

# ÚJ, OKNYOMOZÓ CSILLAGÁSZAT,

avagy égi fizika kommentárokkal a Mars csillag mozgásairól, melyet  
G. V. Ticho Brahe megfigyelései alapján ő Szent Császári Felsége,  
II. Rudolf, a rómaiak császára parancsára és költségen több év szívós  
tanulmányai révén Prágában Joannes Kepler matematikus dolgozott ki<sup>1</sup>  
(1609)

JOHANNES KEPLER

VASSÁNYI MIKLÓS (FORD.)

## BEVEZETÉS A JELEN MŰBE

Igen nehéz ma matematikai, különösen csillagászati könyveket írni.<sup>2</sup> Hiszen ha nem őrzöd meg tételeid, utasításaid, bizonyításaid, következtetéseiteid tényleges szubtilitását, akkor a könyv nem lesz matematikai;<sup>3</sup> ha ellenben megőrzöd, akkor kellemetlen olvasmány lesz, különösen latin nyelven, amelyben nincsenek névelők, s nincs meg az a kellem, mely megvan a görögben, midőn írásos formában beszél. Ráadásul ma fölöttébb kevés az alkalmas olvasó; a többiek pedig általában elutasítóak. Ugyan hány matematikus van, aki elviseli a Pergai Apollónios *Kúptaná* végigolvasásával járó fáradalmat? Holott a tartalma olyan, hogy sokkal könnyebb ábrákkal és vonalakkal kifejezni, mint a csillagászatot.

Én magam, akit matematikusnak neveznek, jelen saját művemét újraolvasva kimerítem szellemi erőimet, míg az ábrák alapján elmémbe idézem a bizonyítások

<sup>1</sup> *Astronomia nova αιτιολογητός, seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex observationibus G. V. Tychonis Brahe: Jussu & sumptibus Rvdolphi II. Romanorum Imperatoris &c: Plurimum annorum pertinaci studio elaborata Pragae, a S<anct>ae C<aesare>ae M<aiestatis> S<u>ae Mathematico Joanne Keplero, cum ejusdem C<aesare>ae M<aiestatis> privilegio speciali Anno aerae Dionysianae MDCIX.* – A mű felépítése: „Ajánlás II. Rudolf császárhoz, Németország, Magyarország, Csehország királyához, Ausztria hercegéhez stb.,” epigrammák és hosszú vers Tycho Brahe, az „igen nagy csillagász dicséretére;” „Üdvözet az olvasónak;” „Bevezetés a jelen műbe;” „Az egész mű szinopszisa” (kihajtható lapon); „Az egyes fejezetek tartalma;” „Lapszéli terminusok mutatója;” majd Első rész, első fejezet stb.

<sup>2</sup> A csillagászati jegyzeteket Kutrovázt Gábor, a történeti-filológiaiakat Vassányi Miklós írta.

<sup>3</sup> Kepler itt feltehetőleg az eukleidési bizonyítások szerkezetére utal. Eukleidés az *Elemekben* minden tétel vagy probléma esetén a következő elkülönült lépéseket teszi: először kimondja általánosan a tételt, aztán létrehoz egy konkrét ábrát, amelyre a tételt vonatkoztatja (ez a szerkesztés – latinul *constructio* – vagy utasítás, *instructio*), majd ezen az ábrán bizonyítja a tételt, és végül levonja a konklúziót (ami a tétel szövegének megismétlése). Kepler a műve matematikai bizonyításaiban nagyjából követi ezt a szerkezetet, bár a konklúzió levonását – annak redundáns volta miatt – többnyire elhagyja.

értelmét, melyet előzőleg magam vittem bele elméből az ábrákba és a szövegbe. Amidőn pedig a téma homályosságát próbálom orvosolni körülírások beillesztésével, látom, hogy az ellenkező vétket követem el: szószátyár leszek a matematikában.

S még a mondatok bőségének is megvan a maga homályossága, nem kevésbé, mint a rövidre fogott kifejezésnek. Emez menekül az elme szemei elől, amaz eltéríti a tekintetet; ebben nincs világosság, amaz roskadozik a fény bőségétől; itt nem mozdul a tekintet, ott teljesen elvakul.

Ezért jutottam arra az elhatározásra, hogy egy világos bevezetéssel megkönnyítem olvasóm számára a megértést, amennyire ez lehetséges.

De kettős bevezetést akartam. Először ugyanis könyvem minden fejezetének szinoptikus tartalomjegyzékét adom, amiből reményeim szerint a következő haszon származik majd: hogy miután a téma sokak fogalmaitól távol áll, de a benne foglalt különböző terminusok és gondolatmenetek kölcsönösen nagyban hasonlítanak, s vagy nemük, vagy részeik révén rokonságban állnak egymással, ezért a terminusok és gondolatmenetek egymás mellé helyezve s egyetlen pillantással áttekintve a kölcsönös összevetés révén mind megvilágítják majd egymást. Így például tárgyalom ama természeti okokat, melyeket nem ismervén a régiek arra kényszerültek, hogy ekváns kört [*circulum Aequantem*] vagy ekváns pontot [*punctum Aequatorium*] vegyenek fel.<sup>4</sup> Két helyen foglalkozom ezzel: a harmadik és a negyedik részben. E harmadik rész olvasásában elmerülő olvasóm úgy vélhetné, hogy már az első egyenlőtlenség [*primae inaequalitatis*] problémájával foglalkozom, mely az egyes bolygók mozgásában külön-külön megjelenik.<sup>5</sup> De ez végül csak a negyedik részre lesz igaz. A harmadik részben – mint a Szinopszis jelzi – azt az ekvánst tárgyalom, amelyik a második egyenlőtlenség [*Inaequalitatis secundae*] elnevezés alatt általánosan módosítja minden bolygó mozgásait, és elsődlegesen a Nap elmélete számára meghatározó. E dolgok megkülönböztetését fogja szolgálni a szinoptikus tábla.<sup>6</sup>

De még egy szinopszis sem egyformán van mindenki hasznára. Lesznek ugyanis olyanok, akiknek szemében ez a táblázat (melyet vezérfonalul szánok a mű labirintusából való kiút megelézéséhez) a gordiuszi csomónál bonyolultabbnak fog látszani. Az ő kedvükért tehát itt a mű elején kell elhelyeznem kivonatossan sok mindent,

<sup>4</sup> Az ekváns pont egy Ptolemaios által bevezetett pont, amely nem egyezik meg az égitestet (vagy annak epiciklusát) hordozó, ún. deferens kör középpontjával, ám a deferens körön való haladás ebből a pontból nézve tűnik egyenletesnek. Az ekváns kör középpontja az ekváns pont.

<sup>5</sup> Egyenlőtlenségnek Kepler azt a mozgáskomponenst nevezi, a csillagászati hagyománnyal összhangban, amelyik eltér az egyenletes körmozgásnak tekintett alapmozgástól. Az első egyenlőtlenség minden égitest esetén eltérő, és valójában – ahogy a mű későbbi fejezeteiben kimutatja – a sebesség egyenlőségére (Kepler második törvénye) és a pálya elliptikus alakjára (Kepler első törvénye) vezethető vissza. A második egyenlőtlenség a Nap (látszólagos) mozgásával korrelál, és valójában a Föld (tehát a megfigyelő) Nap körüli keringéséből fakad.

<sup>6</sup> Ez egyfajta folyamatábra formájában igyekszik vizuálisan is megjeleníteni a könyv szövevényes gondolatmenetének szerkezetét.

ami részint a szövegben szétszórtan található, s ezért az átolvasás során nem olyan könnyen kelti fel a figyelmet. Így ismertetni fogom leginkább ama, a fizikában járatos olvasók kedvéért, akik haragszanak rám, sőt Copernicusra és még a legkorábbi ókorra is a tudományok alapjainak a Föld mozgása általi megrengetéséért, mondom, hűségesen ismertetni fogom a fontosabb fejezetek tanításait, melyek e témával kapcsolatosak, s olvasóim szeme elé állítom levezetéseim minden alapelvét, amelyekre a számukra oly ellenszenves következtetéseim támaszkodnak.<sup>7</sup>

Ha ugyanis úgy látják, hogy ezt hűségesen teljesítettem, akkor később szabad választásukban fog állni, hogy a legnagyobb erőfeszítés árán végigolvassák-e és végigkövetik-e magukat a levezetéseket, vagy pedig hisznek nekem, a hivatásos matematikusnak az alkalmazott valóság-hű és geometriai módszer tekintetében; míg maguk – rájuk eső feladatul – a levezetések szemük elé állított alapelveihez fordulnak, és azokat vizsgálják meg, bizonyosak lévén afelől, hogy az alapelvekre felépített levezetés csak akkor fog összeomlani, ha azok hamisnak bizonyulnak. Ugyanígy fogok akkor is eljárni, amikor a természettudósok [*Physicorum*] módjára valószínű dolgokat vegyíték a szükségszerűekhez, és e keverékből valószínű következtetést vonok le.<sup>8</sup> Hisz miután a jelen műben az égi fizikát vegyíttem a csillagászathoz,<sup>9</sup> senki sem csodálhatja, ha néhány sejtést [*conjecturas*] is hozzáadok. Elvégre ez a természettudomány, az orvostudomány és minden olyan tudomány természete, amelyik a megfigyelés igen szilárd tanúságtétele mellett felvesz még más axiómákat is.

Így tehát tudja meg Olvasóm, hogy a csillagászoknak két iskolájuk [*sectas*] van: az egyik Ptolemaiosról, a vezetőjéről és jobbára a régiek ajánlása folytán nevezetes; míg a másikat az újabbaknak tulajdonítják, jóllehet ősrégi; s e kettő közül az előbbi a bolygó csillagok [*Errantium stellarum*] mindegyikét külön-külön kezeli, és a mozgások okait e bolygók köreiben [*orbibus*] határozza meg; az utóbbi pedig együtt kezeli a planétákat, s amit csak közösnek talál a mozgásaikban, azt ugyanabból a közös okból vezeti le. Ez az iskola azután továbbosztódik, mivel a bolygók látszólagos megállását és retrogradációját [*stationarios retrogradosque*] előidéző okot Coperni-

<sup>7</sup> A jelen bevezetést egy olyan tartalomjegyzék követi, amely minden fejezet esetén röviden összefoglalja annak legfőbb állításait.

<sup>8</sup> Feltehetőleg utalás Platón *Timaios*ára (29 B 2-D 2).

<sup>9</sup> Ebben a tagmondatban a „csillagászat” a (geometriai szigorúságú) matematika színönimájaként szerepel, az „égi fizika” (*Physicam coelestem*) pedig a keletkezővel és pusztulóval foglalkozó, sokkal kevésbé bizonyos természettudomány színönimájaként – nagyjából úgy, ahogyan még maga Ptolemaios is használja ezeket a fogalmakat a *Syntaxis mathēmatikē* bevezetésében. A hagyományos tudományfelosztások a matematikai tudományokhoz sorolták a csillagászatot, szemben a természet vizsgálatára irányuló fizikával, ahol az előbbiek biztos és szükségszerű ismeretekkel szolgálnak, míg az utóbbiak csak valószínűvel. Kepler ezen művének egyik fő nívuma (ahogy azt a címe is világossá teszi), hogy kiterjeszti a fizikai magyarázatok hatókörét az égi jelenségekre, hiszen kopernikánusként tagadja az égi és a földi világ közti megkülönböztetést.

cus az igen régi Aristarchossal egyetemben lakóhelyünk, a Föld áthelyeződésének [*translatione*] tulajdonítja; én is őket követem; Tycho Brahe ellenben ezt az okot a Napnak tulajdonítja, melynek közelében – úgymond – kapcsolódnak össze mintegy valamely csomópont révén (amely azonban nem testi, hanem csupán mennyiségi természetű) mind az öt bolygó excentrikus körei; és ez az úgynevezett csomópont a Nap testével együtt vándorol körbe a mozdulatlan Föld körül.

A világról alkotott e három vélemény mindegyikéhez társul ugyan még jó néhány további részlet, melyek révén szintén különböznek ezen iskolák [*sectae*]; de ezek a részletek igen könnyen alakíthatók és megváltoztathatók külön-külön úgy, hogy maga e három fő vélemény – már ami a csillagászatot, vagyis az égi jelenségeket [*coelestes apparentias*] illeti – az eredménye tekintetében tökéletesen egyenlő értékű legyen, és azonos hatásokat adjon.

Célkitűzésem a jelen műben leginkább az, hogy a csillagászati tanokat (különösen a Mars mozgásával kapcsolatosan) mind a három formájukban kiigazítsam, és pedig úgy, hogy amit a táblázatok alapján kiszámítunk, az megfeleljen az égi jelenségeknek – ami eddig nem tudott megtörténni eléggé bizonyosan. Hiszen a Mars csillaga Krisztus 1608. évének augusztus havában közel négy fokkal följebb mutatkozik annál a helynél, melyet a *Porosz táblázatok* adnak meg.<sup>10</sup> 1593. augusztusában és szeptemberében pedig kicsivel kevesebb, mint öt fok tévedés szerepel; amely az én új számításaim szerint teljesen megszűnik.

Eközben azonban, míg mindezekre vállalkozom, és szerencsésen meg is valószínűsítom, kitérek Aristotelés metafizikájára vagy inkább égi fizikájára, és a mozgások természeti okait keresem; mely megfontolásból végül nem homályos érvek születnek, amelyek alapján kizárólag Copernicus világmodellje igazolódik be (csekély változtatással), a másik kettő pedig hamisnak bizonyul stb.

Minden valóban annyira összefügg mindennel, annyira egymásba fonódott és összekeveredett, hogy sok út kipróbálása után – melyek némelyikét még a régiek vágták, némelyike pedig az ő utánzásukra s mintájukra készült –, melyek által el akartam jutni az asztronómiai számítás javított eredményéhez, semmi más út nem bizonyult járhatónak, mint az, amelyik magukra a mozgások fizikai okaira épül, melyeket e műben meghatározok.

A mozgások fizikai okainak kutatásában mármost az volt az első lépés, hogy bizonyítsam: az excenterek ama találkozása nem (a Nap melletti) más helyen történik, hanem magában a Nap testének centrumában, szemben azzal, amit Copernicus és Tycho Brahe hittek.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Erasmus Reinhold (1511–1553) műve, a *Porosz táblázatok* ún. *ephemeris*-táblázat, vagyis adatokat tartalmaz az égitestek helyzetéről, kelési és nyugvási ideiről stb. rendszeres időközökre kiszámítva, elsősorban Copernicus műve alapján. A mű eredetije: Reinhold: *Prvtenicae tabvlae* (1551).

<sup>11</sup> Copernicus a számításaiban úgy járt el, hogy a bolygómozgások középpontjának az ún. középpontot tekintette, vagyis a körnek gondolt földpálya centrumát, amely hipotézise szerint

Ha ezt a helyesbítésemet a ptolemaiوسي elgondolásra alkalmazzuk, abból az fog következni, hogy Ptolemaiოსnak nem azon epiciklus centrumának mozgását kell vizsgálnia, amelyik körül az epiciklus egyenletesen halad, hanem valami olyan pontét, amelyik az átmérő arányában olyan távol van az említett középponttól, amilyen távol van Ptolemaiოს szerint a Nap-pálya centruma a Földtől, és pedig ugyanabban a vonalban vagy párhuzamos vonalakban.

A Brahe-pártiak szememre vethetnék, hogy vakmerő újító vagyok; ők ugyan is – jóllehet a régiek bevett véleményére építenek, és az excenterek találkozását nem a Napba, hanem a Nap közelébe helyezik, mégis – olyan számítást végeztek ebből kiindulva, hogy az megfelel az égnek. S ha a Brahe-féle számokat átvisszük a ptolemaiوسي alakzatra, akkor Ptolemaiოს azt mondhatná nekem, hogy amíg a megfigyelésekhez tartja magát, és azokat fejezi ki, addig ő nem számít ki más excentert, mint azt, melyet azon epiciklus középpontja ír le, amely körül az epiciklus egyenletesen halad. S hogy ilyenformán nekem folyamatosan oda kell figyelnem, mit teszek, nehogy egy új eljárással élve ne tudjam ugyanazt nyújtani, amit ők a régi eljárással már elértek.

Hogy tehát ezen ellenvetéssel szembeszálljak, a mű első részében bizonyítottam, hogy ezen új elgondolás szerint pontosan ugyanaz történik, illetve pontosan ugyanaz érhető el, mint ama régiek eljárása szerint.

A mű második részében azután magát a dolgot vettem szemügyre, és nem kevésbé egyenesen, hanem inkább sokkal egyenesebben határoztam meg az én módszeremmel [*rationem*] a Mars által elfoglalt helyeket a Nappal való látszó szembenállásban, mint ahogyan ők határozták meg a régi eljárással a Mars helyeit a Nappal való közepes szembenállásban.<sup>12</sup>

Eközben az egész második rész során (a megfigyelésre alapozott geometriai levezetéseket illetőleg) függőben hagytam, hogy melyikünk jár el helyesebben, ők-e vagy én, mivel jó néhány megfigyeléshez – mint ügyködéseink megszabott regulájához – mindnyájan igazodtunk. Azt pedig, hogy a fizikai okokkal mindazáltal az én eljárásom fér össze, az ő régi magyarázatuk ellenben nem, részint az első részben mutattam meg, különösen a 6. fejezetben.

---

a Nap közelében található. Mivel az egyes bolygók hasonló, de nem azonos síkban keringenek, ezért a fenti feltételezésből az következik, hogy minden keringési sík átmege ezen a bizonyos ponton – ezt érti Kepler az „excenterek találkozása” alatt. Bár Tycho szerint a Nap a mozdulatlan Föld körül kering, ám a többi bolygót a (mozgó) Nap körül gondolja körbejárni, pontosabban ugyancsak a Nap közelében haladó középnap körül, hogy rendszere technikailag ekvivalens lehessen Copernicusséval.

<sup>12</sup> Vagyis az eddigiekkel összhangban a Mars szembenállásait a Nap tényleges helyzetéhez méri, nem pedig a középnaphoz képest – ez utóbbi az a fiktív pont, amely egyenletesen halad az ekliptika mentén a tropikus év periódusával (míg a Nap látszó haladása némileg ingadozik az év mentén).

De végül művem negyedik részének 52. fejezetében más megfigyelések révén – melyek nem kevésbé tévedhetetlenek, mint amilyenek a korábbiak voltak, és amelyek az ő régi eljárásuk nem tudott megérteni, az enyém ellenben kiválóan meg tudott – szilárdan bizonyítottam, hogy a Mars excentere úgy helyezkedik el, hogy maga a Nap testének középpontja esik a Mars apszisainak [*apsidum*] vonalába, nem valamely más, közeli pont; úgyhogy minden excenter magában a Napban találkozik.<sup>13</sup>

De mivel ez nem csupán a hosszúság [*Longitudinem*] tekintetében igaz, hanem a szélesség [*Latitudinem*] tekintetében is, ezért az ötödik rész 67. fejezetében ugyanezt a megfigyelt szélességekből is bizonyítottam.

Mindezeket nem lehetett művemben korábban bizonyítani, mert e csillagászati levezetésekbe belép a bolygók mozgásában tapasztalt második egyenlőtenség okainak pontos ismerete; mely egyenlőtenség felől előbb a harmadik részben hasonlóképpen fel kellett tárnom valami újat, amiről elődeim nem tudtak stb.

Azt bizonyítottam ugyanis a harmadik részben, hogy akár a már említett, régi magyarázat igaz, mely a Nap közepes mozgására támaszkodik, akár az én új magyarázatom, amely látszó mozgással számol, a második egyenlőtenséghez – mely az összes bolygót közösen érinti – mindkét esetben hozzájárul valami az első egyenlőtenség okaiból. Így Ptolemaios számára bebizonyítottam, hogy az epiciklusainak nem azok a pontok a centrumai, melyek körül az epiciklusok mozgása egyenletes [*aequabiles*]. Hasonlóképp Copernicus számára is bizonyítottam, hogy ama körnek, melynek mentén a Föld kering a Nap körül, nem az a pont centruma, amely körül a Föld mozgása szabályos és egyenletes lenne. Ugyanígy Tycho Brahe számára is bizonyítottam, hogy ama körnek, melyen körbejár az excenterek fent említett találkozási pontja vagy csomópontja, nem az a pont a centruma, mely körül a csomópont mozgása szabályos és egyenletes. Mert ha megengedném Brahénak, hogy az excenterek találkozási pontja különbözzék a Nap középpontjától, akkor ő elkerülhetetlenül azt fogja mondani, hogy ama találkozás<i>i</i> pont> körbehaladása, amelyik mennyiség és idő tekintetében tökéletesen megegyezik a Nap körbehaladásával, excentrikus, és a Bak jegye felé dől, holott a Nap excentrikus körbehaladása a Rák jegye felé hajlik.<sup>14</sup> S ugyanez történik Ptolemaios epiciklusaival is.

<sup>13</sup> Az apszisvonal a bolygópálya szélső pontjain (az apszispontokon) halad át, tehát geocentrikus elméletekben a Földhöz, heliocentrikus keretben pedig a Naphoz eső legközelebbi és legtávolabbi pontokon.

<sup>14</sup> Amikor a Föld a pályájának napközeli pontjában található (perihélium), akkor a Nap a Bak jegyében tartózkodik, tehát megfordítva, a Napból nézve a Föld az átellenes Rák jegyében van. A naptávolság pont esetén (aphélium) ellentétes a helyzet. Ezért a középnapot és a valódi Napot összekötő tengely ezen jegyek irányába mutat. Megjegyzendő, hogy a jegyek nem egyeznek meg a csillagképekkel, hanem az ekliptikai hosszúság mérésére szolgáló konstrukciók: 12 darab, egyaránt 30 fok hosszú régió, melyek sorának kezdőpontja (a Kos kezdete) a Tavaszponthoz igazodik. A Tavaszpont precessziója miatt az állatövi jegyek lassan vándorolnak a csillagképekhez képest, így a minimális Nap–Föld távolság esetén a Nap ma – ahogy Kepler idejében

Ha ellenben az excenterék összetalálkozását avagy csomópontját áthelyezem a Nap testének középpontjába magába, akkor e két dolog: az úgynevezett csomópont [*Nodí*] és a Nap e közös keringése excentrikus lesz ugyan a Földről nézve, és a Rák felé fog hajlani, de csupán ama excentricitás fele által,<sup>15</sup> melyet az a pont mutat, amelyik körül a Nap mozgása szabályos és egyenletes.

S a Föld excenterre Copernicusnál is a Bak felé fordul, de csupán azon excentricitás felével, amennyivel az említett Bak irányában távolabb fekszik az a pont, amelyik körül a Föld mozgása egyenletes.

Így Ptolemaios szerint az epiciklusok azon átmérőin, melyek a Baktól a Rákig terjednek ki, háromszor két olyan szélső pont van, melyek egyenlő távolságokra vannak <közöttük> közepén lévő pontoktól, egymástól való távolságaik pedig úgy aránylanak az <epiciklusok> átmérőihöz, ahogy a Nap teljes excentricitása viszonyul a keringésének átmérőjéhez; e három pont közül azok a maguk epiciklusainak középpontjai, melyek középső helyet foglalnak el; amelyek ellenben innét a Rák irányában helyezkednek el, azok olyan pontok, melyek körül az epiciklusok mozgásai egyenletesek; amelyek pedig végül innét a Bak irányában vannak, azok azok, melyek által leírt excentrikus köröket akkor húzzuk meg, ha a *Nap közepes mozgása helyett a látszó mozgást követjük*,<sup>16</sup> mintha csak ezekben a pontokban kapcsolódnának az epiciklusok az excenterhez, hogy ilyenformán minden egyes bolygó epiciklusában meglegyen a Nap tökéletesen teljes elmélete, a maga összes mozgásaival és pályáinak tulajdonságaival.<sup>17</sup>

---

is – a Nyilas csillagképben látható (ám a Bak jegyében van), míg maximális Nap-Föld-távolság esetén az Ikrek csillagképben (de a Nyilas jegyében van).

<sup>15</sup> Az excentricitás a hagyomány szerint az a távolság, amely az excentrikus kör középpontja és a valódi centrumnak tekintett test – akár a Föld, akár a Nap – között adódik, a kör sugarának (vagy átmérőjének) mértékében kifejezve. Kepler nyomán ugyan átértelmezik ezt a fogalmat, és a pályaellipszis lapultságát (értsd: körtől való eltérését) méri vele, ám a terminus itt még nem ebben a ma megszokott jelentésben szerepel.

<sup>16</sup> Szerzői kiemelés.

<sup>17</sup> Ebben és az ezt megelőző bekezdésekben egy erősen technikai gondolatmenetet olvashatunk, melyet itt csak szükségtelenül komplikált módon tudnánk részleteiben rekonstruálni, hiszen nemcsak előfeltételezi a matematikai csillagászat hagyományos eszköztárának beható ismeretét, hanem megköveteli a lakonikus stílusban előadott Kepler-féle újítások megértését is. Az érvelés lényege az, hogy akármelyik csillagászati hipotézist vesszük a három közül, mindig csak akkor tudunk pontos leírást adni az égitestek mozgásáról, ha azokat nem a Nap (vagy a Föld) átlagos ütemű haladására vonatkoztatjuk, ahogy az korábban szokás volt, hanem a változó ütemű valódi mozgásra. Így a Nap tényleges mozgásának paraméterei megjelennek minden égitest keringési modelljében, még hozzá jóval mélyebb összefüggések mentén, mint azt a hagyományos modellek feltételezték. Ez természetesen arra utal, hogy ténylegesen a Nap a mozgások középpontja, sőt Kepler fizikai szemléletében a Nap a mozgások oka is (lásd alább). Az itt alkalmazott eszköztárat aztán feleslegessé teszi a mű késői fejezeteiben felismert, az elliptikus pályaalakot kimondó törvény, ám ezek a gondolatmenetek nemcsak azt illusztrálják,

Miután mindezeket így levezettem egy tévedhetetlen módszerrel, már megerősítést is nyert a korábbi lépcsőfok, mely a fizikai okokhoz vezet, s meg is épült egy új, ugyanoda vezető fok – Copernicus és Brahe véleménye alapján teljesen világosan, Ptolemaiosé szerint homályosabban és legalábbis valószínűség szerint.

Elvégre akár a Föld mozog, akár a Nap, annyit feltétlenül bizonyítottam, hogy az a test <e kettő közül,> amelyik mozog, egyenetlenül mozog; tudniillik lassan, amikor távolabb van a nyugvó testtől, és gyorsan, midőn egészen közel ér a nyugvóhoz.<sup>18</sup>

Azonnal föltűnik tehát a három vélemény közötti különbség a fizikában – igaz ugyan, hogy sejtések révén, de ezek bizonyosságukban semmivel sem alábbvalóak az orvosok sejtéseinél a szervek funkcióival kapcsolatban, illetve bármely más fizikatudományi sejtésnél.

Mármost először Ptolemaios veszíti el a hitelét. Ki hinné ugyanis, hogy a Napnak annyi (egymásra tökéletesen hasonlító, sőt egymással egyenértékű) elmélete van, ahány bolygó, ha az ember látja, hogy Brahénak ugyanehhez a feladathoz elégséges egyetlen elmélet a Napról? Hisz a legelfogadottabb axióma a fizikában az, hogy a természet a lehető legkevesebb eszközzel él.

Azt pedig, hogy Copernicus felülmúlja Brahét az égi fizikában, sok érv bizonyítja.

Először is, Brahe a Nap amaz öt elméletét átvette a bolygók elméleteiből, és az excenteraik középpontjába vitte le, elrejtette, egybeolvasztotta; de magát azt a dolgot, melyhez amaz elméletek vezettek, meghagyta a világban.<sup>19</sup> Elvégre bármely tetszőleges bolygó – Brahe szerint éppúgy, mint Ptolemaios szerint – ama mozgáson kívül, mely az ő sajátja, még a Nap mozgásával is valóságosan mozog, e két mozgásból egyet csinálva, mely keveredésből spirálok adódnak; ami általt lehetséges, hogy Brahe sziklaszilárdan bizonyította, hogy nincsenek szilárd körpályák; Copernicus ellenben az öt bolygót teljesen megfosztotta ezen idegen mozgástól, miután a tévedés okát a megfigyelés feltételeiből vezette le. Egyelőre tehát Brahe hiába szaporítja a mozgásokat, mint korábban Ptolemaios.

Másodszor, ha nincsenek <szilárd> körpályák, akkor igen nehéz helyzetbe kerülnek a mozgató intelligenciák és lelkek,<sup>20</sup> amennyiben oly sok dolgot kénytelenek tekintetbe venni ahhoz, hogy a bolygót két egymással összekevert mozgás-

---

hogyan akarta Kepler rávezetni az olvasóit erre a felismerésre, hanem egyben azt is, ő maga miként jutott el hozzá.

<sup>18</sup> Kepler második törvényének előzetes formája. A pontos levezetésért és megfogalmazásért lásd a 32. fejezetet, ahol az összefüggés kvantitatív formában is kimondásra kerül (mai megfogalmazásban: a pillanatnyi keringési sebesség fordítottan arányos a középponttól mért távolsággal – bár Kepler a sebesség fogalma helyett többnyire az egységnyi pályáívek befutásához szükséges időtartamok terminusaiban fogalmaz).

<sup>19</sup> Tehát itt a bolygómodellekben megjelenő napmozgás-elméletek csak burkoltan vannak jelen, noha azok empirikus következményei szembeötlők.

<sup>20</sup> *Intelligentiarum & animarum motricum*. Aristotelés és a késő antik természetfilozófia szerint a bolygókat a bennük székelő intelligenciák, mozgató lelkek mozgatják.



sal irányítsák. Hiszen legalábbis egyszerre s egyidejűleg kell figyelniük mindkét mozgás forrásaira, középpontjára, periódusaira. Ha ellenben a Föld mozog, akkor én bizonyítom, hogy <mindezek> többsége megtörténhet lelki képességek nélkül, testi – kétségkívül mágneses<sup>21</sup> – képességek által. De ezek közönségesebb dolgok. Következnek mások, amelyek sajtáságosan ama levezetésekből állnak elő, melyekre most rátérünk.

Ha ugyanis a Föld mozog, akkor bizonyított dolog, hogy a gyorsaságának, illetve lassúságának törvényei a Naphoz való közeledésének, illetve attól való eltávolodásának mértékétől függenek. De a többi bolygó számára is ugyanez adódik: hogy a Naphoz való közeledés, illetve az attól való távolodás függvényében gyorsulnak vagy lassulnak. Mindezen dolgok bizonyítása mindeztidáig geometriai.

E teljesen szilárd levezetés alapján egy fizikatudományi feltevés [*conjecturam*] révén azt a következtetést vonjuk le, hogy az öt bolygó mozgásának forrása magában a Napban van. Ezért nagyon valószínű, hogy ott van a Föld mozgásának forrása is, ahol a többi öt bolygó mozgásának forrása – tudniillik hasonlóképp a Napban. Valószínű tehát, hogy a Föld mozog, hiszen megmutatkozik mozgásának valószínű oka.

Ezzel szemben az, hogy a Nap a maga helyén, a világ közepén áll, egyrészt egyéb dolgok alapján, másrészt különösen annak alapján valószínű, hogy őbenne van legalább az öt bolygó mozgásának forrása. Akár Copernicust követed ugyanis, akár Brahét, mindkét esetben a Napban van az öt bolygó mozgásának forrása, Copernicus szerint pedig még a hatodiké, vagyis a Földé is. Márpedig valószínűbb, hogy minden mozgás forrása a maga helyén nyugszik, mintsem hogy mozog.

Ha ellenben Brahe véleményét követjük, s azt mondjuk, hogy a Nap mozog, akkor is megmarad az az első bizonyított tétel, hogy a Nap lassan halad, amikor a Földtől messzire eltávolodik, és gyorsan, midőn megközelíti azt; és pedig nemcsak így látszik, hanem a valóságban is így van. Elvégre ez a hatása az ekváns körnek, melyet kényszerítő levezetés révén bevezettem a Nap elméletébe.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Kepler e művében gyakran hivatkozik a mágneses erőkre és képességekre, de többnyire nem pontosan abban az értelemben, ahogy a fogalom számunkra ismerős. William Gilbert (1544–1603) *De magnete* című műve (1600) nagy hatást gyakorolt Keplerre 1602-től kezdve, tehát éppen e mű megírásának éveiben (hiszen a kézirat zömét 1605-re befejezte). A Gilbert által tárgyalt effektusokban olyan fizikai mechanizmusokra lelt, amelyek külső, láthatatlan és testetlen erőhatásokként mozgatják a testeket, és ez kapóra jött neki az általa elképzelt, Napból eredő bolygómozgató erő értelmezéséhez (lásd különösen a műve 34. és 57. fejezeit). Ahogy látni fogjuk, ugyanezt a konceptuális eszközt alkalmazza bevezetőjének a nehézkedéssel kapcsolatos passzusában.

<sup>22</sup> Bár Copernicus elveti a Ptolemaios által bevezetett ekváns pont technikáját, mivel az ellentmond az egyenletes körmozgások elvének, Kepler mégis visszahozza azt, hiszen anélkül csak pontatlanabban tudja leírni a mozgásjelenségeket. Ennek elfogadása egyben annak beismerését is jelenti, hogy a mozgások sebessége változik a pálya mentén, és ez előkészíti a terepet az ún. második (bár elsőként felismert és kimondott) törvénye számára.

Tehát erre a fenti fizikatudományi feltevés révén elért, egészen bizonyos következtetésre fel kellene még építeni azt a fizikai elgondolást [*philosophema*],<sup>23</sup> hogy a Napot az öt excenter ama teljes, hatalmas terhével egyetemben – hogy egyszerűen fejezzem ki magamat – a Föld mozgatja; vagyis hogy a Nap és a hozzá csatlakozó öt excenter mozgásának forrása a Földben van.

De vizsgáljuk csak meg a Nap, illetve a Föld testét, és hozzunk ítéletet mindkettőről afelől, hogy melyikhez illik<sup>24</sup> inkább, hogy a másik test mozgásának forrása legyen: Vajon a többi bolygót mozgó Nap mozgatja-e a Földet, vagy a Föld mozgatja a Napot, amely a többiek mozgója, és sokszorosan nagyobb a Földnél?<sup>25</sup> Hogy tehát ne kényszerüljünk megengedni, hogy a Föld mozgatja a Napot, ami abszurdum, ezért a Napnak mozdulatlan ágát, a Földnek mozgást kell tulajdonítanunk.

Mit mondjak a 365 napos mozgás periódusidejéről – minthogy ez mennyisége tekintetében középső helyet foglal el a Mars 687 napos és a Vénusz 225 napos periódusideje között, ezért vajon nem kiáltja-e fennhangon a természet, hogy az a keringés, amely 365 napot vesz igénybe, hely tekintetében is középen van a Mars, illetve a Vénusz Nap körüli keringései között, s így maga is a Nap körül <történik,> úgyhogy a Föld ez a keringés a Nap körül, nem a Napé a Föld körül? De mindezek inkább a *Kozmográfiai misztérium* című művembe tartoznak,<sup>26</sup> itt pedig nincs szükség más érvre, mint csakis olyanra, amit a jelen műben tárgyalok.

Ezért a többi metafizikai érvet, melyek a Nap által a világban elfoglalt középponti hely mellett szólnak e csillag méltósága, valamint maga a fény alapján, lásd említett könyvecskémbe<sup>27</sup> és Copernicusban;<sup>28</sup> <továbbá> valamennyire Aristotelésnél *Az égbolt* II. könyvében a pythagoreusok neve alatt,<sup>29</sup> akik a „tűz” szóval a Napot jelölték. Egyes dolgokat érintettem *A csillagászat optikai részében* is az 1. fejezetben a 7. oldalon. Lásd továbbá a 6. fejezetet különösen a 225. oldalon.<sup>30</sup>

<sup>23</sup> Tycho Brahe (1546–1601) elmélete szerint.

<sup>24</sup> Az első kiadásban szereplő *comperat* helyett a Kepler: *Gesammelte Werke* szövege szerint *competat* olvasva.

<sup>25</sup> Samosi Aristarchos <*A Nap és a Hold*> méretéről és távolságáról (*Περὶ μεγεθῶν καὶ ἀποστημάτων <ἡλίου καὶ σελήνης>*) című műve alapján a Nap mintegy hétszer akkorának adódik (átmérőjét tekintve), mint a Föld. Ptolemaios (*Syntaxis* IV/16) szerint a Nap átmérője kb. 5,5-szöröse a Földének. Tehát azt, hogy a Nap jóval nagyobb a Földnél, már az antik hagyomány is szinte egyetemesen elfogadta, lásd erről Barnes: *The Size of the Sun*.

<sup>26</sup> Annak is leginkább a 20. fejezete tárgyalja a keringési idők és a naptávolságok közti viszony problémáját.

<sup>27</sup> Ez is elsősorban a 20. fejezetben, azon belül a 71–72. oldalon.

<sup>28</sup> Főként az I. könyv 10. fejezetében: *De revolutionibus*, 9 *verso*.

<sup>29</sup> *De coelo*, II. könyv, 13. fejezet = 293 B 1–14.

<sup>30</sup> Kepler: *Ad Vitellionem Paralipomena* (1604). Az 1. fejezetben („A fény természetéről”) Kepler azon az alapon érvel a Nap központi helyzete mellett, hogy az csak középről tudja minden irányban megvilágítani a teljes világot. A 6. fejezetben („A csillagok változatos fényéről”)

Ahhoz pedig, hogy a Földhöz illik a világ középpontját kívülről körüljárni, ama könyv 9. fejezetében a 322. oldalon találsz metafizikai érvet.<sup>31</sup>

Mégis remélem olvasóm bocsánatát, ha néhány ellenvetéssel szemben, melyek nyomasztják a lelkeket, s érveik által egyszersmind a világosságtól is megfosztják őket, itt is kínálok bizonyos ellenszereket. Ezek ugyanis nem állanak messze azoktól, amelyeket művemben – különösen annak harmadik és negyedik részében – a bolygómozgások fizikai okai kapcsán tárgyalok.

A nehéz testek mozgásának gondolata sokakat akadályoz abban, hogy elhiggyék: a Föld egy eleven lény mozgásával<sup>32</sup> [*motu animali*] vagy inkább magnetikus mozgással mozog. Ők fontolják meg a következő téziseket:

Egy matematikai pont – akár ő a világ középpontja, akár nem – nem képes nehéz testeket sem hatóok módjára [*effective*], sem pedig mint <célba vett> tárgy [*objective*] úgy mozgatni, hogy azok feléje mozogjanak. Bizonyítsák csak be a fizikusok, hogy van ilyen ereje egy pontnak, amely egyrészt nem test, másrészt semmi egyéből nem érthető meg, mint csakis a viszony <fogalmá>ból!

Lehetetlen, hogy egy kő formájú dolog a teste mozgatásával törekedjék egy matematikai pont avagy a világ középpontja felé, ama testhez való viszonyától eltekintve, melyben az illető pont van. Bizonyítsák csak be a fizikusok, hogy a természetes dolgok vonzódnak [*habere sympathiam*] az iránt, ami nincs!

De a nehéz testek abból az okból sem fognak a világ közepe felé mozogni, hogy netán el akarnának távolodni a gömbölyű világ széleleitől. Hisz a távolság [*proportio*], amely elválasztja őket a világ közepétől, észrevehetetlen, s gyakorlatilag nincs is a világ határától mért távolságukhoz [*distantia*] képest. És egyáltalán mi okozná ezt az idegenkedést? Mily nagy erővel, mekkora bölcsességgel kellene rendelkezniük a nehéz testeknek, hogy ily pontosan tudjanak menekülni az őket mindenfelől körülvevő ellenség elől? Vagy a világ határai minő ügyességgel bírnak, hogy ily nagy gonddal hajtsák el ellenségeiket maguktól?

---

pedig amellet érvel, hogy a Nap testén belül a középpont az, amely a fényt termeli, míg a Nap felülete a fény szórásáról gondoskodik.

<sup>31</sup> Kepler itt azt állítja, hogy az ember sokkal jobban megismerheti a világmindenséget a Föld éves keringése folytán, ezért nem lenne helyes azt gondolnunk, hogy az emberi faj egy mozdulatlan égitesten él a világ közepén.

<sup>32</sup> Részben a korszak fiziológiai elméletei, részben Aristotelés (De anima II/2 = 413 A 21–B 9) alapján Kepler különböző típusú képességeket vesz figyelembe: természeti (*naturalis*), eleven (*animalis*) és szellemi (*mentalis*). Ezek közül az első felelős a növekedésért és táplálkozásért, a második a mozgásért, a harmadik pedig a célkövető viselkedésért. E művében amellet érvel – lásd még az 57. fejezetet –, hogy az égitestek mozgatásához nincs szükség szellemi képességekre (vagyis bolygólelkekre), hanem elegendők a pusztán természeti okok. A szokásos terminológia alapján ez az „animális” kategóriájához tartozna (szemben a „mentális”-sal), ám ahogy a megfogalmazásból látszik, Kepler vonakodik ezt a jelzőt megszorítás nélkül használni (lásd még Donahue: Johannes Kepler, 52, 5. lj. és 560, 9. lj.).

De az Első Mozgó<sup>33</sup> [*primi mobilis*] sebes körforgása sem tereli össze középre a nehéz testeket, ahogyan ez az örvényekben történik. Elvégre ama mozgás – feltéve, hogy létezik<sup>34</sup> – nem ér le egészen a világ itteni, alsóbb részéig; hiszen különben éreznék azt, és magával is ragadna bennünket, s velünk együtt magát a Földet is; sőt előbb minket ragadna el, a Földet csak utánunk. Mindezek azonban abszurd dolgok vitapartnerünk szemében. Világos tehát, hogy a nehézkedésről [*gravitate*] szóló közönséges tanítás téves.

A nehézkedésről szóló helyes tanítás tehát a következő axiómákra támaszkodik:

Minden testi szubsztancia annyiban, amennyiben testi, természeténél fogva alkalmas bármely olyan helyen nyugalomban maradni, ahová egymagában helyezik el, hasonló fajtájú test hatókörén kívül.<sup>35</sup>

A nehézkedés olyan kölcsönös testi hajlandóság a hasonló fajtájú<sup>36</sup> testek között az egyesülésre vagy összekapcsolódásra (a dolgok e rendjébe tartozik a mágneses képesség is), hogy sokkal inkább a Föld vonzza a kavicsot, mintsem a kavics törekszik a Föld felé.<sup>37</sup>

A nehéz dolgok (különösen, ha a Földet helyeznénk a világ középpontjába) nem azért tartanak a világ középpontjába, mert az a világ középpontja, hanem mert az egy kerek, hasonló fajtájú test – tudniillik a Föld – középpontja. Ezért akárhol is helyezkedik el, illetve bárhová is helyeződik át a Föld a maga eleven lényei képessége révén [*facultate sua animalis*], a nehéz dolgok mindig őfeléje tartanak.

Ha a Föld nem lenne gömbölyű, akkor a nehéz dolgok nem tartanának mindenfelől egyenesen a Föld középpontja felé, hanem különböző oldalak felől más és más pontjai felé tartanának.

<sup>33</sup> Az arisztoteliánus hagyományban ez a legkülső szféra (a csillagszféra), melynek heves mozgásából (napi körülfordulásából) származna a belsőbb szférák mozgása is.

<sup>34</sup> Hiszen a kopernikánus Kepler tagadja, hogy a csillagszféra naponta körbefordulna.

<sup>35</sup> Kepler felfogásában egy test nyugalomban marad, amennyiben nem éri hatás egy másik testtől (lásd még pl. a 39. fejezet elejét), vagyis erőhatás szükséges a mozgás fenntartásához. Míg ez az elv összhangban van a hagyományos fizikai elképzelésekkel, addig ellentmond annak a XVII. század során kialakuló, Newton első mozgásaxiómájával fémjelzett elképzelésnek, amely szerint az erőhatás nem a mozgás léteért, hanem annak megváltozásáért felelős.

<sup>36</sup> A hasonlóság elve itt Platón *Timaios*ából származik (81 A 3–4): τὸ συγγενὲς πᾶν φέρεται πρὸς ἑαυτὸ („minden rokonnemű egymás felé törekszik;” Kövendi Dénes fordítása).

<sup>37</sup> „Gravitas est affectio corporea, mutua inter cognata corpora ad unionem seu conjunctionem (quo rerum ordine est & facultas Magnetica) ut multo magis Terra trahat lapidem, quam lapis petit Terram.” A mondat első felében olvasható meghatározás nagyon hasonlít Copernicus meghatározására (lásd bevezető tanulmányunkat). Mivel a heliocentrikus elméletben nem működik az a hagyományos magyarázat, hogy a nehézkedés a nehéz elemek (föld, víz) alkotta testek törekvése a kozmosz centruma felé – hiszen a Föld középpontja itt nem azonos a kozmosz középpontjával –, ezért Copernicusnak és Keplernek egy ettől gyökeresen eltérő elképzelést kellett megfogalmaznia (lásd a következő bekezdést).

Ha két követ a világ valamely helyén egymás közelébe helyeznénk, más, hasonló fajtájú test hatókörén kívül, akkor e kövek két mágneses test mintájára a közbeeső helyen találkoznának úgy, hogy bármelyikük akkora távolságot tenne meg a másik felé, amekkora a másik tömege [*moles*] <a sajátjához> viszonyítva.<sup>38</sup>

Ha Föld és a Hold bármelyikét nem tartaná vissza az eleven lényi erő [*vi animalis*] vagy valamely más, azzal egyformán erős erő a maga körútján, akkor a Föld a köztük levő távolság egyötvennegyed részéig emelkedne fel a Hold felé, a Hold pedig körülbelül a távolság ötvenharmadik részéig ereszkedne alá a Földhöz, és ott találkoznának, feltéve hogy mindkettőjük anyagának sűrűsége [*densitatis*] egy és ugyanaz.<sup>39</sup>

Ha a Föld megszűnne magához vonzani vizeit, akkor minden tengervíz felemelkedne, s elöntené a Hold testét.

A Holdban lévő vonzerő [*virtutis tractoriae*] hatóköre egészen a földekig [*teras*] terjed,<sup>40</sup> és a forró égöv alá vonzza a vizeket a vele való találkozásra, ahol csak egy adott hely fölé ér, nem érzékelhető mértékben a körbezárt tengereken, <de> érzékelhetően ott, ahol igen széles az óceán medre, és a vizek teljesen szabadon vonulhatnak vissza. Ezáltal lecsupaszodnak a szomszédos égövek és éghajlatok partjai, és a határos óceánok néhol még a forró égöv alatt is kisebb teszik az öblöket. Miután így az óceán szélesebb medrében megemelkednek a vizek, ezért történhet, hogy a szűkebb öbleiben, ha azok nem nagyon szorosan elzártak, a vizek a Hold

<sup>38</sup> „Si duo lapides in aliquo loco mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius moles in comparatione.” Ez tehát egy kvantitatív törvény formájú megállapítás, modernebb nyelvezettel szólva a két test a közös tömegközéppontjukban találkozna (hiszen az található a két test között, azoktól a tömegeik fordított arányában meghatározott távolságra). Megjegyzendő, hogy Newton előtt a tömeg fogalma nem volt sem olyan alapvető, sem pedig olyan világos (pl. mérhető), mint az újkori fizikában. A *moles* Keplernél leginkább a test anyagának mennyiségét jelenti.

<sup>39</sup> Értsd: amennyiben a Hold tömege a Földének  $1/54$ -ed része – a méretének megbecsülése, valamint a sűrűségek azonosságára vonatkozó feltételezés alapján –, úgy a közös tömegközéppontjuk (ahol találkoznának) a Földtől a távolságuk  $1/54$ -ed részére, míg a Holdtól ugyanennek  $53/54$ -ed részére található. Mivel Kepler nem tekinti a Hold keringését egy folyamatosan gyorsuló, a Föld vonzása által meghatározott mozgásnak (mint Newton), ezért fel kell tételeznie egy visszatartó erő létét, amely magyarázza, hogy a kölcsönös vonzás ellenére a Hold miért nem zuhan a Földbe.

<sup>40</sup> Abból, ahogyan Kepler itt és másutt fogalmaz a nehézkedési erő hatókörével kapcsolatban, arra lehet következtetni, hogy nem végtelen hatótávolságúnak képzelte azt – összhangban Gilbert *De magnetéjével*, amely a mágnesesség esetén is (véges) hatóköréről beszél, és amely fő inspirációként szolgált Kepler erőfogalmához. Mindenesetre ha véges is ez az erő, bizonyára kiterjed a kozmikus léptékekre, ahogy az látható a Holdnak a földi vizekre gyakorolt hatásából (lásd erről még bevezető tanulmányunkat).

jelenlétében még menekülni is látszanak előle, mivel apad a szintjük, hiszen a víz nagy mennyisége eltávozik <belőlük.>

De mert a Hold gyorsan átrepül a zenit [*verticem*] fölött, ezért – mivel a vizek nem képesek őt ugyanilyen gyorsan követni – nyugatra irányuló áramlat keletkezik az óceánon a forró égöv alatt, amíg csak bele nem ütközik a szemközti partokba, s el nem hajlik azok mentén; de a Hold távoztával véget ér a vizek e gyülekezése vagy összeseregése, amely a forró égöv felé vezető úton halad, mert megszűnt a vonzerő [*tractu*], mely kimozdította őt; s miután befogadta a lendületet [*impetu*],<sup>41</sup> visszaáramlik, mint a vizeskorsókban, s megrohamozza saját partjait, elárasztja azokat, és e lendület a Hold távollétében újabb lendületet szül; míg a visszatérő Hold ismét meg nem kaparintja e lendület kantárját, el nem kezdi szabályozni azt, és saját mozgásával egyetemben körbe nem vezet. Ekképp az egyformán nyílt partok mind ugyanazon órákban telnek meg, az elzártabbak ellenben később, néhány partszakasz pedig más- és másképp, mivel más és más módon fér hozzájuk az óceán.

Ennek folytán halmozódnak fel a Syrtes,<sup>42</sup> a homoktorlaszok – hogy mellékesen erre is kitérjek –, így születik vagy pusztul számtalan sziget az örvényes zezzugokban (mint a Mexikói-öböl előtt); s az Indiák puha, áldott és porhanyós földjét is nyilván ez az áramlás és örökös elárasztás törte és fúrta át végül úgy, hogy ebben közreműködött valamely egyetemes földmozgás is; mert az a hír járja, hogy e föld az Arany Chersonnésos-félszigettől<sup>43</sup> kelet és dél felé valaha összefüggő volt;<sup>44</sup> s most már a szétterült óceán – mely mögötte, Kína és Amerika között volt – által a tengerszint-süllyedés folytán magasba emelt partok (a Molukkák<sup>45</sup> és más szomszédos szigetek partjai) is e hír hihetőségét támasztják alá.<sup>46</sup>

<sup>41</sup> *Impetus*: az ókori gyökerű és főleg a késő-középkor – pl. Jean Buridan (cca 1300–cca 1360), Nicole Oresme (cca 1320–1382) – óta népszerű elképzelés szerint a mozgató hatás egyfajta mozgásmennyiséget közöl a mozgatott testtel, és ez a mozgató hatás megszűnése után is fennmarad egy ideig. Bár ez nem azonos az impulzus modernebb fogalmával, amely egy – fékező hatás híján – megmaradó mennyiség, de annak előképeként fogható fel (pl. Galilei munkásságában).

<sup>42</sup> A *Syrtes* homokzátonyok Afrika északi partjai előtt.

<sup>43</sup> *Chersonnesos aurea*: A Maláj-félsziget az Andaman-tenger és a Dél-Kínai tenger között, amelyen ma Thaiföld déli része, Malajzia kontinentális része (Kuala Lumpur) és Szingapúr helyezkednek el.

<sup>44</sup> Kepler talán arra céloz, hogy Ptolemaiosz szerint az *oikoumenēn* túl, Távols-Keleten „ismeretlen föld” (ἄγνωστος γῆ) helyezkedik el; az *oikoumenē* déli határán túl szintén, tehát az Indiai óceán beltenger (*Geographikē hyphēgēsis*, VII/5, 2), amennyiben Ptolemaiosz földhidat gondol el délen Délkelet-Ázsia és Λιβύη, vagyis Afrika között (VII/5, 4: περιεχομένη και αὐτῆ πάντοθεν ὑπὸ τῆς γῆς). Ázsia így Arábián át és az „ismeretlen földön” át is érintkezik Afrikával (VII/5, 5).

<sup>45</sup> Az Indonéziához tartozó Molukka-szigeteket („Fűszer-szigetek”) északról a Fülöp-szigetek, keletről Új-Guinea, délről Ausztrália és nyugatról Celebesz veszik körül a Banda-tengeren.

<sup>46</sup> Max Caspar kritikái kiadása nyomán *opprimunt* helyett *approbantot* olvasva (ugyanígy Donahue: Johannes Kepler, 56).

Sőt úgy tűnik, Taprobané<sup>47</sup> is ebből a tengerből süllyedt alá (hisz a calcutaiak beszámolója alapján tény, hogy az ottani helyek egy része valaha szintén elsüllyedt), mivel a Kínai-óceán a feltört átjárókon át befolyt az Indiai-óceánba, úgyhogy ma Taprobanéból már semmi sem áll fenn ama hegycsúcsokon kívül, melyek a Maldív-szigetek név alatt megszámlálhatatlan sok sziget képét nyújtják. A kozmográfusokból és Diodóros Siculusból<sup>48</sup> könnyű ugyanis bizonyítani, hogy valaha itt helyezkedett el Taprobané, tudniillik az Indus torkolatával s a Corium-hegyfokkal szemközt, dél felé; hiszen még az egyháztörténet is azt tanítja, hogy valaha közös püspöke volt Arábiának és Taprobanénak, amely bizonyára közel volt, nem pedig ötszáz (sőt az akkoriban használatos tekervényes útvonalak miatt inkább ezer) német mérföldnyire kelet felé. Úgy gondolom azonban, hogy amit ma tartanak Taprobanénak – Szumátra szigetét –, valaha az volt az Arany Chersonnésos, mely India földnyelve révén kapcsolódott Malacca városhoz. A ma Arany Chersonnésosnak vélt terület ugyanis – úgy tűnik – nem sokkal inkább nevezhető *chersonnésosnak*,<sup>49</sup> mint Itália.

Bár mindezek nem ide tartoznak, mégis úgy akartam őket egyetlen összefüggésben kifejteni, hogy hihetőbbé tegyék a tengeri árapály jelenségét és ezáltal a Hold vonzerejét.

Ebből ugyanis az következik, hogy ha a Hold vonzereje [*virtus tractoria*] kiterjed a földre, akkor a Föld vonzereje még sokkal inkább kiterjed a Holdig és még sokkal magasabbra is, és ennél fogva semmi olyan dolog, amely valamiképpen földi anyagból áll, s felvitetik a Föld fölé, nem menekülhet valaha is e vonzerő rendkívül erős öleléséből.

Abszolút értelemben mármost semmi nem könnyű, ami testi anyagból áll; hanem valamihez viszonyítva könnyebb az, ami vagy a természeténél fogva, vagy a történetesen hozzájáruló [*accidente*] hő folytán ritkább. Ritkának pedig nem csupán azt nevezem, ami porózus, és sok üreget tartalmaz, hanem általában azt, ami ugyanolyan szélességű helyen, mint amelyet egy nehezebb dolog kitölt, kisebb mennyiségű testi anyagot foglal magában.

A könnyű dolgok meghatározását követi a mozgásuké is. Nem kell ugyanis úgy vélekednünk, hogy amikor ezek felfelé törekednek, akkor egészen a világ felületéig menekülnek,<sup>50</sup> vagy hogy nem vonzza őket a Föld; hanem a Föld kevésbé vonzza

<sup>47</sup> Sri Lanka (Ceylon) neve az ókori görög földrajzi forrásokban. Keplernél egy hatalmas elsüllyedt földterület neve a mai Indiai-óceán alatt.

<sup>48</sup> Kr. e. I. századi, szicíliai görög történész. Monumentális műve, a *Történelmi könyvtár* (Βιβλιοθήκη ιστορική) részlegesen fennmaradt.

<sup>49</sup> A görög χερσονήσος köznévi egyik jelentése „híddal a szárazföldhöz kapcsolódó sziget.”

<sup>50</sup> Az arisztoteliaiánus hagyományban a könnyű elemek – a levegő és még inkább a tűz – a kozmosz pereme felé, vagyis a középpont felé mutató iránnyal ellentétesen mozognak a saját természetük szerint.

őket, mint a nehéz dolgokat, s így ezen utóbbiak kiszorítják őket, s ha ez megtörtént, akkor a könnyű dolgok nyugalmi állapotba kerülnek, és a Föld a maguk helyén tartja vissza őket.

De bár a Föld vonzereje – mint mondtuk – felfelé igen messzire kiterjed, mégis, ha egy kő oly nagy távolságra lenne tőle, hogy az már érzékelhető volna a Föld átmérőjéhez képest, akkor az az igazság, hogy habár a Föld mozog, egy ilyen kő nem teljesen követné őt, hanem a saját ellenállási erőit [*resistendi vires*] hozzávegyiténé a Föld vonzerőéhez, és így nem csekély mértékben kivonná magát a Föld ama vonzásából [*raptu*]; s egy erőteljes mozgás nemkülönben valamennyire kiragadja a lövedékeket a Föld vonzásából, miáltal vagy megelőzik a Földet,<sup>51</sup> ha kelet felé hajtják el őket, vagy lemaradnak mögötte, ha nyugat felé röptük ki őket; és így egy erő kényszere alatt elhagyják a helyüket, ahonnan kiröpültek; s a Föld vonzereje ezt az erőszaktételt nem képes egészében megakadályozni, amíg csak az erőteljes mozgás érvényesül.

Miután azonban egyetlen lövedék sem szakad el a Föld felszínétől a Föld átmérőjének még százszázad részére sem, sőt maguk a csupán minimális földi anyagot tartalmazó felhők és füstök sem szállnak fel a Föld sugarának ezredrészére sem a magasba, ezért a felhők, füstök, egyenesen felfelé kilőtt dolgok ellenállása és a nyugalomra való természetes hajlama teljesen képtelen megakadályozni a Föld ezen vonzását, minthogy azzal ez az ellenállás egyszerűen nem állítható arányba. Úgyhogy amit merőlegesen kilőttek felfelé, az vissza fog esni a maga helyére, mivel nem akadályozza a Föld mozgása, mert a Föld nem húzható ki alóla, hanem magával ragadja a levegőben repülő tárgyakat, amelyeket nem kevésbé köt magához mágneses erő által, mint ha érintkezne e testekkel.

Ha elménkben jól megértettük s alaposan mérlegeltük ezeket a téziseket, akkor nemcsak szertefoszlik a Föld mozgásának abszurditása és hamisan elképzelt fizikai lehetetlensége, hanem ráadásul az is világossá válik, hogy mit kell válaszolnunk a különféleképpen előadott fizikai ellenvetésekre.

Ámbár Copernicusnak jobban tetszik,<sup>52</sup> ha a Földet és minden földi dolgot – még ha azok el is különülnek tőle – egy és ugyanazon mozgató lélek [*anima motrice*] formálja belülről [*informari*], mely midőn saját testét: a Földet forgatja, azzal

<sup>51</sup> Mármint a Föld felszínének a tengelyforgásból adódó, nyugatról keletre történő haladását (vö. Ptolemaios *Syntaxis*-ában az I/7. fejezet végével). A valóságban egyébként tényleg létezik egy – igen enyhe – különbség a két égtáj felé azonos módon kilőtt lövedékek lőtávjai között, noha ez éppen ellentétes a Kepler által leírttal (ti. keletre kisebb a lőtáv, mint nyugatra), ám ennek felismerésére és magyarázatára a XIX. századig kellett várni (Gaspard-Gustave de Coriolis, 1792–1843).

<sup>52</sup> De revolutionibus, I/8. fejezet, azon belül 6 *recto*. Kepler kissé szabadon értelmezi a hivatkozott szöveghelyet, hiszen Copernicus nem említi „mozgató lelket,” és magyarázata meglehetősen elnagyolt és tentatív.



együtt forgatja az attól elkülönült részecskéket is; úgyhogy ily módon erőszakos mozgások [*motus violentos*]<sup>53</sup> révén keletkezik erő e minden részecskébe szétáradt lélekben – ahogyan én mondom, hogy a testi képességben (melyet nehézkedésnek [*gravitatem*] vagy magnetikus képességnek nevezünk) ugyancsak erőszakos mozgások révén keletkezik erő.

A Földtől elkülönült dolgokhoz azonban elégséges ama testi képesség, felesleges az eleven lényi.

De hogy az emberek e mozgás gyorsasága miatt féltsek a saját életüket és a Földön születők életét, arra nincsen semmi okuk. Erről a dologról lásd a Kígyótartó csillagáról írott könyvem 15. és 16. fejezetét, a 82. és 84. oldalon.<sup>54</sup>

Ugyanott kibontott vitorlázatú hajózást fogsz találni a világ körének mérhetetlenségén keresztül, melynek kapcsán azt szokták Copernicus szemére vetni, hogy természetellenesen nagy; mivel bizonyítást nyer, hogy <valójában> szép arányai vannak; s hogy ezzel szemben az egek aránytalanul és félelmesen gyorsan fognak forogni, ha a Föld kénytelen a maga helyén és helyzetében teljesen mozdulatlanul állni.

Sokkal többen vannak mármost azok, akiket a kegyesség [*pietate*] tart vissza a Copernicusszal való egyetértéstől, mivel félnek, nehogy az Írásban megnyilatkozó Szent Szellemet a hazugság vádjá illethesse, ha azt állítanánk, hogy a Föld mozog, a Nap áll.

Ők azonban mérleget jék a következőket: miután szemünk érzékelése révén jutunk a legtöbb és legfontosabb <ismeret>hez, ezért képtelenek vagyunk kifejezésmódunkat elvonatkoztatni a szemünk ezen érzékelésétől. Így nap mint nap több olyan dolog is történik, melyek kapcsán a szemünk érzékelésének megfelelően fejezzük ki magunkat, jóllehet bizonyosan tudjuk, hogy maga a dolog máshogyan van.

Példa erre a következő verssor Vergiliusban: „Útra kelünk: kikötő, föld, városok elmaradoznak.”<sup>55</sup>

<sup>53</sup> Arisztotelianus fogalom: Egy test vagy a saját természete szerint mozog, vagy annak ellenére mozgattatik – ez utóbbi az erőszakos mozgás.

<sup>54</sup> Joannis Keppleri Sac<rae> Caes<areae> Majest<atis> Mathematici De stella nova in pede Serpentarii, et qui sub ejus exortum de novo iniit, Trigono Igneo. Pragae: Anno MDCVI (röviden *Az új csillagról a Kígyótartó lábában*). A ma SN 1604 jelet viselő szupernóváról írott mű ugyanazzal a hévvel védelmezi Copernicus rendszerét, mint az *Astronomia nova* αιτιολογητός. *Az új csillagról a Kígyótartó lábában* 15. fejezete a copernicusi elgondolás alapján bizonyítja, hogy az új csillag nagyon messze van a Földtől – részben ezért nem kell tartani káros hatásától. Az ugyanezen témát továbbvivő 16. fejezet szintén a copernicusi modell alapján taglalja a Föld tengely körüli forgásából adódó sebességet, szembeállítva ezt a még felfogható gyorsaságot az állócsillagok egének a ptolemaiosi modellből következő felfoghatatlan nagy sebességével: „Ito nunc ad Ptolemaeum, & antiquam sententiam; omnia invenies incredibiliora” (De stella nova in pede Serpentarii, 84).

<sup>55</sup> Aeneis, III. ének, 72. sor (Lakatos István fordítása). Ugyanezt a passzust idézi Copernicus is az imént hivatkozott szöveghelyen (De revolutionibus, 6 *recto*).

Amikor valamely völgy szűkületeiből előjövünk, akkor ugyanígy mondjuk azt is, hogy széles mező nyílik előttünk.

Így szólt Krisztus Péterhez: „Evezz a magasba” – mintha a tenger magasabb lenne, mint a partjai.<sup>56</sup> Hiszen így látszik a szemnek; és az optika szakértői le tudják vezetni e tévedés okait. Krisztus azonban a teljesen elfogadott beszédmód szerint fejezi ki magát, mely ugyanakkor szemünk e csalódásából ered.

Így emlegetjük megtévesztő módon a csillagok felkelését és lenyugvását, vagyis felemelkedését és leszállását; jöllehet mások ugyanabban az időben mondják, hogy a Nap lenyugszik, amikor mi azt mondjuk, hogy felkel. Lásd erről *A csillagászat optikája* 10. fejezetét a 327. oldalon.<sup>57</sup>

Ugyanígy mondják a Ptolemaios-követők is, hogy a bolygók állnak, amikor úgy látszik, hogy azok néhány napig egyfolytában ugyanazon állócsillagok környékén tartózkodnak; habár e csillagászok azt gondolják, hogy a bolygók ilyenkor valójában egyenes vonalban lefelé mozognak, vagy a Földtől fölfelé.<sup>58</sup>

Így napfordulóról [*solstitium*] beszél az írók minden fajtája – még ha tagadja is, hogy a Nap ténylegesen megáll.

Hasonlóképp soha senki sem lesz annyira Copernicus híve, hogy ne mondaná, hogy a Nap belép a Rákba vagy az Oroszlánba, amikor azt akarja mondani, hogy a Föld lép be a Bakba vagy a Vízöntőbe. És még sok hasonló példa van.

A hétköznapi dolgokról szólván (melyekre nem akarja tanítani az emberiséget) bizony a Szent Írás is emberi módon beszél az emberekkel, hogy az emberek fel fogják azokat; az emberek által közönségesen ismert dolgokat arra használja, hogy magasabbrendű és isteni dolgokra utaljon általuk.

Mi hát a meglepő abban, ha az Írás is az emberi érzékelésnek megfelelően nyilatkozik akkor, amikor pedig a dolgok valósága eltér az érzékeléstől, akár tudják

<sup>56</sup> Lk 5, 4. *Septuaginta*: Ἐπάναγαγε εἰς τὸ βάθος; *Vulgata*: „Duc in altum;” *Vizsolyi Biblia*: „Vigyed az mélyre;” *Revideált Károli-Biblia*: „Evezz a mélyre.” A Kepler által idézett *Vulgata*-fordításában szereplő *altum* szó jelenthet „magas”-at és „mély”-et is egyaránt, attól függően, hogy ugyanazt a tárgyat alulról felfelé vagy felülről lefelé nézzük-e.

<sup>57</sup> „A csillagmozgások optikai alapjai” címet viselő, a csillagászatban fellépő optikai érzékszálódásokat tárgyaló 10. fejezet a jelen szöveghelyhez nagyon hasonlóan foglal állást a hétköznapi és a biblikus nyelv kifejezésmódjáról, s ennek során Copernicus példájára is hivatkozik: „Quominus mirari debemus, ausum esse distinguere Copernicum inter ea, quae in Sacris literis ad visus rationem explicandam recte quidem dicuntur, & illa quae astronomice examinata aliter habere deprehenduntur. Non enim falsum dicunt, sed sensum visus hoc dicere verissime asseuerant; seu potius hoc a visu suggestum, ad institutum suum accomodant; Astronomus vero, seu magis Opticus, sensum visus fallaciae citra omnem contumeliam coarguit.” (Kepler: *Ad Vitellionem Paralipomena*, 327.)

<sup>58</sup> Értsd: az adott égitest a csillagokhoz képest nem tűnik elmozdulni, és ilyenkor az történik a szóban forgó csillagászati elméletek szerint, hogy a deferens körön és az epicikluson végbemenő mozgások eredőjének a látóirányra merőleges komponense eltűnik, szemben a párhuzamos komponenssel (közzeledés vagy távolodás), amely épp ekkor maximális.

ezt az emberek, akár nem? Ki ne tudná ugyanis, hogy a 19. Zsoltár költői utalást alkalmaz, ahol – miközben a Nap képe alatt az Evangélium terjedését, sőt Krisztus Urunk miértünk vállalt evilági vándorlását énekli meg – úgy fogalmaz, hogy a Nap „mint egy vőlegény jön ki az ő ágyasházából; örvend, mint egy hős, hogy futhatja a pályát?”<sup>59</sup> Amit így utánoz Vergilius: „felocsúdik közben a Hajnal Títhónus sáfrányvörös ágyn.”<sup>60</sup> Hiszen a költészetet korábban művelték a héberek.

Tudta a zsoltárköltő, hogy a Nap nem úgy bukkan fel a horizonton, mintha ágyasházából jönne elő (még ha így is látja a szem); de úgy vélte, hogy a Nap mozog, mivel a szemnek így tűnik. Mégis kimondja mindkettőt, mert mindkettő így látszik a szemnek. S azt sem kell gondolnunk, hogy az egyik vagy a másik alkalommal hamisan szól; elvégre megvan a szem észlelésének is a maga igazsága, mely a zsoltárköltő titkos szándékának éppen megfelel, és az Evangélium terjedését, valamint Isten Fiának vándorútját sejteti. Józsué említi még a völgyeket is, amelyek felé mozog a Nap és a Hold, mivel ez neki így látszott a Jordánnál.<sup>61</sup> S mégis mindketten elérik, amit akarnak: Dávid (és vele együtt Sirák fia)<sup>62</sup> Isten fenségének megnyilvánulását, mely azt tette, hogy e dolgok így mutatkozzanak meg a szem előtt – vagy még a misztikus jelentést is, mely e látható jelenségek által fejeződött ki; Józsué pedig azt, hogy a Nap *az ő számára* egy teljes napig az égbolt közepén maradjon, a saját szemének látóképességéhez viszonyítva – bár más emberek számára ugyanazon időtartam alatt a Nap a Föld alatt tartózkodott.

De aki ezt nem gondolja meg, az csak a szavak szembenállását nézi: a Nap megállt – vagyis a Föld állt;<sup>63</sup> s nem mérlegeli, hogy ez a szembenállás csak az optika és a csillagászat határain belül jön létre, s hogy ezért ezen túlmenően az emberi szóhasználatra sem vonatkozik; és azt sem akarja észrevenni, hogy Józsué egyetlen vágya az volt, nehogy a hegyek eltakarják a Napot; s e vágyát fejezte ki olyan szavakkal, amelyek összhangban álltak a látás érzékével; hiszen teljesen helyénvalótlan lett volna ebben a korban az asztronómiáról s a látóképesség hibáiról elmélkedni. Ha ugyanis valaki felhívta volna a figyelmét arra, hogy a Nap nem valóságosan mozog Ajalon

<sup>59</sup> Zsolt 19, 6.

<sup>60</sup> Vergilius: *Georgica*, I, 447 (Lakatos István fordítása; a Kepler szövegében szereplő *Tithonót* Vergilius szövegének megfelelően *Tithonira* javítva).

<sup>61</sup> Józ 10, 12: „Akkor szóla Józsué az Úrnak azon a napon, amelyen odavetette az Úr az emoreust Izráel fiai elé; ezt mondotta vala pedig Izráel szemei előtt: Állj meg nap, Gibeonban, és hold az Ajalon völgyében!”

<sup>62</sup> Kepler a *Jézus, Sirák fia* – katolikus Biblia-kánon szerinti – könyvének következő verseire gondolhatott: 43, 2 („A felkelő Nap, amikor megjelenik, hirdeti, hogy csodálatos a Magasságbeli alkotása!”); 46, 5 („Intésére nem állt-e meg a Nap, s egy nap olyan lett, mint kettő?”); és 48, 26 („Az ő napjaiban ment hátrafelé a Nap, és ő meghosszabbította a király életét;” Káldi-Neovulgáta-fordítás).

<sup>63</sup> Kepler úgy véli: a hétköznapi tudat nehezen fogadja el, hogy a Nap megállása a biblikus szöveg szerint a valóságban azt jelenti, hogy a Föld állt meg a pályáján („Sol stetit, id est, Terra stetit”).

völgye felé, hanem csak látszólag, akkor vajon nem kiáltotta volna-e Józsué, hogy ő azt kívánja, hogy a nap az ő számára megnyúljék, akármilyen módon történjék is ez? Ugyanígy válaszolt volna tehát akkor is, ha valaki a Nap örökös állásával és a Föld mozgásával hozakodik elő neki.

Isten azonban egykönnyen megértette Józsué szavaiból, hogy az mit akar; s teljesítette is a kívánságát úgy, hogy megállította a Föld mozgását; hogy Józsuének ilyenformán állni lássék a Nap. Józsué kérésének lényege ugyanis az volt, hogy neki ez így legyen látható, bármint legyen is *a valóságban*; elvégre nem hiábavaló és értelmetlen dolog volt, hogy ez így mutatkozzék, hanem összefüggött a kívánt hatással.

Üsd fel azonban *A csillagászat optikai részének X. fejezetét*, s érveket fogsz találni arra nézvést, hogy miért tűnik minden embernek úgy, mintha a Nap mozogna, nem pedig a Föld; tudniillik azért, mert a Nap kicsinek látszik, a Föld ellenben nagynak; s a Nap mozgását sem fogja fel a látás annak látszólagos lassúsága folytán, hanem csupán racionális gondolkodás [*ratiocinatione*] útján látjuk be, amennyiben a Nap bizonyos idő múltán közelebb kerül a hegyekhez; minélfogva lehetetlen, hogy az ész [*ratio*] – hacsak előzetes tájékoztatást nem kap – mást képzeljen magának, mint hogy a Föld a reá támaszkodó égboltozattal egyetemben úgyszólván nagy mozdulatlan ház, melyben az oly kicsinynek látszó Nap a levegőben vándorló madárként egyik régióból a másikba megy.<sup>64</sup>

Ez a közös emberi képzelet volt tehát mérvadó a szent szöveg számára. Kezdetben – úgymond Mózes – teremtette Isten az eget és a földet; tudniillik mivel ez a két rész tűnik leginkább szembe. Mintha csak így szólna Mózes az emberhez: Isten megteremtette a világot ezen egész épületét, melyet látsz, s amely fent fényes, lent pedig – ahol állsz és védve vagy – sötét és messze kiterjedő.

Másutt azt kérdezik az embertől, vajon ki tudná-e kutatni az ég magasságát odafent s a föld mélységét alant;<sup>65</sup> hiszen az emberek nagy tömegének úgy tűnik, hogy mindkettő egyformán végtelen terekre terjed ki. Mégsem akadt még olyan, aki ép elme birtokában e szavakkal írta volna le a csillagászok feladatát akár amikor a Föld megvetésre méltó kicsinységét kell megmutatni az éghez képest, akár amikor a csillagászati térközöket kell kikutatni; hiszen ezek a szavak nem az elméleti, hanem a valóságos megmérésről beszélnek; ami a földhözragadt, szabad levegőt szívó emberi test számára teljességgel lehetetlen. Olvasd csak végig Jób XXXVIII. fejezetét, és hasonlítsd össze azokkal <a kérdésekkel,> melyeket a csillagászat és a fizika tárgyval.

<sup>64</sup> Az *Astronomiae pars optica* (Francofurti: 1604) X. fejezete („De motibus siderum fundamenta optica,” „A csillagmozgások optikai alapjairól,” 324–334.) előbb szillogisztikus formájú érveléssel bizonyítja, hogy azért véljük úgy, hogy a Nap mozog, és a Föld áll, mert a Földet látjuk nagyobbak. Ezután a szem természetéből is levezeti ugyanezt az érzécsalódást.

<sup>65</sup> Jer 31, 37: „Ezt mondja az Úr: Ha megmérhetik az eget ott fenn, és itt alant kifürkészhetik a Föld fundamentumait: én is megütölöm Izráelnek minden magvát, mindazokért, amiket cselekedtek, azt mondja az Úr!”

Ha valaki felhossa a XXIV. zsolnárból azt, hogy a Föld „folyókon erősítetett meg,”<sup>66</sup> hogy ezáltal valamely új, hallani is abszurd elméletet alapozzon meg, mely szerint a Föld folyók színén úszik; akkor nemde helyesen mondanánk neki, hogy bocsássa el a Szent Szellemet [*Spiritum sanctum*], és a fizikatudományi iskolákba se hurcolja be magával nevétség tárgyául; hiszen az idézett passzusban semmi másra nem akar utalni a zsolnárköltő, mint arra, amit az emberek már eleve tudnak, és naponta meg is tapasztalnak – hogy a szárazföldröket (melyek a vizek szétválasztása után kiemelkedtek) hatalmas folyamok folyják keresztül, és tengerek veszi körbe. Kétségkívül ugyanez a kifejezés szerepel másutt is, ahol az izraeliták arról énekelnek, hogy Babilon folyói felett ültek – azaz a folyók mellett, vagyis az Euphratés és a Tigris partjainál.<sup>67</sup>

Ha valaki ezt szívesen elfogadja, akkor miért nem fogadja el azt is, hogy más helyeken, melyeket a Föld mozgása ellen fel szoktak hozni, a fizika helyett ugyanígy az Írás céljaira kell fordítanunk tekintetünket?

„Egyik nemzetség elmegy” – mondja a Prédikátor –, „és a másik eljő; a Föld pedig mindörökké áll.”<sup>68</sup> Talán a csillagászokkal vitatkozik itt Salamon? Nem inkább a múlandóságukra figyelmezteti az embereket? – hiszen a Föld, az emberi nem lakóhelye, mindig ugyanaz marad; a Nap mozgása örökké visszatér önmagába; a szél fújása körkörös, ugyanoda jut vissza; a folyók forrásuktól a tengerig futnak, majd a tengertől forrásukba térnek meg; végezetül ha a mostaniak elhaltak, más emberek születnek; s mindig ugyanaz az élet históriája; nincs új a Nap alatt.

Nem hallasz itt fizikai tanítást. Erkölcsi  $\nu\omicron\theta\epsilon\iota\sigma\acute{\alpha}$ <sup>69</sup> ez egy olyan dologról, mely önmagában nyilvánvaló, s amit mindenki szeme lát, de csak kevesen gondolnak meg. Ezért tanítja Salamon. Elvégre ki ne tudná, hogy a Föld mindig ugyanaz? Ki nem látja, hogy a Nap minden reggel keleten kel, a folyók örökké a tengerbe ömlenek, a szelek újra megfutják kijelölt pályájukat, az embereket más emberek követik? De ki gondol bele, hogy az élet örökké ugyanúgy megy a maga útján, még ha változnak is a személyek; s hogy semmi új sincs az emberek ügyeiben? Salamon ezért a mindenki számára látható dolgok felemlítésével figyelmeztet arra, amiről a többség egyáltalán nem vesz tudomást.

A 104. zsolnárról ezzel szemben úgy vélik, hogy teljes egészében fizikai eszme-futtatást tartalmaz, mivelhogy elejétől végéig fizikai dolgokról szól.<sup>70</sup> Azt olvassuk

<sup>66</sup> Zsolt 24, 1–2: „Az Úré a Föld s annak teljessége; a Föld kereksége s annak lakosai. Mert ő alapította azt a tengereken, és a folyókon megerősítette.”

<sup>67</sup> Zsolt 137, 1. A *Vulgata* ilyen értelmű megfogalmazása – „Super flumina Babylonis,” vagyis „Babilon folyói felett” – nem jelenik meg a magyar fordításokban, ahol többnyire a „folyónál” kifejezés szerepel. A *Vulgata* itt a *Biblia Hebraica* és a *Septuaginta* kifejezésmódját követi:  $\text{עַל הַנְּהַרִּים הַבָּבְלוֹנִים}$  – ἐπὶ τῶν ποταμῶν Βαβυλῶνος ἐκεῖ ἐκαθίσταμεν.

<sup>68</sup> Préd 1, 4; a *Vulgata* Kepler által idézett szövege szerint „Terra autem in aeternum stat.”

<sup>69</sup> Figyelmeztetés (gör.).

<sup>70</sup> A lutheránus *Biblia* számozása szerint a 104. zsolná, a *Vulgata* és a *Septuaginta* számozása szerint a 103.

itt Istenről, hogy „fundálta a Földet az ő oszlopain,” s hogy az „nem mozdul meg soha örökké.” Ámde a zsolnárköltőtől igen távol áll a fizikai okok felőli elmélkedés. Kizárólag a mindezeket alkotó Isten nagysága érdekli őt, és a Teremtő tiszteletére dicsőítésben tör ki, melynek során módszeresen áttekinti a világot úgy, ahogy az a szemnek megjelenik.

Ha ezt a leírást alaposan szemügyre veszed, akkor a biblikus teremtéstörténet kommentárjának fogod találni. Hisz amiként ott az első három nap tárgya a régiók szétválasztása – az első napon a világosságot választja el Isten a külső setétségtől, a másodikon a vizeket a vizektől, a firmamentum közbevetésével, a harmadikon a szárazföldeket a tengerektől, amikor a földet elborítják a fűvek és fák –; a második három napot pedig az így elkülönített régiók kitöltésének szenteli: a negyediket az ég, az ötödiket a tengerek és a levegőég, a hatodikat a szárazföldek <benépesítésének;> úgy az említett zsolnártanban is ugyanennyi – méghozzá a hat nap műveivel analóg – rész különül el.

Elvégre a második vers a világosságot, az első teremtményt és az első nap művét adja fel a Teremtőre öltözetül.

A második rész a harmadik verstől kezdődik, s az ég fölötti vizekről szól, valamint az égboltozat kiterjedéséről és a légköri jelenségekről [*de Meteoris*], melyeket a zsolnárköltő szemléletét a felső vizekhez számít, ti. a felhőkről, szelekről, forgószelekről és villámokról.

A harmadik rész a hatodik verstől kezdődik, s a földet mint ama dolgok fundamentumát ünnepli, melyeket itt fontolóra vesz. Mindent a földre és az azt lakó élőlényekre vezet ugyanis vissza; mivel a szem úgy ítéli meg, hogy a világ két fő része a föld és az ég. Itt tehát azt fontolja meg, hogy a Föld oly sok évszázad alatt sem süllyedt el, nem esett szét, nem zuhant le; jóllehet még senki sem volt képes megállapítani, hogy min nyugszik.

Nem azt akarja megtanítani, amit az emberek nem tudnak, hanem csak elméjükbe akarja idézni azt, amiről nem vesznek tudomást, tudniillik Isten nagyságát és hatalmát egy ekkora – s ilyen szilárd és állandó – tömeg megteremtésében. Ha a csillagász azt tanítja, hogy a Föld a csillagok között halad, azzal nem forgatja fel a zsolnárköltő mondanivalóját, se nem tesz erőszakot az emberi tapasztalaton. Elvégre változatlanul igaz az, hogy a földek – az isteni építőmester művei – nem zuhannak sehová, ahogyan pedig össze szoktak dőlni az emberkéz emelte épületek régiségük és leromlásuk folytán; nem dőlnek oldalra, az állatok lakóhelyei zavartalanok, a hegyek és partok szilárdan állnak a helyükön, ahogyan kezdettől fogva voltak, nem mozdulnak a szelek és áradatok nyomása alatt. A zsolnárköltő mindezen túlmenően igen szépen vázolja a vizek elválasztását a szárazföldektől; s e vázlatot még feldíszíti a források és ama hasznos dolgok bemutatásával, melyeket a források és sziklák nyújtanak a madaraknak és a négy lábúaknak. Nem mulasztja el megemlíteni a Föld felszínének Mózes leírta feldíszítését sem a harmadik nap művei

között; de ezt magasabbról, az okától kiindulva ábrázolja, tudniillik az égből hulló csapadéktól kezdve; és kiszínezi ama haszon ecsetelésével, mely e díszből fakad az emberek táplálkozására és örömére, valamint az állatok lakóhelyeire nézve.

A negyedik rész a huszadik verstől kezdődik,<sup>71</sup> ahol a költő a negyedik nap műveit dicséri, a Napot és a Holdat, de különösen ama hasznot,<sup>72</sup> mely az idő felosztásából fakad az élőlények s az ember javára, ami a költő témája – hogy ezáltal világhossá váljék: ő itt nem a csillagász szerepét játssza.

Nem mondott volna le ugyanis az öt bolygó megemlítéséről, amelyek mozgásánál nincs semmi csodálatosabb, semmi szebb, semmi, ami a Teremtő bölcsességéről világosabban tanúskodna az értelmes emberek szemében.

Az ötödik rész a 26. versben van az ötödik nap munkájáról – „megtölti a tengereket halakkal, és felékesíti gályákkal.”

A hatodik rész kevésbé nyilvánvaló módon kapcsolódik ide a 28. verstől kezdődően, s a szárazföldeket benépesítő élőlényekről szól, melyek a hatodik napon teremtettek. S végül általánosságban beszél a költő Isten jóságáról, aki fenntart mindeneket, és új dolgokat teremt. Így hát mindent, amit a világról mondott, az élőlényekkel hoz kapcsolatba; semmi olyat nem említ, ami ne lenne köztudomású; hiszen az a szándéka, hogy ismert dolgokat magasztaljon fel, nem az, hogy ismeretlen dolgokat kutasson ki, hanem hogy arra biztassa az embereket: vegyék fontolóra a jótéteményeket, melyek az egyes napok cselekedeteiből reájuk származnak.

Én is kérem olvasómat, hogy – el nem felejtkezvén az ember javát szolgáló isteni jóságról, melynek meggondolására hívja őt a zsoldárköltő kiváltképpen – amint visszatért a templomból, és belépett a csillagászati iskola kapuján, velem együtt dicsérje és magasztalja a Teremtő bölcsességét s nagyságát, amelyet feltárok előtte a világ formájának elmélyültebb magyarázata, az okok felderítése, a látás csalódásainak kikutatása révén, hogy ilyenformán ne csak a Föld szilárdsága és állandósága alapján dicsőítse az egyetemes természet élőlényeinek üdvét mint Isten ajándékát, hanem a Föld oly rejtelmes, oly csodálatos mozgásában is felismerje az Alkotó bölcsességét.

Aki azonban nem elég okos ahhoz, hogy megértse a csillagászat tudományát, vagy pedig gyöngébb annál, hogysem kegyessége [*pietate*] sérülése nélkül higgyen Copernicusnak, annak azt javaslom, hogy hagyja el a csillagászat iskoláját,átkozza el – ha úgy tartja kedve – a filozófusok mindahány nézetét, foglalkozzék a maga dolgával, s e világi vándorlástól elállva vonuljon vissza otthonába földescskéjének művelése végett, szemét – látásának egyetlen eszközét – emelje e látható égboltra, és teljes lelkéből adjon hálát a Teremtő Istennek, és dicsérje Őt; bizonyos lévén abban, hogy így nem kevésbé tiszteli Istent, mint a csillagász, akinek viszont Isten azt

<sup>71</sup> Pontosabban már a 19.-től: „Teremtett Holdat ünnepeknek mutatására; a Napot, amely lenyugovását tudja.”

<sup>72</sup> *Utilitatem* helyett *utilitatumot* olvasva, mint egy bekezdéssel feljebb.

a feladatot adta, hogy az elme szeme által még élesebben lásson, és amit lel, azért ő is dicsőíteni tudja és akarja Istenét.

Ez okból bizonyos mértékig – de nem kevéssé – ajánlanunk kell a tudósoknak Brahe véleményét a világ alakjáról, amennyiben az úgyszólván középúton jár: egyfelől amennyire lehetséges, megszabadítja a csillagászokat a számtalan epicyklus haszontalan felszerelésétől, és a mozgások okait, melyeket Ptolemaios nem ismert, Copernicusszal együtt magáévá teszi; a fizikai elméleteknek is ad egy kis helyet, mivel a Napot beengedi bolygórendszerünk középpontjába; másfelől pedig a művelt emberek zömének is eleget tesz, amennyiben kizárja a Föld oly nehezen hihető mozgását – jóllehet ezáltal számos nehézség lép fel a bolygók elméletében a csillagászati számítások és bizonyítások terén, és nem kevéssé összezavarodik az égi fizika.

Ennyit a szent iratok tekintélyéről. A szentek e természeti kérdésekkel kapcsolatos felvetéseire pedig egyetlen szóval felelek. A teológiában a tekintélyek súlyát kell ugyan mérlegelni, a tudományban [*Philosophia*] azonban az érveket. Szent tehát Lactantius, aki tagadta a Föld kerekdedségét;<sup>73</sup> szent Ágoston is, aki megengedte a kerekiséget, de az antipódusokat már elvetette;<sup>74</sup> és szent a Hivatal [*Officium*],<sup>75</sup> melyet olyan kortársaink alkotnak, akik elfogadják ugyan a Föld csekély méretét, de tagadják annak mozgását; nekem azonban – aki tudományos alapon bizonyítom, hogy a Föld gömbölyű is, köröskörül antipódusok is lakják, megvetendő kicsinységű is, és végül még mozog is a csillagok között – szentebb az igazság, jóllehet az egyház és az egyháztanítók tekintélyét nem vonom kétségbe.

De most már elég a copernicuszi hipotézis igazságáról. Végére is vissza kell térnünk a kitűzött célhoz, ahonnt e bevezető kiindult.

Azt kezdtem el fejtegetni, hogy a jelen műben az egész csillagászatot nem megalapozatlan feltevésekre [*Hypothesibus*], hanem fizikai okokra építem fel; a tetőpont eléréséhez azonban két lépcsőfokon át jutottam el: egyrészt felfogtam, hogy a Nap testében futnak össze a bolygók excenterei; másrészt megértettem, hogy a Föld elméletében ekváns kör szerepel, és hogy az excentricitását felezni kell.<sup>76</sup>

<sup>73</sup> Lactantius: Isteni tanítások (Divinae institutiones), III. könyv, 24. fejezet.

<sup>74</sup> Vagyis azt, hogy a kerek Föld áttelens oldala lakott volna. Lásd Szent Ágoston: Isten városáról (De civitate Dei), XVI. könyv, 9. fejezet („Hihető-e, hogy a föld alsó részét, mely a mi földünkkel ellenes, ellenlábúak lakják?”).

<sup>75</sup> A Sanctum Officiumot – teljes nevén Sacra Congregatio Romanae et Universalis Inquisitionis-t – III. Pál pápa (sedít 1534–1549) létesítette az 1542-ben kiadott *Licet ab initio* kezdetű bullájával.

<sup>76</sup> Kepler modelljében a földpálya excentricitása feleakkora, mint Copernicuské, tehát kisebb mértékben változtatja a Föld a Naptól mért távolságát a pályája mentén. Kepler ezt azzal érte el, hogy a földpálya esetén is bevezetett egy ekvánspontot, amivel technikailag kiváltotta az excentricitás felét (azaz pozícióelőrejelzésben a két modell gyakorlatilag egyenértékű). Copernicus ugyanis nem használta a Föld esetén az ekvánspontot helyettesítő apró epicyklust, melyet a többi bolygóra bevezetett. Ennek a – Kepler szerint elfogadhatatlan – kivételezésnek



A harmadik lépcsőfok mármost legyen az, hogy – miután összevetettük a második részt a negyedikkel – tökéletesen bebizonyosodott, hogy a Mars ekván-sának excentricitását is pontosan kétfőbe kell vágni, amit Brahe és Copernicus rég kétségesé tettek.<sup>77</sup>

Úgyhogy egy, az összes bolygóra támaszkodó indukció révén a harmadik részben előzetesen igazolást nyert, hogy mivel – amint ezt Brahe az üstökösök áthaladásaiból [*trajectionibus*] bizonyította<sup>78</sup> – nincsenek szilárd körpályák [*orbes*], ezért a Nap teste azon erő [*Virtutis*] forrása, mely az összes bolygót körbehajtja. Ennek módját is meghatároztam érvekkel úgy, hogy a Nap a maga helyén maradván mégis körbeforog, mintha esztergapadon lenne, de közben a világ teljes szélességébe kibocsátja magából saját testének anyagtalán képmását [*speciem*], mely analóg képmásával, az anyagtalán fénnel;<sup>79</sup> mely képmás a Nap testének forgásához igazodva maga is körbeforog igen sebes örvény módjára a világ teljes szélességében, s magával együtt körbeviszi a bolygók testét, gyorsabban vagy lassabban ragadva őket magával aszerint, hogy ő a kiáradás [*effluxus*] törvénye maga folytán sűrűbb vagy ritkább lesz.<sup>80</sup>

Miután e közös erőt elmagyaráztam, melynek révén minden bolygó a maga körén vitetik a Nap körül, immár az következett az érveléseimből, hogy az egyes bolygóknak külön-külön mozgatókat [*motores*] tulajdonítsak, amelyek magában a bolygók testében székelnek; miután a szilárd körpályákat Brahe ítélete alapján már elvettem. S ezt is a harmadik részben végeztem el.<sup>81</sup>

Az érvelés ezen útján haladva az említett mozgatók hihetetlenül sok fejtörést okoztak nekem a negyedik részben, mivel amikor a bolygó Naptól való távolságaihoz, s az excentere egyenleteihez<sup>82</sup> kell alapot nyújtaniuk, rossz eredményeket adnak, és eltérnek a megfigyelésektől; nem mintha tévedésből vezettem volna be őket, hanem

az az oka, hogy Copernicus földmozgás-modellje technikailag híven lefordítja Ptolemaios napmozgás-modelljét, márpedig Ptolemaios a Nap esetén nem használt ekváns pontot, szemben a bolygók többségével (kivéve a Merkúrt).

<sup>77</sup> Brahe kétségeiről és Kepler válaszáról lásd a jelen mű 31. fejezetét. Copernicusnál a kérdés nem közvetlen módon került szóba, ő ugyanis elvetette az ekváns pontot (lásd *De revolutionibus*, IV/2, 99 verso, és V/2, 140 verso).

<sup>78</sup> Tycho Brahe: *De mundi aetheriei recentioribus phenomenis* (Az aetheri világ újabb jelenségeiről, 1603; *Opera omnia* IV, „Conclusio,” 457).

<sup>79</sup> „...emittat vero ex sese in Mundi amplitudinem, speciem immateriatam corporis sui, analogam speciei, immateriatae lucis suae...” (*Astronomia nova* ἀιτιολογητός, „Introductio,” számozatlan oldal *ad finem*.)

<sup>80</sup> Lásd a mű 33–34. fejezeit. A 33. fejezet magyar fordításban itt olvasható: Vassányi – Kutrovácz: *A világ bizonyos szimmetriája*, 149–162.

<sup>81</sup> A 39. fejezetben, ahol azzal a gondolattal kísérletezik, hogy minden egyes bolygónak saját mozgató lelket tulajdonítson.

<sup>82</sup> Egenlet alatt Kepler azt a különbséget érti, amely egy égitest kétféle módon meghatározott vagy számított pozíciói között adódik. Az excenter egyenlete - vagy excentrikus egyenlet - az a mennyiség, mely az égitest valódi hosszúságának eltérése a közepes (azaz átlagos) mozgása

mert a közös vélekedés hatása alatt úgyszólván körpályák rabszolgáinká-  
hoz kötöttem őket, s e pályák kötelékében nem tudhatták elvégezni feladatukat.

Nem is értek véget fáradozásaim, mielőtt a negyedik lépcsőfokot is megépítettem a fizikai hipotézisekhez: fáradalmas levezetések és igen sok megfigyelés elemzése révén megértettem, hogy a bolygó útja az égen nem kör alakú, hanem ovális, tökéletesen elliptikus út.

A geometria egyetértését adta ehhez, és arra oktatott, hogy az út akkor lesz ilyen, ha a bolygók saját mozgatóinak tulajdonítjuk azt a feladatot, hogy testüket a Nap felé húzott egyenes vonal mentén ingassák [*librandi*].<sup>83</sup> S nemcsak ez, hanem az excenter egyenletei is helyesek és a megfigyelésekkel egybevágók lettek ezen ingadozás [*librationem*] által.

Így végül az építményre az került fel betetőződésként, és nyert geometriai bizonyítást, hogy az ilyen ingadozás jellemző módon a mágneses testi képességből ered. Ezáltal igen valószínűn mutattam meg, hogy a bolygók e saját mozgatói semmi egyebek, mint maguk a bolygótestek olyan tulajdonságai [*affectiones*], amilyen a mágnesben a pólus vonzereje, vasat vonzó képessége; hogy ilyenformán az égi mozgások teljességét pusztán testi, azaz hogy mágneses képességek irányítsák,<sup>84</sup> kivéve egyedül a Nap saját terében maradó testének körforgását, melyhez, úgy tűnik, eleven képességre [*vitali facultate*] van szükség.

Azután az ötödik részben bizonyítom, hogy az általam korábban bevezetett fizikai hipotézisek megfelelnek a szélességeknek is.<sup>85</sup>

alapján adódó mindenkori hosszúságtól – ez tehát az egyenletes körbehaldáshoz képesti pozícióeltérés pillanatnyi mértéke.

<sup>83</sup> *libratio* („ingadozás”): Kepler művében ez a középponthez való közeledést, illetve az attól való távolodást fejezi ki, vagyis az égitest mozgásának eltérését a körpályától.

<sup>84</sup> Míg a bolygók körbehaldását a Naptól származó közös erőhatás okozza (amely a Nap testével együtt forog), addig az ettől való eltéréseknek – azaz végül is a körpálya ellipszissé való torzulásának – az oka mindegyikük esetén a bolygó saját testében található; lásd erről a mű 57. fejezetét. Egy korábbi jegyzetben említettük, hogy a „mágneses” jelzőt Kepler többnyire általánosabban érti, mint a mai szóhasználatban szokás: távoli testek közti láthatatlan vonzást jellemez vele (pl. amint láthattuk, a nehézkedés vonzóerejét is mágnesesnek bélyegzi). Ugyanakkor ezen a helyen a tényleges mágnesességet teszi felelőssé a Naphoz való közeledésért, valamint a tőle való távolodásért: mivel a bolygók mágneses tengelyei ferdék a keringési síkhoz képest – legalábbis annak alapján, ami a Föld esetében tapasztalható –, így a pályájuk mentén változik, hogy melyik mágneses pólusuk fordul inkább a Nap felé. A közeledés és távolodás jelenségeit tehát az okozza, hogy a bolygók mágneses ereje kölcsönhatásban áll a Napéval, vonzást vagy taszítást eredményezve.

<sup>85</sup> 63. fejezet. A hagyományos csillagászati modellek (beleértve Copernicusét is) külön kezelték a hosszúságokat és a szélességeket. Az elméletek fókuszában a hosszúságok álltak, vagyis azt tekintették fő feladatuknak, hogy az égitestek állatöv mentén történő haladását jól tudják modellezni. Azt, hogy a bolygók (és a Hold) kis mértékben periodikusan eltávolodnak az ekliptikától – amit a szélességkoordináta fejez ki –, kevésbé részletes, az előzőektől független

A harmadik és a negyedik részben azonban valamit átengedtünk az elmének is, hogy a bolygó saját mozgatója értelmet párosítson a glóbusát mozgató eleven képességgel,<sup>86</sup> ha valaki netán a jó néhány külsőleges, látszólag hathatós ellenvetéstől visszarettenvén jobbnak látná nem bízni a testek természetében; csak fogadja el az ilyen ember azt, hogy az említett elme a Nap látszó átmérőjét használja az ingadozás mértékeként, s hogy érzékeli a szöveget, melyeket a csillagászok vizsgálnak.<sup>87</sup>

Ennyit mondjunk tehát a fizikusok kedvéért; a többit meg fogják találni a csillagászok és a geometerek, bármely tetszőleges dolgot a maga helyén, az egyes fejezetek itt következő összefoglalásaiból, melyeket kicsivel bővebbre vettem, egyrészt azért, hogy tartalomjegyzékül is szolgáljanak, másrészt azért, hogy az olvasó, aki lépten-nyomon fennakad akár a tárgyalt anyag, akár a stílus homályán a szinoptikus tábla alapján, ezekből az összefoglalásokból is jusson némi világossághoz; s ha az egy fejezetben tárgyalt témák elrendezése s egybetartozása esetleg kevésbé világos a szöveg összefüggésében, akkor mindez észrevehetőbb legyen a paragrafusokra osztott érvek között. Ezért kérem jóindulatú olvasómat, vegye szemügyre.<sup>88</sup>

---

modellekkel adták vissza, általában a művük legvégén. Kepler azonban egyetlen modellel akarta kezelni mindkét koordinátát, hiszen ez állt összhangban a fizikai szemléletével, vagyis az erők által meghatározott pályagörbe realitásával. De mivel nem tudta egyszerre pontosá tenni mindkét koordináta szerint az előrejelzéseket a hagyományos technikákkal (bár külön-külön igen), az így kapott modellel szembeni elégedetlensége vezette végül arra, hogy elvesse a körpályákat.

<sup>86</sup> „Datum tamen fuit aliquid partibus III. et IV. etiam Menti, ut motor Planetæ proprius cum animalis facultate movendi sui globi conjungat Rationem...” (Astronomia nova αιτιολογητός, „Introductio,” számozatlan oldal *ad finem*.)

<sup>87</sup> Főként az 57. fejezet utolsó oldalain vizsgálja ezt a lehetőséget. Ennek oka, hogy marad egy olyan mozgásjelenség – nevezetesen az apszispontok vándorlása, azaz a pályagörbék lassú elfordulása a Nap körül –, amelyről a fizikai megfontolásai nem tudnak számot adni (vö. még a 35. fejezettel). Többféle lehetséges okot is figyelembe vesz ennek magyarázataként, és ebben a kontextusban kerül elő annak lehetősége, hogy a bolygók lelkei számításokat végeznek, és ezek alapján aktívan befolyásolják az égitestek mozgását. Ugyanakkor Kepler nem rejti véka alá, hogy ezt az elképzelést igencsak valószínűtlennek tartja, amely ráadásul ellentmond a mű azon célkitűzésének, hogy lehetőleg minden mozgásjelenséget testi (fizikai) okokra vezessen vissza.

<sup>88</sup> Ezt követi a kihajtható szinoptikus táblázat, majd az egyes fejezetek tartalmának kivonatos összefoglalása.

## BIBLIOGRÁFIA

- Aiton, Eric J.: Galileo's Theory of the Tides = *Annals of Science* 10/1 (1954), 44–57.
- Aiton, Eric J.: Descartes's Theory of the Tides = *Annals of Science* 11/4 (1955), 337–348.
- Aiton, Eric John: Kepler's Second Law of Planetary Motion = *Isis* 60 (1969), 75–90.
- Aiton, Eric John: Kepler's Path to the Construction and Rejection of his First Oval Orbit for Mars = *Annals of Science* 35 (1978), 173–190.
- Baigrie, Brian S.: Kepler's Laws of Planetary Motion, before and after Newton's Principia, An Essay on the Transformation of Scientific Problems = *Studies in History and Philosophy of Science* 18 (1987), 177–208.
- Barbour, Julian B.: *The Discovery of Dynamics: A Study from a Machian Point of View of the Discovery and the Structure of Dynamical Theories*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- Barnes, Jonathan: The Size of the Sun in Antiquity = *Acta Classica Universitatis Scientiarum Debreceniensis* 25 (1989), 29–41.
- Boner, Patrick J.: *Kepler's Cosmological Synthesis: Astrology, Mechanism and the Soul*. Leiden – Boston: Brill, 2013.
- Davidis Gorlaei Ultrajectini, *Idea physicae. Cui adjuncta est epistola, Cujusdam Anonymi De Terrae Motu, Ultrajecti: ex officina Johannis a Waesberge, anno 1651*.
- Donahue, William H. (transl.): *Johannes Kepler: New Astronomy*. Cambridge: University Press, 1992.
- Donahue, William H.: Kepler's First Thoughts on Oval Orbits: Text, Translation, and Commentary = *Journal for the History of Astronomy* 24 (1993), 71–100.
- Ducheyne, Steffen: Newton on Action at a Distance and the Cause of Gravity = *Studies in History and Philosophy of Science, Part A*, 42 (2011), 154–159.
- Field, Judith V.: A Lutheran Astrologer: Johannes Kepler = *Archive for History of Exact Sciences* 31 (1984): 189–272.
- Field, Judith V.: *Kepler's Geometrical Cosmology*. Chicago: University of Chicago Press, 1988.
- Galilei: *Párbeszédek*. Budapest: Európa, 1959. Ford. M. Zemplén Jolán.
- Galilei, Galileo: *Dialogo di Galileo Galilei Linceo matematico sopraordinario dello studio di Pisa. E filosofo, e matematico primario del serenissimo gr. duca di Toscana. Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico, e copernicano*. Firenze: Per Gio Batista Landini, 1632.
- Gingerich, Owen: The Origins of Kepler's Third Law = *Vistas in Astronomy* 18 [1975], 595–601.
- Gingerich, Owen: Johannes Kepler = Taton, René – Wilson, Curtis (eds.): *Planetary Astronomy from the Renaissance to the Rise of Astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, 45–78, ezen belül 58–69.
- Grant, Edward: *Planets, Stars, and Orbs. The Medieval Cosmos, 1200–1697*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- Hecht, Eugene: Kepler and the origins of pre-Newtonian Mass = *American Journal of Physics* 85 (2017), 115–123
- Hecht, Eugene: Kepler and the Origins of the Theory of Gravity = *American Journal of Physics* 87 (2019), 176–185.
- Hesse, Mary B.: *Forces and Fields: The Concept of Action at a Distance in the History of Physics*. London – New York: T. Nelson, 1961.
- Hooykaas, Reijer: *G. J. Rheticus' Treatise on Holy Scripture and the Motion of the Earth*. Amsterdam: North Holland, 1984.

- JKGW = Johannes Kepler: Gesammelte Werke, Bände I-XXII. Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Bayerischen Akademie der Wissenschaften unter der Leitung von Walther von Dyck und † Max Caspar. München: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, 1937-, [kepler.badw.de/kepler-digital.html](http://kepler.badw.de/kepler-digital.html).
- Ioannis Kepleri Sacrae Caesareae Majestatis Mathematici De stella nova in pede Serpentarii, et qui sub ejus exortum de novo innotuit, Trigono Igneo. Pragae: Anno MDCVI.
- Kepler, Johannes: Ad Vitellionem Paralipomena, Quibus Astronomiae Pars Optica Traditur; Potissimum de Artificiose Observatione et Aestimatione Diametrorum deliquorumque Solis & Lunae. Cum exemplis insignium eclipsium. Authore Ioanne Keplero, Sanctae Caesareae Maiestatis Mathematico. Francofurti, Apud Claudium Marnium & Haredes Ioannis Aubrii. Anno 1604.
- Koyré, Alexandre: The Astronomical Revolution: Copernicus – Kepler – Borelli. Transl. R. E. W. Maddison. London: Methuen, 1973.
- Kozhamthadam, Job, SJ: The Discovery of Kepler's Laws: The Interaction of Science, Philosophy, and Religion. Notre Dame: University of Notre Dame Press, 1994.
- Lindberg, David C.: Kepler and the Incorporeality of Light = Unguru, Sabetai (ed.): Physics, Cosmology and Astronomy, 1300–1700: Tension and Accommodation. Dordrecht: Kluwer, 1991, 229–250.
- Matthen, Mohan: Why Does the Earth Move to the Center? An Examination of Some Explanatory Strategies in Aristotle's Cosmology = Bowen, Alan - Wildberg, Christian (eds.): New Perspectives on Aristotle's De Caelo. Leiden: Brill, 2009, 119–138.
- Pisano, Raffaele - Bussotti, Paolo: On the Conceptualization of Force in Johannes Kepler's Corpus: An Interplay Between Physics/Mathematics and Metaphysics = Pisano, Raffaele - Agassi, Joseph - Drozdova, Daria (eds.): Hypotheses and Perspectives in the History and Philosophy of Science. Homage to Alexandre Koyré 1892–1964. Dordrecht: Springer, 2018, 295–346.
- Platón: Összes művei, III. kötet. Ford. Devecseri Gábor *et alii*. Budapest: Európa Könyvkiadó, 1984.
- Reinhold, Erasmus: Prutenicae tabulae coelestium motuum auctore Erasmo Reinholdo Salueldensi. Cum gratia & privilegio Caesareae & Regiae Maiestatis. Tubingae per Vlicum Morhardum, Anno 1551.
- Russell, John L.: Kepler's Laws on Planetary Motion: 1609–1666 = British Journal for the History of Science, 2 (1964), 1–24.
- Stephenson, Bruce: Kepler's Physical Astronomy. New York: Springer Verlag, 1987.
- Vassányi Miklós - Kutrovátz Gábor: A világ bizonyos szimmetriája. Budapest: Typotex, 2021.
- Vekerdi László: Így él Galilei. Budapest: Neumann Kht, 2004.
- Voelkel, James R.: The Composition of Kepler's Astronomia Nova. Princeton, NJ: University Press, 2001.
- Wilson, Curtis: Kepler's Derivation of the Elliptical Path = Isis, 59 (1968), 5–25.
- Wilson, Curtis: From Kepler's Laws, So-called, to Universal Gravitation: Empirical Factors = Archive for History of Exact Sciences, 6 (1970), 89–170.
- Whiteside, Derek Thomas: Keplerian Planetary Eggs, Laid and Unlaid, 1600–1605 = Journal for the History of Astronomy, 5 (1974), 1–21.