispetto a quella sotto il doppio di ZΔ e del rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ΔB rispetto a quella sotto il doppio di BA.

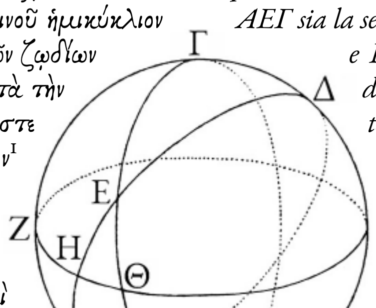
Medesimamente e proprio come su una figura piana delle rette[8] si dimostra che il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ΓA rispetto a quella sotto il doppio di EA è il combinato del rapporto della retta sotto il doppio di ΓΔ rispetto a quella sotto il doppio di ΔZ e di quello della retta sotto il doppio di ZB rispetto a quella sotto il doppio di BE; il che appunto s'era deliberato di dimostrare.

ιδʹ. Περὶ τῶν μεταξὺ τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ λοξοῦ κύκλου περιφερειῶν.

14. *Degli archi fra il cerchio equinoziale e il cerchio obliquo.*

Τούτου δὴ τοῦ θεωρήματος προεκτεθειμένου ποιησόμεθα πρώτην τὴν τῶν προκειμένων περιφερειῶν ἀπόδειξιν οὕτως.

ἔστω γὰρ ὁ δι᾽ ἀμφοτέρων τῶν πόλων τοῦ τε ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων κύκλος ὁ ΑΒΓΔ καὶ τὸ μὲν τοῦ ἰσημερινοῦ ἡμικύκλιον τὸ ΑΕΓ, τὸ δὲ τοῦ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων τὸ ΒΕΔ, τὸ δὲ Ε σημεῖον ἡ κατὰ τὴν ἐαρινὴν ἰσημερίαν αὐτῶν τομή, ὥστε τὸ μὲν Β χειμερινὸν τροπικὸν[1] εἶναι, τὸ δὲ Δ θερινόν· εἰλήφθω δὲ ἐπὶ τῆς ΑΒΓ περιφερείας ὁ πόλος τοῦ ΑΕΓ ἰσημερινοῦ
H77 καὶ ἔστω τὸ Ζ σημεῖον,[2] καὶ ἀπειλήφθω ἡ ΕΗ περιφέρεια τοῦ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων κύκλου



Premesso questo teorema, faremo per prima la dimostrazione degli archi di cui s'è detto, nel modo seguente.

Sia il cerchio ABΓΔ passante per i poli dell'equinoziale e del circolo mediano zodiacale, e AEΓ sia la semicirconferenza dell'equinoziale e BEΔ quella del circolo mediano dei segni, e il punto E la loro intersezione all'equinozio di primavera, cosicché B sia il tropico[1] invernale e Δ quello estivo. Si rilevi sull'arco ABΓ il polo dell'equinoziale AEΓ e sia il punto Z,[2] e si intercida l'arco EH sul cerchio mediano dei segni (e) sottomesso a 30 parti, quali le 360

[8] Si allude alla prima figura del capitolo.

[1] Solstizio.

[2] La descrizione appare singolare, poiché dalla figura che ne risulta, Z non può che essere il polo sud dell'equatore;

τμημάτων ὑποκειμένη λʹ, οἵων ἐστὶν ὁ μέγιστος κύκλος τξʹ, διὰ δὲ τῶν Ζ, Η γεγράφθω μεγίστου κύκλου περιφέρεια ἡ ΖΗΘ, καὶ προκείσθω τὴν ΗΘ δηλονότι εὑρεῖν. προειλήφθω δὴ καὶ ἐνταῦθα καὶ καθόλου ἐπὶ πασῶν τῶν ὁμοίων δείξεων, ἵνα μὴ καθ᾽ ἑκάστην ταυτολογῶμεν, ὅτι, ὅταν τὰς πηλικότητας λέγωμεν περιφερειῶν ἢ εὐθειῶν, ὅσων εἰσὶν μοιρῶν ἢ τμημάτων, ἐπὶ μὲν τῶν περιφερειῶν τοιούτων φαμέν, οἵων ἡ τοῦ μεγίστου κύκλου περιφέρεια τμημάτων τξʹ, ἐπὶ δὲ τῶν εὐθειῶν τοιούτων, οἵων ἡ τοῦ κύκλου διάμετρος ρκʹ.[3]

ἐπεὶ τοίνυν ἐν καταγραφῇ μεγίστων κύκλων εἰς δύο τὰς ΑΖ καὶ ΑΕ περιφερείας γεγραμμέναι εἰσὶ δύο ἥ τε ΖΘ καὶ ἡ ΕΒ τέμνουσαι ἀλλήλας κατὰ τὸ Η, ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΖΑ λόγος πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΑΒ συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΘΖ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΘΗ καὶ τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΗΕ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΕΒ.[4] ἀλλ᾽ ἡ μὲν τῆς ΖΑ περιφερείας διπλῆ μοιρῶν ἐστιν ρπʹ καὶ ἡ ὑπ᾽ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων ρκʹ, ἡ δὲ τῆς ΑΒ διπλῆ κατὰ τὸν συμπεφωνημένον ἡμῖν τῶν πγʹ πρὸς τὰ ιαʹ λόγον[5] μοιρῶν μζʹ μβʹ μʹ, ἡ δ᾽ ὑπ᾽ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων μηʹ λαʹ νεʹ, καὶ πάλιν ἡ μὲν τῆς ΗΕ περιφερείας διπλῆ μοιρῶν
H78 ξʹ καὶ ἡ ὑπ᾽ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων ξʹ, ἡ δὲ τῆς ΕΒ διπλῆ μοιρῶν ρπʹ καὶ ἡ ὑπ᾽ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων ρκʹ· ἐὰν ἄρα ἀπὸ τοῦ τῶν ρκʹ πρὸς τὰ μηʹ λαʹ νεʹ λόγου ἀφέλωμεν τὸν τῶν ξʹ πρὸς τὰ ρκʹ, καταλείπεται ὁ λόγος τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΖΘ πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΘΗ ὁ τῶν ρκʹ πρὸς τὰ κδ^{ν} ιεʹ νζʹ. καί ἐστιν ἡ μὲν διπλῆ τῆς ΖΘ περιφερείας μοιρῶν ρπʹ, ἡ δὲ ὑπ᾽ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων ρκʹ· καὶ ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν ἄρα τῆς ΘΗ τῶν αὐτῶν ἐστιν κδ^{ν} ιεʹ νζʹ. ὥστε καὶ ἡ μὲν διπλῆ τῆς ΘΗ περιφερείας μοιρῶν ἐστιν κγʹ ιθʹ νθʹ, αὐτὴ δὲ ἡ ΘΗ τῶν αὐτῶν ιαʹ μʹ ἔγγιστα.[6]

πάλιν ὑποκείσθω ἡ ΕΗ περιφέρεια μοιρῶν

di cui il cerchio massimo è costituito, e per i punti Z e H si descriva l'arco di cerchio massimo ZHΘ, e sia prestabilito di trovare, ovviamente, HΘ. — Sia ben recepito invero qui ed in generale per tutte le dimostrazioni simili – giusto per non ripeterci ogni volta – che, quando enunciamo i valori degli archi o delle rette, (cioè) di quanti gradi o parti essi siano, per gli archi intendiamo (che essi sono) di tante parti quali le 360 di cui il cerchio massimo è costituito; quanto alle rette, invece, (intendiamo che esse sono) di tante quali le 120 di cui il diametro del cerchio è composto.[3]

Dacché dunque nella figura dei cerchi massimi son tracciate verso i due archi AZ e AE due (archi), ossia ZΘ ed EB, secantisi l'un l'altro in H, il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ZA rispetto a quella sotto il doppio di AB è il combinato del rapporto della retta sotto il doppio di ΘZ rispetto a quella sotto il doppio di ΘH e di quello della retta sotto il doppio di HE rispetto a quella sotto il doppio di EB.[4] *Ma, da un lato, il doppio dell'arco ZA è di 180° e la retta sottesa di 120, dall'altro il doppio di AB, secondo il rapporto in accordo con noi, di 83 ad 11,*[5] *(è) di 47° 42′ 40″ e la retta sottesa di* 48^p *31′ 55″; e, ancora, da un lato il doppio dell'arco HE è di 60° e la retta sottesa di* 60^p*, dall'altro il doppio di EB (è) di 180° e la retta sottesa di 120; se perciò dal rapporto di 120 a* 48^p *31′ 55″ togliamo quello dei 60 a 120, resta il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ZΘ rispetto a quella sotto il doppio di ΘH, che è di 120 a* 24^p *15′ 57″. Ora, si ha che il doppio dell'arco ZΘ è di 180 gradi, e la retta sottesa di 120 parti; e perciò, la retta sotto il doppio dell'arco ΘH (è) di* 24^p *15′ 57″ delle medesime (parti). Sicché, da un lato, il doppio dell'arco ΘH è di 23° 19′ 59″, dall'altro, l'arco stesso ΘH è con la massima approssimazione di 11° 40′ dei medesimi (gradi).*[6]

---

e l'arco di 30° va preso a ritroso dall'equinozio di primavera verso il solstizio invernale. Anche il Manitius (p. 51) era rimasto perplesso al punto da tradurre κατὰ τὴν ἐαρινὴν ἰσημερίαν, «wo die Herbstnachtgleiche eintritt (*dove avviene l'equinozio d'autunno*)», dando per iscontato, prima d'accorgersi della stranezza, che l'arco EH fosse da prendere a partire da E verso il solstizio d'estate. Il Toomer non rileva nulla. D'altro canto, i codd. non presentano incertezze e non v'è altra figura che possa concordare col testo.

[3] L'Halma e il Toomer nella loro traduzione sembrano voler assegnare i 360 gradi agli archi e le 120 parti alle rette, ma il testo greco non consente una tale distinzione; anzi, a rigore, dicendo τμημάτων τξʹ e poi solo τοιούτων, attribuisce τὰ τμήματα sia ai 360 gradi che alle 120 parti.

[4] Vale a dire, crd2ZA : crd2AB = (crd2ZΘ : crd2ΘH) • (crd2HE : crd2EB). Orbene, essendo 2ZA = 180° (→ crd = 120^p), 2AB = 47° 42′ 40″ (→ crd = 48^p 31′ 55″), 2HE = 60° (→ crd = 60^p), 2EB = 180° (→ crd = 120^p), ne consegue, fatte tutte le semplificazioni, che 120 : 60 (che è la longitudine) = crd2AB (che è di 48^p 31′ 55″) : ($29{,}11^p$ 55′ : 120), ove ($29{,}11^p$ 55′ : 120) è la *x* cercata, che è appunto 24^p 15′ 57″. Si tratta della medesima formula a tutt'oggi utilizzata per trovare la declinazione di un punto dell'eclittica senza latitudine: senδ = senλ • senγ.

[5] *Cf.* più sopra il cap. 12 verso la fine.

[6] Per trovare l'arco corrispondente alla corda Teone dice semplicemente (Rome 574,8÷9) ἥντινα εἰσαγαγόντες εἰς τὸν κανόνα τῶν ἐν κύκλῳ εὐθειῶν εὑρήσκομεν τὴν ἐπ᾽αὐτῆς περιφέρειαν (*il quale <valore della corda> inserendo nella tavola delle rette inscritte in un cerchio, troveremo l'arco corrispondente*); ma non dice come. Ora, l'operazione più semplice per chi volesse estrarre l'arco dalla corda tolemaica, è il seguente: (cord/60)/2 = seno dell'arco cercato; per es. *24^p 15′ 57″*/60 = 0,4044306, che diviso per 2 dà 0,2022153, che è il seno dell'arco in gradi decimali 11,666534, pari a 11° *39′ 59″ 29‴*.

ξʹ, ὥστε τῶν ἄλλων μενόντων τῶν αὐτῶν τὴν μὲν διπλῆν τῆς EH *γίνεσθαι μοιρῶν ρκʹ, τὴν δὲ ὑπ᾽ αὐτὴν εὐθεῖαν τμημάτων ργʹ νεʹ κγʹ. ἐὰν ἄρα πάλιν ἀπὸ τοῦ τῶν ρκʹ πρὸς τὰ μηʹ λαʹ νεʹ λόγου ἀφέλωμεν τὸν τῶν ργʹ νʹ κγʹ πρὸς τὰ ρκʹ, καταλειφθήσεται ὁ λόγος ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς* ZΘ *πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς* ΘH *ὁ τῶν ρκʹ πρὸς τὰ μβʹ αʹ μηʹ.*[7] *καί ἐστιν ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς* ZΘ *τμημάτων ρκʹ· ὥστε καὶ ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς* ΘH *τῶν αὐτῶν ἔσται μβʹ αʹ μηʹ. καὶ ἡ μὲν διπλῆ ἄρα τῆς* ΘH *περιφερείας μοιρῶν ἐστιν μαʹ* o *ιηʹ, ἡ δὲ* ΘH *τῶν αὐτῶν κʹ λʹ θʹ· ἅπερ ἔδει δεῖξαι.*

τὸν αὐτὸν δὴ τρόπον καὶ ἐπὶ τῶν κατὰ μέρος H79 *περιφερειῶν ἐπιλογιζόμενοι τὰς πηλικότητας ἐκθησόμεθα κανόνιον τῶν τοῦ τεταρτημορίου μοιρῶν ϙʹ παρακειμένας ἔχον τὰς πηλικότητας τῶν ὁμοίων ταῖς ἀποδεδειγμέναις περιφερειῶν· καί ἐστιν τὸ κανόνιον τοιοῦτον·*[8]

Ancora, si supponga che l'arco EH sia di 60 gradi, cosicché, rimanendo gli altri dati i medesimi, il doppio di EH divenga di 120 gradi, mentre la retta sottesa di 103^{p} 55′ 23″. Se, perciò, dal rapporto delle 120^{p} alle 48^{p} 31′ 55″ togliamo quello delle 120^{p} alle 103^{p} 55′ 23″, rimarrà il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ZΘ a quella sotto il doppio dell'arco ΘH, che è il rapporto delle 120^{p} alle 42^{p} 1′ 48″.[7] *Orbene, si ha che la retta sotto il doppio di ZΘ è di 120 parti; ed è così che la retta sotto il doppio dell'arco ΘH sarà delle medesime 42^{p} 1′ 48″. Dunque, il doppio dell'arco ΘH è di 41° 0′ 18″, e ΘH dei medesimi 20° 30′ 9″. Il che dovevasi appunto dimostrare.*

Calcolando nello stesso modo le ampiezze per i singoli archi, erigeremo una tavola dei novanta gradi costituenti un quadrante con le ampiezze previste degli archi simili a quelli (qui sopra) dimostrati. E la tavola è questa che segue:[8]

---

[7] Per esporre a un non matematico, come noi, in termini più semplici (rispetto al contenuto della n. 4) i dettagli della spiegazione tolemaica, diremo: denominando *a* il rapporto (120 : 48^{p} 31′ 55″) e *b* il rapporto (103^{p} 55′ 23″ : 120), il testo afferma che togliendo il rapporto di *b* da *a*, cioè dividendo *a* per *b* (*a*/*b*), otterremo il medesimo rapporto dato da (120 : 103^{p} 55′ 23″); semplificando la proporzione, avremo che 120 : 103^{p} 55′ 23″ = 48^{p} 31′ 55″ : *x*, ove *x* restituisce la corda sottendente il doppio dell'arco cercato, la quale corda misura 42^{p} 1′ 48″, cui corrisponde l'arco 41° 0′ 18″, che diviso per 2, dà la longitudine di 60°, cioè 20° 30′ 9″. Tale risultato si ottiene direttamente – *v. supra* n. 6 – convertendo il seno ottenuto da 42^{p} 1′ 48″/60/2 nell'arco corrispondente.

[8] Come per la tavola delle corde (*v. supra*), forniamo qui le formule per computare le declinazioni dei vari gradi dell'eclittica utilizzando un Foglio del programma Excel. — 1. Nella cella A1 scrivere "1" e nella cella A2 "=A1+1", quindi con la funzione COPIA-INCOLLA (che nel seguito daremo per sottintesa) riempire le celle della colonna A fino a 180 (perché 180 e non 90, *v. infra*, punto 5.): questi saranno i gradi di longitudine dell'eclittica. — 2. Nella cella B1, sempre in ottemperanza alla trigonometria tolemaica, si divida l'arco a metà scrivendo "=A1/2)". — 3. Nella cella C1 si inserisca la formula "=(SEN((B1)*PI.GRECO()/180))*2*60", che restituirà la corda tolemaica di A. — 4. Per un immediato controllo visivo, varrà la pena leggere nella colonna D le parti sessagesimali ottenibili con la funzione "convert_degree(C1)". — 5. Nella cella E1 scriveremo "=48,531944*C2/120", ove 48,531944 è il valore decimale della corda dell'arco *47° 42′ 40″*, che è il doppio dell'ampiezza dell'obliquità dell'eclittica assunta da Tolemeo. Ma, attenzione! Nella cella E2 dovremo scrivere C4, non già C3 (dato dalla funzione COPIA-INCOLLA); nella cella E3 scriveremo C6, non C4, e così via: è questa, in effetti, una seccatura, poiché costringe all'inserimento manuale, nelle celle della colonna E, del numero della cella C che aumenta sempre di due, fino ad E90 con la formula "=48,531944*C180/120". — 6. Nella cella F1 inseriamo "=E1/60/2", da cui otterremo il seno della declinazione. — 7. Nella cella G1 scriveremo la formula per la restituzione dell'arco in gradi decimali: "=ARCSEN(F1)*180/PI.GRECO()". — 8. Infine, inserendo nelle celle della colonna H la funzione "convert_degree(G…)", avremo i gradi sessagesimali che potremo autonomamente confrontare con quelli calcolati da Tolemeo ed esposti in tabella.

Nella tavola data dallo Heiberg, a 27° i codd. dànno *νζ*, invece che *μζ*, ma deve trattarsi d'un errore dei copisti, perché una differenza di 10″ è decisamente improbabile. Altri possibili errori dei copisti potrebbero ravvisarsi laddove la differenza raggiunge i 6″ (a 55° e 62°) e i 7″ (51°, ove, però, sarebbe giustificato leggere *ε* in luogo di *ιε* e ridurre così l'approssimazione a 2″, piuttosto frequente).

H80 ## ιε′. κανόνιον λοξώσεως.

11. *Tavola dell'obliquità.*

	περιφέρειαι				περιφέρειαι			
	τοῦ διὰ μέσων	μεσημβρινοῦ			τοῦ διὰ μέσων	μεσημβρινοῦ		
	α	ο	κδ	ιϛ	μϛ	ιϛ	νδ	μζ
	β	ο	μη	λα	μζ	ιζ	ιβ	ιϛ
	γ	α	ιβ	μϛ	μη	ιζ	κθ	κζ
	δ	α	λζ	ο	μθ	ιζ	μϛ	κ
	ε	β	α	ιβ	ν	ιη	β	νγ
	ϛ	β	κε	κβ	να	ιη	ιθ	ιε
	ζ	β	μθ	λ	νβ	ιη	λε	ε
	η	γ	ιγ	λε	νγ	ιη	ν	μα
	θ	γ	λζ	λζ	νδ	ιθ	ε	νζ
	ι	δ	α	λη	νε	ιθ	κ	νϛ
	ια	δ	κε	λβ	νϛ	ιθ	λε	κη
	ιβ	δ	μθ	κδ	νζ	ιθ	μθ	μβ
	ιγ	ε	ιγ	ια	νη	κ	γ	λα
	ιδ	ε	λϛ	νγ	νθ	κ	ιζ	δ
	ιε	ϛ	ο	λα	ξ	κ	λ	θ
	ιϛ	ϛ	κδ	α	ξα	κ	μβ	νη
	ιζ	ϛ	μζ	κϛ	ξβ	κ	νε	κδ
	ιη	ζ	ι	με	ξγ	κα	ζ	κα
	ιθ	ζ	λγ	νζ	ξδ	κα	ιη	νη
	κ	ζ	νζ	γ	ξε	κα	λ	ια
	κα	η	κ	ο	ξϛ	κα	μα	ο
H81	κβ	η	μβ	ν	ξζ	κα	να	κε
	κγ	θ	ε	λβ	ξη	κβ	α	κε
	κδ	θ	κη	ε	ξθ	κβ	ια	ο†
	κε	θ	ν	κθ	ο	κβ	κ	ια
	κϛ	ι	ιβ	μϛ	οα	κβ	κη	νζ
	κζ	ι	λδ	μζ	οβ	κβ	λζ	ιζ
	κη	ι	νϛ	μδ	ογ	κβ	με	ια
	κθ	ια	ιη	κε	οδ	κβ	νβ	λθ
	λ	ια	λθ	νθ	οε	κβ	νθ	μα
	λα	ιβ	α	κ	οϛ	κγ	ϛ	ιζ
	λβ	ιβ	κβ	λ	οζ	κγ	ιβ	κζ
	λγ	ιβ	μγ	κη	οη	κγ	ιη	ια
	λδ	ιγ	δ	ιδ	οθ	κγ	κγ	κη
	λε	ιγ	κδ	μζ	π	κγ	κη	ιϛ
	λϛ	ιγ	με	ϛ	πα	κγ	λβ	λ
	λζ	ιδ	ε	ια	πβ	κγ	λϛ	λε
	λη	ιδ	κε	β	πγ	κγ	μ	β
	λθ	ιδ	μδ	λθ	πδ	κγ	μγ	β
	μ	ιε	δ	δ	πε	κγ	με	λδ
	μα	ιε	κγ	ι	πϛ	κγ	μζ	λθ
	μβ	ιε	μβ	β	πζ	κγ	μθ	ιϛ
	μγ	ιϛ	ο	λη	πη	κγ	ν	κε
	μδ	ιϛ	ιη	νη	πθ	κγ	να	ϛ
	με	ιϛ	λζ	β*	ϟ	κγ	να	κ

archi				*archi*			
del cerchio mediano	*del meridiano*			*del cerchio mediano*	*del meridiano*		
1	0°	24′	16″	46	16′	54′	47″
2	0	48	31	47	17	12	16
3	1	12	46	48	17	29	27
4	1	37	0	49	17	46	20
5	2	1	12	50	18	2	53
6	2	25	22	51	18	19	15
7	2	49	30	52	18	35	5
8	3	13	35	53	18	50	41
9	3	37	37	54	19	5	57
10	4	1	38	55	19	20	56
11	4	25	32	56	19	35	28
12	4	49	24	57	19	49	42
13	5	13	11	58	20	3	31
14	5	36	53	59	20	17	4
15	6	0	31	60	20	30	9
16	6	24	1	61	20	42	58
17	6	47	26	62	20	55	24
18	7	10	45	63	21	7	21
19	7	33	57	64	21	18	58
20	7	57	3	65	21	30	11
21	8	20	0	66	21	41	0
22	8	42	50	67	21	51	25
23	9	5	32	68	22	1	25
24	9	28	5	69	22	11	0†
25	9	50	29	70	22	20	11
26	10	12	46	71	22	28	57
27	10	34	47	72	22	37	17
28	10	56	44	73	22	45	11
29	11	18	25	74	22	52	39
30	11	39	59	75	22	59	41
31	12	1	20	76	23	6	17
32	12	22	30	77	23	12	27
33	12	43	28	78	23	18	11
34	13	4	14	79	23	23	28
35	13	24	47	80	23	28	16
36	13	45	6	81	23	32	30
37	14	5	11	82	23	36	35
38	14	25	2	83	23	40	2
39	14	44	39	84	23	43	2
40	15	4	4	85	23	45	34
41	15	23	10	86	23	47	39
42	15	42	2	87	23	49	16
43	16	0	38	88	23	50	25
44	16	18	58	89	23	51	6
45	16	37	2*	90	23	51	20

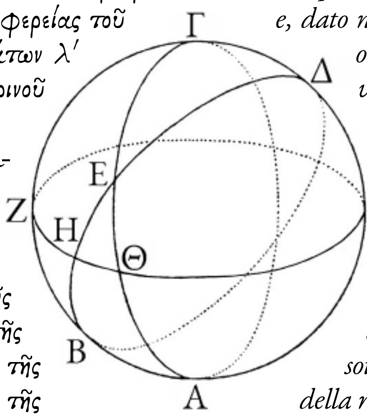
* I codd. hanno κ (20), tranne D che legge α^κ. Con l'Halma, preferiamo congetturare una distrazione concettuale (20 per 2) risalente probabilmente all'originale.

† I codd. ripetono ια (D α ια): improbabile.

H82 ιϛ′. Περὶ τῶν ἐπ᾽ ὀρθῆς τῆς σφαίρας ἀναφορῶν.

Ἑξῆς δ᾽ ἂν εἴη συναποδεῖξαι τῶν τοῦ ἰσημερινοῦ περιφερειῶν τὰς γινομένας πηλικότητας ὑπὸ τῶν γραφομένων κύκλων διά τε τῶν πόλων αὐτοῦ καὶ τῶν διδομένων τοῦ λοξοῦ κύκλου τμημάτων· οὕτω γὰρ ἕξομεν, ἐν ὁπόσοις χρόνοις ἰσημερινοῖς τὰ τοῦ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων τμήματα διελεύσεται τόν τε μεσημβρινὸν πανταχῆ καὶ τὸν ἐπ᾽ ὀρθῆς τῆς σφαίρας ὁρίζοντα διὰ τὸ καὶ αὐτὸν τότε μόνον διὰ τῶν πόλων γράφεσθαι τοῦ ἰσημερινοῦ.

ἐκκείσθω τοίνυν ἡ προδεδειγμένη καταγραφή, καὶ δοθείσης πάλιν τῆς EH περιφερείας τοῦ λοξοῦ κύκλου πρότερον τμημάτων λ′ δέον ἔστω τὴν EΘ τοῦ ἰσημερινοῦ περιφέρειαν εὑρεῖν.



κατὰ τὰ αὐτὰ δὴ τοῖς ἔμπροσθεν ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ZB πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς BA λόγος συνῆπται ἔκ τε τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ZH πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς HΘ καὶ τοῦ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΘE πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς EA.[2] ἀλλ᾽ ἡ μὲν τῆς ZB περιφερείας διπλῆ μοιρῶν ἐστιν ρλβ′ ιζ′ κ′[3] καὶ ἡ ὑπὸ αὐτὴν εὐθεῖα
H83 τμημάτων ρθ′ μδ′ νγ′, ἡ δὲ τῆς BA μοιρῶν μζ′ μβ′ μ′ καὶ ἡ ὑπὸ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων μη′ λα′ νε′· καὶ πάλιν ἡ μὲν τῆς ZH περιφερείας διπλῆ μοιρῶν ρνϛ′ μ′ α′[4] καὶ ἡ ὑπὸ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων ριζ′ λα′ ιε′, ἡ δὲ τῆς HΘ μοιρῶν κγ′ ιθ′ νθ′ καὶ ἡ ὑπὸ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων κδ′ ιε′ νζ′. ἐὰν ἄρα ἀπὸ τοῦ τῶν ρθ′ μδ′ νγ′ πρὸς τὰ μη′ λα′ νε′ λόγου ἀφέλωμεν τὸν τῶν ριζ′ λα′ ιε′ πρὸς τὰ κδ′ ιε′ νζ′, καταλειφθήσεται ἡμῖν ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΘE πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς EA λόγος ὁ τῶν νδ′ νβ′ κϛ′[5] πρὸς τὰ ριζ′ λα′ ιε′· ὁ δ᾽ αὐτὸς λόγος ἐστὶν καὶ τῶν νϛ′ α′ νγ′[6] πρὸς τὰ ρκ′. καί ἐστιν ἡ μὲν διπλῆ τῆς EA μοιρῶν ρπ′, ἡ δ᾽ ὑπ᾽ αὐτὴν εὐθεῖα τμημάτων ρκ′· καὶ ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν ἄρα τῆς ΘE τμημάτων τῶν αὐτῶν ἐστιν νϛ′ α′ νγ′. ὥστε καὶ ἡ μὲν διπλῆ τῆς

16. *Delle anafore sulla sfera retta.*

Di seguito dobbiamo anche dimostrare le ampiezze degli archi dell'equinoziale risultanti dai cerchi che, essendo tracciati attraverso i suoi poli, incrociano le parti date del cerchio obliquo; così troveremo in quanti tempi equinoziali le parti del circolo mediano dei segni attraverseranno sia il meridiano, quale che sia il luogo, sia l'orizzonte sulla sfera retta, per il fatto che solo così esso può essere tracciato attraverso i poli dell'equinoziale.[1]

Sia ripresa la figura mostrata in precedenza e, dato nuovamente l'arco EH del cerchio obliquo già di 30 parti, sia da trovare l'arco EΘ dell'equinoziale.

Secondo le medesime considerazioni di prima, il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ZB rispetto a quella sotto il doppio di BA è il combinato del rapporto della retta sotto il doppio di ZH rispetto a quella sotto il doppio di ΘH e di quello della retta sotto il doppio di ΘE rispetto a quella sotto il doppio di EA.[2] *Ma il doppio dell'arco ZB è di 132° 17′ 20″*[3] *e la retta sottesa di 109^p 44′ 53″, mentre il doppio di BA è di 47° 42′ 40″ e la retta sottesa di 48^p 31′ 55″; ed, ancora, il doppio dell'arco ZH è di 156° 40′ 1″*[4] *e la retta sottesa di 117^p 31′ 15″, mentre il doppio dell'arco HΘ è di 23° 19′ 59″ e la retta sottesa di 24^p 15′ 57″. Se, dunque, dal rapporto di 109^p 44′ 53″ a 48^p 31′ 55″ togliamo quello di 117^p 31′ 15″ a 24^p 15′ 57″, ci rimarrà il rapporto della retta sotto il doppio dell'arco ΘE rispetto a quella sotto il doppio dell'arco EA, rapporto che sarà di 54^p 52′ 26″*[5] *a 117^p 31′ 15″: lo stesso rapporto che sussiste tra 56^p 1′ 53″*[6] *e 120^p. E dato che il doppio dell'arco EA è di 180° e la retta sottesa di 120^p, ovviamente la retta sotto il doppio dell'arco ΘE sarà di 56^p 1′ 53″ delle medesime parti. Se, dunque, il doppio dell'arco ΘE è con buona*

---

[1] Teone (Rome 586,6 ss.) chiarisce: ἑξῆς περὶ τῶν ἐπ᾽ ὀρθῆς τῆς σφαίρας ἀναφορῶν τοῦ τε ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ζῳδιακοῦ κύκλου τὸν λόγον ποιεῖται, καθ᾽ ἣν θέσιν οἱ πόλοι τῆς σφαίρας ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος τυγχάνουσιν (*di seguito parla delle anafore e dell'equinoziale e del circolo zodiacale nella sfera retta, nella qual posizione i poli della sfera si trovano sull'orizzonte*). In altre parole, Tolemeo fa ruotare la sfera locale, finché il meridiano non combaci con l'equatore.

[2] Ossia, crd2ZB : crd2BA = (crd2ZH : crd2ΘH) • (crd2ΘE : crd2EA), da cui, rivoltando il combinato, otteniamo che (crd2ZB : crd2BA)/(crd2ZH : crd2ΘH) = crd2ΘE : crd2EA.

[3] Da (90° – 23° 51′ 20″) • 2.

[4] Da (90° – 11° 39′ 59″ *30‴*) • 2 (*v. supra* p. 44 n. 6).

[5] Francamente ci sfugge l'utilità di questo dato – che, per semplificare, nella proporzione 48^p 31′ 55″ : 109^p 44′ 53″ = 24^p 15′ 57″ : *x* rappresenta questa *x* –, poiché, essendo il risultato di (crd2ZB : crd2BA)/(crd2ZH : crd2ΘH) pari a 0,466927541 (= 0^p 28′ 0″ 56‴ 20⁗), basta moltiplicare questo risultato per 120 (crd2EA) ed otterremo 56,0313049, pari a 56^p 1′ 52″ 41‴ 51⁗, che è la corda sottesa dal doppio dell'arco cercato ΘE. Né il Toomer, né i vari specialisti, quali Neugebauer e Pedersen, prestano attenzione a questo dettaglio. D'altro canto, chi scrive queste note, non essendo un matematico, si limita solo a manifestare una perplessità.

[6] Qui e poco oltre, lo Heiberg accoglie con i codd. κε, un errore, ancorché D[3] corregga in νγ.

ΘΕ περιφερείας ἔσται μοιρῶν νε′ μ′ ἔγγιστα, ἡ δὲ ΘΕ τῶν αὐτῶν κζ′ ν′.[7]

πάλιν ὑποκείσθω ἡ ΕΗ περιφέρεια μοιρῶν ξ′, ὥστε τῶν ἄλλων μενόντων τῶν αὐτῶν τὴν μὲν διπλῆν τῆς ΖΗ περιφερείας γίνεσθαι μοιρῶν ρλη′ νθ′ μβ′ καὶ τὴν ὑπ' αὐτὴν εὐθεῖαν τμημάτων ριβ′ κγ′ νϛ′, τὴν δὲ διπλῆν τῆς ΗΘ περιφερείας μοιρῶν μα′ ο′ ιη′ καὶ τὴν ὑπ' αὐτὴν εὐθεῖαν τμημάτων μβ′ α′ μη′. ἐὰν ἄρα ἀπὸ τοῦ τῶν ρθ′ μδ′ νγ′ πρὸς τὰ μη′ λα′ νε′ λόγου ἀφέλωμεν τὸν τῶν ριβ′ κγ′ νϛ′ πρὸς τὰ μβ′ α′ μη′, καταλειφθήσεται ὁ τῆς ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΘΕ λόγος πρὸς τὴν ὑπὸ τὴν
H84 διπλῆν τῆς ΕΑ ὁ τῶν ϙε′ β′ μ′ πρὸς τὰ ριβ′ κγ′ νϛ′· ὁ δ' αὐτὸς τούτῳ λόγος ἐστὶν καὶ ὁ τῶν ρα′ κη′ κ′ πρὸς τὰ ρκ′. καί ἐστιν ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΕΑ περιφερείας εὐθεῖα τμημάτων ρκ′· ὥστε καὶ ἡ ὑπὸ τὴν διπλῆν τῆς ΘΕ τῶν αὐτῶν ἐστιν ρα′ κη′ κ′. καὶ ἡ μὲν διπλῆ ἄρα τῆς ΘΕ περιφερείας ἔσται μοιρῶν ριε′ κη′ ἔγγιστα, αὐτὴ δὲ ἡ ΘΕ τῶν αὐτῶν νζ′ μδ′.

καὶ δέδεικται, ὅτι τὸ μὲν α′ ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ σημείου δωδεκατημόριον τοῦ διὰ μέσων τῶν ζῳδίων κύκλου συγχρονεῖ τοῖς τοῦ ἰσημερινοῦ κατὰ τὸν ἐκκείμενον τρόπον[8] τμήμασιν κζ′ ν′, τὸ δὲ δεύτερον τμήμασιν κθ′ νδ′, ἐπειδήπερ ἀμφότερα ἀπεδείχθη μοιρῶν νζ′ μδ′· καὶ τὸ τρίτον δὲ δηλονότι δωδεκατημόριον συγχρονίσει ταῖς λοιπαῖς εἰς τὸ τεταρτημόριον μοίραις λβ′ ιϛ′ διὰ τὸ καὶ ὅλον τὸ τοῦ λοξοῦ κύκλου τεταρτημόριον ὅλῳ τῷ τοῦ ἰσημερινοῦ συγχρονίζειν ὡς πρὸς τοὺς διὰ τῶν πόλων τοῦ ἰσημερινοῦ γραφομένους κύκλους.

τὸν αὐτὸν δὴ τρόπον τῇ προκειμένῃ δείξει κατακολουθοῦντες ἐπελογισάμεθα καὶ τὰς ἑκάστῃ δεκαμοιρίᾳ τοῦ λοξοῦ κύκλου συγχρονούσας περιφερείας τοῦ ἰσημερινοῦ διὰ τὸ τὰς ἔτι τούτων μικρομερεστέρας μηδενὶ ἀξιολόγῳ διαφέρειν τῶν πρὸς ὁμαλὴν παραύξησιν ὑπεροχῶν.[9] ἐκθησόμεθα οὖν καὶ ταύτας, ἵνα κατὰ τὸ πρόχειρον
H85 ἔχωμεν, ἐν ὅσοις χρόνοις αὐτῶν ἑκάστη τόν τε μεσημβρινόν, ὡς ἔφαμεν, πανταχῇ καὶ τὸν ἐπ' ὀρθῆς τῆς σφαίρας ὁρίζοντα διελεύσεται, τὴν ἀρχὴν ἀπὸ τῆς πρὸς τῷ ἰσημερινῷ σημείῳ δεκαμοιρίας ποιησάμενοι.

ἡ μὲν οὖν πρώτη περιέχει χρόνους θ′ ι′,[10]

ἡ δὲ δευτέρα χρόνους θ′ ιε′,

ἡ δὲ τρίτη χρόνους θ′ κε′, ὥστε τοὺς ἐπὶ τὸ αὐτὸ τοῦ α′ δωδεκατημορίου συνάγεσθαι χρόνους κζ′ ν′·

approssimazione di 55° 40′, l'arco ΘE sarà di 27° 50′ dei medesimi.[7]

Ancora, si supponga che l'arco EH sia di 60°, cosicché, rimanendo gli altri dati i medesimi, il doppio dell'arco ZH divenga di 138 gradi 59′ 42″, e la retta sottesa di 112 parti 23′ 56″, mentre il doppio dell'arco HΘ risulti di 41 gradi 0′ 18″ e la retta sottesa di 42 parti 1′ 48″. Se, perciò, dal rapporto delle 109^p 44′ 53″ alle 48^p 31′ 55″ togliamo quello delle 112^p 23′ 56″ alle 42^p 1′ 48″, rimarrà il rapporto della retta sotto il doppio di ΘE rispetto alla retta sotto il doppio di EA, che è il rapporto delle 95^p 2′ 40″ alle 112^p 23′ 56″; uguale a questo è il rapporto delle 101^p 28′ 20″ alle 120^p. Dato che la retta sotto il doppio dell'arco EA è di 120^p, ecco che la retta sotto il doppio di ΘE sarà delle medesime 101^p 28′ 20″. Dunque, se il doppio dell'arco ΘE è con buona approssimazione di 115° 28′, lo stesso ΘE sarà dei medesimi 57° 44′.

È quindi provato che il primo dodecatemorio del circolo mediano dei segni, che inizia dal punto equinoziale, è sincrono, secondo la modalità esposta,[8] alle 27^p 50′ dell'equinoziale, mentre il secondo alle 29^p 54′, dacché s'è dimostrato che insieme fanno 57° 44′; il terzo dodecatemorio, ovviamente, sarà sincrono ai gradi mancanti nel quadrante, che sono 32° 16′, per il fatto che l'intero quadrante del cerchio obliquo è sincrono all'intero quadrante dell'equinoziale, in quanto relativi ai cerchi tracciati attraverso i poli dell'equinoziale.

Seguendo il medesimo procedimento sopra illustrato, abbiamo calcolato anche gli archi sincroni dell'equinoziale per ciascun decano del cerchio obliquo perché quelli di ampiezza minore dei detti differiscono in modo irrilevante dalle eccedenze per aumento proporzionale.[9] Forniremo dunque anche questi, affinché possiamo avere in pronto in quanti tempi ciascuno di essi attraverserà sia il meridiano quale che sia il luogo, come abbiamo detto, sia l'orizzonte nella sfera retta, a cominciare dal decano presso il punto equinoziale.

Ebbene, il primo contiene tempi per 9° 10′,[10]

il secondo, tempi per 9° 15′,

il terzo, tempi per 9° 25′, cosicché i tempi per il medesimo primo dodecatemorio comprendono 27° 50′;

---

[7] Qui l'approssimazione pare più un troncamento, perché il calcolo dà 27° 50′ 6″.

[8] Vale a dire, nella sfera retta.

[9] Tolemeo intende dire che per gli archi minori di 10° non vale la pena rilevare la differenza tra il calcolo diretto, più laborioso, e quello, più rapido, per interpolazione proporzionale.

[10] L'Halma traduce «impiega 9 tempi 10′», e il Toomer usa l'espressione ambigua «tempi-gradi». Ma, siccome un grado d'ascensione retta richiede 4 minuti di tempo medio, un decano 40 minuti e un dodecatemorio 2 ore, pare più corretto distinguere i *χρόνοι* dalle *μοίραι* corrispondenti.

ἡ δὲ τετάρτη χρόνους θ′ μ′,

ἡ δὲ πέμπτη χρόνους θ′ νη′,

ἡ δὲ ἕκτη χρόνους ι′ ιϛ′, ὥστε καὶ τοῦ δευτέρου δωδεκατημορίου τοὺς κθ′ νδ′ χρόνους συνάγεσθαι·

ἡ δὲ ἑβδόμη χρόνους ι′ λδ′,

ἡ δὲ ὀγδόη χρόνους ι′ μζ′,

ἡ δὲ ἐνάτη χρόνους ι′ νε′, ὡς πάλιν συνάγεσθαι καὶ τοῦ μὲν τρίτου καὶ πρὸς τοῖς τροπικοῖς σημείοις δωδεκατημορίου τοὺς λβ′ ιϛ′ χρόνους, ὅλου δὲ τοῦ τεταρτημορίου τοὺς ϙ′ συμφώνως.

καί ἐστιν αὐτόθεν φανερόν, ὅτι καὶ ἡ τῶν λοιπῶν τεταρτημορίων τάξις ἡ αὐτὴ τυγχάνει οὖσα, πάντων καθ᾽ ἕκαστον τῶν αὐτῶν συμβαινόντων διὰ τὸ τὴν σφαῖραν ὀρθὴν ὑποκεῖσθαι, τουτέστιν τὸν ἰσημερινὸν ἀνέγκλιτον πρὸς τὸν ὁρίζοντα.

il quarto (contiene) tempi per 9° 40′,

il quinto, tempi per 9° 58′,

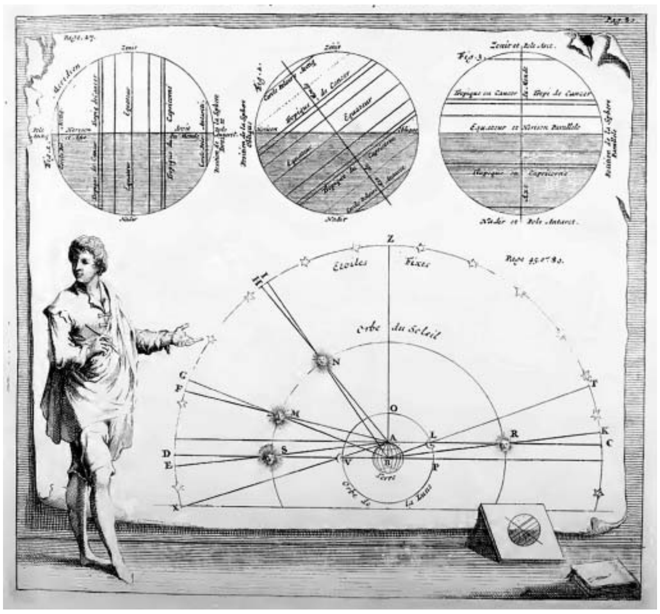
il sesto, tempi per 10° 16′, cosicché i tempi per il secondo dodecatemorio comprendono 29° 54′;

il settimo (contiene) tempi per 10° 34′,

l'ottavo, tempi per 10° 47′,

il nono, tempi per 10° 55′, cosicché i tempi per il terzo dodecatemorio, giunto ai punti tropicali, comprendono 32° 16′, e l'intero quadrante, coerentemente, 90°.

Di qui, appare manifesto che l'ordinamento dei restanti quadranti è il medesimo, valendo per ciascuno le stesse cose, essendo presupposta la sfera retta, ove cioè l'equinoziale non è inclinato sull'orizzonte.



[Raffigurazione della sfera *retta* (in alto a sinistra), della sfera *obliqua* (al centro) e della sfera detta *parallela* (a destra), che corrisponde alla *sfera retta tolemaica*, ove l'equatore e l'orizzonte coincidono: tratta da *L'usages des globes célestes et terrestres, suivant les differens systèmes du monde*, Amsterdam (François Halma) 1700.]

APPENDICI

Appendice I.

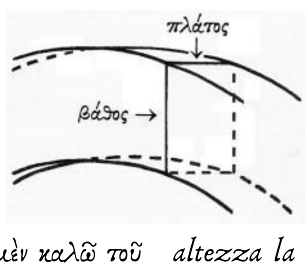
Dello strumento sommariamente descritto da Tolemeo nel cap. 12, Proclo, nel suo scritto Ὑποτύπωσις τῶν ἀστρονομικῶν ὑποθέσεων, *Hypotyposis astronomicarum positionum*, offre una descrizione molto più dettagliata, che consente al lettore di farsi un'idea sull'aspetto e sul funzionamento di detto strumento, le cui raffigurazioni fatte dai vari commentatori dell'*Almagesto*, ed altresì dall'editore stesso dello scritto di Proclo (C. Manitius, Lipsiae [Teubner] 1909, pp. 42 e 286, edizione peraltro esemplare e corredata della traduzione tedesca) non rispettano i rapporti tra le misure indicate, impedendone così il funzionamento. Facciamo, dunque, seguire il testo di Proclo stabilito dal Manitius e la nostra traduzione. I disegni illustrativi sono stati eseguiti dal traduttore senza una qualche pretesa di perfezione. A lato del testo greco sono indicate le pagine dell'edizione teubneriana:

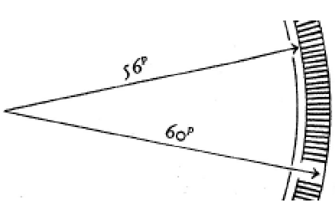
[...]

M42 Πρὸς δὴ τὴν τούτων κατάληψιν, ἐπειδὴ τῇ αἰσθήσει βουλόμεθα τὸ βόρειον τοῦ κύκλου καὶ τὸ νότιον πέρας λαβεῖν, ὄργανον ἐκδέδοται τοιόνδε, ἵνα μηδὲ τούτων ἀπείρως ἔχῃς.

Κατεσκευάσθω κύκλος χαλκοῦς τῷ μεγέθει σύμμετρος, ἵνα μήτε διὰ τὴν ὑπερβολὴν ᾖ δυσκίνητος, μήτε διὰ τὴν ἐλάττωσιν πρὸς τὰς κατατομὰς ἀνεπιτήδειος. εἴη δ' ἂν σύμμετρος ἔχων τὴν διάμετρον μὴ ἐλάττονα ἡμιπηχυαίου μεγέθους,[1] ὥστε εἶναι οἵων ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τμημάτων ξ′, τοιούτων τὸ βάθος αὐτοῦ τεσσάρων καὶ τὸ πλάτος δύο καὶ ἡμίσεος. δεῖ δέ σε γνῶναι, τί καλῶ πλάτος καὶ τί βάθος.

Ἐξέσθω τοίνυν ὁ κύκλος κατὰ τὴν περίοδον τὴν ἑαυτοῦ μὴ περιφερῶς, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὴν ἐκτὸς ἐπιφάνειαν εἰς γωνίας περατοῦσθαι συναπτούσας τοῖς ἐφ' ἑκάτερα ἐπιπέδοις, ὁμοίως δὲ καὶ τὴν ἐντός. καὶ οὕτως ἀκριβῶς τετορνεύσθω, ὥστε εἶναι τετραγωνικὰς τὰς κλίσεις, τουτέστιν ὀρθὰς τῆς τε ἐντὸς καὶ τῆς ἐκτὸς περιφερείας πρὸς τοὺς κροτάφους. οὕτω δὴ
M44 οὖν τοῦ κύκλου ξεσθέντος βάθος μὲν καλῶ τοῦ κύκλου τὸ ἀπὸ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας εἰς τὴν κοίλην διάστημα, ὅσον ἐπέχει τὰ ἐπίπεδα τὰ ἐφ' ἑκάτερα τῶν δύο τούτων ἐπιφανειῶν, πλάτος δὲ τὸ ἑκατέρας διάστημα τὸ μεταξὺ τῶν δύο ἐπιπέδων. δῆλον ἄρα ὅτι δεῖ τὴν μὲν ἐκ τοῦ κέντρου μέχρι τῆς ἐκτὸς ἐπιφανείας εἶναι τμημάτων ξ′, τὴν δὲ ἐκ τοῦ αὐτοῦ κέντρου μέχρι τῆς ἐντὸς καὶ κοίλης τῶν αὐτῶν ϛ′ καὶ ν′, τὸ δὲ ἀπὸ τῆς κοίλης ἐπὶ τὴν κυρτὴν τεττάρων, οἵων ἦν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου μέχρι





[...]

Per *la determinazione di dette distanze, volendo cogliere con i sensi l'estremo limite nord e sud del cerchio (obliquo), si descrive qui di seguito uno strumento, affinché tu non sia ignaro neppure di queste cose.*

Si realizzi un cerchio di bronzo di grandezza adeguata, affinché non sia difficile da rimuovere a causa delle eccessive dimensioni, né inadatto alle incisioni (dei gradi) a causa della sua piccolezza. Esso *sarebbe di grandezza adeguata con un diametro non inferiore a mezzo cubito,*[1] *e, di conseguenza, avente un raggio di 60 parti tali quali le* 4^p *di altezza (= della corona) e le* $2\frac{1}{2}^p$ *di spessore.* Ma *è necessario che tu sappia quel che intendo per altezza e spessore.*

Il cerchio sia dunque forgiato non in modo arrotondato lungo tutta la (sua) curvatura, ma così che la superficie superiore confini ad angolo con entrambi i piani laterali, e del pari la superficie inferiore; e sia così accuratamente tornito che lo spigolo sia squadrato, cioè ad angolo retto lungo i bordi dell'arco sia esterno che interno. Di *qui, del cerchio così spianato chiamo altezza la distanza dalla superficie ricurva (= convessa, superiore) a quella concava (= inferiore), cioè quanto i piani di entrambe queste superfici comprendono; spessore, invece, è la distanza tra le due superfici (laterali) piatte. Quindi, se il raggio della superficie esterna conviene che sia di* 60^p *e quello della superficie interna di 56 delle medesime parti, è ovvio che la distanza dalla superficie concava alla superficie convessa sarà di tali* 4^p *quali le* 56^p

[1] Il Manitius annota che secondo Polluce (2,158) per πῆχυς, *cubito*, s'intende l'avambraccio, dal gomito alla punta del dito medio a mano tesa, e gli attribuisce un valore approssimativo di 46 cm, donde il diametro dell'anello sarebbe di 25 cm. Ma trattasi di una misura improponibile: infatti, dividendo il raggio (12,5 cm) per 60 parti, avremmo una parte di 2 mm e, di conseguenza, un anello di 8 mm di βάθος, uno spessore (πλάτος) di 5 mm, una circonferenza di 78,54 cm, ed uno spazio di

τῆς κοίλης ϛ´ καὶ ν´ καὶ ἡ μέχρι τῆς κυρτῆς ξ,´ τὸ δὲ ἀπὸ θατέρου τῶν ἐπιπέδων ἐπὶ τὸ λοιπὸν τῶν πρὸς ὀρθὰς ταῖς δυσὶ ταύταις ἐπιφανείαις δύο τῶν αὐτῶν τμημάτων καὶ ἡμίσεος.

Τοῦτον οὕτως ξέσαντες τὸν κύκλον διαιρήσομεν αὐτὸν εἰς τξ´ ἴσα διαστήματα κατὰ θάτερον τῶν ἐπιπέδων, ὃ ἐκάλουν βάθος, καὶ εἰς ὅσα τούτων ἐλάττονα δυνατόν, ὥστε καὶ ἕκαστον τυχὸν τῶν τμημάτων ὑποτεμεῖν εἰς ξ,´ ἵνα μὴ μόνον ἔχωμεν τὴν κατὰ μοίρας αὐτοῦ τομήν, ἀλλὰ καὶ τὴν ἐλάττονα ταύτης τὴν εἰς λεπτά. καὶ γὰρ ἀκριβεστέραν ἐκ τῆς ὑποδιαιρέσεως ἕξομεν τὴν κατάληψιν. οὐ γὰρ πάντως εἰς ὅλας μοίρας ἀποτελευτᾷ τῶν ζητουμένων περάτων ἡ πρὸς τὸν μέγιστον τῶν παραλλήλων διάστασις, ἀλλ᾽ εἰς λεπτά. καὶ δῆλον ὅτι διαιροῦντες εἰς τὰ ἐλάττονα τῶν μοιρῶν οὐχ ὅλον τὸ βάθος ἐγχαράξομεν ταῖς ἐντομαῖς, ἀλλὰ τὰς μὲν μοιριαίας γραμμὰς καθ᾽ ὅλον, τὰς δὲ κατὰ τὰ λεπτὰ μεταξὺ τῶν μοιρῶν κατὰ τὸ ἥμισυ τοῦ βάθους, ἵνα καὶ ἡ ὄψις περιγράφῃ τὰς μοίρας καὶ τὰ λεπτά, τὰς μὲν ταῖς μείζοσι τομαῖς, τὰ δὲ
M46 ταῖς ἐλάττοσιν ὑποτομαῖς. τμηθεὶς δὲ οὕτως ὁ κύκλος παρέξεται χρείαν ἡμῖν μεσημβρινοῦ, ἐφ᾽ οὗ ζητήσομεν λαβεῖν τὸ μεταξὺ διάστημα τοῦ τε βορείου πέρατος καὶ τοῦ νοτίου τῆς ἡλιακῆς λοξώσεως.

dal centro fino a quella concava e quali le 60^p *(dal centro) fino alla superficie incurvata, mentre lo spazio tra l'una e l'altra delle restanti superfici laterali piane (sarà) di* $2\frac{1}{2}^p$.

Dopo aver rifinito questo cerchio (ad anello) nel modo descritto, lo divideremo su una delle superfici laterali piane, che abbiamo chiamato altezza, in 360 intervalli uguali, e, per quanto possibile, in spazietti minori di questi, così da suddividere ciascuno di essi in 60 parti, affinché possiamo avere non solo la divisione dell'anello in gradi, ma anche quella minore in minuti (primi). Con l'aiuto di questa (ulteriore) suddivisione, infatti, otterremo un risultato più preciso. La distanza dei punti di confine ricercati non va approssimata ai soli gradi interi, ma vanno considertati anche i minuti. Naturalmente, nel suddividere le distanze interne ai gradi, non segneremo le linee di graduazione su tutta l'altezza, le quali linee indicheranno i gradi, bensì le linee dei minuti che cadono tra i gradi saranno segnate solo fino a metà dell'altezza, in modo che l'occhio possa rilevare rapidamente i gradi e i minuti: i primi con l'aiuto delle linee di graduazione più lunghe, i secondi con l'aiuto delle linee di sottograduazione più corte. Così suddiviso, il cerchio (ad anello) fungerà da meridiano, sul quale cercheremo di determinare la distanza tra i punti di confine e nord e sud dell'obliquità solare.

Μετὰ δὲ τοῦτον ἕτερον κύκλον τορνεύσομεν, μεγέθει μὲν τηλικοῦτον, ὡς δύνασθαι τῇ κοίλῃ τῇ τοῦ μεσημβρινοῦ τὴν τούτου κυρτὴν ἀκριβῶς ἐναρμόζεσθαι καὶ ἐντὸς αὐτοῦ περιάγεσθαι τοῦτον μὴ ἐκπίπτοντα τῆς ἐφαρμόσεως. ἐκείνου δὲ τεττάρων ἔχοντος τὸ βάθος, οἵων ξ´ ἦν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου, καθάπερ προείπομεν, οὗτος δύο καὶ ἡμίσεος ἐχέτω τῶν αὐτῶν τὸ οἰκεῖον βάθος, δηλονότι τοῦ πλάτους ἀμφοῖν ἴσου ὄντος, ἵνα οἱ κρόταφοι τῶν κύκλων ἐφ᾽ ἑνὸς ὦσιν ἐπιπέδου καὶ ὅπως μὴ παραλλάττῃ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μεσημβρινοῦ περιφερόμενος ὁ εἴσω κύκλος ἀκωλύτως κατά τε ἄρκτον καὶ μεσημβρίαν ὑπ᾽ αὐτόν.

Τούτῳ δὴ τῷ ἐντὸς κύκλῳ προσθήσομεν δύο πηγμάτια ὀρθὰ πρὸς αὐτὸν κατὰ θάτερα αὐτοῦ μέρη,[2] οἷον ἢ κατὰ τὸ ἀνατολικὸν αὐτοῦ μέρος ἢ κατὰ τὸ δυτικόν· ἀδιαφορεῖ γὰρ τοῦ

Dopo questo, torniremo un altro cerchio (ad anello), di grandezza tale da poter essere perfettamente adattato alla curvità del (cerchio) meridiano, e girare all'interno di quest'ultimo senza che fuoriesca dalla sede cui è stato adattato. Ma mentre l'anello meridiano, come premesso, ha un'altezza di 4^p *quali il raggio ne ha* 60^p, *questo dovrebbe avere un'altezza di* $2\frac{1}{2}$ *delle medesime parti, ovviamente lo spessore essendo il medesimo, affinché i lati frontali dei cerchi si trovino su un unico piano, ed il cerchio interno, mentre ruota senza impedimenti verso nord e verso sud, non sporga sul piano del meridiano.*

Su questo cerchio interno (ad anello) applicheremo due alette rettangolari, ad esso perpendicolari, dall'una o dall'altra parte,[2] *vale a dire o verso oriente oppure verso occidente – ai*

2 mm ca. per ogni grado, entro il quale incidere una tacca per ciascuno dei 60′! In 2 millimetri! O Proclo non ha mai visto un tale strumento e riduce arbitrariamente le misure della sua fonte, oppure il testo è corrotto. Se ipotizzassimo almeno 1 mm per ogni 15′, avremmo 4 mm per ogni grado, una circonferenza di 144 cm ed un diametro di 45,8 cm, cioè un cubito.

[2] Quest'espressione, che in Proclo ricorre solo qui, crea qualche difficoltà, dacché d'ordinario κατὰ θάτερα μέρη significa 'dall'altra parte'. L'Halma traduce a dirittura: «... deux pinnules perpendiculaires sur son plan, opposées l'une à l'autre, l'une du côté de l'orient, l'autre du côté de l'occident,...»; il che, sottolineata l'irrilevanza dello spessore dell'anello esterno, non può stare. Dato il contesto, κατὰ θάτερα αὐτοῦ μέρη non può che significare *dall'una o dall'altra parte* – ed in effetti il Manitius intende *auf einer der beiden Seiten* –; tuttavia queste alette (πηγμάτια) dovrebbero essere fissate dal lato dell'*altezza* (βάθος) graduata dell'anello esterno, non già «o verso oriente oppure verso occidente».

μεσημβρινοῦ τὸ πλάτος πρὸς αἴσθησιν. τὰ δὲ πηγμάτια γινέσθω ἐκ λεπίδος χαλκῆς ἀκριβῶς παραλληλογράμμου ὀρθογωνίου καὶ διαύγιον ἐχέτω κατὰ τὸ μέσον, οἷον κατὰ τὴν συμβολὴν τῶν ἐν αὐτοῖς διαγωνίων. τούτων δὲ ἑκατέρου γεγονέτω τρίγωνα ὀρθογώνια ἐκφυῆ, πρὸς ὀρθὰς ὄντα τοῖς παραλληλογράμμοις, ὡς τὴν βάσιν αὐτῶν εἶναι τὴν ἡμίσειαν τῆς ἐλάττονος πλευρᾶς.
M48 καὶ ταῦτα συμπαγήτω κατὰ διάμετρον ἀλλήλοις ἐπὶ τοῦ ἐντὸς ὡς εἴρηται κύκλου οὕτως, ὡς τὰ μὲν παραλληλόγραμμα πρὸς ὀρθὰς ἑστάναι τῷ κροτάφῳ τοῦ κύκλου, τὰ δὲ τρίγωνα ὑπεραίρειν τὸ τούτου βάθος καὶ κατὰ τὰ ἄκρα <τὰ> ἑαυτῶν ὑπερεκπίπτειν εἰς τὸ βάθος τοῦ ἐκτὸς κρίκου, ἵνα περιαγομένου τοῦ ἐντός, ἑστῶτος δὲ ἑδραίου τοῦ ἐκτός, τὰ ἄκρα τῶν τριγώνων δεικνύῃ τὰς μοίρας, εἰς ἃς κατατέτμηται τοῦ ἐκτὸς κύκλου τὸ βάθος, τῆς διοπτείας ἡμῖν γιγνομένης διὰ τῶν παραλληλογράμμων ὀρθῶν τε ἑστώτων καὶ τετρημένων κατὰ διάμετρον ἀλλήλοις.

sensi, infatti, lo spessore dell'anello meridiano è indifferente. Queste alette si ricavino da una lamina bronzea perfettamente rettangolare ed abbiano un foro al centro, cioè all'intersezione delle diagonali, per far passare la luce. Rispetto ad entrambe queste alette siano eccedenti (due) triangoli rettangoli, che siano perpendicolari ai rettangoli (delle alette), in modo che la loro base sia grande la metà del lato minore (dell'aletta). E questi (triangoli) devono essere fissati, diametralmente opposti, sull'anello interno, come s'è detto, così che le alette rettangolari siano perpendicolari allo spigolo del cerchio (interno), e i triangoli sporgano oltre l'altezza di quest'ultimo ed entrino con i loro vertici nell'altezza (= corona) del cerchio esterno, affinché, quando il cerchio interno vien fatto ruotare ed il cerchio esterno sta fermo, le punte dei triangoli possano indicare i gradi in cui è divisa l'altezza dell'anello esterno, mentre procediamo al rilevamento visivo attraverso le alette fissate perpendicolarmente e forate secondo la linea diametrale che le contrappone.

Καὶ ἡ θέσις δὲ τῶν κύκλων τούτων οὕτως κατεσκευάσθω. δύο γεγονέτωσαν λεπίδες καὶ παρ' ἑκάτερα τοῦ βάθους τοῦ μείζονος κρίκου πηγνύσθωσαν, ὡς διατείνειν καὶ εἰς τὸ τοῦ ἐλάττονος βάθος καὶ ἐν ἑαυταῖς κατέχειν αὐτὸν μὴ ἐξολισθαίνοντα τῆς κοίλης ἐπιφανείας τοῦ μείζονος, ἀλλ' οὕτως, ὡς μὴ κωλύειν αὐτοῦ τὴν περιαγωγήν. οὕτω δὲ τῶν κύκλων συμπαγέντων γεγονέτω στυλίσκος τὴν μὲν βάσιν ἔχων τετράγωνον ἀκριβῶς, τὸ δὲ μῆκος σύμμετρον, οἷον ὀκτὼ δακτύλων, εἰς δὲ τὸ ἄνω μέρος, ὅπου μέλλουσιν οἱ κύκλοι ἐναρμόζεσθαι, σωληνοειδῆ περιφέρειαν τετράγωνον κατὰ τὴν κοιλότητα καὶ τοιαύτην, οἵαν ὁ ἐκτὸς ἔχει κρίκος τὴν διασχημάτισιν. καὶ ὁ μὲν στυλίσκος ἱδρύσθω ἐπὶ παραλλήλου ἐπιπέδου τῷ ὁρίζοντι κατὰ γραμμῆς μεσημβρινῆς ληφθείσης, ὡς τῆς βάσεως αὐτοῦ τετραγωνικῆς οὔσης τὴν γραμμὴν ταύτην ἀκριβῶς τέμνειν δίχα τὸ τετράγωνον εἰς δύο παραλληλόγραμμα. ὁ δὲ κρίκος ὁ μεσημβρινὸς ὁ ἔχων τὸν ἕτερον ἐντὸς
M50 ἐναρμοζέσθω τῷ ἐπ' αὐτοῦ σωλῆνι καὶ συμπηγνύσθω ἑδραίως, ἵνα τούτου μένοντος ἐπὶ τοῦ στυλίσκου ὁ ἐντὸς περιαγόμενος ὑπ' αὐτὸν τήν τε διοπτείαν ἀκώλυτον παρέχῃ διὰ τῶν ὀρθῶν παραλληλογράμμων καὶ τὴν σημείωσιν τῶν μοιρῶν διὰ τῶν ἄκρων τῶν τριγώνων τῶν ἐληλαμένων μέχρι τοῦ ἐκτὸς κρίκου καὶ τοῖς ἄκροις τοῖς ἑαυτῶν ταῖς τομαῖς ταῖς ἐν τῷ βάθει τῷ ἐκείνου συμβαλλόντων.

La connessione di questi anelli sia realizzata come segue. Si ottengano due (coppie di) sottili guide metalliche e si fissino su entrambi i lati dell'altezza (= corona) del cerchio maggiore in modo che si estendano anche sull'altezza (= corona) di quello minore e lo trattengano cosicché non sbalzi fuori dalla superficie concava di quello maggiore, in modo da non impedirgli di ruotare. Così assemblati i cerchi, sia dato un piedistallo di base perfettamente quadrata e di altezza adeguata, ad esempio 8 pollici, avente nella parte superiore, dove stanno per essere adattati i cerchi, una scanalatura incurvata, di sezione quadrata e di forma tale quale l'anello esterno. Il piedistallo sia eretto su un piano parallelo all'orizzonte in direzione della linea meridiana rilevata in modo tale che, essendo la base del piedistallo quadrata, questa linea divida esattamente il quadrato in due parallelogrammi uguali. L'anello meridiano, che contiene l'altro, sia adattato nella scanalatura e sia saldamente fissato, affinché, mentre esso rimane fermo sul piedistallo, l'anello interno, ruotandvi dentro, consenta non solo un non ostacolato rilevamento ottico attraverso le alette rettangoli perpendicolari, ma altresì l'indicazione dei gradi per mezzo delle punte dei triangoli che raggiungono l'anello esterno, i quali con le loro punte incontrano le incisioni (effettuate) sulla corona di quest'ultimo.

Τὸ μὲν οὖν παράλληλον ἐπίπεδον τῷ ὁρίζοντι λαμβάνεται ὑποθεμάτων τινῶν ἔνθεν κἀκεῖθεν καὶ πανταχόθεν ὑποβαλλομένων, οἷον

Per il piano parallelo all'orizzonte si prende – mettendovi sotto delle biette di qui e di là e (all'occorrenza) da tutte le parti – una lastra *πλακὸς κειμένης, ἐφ᾽ ἧς ἱδρυνθῆναι δεήσει τὸν στυλίσκον, ἕως ἂν ἀκλινὴς γένηται κατὰ πάντα. καὶ ἔσται τοῦτο πιστόν, ἐὰν ὕδωρ ἐπιχεόμενον ἱστῆται ἐπ᾽ αὐτοῦ κατὰ μηδὲν μέρος ἐκρέον ὡς ἂν κοιλότερον ὄν, ὡς τῶν βαρέων ἐπὶ τὸ κοιλότερον δὴ κατὰ φύσιν τῆς φορᾶς οὔσης.*

(di marmo) posata in piano, su cui occorrerà posizionare il piedistallo, finché non risulti senza inclinazioni in ogni direzione. E *ciò sarà assodato, allorché, versandovi sopra dell'acqua, essa rimane ferma senza fluire verso nessuna parte, come quando è in pendenza, dacché, secondo natura, il muoversi verso la superficie più in pendenza è proprio dei corpi pesanti.*

Ἡ δὲ μεσημβρινὴ γραμμὴ λαμβάνεται γνώμονος ὀρθοῦ στάντος ἐπὶ τῆς πλακὸς ταύτης καὶ κύκλου γραφέντος περὶ τὴν ῥίζαν τοῦ γνώμονος ὡς περὶ κέντρον καὶ τηρησάντων ἡμῶν, πότε πρὸ μεσημβρίας τὸ ἄκρον τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος ἐπὶ τὸν κύκλον πίπτει, καὶ λαβόντων τὸ σημεῖον ἀκριβῶς, καὶ αὖ πάλιν, πότε μετὰ μεσημβρίαν, καὶ λαβόντων ὡσαύτως καὶ τοῦτο τὸ σημεῖον, καὶ διὰ παραθέσεως ἀκριβοῦς κανόνος ἐπιζευξάντων εὐθεῖαν ἀπὸ τοῦ πρὸ μεσημβρίας ληφθέντος σημείου εἰς τὸ μετὰ μεσημβρίαν εἰλημμένον καὶ τεμόντων δίχα ταύτην τὴν εὐθεῖαν καὶ τοῦ
M52 *αὐτοῦ κανόνος τῇ παραθέσει εἰς τὸ κέντρον τοῦ κύκλου ἀπὸ τῆς διχοτομίας εὐθεῖαν ἀγαγόντων καὶ ἐκβαλόντων ἄχρι τῆς περιφερείας. αὕτη γὰρ ἔσται σοι μεσημβρινὴ γραμμὴ πανταχόθι ταύτην ἔχουσα τὴν ἐπωνυμίαν, διότι ἐν ταῖς μεσημβρίαις αἱ ἀπὸ τῶν γνωμόνων σκιαὶ πίπτουσιν ἐπ᾽ αὐτῆς.*

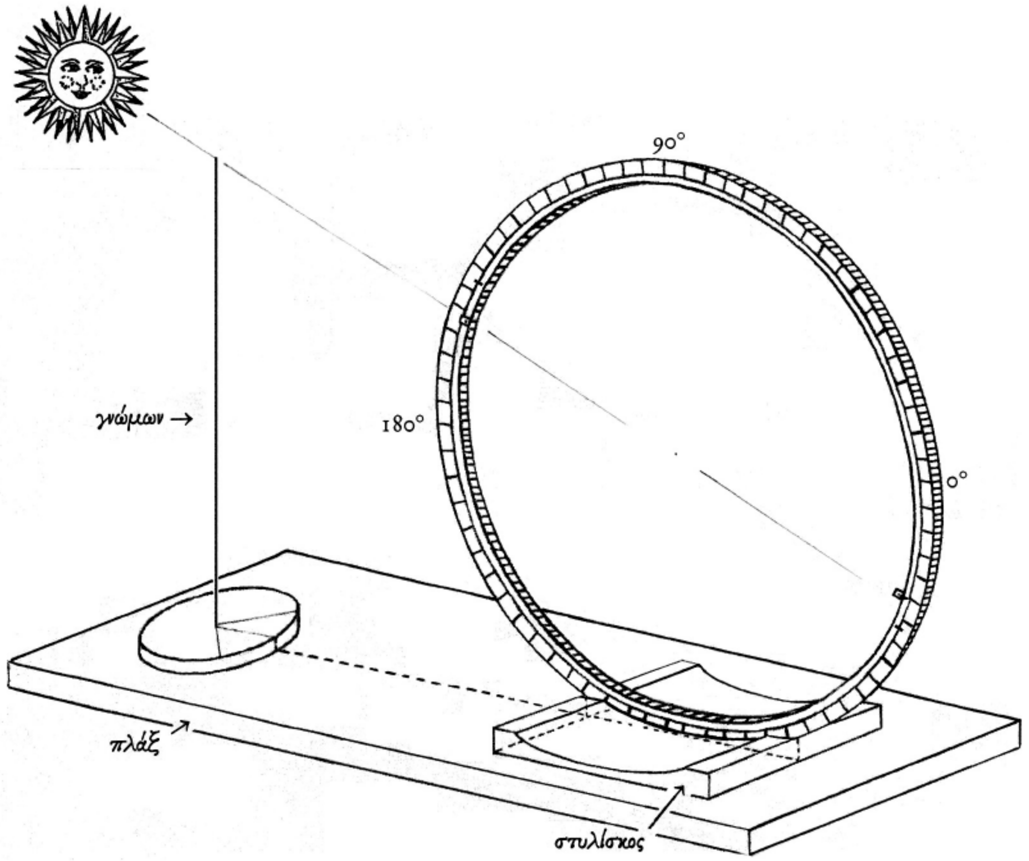
La *linea di mezzogiorno si ottiene stante uno gnomone su detta lastra perpendicolarmente ad essa e descrivendo un cerchio intorno al piede dello gnomone come intorno a un centro; indi, avendo noi osservato il momento in cui, prima di mezzogiorno, la sommità dell'ombra dello gnomone cade sul cerchio, ed avendone segnato il punto con cura, e poi di nuovo dopo mezzogiorno, e avendo del pari segnato anche quest'altro punto; quindi, con l'applicazione di un righello preciso, tracciata una linea retta dal punto ottenuto prima di mezzogiorno a quello preso dopo mezzogiorno, e divisa in due questa retta, con l'applicazione del medesimo righello, conduciamo una linea retta dal punto di bisezione al centro del cerchio e la prolunghiamo fino alla circonferenza.* Ebbene, *questa sarà per te la linea meridiana, che ha questa denominazione dappertutto, perché al momento dei (vari) mezzodì le ombre gettate dagli gnomoni cadono su di essa.*

Δεῖ τοίνυν τὸν στυλίσκον θεῖναι ἐπὶ ταύτης κατὰ τὴν τομὴν τῆς βάσεως τὴν εἰρημένην καὶ θέντας σκοπεῖν, πότε ἡ κοιλότης ὅλη τοῦ ἐντὸς κρίκου σκιάζεται, καὶ ὅταν τοῦτο γένηται, μεσημβρίαν οἴεσθαι εἶναι, καὶ τὸν ἥλιον ἐν τῷ ἐπιπέδῳ εἶναι τοῦ μεσημβρινοῦ, καὶ οὕτω λοιπὸν παραφέροντας τὸν ἐντὸς κρίκον ὁρᾶν, πότε δι᾽ ἀμφοτέρων τῶν διαυγειῶν πίπτει ἡ ἀκτίς, καὶ ὁπόταν τοῦτο γένηται, ὁρᾶν τὸ ἄκρον τοῦ τριγώνου τὸ μεσημβρινώτερον, κατὰ ποίας ἔσται μοίρας, καὶ σημειοῦσθαι τὴν μοῖραν ἐκείνην. ἐὰν δὴ ταῦτα ποιήσωμεν τοῦ ἡλίου περὶ τὸ τέλος ὄντος τοῦ Τοξότου καὶ αὐτὴν ἐπέχοντος τὴν ἀποτελεύτησιν τοῦ ζῳδίου, καὶ ὁμοίως περὶ τὸ τῶν Διδύμων τέλος, καὶ λάβωμεν τὰς μοίρας τὰς ἀπολαμβανομένας ὑπὸ τῶν ἄκρων τῶν τριγώνων, οἷς ἐχρησάμεθα γνωμονίοις, ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ κύκλου, ἕξομεν, πόσον ἐστὶ τὸ πλάτος τῆς τοῦ ἡλίου λοξώσεως. καὶ τούτων τὰς ἡμισείας πάλιν λαβόντες εὑρήσομεν, πόσον ἑκάτερος τῶν τροπικῶν τοῦ τῶν παραλλήλων μεγίστου διέστηκε.

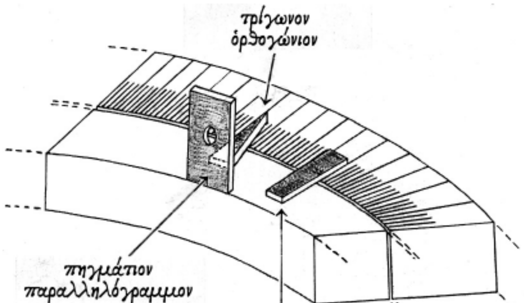
B*isogna dunque posizionare il piedistallo su questa linea, osservando la linea divisoria della sua (base), di cui s'è detto, e, avendo (così) disposto (il tutto), bisogna osservare quando tutta la superficie concava dell'anello interno è messa in ombra; quando questo si verifica, si deve presumere che sia mezzogiorno, e il sole sia sul piano del meridiano; e così, allora, girando l'anello interno, bisogna vedere quando il raggio (del sole) trapassa i due fori (delle alette) per il passaggio della luce, e, quando questo si verifica, si veda in che grado si trova la punta del triangolo che è rivolto più a sud, e si segni questo grado.* Se *facciamo queste cose mentre il sole si trova alla fine del* Sagittario *ed occupa proprio l'estremità del segno, e similmente quando si trova alla fine dei* Gemelli, *e poi rileviamo i gradi indicati dai triangoli usati come puntatori, avremo la larghezza dell'obliquità del sole.* P*rendedo poi la metà di questi (gradi), troveremo quanto ciascuno dei tropici dista dal più grande dei paralleli.*

τοῦτο δ᾽ ἦν τὸ προκείμενον, ᾧ συνακολουθεῖ καὶ τὸ τὴν μεταξὺ περιφέρειαν εἶναι δήλην τοῦ τε τῶν παραλλήλων πόλου καὶ τοῦ λοξοῦ κύκλου τοῦ διὰ μέσων.

Quest'era il compito (da svolgere), da cui consegue che è noto anche l'arco tra il polo dei paralleli e il polo del cerchio obliquo mediano (dei segni).



Il disegno qui sopra dovrebbe dare un'idea abbastanza realistica dello strumento descritto da Proclo, già posizionato per il rilevamento delle altezze del Sole, dacché sono *grosso modo* rispettate le misure indicate nel testo. La suddivisione del cerchio esterno, quello fisso, è data per decani, cioè ogni 10°, al fine d'evitare tacche troppo fitte, che sarebbero risultate indistinguibili. Affinché l'anello interno possa ruotare liberamente diamo, qui a lato il particolare, ove si precisano i rapporti e le distanze tra i πηγμάτια, i τρίγωνα ὀρθογώνια e le λεπίδες. Se, infatti, la λεπίς non fosse arretrata rispetto al πηγμάτιον, vi urterebbe contro, e l'anello interno si bloccherebbe; similmente, se la punta del τρίγωνον, il puntatore, superasse la metà della superficie graduata dell'anello esterno, sbatterebbe contro l'incavo dello στυλίσκος, il quale incavo potrebbe anche non essere esteso per l'intera superficie – come nel disegno qui sopra –, ma dovrebbe essere comunque più largo, dall'una e dall'altra parte, dello spessore dell'anello esterno, tanto da permettere il passaggio del τρίγωνον. Nel disegno dello strumento non sono state aggiunte le biette, cioè i cunei equilibratori sotto la πλάξ, denominati nel testo ὑποθέματα, poiché sono facilmente immaginabili.



La descrizione di Tolemeo presenta piccole differenze. Egli parla, in luogo dei πηγμάτια, di πρισμάτια μικρά, non forati, cui sono applicate sottili lancette o aghi, γνωμόνια λεπτά, e la πλάξ è più genericamente definita ἡ τοῦ στυλίσκου βάσις; le biette sono dette *biettine*, con un diminutivo, ὑποθεμάτιον, assente in tutti i dizionari a noi noti. Infine, quanto al corretto assetto, l'astronomo suggerisce il ricorso, oltre che ai cunei, ad un filo a piombo. Un'ultima differenza riguarda l'uso: mentre Proclo pare voler misurare lo scarto fra le altezze, Tolemeo considera la differenza tra le distanze al vertice (zenit).

Appendice II.

Alcuni studiosi – dei quali il Delambre, l'estensore delle note alla traduzione dell'Halma, pare essere il primo dei moderni – mostrano una singolare aggressività verso Tolemeo, colpevole di asserire il falso. Per Delambre, Tolemeo era un astronomo incapace e disonesto, e, quanto alle sue presunte osservazioni, esse erano frutto d'un saccheggio ai danni di Ipparco.[1]

Limitandoci all'obliquità dell'eclittica, nel primo capitolo dello studio citato nella n. 1 – che è la ripresa di un articolo precedentemente apparso in "Centaurus" xiv (1969), pp. 29÷41 –, l'autore, ipotizzando che le osservazioni siano state fatte non già utilizzando la meridiana armillare, bensì il quadrante descritto da Tolemeo stesso, suggerisce con argomenti meno psicopatologicamente connotati, ma più semplicemente obiettivi, le ragioni per le quali il valore di ε trovato, che è di 23° 51′ 20″, sia così elevato rispetto al valore ricavato dalle formule moderne (ad es. secondo il programma Alcyone Ephemeris esso è, per l'anno 130 e.v., di 23° 40′ 43,4″). Dopo aver esposto le sue ragioni in modo dettagliato, Britton giunge alla conclusione che, in prima istanza, detta sensibile differenza può aver avuto origine se Tolemeo «fece le sue osservazioni approssimativamente mezz'ora prima di mezzogiorno. Se, d'altro canto, l'errore sorse principalmente dalle osservazioni fatte al solstizio d'estate, come parrebbe, dato il valore (da lui calcolato) della latitudine di Alessandria, allora l'intervallo di tempo antimeridiano necessario per provocare un tale errore, s'aggira intorno ai 40 minuti: un intervallo piuttosto lungo, a quanto pare, benché il Sole sia già molto prossimo al meridiano. Pur tuttavia, quest'ipotesi non riesce a spiegare l'apparentemente accurata determinazione della distanza zenitale del Sole al solstizio d'inverno.

«Una spiegazione alternativa – continua Britton –, ed a mio parere preferibile, è che Tolemeo fece i suoi rilievi prima di mezzogiorno e poi procedette ad una valutazione dell'avanzamento dell'ombra durante l'intervallo per arrivare a mezzogiorno. [...] Così, se Tolemeo fece accurate osservazioni approssimativamente mezz'ora prima di mezzogiorno e presunse che l'ombra avanzasse di ulteriori 10′ in direzione della decrescente distanza zenitale durante l'intervallo per arrivare a mezzogiorno, i suoi risultati sarebbero errati proprio nella misura che noi indichiamo.

«Questa spiegazione non è del tutto sodisfacente né conclusiva. Da parte sua, Tolemeo menziona la difficoltà di osservare l'ombra a mezzogiorno [*Alm.* I 12: Toomer, 63] e dice di aver messo qualcosa sul bordo del quadrante per rendere l'ombra visibile. Teoricamente, detto espediente ovvierebbe alla difficoltà e gli avrebbe permesso di osservare l'ombra proprio mentre il Sole attraversava il meridiano. In ogni caso, la precedente spiegazione della possibile origine dell'errore di Tolemeo ci impone di assumere che l'effettiva procedura di Tolemeo fosse un po' diversa da quella che egli descrive, poiché non viene in mente nessun'altra plausibile causa di errore sistematico tale da produrre valori costantemente elevati per l'obliquità.[2]

«Una spiegazione diversa, che Delambre ed altri critici di Tolemeo hanno secondato, è che l'intera esposizione dei suoi rilievi sia un elaborato travisamento, e che i limiti osservati per la doppia obliquità siano o immaginari o il risultato di sforzi incauti per confermare il valore di Eratostene per l'obliquità. Questa, tuttavia, sembra una spiegazione ancor meno sodisfacente di quella offerta sopra, e per diverse ragioni.

«In primo luogo, essa non tiene conto del fatto che anche dopo Ipparco, alcuni astronomi sostenevano la teoria che il Sole possedesse un moto percettibile in latitudine, così che per ragioni teoriche Tolemeo si sarebbe preoccupato di stabilire dalle sue stesse osservazioni un valore costante per l'altezza estrema del Sole. In secondo luogo, la spiegazione di Delambre richiede che si assuma una distorsione altamente artificiosa e improbabile da parte di Tolemeo. Infatti, se Tolemeo non ha personalmente determinato l'obliquità e, invece, ha semplicemente accettato

---

[1] Su tale questione lo studente curioso troverà una buona esposizione nell'Introduzione di J. Ph. Britton, *Models and Precision: The Qualities of Ptolemy's Observations and Parameters*, New York-London (Garland Publishing Inc.) 1992.

[2] «Le altre cause più ovvie di errore sistematico sono l'errore di graduazione o un errore di centratura del cilindro che proietta l'ombra. La prima dovrebbe influire di meno sulle osservazioni al solstizio d'estate, quando la distanza zenitale del Sole è piccola, mentre sembra che questa osservazione sia stata quella più gravemente in errore. Per quanto riguarda la seconda, si può facilmente dimostrare che l'errore apparente nella distanza zenitale del Sole al solstizio d'estate richiederebbe un errore di un pollice nel posizionamento laterale del cilindro su una base di un cubito di raggio. Ma, un tale errore sembra troppo grande per essere stato possibile.

«Un'altra possibile causa d'errore è che il quadrante non fosse accuratamente allineato al piano del meridiano. Per produrre l'errore osservato nell'obliquità, l'azimut del quadrante doveva essere +12° durante entrambi i solstizi. Perché l'errore derivasse dalla determinazione del solo solstizio d'estate, l'azimut del quadrante sarebbe dovuto essere approssimativamente +17°.»

il valore di Eratostene, è difficile capire perché avrebbe dovuto preoccuparsi di descrivere due strumenti per determinarla, indicare quale di questi avesse effettivamente utilizzato e dichiarare i limiti rilevati per l'arco osservato.

«A conti fatti, quindi, credo che dovremmo astenerci dal sentenziare se Tolemeo abbia effettivamente determinato l'obliquità come ha detto di aver fatto, poiché è del tutto possibile che gli errori sistematici discussi sopra abbiano alterato i suoi rilievi. Inoltre, le prove che abbiamo, suggeriscono che uno dei due limiti osservati per la distanza zenitale del Sole era effettivamente abbastanza accurato, mentre l'altro potrebbe essere stato distorto dal particolare comportamento in estate dell'ombra del Sole sul quadrante.»

Abbiamo voluto citare le conclusioni di Britton (*cf. op. cit.*, pp. 9÷11), innanzitutto per documentare quale dovrebbe essere il corretto atteggiamento di uno studioso serio, refrattario al cicaleccio perfido ed epidemico di chi preferisce spettegolare sul sentito dire piuttosto che approfondire i suoi studi, senza inzepparli di volgari pregiudizi. In secondo luogo, perché esse offrono il destro per chiamare in causa una bella, ma, a nostra conoscenza, mai menzionata, *Mémoire* di Laplace. Infatti, in detta *Mémoire sur la Diminution de l'obliquité de l'Écliptique, qui résulte des observations anciennes*,[3] il noto astronomo Pierre-Simon de Laplace – autore del *Traité de mécanique céleste* (5 voll., 1798-1825) che lo rese famoso –, proponendosi appunto di dimostrare quel che è dichiarato nel titolo della *Memoria*, indirettamente offre una spiegazione dell'elevato valore di ε, cui nessuno aveva finora pensato. Fra le molte osservazioni storicamente documentate, cinesi, arabe e persiane, a p. 437 troviamo il capitoletto dedicato alle *Observations grecques*:

«L'osservazione di Pitea a Marsiglia ebbe luogo tra le epoche di due osservazioni precedenti. Nel libro II della sua *Geografia*, capitolo IV, Strabone dice: "Secondo Ipparco, a Bisanzio, la proporzione dell'ombra dello gnomone è la stessa che Pitea sostiene d'aver osservato a Marsiglia," e nel capitolo V dello stesso libro, aggiunge: "A Bisanzio, al solstizio d'estate la proporzione dell'ombra dello gnomone è quella di 42 meno $\frac{1}{5}$ a 120."[4]

«È molto probabilmente in base a questa osservazione che Tolemeo, nel suo *Almagesto* (libro II, cap. VI) fa passare per Marsiglia il 14° parallelo, nel quale la lunghezza dell'ombra al solstizio d'estate è di 20 parti e $^5/_6$, essendo quella dello gnomone di 60 parti. Pitea fu, al più tardi, contemporaneo d'Aristotele; si può quindi, senza un errore sensibile, riferire la sua osservazione all'anno 350 prima della nostra era. Correggendola della rifrazione e della parallasse, essa dà 19° 28′ 29″ per la distanza solstiziale del centro del Sole allo zenit di Marsiglia. La latitudine dell'osservatorio di questa città è di 43° 17′ 49″: se si sottrae la distanza precedente, si avrà 23° 49′ 20″ per l'obliquità dell'eclittica al tempo di Pitea.»

A questo punto Laplace confronta l'obliquità dedotta con quella calcolata secondo le formule date nella sua *Meccanica*; confronto, affatto legittimo, che costituisce presumibilmente lo scopo secondario della sua *Memoria*: provare l'attendibilità delle sue formule. Prima di proseguire, va rimarcato che, se Ipparco – come riferisce Strabone – aveva osservato la stessa proporzione dell'ombra rilevata da Pitea e, quindi, ne approvava le misurazioni, l'obliquità dell'eclittica dedotta da Laplace, cioè 23° 49′ 20″, è un risultato «pressoché uguale a quello di Eratostene, e di cui anche Ipparco si servì», come appunto riferisce Tolemeo, il quale, dunque, non mentiva!

«Circa un secolo dopo l'osservazione di Pitea – continua Laplace –, Eratostene intraprese la misurazione della Terra, e basò questa misura su osservazioni solstiziali dello gnomone fatte a Siene e ad Alessandria (Cleomede, libro I, sulla Contemplazione delle orbite celesti, capitolo 10 sulla grandezza della Terra). Eratostene impiegò uno stilo verticale elevato sopra un anello sferico, con la cima dello stilo al centro dell'anello; trovò che la distanza tra gli zenit di Siene e d'Alessandria era uguale alla cinquantesima parte della circonferenza; mentre il giorno del solstizio d'estate il Sole si trovava, secondo questo astronomo, allo zenit di Siene, lo stesso giorno egli rilevava che la sua distanza dallo zenit di Alessandria era di 7° 12′ 0″. Tale distanza era quella del bordo superiore del Sole, dacché gli astronomi antichi non correggevano affatto l'altezza del Sole osservata con lo gnomone per avere quella del centro del Sole; ecco perché le loro latitudini erano inferiori del semidiametro del Sole. Ciò è evidente per Alessandria, la cui latitudine Tolemeo reputava fosse di

[3] Pubblicata nella *Connaissance des tems, ou des mouvemens célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1811*; PUBLIÉE PAR LE BUREAU DES LONGITUDES. Paris (Imprimerie Impériale) 1809, p. 429 ss.

[4] Si badi che Laplace cita Strabone secondo la bella traduzione annotata, voluta da Napoleone stesso: *Géographie de Strabon*, traduite du grec en français, 1, Paris (Imprimerie Impériale) 1805. I due luoghi citati corrispondono rispettivamente a 2,5,8 e 2,5,41.

30° 58′, mentre, stando alle osservazioni di Nouet, essa è di 31° 13′ 5″, maggiore per conseguenza di 15′ 5″, che è press'a poco il semidiametro del Sole. Occorre dunque correggere l'altezza apparente del Sole, osservata da Eratostene al solstizio d'estate di Alessandria, del semidiametro del Sole, della rifrazione e della parallasse; il che dà, al medesimo solstizio, una distanza dal centro del Sole allo zenit d'Alessandria pari a 7° 27′ 58″. Sottraendo la latitudine d'Alessandria osservata da Nouet, la differenza di 23° 45′ 7″ sarà l'obliquità dell'eclittica al tempo di Eratostene, circa l'anno 250 avanti la nostra era.»

Tuttavia, quanto all'obliquità rilevata da Tolemeo, il Delambre è di parere decisamente opposto; egli, infatti, nella sua requisitoria contro l'astronomo alessandrino, incalza: «... Egli non rapporta alcuna osservazione; tutto quel che dice è che *la distanza dei tropici gli è sempre parsa tra 47° e ⅔ e 47° e ¾, il che differisce poco dalla distanza trovata da Eratostene e adottata da Ipparco*. Se queste osservazioni sono reali, com'è potuto succedere che Tolemeo si sia potuto sbagliare di 15′ sull'altezza dell'equatore con uno strumento che dava l'altezza del centro del Sole e non quella del bordo superiore che lo gnomone avrebbe necessariamente indicato».[5] Qui, il Delambre sembra entrare in polemica col collega Laplace, di cui non ignorava la *Memoria* sopra citata, poiché nello stesso numero della *Connaissance* illustrava un *Metodo per trovare la latitudine e il tempo tramite l'osservazione di due Stelle note*. Per di più, egli non dice per quale motivo fosse così sicuro che l'osservazione non fosse stata fatta con lo gnomone, né come lo *strumento* restituisse il centro del Sole e non il lembo superiore.

In ogni caso, è ben singolare che l'errore corrisponda proprio al semidiametro del Sole, che, stando alle formule in uso, al solstizio d'estate dell'a. 130 e.v. era di 15′ 44″!

Va da sé che ognuno potrà farsi l'opinione che più gli corrisponde.

♑

♈ ♎

♋

[5] *Cf.* Jean-Baptiste-Joseph Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, I, Paris (Courcier) 1817, p. XXV.